

ინოვაციურ ტექნოლოგიაში ულტრაბგერის გავლენა ტომატ პასტის ხარისხობრივ მაჩვენებლებზე

გიორგი ანდრიაძე - დოქტორანტი,

გიორგი დანელია - სოფლის მეურნეობის აკადემიური დოქტორი

საკვანძო სიტყვები: ულტრაბგერა, ასკორბინის მჟავა, ტომატ-პასტა, ენერგო დანახარჯები, ეკოლოგიურად სუფთა, ბიოლოგიურად უსაფრთხო, მიკროორგანიზმები, სპორები.

რეზიუმე

სრულფასოვანი ტომატ-პასტის მისაღებად შემუშავდა ინოვაციური ტექნოლოგია, სადაც გამოიყენება 40კვ სიხშირის ულტრაბგერა. ულტრაბგერამ ვაკუუმში გაცხელების გარეშე, მოახდინა სტერილიზაცია 46°C ტემპერატურაზე. ტომატ-პასტაში ასკორბინის მჟავა შენარჩუნებული იყო უცვლელი სახით. დამზადდა ტომატ-პასტის ნიმუშები საწარმოო მეთოდით - 100°C-ზე გაცხელებით, სადაც C ვიტამინის შემცველობა 98%-ით იყო დაკლებული საწყის ნედლეულთან შედარებით. პამიდორში C ვიტამინის დაბალი შემცველობის გამო (10მგ%) და მისი კონცენტრაციის გაზრდის მიზნით პამიდორის წვეს დაემატა წითელი ტკბილი წიწკა (რომელიც მდიდარია 150-300 მგ%-ობით ასკორბინის მჟავით) პამიდორის და წიწკის თანაფარდობით 21:1. პამიდორის წვენის pH-ის შემცირების მიზნით, ტომატ-პასტის დამზადების წინ მას დაემატა ლიმონმჟავა. მიღებული პროდუქტის pH მერყეობდა 3.6-3.8 ზღვრებში, ნიმუშები ინახებოდა მაცივარში 5-8°C ტემპერატურულ ზღვრებში. დამზადებიდან 1 წლის შემდეგ ჩატარდა მიკრობიოლოგიური ანალიზი მიკროტოქსინებზე-მეზოფილურ აერობული და ფაკულტატურ ანაერობული მიკროორგანიზმების გამოვლენის მიზნით. არცერთ ნიმუშში არ გამოვლინდა კოლონია წარმომქმნელი ერთეულები. ჰერმეტიკულად დახურულ ტომატ-პასტის ქილებში არ აღენიშნა ობის ან გაზის დაგროვების კვალი. ინოვაციური მეთოდით მიღებული ტომატ-პასტა 2,5-3-ჯერ უფრო დაბალ ენერგიას მოიხმარს.

მსოფლიოში მიმდინარე ტენდენცია მიმართულია სრულფასოვანი, ეკოლოგიურად სუფთა საკვები პროდუქციის წარმოებისკენ. „ბიო პროდუქტი“ გულისხმობს წარმოებისას ბიომრავალფეროვნების, ეკოლოგიური და ბიოლოგიური ბალანსის შენარჩუნებას, გარემოს დაცვას და ბუნებრივი რესურსების ეფექტურ გამოყენებას [1]. მიუხედავად იმისა, რომ ბიო პროდუქტები შედარებით ძვირი ღირს, მისი უპირატესობა მაინც მაღალია.

მეცნიერულ სიახლეს წარმოადგენს მიღებული ტომატ-პასტის ინოვაციური ტექნოლოგია, რომლის მთავარი უპირატესობა-დაბალ ტემპერატურაზე წარმოებაა, სადაც უცვლელად არის შენარჩუნებული ასკორბინის მჟავა. ულტრაბგერის მუდმივი ზემოქმედება იწვევს სტერილიზაციას 46°C ტემპერატურაზე, რის გამოც მიიღება მაღალი ხარისხის, ბიოლოგიურად უსაფრთხო პროდუქტი ნაკლები ენერგო დანახარჯებით. ჩვენს მიერ შემუშავებული ინოვაციური ტექნოლოგიით წარმოებული ტომატ-პასტა 2,5-3-ჯერ ნაკლებ ენერგო დანახარჯებს მოითხოვს, ვიდრე საწარმოო მეთოდით დამზადებული ტომატ-პასტა; მის დასამზადებლად არ არის გამოყენებული სხვადასხვა ქიმიური დანამატები, კონსერვანტების, საღებავების და ემულგატორების სახით [2,3]. საწყის ნედლეულში დამატებული მჟავიანობის რეგულატორი ლიმონმჟავა წარმოადგენს - ეკოლოგიურად სუფთა პროდუქტს [4,5]. ასკორბინის მჟავის კონცენტრაციის გასაზრდელად გამოყენებულია ტკბილი წითელი წიწკა.

ყველა მასალა, რომელიც შეხებაშია საკვლევ პროდუქტთან - დამზადებულია 304 მარკის უჟანგავი ფოლადისგან [6]. ოქტომბერში ტომატ-პასტის დასამზადებლად გამოყენებული იქნა პამიდორის სახეობა „საგვიანო“, ივნისში დამზადებული ტომატ-პასტის ნედლეულად გამოყენებული იქნა პამიდორის ქვესახეობა „სამეფო“ და ჭოპორტულა.

მოდელურ აპარატში დამზადდა ტომატ-პასტა როგორც კლასიკური მეთოდით, ასევე ჩვენს მიერ შესწავლილი ინოვაციური ტექნოლოგიით - ულტრა-ბგერის გამოყენებით. ულტრაბგერის სიხშირე არის 40 კილოჰერცი, სიმძლავრე 60 ვატი.

ულტრაბგერის გენერატორის მუშაობის დრო ნაწილობრივ დამოკიდებულია გარემოს ტემპერატურაზე, ულტრაბგერის გენერატორის ავტომატური მაკონტროლებელი თიშავს და რთავს მას ტომატ-პასტის დამზადების პროცესისთვის საჭირო - პროგრამულად მითითებული ტემპერატურის შესანარჩუნებლად, ვინაიდან იგი გამოყოფს სითბოს მუშაობის პროცესში და აუცილებელია მისი სინქრონული მუშაობა გამათბობელ ქურასთან ერთად, რათა არ მოხდეს ტემპერატურის შეუსაბამო ცვლილება. გარემოს ტემპერატურის 23-27°C ზღვრებში, მთელს პროცესში, ულტრაბგერის გენერატორი მუშაობს მთლიანი დროის 90-92%-ის განმავლობაში.

ახალ მომზადებულ ტომატ-პასტის ყველა ნიმუშში განისაზღვრა C-ვიტამინის შემცველობა. ანალიზების შედეგად, ულტრაბგერის თანხლებით დამზადებულ ნიმუშებში ასკორბინის მჟავა არ იყო შემცირებული; ხოლო გაცხელებით ამოშრობის მეთოდით დამზადებულ ტომატ-პასტაში ასკორბინის მჟავას კონცენტრაცია შემცირებული იყო [7]. მათზე დამოკიდებულია ხარისხი და საგემოვნო თვისებები [8,9]. ზემოთ აღნიშნული მიუთითებს ულტრაბგერის გამოყენების უპირატესობაზე, ვინაიდან ულტრაბგერისას ახორციელდება სტერილიზაცია 46°C ტემპერატურაზე და აღარ არის მაღალ ტემპერატურაზე გაცხელება საჭირო, რაც უზრუნველყოფს ტომატ-პასტაში C-ვიტამინის და სხვა ბიოლოგიურად აქტიურ ნაერთთა შენარჩუნებას. შესაბამისად, გამოდის უვნებელი და მაღალი ხარისხის პროდუქცია.

სხვადასხვა პირობით მომზადებული ტომატ-პასტის, ნიმუშები მოთავსდა მინის ქილებში შესანახად. ტომატ პასტით შევსებული ქილები ინახებოდა მაცივარში 5°C - 8°C ტემპერატურულ ზღვრებში. ტომატ-პასტის შენახვის უნარიანობის დადგენის მიზნით, დამზადებიდან 1 წლის შემდეგ, მათ ჩაუტარდათ მიკრობიოლოგიური ანალიზი ISO4833-1-2013/2015 მეთოდით [10]. ყოველი ნიმუში დამზადდა 3-ჯერ, აღებულია მათი საშუალო მნიშვნელობები. ქილებში მოთავსებული ტომატ-პასტის მახასიათებლები გამოიყურება შემდეგ ნაირად:

ნიმუში 1 დამზადებული ოქტომბერში. პამიდვრის სახეობა „ჭოპორტულა“. პამიდვრის პიურეს დაემატა წითელი ტკბილი (ბულგარული) წიწაკა 21:1 თანაფარდობით. საწყისი ნედლეულის pH=4.82. დამზადდა 100°C-ზე ამოშრობით, ტომატ-პასტის pH=4.77. კონსერვანტად დაემატა ლიმონმჟავა, ლიმონმჟავას დამატების შემდეგ pH = 3.78. ტომატ-პასტა მოთავსდა წინასწარ 104°C-ზე 10 წთ გასტერილებულ ქილაში. ქილაში შევსების შემდეგ ჩაუტარდა სტერილიზაცია 104°C-ზე, 10 წთ, სტერილიზაციის დროს წნევა იყო 0,6 ბარი. შევსების შემდეგ ქილა გრილდებოდა ამოტრიალებულ მდგომარეობაში. ოთახის ტემპერატურაზე გაგრილების შემდეგ ინახებოდა მაცივარში 5-8°C ტემპერატურულ ზღვრებში.

ნიმუში 2 დამზადებული ოქტომბერში. პამიდვრის სახეობა „ჭოპორტულა“. პამიდვრის პიურეს დაემატა წითელი ტკბილი (ბულგარული) წიწაკა 21:1 თანაფარდობით. საწყისი ნედლეულის pH=4.82. დამზადებულია 40 კპც ულტრაბგერის თანხლებით, 46°C-ზე ამოშრობით, ვაკუუმის ხარისხი -0,9 ბარი, ტომატ-პასტის pH=4.80, ლიმონმჟავას დამატებით pH დაყვანილ იქნა 3.82-მდე. ტომატ-პასტით შევსებამდე ქილა გასტერილდა 104°C-ზე 10 წთ, ქილაში მოთავსების მომენტში ტომატ-პასტის ტემპერატურა იყო 46.3°C, შევსების შემდეგ ქილა გრილდებოდა ამოტრიალებულ მდგომარეობაში. ოთახის ტემპერატურაზე გაგრილების შემდეგ ინახებოდა მაცივარში 5-8°C ტემპერატურულ ზღვრებში.

ნიმუში 3 დამზადებული ოქტომბერში. პამიდვრის პიურეს დაემატა წითელი ტკბილი (ბულგარული) წიწაკა 21:1 თანაფარდობით. საწყისი ნედლეულის pH=4.82. პამიდვრის სახეობა „საგვიანო“. დამზადებულია 40 კპც ულტრაბგერის თანხლებით, 46°C-ზე ამოშრობით, ვაკუუმის ხარისხი -0,9 ბარი, ტომატ-პასტის pH=4.80, დაემატა ლიმონმჟავა, რის შედეგადაც pH=3.79. ტომატ-პასტა მოთავსდა წინასწარ 104°C-ზე 10 წთ გასტერილებულ ქილაში. ტომატ-პასტით შევსების შემდეგ ქილა გასტერილდა 104°C-ზე 10 წთ. ქილაში მოთავსების მომენტში ტომატ-პასტის ტემპერატურა იყო 46.0°C, სტერილიზაციის შემდეგ ქილა გრილდებოდა ამოტრიალებულ მდგომარეობაში. ოთახის ტემპერატურაზე გაგრილების შემდეგ ინახებოდა მაცივარში 5-8°C ტემპერატურულ ზღვრებში. მიღებული ტომატ-პასტის ნიმუშების ანალიზის შედეგები მოცემულია ცხრილში 1.

ცხრილი 1. სხვადასხვა რეჟიმებით დამზადებული ტომატ-პასტის ნიმუშების ანალიზები და ელექტროენერგიის ხარჯი.

ნიმუში	C ვიტამინი ნედლეულში, მგ%	C ვიტამინი პროდუქტში, მგ%	C ვიტამინის კლება, %	ელ. ენერგიის ხარჯი, კვტ/სთ	მიკროორგანიზმები პროდუქტში, კწე/გ
1	355	65	83	1.36	0
2	353	353	0	0.45	0
3	351	348	1	0.62	0

დასკვნა

1. ულტრაბგერის გამოყენებით ტომატ-პასტის დამზადებისას 46°C ტემპერატურაზე ასკო--რბინის მჟავის რაოდენობა თითქმის არ იკლებს.
2. -0,9 ბარ ვაკუუმში 46°C ტემპერატურაზე ულტრაბგერის ზემოქმედებით მიმდინარეობს სტერილიზაციის პროცესი, მეზოფილურ აერობული და ფაკულტატურ ანაერობული მიკროორგანიზმების, ასევე სოკოს სპორების განადგურებით.
3. ულტრაბგერის გენერატორის მიერ წარმოქმნილი მაღალი სიხშირის ვიბრაცია (ჩვენს შემთხვევაში 40 კილოჰერცი) იწვევს პამიდვრის წველის ტემპერატურის მომატებას, რომელმაც შესაძლებელია მიაღწიოს 100°C-მდე, რაც საშუალებას იძლევა შემცირდეს გამახურებელი ელემენტის ჩართვის ხანგრძლივობა და უზრუნველყოფს ელექტროენერგიის 2,5-3-ჯერ ეკონომიას, ვინაიდან ულტრაბგერის გენერატორი და მისი მაკონტროლებელი ელემენტები მოიხმარს უფრო დაბალ ენერგიას - ქურის გამაცხელებელ ელემენტთან შედარებით.
4. ინოვაციით მიღებული პროდუქციის ყოველი ეტაპი შესრულებულია ზუსტი კონცენტრაციებით.

გამოყენებული ლიტერატურა:

1. Ramesh M, Deepa C, Kumar LR, Sanjay M, Siengchin S. Life-cycle and environmental impact assessments on processing of plant fibres and its bio-composites: A critical review. Journal of Industrial Textiles. 2022;51(4_suppl):5518S-5542S. doi:10.1177/1528083720924730.
2. Xiuping Liang, Jun Yan, Siqi Guo, David Julian McClements, Cuicui Ma, Xuebo Liu, Fuguo Liu, Enhancing lycopene stability and bioaccessibility in homogenized tomato pulp using emulsion design principles, Innovative Food Science & Emerging Technologies, Volume 67, 2021, 102525, ISSN 1466-8564, <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2020.102525>.
3. Subhashish Dey, Bommur Hema Nagababu, Applications of food color and bio-preservatives in the food and its effect on the human health, Food Chemistry Advances, Volume 1, 2022, 100019, ISSN 2772-753X, <https://doi.org/10.1016/j.focha.2022.100019>.
4. Shi, Yige, Dandan Pu, Xuwei Zhou, and Yuyu Zhang. 2022. "Recent Progress in the Study of Taste Characteristics and the Nutrition and Health Properties of Organic Acids in Foods" Foods 11, no. 21: 3408. <https://doi.org/10.3390/foods11213408>.
5. Edith Ramos Da Conceicao Neta, Suzanne D. Johanningsmeier, Roger F. McFeeters. The Chemistry and Physiology of Sour Taste - A Review. Journal Food Science, Volume72, Issue2 March 2007 Pages R33-R38. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2007.00282.x>
6. Connolly BJ. The Use of Stainless Steel and Nickel Alloys to Combat Corrosion in the Brewing, Dairy, Wine and Food Industries. British Corrosion Journal. 1970;5(5):209-216. <https://doi.org/10.1179/000705970798324414>

7. Un Qiu, Jan-Eise Vuist, Remko M. Boom, Maarten A.I. Schutyser, Formation and degradation kinetics of organic acids during heating and drying of concentrated tomato juice, LWT, Volume 87, 2018, Pages 112-121, ISSN 0023-6438, <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.08.081>.
8. W. A. Gould. TOMATO PRODUCTION, PROCESSING & TECHNOLOGY (Third Edition). CTI PUBLICATIONS INC, Baltimore, USA: 1992. pages 350-352
9. Sudhir Gupta. Modern Technology of Tomato Processing and Dehydration (Ketchup, Juice, Paste, Puree, Soup and Drying). Engineers India Research Institute Board of Consultants & Engineers. New Delhi: 2015. pages 139-203.
10. Microbiology of the food chain. Horizontal method for the enumeration of microorganisms INTERNATIONAL STANDARD ISO 4833-1:2013(E). 2019.

Influence of Ultrasound on Quality of Processed Tomato Paste in the Innovative Technology

Giorgi Andriadze - Doctoral student,

Giorgi Danelia - Academic doctor of agriculture

Key words: Ultrasound, ascorbic acid, tomato paste, energy costs, environmentally friendly, biologically safe, microorganisms, mold.

Abstract

In order to produce healthy tomato paste, innovative technology using 40 kHz ultrasound is developed. Ultrasound performed sterilization in vacuum of the tomato juice at a temperature of 46°C. Ascorbic acid remained unchanged. Tomato paste samples were also produced using a heating production method at 85-100°C, where the vitamin C content was reduced by 98% compared to the original raw material. Due to the low content of vitamin C in tomato (10 mg%) and to increase its concentration in tomato juice, red sweet pepper was added in a tomato/pepper ratio of 21:1. The pepper also enhanced the red color of the tomato paste. In order to reduce the pH of tomato juice, before preparing tomato paste, citric acid was added to it. The pH of the resulting product ranged from 3.6 to 3.8. All samples were stored in a refrigerator at a temperature of 5-8°C. 1 year after production, microbiological analyzes were carried out to identify mesophilic aerobic and facultative anaerobic microorganisms. No colony-forming units were detected in any of the samples. No traces of mold or gas accumulation were found in hermetically sealed cans of tomato paste. Tomato paste obtained by an innovative method consumes 2.5-3 times less energy than tomato paste obtained by heating - even in the case of additional sterilization of the cans filled with tomato paste, obtained by an innovative method.