

იაკობ გოგებაშვილის სახელობის თელავის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
ხელნაწერის უფლებით

გიორგი დაქიშვილი

კახური ღვინის რაციონალური ტექნოლოგიის შემუშავება
სასურსათო ტექნოლოგიის დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად
წარმოდგენილი დისერტაციის

მ ა ც ნ ე

თელავი 2012

ნაშრომი შესრულებულია იაკობ გოგებაშვილის სახელობის თელავის
სახელმწიფო უნივერსიტეტში

მეცნიერ- ხელმძღვანელი - მათე ჯავახიშვილი

ტექნიკის დოქტორი

ოფიციალური შემფასებლები: ზიგფრიდ კურატაშვილი, ქიმიის დოქტორი
დავით აბზიანიძე, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი

დისერტაციის დაცვა შედგება 2012 წლის 03.05. 12 საათზე იაკობ გოგებაშვილის
სახელობის თელავის სახელმწიფო უნივერსიტეტში სადისერტაციო საბჭოს სხდომაზე ქ.

თელავი, ქართული უნივერსიტეტის ქუჩა N 1

მაცნე დაიგზავნა 26.04.2012

სადისერტაციო საბჭოს სწავლული მდივანი

ქიმიის მეცნიერებათა კანდიდატი

/მ. ლალოლიშვილი/

ნაშრომის ზოგადი დახასიათება თემის აქტუალობა

ბოლო პერიოდის გამოკვლევებმა ახალი ეფექტი შესძინეს კახურ ღვინოსა და მის მოხმარებას. ადრე თუ მისი მოხმარება ალკოჰოლის მიღებასთან იყო დაკავშირებული, დღეს მას დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ადამიანის ჯანმრთელობისა და მისი სიცოცხლის გახანგრძლივებისათვის.

ალკოჰოლური დუდილის პროცესში ყურძნის მტევნის მაგარი ნაწილების მონაწილეობა კახურ ღვინოს ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებებით, კერძოდ, ანტიოქსიდანტებით ამდიდრებს და ფიზიოლოგიურად ააქტიურებს. ამდენად, მისი ბუნებრივად, ნატურალური სახით მისაღებად, დამუშავების სხვადასხვა ხერხების: კომერციული გამწევაზე ნივთიერებების, მასტაბილიზირებელი ნივთიერებისა და ფილტრაციის გამოყენების გარეშე, კვლევა საკმაოდ აქტუალურად უნდა ჩაითვალოს.

კვლევის მიზანი

კახური წესით ღვინის დამზადებას საკმაოდ დიდი ხნის ისტორია აქვს. მას შემდეგ, რაც ყურძნის მტევნის მაგარ ნაწილებში აღმოჩენილი იქნა ადამიანთა სასიცოცხლო პროცესებისათვის აუცილებელი, ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებანი, ფენოლური ნაერთები (ანტიოქსიდანტები), დიდი პერსპექტივა დაისახა მისი ფართო წარმოების არა მარტო როგორც ალკოჰოლიანი სასმელის, არამედ ადამიანთა ჯანმრთელობისათვის აუცილებელი დიეტური პროდუქტის გამოყენებისა. ყურძნის მტევნის მაგარი ნაწილები

(კლერტი, კანი, წიპწა), მართალია, ნაწილობრივ შესწავლილია, მაგრამ მისი გამოკვლევა ყველა მიმართულებით დღეისათვის არ არის ჩატარებული.

კვლევის მიზანს შეადგენდა ყურძნის მტევნის მაგარი ნაწილების ფიზიკო-ქიმიური შედგენილობის შესწავლა და მათი გავლენის გამოკვლევა კახური ღვინის ხარისხზე, შემდგომში ტექნოლოგიური პროცესების სრულყოფისა და რეგულირებისათვის.

კვლევის ამოცანები:

კვლევის ძირითად ამოცანას შეადგენდა, დაგვედგინა კახური ღვინის დაყენებისას ალკოჰოლური დუღილის პროცესში ყურძნის მტევნის მაგარი ნაწილებიდან გადასული, ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებათა გადასვლის რაოდენობა და ამ პროცესის კანონზომიერებანი. დაგვედგინა ჭაჭაზე ღვინის დაყოვნების ვადები, ქვევრში მიმდინარე ჟანგვა-აღდგენითი პროცესების ოპტიმალურად გამოყენების საფუძველზე ღვინის ორგანოლეპტიკური მაჩვენებლების გაუმჯობესება, მისი კოლოიდური და მიკრობიოლოგიური სტაბილურობის მიღწევა, დროის მოკლე მონაკვეთში გამწვავი და მაკონსერვებელი ნივთიერებების გამოყენებისა და ფილტრაციის გარეშე, რაც ხელს შეუწყობდა, ღვინოში უკვე არსებული, ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების შენარჩუნებას. დაგვედგინა ქვევრის კონსტრუქციის და მოცულობის შესაბამისობა კახური ღვინის დასაყენებლად და შესანახად. და ბოლოს, ყოველივე ზემოთ აღნიშნულიდან გამომდინარე შეგვემუშავებინა ნატურალური მაღალი ხარისხის კოლოიდურად და მიკრობიოლოგიურად მდგარადი, კახური ღვინის წარმოების მისაღებად რაციონალური ტექნოლოგია.

ნაშრომის მეცნიერული სიახლე: შემუშავებულია კახური ღვინის რაციონალური ტექნოლოგია, დადგენილია ღვინის ჭაჭახე დაყონების ოპტიმალური ვადები და მიღებულია მაღალი ეკონომიური ეფექტი.

ნაშრომის პრაქტიკული მნიშვნელობა

დამუშავდა კახური ღვინის წარმოების მეცნიერული საფუძვლები. შემუშავდა კახური ღვინის რაციონალური ტექნოლოგია, რომლითაც მიიღება მაღალი ორგანოლექტიკური მახასიეთლების კოლოიდურად მდგრადი ღვინო. ტექნოლოგიიდან გამორიცხულია ღვინის გამწვავი ნივთიერებებით დამუშავება და მის ფილტრაცია.

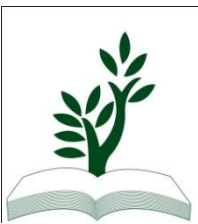
მიღებული შედეგების საიმედოობა გამოიხატება ანალიზების სიზუსტეში, ყველა ანალიზი ტარდებოდა 3 ჯერ, რომელთა საშუალო შედეგები დამუშავებულია მათემატიკური სტატისტიკით.

ანალიზები ჩატარდა მებაღეობა, მევენახეობისა და მეღვინეობის ინსტიტუტის ტესტირების ლაბორატორიაში და აიპ საქართველოს აგრარული უნივერსიტეტის მებაღეობის, მევენახეობისა და მეღვინეობის ინსტიტუტის საგამოცდო ლაბორატორიაში.

NE(NC)LE Agrarian University of Georgia

Institute of Horticulture, Viticulture and Oenology

საგამოცდო ლაბორატორია - Testing Laboratory



აპრობაცია. კვლევითი სამუშაოების შედეგები განხილული იქნა 2010-2011 წწ. იაკობ გოგებაშვილის სახ. თელავის სახელმწიფო უნივერსიტეტის სოფლის მეურნეობისა და გადამამუშავებელი დარგების ფაკულტეტის კათედრის სხდომებზე.

პუბლიკაციები. გამოქვეყნებულია 5 სამეცნიერო ნაშრომი. მათ შორის ერთი ქვევრის ღვინის მსოფლიო კონგრესზე და ორი კონფერენციებზე.

4. ექსპერიმენტული ნაწილი

თანამედროვე გამოკვლევებში განსაკუთრებული ყურადღება ექცევა ანტიოქსიდანტებს, რომელთა როგორც ნაკლებობა, ისე სიჭარბე გარკვეულ წილად მოქმედებს ადამიანზე და სხვადასხვაგვარ დაავადებებს იწვევს. ძლიერ ანტიოქსიდანტებს ფლავონოიდებიდან წარმოადგენენ კატეხინები, პოლიფენოლური ნაერთები, რომელსაც დიდი რაოდენობით შეიცავს ყურძენი და კახური წესით დაყენებული ღვინო.

ყურძნისა და ღვინის ტანინები წარმოადგენენ კონდენსირებულ ნაერთებს, რომლებიც მიიღებიან ფლავანის რამოდენიმე მოლეკულის პოლიმერიზაციით. ღვინის დაძველებისას ხდება კონდენსაციის ხარისხის გაზრდა, რაც გავლენას ახდენს ტანინის ფერზე ხსნარში და მის ორგანოლეპტიკურ თვისებაზე. ტანინის კონდენსაციის ხარისხი შესაძლებელია დადგინდეს მისი საშუალო მოლეკულარული მასის განსაზღვრით.

რიბერო-გაიონმა დაადგინა, რომ ეს მაჩვენებელი საშუალოდ შეადგენს 700 (ახალგაზრდა ღვინოებში) და 4000-მდე (დაძველებულ ღვინოებში) (ცხრ. 1)

ეს შეესაბამება ფლავანის სამი მოლეკულის კონდენსაციას ახალგაზრდა ღვინოებში (სქემა №2 ფორმულები (8) და (9) 14 მოლეკულის კონდენსაციას დაძველებულ ღვინოებში.

ძალიან ძველ ღვინოებში კი ხდება ამ მოლეკულარული მასის შემცირება, რაც განპირობებულია ძალზე კონდენსირებული

ტანინების კოლოიდურ მდგომარეობაში გადასვლით და მათი შემდგომი გამოლექვით.

ჟიურდის (1969 წ.) და რიბერო-გაიონის(1973 წ.) მიერ იქნა წარმოდგენილი კონდენსაციის რამოდენიმე სქემა №3 (სურათი 1და2), რომელიც ორი ან სამი ფლავანის ელემენტარული მოლეკულის კონდენსაციით ხდება.

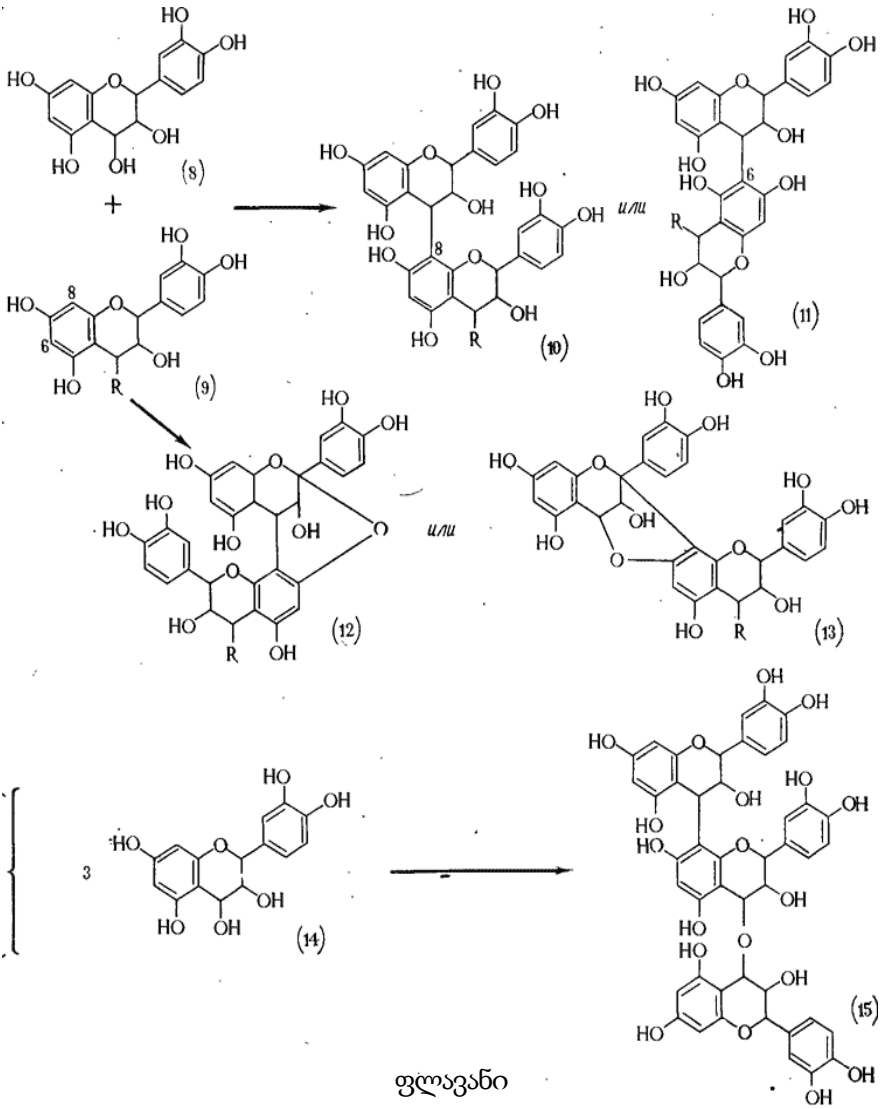
კონდენსაციის პროცესი შეიძლება გაგრძელდეს პოლიმერის მიღებამდის, რომელიც 14-დე და მეტ ფლავანის ელემენტარულ მოლეკულას შეიცავს.

კონდენსირებული ფენოლური ნაერთების შემცველობა სხვადასხვა ასაკის ღვინოებში (რიბერო-გაიონი 1971)

ცხრილი 1

			საშუალო მოლეკულარული მასა		ფლავანების ელემენტარული მოლეკულების რიცხვი
ღვინის ნიმუში	მოსავლის წელი	საერთო ტანინები გრ/ლ	პირველი განსაზღვრა	მეორე განსაზღვრა	
ღვინოები მიღებული Vitis Vinifera	1914 1952 1957 1962 1966 1967 1968 1969	1,7 4,5 2,9 2,5 3,5 2,9 1,9 2,0	739+49 3750+600 2995+400 2010+211 2134 + 303 2200+230 1071 + 58 895+ 34	4000+811 3400+600 2288+268 1909+181	2 - 3 » 10 » 14 » 8 » 11 » 6 » 7 » 6 » 8 » 6 » 8 » 3 » 4 » 3 ».
ღვინოები ჰიბრიდული ჯიშებიდან	1967 1968	1,7 1,1	2150+360 1900+235	2500+350 1886+189	От 6 до 8 » 5 » 7

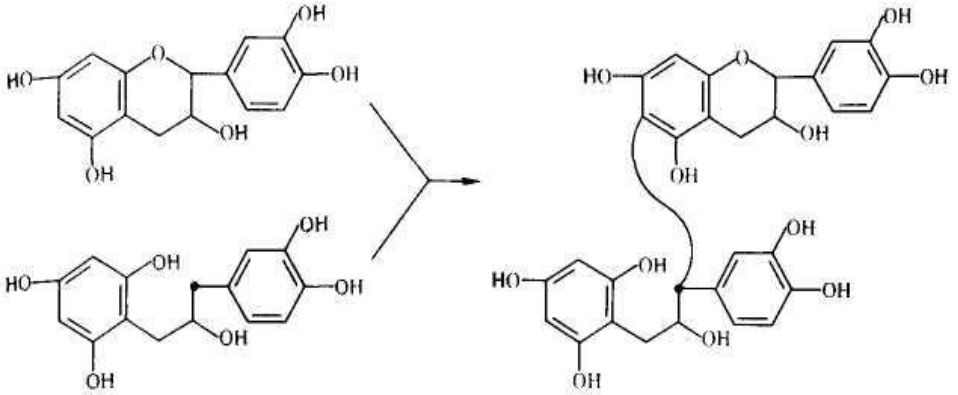
(R=H; კატეხინი) (R=OH; ლეიკოანტოციანიდინი)



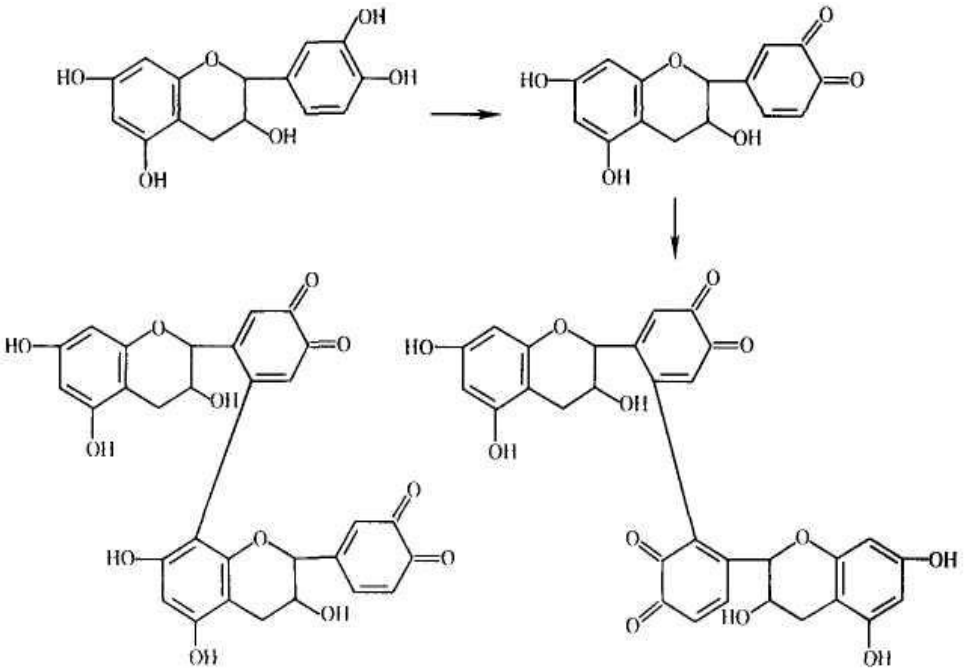
ფლავანი

(ლეიკოანტოციანიდინი)

სქემა №1. კატეხინის აუტოკონდენსაცია

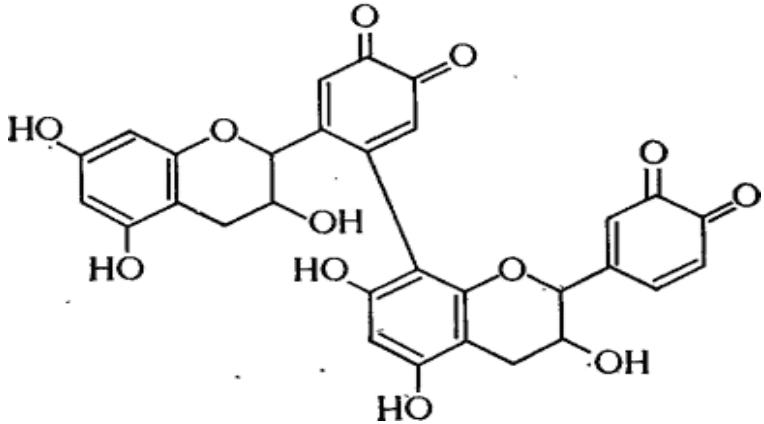


სქემა №2. კატეხინის დაჟანგვითი კონდენსაცია



სქემა №3

ფლავანების მოლეკულების კონდენსაციის სხვადასხვა სქემა



ფლავანების(კატეხინების) დაჟანგვითი კონდენსაცია

ჩვენი კვლევის მიზანს შეადგენდა ქვევრში სხვადასხვა წესით დაყენებული კახური ღვინის ფიზიკო-ქიმიური გამოკვლევა და ორგანოლექტიკური შეფასება. შემდგომში წარმოებაში შესაბამისი ტექნოლოგიური პროცესების დახვეწა და დანერგვა.

მაღალხარისხოვანი კახური ტიპის ღვინის დასამზადებლად დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ყურძნის გადამუშავებისას მიმდინარე დაჟანგვით პროცესებს.

ყურძნის დაჭყლეტის მომენტიდან დუღილის დაწყებამდე დურდო (ტბილი და ჭაჭა) მუდმივად ენზიმურ ფერმენტაციის პროცესში იმყოფება.

ნივთიერებათა გარდაქმნა-ფერმენტაციის სტადია ძირითადად განპირობებულია მტკენის მექანიკური და ქიმიური შედგენლობით ყურძნის წვენში არსებული სხვადასხვა ფერმენტების აქტივობით, გარე ტემპერატურის, აერაციის პირობებით, ყურძენსა და ჭაჭაში

არაორგანული კატალიზატორების, ინგიბიტორებისა და აქტივატორების შემცველობით.

ბიოქიმიური და ქიმიური პროცესების არსის ცოდნა ფერმენტაციის პროცესში, ტექნოლოგს აძლევს შესაძლებლობას სწორად მიზანმიმართულად წარმართოს ეს პროცესები.

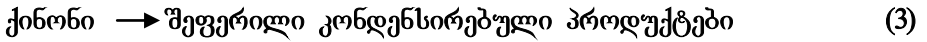
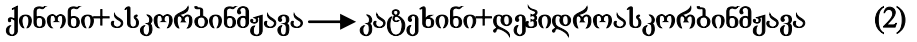
კახური ტიპის ღვინის ქიმიური შედგენილობა განპირობებულია როგორც მტევნის მაგარი ნაწილებიდან ტკბილში გადასული ნივთიერებებით, ასევე იმ ნივთიერებათა გარდაქმნით, რომელსაც იწვევს ჭაჭის ფერმენტები, ესენია ოქსიდოროდუქტაზები, ჟანგვა-აღდგენითი ფერმენტები, მათ მიეკუთნებათ დეჰიდროგენაზები, ოქსიდაზები, პეროქსიდაზები და კატალაზები. ყურძენი, მისი წვენი, ჭაჭა მთლიანობაში ორგანული შედგენილობის პროდუქტია, რომელიც საკამოდ მდიდარია ფერმენტებით.

ჟანგვითი რეაქციები ძირითადად მიმდინარეობს დასაუნგ ნივთიერებიდან წყალბადის წართმევით და ამიტომ ამ რეაქციის ენზიმებს დეჰიდროგენაზები ეწოდებათ.

როგორც ად ლაში ადნიშნავს, როდესაც დეჰიდროგენაზას გადააქვს სუბსტრატიდან წყალბადი ჰაერის ჟანგბადზე, მაშინ ეს დაკავშირებულია ოქსიდაზასთან. ე.ი. დაჟანგვას ძირითადათ ოქსიდაზური სისტემა განაპირობებს.

დიფენილოქსიდაზა ჟანგავს პოლიფენოლებს მთრიმლაგსა და საღებავ ნივთიერებებს. ეს ცილაა, რომელშიც შედის 0,2% სპილენძი, ყურძენში იგი აღსორბირებულია მარცვლის მაგარ ნაწილებზე, კანსა და რბილობზე და ღვინოში თავისი აქტივობის 60%-ზე მეტი შეუქლია შეინარჩუნოს წელიწადზე მეტი დროის განმავლობაში.

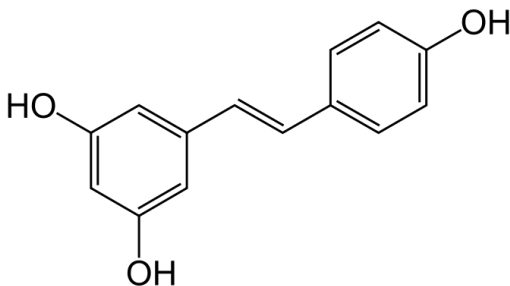
პოლიფენოლოქსიდაზა ტკბილში ჟანგავს პოლიფენოლებს ქინონამდე, თუმცა მას ასკორბინის მჟავა კვლავ ალადგენს პოლიფენოლამდე. რეაქციები კი ასე წარიმართება.



ფერმენტის ოქსიდაზური სისტემა ჰაერის ჟანგბადის მოქმედებით ჟანგავს პიროკატეხინს, პიროგალოლს, ტიროზინს, პოლიფენოლ-კატეხინების და სხვა.

ამ შემთხვევაში დიდი მნიშვნელობა ენიჭება პოლიფენოლკატეხინების დაჟანგვას, სწორედ ერთერთი ეს თვისება გამოყენებულია შემუშავებულ ტექნოლოგიაში, როდესაც ვახდენთ დუდილის გასაზღვრულ სტადიაზე ტკბილის გაქარვას, რაც განაპირობებს ღვინის გემური თვისებების გაუმჯობესებას და მის კოლოიდურ სტაბილიზაციას.

კვლევის მნიშვნელოვან შედეგს წარმოადგენდა ექსპერიმენტალური წესით მიღებულ ღვინოებში კატეხინებისა და რეზვერატროლის აღმოჩენა.



რეზვერატროლი

ცდები ჩავატარეთ საწარმო პირობებში და გამოვიყენეთ რქაწითელის ჯიშის ყურძენი კახური ტიპის ღვინოების დასაყენებლად.

გამოყენებული იქნა 500 ლიტრიანი ქვევრები. ცდები განმეორებული იყო ორი წლის მანძილზე, ერთსა და იმავე ნაკვეთში მოკრეფილი ფიზიოლოგიურად მწიფე ყურძენი გადარჩეული იქნა და საწნეხელში დაწურვის შემდეგ დურდო მოთავსდა ქვევრებში თანაბარი რაოდენობით, 80% ქვევრის სრული მოცულობისა. ყველა ქვევრში დუღილი ჩატარდა ველური საფურების მიერ. ხდებოდა დაკვირვება დუღილის მიმდინარეობაზე. ღვინომასალების საცდელი ნიმუშების შედგენილობის ქიმიური ანალიზი ჩავატარეთ მეღვინეობასა და ბიოქიმიაში საერთოდ მიღებული და სახელმწიფო სტანდარტებით გათვალისწინებული მეთოდებით.

ექსპერიმენტის დროს ქვევრები ორ ნაწილად იყო დაყოფილი, საკონტროლოდ და საექსპერიმენტოდ.

საკონტროლო ქვევრებში, დაწურვის დღიდან დუღილის დამთავრებამდე, ხდებოდა მათი დარევა, “ქუდის” ჩამტვრევა, სარეველა ჯოხით ოთხჯერ დღის განმავლობაში.

ქსპერიმენტალურ ქვევრებშიც ხდებოდა დარევა, “ქუდის ჩამტვრევა“ დღეში ოთხჯერ, დაწურვის დღიდან, ვიდრე დურდოში შაქრის შემცველობა არ შემცირდა 12%-მდე, ამ

დროისათვის მადულარი მასა მაქსიმალურად არის გაჯერებული CO₂.

ამის შემდეგ დღეში ერთხელ ხდებოდა მადულარი წვენის სრული მოხსნა ჭაჭიდან და მისი გადაღება აერაციით სხვა ცარიელ ქვევრში, შემდგომში კი მისი უკან დაბრუნება იმავე ქვევრში თავისივე ჭაჭაზე, ისევ აერაციით. ამ პროცესს ვიმეორებდით ყოველ დღე სრული ალკოჰოლური დუღილის დამთავრებამდე (რაც საშუალოდ 7 დღის განმავლობაში გრძელდება). ალკოჰოლური ფერმენტაციის დასრულებისასა და ჭაჭის დაძირვის შემდეგ, ექსპერიმენტალურ და საკონტროლო ქვევრებში დამატებული იქნა გოგირდოვანი ანჰიდრიდი 40 მგ/ლ.

ამის შემდეგ ქვევრები იქნა შევსებული და დალუქული ტრადიციული წესით ქვის სარქველებითა, სარქველების ზედაპირი კი დაფარული იქნა თიხით.

ექსპერიმენტალური და საკონტროლო ქვევრებიდან ხდებოდა ნიმუშების აღება ყოველთვიურად და ტარდებოდა მათი ფიზიკო-ქიმიური გამოკვლევა და ორგანოლექტიკური შეფასება. იხ ცხრილი №4-5

№ რიგზე	ღვინის ჭაჭაზე დაყოვნების პერიოდი	ხვედრითი წონა	ალკოჰოლის მოც%	გრ/ზ						
				ტიტრული მუცა	მქოლავი მუცა	ღვინის მუცა	ექსრაქტი	ტანი	გლიცერი ნი	შენიშვნა
1	დადულებისთანავე	1.000	12.7	5.5	0.35	4.8	21.5	2.0	10.1	
2	დადულებიდან ერთი თვის შემდეგ	0.9922	12.7	5.5	0.35	4.8	25.4	2.0	8.5	
3	დადულებიდან ორი თვის შემდეგ	0.9919	12.6	5.3	0.38	4.7	25.0	2.2	9.3	
4	დადულებიდან 3 თვის შემდეგ	0.9920	12.7	5.0	0.38	4.7	25.5	2.3	9.2	
5	დადულებიდან 4 თვის შემდეგ	0.9919	12.7	5.0	0.35	4.8	24.5	2.3	10.1	
6	დადულებიდან 5 თვის შემდეგ	0.9918	12.7	5.0	0.38	4.8	23.5	2.3	9.6	

ცხრილი №4

ცხრილი №5

№ რიგზე	ღვინის ჭაჭაზე დაყოვნების ხანგრძლივობა	მგ/ლ							
		(+) კატეხინი	(-) ეპიკატეხინი	ქლოროგენის მჟავა	ჟავის მჟავა	ვანილის მჟავა	ორგანოლექტიკური შეფასება	რეზერვატროლი	ანტიოქსიდანტობა %
1	დაღუღებისთანავე	--	10,5	0,25	2,4	0,2	-	0,669	15
2	დაღუღებიდან ერთი თვის შემდეგ	760	12,8	0,35	2,5	0,18	8,5	0,705	18
3	დაღუღებიდან 2 თვის შემდეგ	783	13,0	0,41	3,5	0,18	8,0	0,705	20
4	დაღუღებიდან 3 თვის შემდეგ	875	14,0	0,39	5,2	0,2	9,4	0,860	25
5	დაღუღებიდან 4 თვის შემდეგ	917	15,0	0,38	5,78	0,19	9,8	0,867	30
6	დაღუღებიდან 5 თვის შემდეგ	817	14,0	0,38	5,0	0,2	9,8	0,867	30

აერაციის დროს ხდება ნახშირორჟანგის განდევნა ღვინიდან და მისი გამდიდრება ჟანგბადით. ჩვეულებრივ ქვევრში კახური წესით ღვინის დამზადებისას, აქტიურ დუდილის ფაზაში, ჰაერის ჟანგბადის სრულად კონტაქტი მადულარ მასასთან შეზღუდულია, რაც თავისთავად იწვევს ჟანგვა-აღდგენითი პროცესების შეფერხებასა და საფუარების აქტიურობის ნაწილობრივ დათრგუნვას.

მადულარე მასიდან (10-12% შაქრიანობისას) სითხის გამოცალკეება განიავებითა და კვლავ დაბრუნებით ხელს უწყობს ჟანგვა-აღდგენითი პროცესების გაძლიერებას, გაწნეხვის გარეშე ხდება წვენის მაქსიმალური რაოდენობის გამოდინება მადულარი ჭაჭიდან, რაც იწვევს ღვინის თვითნაღენი ფრაქციის გაზრდასა და მის გამდიდრებას არააგრესიული (ორგანოლექტიკურად) ფენოლური ნაერთებით. ჰაერის ჟანგბადით ადვილად იჟანგებიან აღდგენილები და წარმოქმნიან მუავებს, რომელთა რეაგირებით სპირტებთან რთული ეთერები მიიღება, რაც ხელს უწყობს ღვინის ბუკეტის გამდიდრებას.

აღნიშნული პროცესი თავისებურ გავლენას ახდენს ღვინის გემურ თვისებებსა და მის სტრუქტურაზე. ექსპერიმენტით მიღებული ღვინომასალები გამოირჩევიან მკვეთრად გამოხატული ხილისა ჩირის არომატით.

აერაციის დროს ინტენსიურად ხდება ღვინოში არსებული ტანინების ურთიერთქმედება ცილებთან და პოლისაქარიდებთან. ხდება ტანინების, როგორც ოქსიდაზური, ასევე არაოქსიდაზური პოლიმერიზაცია.

არაოქსიდაზური პოლიმერიზაცია იწვევს “კომპაქტურ პოლიმერების” წარმოქმნას, რომლებსაც აქვთ ცილებთან რეაგირების შეზღუდული უნარი. ასეთი პოლიმერების წარმოქმნა ძალზე

მნიშვნელოვანია კახური წესით დაყენებული ღვინის კარგი სტრუქტურის ჩამოსაყალიბებლად და რბილი გემოს მისაღწევად.

„კომპაქტური პოლიმერები“ რთულად რეაგირებენ ნერწყვის გლიკოპროტეინებთან (მუცინთან) და ღვინოში არ იწვევენ არასასიამოვნო სიმწკლარტისა და სიუხემის შეგრძნებას.

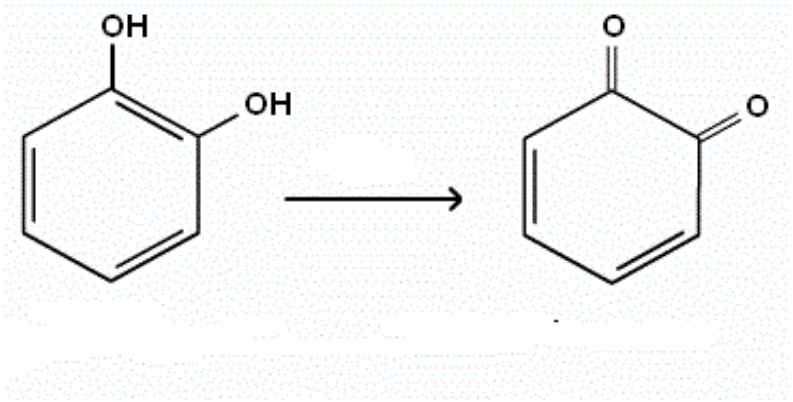
მადუღარი ტკბილის აერაციისას ხდება ოქსიდაზური გზით პოლიმერიზირებული ტანინების ჯაჭვის გაზრდა, რაც იწვევს მათი მასის გაზრდასა და გამოლექვას. ამ დროს ხდება ღვინისათვის არასასურველი, ორგანოლექტიკურად უხეში პოლიმერების გამოლექვა, რომლებიც ინტენსიურად რეაგირებენ ნერწყვის გლიკოპროტეინებთან და ღვინოს სიმწკლარტისა და სიუხემეს ანიჭებენ.

ჰაერის ჟანგბადი რეაგირებს ძლიერ აღმდგენებზე-პიროკატეხინზე ორთობენზოქინონის წარმოქმნით,

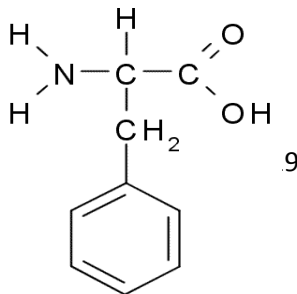
რომელსაც შეიძლება შეიცავდეს ამინომჟავა ან რომელიმე ნაერთი ფრაგმენტის სახით.

პიროკატეხინი
ბენზოქინონი

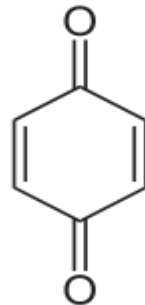
ორთო-



არ არის გამორიცხული ანალოგიური ბუნების პროცესი წავიდეს ცილის შემადგენელი ამინომჟავის რგოლში და გამოიწვიოს ცილების გამოლექვა, რაც ღვინის ცილოვან სტაბილურობას იწვევს. ჰაერის ჟანგბადის რეაგირების შედეგად გარდაქმნას განიცდის ფენილალანინი, რომლის საბოლოო პროდუქტებს კვლავ ქინონი წარმოადგენს.



9





ფენილალანინი

ქინონი

ექსპერიმენტით მიღებულ ღვინოებში განსაზღვრული იქნა: ალკოჰოლი, ტიტრული მუავიანობა, მქროლავი მუავა, გლიცერინი ანტიოქსიდანტობა, ფენოლების საერთო რაოდენობა რეზვერატროლისა და ჰესპერედინის შემცველობა.

ექსპერიმენტებით დადგენილი იქნა, რომ ქვევრში აერაციის გამოყენებით დამზადებული ღვინომასალები საკმაოდ განსხვავდებიან საკონტროლო ღვინომასალებისაგან, როგორც ფიზიკო-ქიმიური მაჩვენებლებით, ასევე ორგანოლექტიკურადაც. მათი ხარისხი ბევრად აღემატება საკონტროლო ნიმუშებს. ამ ექსპერიმენტით მიღებული ნიმუშები მეტად დახვეწილია ორგანოლექტიკურად, საკმაოდ მომწიფებულია და დამრგვალებულია დროის მოკლე მონაკვეთში, ღვინო მეტად სტაბილურია კოლოიდური სიმღვრივების მიმართ.

საკონტროლო ღვინო ბევრით ჩამორჩება გემური თვისებებით და ამასთანავე, შეიცავს ფენოლებისა და ანტიოქსიდანტების ნაკლებ რაოდენობას.

აღნიშნული მოვლენის პასუხი, აერაციის დროს ჟანგბადის დადებითი გაფლენაა. რის შედეგადაც ხდება ღვინოში ბიოქიმიური პროცესების მიზანმიმართული მართვა.

ღუღილის პროცესში აერაცია ხელს უწყობს საფუერის ფიზიოლოგიურ გააქტიურებას, რაც ბოლოს დადებითად აისახება ღვინის ბუკეტსა და არომატის ჩამოყალიბებაზე.

ჟანგბადის სწორად გამოყენებით მივიღეთ კახური ტიპის ღვინომასალები, რომლებიც დახვეწილია ორგანოლექტიკურად და კოლოიდურად სტაბილურია.

აღნიშნული ტექნოლოგია შესაძლებლობას იძლევა მივიღოთ მაღალი გემოვნური თვისებების მქონე ღვინო გამწვავი ნივთიერებების გამოყენების გარეშე, რაც გვაძლევს შესაძლებლობას შევინარჩუნოდ ღვინის მაღალი კვებითი და სამკურნალო თვისებები. ყველა გამწვავი ნივთიერება იწვევს ღვინის სტრუქტურის ცვლილებასა და მასში არსებული ანტიოქსიდანტებისა და ჯანმრთელობისათვის აუცილებელ მიკროელემენტების გამოლექვას.

ცხრილიდან კარგად ჩანს სხვადასხვა გამწვავი ნივთიერებებით დამუშავებისას ფენოლური ნაერთებისა და ანტიოქსიდანტურობის შემცირება.

Table I. The concentrations of fining agents.

Fining agents	Control	Concentration 1	Concentration 2	Concentration 4
Gelatin	0	3.7 g/hL	7.5 g/hL	15.0 g/hL
Gelatin + Kieselsol	0	2.5 g + 25 mL	5 g + 50 mL	10 g + 100 mL
Egg white	0	1	2	4
Isinglass	0	0.7 g/hL	1.5 g/hL	3 g/hL
PVPP	0	0.3 g/L	0.7 g/L	1.17 g
Bentonite	0	50 g/hL	100 g/hL	200 g/hL

Total phenols

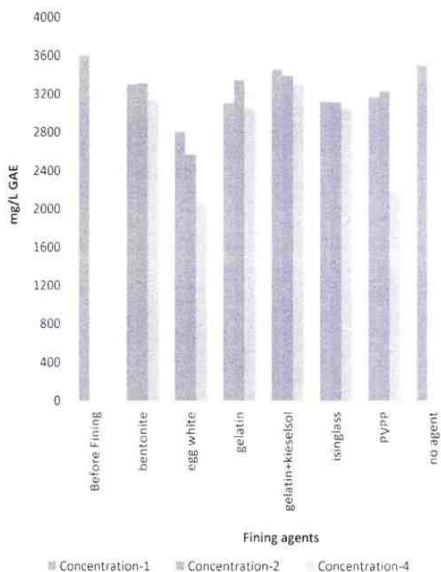


Fig. 1. Total phenol concentrations (mg/L GAE) of wines treated with different fining agents (gelatin, gelatin +Kieselsol, egg white, isinglass, PVPP, bentonite) at three concentrations.

Evaluation of antioxidant activities of wines

Figure 2 demonstrates the antioxidant capacities of wines treated with different fining agents concerning agent type, concentration and time of analysis. As in the

AOA

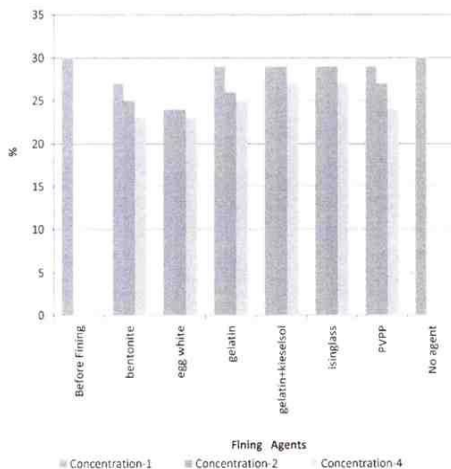


Fig. 2. Antioxidant activity (%) of wines treated with different fining agents (gelatin, gelatin +Kieselsol, egg white, isinglass, PVPP, bentonite) at different concentrations.

ექსპერიმენტების საფუძველზე ჩვენ მიერ შემუშავებული იქნა კახური ღვინის დაყენების რაციონალური ტექნოლოგია, რომელიც აისახება ტექნოლოგიურ სქემაში:

1. ფიზიოლოგიურად მწიფე ყურძნის დაწურვა
2. ღურდოს (კლერტთან ერთად სრულად ან ნაწილობრივ, დამოკიდებულია კლერტის სიმწიფეზე) გადატანა ქვევრში 80% პროცენტი ქვევრის სრული მოცულობისა
3. ქვევრის ზედა ცარიელი სივრცის შევსება CO₂
4. დუღილის დაწყებამდის ღურდოს ჩარევა დღეში ორჯერ და ქვევრის ზედა ცარიელი სივრცის შევსება CO₂-ით ყოველი ჩარევის შემდეგ.
5. დუღილის დაწყების შემდეგ მადულარი ღურდოს ჩარევა დღეში 4 ჯერ
6. 10-12% შაქრიანობის შემცირებისას მადულარი წვეწვანის აერაციით გადაღება სხვა ქვევრში და აერაციითვე მისი დაბრუნება თავისივე ჭაჭაზე. ამ ოპერაციის ჩატარება ხდება შაქრის სრულ დაშლამდის სავარაოდლოთ 7 დღე.
7. შაქრების სრული დაშლის შემდეგ ხდება ქვევრის შევსება იდენტური ღვინით სხვა ქვევრებიდან

8. ვაშლ-როქმუკა დუღილის დამთავრებისას ემატება გოგირდოვანი ანჰიდრიდი SO₂ 40-50 მგ/ლ და ხდება ქვეერის დალუქვა ქვის სარქველით.
9. ჭაჭაზე დაყოვნება 4 თვის განმავლობაში.
10. ჭაჭიდან მოხსნა და ღვინის შემდგომი შენახვა დავარგება და ჩამოსხმა.

**ჩატარებული კვლევითი სამუშაოდან გამომდინარე
გამოტანილი იქნა შემდეგი დასკვნები**

1. დადგენილია, რომ მაღალხარისხოვანი კახური ღვინის დასაყენებლად გამოყენებული უნდა იქნას მხოლოდ და მხოლოდ ამჟამად არსებული კონსტრუქციის ქვევრი, რომელიც განაპირობებს ალკოჰოლური დუდილის პროცესში არამარტო ტემპერატურის რეგულირებას, არამედ ყურძნის მაგარი ნაწილაკების ოპტიმალურ კონტაქტს წვეთთან, დუდილის დროს და შემდეგ დუდილის შემდგომ ჭაჭაზე დავარგების დროს.
2. კახური ღვინის დაყენებისას ქვევრში მიმდინარე პროცესები, როგორც ალკოჰოლური დუდილისას, ისე ჭაჭაზე ხანგრძლივი გაჩერებისას სრულ შესაბამისობაშია ნელი დაჟანგვის თეორიასთან, რაც განაპირობებს ღვინის მაღალ ხარისხს.
3. ექსპერიმენტებით დადგენილია, რომ ქვევრში ყურძნის მაგარი ნაწილების (კლერტის, კანის და წიაჭის) მონაწილეობა ალკოჰოლური დუდილის დროს და ღვინის ჭაჭაზე ხანგრძლივად გაჩერება განაპირობებს ფენოლური ნაერთების, ანტიოქსიდანტების მაქსიმალური რაოდენობით გადასვლას, რაც კახურ ღვინოს კვების რაციონის ძალზე სასარგებლო პროდუქტად ხდის.

4. კახურ ღვინოში ალკოჰოლური დუდილის დამთავრებიდან ჭაჭაზე გაჩერების ოპტიმალურ ვადად ითვლება ოთხი ხუთი თვე, რაც საკმარისია მისი როგორც ღვინომასალის სრული ჩამოყალიბებისა და მდგრადობისათვის.
5. დადგენილია, რომ კახური ღვინის ქვევრში 4-5 თვის დაყოვნებისას მაქსიმალურად ხდება არასტაბილური კოლოიდების გამოლექვა, რაც შემდგომში ღვინის კოლოიდურ სტაბილურობას განაპირობებს.
6. შემუშავებულია კახური ღვინის წარმოების რაციონალური ტექნოლოგია.
7. კახური ღვინის წარმოების ახალი ტექნოლოგია გამორიცხავს ღვინის დამუშავების ამჟამად მიღებულ სხვადასხვა ხერხებს, რაც ღვინის ნატურალობას განაპირობებს.
8. ჩვენს მიერ შემუშავებული კახური ღვინის წარმოების ეკონომიური ეფექტი 1000 დალზე შეადგენს 3500 ლარს
9. ახალი ტექნოლოგია დანერგილია წარმოებაში. და ამ ტექნოლოგიით დაყენებული ღვინო ექსპორტირებულია მსოფლიოს რამოდენიმე ქვეყანაში (აშშ, შვეიცარია, გერმანია)

Research paper has been performed in Iakob
Gogebashvili Telavi State University

Scientific Supervisor: Mate Javakhishvili

Doctor of Technics

Official opponents: Zigfrid Kuratashvili

Doctor of Chemistry

Davit Abzianidze

Doctor of Technical Sciences

The defence of dissertation will take place _____ at
12:00, 2012

Iakob Gogebashvili Telavi State University

Dissertation board meeting

1 Kartuli Universiteti Str.

Abstract has been sent _____ 2012

Dissertation board

Scientific secretary

Candidate of Science in Chemistry _____ Mzia Gagolishvili

RESEARCH SUMMARY

Research urgency

Recent research has bestowed new effect to Kakhetian wines and its consumption. In the past if its consumption was connected to alcohol consumption, nowadays its use is highly important to human's health and prolongation of humans' lifespan.

The solid parts of grapes in fermentation process enrich the Kakhetian wine with biological active substances, specifically with antioxidants. Current research is urgent as it is targeted at getting it in a natural way, without using commercial fining materials, stabilizing compounds and filtration.

Research goal

Kakhetian wine-making has a long history. Since the discovery of biologically active substances – phenolic compounds (antioxidants), which are necessary for humans' live, in the solid parts of grapes, a huge perspective was set for its mass production as alcohol beverage as well as a necessary diet product for human's health.

The solid parts of grapes (stalk, skin, pip) are partly studied, but their examination is not done in all directions.

The goal of the research was to study chemical composition of the solid parts of grapes and their influence on the quality of the Kakhetian wine, for further regulation and perfection of technological processes.

Research objectives

The main objectives of the research were:

- to define the amount of extracted biologically active substances from the solid parts of grapes and the regulatory of this process during the fermentation process in Kakhetian wine-making,
- to identify the length of time for leaving skin contact, using maximally ongoing oxide-reduction processes in a qvevri,
- to improve the organoleptic indicators of wine,
- to achieve its colloid and microbiological stability in a short period without adding fining agent and preservative substances and filtration, which would support to maintain existing biological active substances in wine,

- to define the construction and size of a qvevri for Kakhetian fermentation and storing,
- Finally, to sum up all above mentioned points to develop rational technologies for the production of natural high quality colloid and microbiologically stable Kakhetian wine.

The novelty of the research: the rational technology for the Kakhetian wine, the optimum time for skins contact in wine is defined and high economic efficiency is obtained.

The pragmatic value of the research

The scientific basics of the Kakhetian wine production are elaborated. Rational technology was developed for the Kakhetian wine, to obtain highly organoleptic and colloid stable wine. From this technology application of fining substances and wine filtration are eliminated.

The validity of gained results is expressed in accurate analyses. All research was conducted 3 times; the means were processed by mathematical statistics. Analyses were conducted in the laboratory of the Institute of Horticulture, Viticulture, and Winemaking and in the testing laboratory of Agrarian University of Georgia Institute of Horticulture, Viticulture, and Oenology.

Approbation

The research results were discussed in 2010-2011 on the sessions of the faculty of agriculture and food processing at Iakob Gogebashvili Telavi State University.

Publications: 5 scientific papers are published. One of them was presented at the First World Congress of Qvevri wine and 2 were delivered at conferences.

Experimenting

Nowadays studies on antioxidants are especially emphasized, since the shortage of antioxidants as well as their excess affects humans and causes various diseases. Strong antioxidants from flavonoids are catechins, polyphenol compounds, which are in a great amount in grapes and wine made in Kakhetian way.

Grapes and wine tannins represent condensed compounds, which are obtained by polymerization of some flavan molecules. While ageing wine the degree of condensation is increased, which influences the color of tannin in solution and its organoleptic properties. The degree of condensation can be classified by defining the average molecular mass.

Ribereau-Gayon defined this indicator; it is about 700 (in young wine) and up to 4000 (in aged wine) (see tab. 1). It corresponds

to the condensation of three Flavan molecules in young wine (chart N2 formulas (8) and (9) 14 molecules in aged wine.

In very aged wines this molecular mass is reduced; it is caused by transition of exceptionally condensed tannins into colloid condition and later by their sedimentation.

Jurdi (1969) and Ribereau-Gayon (1973) presented several schemes N3 (picture 1 and 2) which were obtained by condensation of two or three elementary flavan molecules.

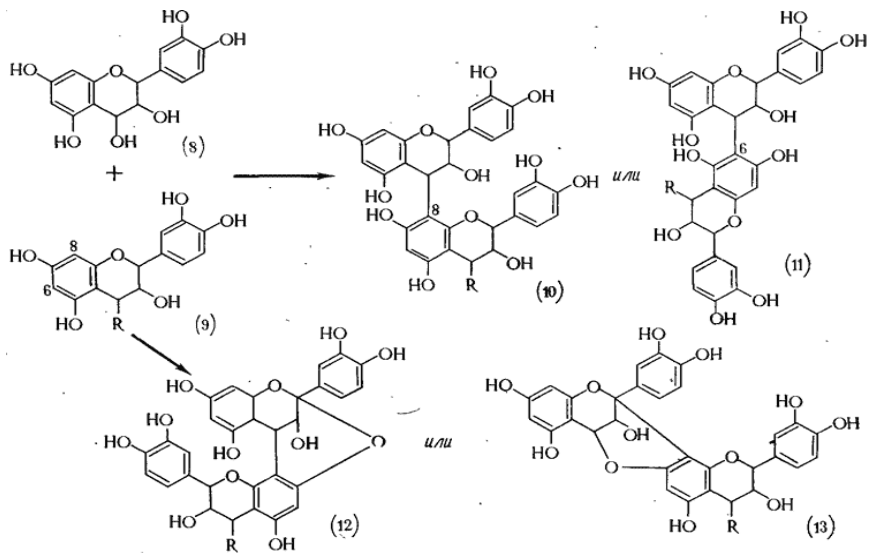
The condensation process can last until getting polymers which consist of about 14 and/or more flavan elementary molecules.

Condensed phenol compounds content in different aged wines (Ribereau-Gayon 1971)

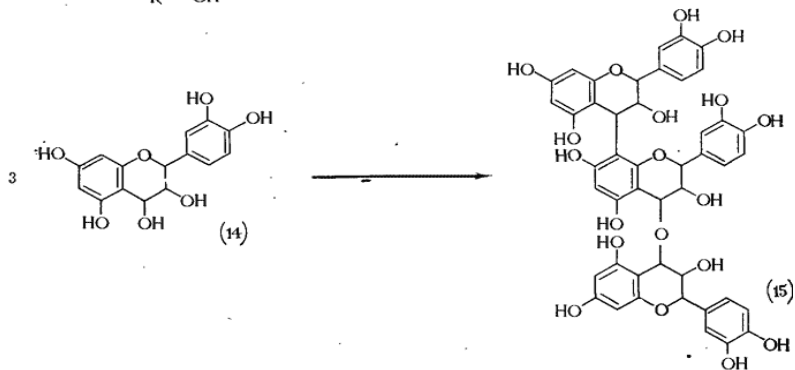
			Average Molecular Mass	Number of flavan
--	--	--	------------------------	------------------

Wine sample	Vintage	Overall tannins gram/l	First definition	Second definition	<i>elementary molecules.</i>
Produced Wine Vitis Vinifera	1914 1952 1957 1962 1966 1967 1968 1969	1,7 4,5 2,9 2,5 3,5 2,9 1,9 2,0	739+49 3750+600 2995+400 2010+211 2134+303 2200+230 1071+58 895+ 34	4000+811 3400+600 2288+.268 1909+181	2 - 3 » 10 » 14» 8 » 11 » 6 » 7 » 6 » 8 » 6 » 8 » 3 » 4 » 3 ».
Wine from hybrid types	1967 1968	1,7 1,1	2150+360 1900+235	2500+350 1886+189	from 6 to 8»5»7

**Flavan
Flavan
(R=H; Catechin) (R=OH; Lelcoantocianidin)**

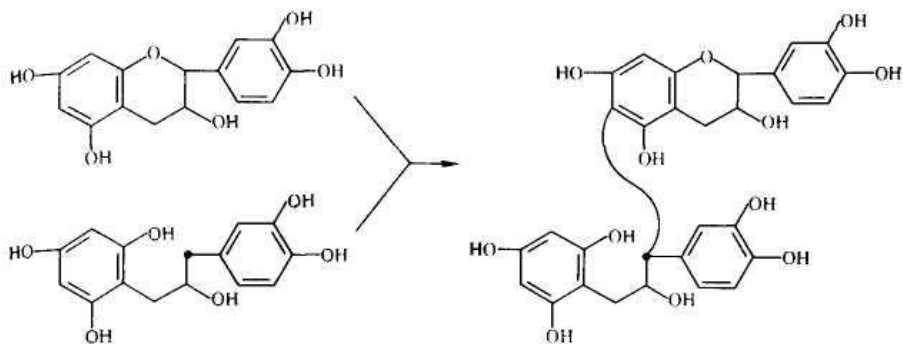


**Flavan
(Lelcoantocianidin)**

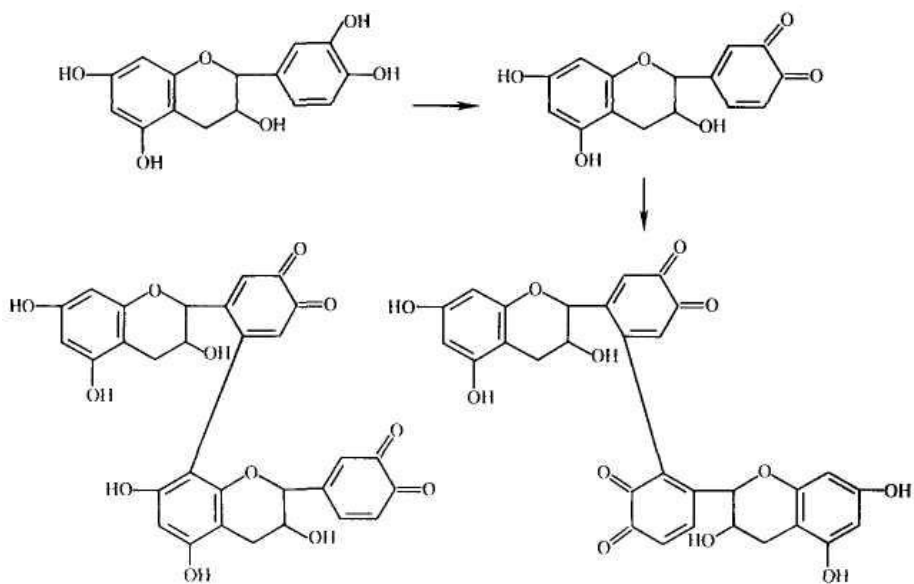


Picture 2

1. Autocondensation of Catechin

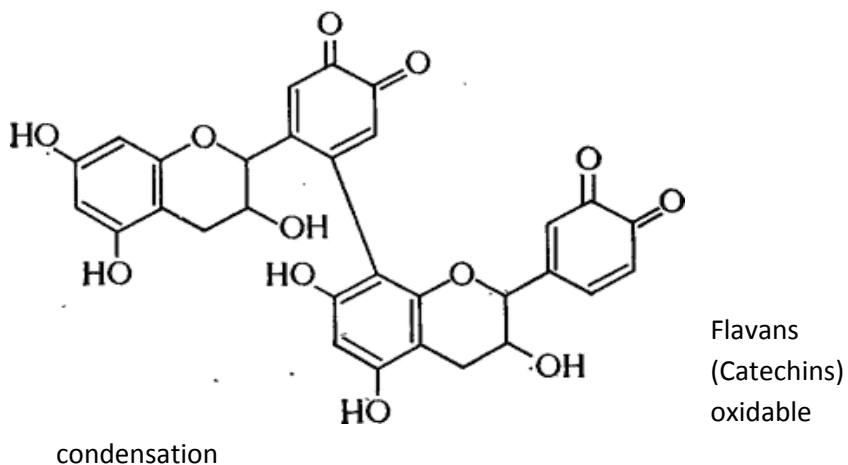


2. Oxidative condensation of Catechins



Picture 3

Different schemes of Flavan molecule condensations



The goal of our research was physico-chemical examination of the Kakhetian wine produced by different technologies and organoleptic evaluation, afterwards in winemaking refining and implementing corresponding technological processes.

Ongoing oxidative processes play important part in production of high quality Kakhetian wine. Once grapes are pressed, grapes juice and husks of grapes are constantly in enzymatic fermentation process until the alcohol fermentation starts.

The transition of substances at the stage of fermentation is caused by the mechanical and chemical composition of grapes, activity of various enzymes in grapes juice, external temperature, aeration, content of nonorganic catalysts, inhibitors, and activators in grapes and grapes skins. The knowledge of essence of biochemical and chemical processes during the fermentation process enables a technologist to run these processes purposefully.

The chemical composition of the Kakhetian wine is conditioned by substances from solid parts moving into the juice, as well as the transition of substances, caused by ferments in husks of grapes, which are oxidoreductases or oxide-reduction enzymes - dehydrogenases, oxidases, peroxidases, catalases. Grapes, grape juice, husks of grapes, overall are a product of organic composition, which is quite rich in enzymes.

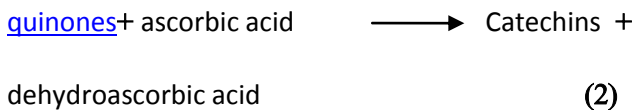
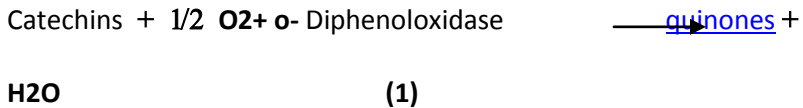
Oxidation usually happens by removing hydrogen from an oxidable substance; therefore, the enzymes of this reaction are called dehydrogenases.

According to Lashkhi A.D., when dehydrogenase removes hydrogen from substrate into oxygen, it is connected to oxidase i.e. oxidation is conditioned by oxidase system.

Diphenoloxidase oxidizes poliphenol-tanning and colouring substances. It is protein which includes 0,2% copper. It is adsorbed

on solid parts of grapes, skin, and pulp. In wine it can maintain about 60 % of its activity for more than a year.

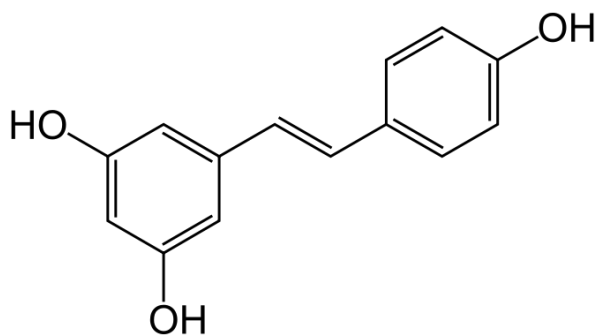
In grape must polyphenoloxidase oxidizes polyphenols to produce [quinones](#), however it is again reduced to polyphenol by ascorbic acid. The reactions are conducted in the following way:



Oxidation system of ferments is affected while exposed to air; it oxidizes pyrocatechines, pyrogallols, tyrosines, polyphenol-catechines, etc.

Oxidation of polyphenolcatechines acquires great importance, as one of these properties is used in the elaborated technology, when at a definite fermentation stage grape juice separation, providing conditions for improvement wine taste and colloid stabilization.

The significant result of the research was the discovery of catechines and resveratrol in the wines made through the experiment.



Resveratrol

Experiments were conducted in production conditions. Rkatsiteli, a kind of grape was used to make the Kakhetian wine. 500-

litre qvevris (a wine vessel, which is usually buried below ground level) were used. Experiments were repeated for 2 years. From the same vineyard physiologically ripe grapes were harvested, then sorted out, after wine pressing, must was placed equally in all wine vessels (qvevri); it filled 80% of the whole volume of a vessel. In all vessels the fermentation went on with the help of wild yeast. The fermentation process was observed. The samples of experimentally made wine were chemically analyzed by the methods considered by state standards which are accepted in Horticulture and Biochemistry.

Wine vessels were divided into control and experimental. In control vessel from the first day of crushing to the end of fermentation process the mass had been punched down with a wooden stick (special tool) four times a day.

In experimental vessels, grape skins pushed to the surface and other solids created caps, which were also punched down from the first day of pressing with a wooden stick four times a day. The punching down continued unless the sugar content in must was reduced to 12%. At that time the must was maximally saturated with CO₂. Subsequently, once a day fermentation juice was completely taken away and relocated through aeration in an empty vessel, later on it was brought back through aeration in its original vessel on grapes skins, where it belonged to. This process was repeated every day unless the fermentation process was completely finished (it approximately proceeded 7 days). After alcohol fermentation was over and pomace of grapes descended to the bottom, 40 mg/l of sulphur dioxide was added in both control and experimental vessels. Then the vessels were filled up and in a traditional way, finally covered with a stone closer, sealed with clay.

The samples of wines were taken from both experimental and control vessels every month and they were studied chemically and given organoleptic evaluation (see table N4 and N5).

Table N4

№	The period of skin contact of wine	Specific weight density	Alcohol vol %	g/l						
				Titrateable acidity	Voletile acidity	Tartaric acid	Total dry extract	Tannin	Glycerol	Notes
1	Beginning of fermentation	1.000	12.7	5.5	0.35	4.8	21.5	2.0	10.1	
2	1 month after fermentation	0.9922	12.7	5.5	0.35	4.8	25.4	2.0	8.5	
3	2 months after fermentation	0.9919	12.6	5.3	0.38	4.7	25.0	2.2	9.3	
4	3 months after	0.9920	12.7	5.0	0.38	4.7	25.5	2.3	9.2	

fermentation										
--------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

z	The period of skin contact of	mg/l
---	-------------------------------	------

5	4 months after fermentation	0.9919	12.7	5.0	0.35	4.8	24.5	2.3	10.1	
6	5 months after fermentation	0.9918	12.7	5.0	0.38	4.8	23.5	2.3	9.6	

		(+) Catechines	(-) Epicatechines	Chlorogenic acid	Coffee acid	Vanilla acid	Organoleptic evaluation	Resveratrol	Antioxidation %
1	Beginning of Fermentation	--	10,5	0,25	2,4	0.2	–	0.669	15
2	1 month after fermentation	760	12.8	0,35	2,5	0.18	8.5	0,705	18
3	2 months after fermentation	783	13,0	0,36	3,5	0.18	8.0	0,705	20
4	3 months after fermentation	875	14,0	0,41	5,2	0.2	9.4	0,860	25
5	4 months after fermentation	917	15,0	0,39	5,78	0.19	9.8	0,867	30
6	5 months after fermentation	817	14,0	0,39	5,7	0.37	9.8	0,867	30

Table №5

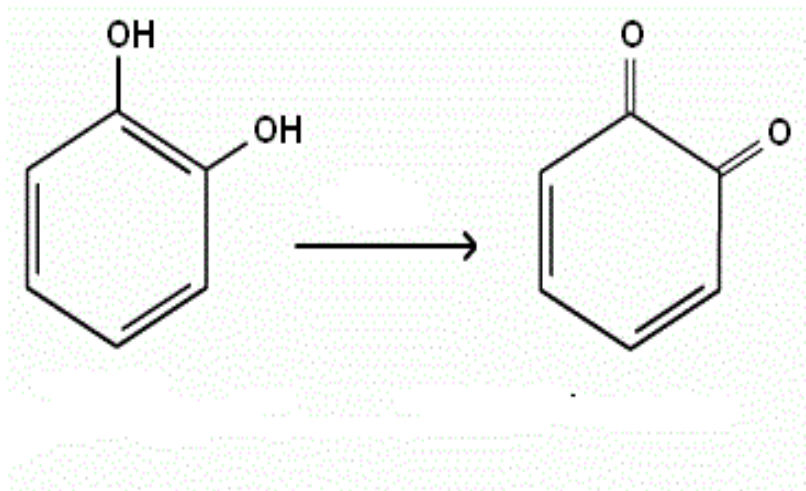
During the aeration carbon dioxide is removed from wine and it is enriched with oxygen. Generally in vessels while making wine according to the Kakhetian technique during the phase of active fermentation the amount of oxygen given to fermenting mass is restricted. This hinders the oxido-reduction processes and partly inhibits the activity of yeasts.

Separating liquid from fermenting mass (sugar content 10%-12%) by winnowing and taking back helps intensify oxido-reduction processes. Without pressing grapes, maximum amount of grape juice is extracted from fermenting grapes skins. It increases free-running fraction of wine and its enrichment with nonaggressive (organoleptically) phenol compounds. Aldehydes can be easily oxidized when exposed to air, creating acids which in inter-reactions with spirits produce compound esters, which increase the abundance of wine bouquet. The described process idiosyncratically influences wine taste and its structure. Experimentally obtained wine samples are distinguished by clear fruit and dried-fruit aroma.

During the aeration existing tannins react with proteins and polysaccharides in wine. Oxidative and non oxidative polymerization occurs to tannins. Non oxidative polymerization causes development of “compact polymers”, which have limited ability to react with proteins. These kinds of polymers are very important in Kakhetian wine-making to form fine structure of wine and reach soft taste. “Compact polymers” react with salivary glycoproteins (mucins) with difficulty and do not cause harshness and astringency in wine.

During the aeration of fermenting grape juice, through oxidation, polymeric tannin chain grows. This growth increases its mass and sedimentation. At that moment all unnecessary organoleptically, coarse polymers, which intensely react with salivary glycoproteins and induce harshness and astringency in wine, are settled at the bottom.

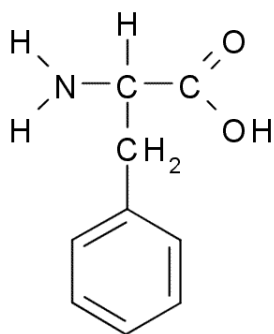
Air oxygen reacts with strong reducers – creating pyrocatechines, ortho-benzoquinone, which may contain aminoacid or any compound as a fragment.



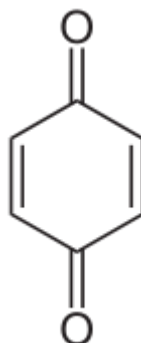
Pyrocatechines,

Ortho-benzoquinone,

It is assumed that the analogue process can run in aminoacid ring found in protein and induce sedimentation of proteins which results in protein stability of wine. Phenilalanine when exposed to air transforms and its final product is [quinones](#).



Phenilalanine



[Quinones](#)

In experimentally made wines the following were defined: alcohol, titratable acidity, volatile acids, glycerin, antioxidant activity, overall amount of phenols, content of resveratrol. It was experimentally determined, that in vessels, wines made by aeration are quite different from wine samples from control vessels. They differ by physico-chemical indicators as well as organoleptically. Their quality surpasses greatly the quality of control samples. The experimental samples are reasonably refined organoleptically, quite mature and round in a short period of time. These samples are fairly stabilized

regarding colloid turbidity. The control wines lag in taste properties and as it is obvious from the table they contain phenols and small amount of antioxidants.

The answer to this phenomenon is the positive influence of oxygen during the aeration, which helps to manage purposefully bio-chemical processes in wine. In fermentation process the aeration facilitates physiological activity of yeasts, which at last results favorably in development of wine bouquet and its aroma. Using oxygen properly enabled us to acquire Kakhetian type of wines, which are refined organoleptically and colloidal stable.

The abovementioned technology permits to acquire high flavour qualities without application of fining substances. It maintains high nutritional and medicinal properties of wine. All fining substances change a wine structure and precipitates antioxidants and necessary microelements for human health. From the table it is apparent that different fining agents reduced phenol compounds and antioxidants.

Table I. The concentrations of fining agents.

Fining agents	Control	Concentration 1	Concentration 2	Concentration 4
Gelatin	0	3.7 g/hL	7.5 g/hL	15.0 g/hL
Gelatin + Kieselsol	0	2.5 g + 25 mL	5 g + 50 mL	10 g + 100 mL
Egg white	0	1	2	4
Isinglass	0	0.7 g/hL	1.5 g/hL	3 g/hL
PVPP	0	0.3 g/L	0.7 g/L	1.17 g
Bentonite	0	50 g/hL	100 g/hL	200 g/hL

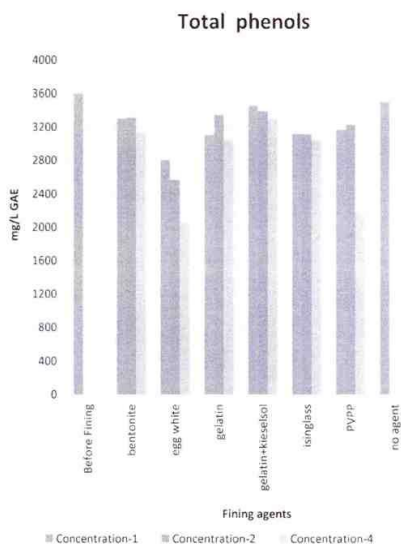


Fig. 1. Total phenol concentrations (mg/L GAE) of wines treated with different fining agents (gelatin, gelatin +Kieselsol, egg white, isinglass, PVPP, bentonite) at three concentrations.

Evaluation of antioxidant activities of wines

Figure 2 demonstrates the antioxidant capacities of wines treated with different fining agents concerning agent type, concentration and time of analysis. As in the

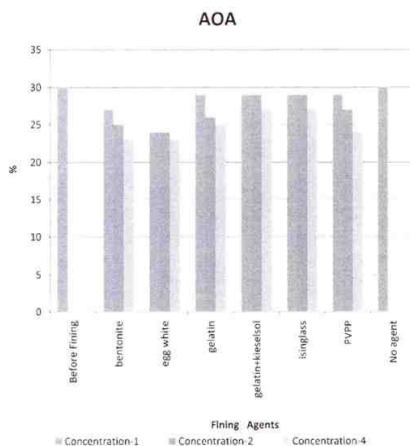


Fig. 2. Antioxidant activity (%) of wines treated with different fining agents (gelatin, gelatin +Kieselsol, egg white, isinglass, PVPP, bentonite) at different concentrations.

Technological scheme

of rational technology of Kakhetian wine- making

Grapes should be harvested during the complete physiological ripeness.

1. Crushing grapes
2. Grape must (with a stalk - complete or partial, it depends on the ripeness of stalk) placed in wine vessels, about 80% of whole volume of vessel.
3. Empty space in the top of vessels is filled with CO₂
4. Before fermentation the cap needs to be punched down twice a day. Each time empty space in the top of vessels is filled with CO₂
5. After the beginning of fermentation the cap needs to be punched down four times a day.
6. After 10-12% of sugar content reduction fermenting juice is removed from vessels by aeration and again poured back through aeration on

grape skins. This operation is conducted unless the complete fission of sugar for about 7 days.

7. After complete fission of sugar vessels are filled up with the identical wines from other qvevris.
8. When malo-lactic fermentation is over, 40-50 mg/l of sulphur dioxide (SO₂) is added and vessels are covered with stone closer and sealed.
9. Leaving wine on grape skins for 4 months.
10. Wine racking from grape skins, storing, maturing wine and bottling it.

Conclusions

1. It is established that for making high quality Kakhetian wine it is imperative to use only the existing construction of a qvevri (a wine vessel), which provides optimal conditions during the fermentation process to regulate not only the temperature, but also optimum contact of solid parts with juice during fermentation and later maceracion on grape skins.
2. In Kakhetian wine-making the ongoing processes in vessels during alcohol fermentation as well as maceracion on grape skins, correspond the theory of slow oxidation, which results in high quality wine.
3. Through the experiment it is concluded that the solid parts of grapes (a stalk, skin, and pip) take part in alcohol fermentation process and if wine is left on grape skins stipulates the transition of maximum amount of phenol compounds and antioxidants, which make the Kakhetian wine a beneficial product of food ration.
4. In Kakhetian wine-making after alcohol fermentation is over, ideal period for the skin contact is between 4-5 months, which is enough to complete maturing of wine and the stability.

5. It is defined that after 4-5 months in the Kakhetian wine in vessels the most unstable colloids are settled to the bottom; afterward, this makes wine colloid stable.
6. Rational technology of Kakhetian wine-making is developed.
7. The new technology of the Kakhetian wine-making excludes newly acquired ways of wine processing; it stipulates production of natural wine.
8. Economic efficiency of our developed Kakhetian wine production is 3500 GEL for 100 hl
9. New technology is implemented in production and wine obtained through this technology is exported to some countries (USA, Switzerland, Germany).