

დავით ჩხიკვიშვილი, ირაკლი ჩხიკვიშვილი, ნუნუ გოგია, მანანა ესაიაშვილი  
**ანტიოქსიდანტური აქტივობა და რესვერატროლის რაოდენობა  
 კაკაოს და შოკოლადის ნიმუშებში**

თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის ვლ. ბახუტაშვილის სახელობის სამედიცინო  
 ბიოტექნოლოგიის ინსტიტუტი

Doi: <https://doi.org/10.52340/jecm.2022.08.20>

*DAVID CHKHIKVISHVILI, IRAKLI CHKHIKVISHVILI, NUNU GOGIA, MANANA ESAIASHVILI*  
**ANTIOXIDANT ACTIVITY AND RESVERATROL CONTENT OF  
 COCOA AND CHOCOLATE SAMPLES**

Tbilisi State Medical University, V. Bakhutashvili Institute of Medical Biotechnology

**SUMMARY**

The antioxidant activity and amount of resveratrol in cocoa and chocolate samples were studied. It was found that the amount of resveratrol is correlated with the antioxidant activity. The highest antioxidant activity and amount of resveratrol was found in Turkish cocoa sample and the lowest in milk chocolate. Among chocolates, dark chocolate with 70% cocoa products is distinguished by the amount of resveratrol. The benefit of chocolate is related not only to the percentage of cocoa products on the label, but also to the manufacturing technology and the quality of the cocoa. The presented work provides an opportunity to identify more useful chocolate and cocoa samples based on antioxidant activity and resveratrol amount. Accordingly, the user should stop the choice on the more useful sample of chocolate and cocoa.

**Keywords:** resveratrol, cocoa, chocolate, antioxidant activity

პოლიფენოლების მაღალი ანტიოქსიდანტური აქტივობა და დადებითი ზემოქმედება ადამიანის ორგანიზმზე საკმაოდ კარგად ცნობილია [1]. რესვერატროლი სტილბენური ბუნების პოლიფენოლია მრავალი სასარგებლო თვისებებით [2]. შოკოლადი მდიდარია პოლიფენოლებით და მათი გავლენა ადამიანის ჯანმრთელობაზე მრავალმხრივია. მაგალითად მუქი შოკოლადი ავლენს პრებიოტიკურ ეფექტს, ბაქტერიების მრავალფეროვნებისა და სიმრავლის რესტრუქტურირებით, შესაბამისად აუმჯობესებს ნეგატიურ ემოციურ მდგომარეობას ნაწლავ-ტვინის ღერძის მეშვეობით. კაკაოს შემცველობის 85%-ანი მუქი შოკოლადის ყოველდღიური მოხმარება მნიშვნელოვნად ამცირებს ნეგატიურ ეფექტს 70%-ანთან შედარებით [3]. მუქმა შოკოლადმა შეამცირა სისტოლური არტერიული წნევა უფრო მეტად, ვიდრე კაკაოს სასმელმა. ფლავანოლების ან ეპიკატეინის დღიური დოზის მატება კაკაოს და შოკოლადის პროდუქტებში, აძლიერებდა წნევაზე ზემოქმედების ეფექტს [4]. შოკოლადის და კაკაოს ნიმუშების კვლევის დროს აღინიშნება დადებითი კორელაცია პოლიფენოლების რაოდენობასა და ანტიოქსიდანტურ აქტივობას შორის [5]. კაკაოს მარცვლების თერმული და ფერმენტული დამუშავება იწვევს ფენოლური ნაერთების რაოდენობის და ანტიოქსიდანტური აქტივობის მკვეთრ დაქვეითებას. კაკაოს მარცვლის ალკალიზაცია საერთოდ უკარგავს პროდუქტებს ანტიოქსიდანტური აქტივობის, კერძოდ სუპეროქსიდის რადიკალის განეიტრალების უნარს [6]. კაკაოს და შოკოლადის სასარგებლო გავლენა კიდევ უფრო იზრდება რესვერატროლის არსებობის გამო, მართალია მათში უფრო მცირე რაოდენობით არის რესვერატროლი, ვიდრე წითელ ღვინოში და განსაკუთრებით მცენარე *Polygonum cuspidatum*-ში [7]. ტრიპტოფანით და რესვერატროლით გამდიდრებული შოკოლადის მოხმარება მნიშვნელოვნად უწყობს ხელს სისხლში ინსულინის დაქვეითებას და შეიძლება ჰქონდეს ჯანმრთელობისთვის სასარგებლო ეფექტი, რომელიც დაკავშირებულია ოქსიდაციური სტრესის შემცირებასთან [8]. კაკაოს და შოკოლადის პროდუქტების შესწავლისას მნიშვნელოვანია ვიცოდეთ, რომელი პოლიფენოლების კომპონენტები განსაზღვრავენ ადამიანის ჯანმრთელობისთვის სასარგებლო თვისებებს.

**კვლევის მიზანი:** თბილისის მარკეტებში არსებული კაკაოს და შოკოლადის ნიმუშების სარგებლიანობის შესწავლა, ანტიოქსიდანტური აქტივობის და რესვერატროლის რაოდენობის მიხედვით.

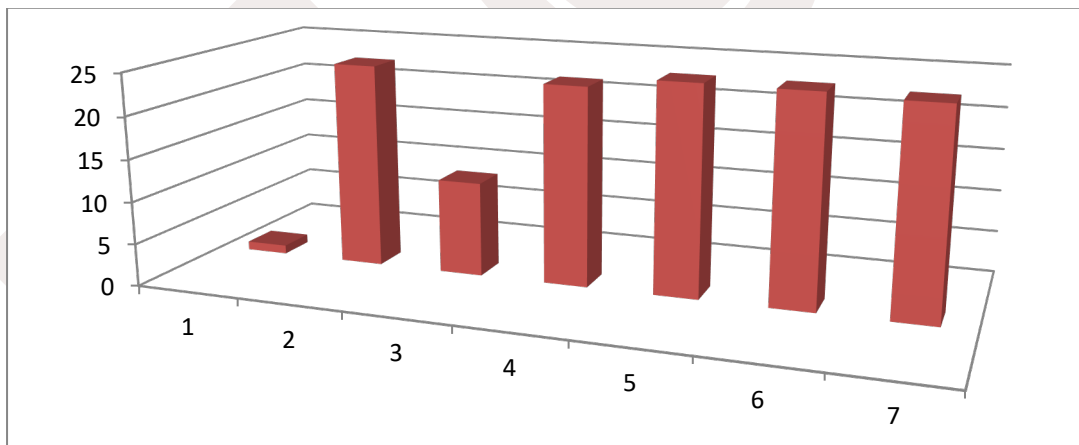
**მასალა და მეთოდები.** კვლევები ჩატარდა კაკაოს და შოკოლადის ნიმუშებში, რომელიც შექმნილი იყო ადგილობრივ მარკეტში 2022 წლის მაისში. შოკოლადი რძიანი „ნესტლე“, მუქი შოკოლადი 70% კაკაო „ნესტლე“, შოკოლადი 68% კაკაო „ბარამბო“, შოკოლადი 85% კაკაო „ბარამბო“, შოკოლადი 90% კაკაო ფრანგული „ნოირი“, კაკაო „კრასნი ოქტიაბრ“ (რუსეთი), „ალტინ“ და „კენგანი“ (თურქეთი).

**გამსხნელებით ექსტრაქცია.** შოკოლადი დაქუცმაცებული იყო მცირე ნაწილაკებად (2 მმ). ექსტრაქციისთვის გამოყენებული იყო სპირტი ეთანოლის სახით (Sigma-Aldrich). შეფარდება კაკაოს რაოდენობასა და გამსხნელს შორის (მასის და მოცულობის მიხედვით) შეადგენდა 1:3. თითოეული ექსტრაქციისთვის დაყოფნების დრო - 48 სთ, შემდეგ ექსტრაქტები ექვემდებარებოდა გაფილტვრას ფილტრის ქალაქში და სპეციალურ ფილტრში HPLC ქრომატოგრაფიისთვის.

**მაღალი წნევის თხევადი ქრომატოგრაფია (HPLC).** ქრომატოგრაფიული ანალიზი განხორციელდა მაღალი წნევის თხევად ქრომატოგრაფზე Agilent 1260 Infinity (აშშ), Supelco-C18 ქრომატოგრაფიული სვეტის გამოყენებით (25 სმ × 4,6 მმ, 5 μm), 35°C ტემპერატურის პირობებში. მობილური ფაზის მისაღებად იყენებდნენ წყალში გახსნილ აცეტონიტრილს და 1% ძმარმჟავას (25:75), წყალი მიღებულ იქნა Millipore წყლის გამწმენდი სისტემის საშუალებით (Merck, Germany). ნივთიერებების დეტექცია ხორციელდებოდა ერთ-სიგნალიანი ულტრაიისფერი დეტექტორის გამოყენებით 306 ნმ ტალღის სიგრძეზე.

**სტატისტიკური ანალიზი.** სტატისტიკური ანალიზს ვანარმოებლით „Statistical Package for Social Sciences for Windows (SPSS) (SPSS version 11.0) პაკეტის გამოყენებით. შედეგები გამოისახებოდა ± SD მნიშვნელობების სახით. სარწმუნოების ზღვარი 0.05 ( $P < 0.05$ ).

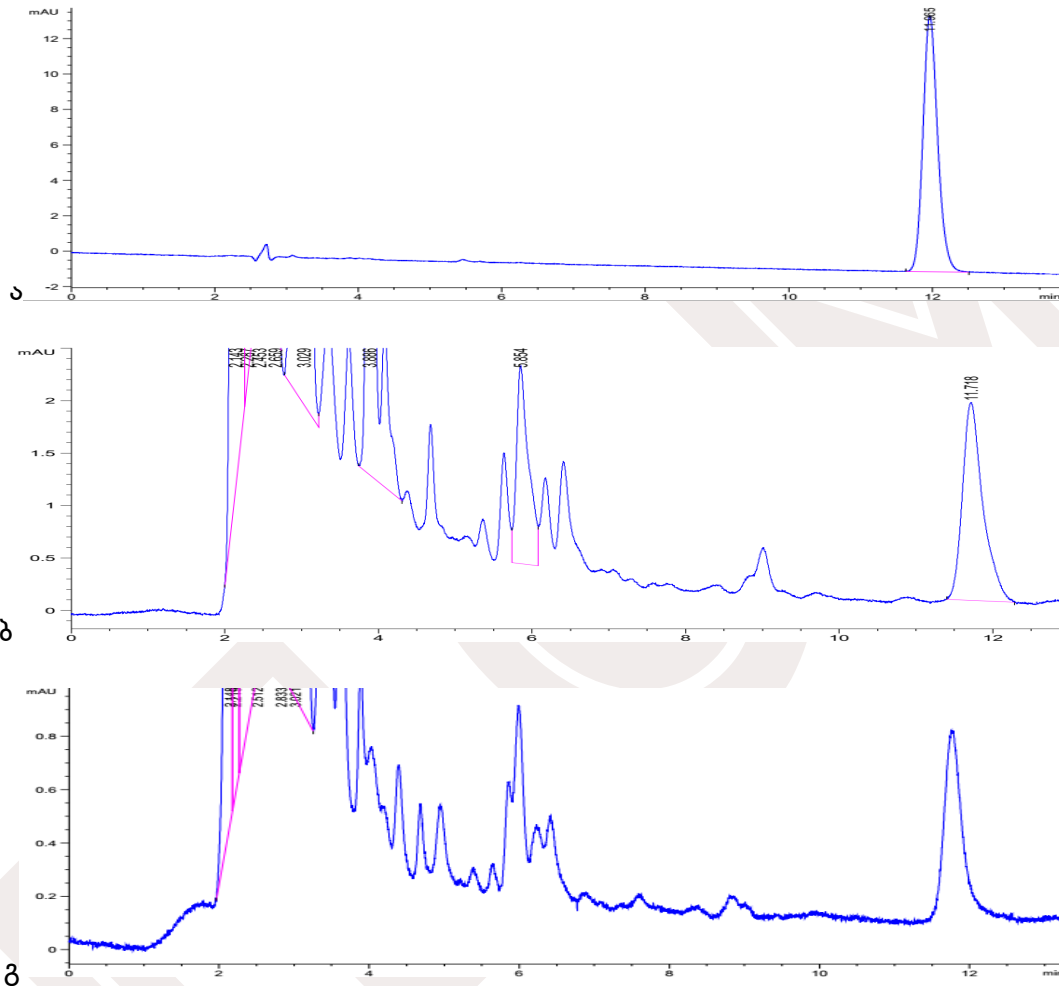
**შედეგები და განხილვა.** შოკოლადი უნდა შეიცავდეს არანაკლებ 35%-ს საერთო მშრალი კაკაო-პროდუქტების, მათ შორის არანაკლებ 16% კაკაოს კარაქის, მუქი შოკოლადი არანაკლებ 40%-ს საერთო მშრალი კაკაო-პროდუქტების, მათ შორის 20% კაკაოს კარაქის და მწარე შოკოლადი მინიმუმ 55%-ს საერთო მშრალი კაკაო-პროდუქტების, არანაკლები 33% კაკაოს კარაქის. ჩვენი კვლევის ობიექტებიდან ერთი მუქი შოკოლადია, ორი შოკოლადი და თეთრი შოკოლადი.



**სურ.1** ანტიოქსიდანტური აქტივობის შედარებითი მონაცემები კაკაოს და შოკოლადის სხვადასხვა ნიმუშებში. შოკოლადი რძიანი „ნესტლე“ (1), მუქი შოკოლადი 70% კაკაო „ნესტლე“ (2), შოკოლადი 68% კაკაო „ბარამბო“ (3), შოკოლადი კაკაო 85% „ბარამბო“ (4) და კაკაოები „კრასნი ოქტიაბრ“ (5), „ალტინ“ (6) და „კენგანი“ (7).

წარმოდგენილ სურ.1-ზე ჩანს, რომ უფრო მაღალი მაჩვენებლებით ხასიათდება კაკაოს ნიმუშები, ხოლო შოკოლადებს შორის გამოირჩევა „ნესტლეს“ მუქი შოკოლადი 70% კაკაოს შემცველობით. კაკაოს ნიმუშებს შორის ოდნავ უფრო მაღალი მონაცემები აქვს „ალტინი“-ს ნიმუშს, ვიდრე „კრასნი ოქტიაბრ“-ს. განსაკუთრებით დაბალი ანტიოქსიდანტური აქტივობა აქვს რძიან შოკოლადს „ნესტლე“-ს ნიმუშს. თეთრი შოკოლადი მზადდება კაკაოს ფხნილის გარეშე, მხოლოდ კაკაოს კარაქის, რძის ფხვილის, შაქრის და ლეციტინის შერევით. თეთრ შოკოლადს აქვს მნიშვნელოვნად დაბალი პოლიფენოლის შემცველობა და ანტიოქსიდანტური აქტივობა, ამიტომ ნაკლებად სასარგებლოა [8]. ამრიგად შეიძლება დავასკვნათ, რომ კაკაოს რაოდენობა განსაზღვრავს ანტიოქსიდანტურ აქტივობას შოკოლადის ნიმუშებში. მსგავსი შედეგები მიღებული

იყო როდესაც კაკაოს მარცვლის ქერქის ფხვნილის რაოდენობა გაიზარდა ფუნთუშების, შესაბამისად მნიშვნელოვნად იზრდებოდა საერთო პოლიფენოლის, მათ შორის ფლავონოიდების რაოდენობა და ანტიოქსიდანტური აქტივობა [9]. გამოწვევის წარმოადგენს შოკოლადი „ბარამბო“-ს წარმოების 85%-ანი კაკაოს შემცველი ნიმუში, რომელშიც ნაკლებია ანტიოქსიდანტური აქტივობა ვიდრე 70%-ანი „ნესტლე“-ს მუქი შოკოლადის ნიმუშში. შესაძლებელია ბარამბო-ს ნიმუშში გამოყენებულია უფრო დაბალი ხარისხის კაკაოს პროდუქტები, უპირველეს ყოვლისა კაკაოს ფხვნილი, რომელიც განსაზღვრავს პროდუქტში ანტიოქსიდანტური ნაერთების არსებობას. მუქი შოკოლადის წარმოების ტექნოლოგიური პროცესის დროს უფრო მეტად წარჩუნდება ბიოლოგიურად აქტიური ნაერთები [10].



**სურ.2** რესვერატროლის სუფთა ნაერთი, კაკაოს და შოკოლადის ნიმუშების ქრომატოგრაფიული დაყოფის პროფილები. ა-რესვერატროლის სუფთა ნაერთი (შეყოფნების დრო 11,66), ბ - თურქული კაკაო „ალტინი“ და გ-მუქი შოკოლადი „ნესტლე“-ს 70 % კაკაოს პროდუქტების რაოდენობით.

მაღალი წნევის ქრომატოგრაფიით ჩატარებული თვისობრივი და რაოდენობრივი ანალიზით დადგინდა, რომ ფრანგული შოკოლადი „ნორი“ 90%, კაკაოს პროდუქტების რაოდენობით, შეიცავს უფრო ნაკლებ რესვერატროლს ვიდრე შავი შოკოლადი „ნესტლე“, 70% კაკაოს პროდუქტების შემადგენლობით. შეიძლება დავასკვნათ, რომ მუქი შოკოლადის წარმოება უზრუნველყოფს რესვერატროლის უფრო მეტად შენარჩუნებას და მაღალ ანტიოქსიდანტურ აქტივობას. ყველაზე მეტად კაკაოში არსებული პოლიფენოლების რაოდენობა და მაღალი ანტიოქსიდანტური აქტივობა არის მუქი და მწარე შოკოლადის ნიმუშებში [10]. შოკოლადის სარგებლიანობა დაკავშირებულია არა მხოლოდ ეტიკეტზე დატანილი კაკაოს პროდუქტების პროცენტულ რაოდენობაზე, არამედ დამზადების ტექნოლოგიაზე და კაკაოს ხარისხზე. დასკვნის სახით შეიძლება ითქვას, რომ სარგებლიანობის მთავარი კრიტერიუმი არის ანტიოქსიდანტური აქტივობა, რომელიც განპირობებულია ბევრი სასარგებლო ნაერთებით, რომელთა შორის არის პოლიფენოლები და სტილბენური ბუნების რესვერატროლი.

**გამოყენებული ლიტერატურა:**

1. Giuseppe Grosso, Justyna Godos, Walter Currenti, et al. The Effect of Dietary Polyphenols on Vascular Health and Hypertension: Current Evidence and Mechanisms of Action. *Nutrients* 2022, 14 (3):545; <https://doi.org/10.3390/nu14030545>
2. Alessio Alesci, Noemi Nicosia, Angelo Fumia, Federica Giorgianni, Antonello Santini, Nicola Cicero. Resveratrol and Immune Cells: A Link to Improve Human Health. *Molecules* 2022, 27(2), 424; <https://doi.org/10.3390/molecules27020424>
3. Ji-Hee Shin, Chong-Su Kim, Lina Cha, et al. Consumption of 85% cocoa dark chocolate improves mood in association with gut microbial changes in healthy adults: a randomized controlled trial. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, Jan 2022, 99: 108854.
4. Isaac Amoah, Jia Jiet Lim, Emmanuel Ofori Osei, et al. Effect of Cocoa Beverage and Dark Chocolate Consumption on Blood Pressure in Those with Normal and Elevated Blood Pressure: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Foods* 2022, 11(13): 1962; <https://doi.org/10.3390/foods11131962>
5. Bogumiła Urbańska, Jolanta Kowalska. Comparison of the Total Polyphenol Content and Antioxidant Activity of Chocolate Obtained from Roasted and Unroasted Cocoa Beans from Different Regions of the World. *Antioxidants* 2019, 8(8):283; <https://doi.org/10.3390/antiox8080283>
6. Izabela Salvador, Adna P Massarioli, Anna PS Silva, et al. Can we conserve trans-resveratrol content and antioxidant activity during industrial production of chocolate? *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2019, 99(1):83-89. <https://doi.org/10.1002/jsfa.9146>
7. Christine Counet, Delphine Callemien, Sonia Collin. Chocolate and cocoa: new sources of trans-resveratrol and trans-piceid. *Food Chemistry*. 2006, 98:649–657.
8. Dimas Rahadian Aji Muhammad, Valérie Lemarcq, et al. Antioxidant activity and quality attributes of white chocolate incorporated with Cinnamomum burmannii Blume essential oil. *J Food Sci Technol* (May 2020) 57(5):1731–1739. <https://doi.org/10.1007/s13197-019-04206-6>
9. Na Mi Kim, Jin-Hee Choi, Hae Yeon Choi. Antioxidant Activity and Quality Characteristics of Cookies Prepared with Cacao Bean Husk (Theobroma cacao Linn.) Powder. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition* 2021; 50(1): 45-53, <https://doi.org/10.3746/jkfn.2021.50.1.45>
10. Simona Jaćimović, Jelena Popović-Djordjević, Beka Sarić, Aleksandar Krstić, Violeta Mickovski-Stefanović, Nebojša Đ. Pantelić. Antioxidant Activity and Multi Elemental Analysis of Dark Chocolate, *Foods* 2022, 11(10), 1445; <https://doi.org/10.3390/foods11101445>

დავიდ ჩხიკვიშვილი, ირაკლი ჩხიკვიშვილი, ნუნუ გოგია, მანანა  
 ესაიაშვილი

**АНТИОКСИДАНТНАЯ АКТИВНОСТЬ И СОДЕРЖАНИЕ РЕСВЕРАТРОЛА  
 В ОБРАЗЦАХ КАКАО И ШОКОЛАДА**

Институт Медицинской Биотехнологии им. Бахуташвили, Тбилисского Государственного  
 Медицинского Университета

**РЕЗЮМЕ**

Исследовали антиоксидантную активность и количество ресвератрола в образцах какао и шоколада. Было обнаружено, что количество ресвератрола коррелирует с антиоксидантной активностью. Самая высокая антиоксидантная активность и количество ресвератрола были обнаружены в образце турецкого какао, а самые низкие – в молочном шоколаде. Среди образцов шоколада по количеству ресвератрола выделяется темный шоколад с 70% какао-продуктов. Польза шоколада связана не только с процентным содержанием какао-продуктов на этикетке, но и с технологией изготовления и качеством самого какао. Представленная работа дает возможность выявить более полезные образцы шоколада и какао на основе антиоксидантной активности и количества ресвератрола. Соответственно, пользователь может остановить свой выбор на более полезном образце шоколада и какао.

დავით ჩხიკვიშვილი, ირაკლი ჩხიკვიშვილი, ნუნუ გოგია, მანანა ესაიაშვილი  
**ანტიოქსიდანტური აქტივობა და რესვერატროლის რაოდენობა კაკაოს და შოკოლადის  
 ნიმუშებში**

თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის ვლ. ბახუტაშვილის სახელობის სამედიცინო  
 ბიოტექნოლოგიის ინსტიტუტი

**რეზიუმე**

შესწავლილი იყო კაკაოს და შოკოლადის ნიმუშებში ანტიოქსიდანტური აქტივობა და რესვერატროლის რაოდენობა. დადგინდა, რომ რესვერატროლის რაოდენობა კორელაციაშია ანტიოქსიდანტურ აქტივობასთან. ყველაზე მაღალი ანტიოქსიდანტური აქტივობა და რესვერატროლის რაოდენობა იყო კაკაოს თურქულ ნიმუშში, ხოლო ყველაზე დაბალი რძის შოკოლადში. შოკოლადებს შორის რესვერატროლის რაოდენობით გამოირჩევა მუქი შოკოლადი 70%-ანი კაკაოს პროდუქტების შემცველობით. შოკოლადის სარგებლიანობა დამოკიდებულია არა მხოლოდ ეტიკეტზე დატანილი კაკაოს პროდუქტების პროცენტულ რაოდენობაზე, არამედ დამზადების ტექნოლოგიაზე და კაკაოს ხარისხზე. წარმოდგენილი ნაშრომი შესაძლებლობას იძლევა ანტიოქსიდანტური აქტივობის და რესვერატროლის რაოდენობის მიხედვით, დავადგინოთ უფრო სასარგებლო შოკოლადის და კაკაოს ნიმუშები. შესაბამისად მომხმარებელმა შეაჩეროს არჩევანი უფრო სასარგებლო ნიმუშის შეკვლაზე და კაკაოზე.

ღ