

## სუბტროპიკული ხურმის სამომხმარებლო ღირებულება და წარმოების გაფართოების პერსპექტივები

ავთანდილ ცინცილაძე<sup>1</sup>; მერაბ არძენაძე<sup>2</sup>, ნუნუ კუტალაძე<sup>3</sup>, დოდო აბულაძე<sup>4</sup>

<sup>1</sup>ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის აგრარული და მემბრანული ტექნოლოგიების ინსტიტუტი. ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი

<sup>2</sup>ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის აგრარული და მემბრანული ტექნოლოგიების ინსტიტუტი. ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი

<sup>3</sup>ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის აგრარული და მემბრანული ტექნოლოგიების ინსტიტუტი. სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა დოქტორი

<sup>4</sup>ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის აგრარული და მემბრანული ტექნოლოგიების ინსტიტუტი. მეცნიერ მუშაკი

### აბსტრაქტი:

სტატია მიმოხილვითი ხასიათისაა. გამოკვლეულია და წარმოდგენილია ხურმის ნაყოფების მორფოლოგიური მახასიათებლები, ბიოქიმიური მაჩვენებლები. მცენარის უპირატესობები სხვა ხილთან მიმართებაში. კვლევებით დგინდება, რომ ხურმის ნაყოფები მაღალი კვების ღირებულებით გამოირჩევიან, თუმცა მასზე მოთხოვნის ხარისხს და წარმოების მასშტაბებს ამცირებს მთრთიმლავი ნივთიერებების (ფლავანოიდების) მაღალი შემცველობა. თავისუფალი ფლავანოიდების მაღალი შემცველობა აუარესებს გემურ თვისებებს. აქვე აღსანიშნავია, რომ ფლავანოიდებს გააჩნიათ მაღალი ბიოლოგიური და სამკურნალო ღირებულება და მისი შემცველობა ხურმაში სხვა ხილთან შედარებით რამდენჯერმე მაღალია.

მიმოხილვის ანალიზმა აჩვენა, რომ თავისუფალი ფლავანოიდების მოცილებით გემური თვისებები უმჯობესდება, თუმცა სამკურნალო/ბიოლოგიური ღირებულება უარესდება. მიზანშეწონილია ტექნოლოგიური პროცესების წარმართვისა და ყურადღება გამახვილდეს ფლავანოიდების არა მოცილებაზე არამედ გადაფარვაზე სხვადასხვა გემური დანამატების გათვალისწინებით. რეკომენდირებულია რძეპროდუქტების დანამატების გამოყენება სიმწკლარტის გადაფარვისათვის და კვებითი და ბიოლოგიური ღირებულების გაზრდისათვის.

ხურმის გადამუშავების ტექნოლოგიური პროცესების გამარტივებით და გემური თვისებების გაუმჯობესების მოხერხდება ხურმაზე მოთხოვნილების ხარისხის გაზრდა, რაც

თავის მხრივ გამოიწვევს წარმოების მასშტაბების ზრდას. რეკომენდაცია ეძლევა ხურმის გადამამუშავების უნარჩენო ტექნოლოგიას და შუალედური ნახევარფაბრიკატული პროდუქციის (კონცენტრატებისა და ფხვნილების) წარმოებას, რაც გაზრდის ხურმაზე სეზონის ხანგრძლივობას.

**საკვანძო სიტყვები:** ხურმა, ხურმის პროდუქცია, ხურმის გადამამუშავება

წინამდებარე სტატია მიმოხილვითი ხასიათისაა და მისი მიზანი იყო გამოგვეკვლია საქართველოში გავრცელებული ადმოსავლური ხურმის წარმოების გაფართოების მიზანშეწონილობა და პერსპექტივები საქართველოსა და მსოფლიო მიღწევების შესწავლის საფუძველზე. ამ მიმართულებით ჩვენი სამეცნიერო გუნდი მუშაობდა 1985-2000 წლებში, მაგრამ პროექტების დაფინანსების შეწყვეტის გამო სამუშაოები იქნა შეჩერებული და დაკონსერვებული. ამჟამად გამოინახა საშუალებები ხურმის პროექტის აღდგენისა და გაგრძელების, რაც გვადლევს საშუალებას გავაგრძელოთ სამეცნიერო პრაქტიკული ღონისძიებები ხურმის მოხმარების გაზრდის და წარმოების გაფართოების საფუძველების შესაქმნელად.

სუბტროპიკული ხურმა ერთ ერთი მნიშვნელოვანი პროდუქტია საქართველოს სოფლის მეურნეობისათვის. ის მაღალი მოსავლიანობით, კვებითი ღირებულებით, ბუნებრივ პირობებთან მაღალი შემგუებლობით და გამძლეობით, წარმოების დაბალი დანახარჯებით გამოირჩევა. მიუხედავად ამ უპირატესობებისა მისი გავრცელების მოცულობა სხვა ხეხილოვნებთან შედარებით დაბალია. ჩვენი კვლევები აჩვენებს, რომ ნაყოფი ძირითადად გამოიყენება ნედლი სახით. წარმოების საერთო მოცულობის მცირე რაოდენობა გამოიყენება ჩირის წარმოებაში და უფრო მცირე რაოდენობა გადამამუშავდება ალკოჰოლური სასმელებისათვის. ჩვენი მრავალი მეცნიერი ცდილობდა ტექნოლოგიური გადამამუშავების განვითარების გზით გადაეწყვიტა წარმოების მოცულობების გაზრდის პრობლემა, თუმცა ობიექტური, თუ სუბიექტური ფაქტორების ზეგავლენით პრობლემა ვერ მოგვარდა.

საქართველო 2022 წლის სტატისტიკით /85/ აწარმოებს 15,4ატ.ტონა ხურმის ნაყოფს, რომელიც არის მსოფლიო წარმოების მოცულობის დაახლოებით 0,3%, თუმცა ამ მცენარეს დიდი მნიშვნელობა აქვს ქართული ეკონომიკისათვის. აქედან ხდებოდა ყოფილი საბჭოთა კავშირის დახურული სივრცის მომარაგება ნედლი ხურმის ნაყოფითა და ჩირით. დღეისათვის ეს ბაზარი გახსნილია და გაჩნდა საკმაოდ მძლავრი კონკურენცია ამ სივრცეზე. იმისათვის, რომ ეს ბაზრები არ დაიკარგოს ქართული ეკონომიკისათვის საჭიროა ბაზრებს შევლავაზოთ უფრო მაღალხარისხოვანი და კონკურენტუნარიანი პროდუქტები.

საქართველოში გავრცელებულია და პრაქტიკული მნიშვნელობისაა სამი სახის ხურმის მცენარე /86/: ვირჟინიული, კავკასიური და ადმოსავლური (სუბტროპიკული) ხურმა. პირველი ორი გამოიყენება საძირედ, მესამე სანაყოფედ. საქართველოში სანაყოფე ხურმის ჯიშები 1888-

1889 წწ შემოიტანეს იტალიიდან (ძირითადად იაპონური ჯიშები). ის კარგად შეეგუა საქართველოს ბუნებრივ პირობებს და ციტრუსებისაგან განსხვავებით დღეს საქართველოს ყველა რეგიონში გვხვდება. საჰექტარო მოსავლიანობა 40 ტონამდეა.

საქართველოში გავრცელებულია ხურმის 100-ზე მეტი ჯიში. ისინი დამწიფების მიხედვით იყოფიან: ადრემსხმოიარე (ოქტომბრის ბოლო-ნოემბრის დასაწყისი) - ტსურუ-ნოკო, გომო-გაკი, ტანენაში, ნიტარი, XX საუკუნე, მინო-ტსურუ, სიდლესი; საშუალო (ნოემბერში) - ხიაკუმე, ტსურუ-გაკი, ხაჩია, კურო-კუმა, ზენჯი-მარი, გომო, ფუიო; გვიანმსხმოიარე (ნოემბრის ბოლო-დეკემბერი) - ტსურუ, დჟირო, ტომოპანი, ჩინებული, ტაკურა, გეილი, იემონი, კიარა, დაი-დაი-მარუ, აიზუ მიშირაზუ /76/.

სიმწკლარტის ხარისხის მიხედვით ხურმა იყოფა: მწკლარტე - ხაჩია, ტანენაში, გომო, ტამოპანი, სიდლესი, ადრეულა, სოიო, აიზუ მიშირაზუ, ემონი, კოსტატა; არამწკლარტე - ჩინებული, XX საუკუნე, ფუიო; ვარირებადი (რომელთა სიმწკლარტე დამოკიდებულია დამამტვრიანებელზე) - ხიაკუმე, გომო-გაკი, ზენჯი-მარუ, ტსურუ-ნოკო, გეილი, მარუ, კურო-კუმა, ტეიდელმონი /76/.

შედარებით მსხვილი ნაყოფებით გამოირჩევა შემდეგი ჯიშები, მმ<sup>3</sup>: ხაჩია - 234,8, ხიაკუმე - 176,8, ტომოპანი დიდი - 224,1, ჩინებული - 166,5, გომო-გაკი - 161,0, სიდლესი - 137,3; წვრილი ნაყოფებით შემდეგი ჯიშები, მმ<sup>3</sup>: ზენჯი მარუ - 107,0, აიზუ მიშირაზუ - 99,7 /76/.

ხურმის წარმოშობა ჩრდილოეთ ჩინეთია /74/. ის ნარას პერიოდში (710-794წწ) შეიტანეს იაპონიაში. იქ ხურმის 800-დან 1000-მდე ჯიშია/73/. ხურმა გავრცელებული პროდუქტია მისი ტრადიციული წარმოების ქვეყნებში: ჩინეთში, სამხრეთ კორეაში და იაპონიაში /3/. ბოლო პერიოდში /4/ მისი პოპულარობა გაიზარდა ისეთ ქვეყნებში, როგორებიცაა ბრაზილია, ესპანეთი, იტალია, პორტუგალია. აქედან ხურმის უმსხვილესი მწარმოებელია ჩინეთი (3,03მლნ.ტონა), მას მოყვება ესპანეთი (400000 ტონა), სამხრეთ კორეა (300000 ტონა), იაპონია (225000 ტონა), ბრაზილია (182000 ტონა). პორტუგალიაშიც იზრდება ხურმის პლანტაციების მოცულობები. საერთო ჯამში ხურმის წარმოების მსოფლიო მოცულობა შეადგენს 5 მლნ ტონამდე, რომელიც არის 0,75% ხილის მსოფლიო წარმოების. ხურმა სეზონური პროდუქტია. ის ხელმისაწვდომია წლის ძალიან მოკლე პერიოდში. მისი ყიდვა ევროპაში შესაძლებელია გვიან შემოდგომაზე და ზამთრის დასაწყისში (სექტემბერი-დეკემბერი) /5,6/.

კავკასიაც ითვლება ხურმის სამშობლოდ. აქ გავრცელებულია კავკასიური ხურმის სახეობები. საქართველოში გვხვდება 190-მდე სახეობა და 100-მდე ჯიში. მათი ნაწილი ნაყოფისმომცემია, ნაწილი გამოიყენება, როგორც ძვირფასი მერქანი. ნაყოფისმომცემი მცენარეების ჯიშები ძირითადად შემოტანილია იაპონიიდან, არის ადგილზე გამოყვანილი ჯიშებიც. ხურმის მოსავლის აღება ხდება ოქტონბერ-დეკემბრის პერიოდში /76/.

ხურმაზე მრავალი კვლევაა ჩატარებული. ზოგიერთი ავტორის კვლევის შესაბამისად ნაყოფი შეიცავს 80,3% წყალს, 0,58% ცილებს, 0,19% ცხიმებს, 18,6% ნახშირწყლებს და ზოგიერთ მინერალებს (კალციუმი, კალიუმი, მაგნიუმი, ნატრიუმი, რკინა, თუთია, სპილენძი, მარგანეცი, ფოსფორი, სელენი), 1,48გრ უჯრედის და 7,5მგ ასკორბინის მჟავას /21,22/. ხურმის

კვებითი და ბიოლოგიური ღირებულების შესახებ დეტალურად არის აღწერილი სამეცნიერო წყაროში /2/, რომლის მიხედვითაც რეკომენდირებული დღიური ნორმა ხურმის შეადგენს 100-150გრ-ს /23/.

დიდია ქართველი მეცნიერების წვლილი ხურმის ნაყოფის შესწავლაში. გასული საუკუნის 70-იან წლებში ჩატარდა ფუნდამენტალური კვლევები ამ მიმართულებით. შესწავლილი იქნა 27 სახეობის ხურმის ნაყოფის ბიოქიმიური მაჩვენებლები /76/. მონაცემები გვიჩვენებს, რომ ხურმის ნაყოფი მაღალი კვებითი ღირებულების პროდუქტია. მშრალი ნივთიერების შემცველობა ვარირებს 14,1-22,4%-ის ფარგლებში. მათ შორის შაქრები მოცემულია გლუკოზა-ფრუქტოზის სახით და შემცველობა ვარირებს 14,2-20,5%-ს ფარგლებში. საქაროზა მოცემულია ძალიან მცირე რაოდენობით - 0,2-2,4%-ის ფარგლებში. დიდია პექტინის შემცველობა - 0,5-2,1%-ის ფარგლებში (ძირითადად პროტოპექტინი). ხურმა გამოირჩევა დაბალი მჟავიანობით - 0,004-0,17%-ის ფარგლებში. განსაკუთრებით საყურადღებოა პოლიფენოლების შემცველობა, რომელიც ვარირებს 0,06-2,35%-ის ფარგლებში. მათ შემცველობაზეა დამოკიდებული სიმწკლარტის შეგრძნება. კვლევებით დგინდება, რომ ეს მაჩვენებელი განსაზღვრავს მოთხოვნილების ხარისხს ბაზარზე. შედარებით მაღალია მოთხოვნილება არამწკლარტე ხურმის ნაყოფებზე. აქვე აღსანიშნავია, რომ პოლიფენოლების შემცველობა განსაზღვრავს ხურმის ნაყოფების მდგრადობას სხვადასხვა ფიტოპათოგენური მიკროორგანიზმების მიმართ. ხურმის ნაყოფებში ვიტამინ C-ს შემცველობა ციტრუსებთან შედარებით დაბალია (7,4-26,6მგ%). მიუხედავად იმისა, რომ ნაყოფები მოყვითალო ფერისაა, ხურმაში კაროტინოიდების შემცველობა დაბალია - 0,033-0,38მგ%. როგორც ჩანს ყვითელ ფერს განსაზღვრავს ლიკოპინი, რომელიც 10-20-ჯერ მაღალია კაროტინთან შედარებით /76 /.

ჰუსეინინეჯადი, გონსალესი და ჰერნანდო თავიანთ კვლევებში /55/, თემაზე „კვების პროდუქტებისა და ინგრედიენტების წარმოება აგროსამრეწველო გადამამუშავების თანმდევი პროდუქტების ღირებულების გაზრდის ხარჯზე“ აცხადებენ, რომ ხურმა მდიდარია კვებითი და ბიოაქტიური ნივთიერებებით. თუმცა მალფუჭადობის, დაბალი შენახვისუნარიანობის, ტრანსპორტაბელობის და სხვა ფაქტორების ზეგავლენით მაღალი დანაკარგებით გამოირჩევა. ამიტომ ისინი თავის კვლევებს მიმართავენ ხურმისათვის უნარჩენო ტექნოლოგიების შემუშავების მიმართულებით, რაც ითვალისწინებს ძვირფასი ნარჩენების მართვას და ახალი სახის პროდუქტების წარმოებას.

სტატიაში /1,2/ აღნიშნულია, რომ ხურმის ფიტოქიმიური პროფილი შედგება კაროტინოიდებისაგან, ანტოციანინებისაგან, ორგანული მჟავებისა და ფენოლური ნაერთებისაგან, რომლებიც განსაზღვრავენ მის ბიოლოგიურ ღირებულებას. ეს ნივთიერებები აუმჯობესებენ ადამიანის ჯამრთელობას და ამცირებენ გულსისხლძარღვთა, სიმსივნურ, დიაბეტურ, სიმსუქნის დაავადებებს. მიზანშეწონილია გლობალური სასურსათო კრიზისის პირობებში კვების რაციონში ხურმის პროდუქტების ჩართვა. აგრეთვე უნდა გაფართოვდეს ხურმის გამოყენება სხვადასხვა პროდუქტების (ბიოსაწვავი, ნატურალური საღებავები,

ზრდის რეგულატორები, ბიოდეგრადირებადი პოლიმერები, ანტიმიკრობული პრეპარატები, ემულგატორები) მისაღებად. უნდა მოხდეს უნარჩუნო წარმოება.

საკვები ნივთიერებები უფრო მეტი რაოდენობითაა კანში ვიდრე რბილობში /7/, თუმცა როგორც წესი ის იყრება ნედლი მოხმარებისას და ჩირის წარმოებისას. ჩირის წარმოება ფართოდაა გამოყენებული ჩინეთში და იაპონიაში და ის გამოიყენება მრავალ კულინარიულ რეცეპტში /8/.

ხურმა ფართოდ გამოიყენება ტრადიციულ ჩინურ მედიცინაში (ჰიპერტონია, სისხლჩაქცევა, სხეულის ტემპერატურის შენარჩუნება, ჟანგვითი პროცესების შენარჩუნება, დიაბეტი, ათეროსკლეროზი) /9, 10, 11/. ის ასევე გამოიყენება ფილტვებისა და კუჭნაწლავის პროფილაქტიკური მკურნალობისათვის, ყელის ტკივილის, სარძევე ჯირკვლების პრობლემების და უძილობის დროს /12, 13/.

ზოგიერთი კვლევით ხურმას აქვს სიმსივნის საწინააღმდეგო ეფექტი /14,15/, იცავს დისლიპიდემიისაგან /16/, ხელს უწყობს ანტიჰიპერქოლესტერინემიურ, ანტიოქსიდანტურ და დიაბეტის საწინააღმდეგო ზემოქმედებას /17,18,19/. ეს თვისებები პირდაპირ კავშირშია ხურმის ანტიოქსიდანტებთან, ვიტამინებთან, ფენოლურ ნაერთებთან და კაროტინოიდებთან /13,20/.

თუ შევადარებთ სუბტროპიკული ხურმის ბიოლოგიურ და კვებით ღირებულებას საქართველოში გავრცელებულ სხვა სახის ხილთან, დავინახავთ რომ მისი მაჩვენებლები არაფრით ჩამოუვარდება მაღალი კვებითი ღირებულების არც ერთი ხილის კვებითი ღირებულების მაჩვენებლებს (ლევდი, ყურძენი, ვაშლის ზოგიერთი ჯიშები), ხოლო ციტრუსებზე გაცილებით მაღალი კვებითი ღირებულება გააჩნია.

ჩვენი კვლევების შედეგების ანალიზი ცხადყოფს, რომ ტექნოლოგიური პრობლემების მოგვარების შემთხვევაში ხურმა შეიძლება იქცეს მაღალრენტაბელურ ნედლეულად და ეკონომიკაში მნიშვნელოვანი შემოსავლები მოიტანოს. აღსანიშნავია, რომ მცენარე მაღალყინვაგამძლეა (ტემპერატურული მინიმუმი  $-20^{\circ}\text{C}$ ) ციტრუსებთან შედარებით ტემპერატურული მინიმუმი  $-3-7^{\circ}\text{C}$ ), მაღალმოსავლიანი და დაბალხარჯიანია. აღნიშნული მდგომარეობა მოითხოვს გამოსწორებას და ამ პრობლემის მოხსნისათვის საჭიროა მუშაობა სელექციური და ტექნოლოგიური გაუმჯობესების მიმართულებით.

ყველაზე მეტად საყურადღებოა ხურმის ფენოლური ნაერთები. ისინი ერთი მხრივ განსაზღვრავენ მის მაღალ ბიოლოგიურ ღირებულებას, ხოლო მეორეს მხრივ აუარესებენ გემოვნურ თვისებებს, რაც ჩვენი აზრით ძალიან ამცირებს მოთხოვნილების ხარისხს ამ ნაყოფზე. ამიტომაც მეცნიერები და პრაქტიკოსები ცდილობენ გამონახონ გზები ფენოლური ნაერთების შემცირებისკენ. დღეისათვის პრაქტიკაში იყენებენ ნაყოფების დამუშავებას (ეთილენში,  $\text{CO}_2$ -ში, 2% ჰექსინის ხსნარში, ფერმენტულ პრეპარატში, სირიფებში და სხვა), რაც ართულებს ტექნოლოგიურ პროცესებს და ზრდის დამუშავების დანახარჯებს და დროს.

აღსანიშნავია ის, რომ ხურმიდან ფენოლური ნაერთების მოცილება აუმჯობესებს გემოვნურ თვისებებს, თუმცა უარესდება ბიოლოგიური ღირებულება. აღსანიშნავის ფენოლური ნაერთების ანტიოქსიდანტური თვისებები (რეაქცია თავისუფალ რადიკალებზე და მეტალების, მათ შორის მძიმე მეტალების ხელატირება), რომელიც ხელს უწყობს ორგანიზმიდან ტოქსიკური ელემენტების გამოდევნას და განსაზღვრავს მის რადიოპროტექტორულ თვისებებს /24,25,26/. ამიტომაც ეს ნივთიერებები გამოიყენება ტრადიციულ მედიცინაში /27, 28/ და იყენებენ სიმსივნური დაავადებების (კიბო) და გულსისხლძარღვთა პათოლოგიების სამკურნალოდ. დამატებით ფენოლურ ნაერთებს ახასიათებს სხვა მნიშვნელოვანი თვისებები, როგორებიცაა ანტიატეროგენული, სიმსივნის საწინააღმდეგო და ანთების საწინააღმდეგო თვისებები.

საინტერესო ანალიზები აქვთ გაკეთებული მეცნიერებს ჩენს, ფანს და მათ კოლეგებს /29/. კვლევის შედეგად დაადგინეს, რომ ხურმა შეიცავს ეპიგალოკატექინებს, ეპიკატექინებს, კატექინებს, ქლოროგენურ მჟავას, გალის მჟავას და კოფეინის მჟავას. მათი შედარების მიხედვით ხურმაში ფენოლების საერთო რაოდენობამ შეადგინა 170მგ/100გრ, ყურძენში 100მგ/100გრ, ვაშლში 40მგ/100გრ, პომიდორში 20მგ/100გრ /29, 30/.

ხუმის მწკლარტე გემოს განსაზღვრავს კონდენსირებადი მთრმთიმლავი ნივთიერებები (ანუ პროანტოციანიდინები), რომლებიც განლაგებულია სპეციფიკური უჯრედების ვაკუოლებში. მათ უწოდებენ „ტანინურ უჯრედებს“, ისინი პასუხს აგებენ სიმწკლარტეზე, ანუ სიმშრალის და სიმწკლარტის შეგრძნებაზე ანუ პერორალური (პირის ღრუს) ცილების შედეგებზე /31/. დამწიფებასთან ერთად ტანინის შემცველობა მცირდება და მცირდება მწკლარტე გემოს წარმოქმნის რისკიც მწკლარტე ხურმებში /32/. მწკლარტე გემოს შემცირება დამოკიდებულია არა მარტო ტანინის შემცირებასთან, არამედ ხსნადი ტანინების გადასვლასთან უხსნად ფორმაში /33/. აღსანიშნავია ისიც, რომ დამწიფებასთან ერთად ხურმის მწკლარტე ჯიშებში ხსნადი ტანინების მნიშვნელოვანი რაოდენობა რჩება /34/.

დღევანდელ პირობებში ძალიან გაზრდილია ჟანგვითი სტრესის დაავადებები, როგორებიცაა ათეროსკლეროზი, ანთებითი და სიმსივნური დაავადებები /35/. დადგენილია, რომ ფენოლური ნაერთები ზემოქმედებს ისეთ დაავადებებზე, როგორიცაა სიმსივნე, ათეროსკლეროზი, გულსისხლძარღვთა დაავადებები, ჰიპერტენზია, შაქრის დიაბეტი, იშემიური/რეპერფუზიური დაზიანება, ნეიროდეგენერატიული დაავადებები (მაგალითად პარკინსონის და ალცგეიმერის დაავადებები) /35/. დადგენილია კავშირი ჟანგბადის აქტიური ფორმებისა სიმსივნესთან, გულსისხლძარღვთა სისტემებთან. ანტიოქსიდანტები ითვლება ძალიან პერსპექტიულ საშუალებად აღნიშნული დაავადებების სამკურნალოდ. ამიტომ ფენოლური ნაერთებით (ეპიგალოკატექინი, ეპიკატექინი, კატექინი, ქლოროგენის მჟავა, გალის მჟავა, კოფეინის მჟავა), კაროტინით, პროციანიდინით, ასკორბინის მჟავით მდიდარი ხილ-ბოსტნეულის დიეტა ამცირებს ამ მძიმე დაავადებების რისკს /29, 36, 37, 38/. ხურმის ფენოლური ნაერთები 20-ჯერ უფრო ეფექტურია ვიდრე კლასიკური ანტიოქსიდანტი ვიტამინი E /39/. ფენოლური მჟავების ძლიერი ანტიოქსიდანტური პოტენციალი დამტკიცებულია ზოგიერთი ავტორის მიერ /40,41/. in vivo ორ in vitro კვლევები ადასტურებს,

რომ ხურმის ქიმიური შემადგენლობა ზემოქმედებს და იცავს ორგანიზმს თავისუფალი რადიკალებისაგან და აქედან გამომდინარე ადამიანს თავიდან აცილებს ზოგიერთ დაავადებებს /42, 43, 44, 45, 46/.

ხურმის სიმწკლარტეს განსაზღვრავს ტანინები, რომელიც არის ეპიგალოკატეჩინის, ეპიკატეჩინის და მათი გალოილური ნაერთების კონდენსაციის პროდუქტი. დამწიფების პროცესში ხურმის ნაყოფში წარმოიქმნება აცეტალდეჰიდი და წარმოიქმნება განივი კავშირები წყალში ხსნად ტანინებთან და წარმოიქმნება უხსნადი ტანინის პოლიმერები, რაც ამცირებს სიმწკლარტეს. ამას გარდა დამწიფების პროცესში წყალში ხსნად ტანინზე ზემოქმედებს ჟანგითი პოლიმერიზაციის პროცესები, რომელშიც მონაწილეობს ფერმენტი პოლიფენოლოქსიდაზა და ტანინი ხდება უხსნადი პოლიმერი, რაც ამცირებს სიმწკლარტეს და ზრდის სიტკბოს მაჩვენებელს.

კვლევები ამ მიმართულებით ჩატარებულია საქართველოშიც, გასული საუკუნის 50-70-იან წლებში მეცნიერების ნიჟარაძის, ფიშმანის და სხვა კვლევების მიერ /76, 77, 78/. მათი მტკიცებით ხურმის მწკლარტე გემო დაკავშირებულია მთრმთიმლავი ნივთიერებების (პოლიფენოლების) შემცველობასთან. მართლაც, მწკლარტე ჯიშებში (ხაჩია, ტანენაში) პოლიფენოლების შემცველობა მერყეობს 1,84-1,87%-ის ფარგლებში, ხოლო არამწკლარტე ჯიშებში (ჩინებული, XX საუკუნე) 0,25-0,48%-ის ფარგლებში. ფრიად საყურადღებოა ის ფაქტი, რომ მწკლარტე ხურმის ჯიშებში დამწიფებასთან ერთად იცვლება მასში შემავალი მთრმთიმლავი ნივთიერებების შემადგენლობა. მაგალითად ხურმა ხაჩიაში თავისუფალი და შეკავშირებული მთრმთიმლავი ნივთიერებები დამწიფებასთან ერთად იცვლება შემდეგნაირად, %: მწვანე ნაყოფი: თავისუფალი 0,83%, შეკავშირებული 0,28%; ტექნიკური სიმწიფის ნაყოფი: თავისუფალი 0,38%, შეკავშირებული 0,67%; მწიფე ნაყოფი: თავისუფალი 0%, შეკავშირებული 1,05% /76/. ასეთივე კანონზომიერებით იცვლება მთრმთიმლავი ნივთიერებები სხვა სახის ხურმის ნაყოფებშიც. თერმული დამუშავების პროცესში ხურმის მწკლარტე გემო განიცდის აღდგენას, ე.ი. ამ პროცესში შეკავშირებული მთრმთიმლავი ნივთიერებები იშლება თავისუფალ მთრმთიმლავ ნივთიერებად, რაც აღადგენს მწკლარტე გემოს. აქედან გამომდინარე სიმწკლარტის გასანეიტრალებლად ყურადღება უნდა მიექცეს თავისუფალი მთრმთიმლავი ნივთიერებების მოცილების ან გადაფარვის პროცესებს.

ბოლო პერიოდის მსოფლიო კვლევები ძირითადად მიმართული იყო ხურმის ბიოფიზიოლოგიური ფუნქციების განსაზღვრაზე. ის ითვალისწინებდა ანტიოქსიდანტურ, ჰიპოლიპიდემიურ, ათეროსკლეროზული პროფილაქტიკის, ანტისიმსივნურ და ანტივირუსული აქტიურობის კვლევებს /55,56/. სასურსათო დეფიციტის პირობებში აქტუალური გახდა ნარჩენების (კანი, თესლები, გამოუყენებელი რბილობი) გადამუშავება, რათა გაადვილდეს მათი მოხმარება. აგრეთვე ეს ხელს უწყობს ლოჯისტიკური და ეკონომიკური პრობლემების გადაწყვეტასაც /57, 58, 59, 60/. ნარჩენების (გვერდითი პროდუქტების) გადამუშავება თანხმდება მდგრადი განვითარების მიზანთან, რომელიც გათვალისწინებულია გაეროს 2030 წლამდე მდგრადი განვითარების დღის წესრიგით /61/.

ხილბოსტნეულის ბაზრების გლობალიზაციამ გამოიწვია გადაჭარბებული წარმოება და პოტენციურად ძვირფასი ნარჩენების წარმოქმნა. გლობალური ბუნების დაცვის ღონისძიებები აიძულებს წარმოებებს შეამცირონ ნარჩენები, რადგან ისინი უარყოფითად ზემოქმედებენ ბუნებაზე. აღნიშნულის გამო ნარჩენების შემცირებისა და უნარჩენო ტექნოლოგიებზე მოთხოვნილებები იზრდება. იზრდება მოთხოვნები მაცხოვრებელთა ჯამრთელობის გაუმჯობესების ღონისძიებებზე. ბაზრებზე გაჩნდა ისეთი პროდუქტები, როგორებიცაა ბიოლოგიურად აქტიური დანამატები, ფუნქციონალური დანიშნულების პროდუქტები. ისინი ძირითადად იწარმოება ნარჩენების საფუძველზე /47/. ლუკას გონსალესმა და მისმა კოლეგებმა წარმოადგინეს ხურმის ფქვილი, რომელიც მიიღეს ხურმის წვენი ნარჩენებისგან (გამონაწიხებისგან). კვლევებმა დაადგინა ხურმის ფქვილის ხელატური აქტიურობა რკინის იონების მიმართ, ანტიოქსიდანტური აქტიურობა, რადიკალების მიმართ აქტიურობა. კვლევების საფუძველზე გაიცა რეკომენდაციები კვების პროდუქტებში ხურმის ფქვილის ჩართვის თაობაზე, იმისათვის რომ შეივსოს ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების დეფიციტი /48/. ცდები ჩატარებული იქნა ფქვილურ პროდუქტებზე, რძეპროდუქტებზე, პასტებზე და სხვა /49, 50, 51, 52/.

სავაზე და მისი კოლეგები კვლევებში /73/ ამტკიცებენ, რომ 1000მ<sup>2</sup> ფართობზე დამწიფების პროცესში იკარგება 100-400კგ ხურმა. საერთო ფართობებზე გადაანგარიშებით ეს არის ძალიან დიდი გამოყენებული რესურსი, რომელიც მიზანშეწონილია იყოს გამოყენებული ხანდაზმული ადამიანების კვებაში მასში შემავალი ბიოაქტიური ნივთიერებების გამო. მათ გამოყვეს და იდენტიფიცირება გაუკეთეს 12 კომპონენტს დაუმწიფებელი ხურმიდან. აღმოჩნდა, რომ ეს ნივთიერებები მაღალი ბიოაქტიურობით გამოირჩევიან და ხანდაზმულთა კვებაში მნიშვნელოვანია. დადგინდა კატეჩინის და მისი პოლიმერული ფორმის პროციანიდინის მაღალი აქტიურობა. აგრეთვე დაადგინეს, რომ 500 მგ/ლ კონცენტრაციის ხურმის ექსტრაქტი ვერ იწვევს ანტიმიკრობული ზემოქმედებას. ამ კვლევების საფუძველზე მათ შეიმუშავეს აქტიური ნივთიერებების მიკროკაფსულირების ტექნოლოგიური პროცესი და ფიქრობენ მომავალში მოახდინონ კლინიკური კვლევები. მიღებული შედეგები ამტკიცებენ დაუმწიფებელი ხურმის ექსტრაქტების მაღალ პოტენციალს ხანდაზმულების პროფილაქტიკური მკურნალობისათვის და კვებისათვის მნიშვნელოვანი რესურსია.

სტატიაში /53/ აღწერილია ხურმის წვენების წარმოების შესახებ. გაყიდვების ხელისშემშლელ ფაქტორად დასახელებულია სიმწკლარტე. ჩატარებული იქნა ცდები, რათა სიმწკლარტე არ გაზრდილიყო. თერმული დამუშავების შემდეგ (კუაგულაციის ტემპერატურამდე) ახდენენ გამოწიხებას და მიღებულ წვენს ამატებენ წყალს, ლიმონმჟავას და ფერმენტს „ამილაზა XML“. დაადგინეს, რომ ამილაზა 0,005%-ის ოდენობით ნაყოფების მასიდან აჩერებს სიმწკლარტის მომატებას. სხვა ნივთიერებების დამატებამ დადებითი შედეგი არ გამოიღო.

მასუდ სადიქ ბატ და მისი კოლეგები სტატიაში /54/ აღწერენ, რომ ადამიანის კვება დაკავშირებულია ჯამრთელობასთან, ამიტომ მიზანშეწონილია შეიქმნას ფუნქციონალური (განსაზღვრული თვისებების პროდუქტები), რომლებიც დადებითად იმოქმედებენ



ჯამრთელობაზე. ერთ ერთი მნიშვნელოვანი პროდუქტია ხურმა, რომელშიც შემავალი ფლავანოიდები დადებითად მოქმედებენ ისეთ დაავადებებზე, როგორებიცაა გულსისხლძარღვთა დაავადებები, ჟანგვითი სტრესი, შაქრის დიაბეტი და სხვა.

ხურმა ძირითადად გამოიყენება ნედლი სახით, თუმცა ბოლო წლებში გამოვიდა ახალი სახის სამრეწველო პროდუქტები, როგორებიცაა წვენები, ჯემი, გაუწყლოვებული ნაყოფი. მშარლი ხურმა იყიდება ისეთ ქვეყნებში, როგორებიცაა ტრადიციული (ჩინეთი, კორეა, და იაპონია /62/. ხურმის ფხვნილი გამოყენებული იქნა ღორის ღვიძლის პაშტეტის და პასტების რეცეპტურებში /63, 64, 65/, ხურმის ნაყინი და რძეპროდუქტები /66, 67/, ძმარი /68/, ღვინო /69/ და ხურმის სანელებელი /58, 59, 60/.

ხურმის მწკლარტე ჯიშები შეიცავენ 1-2% ხსნად ტანინებს და გააჩნიათ ძლიერი მწკლარტე გემო. CO<sub>2</sub>-ით ან ეთანოლით ანაერობული დამუშავება ზრდის აცეტილალდეჰიდის შემცველობას და აქრობს მწკლარტე თვისებებს. ფიქრობენ /75/, რომ ხურმის პოლიფენოლები მონაწილეობენ დიაბეტის გართულების, ათეროსკლეროზის, სიმსივნური, მეტასტაზირების, ანთებით, ოსტეოპოროზის, კანის დაბერების პროცესებში. სამკურნალო მიზნით შექმნეს კაფსულები, რომელსაც ცუდი გემური თვისებები გააჩნდა, ამის გადასაფარად კაპსულირების პროცესებში გამოიყენეს ციტრუსის არომატიზატორები (ციტრალი), რათა კაპსულის გემური თვისებები გაუმჯობესებინათ. აღსანიშნავია, რომ ფენოლურ ნაერთებს გადამუშავების პროცესში უყალიბდებათ ცუდი გემო და არომატი, წამლის მძაფრი გემო.

პრეპარატის მიღების პროცესი ხდებოდა შემდეგნაირად: დაუმწიფებელ მწკლარტე ხურმას გააცალეს კანი, რბილი დააბლენდერეს. შემდეგ ჩაუტარეს ჰომოგენიზირება და გააზავეს წყლით 3 ლ-მდე. ხსნარს დაუმატეს 7ლ მეთანოლი და დააყოვნეს ერთი კვირა ბნელ ადგილას. მიზანი იყო დაუწმენდელი ექსტრაქტების მიღება. დაწმენდა გაუკეთდა ვაკუუმ ფილტრაციით ნუტჩ-ფილტრზე და ჩაუტარდა კონცენტრირება ვაკუუმით. ექსტრაქტებიდან ბიოაქტიური ნივთიერებების გამოყოფა მოახდინეს ჰექსანით, შემდეგ 1-ბუთანოლით. ექსტრაგენტების 1-ბუთანოლიდან გამოყოფა განხორციელდა განმეორებითი ქრომატოგრაფიით სილიკაგელით და გელ-ფილტრაციით. მიღებული იქნა 12 კომპონენტი /73/.

ქართველმა მეცნიერებმა /76/ ხურმის ნაყოფიდან გამოყვეს პოლიფენოლების ჯამი, რომელიც წარმოადგენს თეთრი ფერის ამორფულ ფხვნილს და გააჩნია გამოხატული მწკლარტე გემო. ამ ფხვნილის ფიზიკო-ქიმიური მაჩვენებლები აჩვენებს, რომ მათ გააჩნიათ ლეიკოანტოციანური თვისებები, ანუ ხურმის პოლიფენოლების ძირითადი ნაწილი ლეიკოანტოციანებია. ამ ლეიკოანტოციანებიდან გამოყოფილი იქნა დელფინიდინი (ძირითადი ნაწილი) და ციანიდინი. ლეიკოანტოციანების პარალელურად პოლიფენოლების კომპლექსში აღმოჩენილია გალის მჟავა და კატექინური ბუნების ნივთიერებები. აღნიშნული მიუთითებს იმას, რომ მწკლარტე მთრმთიმლავი ნივთიერებები (პოლიფენოლები) P ვიტამინური აქტიურობისაა, რაც დადებითი მაჩვენებელია და განსაზღვრავს მის მაღალ ბიოლოგიურ ღირებულებას.

მსოფლიო მეცნიერები ბევრი მიმართულებით მუშაობენ რათა მიიღონ მომხმარებლისათვის მისაღები პროდუქცია. შედარებით გავრცელებული ფორმა ხურმის პროდუქტისა არის მშრალი ხურმა, რომელიც მიიღება ბუნებრივი შრობის შედეგად. ამ დროს ტექნოლოგიებში გათვალისწინებულია წინასწარი დამუშავების პროცესები. ხელოვნური შრობის გამოყენება ნაკლებად გამოიყენება, რადგან მშრალი პროდუქტის მიღებას ჭირდება ხანგრძლივი შრომა, რადგან პროცესის დაჩქარება იწვევს ზედაპირის გამაგრებას და პროდუქტი კარგავს სასაქონლო ღირებულებას. დროისა და ენერგოდანახარჯების გამო პრაქტიკოსები მიზანშეწონილად არ მიიჩნევენ ხურმის ხელოვნურ შრობას. კარგი შედეგები ვერ აჩვენა ჩიპსებისა და ჩხირების წარმოებამაც. სასაქონლო სახე მომხმარებლისათვის მიუღებელი არის. შედარებით კარგი შედეგები იქნა მიღწეული ხურმის სუბლიმაციური შრობისას /70/. ამ მეთოდის გამოყენებისას კარგად ნარჩუნდება ბიოლოგიურად აქტიური ნაერთები. გასათვალისწინებელია, რომ ეს მეთოდი ძალიან შრომატევადია და მაღალია ენერგოხარჯები, რაც ღირებულებას ზრდის /71/. ამავდროულად სუბლიმაციის წინ აუცილებელია სიმწლარტის (ხსნადი ტანინების) მოცილება რომელიმე მეთოდით, რადგან მიღებულ ნიმუშებს აქვთ მაღალი სიმლაშე /72/.

მსოფლიო პრაქტიკის გათვალისწინებით ჩვენი სამეცნიერო ჯგუფის მიერაც ჩატარებული იქნა მრავალმხრივი ექსპერიმენტები შაქრის სიროფის, ეთილენის და ეთილენის ორთქლის, კირის რძით, ელექტრული დენის, ფერმენტული პრეპარატების, პექტინოვანი ხსნარების გამოყენებით. შედარებით დადებითი მაჩვენებლები და სიმწკლარტის მოცილება მოხერხდა ეთილენში და ეთილენის ორთქლში ნაყოფების დამუშავებისას და შემდგომი დაყოვნებისას სიროფებში, აგრეთვე შედეგი გამოიღო კირის რძეში და პექტინის 2% ხსნარში დამუშავებამ და შემდგომ სიროფში დაყოვნებამ. ექსპერიმენტები ცხადყოფს, რომ სიმწკლარტე გამოწვეულია თავისუფალი პოლიფენოლებით, ამიტომ პროდუქტთა წარმოებისას უნდა მოხდეს თავისუფალი პოლიფენოლების მოცილება ან შეკავშირება. აქვე გასათვალისწინებელია ისიც, რომ შეკავშირებული (ადსორბირებული) პოლიფენოლები მაღალ ტემპერატურაზე (75°C-ზე ზევით) განიცდიან დესორბციას და მწკლარტე გემო კვლავ აღდგება. მხოლოდ ეთილენში დამუშავებისას წარმოიქმნება მყარი შეკავშირებული ნივთიერებები და მწარე გემო არ აღდგება.

ექსპერიმენტების შედეგად შემუშავებული იქნა 30-მდე დასახელების პროდუქტების წარმოების სქემები (ხურმის ნატურალური და სხვა ხილის წვენებთან კუპაჟირებული წვენები, სიროფები, ჯემები, კონფიტური, პიურესმაგვარი კომპოზიციები, კონცენტრატები, ფხვნილები, ალკოჰოლური სასმელები, საკონდიტრო საჩურთები). სამწუხაროდ ეკონომიური კრიზისის ზეგავლენით იძულებული გავხდით პროექტები შეგვეჩერებინა და დაგვეკონსერვებინა მთელი 30 წლით. მაგრამ დადგა დრო, რომ ამ მიმართულებით კვლევითი სამუშაოები აღდგეს და გაგრძელდეს. მიზანშეწონილად მიგვაჩნია ჩვენი მიღწევები ხელმისაწვდომი გახდეს ამ სფეროთი დაინტერესებული მეცნიერებისა და პრაქტიკოსებისათვის.

ჩვენს მიერ ჩატარებული სამუშაოებიდან აღსანიშნავია ხურმის ექსტრაქტის კონცენტრატები 30, 45 და 65%-იანი მშრალი ნივთიერებების კონცენტრაციით. პროცესებში გამოყენებულია თერმული დამუშავების, გამოწნეხის და კონცენტრირების მეთოდები /79/. კონცენტრატები გამოირჩევიან კარგი შენახვისუნარიანობით, შემცველი ნივთიერებების მდგრადობით. მათი გამოყენება შესაძლებელია სხვადასხვა სფეროში /80, 81, 82/. აგრეთვე ჩვენს მიერ კონცენტრატის საფუძველზე შემუშავებული იქნა მაგარი ალკოჰოლური სასმელი (რომის ტიპის), რომელშიც მაღალია ფლავანოიდების შემცველობა და დადებითად მოქმედებს გულსისხლძარღვთა სისტემაზე /83/, აგრეთვე ბავშვთა კვების კონცენტრირებული პროფილაქტიკური პროდუქტი /84/. კონცენტრატები ჩვენს მიერ გამოყენებული იქნა სხვადასხვა კომპოზიციებში, მათ საფუძველზე დამზადებული იქნა მაღალი გემური თვისებების პროდუქტები, რომელთაც გასდევს კაკაოსმაგვარი გემო. ტექნოლოგია გამორჩეულია იმითაც, რომ ითვალისწინებს უნარჩენო გადამუშავებას, კერძოდ კონცენტრატების წარმოების პროცესში წარმოქმნილი ნარჩენები გამოყენებული იქნა ხურმის ფქვილის წარმოებაში.

კონცენტრატების მიღება განხორციელდა ღია ქვაბში და ვაკუუმის პირობებში. აღსანიშნავია, რომ კონცენტრატების დამზადების პროცესში გამოიყენება ხურმის ექსტრაქტები, რომლებიც მიიღება წყლით ექსტრაქციის შედეგად საექსტრაქციო ბატარეებში. იყო მცდელობა საკონცენტრაციო ხსნარები მიღებულიყო გამოწნეხის მეთოდით, მაგრამ შედეგები ვერ იქნა მიღებული, რადგან ამ მეთოდის გამოყენებისას წვენი გამოსავალი იყო დაბალი, რაც იწვევდა ნედლეულის მაღალ ხარჯს. წყლით თერმული ზემოქმედების შედეგად ხურმის დაქუცმაცებული მასა განიცდის კუაგულაციის მსგავს პროცესს. მყარი მასა ცალკეედება მასისაგან და ამის შემდგომ გაადვილებულია გამოწნეხისა და ექსტრაქციის პროცესებიც. ჩვენს შემთხვევებში კონცენტრირებისათვის გამოიყენებოდა 5-8% ექსტრაქტები.

როგორც ანალიზი გვიჩვენებს ჩვენი შედეგები თანხვედრაშია უცხოელი წამყვანი მეცნიერების შედეგებთან. შედეგები ადასტურებს ხურმისა და მისგან დამზადებული პროდუქტების მაღალ კვებით და ბიოლოგიურ ღირებულებას და მისი გამოყენება მიზანშეწონილია მაღალი გემოვნური პროდუქტების საწარმოოდ, აგრეთვე მიზანშეწონილია ცალკეული პროდუქტების ჩართვა პროფილაქტიკურ-სამკურნალო და ბავშვთა კვების პროდუქტების რეცეპტურებში.

## დასკვნა

ხურმის პროდუქციის კვლევების საფუძველზე შეიძლება გაკეთდეს შემდეგი დასკვნები:

- ხურმა თავისი თავისი მორფოლოგიური მაჩვენებლებით, კვებითი და ბიოლოგიური ღირებულებებით ძალიან საყურადღებო ნაყოფია. ის მაღალი მსხმოიარობით საჰექტარო

მოსავლიანობა 40 ტონამდე), მაღალი ყინვა გამძლეობით (ტემპერატურული მინიმუმი - 20 - 25°C), ნიადაგებისადმი მაღალი შემგუებლობით, დაავადებების მიმართ მდგრადობით, მოვლის დაბალი დანახარჯებით გამოირჩევა;

- დადებითი მახასიათებლების მიუხედავად ხურმის ნაყოფზე მოთხოვნილება დაბალია ყველა ქვეყანაში (მსოფლიო წარმოება შეადგენს 5 მლნ. ტონას და ხილის მსოფლიო წარმოების მოცულობაში ხურმის წილი 0,75%-ია);
- ხურმაზე დაბალი მოთხოვნილება განპირობებულია ნაყოფების დაბალი შენახვის უნარიანობით, ტრანსპორტაბელობით და მაღალი სიმწკლარტის გამო;
- ხურმის კვებითი ღირებულება არ ჩამოუვარდება მაღალი მოთხოვნილების ხილის (ლევდი, ყურძენი, ვაშლის ზოგიერთი ჯიშები, ციტრუსები) ჯიშებს;
- ხურმის ბიოლოგიური ღირებულება მაღალია მასში შემავალი ბიოფლავანოიდების (ფენოლური ნაერთები) გამო, თუმცა ეს ნივთიერებები აუარესებენ გემურ ღირებულებას. ფენოლური ნაერთების ანტიოქსიდანტური თვისებები (რეაქცია თავისუფალ რადიკალებზე და მეტალების, მათ შორის მძიმე მეტალების ხელატირება), რომელიც ხელს უწყობს ორგანიზმიდან ტოქსიკური ელემენტების გამოდევნას და განსაზღვრავს მის რადიოპროტექტორულ თვისებებს. ამიტომაც ეს ნივთიერებები გამოიყენება ტრადიციულ მედიცინაში და იყენებენ სიმსივნური დაავადებების (კიბო) და გულსისხლძარღვთა პათოლოგიების სამკურნალოდ. დამატებით ფენოლურ ნაერთებს ახასიათებს სხვა მნიშვნელოვანი თვისებები, როგორებიცაა ანტიატეროგენული, სიმსივნის საწინააღმდეგო და ანთების საწინააღმდეგო თვისებები. ის გამოიყენება ტრადიციულ ჩინურ მედიცინაში (ჰიპერტონია, სისხლჩაქცევა, სხეულის ტემპერატურის შენარჩუნება, ჟანგვითი პროცესების შენარჩუნება, დიაბეტი, ათეროსკლეროზი). ის ასევე გამოიყენება ფილტვებისა და კუჭნაწლავის პროფილაქტიკური მკურნალობისათვის, ყელის ტკივილის, სარძევე ჯირკვლების პრობლემების და უძილობის დროს. ფენოლური ნაერთები მოცემულია ეპიგალოკატექინების, ეპიკატექინების, კატექინების, ქლოროგენურ მჟავას, გალის მჟავას და კოფეინის მჟავას სახით. ხურმაში ფენოლების საერთო რაოდენობა შეადგინს 170მგ/100გრ, ყურძენში 100მგ/100გრ, ვაშლში 40მგ/100გრ, პომიდორში 20მგ/100გრ;
- ხურმის ფენოლური ნაერთები 20-ჯერ უფრო ეფექტურია ვიდრე კლასიკური ანტიოქსიდანტი ვიტამინი E;
- ხურმის გემური თვისებების გაუმჯობესება დამოკიდებულია მასში შემავალი ფლავანური ნაერთების (მწკლარტე ნივთიერებების) შემცირებაზე ან გადაფარვაზე;
- ხურმაზე მოთხოვნილების გაზრდა დამოკიდებულია ახალი მომხმარებლისათვის მისაღები ტექნოლოგიების და რეცეპტურების შემუშავებაზე;
- მიზანშეწონილია ხურმისა გადამუშავებისას გამოყენებული იქნას უნარჩენო ტექნოლოგიები;
- მიზანშეწონილია განვითარდეს ხურმის ნახევარფაბრიკატების (კონცენტრატებისა და ფხვნილების) წარმოება, რაც გაზრდის სეზონის პერიოდებს და მოთხოვნილების ხარისხს;

- მიზანშეწონილია ხურმის კუპაჟირებული მაღალგემოვნური პროდუქტების წარმოება, სადაც გადაფარულია მწკლარტე გემო და შენარჩუნებულია ბიოლოგიური ღირებულება;
- ტექნოლოგიური პროცესების დახვეწით და გემოვნური ღირებულებების გაუმჯობესებით მოხერხდება ხურმის პროდუქტებზე მოთხოვნილების გაზრდა, რაც ხელს შეუწყობს წარმოების მასშტაბების გაფართოებას.

## Consumer value of subtropical persimmon and prospects for production expansion

Avtandil Tsintsiskladze<sup>1</sup>; Merab Ardzenadze<sup>2</sup>, Nunu Kutaladze<sup>3</sup>, Dodo Abuladze<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Batumi Shota Rustaveli State University, Institute of Agrarian and Membrane Technologies. Doctor of Technical Sciences

<sup>2</sup>Batumi Shota Rustaveli State University, Institute of Agrarian and Membrane Technologies. Doctor of Technical Sciences

<sup>3</sup>Batumi Shota Rustaveli State University, Institute of Agrarian and Membrane Technologies. Doctor of Doctor of Agricultural Sciences

<sup>4</sup>Batumi Shota Rustaveli State University, Institute of Agrarian and Membrane Technologies. Researcher

### Abstract

The article is of a review nature. The morphological characteristics and biochemical indicators of persimmon fruits, and the advantages of the plant concerning other fruits are investigated and presented. Studies show that persimmon has a high nutritional value, but the degree of demand and the scale of production are reduced by the high content of tannic substances (flavonoids). The high content of free flavonoids worsens the taste properties. It should be noted here that flavonoids have a high biological and medicinal value, and their content in persimmon is several times higher than in other fruits.

A review analysis has shown that the removal of free flavonoids improves gustatory quality, but decreases medicinal/biological value. The technological processes should be focused not on the removal of flavonoids, but on covering them, taking into account various taste additives. It is recommended to use supplements of dairy products to cover the milk and increase its nutritional and biological value.

By simplifying the technology of processing persimmon and improving the taste qualities, it will be possible to increase the degree of demand for persimmon, which in turn will lead to an increase in the scale of production. An efficient technology of persimmon processing and the production of intermediate semi-finished products (concentrates and powders) is recommended, which will increase the duration of the persimmon season.

**Keywords:** *Persimmon, persimmon products, persimmon processing*

The present article is of a review nature and its purpose was to investigate the feasibility and prospects of expanding the production of oriental persimmon in Georgia based on the study of the achievements of Georgia and the world. In this direction, our scientific team worked from 1985 to 2000, but due to the termination of project funding, the work was stopped and closed down. Now the means to restore and continue the persimmon project have been found, which allows us to continue

scientific practical measures to increase the consumption of persimmon and create the basis for expanding production.

Subtropical persimmon is one of the important products for Georgian agriculture. It is characterized by high yield, nutritional value, high adaptability to natural conditions and durability, and low production costs. Despite these advantages, its spreading is low compared to other fruit trees. Our studies show that the fruit is mainly used in a raw state. A small percentage of the total volume of produce is used in the production of dried fruit and an even smaller amount is processed for alcoholic beverages. Many of our scientists tried to solve the problem of increasing production volumes through the development of technological processing, but the problem could not be solved due to the influence of objective or subjective factors.

According to the statistics of 2022 [85], Georgia produces 15.4 thousand tons of persimmon, which is about 0.3% of the world's production volume, although this plant is of great importance for the Georgian economy. Georgia supplied raw persimmon fruits and dried fruits to the closed space of the former Soviet Union. Today, this market is open and there is quite a strong competition for this space. For these markets not to be lost for the Georgian economy, it is necessary to offer to the markets higher quality and competitive products.

Three types of persimmon plants [86] are widespread and are of practical importance in Georgia: Virginia (common), Caucasian and oriental (subtropical) persimmon. The first two are used as a rootstock and the third one is for fruit. The fruit persimmon varieties were brought to Georgia from Italy (mainly Japanese varieties) in 1888-1889. They are well adapted to the natural conditions of Georgia and, unlike citrus, today can be found in all regions of Georgia. The yield per hectare is up to 40 tons.

More than 100 varieties of persimmons are common in Georgia. They are divided according to ripening: early ripening (end of October - beginning of November): Tsuru-no-ko, Gosho-gaki, Tanenashi, Nitari, XX century, Mino-tsuru, Seedless; mid-ripening (in November) - Hyakume, Tsuru-gaki, Hachiya, Kuro-kuma, Zenji-mari, Gosho, Fuyu; and the late-ripening varieties (late November - December) - Tsuru, Jiro, Tomopani, Chinebuli, Takura, Gail, Yemon, Kiara, Dai-dai-maru, Aizu Mishirazu [76].

Persimmons are divided according to the degree of astringency: the astringent persimmons - Hachya, Tanenashi, Gosho, Tamopani, Seedless, Early, Soyo, Aizu Mishirazu, Yemon, Kostata; non-astringent - Chinebuli, XX century, Fuyu; variable (their astringency depends on a pollinator) - Hyakume, Gosho-gaki, Zenji-maru, Tsuru-noko, Gail, Maru, Kuro-kuma, Teidelmon [76].

The following varieties are distinguished by relatively large fruits, mm<sup>3</sup>: Hachya - 234.8, Hyakume - 176.8, Tomopani big - 224.1, Chinebuli - 166.5, Gosho-gaki - 161.0, Seedless - 137.3; the following varieties have smaller fruits, mm<sup>3</sup>: Zenji Maru - 107.0, Aizu Mishirazu - 99.7 [76].

Persimmon originates from North China [74]. It was brought to Japan during the Nara period (710 - 794). 800 to 1000 varieties of persimmons are there [73]. Persimmon is a common product in the countries of its traditional production: China, South Korea, and Japan [3]. Recently [4] its popularity

has increased in such countries as Brazil, Spain, Italy, and Portugal. China is the largest producer of persimmon (3.03 million tons), followed by Spain (400,000 tons), South Korea (300,000 tons), Japan (225,000 tons), and Brazil (182,000 tons). The areas of persimmon plantations are also increasing in Portugal. In total, the world volume of persimmon production is up to 5 million tons, which is 0.75% of the world's fruit production. Persimmon is a seasonal product; it is available within a very short period of the year. It can be bought in Europe in late autumn and early winter (September - December) [5,6].

The Caucasus is also considered the homeland of persimmon. The Caucasian persimmon species are common here. About 190 species and up to 100 varieties can be found in Georgia. Some of them are fruit-bearing, and some are used as valuable timber. The varieties of fruit-bearing plants are mainly imported from Japan, some varieties are bred locally. Persimmons are harvested in the period from October to December [76].

Many studies have been conducted on persimmon. According to the research of some authors, the fruit contains 80.3% water, 0.58% proteins, 0.19% fats, 18.6% carbohydrates, and some minerals (calcium, potassium, magnesium, sodium, iron, zinc, copper, manganese, phosphorus, selenium), 1.48 g of cellulose and 7.5 mg of ascorbic acid [21,22]. The nutritional and biological value of persimmons is described in detail in the scientific source [2], according to which the recommended daily norm of persimmons is 100-150 g [23].

The contribution of Georgian scientists to the study of persimmon fruit is great. Fundamental studies were conducted in this direction in the 70s of the last century. The biochemical parameters of 27 types of persimmon fruits were studied [76]. Data show that persimmon is a product of high nutritional value. The content of dry matter varies from 14.1 to 22.4%. Among them, sugars are given in the form of glucose-fructose and the content varies from 14.2 to 20.5%. Persimmon contains sucrose in a very small amount - from 0.2 to 2.4%. The content of pectin is high - from 0.5 to 2.1% (mainly protopectin). Persimmon is characterized by low acidity - from 0.004 to 0.17%. The content of polyphenols, which varies between 0.06 and 2.35%, is particularly noteworthy. The feeling of astringency depends on their content. Researches show that this indicator determines the degree of demand in the market. The demand for non-astringent persimmons is relatively high. It should be noted here that the content of polyphenols determines the resistance of persimmon fruits to various phytopathogenic microorganisms. The content of vitamin C in persimmon fruits is lower compared to citrus fruits (7.4 - 26.6 mg%). Although the fruits are yellowish, the content of carotenoids in persimmon is relatively low: 0.033 - 0.38 mg%). It seems that the yellow color is determined by lycopene, which content is 10-20 times more than that of carotin [76].

Hosseininejad, Gonzalez, and Hernando in their research [55] on the topic "Production of food products and ingredients at the expense of increasing the value of by-products of agro-industrial processing" state that persimmon is rich in nutritional and bioactive substances. However, due to the influence of perishability, low storage capacity, low transportability, and other factors, it is characterized by high losses. Therefore, they aimed their research in the direction of developing

technologies for persimmons, which take into account the management of valuable waste and the production of new types of products.

Article [1, 2] mentions that the phytochemical profile of persimmon consists of carotenoids, anthocyanins, organic acids, and phenolic compounds, which determine its biological value. These substances improve human health and reduce cardiovascular, tumors, diabetes, and obesity diseases. In the conditions of the global food crisis, it is advisable to include persimmon products in the diet. Also, the use of persimmons to obtain various products (biofuel, natural dyes, growth regulators, biodegradable polymers, antimicrobial drugs, and emulsifiers) should be expanded. The waste-free production is to be developed.

Nutrients are more abundant in the peel than in the pulp [7], although it is usually wasted during raw consumption and dried fruit production. Dried fruit production is widely used in China and Japan and it is used in many culinary recipes [8].

Persimmon is widely used in traditional Chinese medicine (hypertension, hemorrhage, maintenance of body temperature, maintenance of oxidative processes, diabetes, atherosclerosis) [9, 10, 11]. It is also used for preventive treatment of the lungs and gastrointestinal tract, sore throat, problems of mammary glands, and insomnia [12, 13].

According to some studies, persimmon has an anti-tumor effect [14,15], protects against dyslipidemia [16], and promotes anti-hypercholesterolemic, antioxidant, and anti-diabetic effects [17,18,19]. These properties are directly related to persimmon antioxidants, vitamins, phenolic compounds, and carotenoids [13,20].

If we compare the biological and nutritional value of subtropical persimmon with other fruits common in Georgia, we will see that its indicators are in no way inferior to the indicators of the nutritional value of any fruit of high nutritional value (figs, grapes, some varieties of apples), and it has a much higher nutritional value than citrus fruits.

The analysis of the results of our studies demonstrates that if technological problems are solved, persimmon can become a highly profitable raw material and bring significant income to the economy. It should be noted that the plant is highly frost-resistant (minimum temperature is  $-20^{\circ}\text{C}$ , compared to citrus minimum temperature  $-3 -7^{\circ}\text{C}$ ), high-yielding and low-cost. The mentioned situation needs to be corrected and to solve this problem, it is necessary to work in the direction of selective and technological improvement.

The phenolic compounds of persimmons are the most noteworthy. On the one hand, they determine its high biological value, and on the other hand, they worsen the taste qualities, which, in our opinion, greatly reduces the demand for this fruit. That is why scientists and practitioners are trying to find ways to reduce phenolic compounds. Currently, fruit processing is practiced (in ethylene,  $\text{CO}_2$ , 2% pectin solution, enzyme preparations, syrups, etc.), which complicates technological processes and increases processing costs and time.



It is worth noting that the removal of phenolic compounds from persimmon improves the taste properties, but deteriorates the biological value. The antioxidant properties of phenolic compounds (reaction to free radicals and complexing of metals, including heavy metals) are to be noted, which help remove toxic elements from the body and determine their radioprotective properties [24,25,26]. That is why these substances are used in traditional medicine [27, 28] and are used to treat tumorous diseases (cancer) and cardiovascular pathologies. Additionally, phenolic compounds have been shown to have other important properties, such as anti-atherogenic, anti-tumor, and anti-inflammatory properties.

The scientists Chen, Fan, and their colleagues have made interesting analyzes [29]. As a result of research, it was determined that persimmon contains epigallocatechins, epicatechins, catechins, chlorogenic acid, gallic acid, and caffeic acid. According to their comparison, the total amount of phenols in persimmons was 170 mg/100 g, in grapes 100 mg/100 g, in apples 40 mg/100 g, in tomatoes 20 mg/100 g [29, 30].

Condensable tannins (i.e., proanthocyanidins) that determine the tannic taste of persimmons are located in the vacuoles of specific cells. They are called "tannin cells", they are responsible for dryness, i.e. the feeling of dryness and astringency, i.e. coagulation of oral proteins [31]. Alongside ripening, the tannin content decreases and the risk of astringent taste in bitter persimmons also decreases [32]. The reduction of astringent taste depends not only on the reduction of tannin but also on the transition of soluble tannins to insoluble form [33]. It should also be noted that with ripening, a significant amount of soluble tannins remains in the astringent persimmon varieties [34].

Oxidative stress diseases such as atherosclerosis, and inflammatory and cancerous diseases have increased greatly in today's conditions [35]. It is determined that phenolic compounds affect such diseases as cancer, atherosclerosis, cardiovascular diseases, hypertension, diabetes mellitus, ischemic/reperfusion injury, and neurodegenerative diseases (for example, Parkinson's and Alzheimer's diseases) [35]. The connection of active forms of oxygen with tumors and cardiovascular systems has been determined. Antioxidants are considered to be a very promising tool for the treatment of these diseases. Therefore, a fruit and vegetable diet rich in phenolic compounds (epigallocatechin, epicatechin, catechin, chlorogenic acid, gallic acid, caffeic acid), carotene, procyanidin, ascorbic acid reduces the risk of these serious diseases [29, 36, 37, 38]. The phenolic compounds of persimmon are 20 times more effective than the classic antioxidant vitamin E [39]. The strong antioxidant potential of phenolic acids has been confirmed by some authors [40,41]. In vivo and in vitro studies confirm that the chemical composition of persimmons affects and protects the body from free radicals and therefore prevents a person from some diseases [42, 43, 44, 45, 46].

The astringency of persimmons is determined by tannins, which are the products of condensation of epigallocatechin, epicatechin, and their galloyl compounds. During the ripening process, acetaldehyde is formed in the persimmon fruit and cross-links with water-soluble tannins and insoluble tannin polymers are formed, which reduces astringency. In addition, in the process of ripening, water-soluble tannin is affected by oxidative polymerization processes, in which the enzyme

polyphenol oxidase participates, and tannin becomes an insoluble polymer, which reduces astringency and increases the sweetness index.

Studies in this direction were also conducted in Georgia in the 50s-70s of the last century by the scientists Nizharadze, Fishman, and other colleagues [76, 77, 78]. According to them, the astringent taste of persimmons is related to the content of tannic substances (polyphenols). Indeed, the content of polyphenols in the astringent varieties (Hachya, Tanenashi) ranges from 1.84-1.87%, and in the non-astringent varieties (Chinebuli, XX century) within the range of 0.25-0.48%. It is very noteworthy that the composition of the tannic substances contained in the varieties of persimmons changes with ripening. For example, free and bound tannic substances in persimmon Hachya change with ripening as follows, %: green fruit: free 0.83%, bound 0.28%; fruits of technical maturity: free 0.38%, bound 0.67%; ripe fruit: free 0%, bound 1.05% [76]. The tannic substances in other types of persimmon fruits change with the same regularity. In the process of heat treatment, the astringent taste of persimmons is restored, i.e. In this process, the bound astringent substances are broken down into free astringent substances, which restores the astringent taste. Therefore, to neutralize the astringency, attention should be paid to the processes of removing or covering the free tannins.

World research of the last period was mainly aimed at determining the biophysiological functions of persimmons. It included studies of antioxidant, hypolipidemic, atherosclerosis prevention, antitumor, and antiviral activity [55,56]. In the conditions of food shortage, recycling waste (skin, seeds, unused pulp) has become urgent to facilitate their consumption. It also helps to solve logistical and economic problems [57, 58, 59, 60]. Recycling of waste (by-products) meets the goal of sustainable development, which is provided by the UN's 2030 Agenda for sustainable development [61].

The globalization of fruit and vegetable markets has led to overproduction and the production of potentially valuable waste. Global measures of nature protection force industries to reduce waste, as it negatively affects nature. Due to this, the demand for waste reduction and waste-free technologies is increasing. Demands for measures to improve the health of residents are increasing. Such products as biologically active additives, functional purpose products appeared on the markets. They are mainly produced based on waste [47]. Lucas González and his colleagues presented persimmon flour, which was obtained from persimmon juice residues (marc). Studies have established persimmon flour's chelating activity against iron ions, antioxidant activity, and activity against radicals. Based on the research, recommendations have been made regarding the inclusion of persimmon flour in food products to fill the deficiency of biologically active substances [48]. Tests were conducted on flour products, milk products, pastes, and others [49, 50, 51, 52].

Savabe and his colleagues in their studies [73] claim that 100-400 kg of persimmons is lost during the ripening process on an area of 1000 m<sup>2</sup>. In terms of total areas, it is a very large unused resource, which is suitable for use in the nutrition of elderly people due to the bioactive substances contained in it. They isolated and identified 12 components from unripe persimmons. It was found that these substances are characterized by high bioactivity and are important in the nutrition of the elderly. The high activity of catechin and its polymeric form procyanidin was determined. It was also determined that the persimmon extract at a concentration of 500 mg/l could not cause antimicrobial effects. Based

on these studies, they have developed a technological process for the microencapsulation of active substances and think to conduct clinical trials in the future. The obtained results prove the high potential of unripe persimmon extracts for the preventive treatment of the elderly and are an important resource for nutrition.

Article [53] describes the production of persimmon juices. Astringency is named as a factor hindering sales. Tests were conducted so that the astringency did not increase. After heat treatment (up to the coagulation temperature), they squeeze it and add water, citric acid, and the enzyme "amylase XML" to the obtained juice. It was found that amylase in the amount of 0.005% of the mass of fruits stops the increase of astringency. Adding other substances did not give positive results.

Masood Sadiq Butt and his colleagues in article [54] describe that human nutrition is related to health, therefore it is appropriate to create functional products (products with defined properties) that have a positive effect on health. One of the important products is persimmon; the flavonoids contained in it have a positive effect on such diseases as cardiovascular diseases, oxidative stress, diabetes, and others.

Persimmons are mainly used raw, but in recent years new types of industrial products such as juices, jams, and dehydrated fruits have been produced. Astringent persimmons are sold in traditional countries such as China, Korea, and Japan [62]. Persimmon powder has been used in recipes for pork liver pate and pastes [63, 64, 65], persimmon ice cream and dairy products [66, 67], vinegar [68], wine [69] and persimmon spice [58, 59, 60].

The astringent persimmon varieties contain 1-2% soluble tannins and have a strong astringent flavor. Anaerobic treatment with CO<sub>2</sub> or ethanol increases the acetyl aldehyde content and removes the astringent properties. It is believed [75] that persimmon polyphenols are involved in processes of diabetes, atherosclerosis, cancer, metastasis, inflammation, osteoporosis, and skin aging. For medicinal purposes, capsules have been created that have bad taste properties, to cover this, citrus flavors (citral) were used in the encapsulation process to improve the taste properties of the capsule. It is worth noting that phenolic compounds develop a bad taste and aroma during the processing process, a strong taste of medicine.

The process of obtaining the preparation was as follows: unripe astringent persimmons were peeled, and pulp was blended. Then it was homogenized and diluted with water to 3 liters. 7 liters of methanol were added to the solution and left for a week in a dark place. The aim was to obtain crude extract. The extract was purified by vacuum filtration on a nutsche filter and concentrated in a vacuum. Bioactive substances were separated from the extracts with hexane, then with 1-butanol. Extractants were separated from 1-butanol by repeated chromatography on silica gel and gel filtration. 12 components have been obtained [73].

Georgian scientists [76] isolated the sum of polyphenols from the persimmon fruit, which is a white amorphous powder and has a pronounced astringent taste. The physicochemical indicators of this powder show that they have leucoanthocyanin properties, that is, the main part of persimmon polyphenols is leucoanthocyanins. Delphinidin (main part) and cyanidin were isolated from these

leucoanthocyanins. Along with leucoanthocyanins, gallic acid, and catechin substances were found in the complex of polyphenols. This indicates that the black tannic substances (polyphenols) have vitamin P activity, which is a positive indicator and determines its high biological value.

World scientists are working in many directions to get products acceptable to consumers. A relatively common form of persimmon product is dry persimmon, which is obtained as a result of natural drying. At this time, pre-treatment processes are envisaged in technologies. The use of artificial drying is less used because obtaining a dry product requires a long drying time because speeding up the process leads to hardening of the surface and the product loses its commodity value. Due to the time and energy costs, practitioners do not consider the artificial drying of persimmon to be advisable. The production of chips and sticks did not show good results either. The marketable appearance of the product is unacceptable to the consumer. Relatively good results were achieved during sublimation drying of persimmons [70]. When using this method, biologically active compounds are well preserved. It should be taken into account that this method is very labor-consuming and the energy costs are high, which increases the cost [71]. At the same time, before sublimation, it is necessary to remove astringency (soluble tannins) by some method, because the obtained samples have high salinity [72].

Taking into account world practice, our scientific group also conducted multifaceted experiments using sugar syrup, ethylene and ethylene vapor, lime milk, electric current, enzyme preparations, and pectin solutions. Relatively positive results and removal of astringency were achieved by treating fruits in ethylene and ethylene vapor and subsequent soaking in syrups, and treatment in lime milk and 2% pectin solution and subsequent soaking in syrup. Experiments show that astringency is caused by free polyphenols, so free polyphenols must be removed or bound during product manufacturing. It should also be taken into account that bound (adsorbed) polyphenols undergo desorption at high temperatures (above 75°C) and the astringent taste is restored. Only when processed in ethylene, bound solid substances are formed and the bitter taste is not restored.

The experiments resulted in production schemes of up to 30 named products were developed (juices of persimmon natural and combined with other fruit juices, syrups, jams, confiture, puree-like compositions, concentrates, powders, alcoholic beverages, confectionery fillings. Unfortunately, due to the impact of the economic crisis, we were forced to stop the projects and close down them for 30 years. But the time has come for research work in this direction to be revived and continued. We consider it appropriate to make our achievements available to scientists and practitioners interested in this field.

Among the works carried out by us, persimmon extract concentrates with a concentration of 30, 45, and 65% dry matter are especially noteworthy. Thermal treatment, pressing, and concentration methods are used in the processes [79]. Concentrates are characterized by good storage capacity and stability of the contained substances. They can be used in various fields [80, 81, 82]. We also developed a strong alcoholic beverage (rum type) based on the concentrate, which has a high content of flavonoids and has a positive effect on the cardiovascular system [83], as well as a concentrated prophylactic product for child nutrition [84]. The concentrates have been used by us in various compositions, and products of high taste properties with a cocoa-like taste have been made on their basis. The technology

is distinguished by the fact that it takes into account efficient processing, in particular, the waste generated during the production of concentrates was used in the production of persimmon flour.

The concentrates were made in an open pot and under vacuum conditions. It should be noted that persimmon extracts are used in the process of making concentrates, which are obtained as a result of extraction with water in extraction batteries. An attempt was made to obtain concentrated solutions by the pressing method, but the results were not obtained, because the juice yield was low when using this method, which led to a high discharge of raw materials. As a result of thermal exposure to water, the crushed persimmon mass undergoes a process similar to coagulation. The solid mass is separated from the mass, and after that, the pressing and extraction processes are also facilitated. In our cases, 5-8% extracts were used for concentration.

As the analysis shows, our results are consistent with the results of leading foreign scientists. The results confirm the high nutritional and biological value of persimmons and products made from them, and their use is appropriate for the production of high-tasting products, as well as the inclusion of individual products in the recipes of prophylactic-therapeutic and baby food products.

### Conclusions

Based on studies of persimmon products, the following conclusions can be made:

- persimmon is a very noteworthy fruit with its morphological indicators and nutritional and biological value. It is characterized by high yield (up to 40 tons per hectare), high frost resistance (minimum temperature -20 – 25°C), high adaptability to soils, resistance to diseases, low maintenance costs;

- despite the positive characteristics, the demand for persimmon fruit is low in all countries (the world production is 5 million tons and the share of persimmons in the volume of world fruit production is 0.75%);

- the low demand for persimmons is due to the low storage ability, transportability, and high moisture content of the fruits;

- the nutritional value of persimmons is not inferior to high-demand fruit varieties (figs, grapes, some varieties of apples, citrus fruits);

- the biological value of persimmon is high due to the bioflavonoids (phenolic compounds) contained in it, although these substances worsen the taste value. Antioxidant properties of phenolic compounds (reaction to free radicals and complexing of metals, including heavy metals), which help remove toxic elements from the body and determine their radioprotective properties. That is why these substances are used in traditional medicine and are used to treat tumorous diseases (cancer) and cardiovascular pathologies. Additionally, phenolic compounds have been shown to have other important properties, such as anti-atherogenic, anti-tumor, and anti-inflammatory properties. It is used in traditional Chinese medicine (hypertension, hemorrhage, maintenance of body temperature, maintenance of oxidative processes, diabetes, atherosclerosis). It is also used as a preventive treatment for the lungs and gastrointestinal tract, for sore throats, problems of mammary glands, and for insomnia.

Phenolic compounds are present in the form of epigallocatechin, epicatechins, catechins, chlorogenic acid, gallic acid, and caffeic acid. The total amount of phenols in persimmons is 170 mg/100 g, in grapes 100 mg/100 g, in apples 40 mg/100 g, in tomatoes 20 mg/100 g;

- phenolic compounds of persimmon are 20 times more effective than the classic antioxidant vitamin E;

- the improvement of the taste properties of persimmons depends on the reduction or covering of the flavonoid compounds (astringent substances) contained in it;

- increasing the demand for persimmons depends on the development of new technologies and recipes acceptable for consumers;

- it is advisable to use waste-free technologies when processing persimmons;

- it is advisable to develop the production of semi-finished products (concentrates and powders) of persimmon, which will increase the period of the season and the degree of demand;

- it is advisable to produce high-tasting persimmon products, where the astringent taste is covered and the biological value is preserved;

- by improving the technological processes and improving the taste values, it will be possible to increase the demand for persimmon products, which will help to expand the scale of production.

## გამოყენებული ლიტერატურა

1. Astha Sharma, Anju K. Dhiman, Surekha Attri, Preethi Ramachandran. Studies on preparation and preservation of persimmon (*Diospyros kaki* L.) pulp. First published: 05 February 2021. <https://doi.org/10.1111/jfpp.15274>
2. Rosa Direito, João Rocha, Bruno Sepodes, Maria Eduardo-Figueira. From *Diospyros kaki* L. (Persimmon) Phytochemical Profile and Health Impact to New Product. **20 September 2021** <https://doi.org/10.3390/nu13093283>
3. Izuchi, R.; Nakai, Y.; Takahashi, H.; Ushiyama, S.; Okada, S.; Misaka, T.; Abe, K. Hepatic Gene Expression of the Insulin Signaling Pathway Is Altered by Administration of Persimmon Peel Extract: A DNA Microarray Study Using Type 2 Diabetic Goto-Kakizaki Rats. *J. Agric. Food Chem.* **2011**, *59*, 3320–3329
4. FAO. Food and Agricultural Organization of the United Nations. 2017. Available online: <http://www.fao.org/faostat/en/#data>. (accessed on 25 January 2021)
5. Toplu, C.; Kaplankiran, M.; Demirköser, T.H.; Özdemir, A.E.; Candir, E.E.; Yıldız, E. The performance of persimmon (*Diospyros kaki* Thumb.) Cultivars Under Mediterranean Coastal Conditions in Hatay, Turkey. *J. Am. Pomol. Soc.* **2009**, *63*, 33.

6. Giordani, E. Varietal assortment of persimmon in the countries of the Mediterranean area and genetic improvement. In Proceedings of the First Mediterranean Symposium on Persimmon, Faenza, Italy, 23–24 November 2001; pp. 23–37.
7. Gorinstein, S.; Zachwieja, Z.; Folta, M.; Barton, H.; Piotrowicz, J.; Zemser, M.; Weisz, M.; Trakhtenberg, S.; Martin-Belloso, O. Comparative contents of dietary fiber, total phenolics, and minerals in persimmons and apples. *J. Agric. Food Chem.* **2001**, *49*, 952–957.
8. de Ancos, B.; Gonzalez, E.; Cano, M.P. Effect of high-pressure treatment on the carotenoid composition and the radical scavenging activity of persimmon fruit purees. *J. Agric. Food Chem.* **2000**, *48*, 3542–3548.
9. Uchida, S.; Ozaki, M.; Akashi, T.; Yamashita, K.; Niwa, M.; Taniyama, K. Effects of (–)-epigallocatechin-3-*O*-gallate (green tea tannin) on the life span of stroke-prone spontaneously hypertensive rats. *Clin. Exp. Pharmacol. Physiol. Suppl.* **1995**, *22*, S302–S303.
10. Hibino, G.; Nadamoto, T.; Fujisawa, F.; Fushiki, T. Regulation of the peripheral body temperature by foods: A temperature decrease induced by the Japanese persimmon (kaki, *Diospyros kaki*). *Biosci. Biotechnol. Biochem.* **2003**, *67*, 23–28.
11. Gu, H.F.; Li, C.M.; Xu, Y.J.; Hu, W.F.; Chen, M.H.; Wan, Q.H. Structural features and antioxidant activity of tannin from persimmon pulp. *Food Res. Int.* **2008**, *41*, 208–217.
12. Briand, C. The common persimmon (*Diospyros virginiana*L.): The history of an underutilized fruit tree (16th–19th centuries). *Huntia* **2005**, *12*, 71–89.
13. Chen, X.N.; Fan, J.F.; Yue, X.; Wu, X.R.; Li, L.T. Radical scavenging activity and phenolic compounds in persimmon (*Diospyros kaki* L. cv. Mopan). *J. Food Sci.* **2008**, *73*, C24–C28.
14. Kawase, M.; Motohashi, N.; Satoh, K.; Sakagami, H.; Nakashima, H.; Tani, S.; Shirataki, Y.; Kurihara, T.; Spengler, G.; Wolfard, K.; et al. Biological activity of persimmon (*Diospyros kaki*) peel extracts. *Phytother. Res.* **2003**, *17*, 495–500.
15. Direito, R.; Lima, A.; Rocha, J.; Ferreira, R.B.; Mota, J.; Rebelo, P.; Fernandes, A.; Pinto, R.; Alves, P.; Bronze, R.; et al. *Diospyros kaki* phenolics inhibit colitis and colon cancer cell proliferation, but not gelatinase activities. *J. Nutr. Biochem.* **2017**, *46*, 100–108.
16. Matsumoto, K.; Watanabe, Y.; Ohya, M.A.; Yokoyama, S. Young persimmon fruits prevent the rise in plasma lipids in a diet-induced murine obesity model. *Biol. Pharm. Bull.* **2006**, *29*, 2532–2535.
17. Gorinstein, S.; Kulasek, G.W.; Bartnikowska, E.; Leontowicz, M.; Zemser, M.; Morawiec, M.; Trakhtenberg, S. The influence of persimmon peel and persimmon pulp on the lipid metabolism and antioxidant activity of rats fed cholesterol. *J. Nutr. Biochem.* **1998**, *9*, 223–227.
18. Esteban-Muñoz, A.; Sánchez-Hernández, S.; Samaniego-Sánchez, C.; Giménez-Martínez, R.; Olalla-Herrera, M. Differences in the Phenolic Profile by UPLC Coupled to High Resolution Mass Spectrometry and Antioxidant Capacity of Two *Diospyros kaki* Varieties. *Antioxidants* **2021**, *10*, 31.

19. Lee, S.O.; Chung, S.K.; Lee, I.S. The antidiabetic effect of dietary persimmon (*Diospyros kaki* L. cv. Sangjudungsi) peel in streptozotocin-induced diabetic rats. *J. Food Sci.* **2006**, *71*, S293–S298.
20. Grygorieva, O.; Kucharska, A.Z.; Piórecki, N.; Klymenko, S.; Vergun, O.; Brindza, J. Antioxidant activities and phenolic compounds in fruits of various genotypes of American persimmon (*Diospyros virginiana* L.). *Acta Sci. Pol. Technol. Aliment* **2018**, *17*, 117–124.
21. Ozen, A.; Colak, A.; Dincer, B.; Guner, S. A diphenolase from persimmon fruits (*Diospyros kaki* L., Ebenaceae). *Food Chem.* **2004**, *85*, 431–437.
22. Ercisli, S.; Akbulut, M.; Ozdemir, O.; Sengul, M.; Orhan, E. Phenolic and antioxidant diversity among persimmon (*Diospyros kaki* L.) genotypes in Turkey. *Int. J. Food Sci. Nutr.* **2008**, *59*, 477–482.
23. Giordani, E.; Doumett, S.; Nin, S.; Del Bubba, M. Selected primary and secondary metabolites in fresh persimmon (*Diospyros kaki* Thunb.): A review of analytical methods and current knowledge of fruit composition and health benefits. *Food Res. Int.* **2011**, *44*, 1752–1767.
24. Wollgast, J.; Anklam, E. Polyphenols in chocolate: Is there a contribution to human health? *Food Res. Intern.* **2000**, *33*, 449–459.
25. Crozier, A.; Jaganath, I.B.; Clifford, M.N. Dietary phenolics: Chemistry, bioavailability and effects on health. *Nat. Prod. Rep.* **2009**, *26*, 1001–1043.
26. Direito, R.; Rocha, J.; Sepodes, B.; Eduardo-Figueira, M. Phenolic Compounds Impact on Rheumatoid Arthritis, Inflammatory Bowel Disease and Microbiota Modulation. *Pharmaceutics* **2021**, *13*, 145.
27. Gorinstein, S.; Zemser, M.; Weisz, M.; Halevy, S.; Deutsch, J.; Tilus, K.; Feintuch, D.; Guerra, N.; Fishman, M.; Bartnikowska, E. Fluorometric analysis of phenolics in persimmons. *Biosci. Biotech. Biochem.* **1994**, *58*, 1087–1092.
28. Rahman, I.; Biswas, S.K.; Kirkham, P.A. Regulation of inflammation and redox signaling by dietary polyphenols. *Biochem. Pharmacol.* **2006**, *72*, 1439–1452.
29. Chen, X.N.; Fan, J.F.; Yue, X.; Wu, X.R.; Li, L.T. Radical scavenging activity and phenolic compounds in persimmon (*Diospyros kaki* L. cv. Mopan). *J. Food Sci.* **2008**, *73*, C24–C28.
30. Gorinstein, S.; Zachwieja, Z.; Folta, M.; Barton, H.; Piotrowicz, J.; Zemser, M.; Weisz, M.; Trakhtenberg, S.; Martin-Belloso, O. Comparative contents of dietary fiber, total phenolics, and minerals in persimmons and apples. *J. Agric. Food Chem.* **2001**, *49*, 952–957.
31. Taira, S. Astringency in persimmon. In *Fruit Analysis*; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 1995; pp. 97–110.
32. Akagi, T.; Suzuki, Y.; Ikegami, A.; Kamitakahara, H.; Takano, T.; Nakatsubo, F.; Yonemori, K. Condensed Tannin Composition Analysis in Persimmon (*Diospyros kaki* Thunb.) Fruit by Acid Catalysis in the Presence of Excess Phloroglucinol. *J. Jpn. Soc. Hortic. Sci.* **2010**, *79*, 275–281.
33. Pei, X.; Zhang, Q.; Guo, D.; Luo, Z. Effectiveness of the RO2 marker for the identification of non-astringency trait in Chinese PCNA persimmon and its possible segregation ratio in hybrid F1 population. *Sci. Hortic.* **2013**, *150*, 227–231.



34. Yaqub, S.; Farooq, U.; Shafi, A.; Akram, K.; Murtaza, M.A.; Kausar, T.; Siddique, F. Chemistry and Functionality of Bioactive Compounds Present in Persimmon. *J. Chem.* **2016**, *2016*, 1–13.
35. Nordberg, J.; Arner, E.S. Reactive oxygen species, antioxidants, and the mammalian thioredoxin system. *Free. Radic. Biol. Med.* **2001**, *31*, 1287–1312.
36. Daood, H.G.; Biacs, P.; Czinkotai, B.; Hoschke, A. Chromatographic Investigation of Carotenoids, Sugars and Organic-Acids from Diospyros-Kaki Fruits. *Food Chem.* **1992**, *45*, 151–155.
37. Gu, H.F.; Li, C.M.; Xu, Y.J.; Hu, W.F.; Chen, M.H.; Wan, Q.H. Structural features and antioxidant activity of tannin from persimmon pulp. *Food Res. Int.* **2008**, *41*, 208–217.
38. Suzuki, T.; Someya, S.; Hu, F.; Tanokura, M. Comparative study of catechin compositions in five Japanese persimmons (*Diospyros kaki*). *Food Chem.* **2005**, *93*, 149–152.
39. Uchida, S.; Ohta, H.; Niwa, M.; Mori, A.; Nonaka, G.; Nishioka, I.; Ozaki, M. Prolongation of life span of stroke-prone spontaneously hypertensive rats (SHRSP) ingesting persimmon tannin. *Chem. Pharm. Bull.* **1990**, *38*, 1049–1052.
40. Jung, S.T.; Park, Y.S.; Zachwieja, Z.; Foltá, M.; Barton, H.; Piotrowicz, J.; Katrich, E.; Trakhtenberg, S.; Gorinstein, S. Some essential phytochemicals and the antioxidant potential in fresh and dried persimmon. *Int. J. Food Sci. Nutr.* **2005**, *56*, 105–113.
41. Park, Y.; Leontowicz, H.; Leontowicz, M.; Namiesnik, J.; Jesion, I.; Gorinstein, S. Nutraceutical value of persimmon (*Diospyros kaki* Thunb.) and its influence on some indices of atherosclerosis in an experiment on rats fed cholesterol-containing diet. *Adv. Hortic. Sci.* **2008**, *22*, 250–254.
42. Direito, R.; Lima, A.; Rocha, J.; Ferreira, R.B.; Mota, J.; Rebelo, P.; Fernandes, A.; Pinto, R.; Alves, P.; Bronze, R.; et al. Dyospiros kaki phenolics inhibit colitis and colon cancer cell proliferation, but not gelatinase activities. *J. Nutr. Biochem.* **2017**, *46*, 100–108.
43. Gorinstein, S.; Kulasek, G.W.; Bartnikowska, E.; Leontowicz, M.; Zemser, M.; Morawiec, M.; Trakhtenberg, S. The influence of persimmon peel and persimmon pulp on the lipid metabolism and antioxidant activity of rats fed cholesterol. *J. Nutr. Biochem.* **1998**, *9*, 223–227
44. Giordani, E.; Doumett, S.; Nin, S.; Del Bubba, M. Selected primary and secondary metabolites in fresh persimmon (*Diospyros kaki* Thunb.): A review of analytical methods and current knowledge of fruit composition and health benefits. *Food Res. Int.* **2011**, *44*, 1752–1767.
45. Yoshimura, M.; Mochizuki, A.; Amakura, Y. Identification of Phenolic Constituents and Inhibitory Activity of Persimmon Calyx and Shiteito against Tumor Cell Proliferation. *Chem. Pharm. Bull.* **2021**, *69*, 32–39.
46. Guler, M.C.; Tanyeli, A.; Eraslan, E.; Bozhuyuk, M.R.; Akdemir, F.N.E.; Toktay, E.; Kurt, N.; Guven, E.C.; Ozkan, G. Persimmon (*Diospyros Kaki* Alleviates Ethanol-Induced Gastric Ulcer in Rats/Persimmon (*Diospyros Kaki* L.) Sicanlarda Etanol ile induklenen Mide Ulserini Hafifletir. *South. Clin. Istanb. Eurasia (SCIE)* **2021**, *32*, 1–8.

47. Rauf, A.; Imran, M.; Abu-Izneid, T.; Iahtisham Ul, H.; Patel, S.; Pan, X.; Naz, S.; Sanches Silva, A.; Saeed, F.; Rasul Suleria, H.A. Proanthocyanidins: A comprehensive review. *Biomed. Pharmacother.* **2019**, *116*, 108999
48. Lucas-González, R.; Viuda-Martos, M.; Pérez Álvarez, J.A.; Fernández-López, J. Changes in bioaccessibility, polyphenol profile and antioxidant potential of flours obtained from persimmon fruit (*Diospyros kaki*) co-products during in vitro gastrointestinal digestion. *Food Chem.* **2018**, *256*, 252–258.
49. Han, L.; Qi, S.; Lu, Z.; Li, L. Effects of immature persimmon (*Diospyros kaki* linn. F.) juice on the pasting, textural, sensory and color properties of rice noodles. *J. Texture Stud* **2012**, *43*, 187–194.
50. Abbas, H.; Zaky, W.; Hassan, L.; Shahein, N.; Mohamed, A.; Samy, N.; Farahat, E. Impact of Kaki (*Diospyros kaki*) juice on the rheological, sensory and color properties of spreadable processed cheese analogue. *J. Biol. Sci.* **2019**, *19*, 231–236.
51. Arslan, S.; Bayrakci, S. Physicochemical, functional, and sensory properties of yogurts containing persimmon. *Turk. J. Agric. For* **2016**, *40*, 68–74.
52. Abdallah, D.A.; El-Mageed, A.; Siliha, H.; Rabie, M. Physicochemical Characteristics of Persimmon Puree and its utilization in cupcake. *Zagazig J. Agric. Res* **2017**, *44*, 2629–2640.
53. Qerib Hafizov, Aleksandr Sapozhnikov, Anastasiya Kopylova. Processing persimmon fruits into a drink: Increasing of astringency and method of its elimination. Conference: International conference ASE-I – 2021. Applied science end Engineering. DOI:10.1063/5.0075713
54. Masood Sadiq Butt , M Tauseef Sultan , Mahwish Aziz , Ambreen Naz , Waqas Ahmed , Naresh Kumar , Muhammad Imran. **Persimmon (*Diospyros kaki*) fruit: hidden phytochemicals and health claims.** . DOI: 10.17179/excli2015-159
55. Sepideh Hosseinijad, Cristina M. Gonzalez, Isabel Hernando. Valorization of Persimmon Fruit Through the Development of New Food Products. Department of Food Science and Technology, Universitat Politècnica de València, Valencia, Spain. *Front. Food. Sci. Technol.*, 29 June 2022. Sec. Food Characterization. Volume 2 - 2022 | <https://doi.org/10.3389/frfst.2022.914952>.
56. González, C. M., Hernando, I., and Moraga, G. (2021d). *In Vitro* and *In Vivo* Digestion of Persimmon and Derived Products : A Review. *Food* 10, 1–15. doi:10.3390/foods10123083.
57. González, C. M., Gil, R., Moraga, G., and Salvador, A. (2021b). Natural Drying of Astringent and Non-astringent Persimmon "Rojo Brillante". Drying Kinetics and Physico-Chemical Properties. *Foods* 10, 647–712. doi:10.3390/foods10030647.
58. González, C. M., Hernando, I., and Moraga, G. (2021d). *In Vitro* nd *In Vivo* Digestion of Persimmon and Derived Products : A Review. *Foods* 10, 1–15. doi:10.3390/foods10123083.
59. González, C. M., Hernando, I., and Moraga, G. (2021c). Influence of Ripening Stage and De-astringency Treatment on the Production of Dehydrated Persimmon Snacks. *J. Sci. Food Agric.* 101, 603–612. doi:10.1002/jsfa.10672.

60. Gea-Botella, S., Agulló, L., Martí, N., Martínez-Madrid, M. C., Lizama, V., Martín-Bermudo, F., et al. (2021). Carotenoids from Persimmon Juice Processing. *Food Res. Int.* 141, 109882. doi:10.1016/j.foodres.2020.109882.
61. Johnston, R. (2016). "Arsenic and the 2030 Agenda for Sustainable Development," in Proceedings of the Sixth International Congress on Arsenic in the Environment (As2016), June 19-23, 2016 (Stockholm, Sweden: CRC Press), 12–14. doi:10.1201/b20466-7.
62. Masahiko, Y., Giordani, E., and Yonemori, K. (2012). "Persimmon," in *Fruit Breeding* (New York: Springer), 663–693. doi:10.1007/978-1-4419-0763-9\_11.
63. Lucas-González, R., Pellegrini, M., Viuda-Martos, M., Pérez-Álvarez, J. Á., and Fernández-López, J. (2019). Persimmon (Diospyros Kaki Thunb.) Coproducts as a New Ingredient in Pork Liver Pâté: Influence on Quality Properties. *Int. J. Food Sci. Technol.* 54, 1232–1239. doi:10.1111/ijfs.14047.
64. Lucas-González, R., Ángel Pérez-Álvarez, J., Moscaritolo, S., Fernández-López, J., Sacchetti, G., and Viuda-Martos, M. (2021). Evaluation of Polyphenol Bioaccessibility and Kinetic of Starch Digestion of Spaghetti with Persimmon (Diospyros Kaki) Flours Coproducts during *In Vitro* Gastrointestinal Digestion. *Food Chem.* 338, 128142. doi:10.1016/j.foodchem.2020.128142.
65. Lucas-González, R., Viuda-Martos, M., Pérez Álvarez, J. A., and Fernández-López, J. (2018). Changes in Bioaccessibility, Polyphenol Profile and Antioxidant Potential of Flours Obtained from Persimmon Fruit (Diospyros Kaki) Co-products during *In Vitro* Gastrointestinal Digestion. *Food Chem.* 256, 252–258. doi:10.1016/j.foodchem.2018.02.128.
66. Karaman, S., Toker, Ö. S., Yüksel, F., Çam, M., Kayacier, A., and Dogan, M. (2014). Physicochemical, Bioactive, and Sensory Properties of Persimmon-Based Ice Cream: Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution to Determine Optimum Concentration. *J. Dairy Sci.* 97, 97–110. doi:10.3168/jds.2013-7111.
67. Hernández-Carrión, M., Varela, P., Hernando, I., Fiszman, S. M., and Quiles, A. (2015). Persimmon Milkshakes with Enhanced Functionality: Understanding Consumers' Perception of the Concept and Sensory Experience of a Functional Food. *LWT - Food Sci. Technol.* 62, 384–392. doi:10.1016/j.lwt.2014.10.063.
68. Moon, Y.-J., and Cha, Y.-S. (2008). Effects of Persimmon-Vinegar on Lipid Metabolism and Alcohol Clearance in Chronic Alcohol-Fed Rats. *J. Med. Food* 11, 38–45. doi:10.1089/jmf.2007.071.
69. Liu, M., Yang, K., Qi, Y., Zhang, J., Fan, M., and Wei, X. (2018). Fermentation Temperature and the Phenolic and Aroma Profile of Persimmon Wine. *J. Inst. Brew.* 124, 269–275. doi:10.1002/jib.497.
70. González, C. M., Llorca, E., Quiles, A., Hernando, I., and Moraga, G. (2020). Water Sorption and Glass Transition in Freeze-Dried Persimmon Slices. Effect on Physical Properties and Bioactive Compounds. *Lwt* 130, 109633. doi:10.1016/j.lwt.2020.109633.
71. Orak, H., Aktas, T., Yagar, H., İsbilir, S. S., Ekinçi, N., and Sahin, F. H. (2012). Effects of Hot Air and Freeze Drying Methods on Antioxidant Activity, Colour and Some Nutritional

- Characteristics of Strawberry Tree (*Arbutus Unedo L*) Fruit. *Food Sci. Technol. Int.* 18, 391–402. doi:10.1177/1082013211428213.
72. González, C. M., Llorca, E., Quiles, A., Hernando, I., and Moraga, G. (2022). An *In Vitro* Digestion Study of Tannins and Antioxidant Activity Affected by Drying "Rojo Brillante" Persimmon. *Lwt* 155, 112961. doi:10.1016/j.lwt.2021.112961.
73. Sawabe, A.; Ohnishi, N.; Yoshioka, S.; Kusudo, K.; Kanno, K.; Watanabe, Y. Functional Ingredients and Food Preservative in Immature Persimmon "Tekka-Kaki". *Processes* 2021, 9, 1989. <https://doi.org/10.3390/pr9111989>.
74. Tanaka, T. Chemical Studies on Plant Polyphenols and Formation of Black Tea Polyphenols. *Yakugaku Zasshi J. Pharm. Soc. Jpn.* 2008, 128, 1119–1131.
75. Ichihashi, M.; Yagi, M.; Nomoto, K.; Yonei, Y. Glycation Stress and Photo-Aging in Skin. *Anti-Aging Med.* 2011, 8, 23–29.
76. Nizharadze A.N. Fruits of Georgia and their industrial use. Publishing house "Food industry". monograph into Russian, 1971. 190st.  
Нишарадзе А.Н. Плоды Грузии и их промышленное использование. Изд «Пищевая промышленность». монография на русский язык 1971. 190ст.
77. Industrial use of subtropical persimmon crop. A.N. Nizharadze, G.M. Fishman. monograph into Russian, Ed. GruzNIIPPA, v.1. Tbilisi 1965.  
Промышленное использование урожая субтропической хурмы. А.Н.Нишарадзе, Г.М.Фишман. Изд. ГрузНИИППА, т.1. Тбилиси 1965.
78. Chemical and technological research on the processing of subtropical persimmon fruits for jam, jam, jelly and candied fruits. monograph into Russian. Proceedings of the GruzNIIPP. T.2. M.: "Pishchepromizdat", 1966.  
Химико-технологическое исследования по переработке плодов субтропической хурмы на варенье, джем, желе и цукаты. Труды ГрузНИИППА. Т.2. М.:»Пищепромиздат», 1966.
79. Patent U690. National Center of Intellectual Property "Sakpatenti". Production method of subtropical persimmon concentrate. A. Tsintskiladze, G. Fishman, D. Abuladze. 31.01. 1994
80. A. Tsintskiladze, N. Kutaladze, D. Abuladze Production of products with radioprotective properties from subtropical persimmon. Akaki Tsereteli State University. Proceedings of the international scientific-practical conference: "Modern science and innovative practice". ISBN978-9941-484-6. Volume 2. p118-121. 2018
81. For the question of using subtropical persimmons. A. Tsintkiladze, O. Mikeladze, M. Ardzenadze. "Moambe" of the Agricultural Academy of Georgia, No. 12, pp. 173-179. 2004.
82. A. Tsintskiladze, M. Ardzenadze, D. Abuladze, N. Kutaladze. Subtropical persimmon polyphenols and their effect on consumer value of products. Akaki Tsereteli State University. 6th International Scientific-Practical Internet-Conference: "Problems of Biosafe Food Products and Business Environment" Collection of Papers. p. 81-85. 2016.
83. Patent P2148. National Center of Intellectual Property "Sakpatenti". Method of production of cool drinks. A. Tsintskiladze, G. Fishman, M. Ardzenadze, D. Abuladze. 28.10. 1997

84. Patent of the Russian Federation No. 2057450 for an invention. Concentrated milk product for baby food. Bednykh B.S., Surkova N.G., Antipova T.A., Ladodo K.S., Tsintskiladze A.D., Ardzenadze M.D. 04/10/1996
85. National Statistics Office of Georgia. Agriculture of Georgia 2021. Statistical Publicatio. Tbilisi 2022. Web page: <http://www.geostat.ge>
86. Agrotechnology of cultivation and maintenance of oriental persimmon. Scientific and research center of agriculture of Georgia. Tbilisi. 2018. [www. Srca.gov.ge](http://www.Srca.gov.ge)