

სურსათმცოდნეობა

**სელისა და მუხუდოს ფქვილებით გამდიდრებული
უგლუტენო კექსის ტექნოლოგია**

ელიზა ფრუიძე

eliza.pruidze@atsu.edu.ge

ცირა ხუციძე

tsira.khutsidze@atsu.edu.ge

ხატია ხვადაგიანი

khatia.khvadagiani@atsu.edu.ge

აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

ქუთაისი, საქართველო

DOI: <https://doi.org/10.52340/atsu.2024.2.24.02>

ცელიაკიით დაავადებული ადამიანების მკურნალობის მეთოდი დღეს-დღეობით არის აგლუტენური დიეტა მთელი ცხოვრების მანძილზე, რამაც გამოიწვია მზარდი მოთხოვნილება უგლუტენო ფქვილოვან ნაწარმზე. უგლუტენო პროდუქციის წარმოებაში აგლუტენურ ფქვილებად ძირითადად გამოიყენება ბრინჯი, წიწიბურა, სიმინდი. მათი კომპოზიციური ნარევიდან კექსის მომზადება და მისი კვებითი ღირებულების ამაღლება სელისა და მუხუდოს ფქვილების გამოყენებით არის აქტუალური. სამუშაოს მიზანს წარმოადგენს ცელიაკიით დაავადებულთათვის სელისა და მუხუდოს ფქვილით გამდიდრებული უგლუტენო კექსის რეცეპტურისა და ტექნოლოგიის შემუშავება. შემოთავაზებულია აგლუტენური კომპოზიციური ფქვილოვანი ნარევი: 1. ბრინჯის ფქვილი+წიწიბურას ფქვილი+სელის ფქვილი; 2. ბრინჯის ფქვილი+სიმინდის ფქვილი+მუხუდოს ფქვილი კომპონენტების შემდეგი თანაფარდობით 40:30:30. ორივე კომპოზიციური ნარევიდან მომზადებული კექსს ჰქონდა სტანდარტის შესაბამის ხარისხის მაჩვენებლები. შემუშავებული უგლუტენო კექსი შეიძლება ჩართულ იქნას ცელიაკიით დაავადებულთა აგლუტენური დიეტის რაციონში.

საკვანძო სიტყვები: გლუტენი, უგლუტენო ფქვილოვანი ნაწარმი, აგლუტენური დიეტა, აგლუტენური ნედლეული.

შესავალი. ცელიაკიით დაავადებული ადამიანების მკურნალობის მეთოდი დღეს-დღეობით არის აგლუტენური დიეტა მთელი ცხოვრების მანძილზე, რამაც გამოიწვია მზარდი მოთხოვნილება უგლუტენო ფქვილოვან ნაწარმზე. ასეთი პროდუქციის მნიშვნელოვან ნაკლს წარმოადგენს ცილების დაბალი შემცველობა. კვების შესახებ რეკომენდაციების დაცვის მიზნით საჭიროა პროდუქტების შემუშავება და რეცეპტურის ცვლილება (Simón ...2023).

უგლუტენო პროდუქციის წარმოებაში აგლუტენურ ფქვილებად ძირითადად გამოიყენება ბრინჯი, წიწიბურა, სიმინდი. მათგან დამზადებული ნაწარმის კვებითი ღირებულება არის დაბალი. მიზანშეწონილია ორი-სამი უგლუტენო ნედლეულის კომბინირება ან კვებითი ღირებულების ამაღლება რეცეპტურაში შეუცვლელი ამინომჟავებით, ვიტამინებით, მინერალური ნივთიერებებით და საკვები ბოჭკოებით მდიდარი ნედლეულის გამოყენებით. ამ მიზნით პერსპექტიულია არატრადიციული ადგილობრივი ნედლეულის გამოყენება, რომელთა სწორი შერჩევა უზრუნველყოფს საკმლის მომწოდებელი სისტემის ფუნქციებისა და, ზოგადად, ნივთიერებათა ცვლის ნორმალიზებას ცელიაკით დაავადებულთა ორგანიზმში (Sapone... 2012, Shaista Jabeen... 2022, Ревнова 2008: 35-37, Yamsaengsung 2012: 2221-2227).

კექსი მიეკუთვნება ყველაზე ხელმისაწვდომ ნაწარმს, რომელზეც დიდი მოთხოვნაა მოსახლეობის ყველა ჯგუფში. მათი წილი ფქვილოვანი საკონდიტრო ნაწარმის ასორტიმენტის სტრუქტურაში საკმარისად მაღალია. გამოირჩევა ნაზი სასიამოვნო გემოთი და არომატით. უგლუტენო კექსისათვის ფქვილოვანი კომპოზიციის პროექტირების დროს მნიშვნელოვან ამოცანას წარმოადგენს მზა ნაწარმის კვებითი ღირებულების ამაღლება.

წიწიბურას, ბრინჯის და სიმინდის ფქვილების ბაზაზე შემუშავებული უგლუტენო ფქვილოვანი კომპოზიციური ნარევიდან კექსის მომზადება და მისი კვებითი ღირებულების ამაღლება სელისა და მუხუდოს ფქვილების გამოყენებით არის აქტუალური.

მიუხედავად იმისა, რომ ბაზარზე შეინიშნება უგლუტენო პროდუქციის რაოდენობის ზრდა, ჯერ კიდევ არსებობს გარკვეული ხარვეზები ამ პროდუქტების კვებითი ღირებულებისა და ორგანოლეპტიკური მაჩვენებლების მიმართულებით. კომერციულად მომგებიანი უგლუტენო ნაწარმი არის დაბალი კვებითი ღირებულების, განსაკუთრებით ცილისა და საკვები ბოჭკოების შემცველობის მიხედვით, ასევე ახასიათებს მაღალი გლიკემიური ინდექსი. მეორეს მხრივ, ორგანოლეპტიკური თვალსაზრისით უგლუტენო პროდუქტებს არ აქვს შესაბამისი ტექსტურა, მექანიკური თვისებები, გემო და არომატი. ეს იმის შედეგია, რომ ძირითადად ხდება დიდი რაოდენობით ნახშირწყლების შემცველი ნედლეულის შერჩევა (Tomić, Jelena... 2022: 488-498, Zhang, Yiqinb... 2020: 200-213, Пашченко... 2003: 82-85).

უგლუტენო ფქვილოვანი ნაწარმის სტრუქტურის და ხარისხის გასაუმჯობესებლად და შენახვის ვადის გახანგრძლივების მიზნით გამოიყენება ფსევდომარცვლელი (ამარანტი, წიწიბურა), მთლიანად

დაფკვილი მარცვლეული, ხილისა და ბოსტნეულის გადამუშავების მეორადი პროდუქტებიდან მიღებული საკვები ბოჭკო, ალტერნატიული ფკვილები (ჩია, წაბლი და სხვ.). ამის მიზეზია მათი წყლის შთანთქმის, გელის წარმოქმნის უნარი რაც იწვევს ტექსტურის ჩამოყალიბებას და შესქელებას (Silagadze... 2017: 177-180).

მეცნიერთა სხვადასხვა ჯგუფის მიერ უგლუტენო ნაწარმის კვებითი ღირებულების ამაღლების მიზნით მიზანშეწონილია სახამებლის დაბალი შემცველობის არატრადიციული ნედლეულის გამოყენება. ასეთ დანამატებს მიეკუთვნება სელი და მუხუდო, რომლებიც საქართველოში გავრცელებულია უძველესი დროიდან და ბოლო წლებში შეინიშნება ფერმერთა მზარდი დაინტერესება (სადუნიშვილი... 2022: 126-138).

სელის ფკვილი დიდი რაოდენობით შეიცავს ადამიანის ორგანიზმის მიერ ადვილად შეთვისებად ცილას, ცხიმოვან ომეგა-მჟავებს, უჯრედის, B ჯგუფის ვიტამინებს და სხვა სასარგებლო ნივთიერებებს. დიეტურ კვებაში პირველი ადგილი სელს უჭირავს. სელის ფკვილში ბევრი არის ისეთი ნივთიერებები, რომელიც არ შეითვისება კუჭ-ნაწლავის ტრაქტში, თუმცა ორგანიზმიდან გამოდევნის ტოქსინებს და ცუდ ქოლესტერინს (Prakriti Jnawali... 2016: 169-176, Рудницкая... 2012: 24, Супрунова... 2010: 19, Kaur... 2018: 19).

არატრადიციული ფკვილი წარმოადგენს ცილის დამატებით წყაროს და ფასეულ ალტერნატივას საკვები ნივთიერებებით მდიდარი და სასარგებლო ნედლეულს ფკვილოვანი ნაწარმის წარმოებაში. ისეთი პარკოსანის, როგორიცაა მუხუდო უფრო აქტუალური გახდა ცხოებაში, რადგან მას აქვთ ადამიანის ჯანმრთელობისათვის სასარგებლო თვისებები. ის იწვევს სიმსუქნის, მე-2 ტიპის დიაბეტის შემცირებას. მუხუდოს ფკვილის ქიმიური შედგენილობისათვის დამახასიათებელია სახამებლისა და ცილების შემცველობა, შესაბამისად 37% და 23%, ცხიმის რაოდენობა ტოლია 5%. ცილებიდან ჭარბობს ალბუმინების და გლობულინების ფრაქციები. მისი გამოყენებით შესაძლებელია მაღალი ბიოლოგიური ღირებულების ახალი ინოვაციური პროდუქტების შემუშავება (Catherin Herrera A...2021: 2208-2224). საკვებ პროდუქტში მუხუდოს ფკვილის დამატებით იზრდება მისი კვებითი ღირებულება და შეიძლება იყოს ახალი გზა პროდუქტში აკრილამიდის რაოდენობის შესამცირებლად (Rachwa-Rosiak... 2015: 1137-1145).

კვლევის ობიექტები და მეთოდები. კვლევის ობიექტებს წარმოადგენს კექსის საკონტროლო ნიმუშები, რომელშიც ხორბლის ფკვილი მთლიანად ჩანაცვლებულია ძირითადი უგლუტენო ფკვილოვანი კომპოზიციური ნარევით და საცდელი ნიმუშები, რომლებშიც ხორბლის ფკვილი მთლიანად ჩანაცვლებულია უგლუტენო ფკვილოვანი კომპოზიციური

ნარევიებით. ფქვილოვანი ძირითადი კომპოზიციური ნარევი მომზადებულია ბრინჯისა და წიწიბურას ან ბრინჯისა და სიმინდის ფქვილების შერევით, ხოლო უგლუტენო ფქვილოვანი კომპოზიციური ნარევი ძირითად კომპოზიციურ ნარევი სელის ან მუხუდოს ფქვილის დამატებით. სელი და მუხუდო მოყვანილია დასავლეთ საქართველოში სხვადასხვა ფერმერულ მეურნეობაში. ხოლო დანარჩენი ნედლეული - ბრინჯი, წიწიბურა, შაქარი, ბადაგი, ესენცია შევიძინეთ ქუთაისში მარკეტში. ფქვილები მივიღეთ ლაბორატორიაში დაფქვით.

მზა ნაწარმის ხრისხის შესაფასებლად ვსაზღვრავდით კექსის ორგანოლეპტიკურ და ფიზიკურ-ქიმიურ მაჩვენებლებს (ტენიანობა, ტუტეობა, სიმკვრივე, გაჯირჯვების უნარი). ორგანოლეპტიკურ მაჩვენებლებს ვსაზღვრავდით 10 ბალიანი სისტემით შემდეგი მახასიათებლების მიხედვით: ზედაპირის მდგომარეობა, ფერი, გემო და სუნი, ანატეხის სახე, ფორმა (GOST 15052-2014). ტენიანობას ვსაზღვრავდით საანალიზო ნიმუშის გამოშრობით მუდმივ წონამდე განსაზღვრულ ტემპერატურაზე. მასის დანაკარგს ვითვლიდით საანალიზო ნიმუშის მასათა სხვაობით გამოშრობამდე და გამოშრობის შემდეგ და შედეგს გამოვსახავდით პროცენტებში (GOST 5900-2014). ნამცხვრის ტუტეობის განსაზღვრისათვის ნიმუშში არსებული ტუტე ნივთიერებების ნეიტრალიზაციას ვახდენდით 0,1 N გოგირდმჟავას ან მარილმჟავას ხსნარით ინდიკატორის ბრომთიმოლის ლურჯის თანაობისას ყვითელი ფერის წარმოქმნამდე. მეთოდი გამოიყენება ქიმიური გამაფხვიერებლების გამოყენებით დამზადებული ფქვილოვანი საკონდიტრო ნაწარმის ტუტეობის განსაზღვრისათვის (GOST 5898-87). კექსის სიმკვრივეს ვსაზღვრავდით ნაწარმის მასის შეფარდებით მის მოცულობასთან. კექსის მოცულობას ვსაზღვრავდით იმ ინდიკატორის მოცულობით, რომელსაც გამოდევნის საანალიზო ნიმუში. ინდიკატორად გამოვიყენეთ 1,5 მმ ზომის უმაღლესი ხარისხი გაპრიალებული ფეტვი (GOST 15052-2014).

სამუშაოს მიზანს წარმოადგენს ცელიაკიით დაავადებულთათვის სელისა და მუხუდოს ფქვილით გამდიდრებული უგლუტენო კექსის რეცეპტურისა და ტექნოლოგიის შემუშავება.

კვლევის შედეგები და განხილვა. კომპოზიციური ნარევი მოვამზადეთ ორი ფქვილის გამოყენებით. ამიტომ კვლევის მიზნიდან გამომდინარე კვლევა ჩავატარეთ ორ ეტაპად: პირველ ეტაპზე ბრინჯის, წიწიბურას და სიმინდის ფქვილებიდან კომპონენტების სხვადასხვა თანაფარდობით შევადგინეთ ძირითადი კომპოზიციური ნარევის ორი რეცეპტურა: ერთი - ბრინჯი + წიწიბურა და მეორე - ბრინჯი + სიმინდი. რეცეპტურა ვიანგარიშეთ 100 კგ ნარევი, რომელშიც ვცვლიდით კომპონენტების თანაფარდობას. ორივე ნარევის მომზადებისას განვიხილეთ 5-5 ვარიანტი.

ე. ფრუიძე, ც. ხუციძე, ხ. ზვადაგანი

მეორე ეტაპზე კი კვებითი ღირებულების ამაღლების მიზნით ბრინჯისა და წიწიბურას ძირითად კომპოზიციურ ნარევეში დავამატეთ სელის ფქვილი, ხოლო ბრინჯისა და სიმინდის ფქვილების ნარევეში- მუხუდოს ფქვილი.

უგლუტენო კომპოზიციური ნარევის გამოყენებით მოვაშადათ კექსი. საკონტროლო ნიმუშად ავიღეთ კექსის „დედაქალაქური“ რეცეპტურა (Антонова... 2013), რომელშიც ხორბლის ფქვილი მთლიანად ჩავანაცვლეთ კომპონენტების სხვადასხვა თანაფარდობით მიღებული ფქვილოვანი კომპოზიციური ნარევით. კექსი გამოვაცხვეთ ფორმებში 175 °C ტემპერატურაზე 25–30 წთ-ის განმავლობაში. სხვადასხვა რეცეპტურით მომზადებული კექსის ანალიზი ჩავატარეთ 16 სთ-ის შემდეგ. განვსაზღვრეთ მზა ნაწარმის ორგანოლეპტიკური და ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლები. საკონტროლოდ ავიღეთ სელისა და მუხუდოს დამატების გარეშე კომპოზიციური ნარევიდან გამომცხვარი ნიმუში.

ბრინჯის, წიწიბურას და სელის ფქვილის კომპოზიციური ფქვილოვანი ნარევიდან მოზელები კექსის ცომი იყო წებვადი. ამასთან სელის ფქვილის დოზირების გაზრდით ცომი გახდა უფრო წებვადი და დაფორმება იყო რთული. დაფორმების პროცესის გაუმჯობესების მიზნით ცომი გავაცივეთ 6-8 °C ტემპერატურამდე 60-90 წთ-ის განმავლობაში.

კექსის ხარისხის ფიზიკურ-ქიმიური და ორგანოლეპტიკური მახასიათებლები წარმოდგენილია 1-ელ ცხრილსა და 1-ელ ნახაზზე.

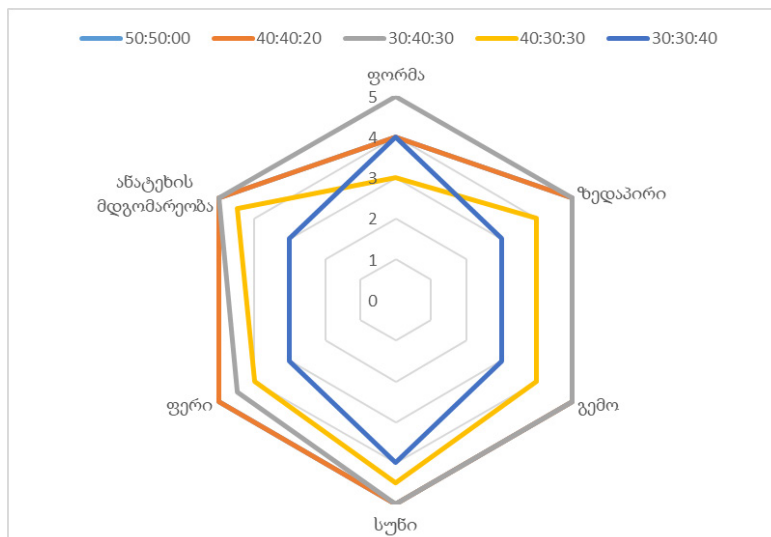
ცხრილი 1. კექსი ხარისხი ფიზიკურ-ქიმიური მახასიათებლები

მაჩვენებელი	წიწიბურას, ბრინჯის, სელის ფქვილის თანაფარდობა					ბრინჯის, მუხუდოს, სიმინდის, ფქვილის თანაფარდობა				
	კონტროლი	40/40/20	30/40/30	40/30/30	30/30/40	კონტროლი	40/40/20	30/40/30	40/30/30	30/30/40
ტენიანობა, %	20,2	18,6	18,7	18,2	17,9	22,2	24,0	24,5	24,0	25,0
ტუტიანობა, გრად	1,8	1,7	1,7	1,7	1,9	1,8	1,6	1,6	1,5	1,4
ხვედრითი მოცულობა სმ³/100გრ	188,0	186,0	187	186	185	194,0	197,0	200,0	196,0	194,0
ცხიმის მასური წილი, %	12,9	13,7	14,5	15,8	17,2					

გამომცხვარი ნიმუშების ორგანოლეპტიკურმა შეფასებამ აჩვენა, რომ

წიწიბურას და სელის ფქვილი გავლენას ახდენს მზა ნაწარმის ფერზე. მათი დოზირების გაზრდით ნაწარმი ხდება მუქი. სელის ფქვილი მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს მზა ნაწარმის ხარისხზე. წიწიბურას და ბრინჯის ფქვილის 50:50 თანაფარდობის დროს კექსს ჰქონდა ღია ყავისფერი შეფერილობა, წიწიბურას სასიამოვნო არომატით. კექსის ნიმუშში შეიმჩნევა ყვითელი შეფერილობის გარსის ნაწილაკების ჩანარები. სელის ფქვილის 30%-მდე გაზრდით და წიწიბურას შემცირებით 30%-მდე ძლიერდება სელისათვის დამახასიათებელი სასიამოვნო გემო და სუნი, ნაწარმმა მიიღო სასიამოვნო ყავისფერი. წიწიბურას და სელის ფქვილის დოზირების შემდგომი გაზრდით კექსი გახდა მუქი ყავისფერი, გარსის ნაწილაკების რაოდენობის გაზრდის გამო. წიწიბურას და სელის ფქვილის დოზირების შემდგომი გაზრდით კექსის ხარისხის მაჩვენებლები გაუარესდა: ზედაპირი იყო არათანაბარი და ბრტყელი, ნაწარმის გულის სტრუქტურა იყო წებვადი და ფორების გარეშე.

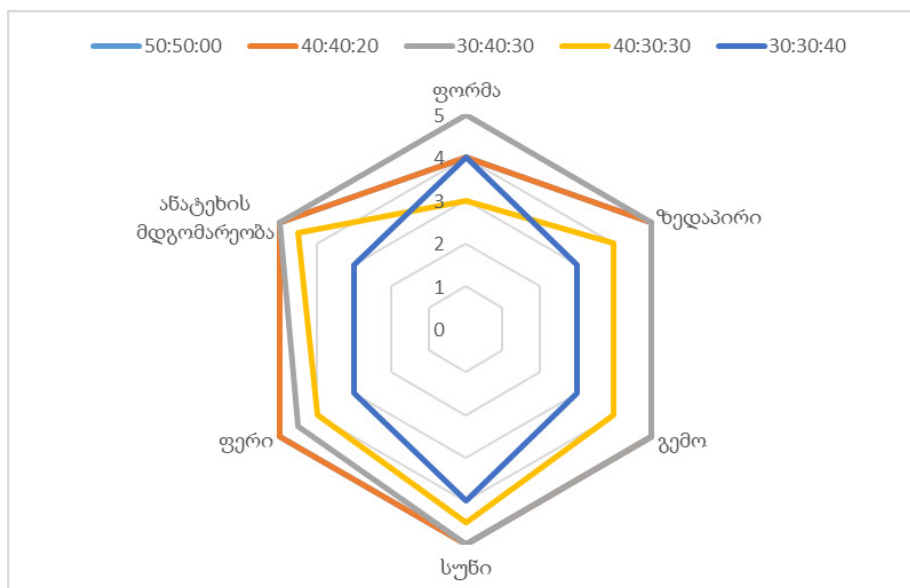
ფქვილოვანი საკონდიტრო ნაწარმის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი მაჩვენებელია შეგრძნება გაღებვის დროს. დავადგინეთ, რომ წიწიბურას და სელის ფქვილის დოზირების გაზრდით 40%-მდე შესამჩნევად შეიგრძნობა წიწიბურას და სელის მარცვლების გარსის ნაწილაკები და სელისათვის დამახასიათებელი მწარე გემო. გემოთი, ფორიანობით და ელასტიურობით საუკეთესო იყო ნიმუშები, რომლებიც მომზადებული იყო წიწიბურას, ბრინჯის, სელის ფქვილების 30:40:30 თანაფარდობით კომპოზიციური ნარევიდან.



ნახ. 1. წიწიბურას, ბრინჯის და სელის ფქვილების კომპოზიციური ნარევიდან მომზადებული კექსის ორგანოლექტიკური შეფასება.

მუხუდოს მთლიანი მარცვლიდან მიღებული ფქვილი წარმოადგენს სრულფასოვანი მცენარეული ცილის წყაროს. ამას გარდა ის შეიცავს 80 სხვადასხვა საკვებ ნივთიერებას, რომლებსაც აქვს ანტიოქსიდანტური მოქმედება და აძლიერებს ადამიანის ბრძოლის უნარს დაავადების მიმართ. მუხუდოს გარსი მდიდარია საკვები ბოჭკოებით, რომელიც აუმჯობესებს კუჭ-ნაწლავის ტრაქტის მოქმედებას.

კექსის ცომი მოვამზადეთ ბრინჯის, სიმინდის და მუხუდოს კომპოზიციური ფქვილების ნარევის გამოყენებით. მზა ნაწარმის ფიზიკურ-ქიმიური და ორგანოლექტიკური ანალიზის შედეგები მოცემულია ცხრილში 1 და ნახაზზე 2. მზა ნაწარმის ხარისხი აკმაყოფილებდა სტანდარტით განსაზღვრულ ხარისხის მაჩვენებლებს. მზა ნაწარმს აქვს ამოზურცული ზედაპირი, თანაბრად განაწილებული ფორები. მუხუდოს ფქვილის დოზირების გაზრდით ხვედრითი მოცულობა იზრდება 13-20%-ით. ორგანოლექტიკური მაჩვენებლების მიხედვით მუხუდოს დოზირების გაზრდით შეიმჩნევა ფერის ცვლილება, კერძოდ ფერი იცვლება ღია ყვითელიდან მუქ ყავისფერამდე. ნაწარმი ღებულობს სპეციფიურ გემოსა და არომატს, მზა ნაწარმი ხდება ფხვიერი, მცირდება სიმტკიცე.



ნახ. 2. მუხუდოს ფქვილის გამოყენებით კექსის ორგანოლექტიკური შეფასება.

ძირითადი დასკვნები. საუკეთესო ფიზიკურ-ქიმიური და ორგანოლექტიკური მაჩვენებლების უზღუტენო კექსი მიიღება 30/40/30 თანაბარდობით მომზადებულ წიწიბურას, ბრინჯის და სელის ფქვილების კომპოზიციური ნარევიდან. მზა ნაწარმს ჰქონდა სასიამოვნო სუნი და

გემო, ზედაპირი ფუმფულა, გვერდითი ზედაპირი თანაბარი ნახეთქების გარეშე. კექსს ჰქონდა გამოკვეთილი ფორიანობა, გული რბილი, ფხვიერი.

მუხუდოს ფქვილის გამოყენებით უგლუტენო კექსის ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლები თანხვედრაშია სტანდარტით განსაზღვრულ მაჩვენებლებთან. მუხუდოს ფქვილის წილის გაზრდასთან ერთად იზრდებოდა გაჯირჯევა, რაც დაკავშირებულია ცელულოზასა და ცილების შემცველობასთან. მუხუდოს ფქვილის დოზირების გაზრდით ხვედრითი მოცულობა იზრდება 13-20%-ით. ორგანოლექტიკური მაჩვენებლების მიხედვით მუხუდოს დოზირების გაზრდით შეიმჩნევა ფერის ცვლილება, კერძოდ, ფერი იცვლება ღია ყვითელიდან მუქ ყავისფერამდე. ნაწარმი ღებულობს სპეციფიურ გემოსა და არომატს, მზა ნაწარმი ხდება ფხვიერი, მცირდება სიმტკიცე.

ჩვენ მიერ შემუშავებული უგლუტენო კექსი შეიძლება ჩართულ იქნას ცელიაკიით დაავადებულთა აგლუტენური დიეტის რაციონში.

ლიტერატურა

- სადუნიშვილი, თ. მაისაია, ი. 2022. „საქართველო უძველესი სოფლის მეურნეობის ქვეყანა“. *მაცნე. ისტორიის, არქეოლოგიის, ეთნოლოგიისა და ხელოვნების ისტორიის სერია*. ტ. 2, 2022: 126-138. <http://macne.org.ge/index.php/macne/article/view/74/115>
- Simón, E. Molero-Luis, M. Fueyo-Díaz, R. 2023. *The Gluten-Free Diet for Celiac Disease: Critical Insights to Better Understand Clinical Outcomes*, *Nutrients* <https://doi.org/10.3390/nu15184013>
- Sapone et al. 2012. "Spectrum of gluten-related disorders: consensus on new nomenclature and classification." *BMC Medicine* <http://www.biomedcentral.com/1741-7015/10/13>
- Shaista, Jabeen. Azmat, Ullah Khan. Waqas, Ahmad. Mansur-ud-Din, Ahmed. Muhammad, Asif Ali. Summer, Rashid. Anjum, Rashid. Javad, Sharifi-Rad. 2022. "Development of Gluten-Free Cupcakes Enriched with Almond, Flaxseed, and Chickpea Flours", *Journal of Food Quality*, Article ID 4049905, 11 pages <https://doi.org/10.1155/2022/4049905>
- Yamsaengsung, R. Berghofer, E. Schoenlechner, R. 2012. "Physical properties and sensory acceptability of cookies made from chickpea addition to white wheat or whole wheat flour compared to gluten-free amaranth or buckwheat flour." *International Journal of Food Science and Technology*, Vol. 47(10), 2012: 2221-2227. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2012.03092.x>
- Tomić, Jelena. Škrobot, Dubravka. Popović, Ljiljana. Dapčević-Hadnadev, Tamara. 2022. Gluten-Free Crackers Based on Chickpea and Pumpkin Seed Press Cake Flour: Nutritional, Functional and Sensory Properties.

- Food Technology & Biotechnology*. Vol. 60(4), 2022: 488–498. doi: 10.17113/ftb.60.04.22.7655
- Zhang, Yiqinb. Wang, Weiquna. Li. 2020. Yonghuib Advanced properties of gluten-free cookies, cakes, and crackers: Xu, Jingwena; *Trends in Food Science & Technology*. Vol. 103, 2020: 200-213. DOI 10.1016/j.tifs.2020.07.017
- Silagadze, M.A. Gachechiladze, S.T. Pruidze, E.G. Khetsuriani, G.S. Khvadagiani, Kh.B. Pkhakadze, G.N. 2017. Development of new-generation dietary bread technologies by using soya processing products, *Annals of Agrarian Science*. Vol. 15(2), 2017: 177-180. <https://doi.org/10.1016/j.aasci.2017.05.018>
- Prakriti, Jnawali. Vikas, Kumar. Beenu, Tanwar. 2016. „Celiac disease: Overview and considerations for development of gluten-free foods.” *Food Science and Human Wellness*, Vol. 5 (4), 2016: 169-176.
- Kaur, P. Waghmare, R. Kumar, V. Pirsaj, Sajad. 2018. “Production of gluten-free biscuits with inulin and flaxseed powder: investigation of physicochemical properties and formulation optimization. Recent advances in utilization of flaxseed as potential source for value addition.” *OCL - Oilseeds and fats, Crops and Lipids*. DOI 10.1051/ocl/2018018
- Herrera, Catherin. A. Elvira, Gonzalez de Mejia. 2021. “Feasibility of commercial breadmaking using chickpea as an ingredient: Functional properties and potential health benefits.” *Journal of Food Science*, Vol. 86 (6), 2021: 2208-2224. doi:10.1111/1750-3841.15759.
- Rachwa-Rosiak, D. Nebesny, E. Budryn, G. 2015. “Chickpeas—Composition, Nutritional Value, Health Benefits, Application to Bread and Snacks: A Review.” *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, Vol. 55 (8), 2015: 1137-1145. DOI: 10.1080/10408398.2012.687418
- Антонова, А. П. ред. 2013. „Сборник рецептур на торты, пирожные, кексы, рулеты, печенье, пряники, коврижки и сдобные булочные изделия.” *Сборник технических нормативов*, III часть. Москва.
- Пашенко, Л.П. Странадо, Г.Г. Булгакова Н.Н. 2003. „Использование семян льна для повышения биологической ценности хлебобулочных изделий.” *Хранение и переработка сельхозсырья*. №4, 2003: 82-85.
- Рудницкая, Ю. И. Березовикова И. П. 2012. „Безопасность использования льняной муки в технологиях кулинарной продукции.” *Техника и технология пищевых производств*. №1, 2012: 24.
- Ревнова, М.О. 2008. „Безглютеновая диета как безальтернативный метод лечения целиакии: проблемы и решения.” *Клиническая нутрициология*. №4, 2008: 35 – 37.
- Супрунова, И. А. Чижикова, О. Г. Самченко, О. Н. 2010. „Мука льняная перспективный источник пищевых волокон для разработки функциональных продуктов.” *Техника и технология пищевых производств*. №4, 2010: 19.

Food Science

The technology of gluten-free muffins enriched with flax and chickpea flour

Eliza Pruidze

eliza.pruidze@atsu.edu.ge

Tsira Khutsidze

tsira.khutsidze@atsu.edu.ge

Khatia Khvadagiani

khatia.khvadagiani@atsu.edu.ge

Akaki Tsreteli State University

Kutaisi, Georgia

DOI: <https://doi.org/10.52340/atsu.2024.2.24.02>

The current treatment method for people with celiac disease is a lifelong gluten-free diet, which has led to an increased demand for gluten-free flour products. In the production of gluten-free products, rice, buckwheat, and corn are mainly used as gluten flours. Making muffins based on a gluten-free flour composition mixture developed based on buckwheat, rice, and corn flour, and increasing its nutritional value by using flax and chickpea flours are relevant nowadays. The goal of the work is to develop a recipe and technology for gluten-free muffins enriched with flax and chickpea flour for people with celiac disease. An agglutinous composite flour mixture is offered: 1. Rice flour + buckwheat flour + flax flour; 2. Rice flour + corn flour + chickpea flour with the following ratio of components 40:30:30. The muffins prepared from both composite mixtures had quality parameters corresponding to the standard. can be included in the gluten-free diet of celiac patients.

Keywords: *gluten; gluten-free flour product; gluten-free diet; gluten-free raw materials.*

The current treatment method for people with celiac disease is a lifelong gluten-free diet, which has led to an increased demand for gluten-free flour products. Such products' low protein content is a significant drawback (Simón... 2023).

In the production of gluten-free products, rice, buckwheat, and corn are mainly used as gluten flours. The nutritional value of products produced from them is low. It is advisable to combine two or three gluten-free raw materials or increase the nutritional value of the recipe by using raw materials rich in essential amino acids, vitamins, mineral substances, and food fibers. To that end, it is promising

to use non-traditional local raw materials, the correct selection of which ensures the normalization of digestive system functions and, in general, metabolism in the body of celiac patients. The share of muffins in the structure of the range of flour confectionery is high enough. It has a mild, pleasant taste and aroma. When designing the flour composition for gluten-free muffins, an important task is to increase the nutritional value of the finished products (Sapone... 2012, Shaista Jabeen... 2022, Ревнова 2008: 35-37, Yamsaengsung 2012: 2221-2227).

Making muffins based on a gluten-free flour composition mixture developed on the basis of buckwheat, rice, and corn flour, and increasing its nutritional value by using flax and chickpea flours are relevant nowadays.

Although there is an increase in the number of gluten-free products on the market, there are still some gaps in the nutritional value and organoleptic indicators of these products. This is due to the selection of raw materials containing a large amount of carbohydrates (Tomić, Jelena... 2022: 488-498, Zhang, Yiqinb... 2020: 200-213, Пашенко... 2003: 82-85).

To improve the structure and quality of gluten-free flour products and extend their shelf life, pseudocereals (amaranth, buckwheat), completely ground grains, dietary fiber obtained from secondary products of fruit and vegetable processing, alternative flours (chia, chestnut, etc.) are used. The reason for this is that they have ability to absorb water and form a gel, which leads to the formation and thickening of the texture (Silagadze 2017: 177-180).

Different research teams recommend using non-traditional raw materials with low starch content to increase the nutritional value of gluten-free products. These additives are flax and chickpea which have been common in Georgia since ancient times and in recent years, there has been an increasing interest of farmers in them (sadunishvili... 2022: 126-138).

Flax flour contains a large number of easily digestible proteins, fatty omega acids, fiber, vitamins of group B, and other useful substances. Flax takes the first place in dietary nutrition. There are many substances in flax flour that are not absorbed by the gastrointestinal tract, but they remove toxins and bad cholesterol from the body (Prakriti Jnawali... 2016: 169-176, Рудницкая... 2012: 24, Сунпрунова... 2010: 19, Kaur... 2018: 19).

Legumes like chickpeas have become more relevant in baking due to their beneficial properties for human health. They reduce obesity and type 2 diabetes. The chemical composition of chickpea flour is characterized by the content of starch and proteins, respectively 37% and 23%, the amount of fat is equal to 5%. Albumin and globulin fractions predominate among proteins. They can be used to develop new innovative products of high biological value (Catherin Herrera... 2021: 2208-2224). The addition of chickpea flour to a food product increases its

nutritional value and maybe a new way to reduce the amount of acrylamide in the product (Rachwa-Rosiak... 2015: 1137-1145).

The objects and methods of research. The objects of the research are the control samples of muffins, in which wheat flour is completely replaced by the main gluten-free flour composite mixture, and test samples, in which wheat flour is completely replaced by gluten-free flour composite mixtures. The main floury mixture is prepared by mixing rice and buckwheat, or rice and corn flour, while the gluten-free flour mixture is made by adding flax or chickpea flour to the main mixture. Flax and chickpeas are grown on various farms in western Georgia, while the rest of the raw materials - rice, buckwheat, sugar, mash, and essence, we bought in the market in Kutaisi. We obtained the flours by grinding them in the laboratory. Muffins

To assess the quality of the finished products, we determined the organoleptic and physicochemical parameters of muffins (moisture content, alkalinity, density, and swelling capacity). Organoleptic parameters were determined on a 10-point scale according to the following characteristics: surface condition, color, taste and smell, the appearance of the cleavage, and shape (GOST 15052-2014). Moisture content was determined by drying the sample to a constant weight at a specified temperature. We calculated the mass loss of muffins by the difference in mass of the test sample before and after drying and expressed the result as percent (GOST 5900-2014). To determine the alkalinity of cookies, we neutralized the alkaline substances in the sample with 0.1 N sulfuric acid or hydrochloric acid solution until a yellow color was formed in the presence of the indicator bromothymol blue. The method is used to determine the alkalinity of flour confectionery made using chemical leavening agents (GOST 5898-87). We defined the density of muffins by the ratio of mass to its volume. The volume of muffins was determined by the volume of the indicator expelled by the test sample. As an indicator, we used 1.5 mm high-quality polished millet (GOST 15052-2014).

The goal of the work is to develop a recipe and technology for gluten-free muffins enriched with flax and chickpea flour for people with celiac disease.

Research results and discussion. We prepared a composite mixture of two kinds of flour. Therefore, depending on the purpose of the research, we conducted the research in two stages: in the first stage, we made two recipes of the main composite mixture from rice, buckwheat, and corn flours with different ratios of components: one - rice + buckwheat and the second - rice + corn. We calculated the recipe for 100 kg of mixture, in which we changed the ratio of components. When preparing both mixtures we considered 5 options for each. In the second stage, to increase the nutritional value, we added flax flour to the main composite

mixture of rice and buckwheat, and chickpea flour to the mixture of rice and corn flour.

We made muffins using a gluten-free composite mixture. As a control sample, we took the “Dedakalakuri” muffin recipe (Антонова 2013), in which we completely replaced the wheat flour with a flour composite mixture obtained with different ratios of components. We baked muffins in molds at 175 °C for 25-30 minutes. We analyzed muffins made with different recipes after 16 hours. We determined the organoleptic and physico-chemical parameters of the finished products. As a control, we took a sample baked from the composite mixture without adding flax and chickpea.

The muffin dough kneaded from a composite flour mixture of rice, buckwheat, and flax flour, was sticky. In addition, by increasing the dosage of flax flour, the dough became more sticky, which complicated its forming. To improve the forming process, we cooled the dough to a temperature of 6-8 °C for 60-90 minutes.

The physicochemical and organoleptic parameters of muffin quality are presented in Table 1 and shown in Figure 1.

Organoleptic evaluation of baked samples showed that buckwheat and flax flour affect the color of finished products. By increasing their dosage, the products become darker. Flax flour has a significant impact on the quality of finished products. At a 50:50 ratio of buckwheat and rice flour, the muffin had a light brown color with a pleasant aroma of buckwheat. Inclusions of yellow-colored shell particles are observed in the muffin sample. By increasing flax flour to 30% and reducing buckwheat to 30%, the pleasant taste and smell characteristic of flax are strengthened, and the products have a pleasant brown color. By further increasing the dosage of buckwheat and flax flour, the muffins became dark brown due to the increase in the number of shell particles. By further increasing the dosage of buckwheat and flax flour, the quality characteristics of the muffins worsened: the surface was uneven and flat, and the crumb structure of the products was sticky and without pores.

Sensation during chewing is an important indicator of flour confectionery. We found that by increasing the dosage of buckwheat and flax flour to 40%, the particles of the shell of buckwheat and flax seeds and the bitter taste characteristic of flax can be noticeably felt. The samples prepared from a composite mixture of buckwheat, rice, and flax flour in a 30:40:30 ratio were the best in terms of taste, porosity, and elasticity.

Chickpea whole grain flour is a source of complete vegetable protein. In addition, it contains 80 different nutrients that have antioxidant effects and

strengthen the human ability to fight disease. Chickpea shells are rich in dietary fiber, which improves the functioning of the gastrointestinal tract.

We prepared the muffin dough using a mixture of composite flours of rice, corn, and chickpea. The results of the physico-chemical and organoleptic analysis of the finished products are presented in Table 1 and shown in Figure 2. The quality of the finished products met the quality indicators determined by the standard. The finished product has a raised surface and evenly distributed pores. By increasing the dosage of chickpea flour, the specific volume increases by 13-20%. According to the organoleptic parameters, with the increase in the dosage of chickpeas, a color change is observed, in particular, the color changes from light yellow to dark brown. The products acquire a specific taste and aroma, the finished products become loose, and the hardness decreases.

Main conclusions. Gluten-free muffins with the best physicochemical and organoleptic parameters are obtained from a composite mixture of buckwheat, rice, and flax flours prepared in a ratio of 30/40/30. The finished product had a pleasant smell and taste, the surface was downy, and the side surface was smooth and free of cracks. The muffin had a pronounced porosity, the crumb was soft and loose.

Physico-chemical indicators of gluten-free muffins using chickpea flour are consistent with the indicators defined by the standard. An increase in the proportion of chickpea flour leads to increased swelling, which is due to the content of cellulose and proteins. By increasing the dosage of chickpea flour, the specific volume increases by 13-20%. According to the organoleptic parameters, with the increase in the dosage of chickpeas, a color change is observed, in particular, the color changes from light yellow to dark brown. The products acquire a specific taste and aroma, the finished products become loose, and the hardness decreases.

The gluten-free muffins that we developed can be included in the gluten-free diet of celiac patients.