

## ქართული წარმოების სასურსათო პროდუქტების ხარისხის ამაღლება და უვნებლობისათვის კონტროლის გაძლიერება

*ხათუნა მურვანიძე*

*სტუ დოქტორანტი*

*მურად გარუჩავა*

*ბიოლოგიის მეცნიერებათა დოქტორი, სტუ პროფესორი*

*გიორგი ქვარცხავა*

*ქიმიის მეცნიერებათა დოქტორი, სტუ პროფესორი,*

*გურამ ტყემალაძე*

*ბიოლოგიის მეცნიერებათა დოქტორი, სტუ პროფესორი*

თანამედროვე პირობებში წარმოებული სურსათი, ობიექტური რეალობიდან გამომდინარე, ფიზიკურ, ქიმიურ და ბიოლოგიურ საფრთხეებთან ერთად, შეიცავს ტექნოლოგიური პროცესის შედეგად წარმოქმნილ მავნე და, ხშირ შემთხვევაში, კანცეროგენურ ნივთიერებებსაც. ამის კარგი მაგალითია აკრილამიდი [1]. რომლის წარმოქმნის საშიშროება პირველად აღწერეს შვედმა მეცნიერებმა 2002 წელს. სურსათში აკრილამიდის გამოსავლენად და ადამიანის ორგანიზმზე რისკების შესასწავლად საერთაშორისო ორგანიზაციებმა შეიმუშავეს ამ რისკების მართვისა და რეგულირების სტრატეგიული გეგმა. აღნიშნული გლობალური საკითხები კარგად არის წარმოდგენილი FAO/WHO მსოფლიო ორგანიზაციების მიერ [2].

ყავა წარმოადგენს ადამიანის ყოველდღიური მოხმარების მნიშვნელოვან პროდუქტს. ყავის საერთაშორისო ორგანიზაციის ISO მონაცემებით [3], მსოფლიოს მოსახლეობის მიერ ყოველწლიურად მოხმარებული ყავის რაოდენობა შეადგენს დაახლოებით 10 მლნ ტონას. ანუ, მსოფლიოში 2 მილიარდ 200 ათასი ადამიანი დილას 1 ფინჯანი ყავით იწყებს. ადამიანის ორგანიზმზე ყავის ზემოქმედება დღემდე კამათსა და აზრთა სხვაობას იწვევს. ექსპერტთა ერთი ნაწილი, ეყრდნობა რა ყავის მარცვლის მდიდარ ქიმიურ შედგენილობას, ამტკიცებს, რომ ყავა სასარგებლოა და ის ჩვენი რაციონის აუცილებელი ინგრედიენტი უნდა იყოს, მეორე კი, დარწმუნებულია, რომ საჭიროა მისი მაქსიმალურად შემცირება [4].

ადამიანის ორგანიზმზე ყავის მოხმარებით გამოწვეულ უარყოფით შედეგებზე მსჯელობა აქტუალური გახდა მას შემდეგ, რაც 2002 წელს, შვედი მეცნიერების მიერ დადასტურებულ იქნა მაღალ ტემპერატურაზე (1200 და მეტი) თერმულად დამუშავებულ საკვებ პროდუქტებში, მათ შორის ყავაში, ქიმიური ნივთიერება - აკრილამიდის წარმოქმნა [1,5].

ცხოველებზე ჩატარებული კვლევებით ვერ დასტურდება ადამიანის ორგანიზმისთვის აკრილამიდის კანცეროგენურობა. წლების განმავლობაში სხვადასხვა ორგანიზაციები აკრილამიდს განი-

ხილავენ, როგორც პოტენციურ კანცეროგენურ ნივთიერებას. 2010 წელს კალიფორნიის სასამართლოს მიერ დადგენილ იქნა, რომ შტატში ყავის მწარმოებელმა და რეალიზატორმა ორგანიზაციებმა უნდა უზრუნველყონ პროდუქციაზე სპეციალური აღნიშვნა ონკოლოგიური დაავადებების რისკების შესახებ, მარცვლის თერმული დამუშავების პროცესში წარმოქმნილი აკრილამიდის გამო [7]. 2015 წელს, სასურსათო პროდუქტების უვნებლობის ევროპულმა სააგენტომ (EFSA) დაადასტურა აკრილამიდის კანცეროგენური ბუნება.

აღნიშნულთან დაკავშირებით FAO/WHO მომხმარებელს ურჩევს დაიცვას ხილითა და ბოსტნეულით გამდიდრებული დიეტა. სხვადასხვა ქვეყანაში ორგანიზმზე საკვებისმიერი აკრილამიდის ყოველდღიური ზემოქმედება განსხვავდება და დამოკიდებულია ტრადიციულ ადგილობრივ დიეტასა და სამზარეულო ჩვევებზე. საკვებ დანამატების ექსპერტთა გაერთიანებული კომიტეტის (JECFA) შეფასებით, საკვებით მიღებული აკრილამიდის ყოველდღიური რაოდენობა საშუალოდ შეადგენს 1 მგ/კგ სხეულის მასაზე, ხოლო ა.შ.შ-ში საკვები პროდუქტებისა და წამლების კონტროლის სააგენტოს (FDA) მიხედვით - 0.4 მგ / კგ სხეულის მასაზე. (შედარებისთვის, WHO - ს თანახმად, სასმელ წყალში აკრილამიდის შემცველობა არ უნდა აღემატებოდეს 0.1-0.5 მკგ / ლ) [6,8].

როგორც ცნობილია აკრილამიდი შედარებით მაღალი კონცენტრაციით წარმოიქმნება ნახშირწყლებით მდიდარ პროდუქტებში, როგორებიცაა: კარტოფილის ჩიფსები, კარტოფილი ფრი, კრეკერები, პური, კომერციული ყავის ფხვნილი, ხსნადი ყავა და მოდულებული ყავა. ზოგიერთი გამოკვლევის თანახმად, ნედლი ყავა ან მოდულებული ყავა არ შეიცავს აკრილამიდს, გაზომვადი რაოდენობით [4,9].

ყავის მარცვლის არომატი და გემო, თერმული დამუშავების დროს, მაიარის, ე.წ. გამუქების, თავისუფალ ამინომჟავებსა და აღმდგენ შაქრებს შორის მიმდინარე არაფერმენტული რეაქციების შედეგია. [9-11]. აკრილამიდის უშუალო წყაროს ამინომჟავა ასპარაგინი წარმოადგენს. აკრილამიდი წარმოიქმნება აგრეთვე სხვა ამინომჟავებსა და რედუცირებად შაქრებს შორის (განსაკუთრებით გლუკოზა და

ფრუქტოზა).

თერმული დამუშავების წესი და ხანგრძლივობა მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს მზა ყავის ფიზიკურ და ქიმიურ მაჩვენებლებზე. ყავის ხარისხი განისაზღვრება მასში შემავალი ნივთიერებებით, გადამუშავებისა და მომზადების ტექნოლოგიით, აგრეთვე მომხმარებელთა ცხოვრების წესითა და ტრადიციებით [11-14].

კვლევა ვანარმოეთ ლაბორატორიულ პირობებში. მიზანს წარმოადგენდა მოხალული ყავის კომერციულ ნიმუშებში:

I. აკრილამიდის რაოდენობრივი განსაზღვრა;

II. ყავის ნიმუშის ფერის ინტენსივობის ცვლილების დამოკიდებულება, მასში აკრილამიდის რაოდენობრივ შემცველობაზე;

III. ყავის კომერციული ნიმუშების pH-ის გავლენის დადგენა მასში აკრილამიდის რაოდენობაზე.

აკრილამიდის რაოდენობრივ განსაზღვრას (კალიუმის პერმანგანატთან აკრილამიდის ჟანგვა-აღდგენითი რეაქციის საფუძველზე) ვანარმოებდით სპექტროფოტომეტრიული მეთოდით. რომელიც მოიცავდა: ნიმუშის ჰომოგენიზაციას, წყლიან აბაზანაზე აცეტონ-ნიტრილითა და გამოხდილი წყლით გაჯირჯვებას, 1-პროპანლისა და წყლის ნარევით ექსტრაქციას, როტაციულ ამოორთქლებელზე წყლისა და 1-პროპანლის მოცილებას ნიმუშის სრულ აორთქლებამდე. მშრალი ნაშთი მუშავდებოდა 2-ჯერ აცეტონ-ნიტრილითა და ჰექსანის ნარევით. სუფთა ნიმუში (~2მლ) ინახებოდა ავტოდოზატორში.

საკალიბრო მრუდის ასაგებად გამოვიყენეთ კალიუმის პერმანგანატის სტანდარტული ხსნარი, რომლის სტანდარტიზაცია მოვახდინეთ ნატრიუმის ოქსალატით. თითოეული სამუშაო ხსნარი მზადდებოდა უშუალოდ მუშაობის დაწყებამდე, გამოხდილი წყლით სტანდარტული ხსნარის განზავებით. გაზომვები ჩავატარეთ „DataStream - CE9000 Series Spectrophotometer“ მარკის სპექტროფოტომეტრზე, A355 ნმ ტალღის სიგრძეზე (A-absorbanse - ოპ-

ტიკური სიმკვრივე, ექსტინცია), 1მმ სისქის მქონე 4მლ-იან კვარცის კიუვეტაში. საკალიბრო მრუდზე (ნახ.1) წარმოდგენილია A 355 ნმ ცვლილება აკრილამიდის კონცენტრაციაზე დამოკიდებულებით.

საანალიზოდ ავიღეთ სხვადასხვა ტემპერატურაზე თერმულად დამუშავებული ყავა „არაბიკა“. ექსპოზიცია 15წთ. ზემოთ აღნიშნული მეთოდით განვსაზღვრეთ მასში აკრილამიდის რაოდენობა. განსაზღვრის პირველი შედეგები მოცემულია ნახ.2.

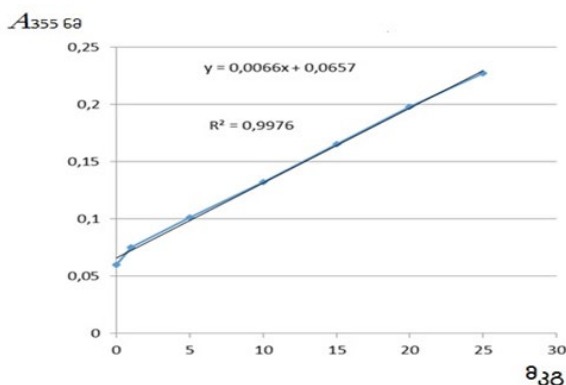
როგორც ნახაზიდან ჩანს, აკრილამიდის შემცველობა „არაბიკაში“ იცვლება თერმული დამუშავების დროს. კერძოდ, ტემპერატურის მატების შესაბამისად ხდებოდა ყავის მარცვლის გამუქება და მასში აკრილამიდის რაოდენობის გაზრდა. 100 OC-ზე მოხალულ ყავაში აკრილამიდის რაოდენობა თითქმის ნულის ტოლია, 150 OC-ზე მოხალვისას კი აკრილამიდის რაოდენობა შეადგენდა 0,2 მგ/100გ-ში, 180 OC -ზე 0,4 მგ/100გ-ში და 250 OC -ზე 2.2 მგ/100გ-ში (ნახ.2).

ყავის მარცვლის თერმული დამუშავებისას მიმდინარე ქიმიური გარდაქმნების ხასიათი დაკავშირებულია აგრეთვე მასში pH-ის ცვლილებასთან [13,14].

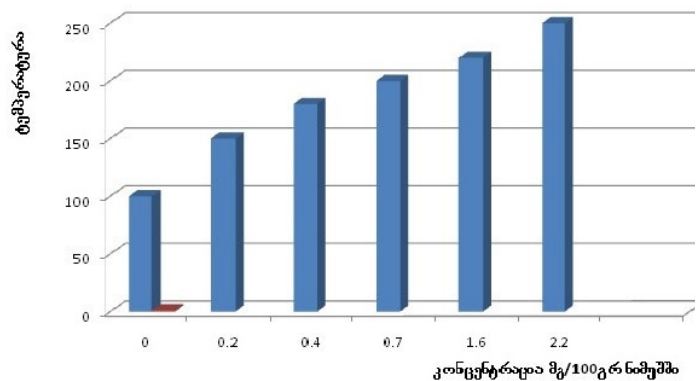
საანალიზოდ ავიღეთ სხვადასხვა ტემპერატურაზე მოხალული ყავა (ნახ.2), ექსპოზიციით - 5, 10 და 15 წთ და განვსაზღვრეთ მათში pH. განსაზღვრის შედეგები მოცემულია (ცხ.1).

როგორც ცხრილიდან ჩანს, საანალიზო ყავის ნიმუშის მჟავიანობის მაჩვენებელი, ექსპოზიციისა და მოხალვის ტემპერატურის მატებასთან ერთად იცვლება (ცხ.1). კერძოდ, 5 წთ ექსპოზიციის დროს, ტემპერატურის მატების შესაბამისად, მჟავიანობის მაჩვენებელი მნიშვნელოვან ცვლილებას არ განიცდიდა. ცვლილება შეიმჩნეოდა ექსპოზიციისა და ტემპერატურის მატებასთან ერთად. pH (4,28), 10 წთ ექსპოზიციის დროს 100 OC -დან 250 OC მდე იზრდება (5,86). pH-ის ცვლილება ყველაზე მეტად შეიმჩნევა (იზრდება 6,59-მდე) 250 OC-ის დროს, 15 წთ

ნახ.1. აკრილამიდის საკალიბრო მრუდი



ნახ.2. აკრილამიდის კონცენტრაციის ცვლილება ყავაში მოხალვის ტემპერატურისაგან დამოკიდებულებით.



ცხრ. 1. ყავა „არაბიკა“-ში pH-ის მნიშვნელობის ცვლილება ექსპოზიციისა და ტემპერატურის ცვლილებასთან დაკავშირებით

| ექსპოზიცია,<br>წთ | მოხალის ტემპერატურა °C და შესაბამისი pH |        |        |        |        |
|-------------------|-----------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
|                   | 100 °C                                  | 150 °C | 180 °C | 250 °C | 300 °C |
| 5                 | 4,22                                    | 5,51   | 5,51   | 5,28   | 4,85   |
| 10                | 4,28                                    | 5,73   | 5,78   | 5,86   | 4,51   |
| 15                | 4,36                                    | 5,96   | 6,44   | 6,59   | 4,28   |

ექსპოზიციის პირობებში. საანალიზო ნიმუშის 300 °C-ზე გაცხელებისას კი, იგივე ექსპოზიციის პირობებში, pH მნიშვნელოვნად მცირდება (4,28) (ცხ.1).

ამგვარად, თერმული დამუშავების გახანგრძლივება და ტემპერატურის მატება (2500C-მდე) იწვევს მოხალისი ყავის pH-ის მომატებას და შესაბამისად აკრილამიდის რაოდენობის გაზრდას. ტემპერატურის შემდგომი გაზრდით, ექსპოზიციის იმავე პირობებში, ხდება pH-ის შემცირება. რაც სავარაუდოდ დაკავშირებული უნდა იყოს მაიარის რეაქციაში მონაწილე ნახშირწყლების რაოდენობრივ ცვლილებებთან.

#### გამოყენებული ლიტერატურა

1. გ.ტყემალაე, გ.ქვარცხავა. „სასურსათო ტექნოლოგიებში სურსათის უვნებლობისადმი მოთხოვნათა გამკაცრებისა და კონტროლის გაზლიერების აუცილებლობა“. საერთაშორისო სამეცნიერო-პაქტიკული კონგრესის შრომათა კრებული. ტ. II. გვ. 75-79. ქუთაისი 2018.

2. ტყემალაძე გ., მახაშვილი ქ. ეკოლოგიურად უსაფრთხო პროდუქტების წარმოების ბიოქიმიური საფუძვლები. საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის საერთაშორისო სამეცნიერო კონგრესის „ეკოლოგიურად სუფთა პროდუქტების წარმოების თანამედროვე ტექნოლოგიები სოფლის მეურნეობის მდგრადი განვითარებისთვის“, შრომათა კრებული, 2016, გვ. 59-68.

3. Illy A., Viani R. (1995): Espresso Coffee: The Chemistry an Quality. London.

4. Richelle M, Tavazzi I, Offord E. 2001. „Comparison of the Antioxidant Activity of Commonly Consumer Polyphenolic Beverages (Coffee, Cocoa, and Tea) Prepared per Cup Serving. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 51:4654 4659.

5. „Health Implications of Acrylamide in Food“ Report of a Joint FAO/WHO Consultation WHO Headquarters, Geneva, Switzerland 25-27 June 2002 .World Health Organization , 2002

6. Codex alimentarius international foodstandart 2019.

7. Scientific Opinion on acrylamide in food EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM)2, 3 European Food Safety Authority (EFSA), Parma, Italy. EFSA Journal 2015;13(6):4104

8. WHO Technical Report Series - JECFA 68-2007 number: 947, Affiliation: World Health Organization DOI: 10.13140/RG.2.1.2728.6165 Report

9. Brathen E. And Knutsen S.H. 2005. „Effect of temperature and time on the formation of acrylamide in starch-based and cereal model systems, flat breads and bread“. Food Chem. 92: 693-700.

10. Murugan M, Agatian G, Semval AD and Sharma G K. „ Overview of Acrylamide Mitigation Strategies in Various Processed Foods“. INTERNATIONAL MAGAZINE OF ADVANCED RESEARCHES DOI Magazine: 10.21474 / IJAR01. Defense Food Research Laboratory (DFRL), Defense Research and Development Organization (DRDO), Siddhartha Nagar, Mysore - 570 011, Karnataka, India

11. Brathen E. And Knutsen S.H. 2005. „Effect of temperature and time on the formation of acrylamide in starch-based and cereal model systems, flat breads and bread“. Food Chem. 92: 693-700.

12. Becalski A., Lau B.P. -Y., Lewis D. and Seaman S.W. 2003. „Acrylamide in foods: occurrence, sources, and modeling. J. Agric. Food Chem., 51:802-808.

13. Becalski A., Lau B.P. -Y., Lewis D. and Seaman S.W. Hayward.S., Sahagian M., Ramesh M., and Leclerc Y. 2004. „Acrylamide in French fries: influence of free amino acids and sugars“. J. Agric. Food Chem. 52:3801-3806.

14. Rince Alfia Fadri, Kesuma Sayuti, Novizar Nazir, Irfan Suliansyah. „ THE EFFECT OF TEMPERATURE AND ROASTING DURATION ON PHYSICAL CHARACTERISTICS AND SENSORY QUALITY OF SINGGALANG ARABICA COFFEE (Coffea arabica) AGAM REGENCY“. Journal of Applied Agricultural Science and Technology ISSN: 2621-2528 3 (2): 189-201 (2019)