



ქართული ყურძნის ჯიშებისგან წარმოებული კახური და ევროპული სტილის ღვინოების ბიოაქტიური კომპონენტების და ანტიოქსიდანტური აქტივობის შესწავლა

მახვილაძე თამარი¹, ქვარცხავა გიორგი², ხაჭაპურიძე ჟუჟა³

¹დოქტორანტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, t.makhviladze@gtu.ge

²პროფესორი, სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა და ბიოსისტემების საინჟინრო ფაკულტეტის დეკანი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, g.kvartskhava@gtu.ge, 599227333

³დოქტორანტი, საქართველოს აგრარული უნივერსიტეტი, zh.khachapuridze@agruni.edu.ge, 595399292

აბსტრაქტი

აღნიშნული კვლევის ფარგლებში შევისწავლეთ შემდეგი ბიოქიმიური პარამეტრები: ტანინების შემცველობა (%), ანტიოქსიდანტური აქტივობა (მგ/ლ ასკორბინის მჟავის ექვივალენტი), მონომერული ანთოციანების და საერთო პოლიფენოლების რაოდენობა (მგ/ლ გალის მჟავის ექვივალენტი) თეთრ ღვინოს 16 ნიმუშში (რქაწითელი, მწვანე კახური, ქისი, ხიხვი) დამზადებული ევროპული და კახური მეთოდით. კახური მეთოდით დამზადებულ ღვინოებში აღნიშნული პარამეტრები მერყეობს ტანინების 0.067-0.155%, მონომერული ანთოციანების 2.093-14.472 მგ/ლ, საერთო პოლიფენოლების რაოდენობა 174.634-743.740მგ/ლ (გალის მჟავის ექვივალენტი), ანტიოქსიდანტური აქტივობა 317.323-2460.675 მგ/ლ (ასკორბინის მჟავის ექვივალენტი), ხოლო ევროპულში შესაბამისად 0.037-0.055%, 1.202-2.004; 20.764-53.772 მგ/ლ (გალის მჟავის ექვივალენტი); 130.702-367.935 მგ/ლ ასკორბინის მჟავის ექვივალენტი); ღვინოს ბიოქიმიური მაჩვენებლების მიხედვით ყველა კომპონენტში გამოირჩევა ქისი და ხიხვი, როგორც ევროპული ასევე კახური. გამოიკვეთა მჭიდრო დამოკიდებულება საერთო პოლიფენოლებსა და ანტიოქსიდანტურ აქტივობას შორის ($r^2=0.934$). თუმცა უფრო მაღალი ეს დამოკიდებულება იყო ტანინები-ანტიოქსიდანტურ აქტივობასა და ტანინები-საერთო პოლიფენოლების რაოდენობას შორის ($r^2=0.957$). ყველაზე დაბალი კი აღინიშნება მონომერული ანთოციანების რაოდენობის ურთიერთდამოკიდებულებაში ანტიოქსიდანტურ აქტივობასთან ($r^2=0.767$) და საერთო პოლიფენოლების რაოდენობასთან ($r^2=0.767$).

საკვანძო სიტყვები: თეთრი ღვინო, კახური მეთოდი, ანტიოქსიდანტურ აქტივობა, ბიოაქტიური კომპონენტები

შესავალი

ღვინო ერთ-ერთი ყველაზე ფართოდ მოხმარებადი სასმელია, მის შემადგენლობაში შემავალი სხვადასხვა ქიმიური კომპონენტი, რომლებიც მიეკუთვნება მცენარეულ მეტაბოლიტებს ასრულებენ მოხმარებელთა ჯანმრთელობის მდგომარეობის ხელშემწყობ ფუნქციას [1,2]. ეს მეტაბოლიტები ამავდროულად განსაზღვრავენ სურსათისა და სასმელების ხარისხს [3].

არომატი და გემო მნიშვნელოვნად განაპირობებს ღვინის ხარისხს, რაზეც გავლენას სხვადასხვა ფაქტორი ახდენს: გარემო პირობები, ნიადაგი, ვენახის კულტივირების პირობები, ყურძნის ჯიშის და ღვინის დამზადების მეთოდი [4]. მთავარი სხვაობა ევროპული კლასიკური მეთოდით დამზადებულ ღვინოებსა და ტრადიციული კახური მეთოდით დამზადებულ ღვინოებს შორის არის დუდილის პროცესი [5]. კახური მეთოდით დუდილისას კვლევები უპირველეს ყოვლისა ფოკუსირებულია ყურძნის კანის და მყარი ნაწილების პიგმენტების, ფენოლების, ტანინების და სხვა ბიოლოგიურად აქტიური კომპონენტების მოპოვებაზე. ჩვეულებრივ დუდილის ორივე მეთოდის გამოყენებისას, ყურძნის წვენში ხდება გოგირდის დიოქსიდის მყისიერი დამატება, რათა თავიდან ავიცილოთ ფერმენტული დაჟანგვა.

ღვინის შემადგენლობაში შემავალი პოლიფენოლური ნაერთები განსაზღვრავს ღვინის ანტიოქსიდანტურ აქტივობას, რაც ხელს უწყობს ანტიმუტაგენურ, ანთების საწინააღმდეგო და ანტიბაქტერიულ მოქმედებებს [6]. ღვინის ძირითადი პარამეტრების, ტანინების, პოლიფენოლების, ანთოციანების და ანტიოქსიდანტური თვისებების დადგენა შეიძლება განისაზღვროს როგორც ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი პარამეტრი ღვინის ხარისხის განმარტებისთვის [7]. ფენოლური ნაერთები ხელს უწყობს ღვინის ფერის, სიმწარის და პირის ღრუში ღვინის აღქმის გაძლიერებას, რომლებიც თავის მხრივ ქმნიან ღვინის ხარისხს. ღვინოში ფენოლური ნაერთები ხვდება ღვინის სხვადასხვა ნაწილიდან: კანიდან, წიპწადან, წვენიდან. კანიდან ძირითადად ხდება ანთოციანების მოპოვება, რომელიც განსაკუთრებით დიდი რაოდენობით წითელ ღვინოშია წარმოდგენილი. ღვინოში ფენოლური ნაერთების საბოლოო შემცველობა დამოკიდებულია: ყურძნის ჯიშზე, ღვინის დუდილის მეთოდზე, დუდილის შემდგომ დამუშავებასა და მის დაძველებაზე [6].

ღვინის ფენოლური ნაერთებისა და მისი ანტიოქსიდანტური თვისებების ურთიერთკავშირზე მრავალი კვლევა ჩატარდა. თუმცა, შეზღუდულია ხელმისაწვდომობა კომერციულად ყველაზე გავრცელებულ ქართული თეთრი ყურძნის ჯიშებისგან, ტრადიციული მეთოდით დამზადებული ღვინოების შესახებ-თეთრი ღვინოების შედარება პოტენციური ქიმიური აღწერის მიხედვით ნიადაგის, გარემოსა და მევენახეობის მეთოდების გავლენის გარეშე.

2. მეთოდები ღვინის ნიმუში

გამოკვლეულია თეთრი ღვინის 16 ნიმუში, რომელიც დამზადებულია თეთრი ყურძნის ოთხი ჯიშისგან: რქაწითელი, მწვანე კახური, ქისი და ხიხვი. აღნიშნული ყურძნის ჯიშებისგან დამზადდა ორი სახეობის ღვინო -ევროპული (E) და კახური სტილის(K). ღვინოები არის წარმოებული 2020 წლის სსპ სამეცნიერო კვლევითი ცენტრის, მცხეთის მუნიციპალიტეტის სოფ. ჯიღაურას საცდელ-სადემონსტრაციო ბაზის ვენახებიდან მიღებული ყურძნით. დუდილის

პროცესი წარიმართა დახლოებით +20 °C-ზე. ნიმუშები ინახებოდა +4°C-ზე ანალიზის ჩატარებამდე.

ტანინების განსაზღვრა განხორციელდა რედოქსის ტიტრირების მეთოდით [8]. ანტიოქსიდანტური აქტივობის განსაზღვრა მოხდა ბენზის და სტრენის მიხედვით [9]. საერთო პოლიფენოლების შემცველობა შევისწავლეთ ფოლინ-ჩიკოლტოს რეაგენტის გამოყენებით, სპექტროფოტომეტრული მეთოდის საშუალებით, გალის მჟავაზე გაანგარიშებით [10]. მონომერული ანთოციანები რადენობრივი შეფასება მოხდა სპექტროფოტომეტრზე pH დიფერენციალური მეთოდით [11].

3. შედეგი და განსჯა

საერთო ფენოლების, ტანინების და მონომერული ანთოციანების შემცველობა თეთრ ღვინოში წითელ ღვინოსთან შედარებით მცირეა [12]. თუმცა შესწავლილი კახური მეთოდით დამზადებული ღვინოები (საერთო ფენოლური ნაერთები (გალის მჟავის ექვივალენტი)-რქაწითელი: 225.041-241.301 მგ/ლ; მწვანე კახური: 274.634-203.902 მგ/ლ; ქისი: 636.423-743.740მგ/ლ; ხიხვი: 478.699-504.715მგ/ლ) აჩვენებენ შედარებით მაღალ მაჩვენებელს თეთრ ღვინოებთან მიმართებაში. ღვინის ბიოქიმიური მახასიათებლები მოცემულია ცხრილ 1-ში.

ცხრილი #1. შესწავლილი ღვინოების ბიოქიმიური მახასიათებლები

ღვინის ნიმუში	ტანინები %	მონომერული ანთოციანები მგ/ლ	საერთო პოლიფენოლები (გალის მჟავის ექვივალენტი) მგ/ლ	ანტიოქსიდანტური აქტივობა (ასკორბინის მჟავის ექვივალენტი) მგ/ლ
რქაწითელი E	0.037±0.001	1.559±0.021	22.390±1.849	130.702±24.822
რქაწითელი K1	0.083±0.002	2.449±0.013	233.171±8.31	661.247±63.455
რქაწითელი K2	0.077 ±0.002	2.405±0.1	225.041±7.424	777.155±83.681
რქაწითელი K3	0.087 ±0.002	2.360±0.020	241.301±3.415	725.852±89.452
მწვანე კახური E	0.055 ±0.001	1.603±0.012	20.764±0.691	158.454±23.204
მწვანე კახურიK1	0.067±0.001	2.093±0.009	174.634±3.032	418.030±13.764
მწვანე კახურიK2	0.078±0.001	2.137±0.002	176.260±3.031	317.323±27.925
მწვანე კახურიK3	0.072±0.001	2.137±0.01	203.902±6.163	321.123±23.705
ქისი E	0.040±0.001	2.004±0.007	30.276±1.921	367.935±21.028
ქისი K1	0.123±0.002	12.780±0.294	636.423±31.621	1651.217±19.489
ქისი K2	0.155±0.002	13.671±0.253	743.740±35.111	2460.675±148.209
ქისი K3	0.135±0.002	13.315±0.117	670.569±28.455	2629.787±129.095
ხიხვი E	0.052±0.002	1.202±0.002	53.772±5.86	273.937±17.215
ხიხვი K1	0.103±0.001	14.428±0.193	22.390±1.849	1548.610±93.637
ხიხვი K2	0.093±0.002	14.161±0.0869	233.171±8.31	765.754±81.132
ხიხვი K3	0.108±0.001	14.472±0.142	225.041±7.424	965.269±79.420

კახური სტილის ქისი აჩვენებს თითქმის ყველა პარამეტრში უმაღლეს მაჩვენებლებს, გარდა მონომერული ანთოციანებისა. ყველა შესწავლილი ნიმუში აჩვენებს ტანინების, მონომერული ანთოციანების, საერთო პოლიფენოლების, ანტიოქსიდანტურ აქტივობას უფრო

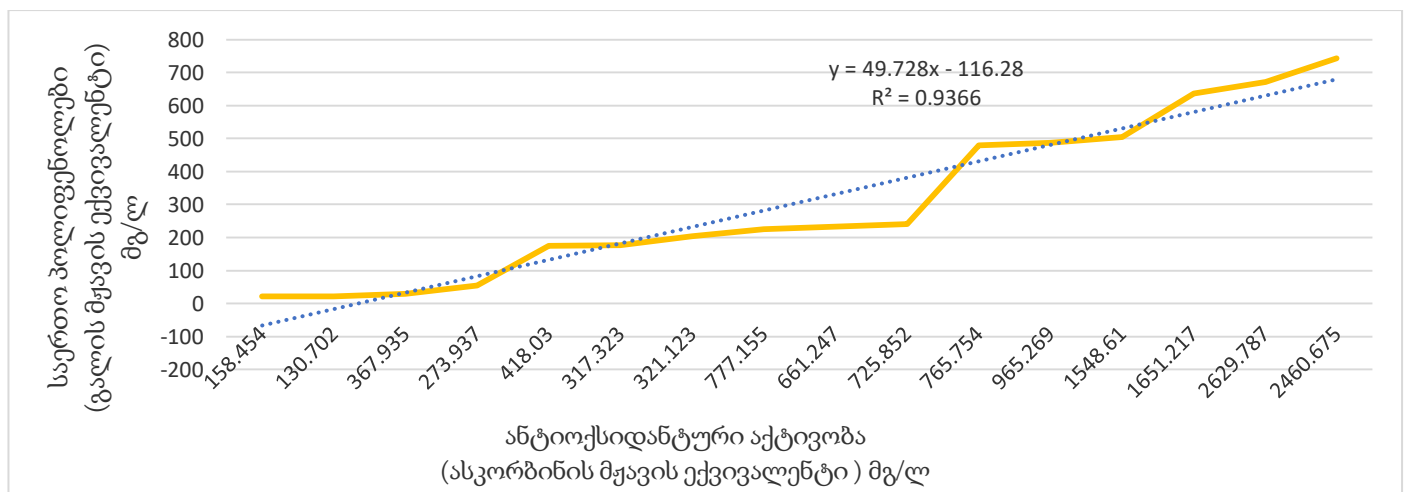
მაღალს კახური მეთოდით დამზადებულ ღვინოებში, ვიდრე ევროპული მეთოდით. რაც თავიდანვე სავარუდო იყო –კახური სტილის ღვინოების დიდი ხნის განმავლობაში ყურძნის კანთან და მყარ ნაწილებთან კონტაქტის გამო.

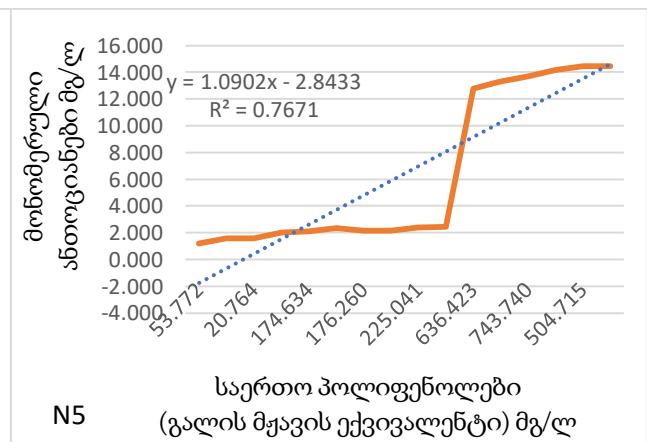
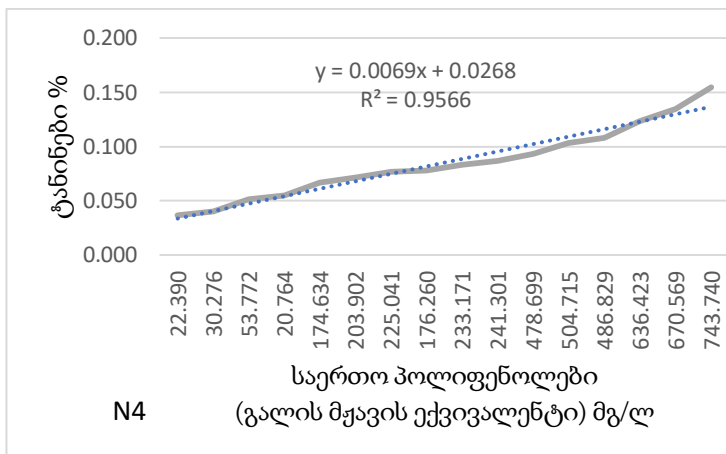
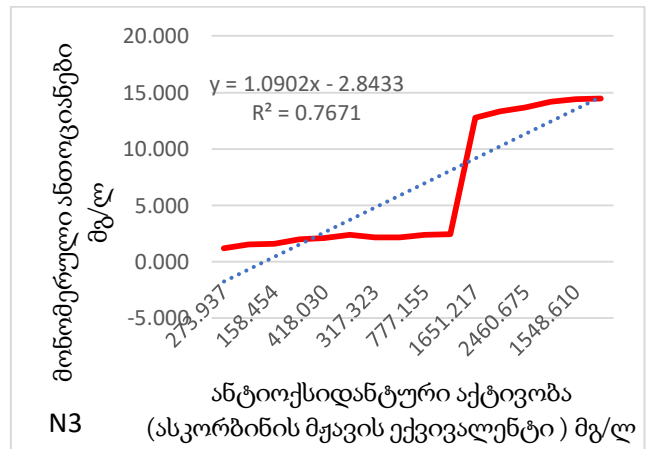
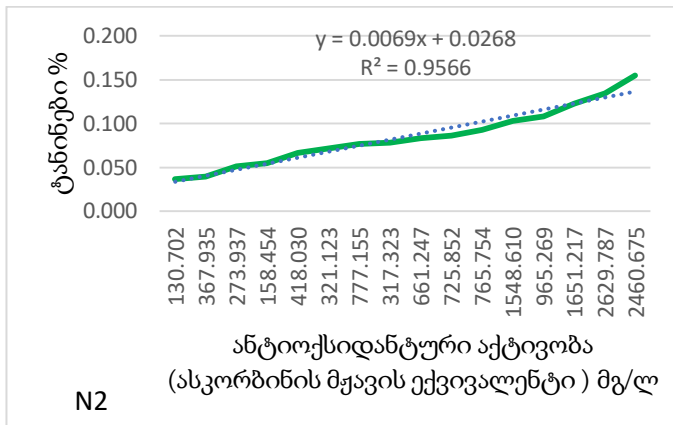
თუმცა, ხაზგასასმელია ის ფაქტი რომ ტანინების შემცველობა მნიშვნელოვნად არ იცვლება ევროპული მეთოდით დამზადებულ ღვინოებში და დაახლოებით თანაბარია ოთხივე ყურძნის ჯიშისგან დამზადებულ ღვინოში (0.04-0.05%), სხვა პარამეტრის მიხედვით მსგავსი მუდმივობა არ შეიმჩნევა. მოცემულ მონაცემებზე დაყრდნობით, ღვინის ბიოქიმიური მაჩვენებლების მიხედვით ყველა კომპონენტში გამოირჩევა ქისი და ხიხვი, როგორც ევროპული ასევე კახური სტილის. ეს ცალსახად მიუთითებს აღნიშნული ყურძნის ჯიშების გამორჩეულ ტექნოლოგიურ მახასიათებლებზე,მაშინ როდესაც რქაწითელის ვაზის ძირების რაოდენობა (49 675.1 ათასი ძირი) დაახლოებით 300-ჯერ აღემატება ქისის ვაზის ძირების რაოდენობას (173. 2 ათასი ძირი) და დაახლოებით 1000-ჯერ ხიხვის (51.8ათასი ძირი) ვაზის ძირების რაოდენობას [13].

კახური რქაწითელის მეორე და მესამე ნიმუშები ტანინების შემცველობის (0.08-0.09%) და ანტიოქსიდანტური აქტივობის (777.16-725.85 მგ/ლ ასკორბინის მჟავის ექვივალენტი) მიხედვით კახური ხიხვის მეორე ნიმუშის მსგავსია (0.09%; 765.75 მგ/ლ ასკორბინის მჟავის ექვივალენტი), რაც სავარაუდოდ მიუთითებს რომ კახური მეთოდით ღვინის დამზადებისას მაცერაციის და დუღილის განმავლობაში ბიოაქტიური კომპონენტები სრულად გადადიოდა რქაწითელის ნიმუშში, ხოლო ხიხვის ნიმუშში მინიმალური რაოდენობით განხორციელდა მიგრაცია.

ცნობილია რომ ანტიოქსიდანტების მაღალი შემცველობა დაკავშირებულია პოლიფენოლების რაოდენობრივ შემცველობასთან [14]. საერთო პოლიფენოლების და ანტიოქსიდანტურ აქტივობას შორის კორელაციის დასადგენად გამოვიყენეთ პირსონის კორელაცია. მაღალი დადებითი კორელაცია არის ნაჩვენები აღნიშნულ პარამეტრებში ($r^2=0.0.934$). მაგრამ მჭიდრო ურთერთკავშირის მიუხედავად შეინიშნება რამდენიმე გადახრა. მაგ: კლასიკური სტილის რქაწითელისთვის საერთო პოლიფენოლების შემცველობა არის 22.390 მგ/ლ (გალის მჟავის ექვივალენტი), ხოლო ანტიოქსიდანტური აქტივობა 130.702 მგ/ლ (ასკორბინის მჟავის ექვივალენტი). მაშინ როდესაც კლასიკური სტილის მწვანე კახურის საერთო პოლიფენოლების შემცველობა არის 20.764მგ/ლ, ხოლო ანტიოქსიდანტური აქტივობა 158.454 მგ/ლ (ასკორბინის მჟავის ექვივალენტი).

ეს შეიძლება გამოწვეული იყოს ფენოლების ქიმიური სტრუქტურით, რადგან ცნობილია რომ მაღალი ანტიოქსიდანტური აქტივობა ახასიათებს პოლიფენოლებს დიდი რაოდენობით ჰიდროქსილის ჯგუფის შემცველობისას [15].





გრაფიკი#1. გამოკვლეული ღვინის ბიოაქტიური კომპონენტების ურთიერთდამოკიდებულება

*N1-საერთო პოლიფენოლებისა და ანტიოქსიდანტური აქტივობის ურთიერთდამოკიდებულება; N2-ტანინების და ანტიოქსიდანტური აქტივობის ურთიერთდამოკიდებულება; N3-მონომერული ანთოციანების და ანტიოქსიდანტური აქტივობის ურთიერთდამოკიდებულება; N4 ტანინებისა და საერთო პოლიფენოლების შემცველობის ურთიერთდამოკიდებულება; N5-მონომერული ანთოციანების და საერთო პოლიფენოლების შემცველობის ურთიერთდამოკიდებულება.

ყველაზე მაღალი დადებითი ურთიერთდამოკიდებულება შეინიშნება ტანინების შემცველობა-ანტიოქსიდანტურ აქტივობასა ($r^2=0.957$) და ტანინები-საერთო პოლიფენოლების რაოდენობა ($r^2=0.957$). ყველაზე დაბალი კი აღინიშნება მონომერული ანთოციანების რაოდენობის ურთიერთდამოკიდებულებაში ანტიოქსიდანტურ აქტივობასთან ($r^2=0.767$) და საერთო პოლიფენოლების რაოდენობასთან ($r^2=0.767$).

4. დასკვნა

ბოლო ათწლეულის განმავლობაში მრავალი კვლევა ჩატარდა ყურძნისა და ღვინის მცენარეული მეტაბოლიტების შესწავლის მიზნით. გამოყენებული მიდგომით ხაზი გაესვა მხოლოდ ჯიშური წარმოშობის ხარისხის პარამეტრებს. კვლევა ორიენტირებული იყო ღვინის ბიოაქტიური კომპონენტების შესწავლაზე. გამოკვლეული იყო როგორც ცალკეული პარამეტრები, ასევე მათ შორის კორელაციები. გამოიკვეთა მჭიდრო დამოკიდებულება საერთო პოლიფენოლებსა და ანტიოქსიდანტურ აქტივობას შორის, თუმცა უფრო მაღალი დამოკიდებულება იყო ნაჩვენები ტანინების რაოდენობასა და ანტიოქსიდანტურ აქტივობასა შორის. გამოკვლევამ აჩვენა ჯიშობრივი თავისებურები ყველა ბიოაქტიურ კომპონენტთან მიმართებაში. ქისის და ხიხვის ჯიშის ყურძნისგან დამზადებული ორივე ტიპის ღვინო ხასიათდება მაღალი ბიოაქტიური კომპონენტების შემცველობით. თუმცა, თავად ღვინის ტიპებს შორის კი კახური მეთოდით დამზადებული ღვინოები გამოირჩევა. კლასიკური მეთოდით დამზადებულ ქისში დაბალია ტანინები და პოლიფენოლები, თუმცა კახური მეთოდის შემთხვევაში მხოლოდ მონომერული ანთოციანების შედარებით დაბალი შემცველობით ხასიათდება ქისი, ხიხვთან შედარებით.

5. გამოყენებული ლიტერატურა

1. Castaldo, L., Narváez, A., Izzo, L., Graziani, G., Gaspari, A., Minno, G. D., & Ritieni, A. (2019). Red Wine Consumption and Cardiovascular Health. *Molecules (Basel, Switzerland)*, *24*(19), E3626. <https://doi.org/10.3390/molecules24193626>
2. Pang, G., Xie, J., Chen, Q., & Hu, Z. (2012). How functional foods play critical roles in human health. *Food Science and Human Wellness*, *1*(1), 26–60. <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2012.10.001>
3. Morata, A., & Loira, I. (2016). *Grape and Wine Biotechnology*. BoD – Books on Demand.
4. Reynolds, A. G. (2010). 11 - Viticultural and vineyard management practices and their effects on grape and wine quality. In A. G. Reynolds (Ed.), *Managing Wine Quality* (pp. 365–444). Woodhead Publishing. <https://doi.org/10.1533/9781845699284.3.365>
5. Capece, A., Siesto, G., Poeta, C., Pietrafesa, R., & Romano, P. (2013). Indigenous yeast population from Georgian aged wines produced by traditional “Kakhetian” method. *Food Microbiology*, *36*(2), 447–455. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2013.07.008>
6. Luna-Guevara, Ma. L., Luna-Guevara, J. J., Hernández-Carranza, P., Ruíz-Espinosa, H., & Ochoa-Velasco, C. E. (2018). Chapter 3 - Phenolic Compounds: A Good Choice Against Chronic Degenerative Diseases. In Atta-ur-Rahman (Ed.), *Studies in Natural Products Chemistry* (Vol. 59, pp. 79–108). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-64179-3.00003-7>
7. Merkytė, V., Longo, E., Windisch, G., & Boselli, E. (2020). Phenolic Compounds as Markers of Wine Quality and Authenticity. *Foods*, *9*(12), 1785.
8. Determination of Tannins and Sulfur Dioxide Content of Different Wine Samples by Titrimetric Method. (2016). *Chemical Science Transactions*, *5*(2).
9. Benzie, I. F., & Strain, J. J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “antioxidant power”: the FRAP assay. *Analytical Biochemistry*, *239*(1), 70–76.

10. Singleton, V. L., Orthofer, R., & Lamuela-Raventós, R. M. (1999). [14] Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. In *Methods in Enzymology* (Vol. 299, pp. 152–178). Academic Press.
11. Wrolstad, R. E., Acree, T. E., Decker, E. A., Penner, M. H., Reid, D. S., Schwartz, S. J., Sporns, P. (2005). Handbook of food analytical chemistry: pigments, colorants, flavors, texture, and bioactive food components. *Handbook of food analytical chemistry: pigments, colorants, flavors, texture, and bioactive food components*.
12. Foods | Free Full-Text | Comprehensive Chemical and Sensory Assessment of Wines Made from White Grapes of *Vitis vinifera* Cultivars Albillo Dorado and Montonera del Casar: A Comparative Study with Airén. (n.d.). Retrieved January 29
13. census - ნაწილი 3. მრავალწლოვანი ნარგავები. (n.d.). Retrieved January 30, 2022, from <http://census.ge/ge/results/agro-census/meurneobebis-ganatsileba-sargeblobashi-arsebuli-mitsis-fartobis-mikhedvit-ბოლოს გადამოწმდა 02.02.2022>
14. Paixão, N., Perestrelo, R., Marques, J. C., & Câmara, J. S. (2007). Relationship between antioxidant capacity and total phenolic content of red, rosé and white wines. *Food Chemistry*, 105(1), 204–214.
15. Bendary, E., Francis, R. R., Ali, H. M. G., Sarwat, M. I., & El Hady, S. (2013). Antioxidant and structure–activity relationships (SARs) of some phenolic and anilines compounds. *Annals of Agricultural Sciences*, 58(2), 173–181.

Study of bioactive components and antioxidant activity of Kakhetian and European style wines produced from Georgian grape varieties

Makhviladze Tamar¹, Kvartskhava Giorgi², Khatchapuridze Zhuzha³

¹ PhD student, Georgian Technical University, t.makhviladze@gtu.ge 598854546

²Professor, Dean of the Faculty of Agricultural Sciences and Biosystems Engineering, Georgian Technical University, g.kvartskhava@gtu.ge, 599227333

³ PhD student, Georgian Agrarian University, zh.khachapuridze@agruni.edu.ge, 595399292

Abstract

In this work, the following biochemical parameters: tannins content (%), antioxidant activity mg /L-AAC-1, monomeric anthocyanins content and total polyphenols content mg/L GAE-1 in white wines 16 samples (Rkatsiteli, Msvane Kakhuri, Kisi, Khikhvi) obtained by European and Kakhetian method were studied to identify differences among variety and winemaking methods. The mentioned parameters range for tannin content from 0.067 to 0.155%, for total monomeric anthocyanin content :2.093-14.472 mg/L, for total polyphenol content 174.634-743.740 mg/L GAE-1, antioxidant activity 317.323 mg/L (AAE-1) in Kakhetian wines. While corresponding results 0.037-0.055%, 1.202-2.004 mg/L; 20.764-53.772 mg/L GAE-1; 130.702-367.935 mg/L AAC-1 are shown in European style wine. Based on the biochemical parameters of the wine, both European and Kakhetian style Kisi and Khikhvi are distinguished. A high positive correlation was observed between total polyphenol content and antioxidant activity ($r^2 = 0.934$). However, the highest was determined in tannins-antioxidant activity and tannins-total polyphenol content ($r^2 = 0.957$). A relatively weak correlation was found between total monomeric anthocyanin content and the antioxidant activity ($r^2 = 0.767$) and total monomeric anthocyanin -total polyphenols ($r^2 = 0.767$).

Keywords: *White wine, Kakhetian method, antioxidant activity, bioactive components*