

REVIZUIREA TENDINȚELOR ÎN DEZVOLTAREA SNACKURILOR DIN FRUCTE STRUCTURATE CU PROPRIETĂȚI FUNCȚIONALE

CZU: 664.8/9

DOI: <https://doi.org/10.52673/18570461.25.1-76.03>Doctor în științe tehnice, conferențiar cercetător **Galina ȘLEAGUN**ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5543-8056>E-mail: gvsleagun@yahoo.comDoctor în științe tehnice, conferențiar cercetător **Larisa IUȘAN**ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4028-221X>E-mail: iushan.daniela65@gmail.comCercetător științific **Elena ZÎREANOVA**ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7625-175X>E-mail: albul.lalen@gmail.com

IP Institutul Național de Cercetări Aplicative în Agricultură și Medicină Veterinară

REVIEWING TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF STRUCTURED FRUIT SNACKS WITH FUNCTIONAL PROPERTIES

Summary. Structured fruit snacks (SFS) are an alternative to fresh fruit, offering a high nutritional value, which can significantly contribute to the sustainability of fresh fruit consumption, due to the possibility of using raw materials of different quality and long shelf life. They can be made from raw materials of different quality and have a long shelf life, making them a convenient and healthy option for consumers. The popularity of these products is due to their variety, taste, ease of use, and their classification as a healthy food option. Improving the functional benefits of SFS is a task for producers. The aim of this literature review is to provide information on the definitions and main technological aspects of the production of SFS, as well as to identify modern approaches to developing their functional properties. Various online platforms, full texts of articles and abstracts from the period 2020–2024 were used for research. The extracted information has been summarized in the following sections: composition and preparation methods of structured fruit snacks; role of ingredients; and formation of functional properties. Two main approaches to the development of the functional properties of SFS have been identified: 1) Increasing the content of various biologically active compounds, dietary fiber and mineral substances, achieved through the combination of different fruits or the addition of various plant components and their derived products; 2) Increasing nutritional value through fortification with vegetable protein concentrates and milk protein, as well as the addition of omega-3 and omega-6 fatty acids, preferably in capsule form. The drying process is the most critical stage, which determines the preservation of functional substances during the production of SFS.

Keywords: structured fruit snacks, "fruit leather", functional properties, fruit and vegetable puree, hydrocolloids, fortification, biological compounds, probiotics, prebiotics.

Rezumat. Snackurile din fructe structurate (SFS), prin valoarea sa nutritivă ridicată, sunt produse alternative ale fructelor proaspete, ceea ce poate contribui semnificativ la sustenabilitatea consumului de fructe proaspete datorită posibilității de a utiliza materii prime de diferită calitate și cu termen de valabilitate lung. Popularitatea unor astfel de produse se explică prin varietatea sortimentului, caracteristicile de gust, ușurința de consum și apartenența la categoria alimentelor sănătoase din punct de vedere nutritiv. Îmbunătățirea proprietăților funcționale ale SFS este o sarcină a producătorilor. Scopul acestei revizuiți a literaturii este de a oferi informații privind definițiile și principalele aspecte tehnologice ale fabricației SFS, precum și de a identifica abordările moderne privind dezvoltarea proprietăților funcționale ale SFS. La analiza informațiilor au fost utilizate diverse platforme online, articole și rezumate pentru perioada 2020–2024. Informațiile extrase fiind expuse pe secțiuni: compoziții și tehnologii de preparare a snackurilor din fructe structurate; rolul ingredientelor; formarea proprietăților funcționale. Au fost identificate două abordări principale privind dezvoltarea proprietăților funcționale ale SFS: 1) creșterea conținutului de diverși compuși biologic activi, fibre alimentare și substanțe minerale, realizată prin combinarea diferitor fructe sau prin adăugarea diferitor componente ale plantelor și produselor derivate; 2) creșterea valorii nutriționale, realizată prin fortificarea cu concentrat de proteine vegetale și proteine din lapte; adăugarea acizilor grași omega-3 și omega-6, utilizați de preferință sub formă de capsulă. Procesul de uscare este cea mai critică etapă, care determină conservarea substanțelor funcționale în fabricarea SFS.

Cuvinte-cheie: snackuri din fructe structurate, „fruits leather”, proprietăți funcționale, piure din fructe și legume, hidrocoloizi, fortificare, compuși biologici, probiotice, prebiotice.

INTRODUCERE

Dorința multor consumatori de a-și îmbunătăți calitatea vieții a dus la faptul că așa-zisele „alimente sănătoase” sau „funcționale” au devenit criterii importante la procurarea produselor.

Fructele și derivații lor oferă o gamă largă de beneficii pentru sănătate datorită conținutului bogat de compuși bioactivi: polifenoli, flavonoide, carotenoide, vitamine, precum și fibre alimentare, macro- și microelemente. În plus, fructele prezintă o alternativă sănătoasă la zahărul adăugat, reducând riscul bolilor netransmisibile, precum obezitatea, diabetul de tip 2, bolile de inimă, cariile dentare și anumite tipuri de cancer [1; 2].

Pomușoarele (zmeura, coacăzele, murele, aronia, afinele, merișoarele, fructele de soc, de păducel, măceșul, porumbarul, cătina etc.) se disting prin beneficii notabile pentru sănătate. Faptul dat s-a raportat atât în studiile *in vitro*, cât și în cele *in vivo* [3; 4]. Conținând antioxidanți puternici (capacitatea antioxidantă a pomușoarelor este de patru ori mai mare decât a altor fructe și de zece ori mai mare decât a legumelor), ele exercită efecte protectoare împotriva tulburărilor inflamatorii și metabolice, bolilor cardiovasculare, pot suprima riscul apariției diferitor tipuri de cancer. De asemenea, pomușoarele posedă proprietăți antimicrobiene și neuroprotectoare, contribuie la sănătatea intestinului [3]. Anumite fructe și legume precum smochinele [5], afinele [6], fructele de jujube [7], fructele de păducel [8], topinamburul [9], sfecla roșie [10], conțin compuși bioactivi unici, care oferă beneficii suplimentare pentru sănătate. Astfel, încorporarea fructelor și a derivaților lor în diete este o modalitate eficientă de promovare a îmbătrânirii sănătoase și prevenirii bolilor asociate vârstei [11].

Din păcate, conform Organizației Națiunilor Unite pentru Alimentație și Agricultură, pierderile anuale de fructe și legume depășesc 20% [12]. Pierderile de fructe și legume de-a lungul lanțului de aprovizionare sunt cauzate de perisabilitatea și sezonalitatea ridicate, care duc la pierderea calității și cantitate excedentară nevândută. Pe lângă pierderile economice, deșeurile vegetale reprezintă o problemă ecologică, deoarece eliberează gaze cu efect de seră în depozitul de gunoi [13].

Sustenabilitatea consumului de fructe proaspete se realizează într-o anumită măsură prin procesarea acestora în diverse produse alimentare. Un segment în creștere al procesării fructelor este producerea snackurilor din fructe. Faptul dat se datorează diversității și posibilității de utilizare a lor în dieta diferitor grupuri de consumatori, proprietăților de gust ridicat și ușurinței de întreținere.

Popularitatea snackurilor în bază de piureuri de fructe a crescut semnificativ în ultimii zece ani [14]. Avantajul producerii rezidă în posibilitatea utilizării în calitate de materie primă a diferitor piureuri din fructe, care pot fi fabricate din deșeurile de la prelucrarea fructelor și legumelor sau folosite fructe nestandard ca mărime și formă. O sarcină actuală este îmbunătățirea funcționalității snackurilor din fructe structurate (SFS).

Scopul acestei revizuii a literaturii este de a oferi informații privind definițiile și principalele aspecte tehnologice ale fabricației SFS, precum și de a identifica abordările moderne privind dezvoltarea proprietăților funcționale ale SFS.

METODA ȘI COLECTAREA DATELOR

Metodologia cercetării a fost bazată pe studiul bibliografic asupra compozițiilor și tehnologiilor de preparare a SFS, formate din piureuri de fructe în procesul de deshidratare și îmbogățite pentru a îmbunătăți proprietățile lor funcționale.

Monitorizarea s-a efectuat utilizând diverse platforme online, precum Medline (PubMed), Google Scholar, Science Direct, ResearchGate, Web of Science, alte reviste de încredere publicate și următoarele cuvinte-cheie: *functional fruits leather* (engleză), *fruits leather fortification* (engleză), *functional fruits snacks* (engleză), *snackuri funcționale de fructe* (română), *gustări funcționale de fructe* (română), *fructe pastilate* (română), *snackuri* (sau gustări) *din fructe structurate* (română), *структурированные фруктовые снеки* (rusă), *функциональные фруктовые снеки* (rusă), *обезвоженное фруктовое пюре* (rusă).

Articolele științifice, textele integrale sau rezumelele publicate cu acces deschis din anul 2020 până în septembrie 2024 au fost selectate pe baza relevanței lor pentru subiectul abordat. Revizuirea a inclus un brevet din baza de date Espacenet.

Informațiile finale selectate au fost analizate cu generalizare pe secțiuni și subsecțiuni.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Compoziții și tehnologii de preparare a SFS

SFS sunt produsele rezultate prin restructurarea unui piure de fructe (cu sau fără adăugarea ingredientelor suplimentare) supus procesului de uscare. După uscare, se obțin foi flexibile și mastecabile, bogate, în primul rând, în carbohidrați, în principal în zaharuri și fibre alimentare [15]. Snackurile sunt produse alternative ale fructelor proaspete cu o valoare nutritivă ridicată, confort în consum, depozitare și transport.

În literatură, astfel de produse se numesc „fruits leather” (pielea de fructe), rulouri de fructe, pestil, chitonag, smocva, batoane de fructe, pelicule comestibile, piureuri deshidratate, fructe pastilate [12].

Principala metodă de preparare a snackurilor de fructe se bazează pe gelificarea cu pectină a piureurilor din fructe cauzată de deshidratare [16]. Procesul de fabricare presupune pasarea fructelor în piure, întinderea acestuia subțire și uniform pe o suprafață plană și uscarea. Snackuri din fructe pot fi fabricate dintr-un singur tip de fructe sau dintr-o combinație de fructe și pot fi deshidratate prin diferite metode, rezultând variații în calitatea produsului. Alegerea fructelor influențează textura, aroma și conținutul nutrițional al snackurilor din fructe. Amestecarea diferitor materii prime este o etapă decisivă în obținerea calității produsului final [16].

Multe cercetări se bazează pe crearea și studierea compoziției și procesului de obținere a snackurilor pe baza unor tipuri specifice de fructe [17-22], reducerea adevizității și îmbunătățirea procesului de deshidratare [14; 23; 24]. Etapă principală la pregătirea snackului de tip „leather” constă în prepararea piureului din fructe cu sau fără tratament termic. Tratamentul termic este determinant, fiind necesară inactivarea enzimelor. Un asemenea tratament înmoaie coaja fructului și scade contaminarea microbiană, dar și degradează o parte dintre substanțele nutritive ale acestuia și poate produce unele substanțe nocive, precum hidroximetilfurfuralul și acrilamida. S-a demonstrat că produsele de tip „leather” preparate din pulpă neîncălzită aveau concentrații mai mari de componente bioactive, o brunificare mai mică și o textură mai bună în comparație cu cele din pulpă încălzită [14]. În același timp, utilizarea unei metode hidrotermale moderne, care presupune amestecarea, omogenizarea și încălzirea simultană în sistem închis, face posibilă obținerea piureurilor din fructe cu o deteriorare minimă a calității [19].

Pentru a deshidrata piureul din fructe pot fi utilizate diferite metode, inclusiv uscarea combinată convectivă și infraroșu îndepărtat, uscarea cu aer cald, uscarea cu microunde, uscarea solară. Majoritatea piureurilor din fructe se deshidratează la temperaturi cuprinse între 30 și 80 °C timp de până la 24 de ore, până se obține conținutul final de umiditate țintă (12-20%) [23].

Condițiile de deshidratare, grosimea produsului și temperatura pot afecta viteza de uscare și calitatea produsului final (textura, culoarea și alte proprietăți nutritive). Se observă că uscarea straturilor subțiri de produs în infraroșu poate îmbunătăți atât procesul de uscare, cât și calitatea produsului final. Uscarea la 60 °C în vid are ca rezultat cea mai mare retenție a componentelor fenolice și activitate antioxidantă.

Utilizând metoda de uscare a produselor termolabile „Reactance window”, combinată sau nu cu energia microundelor pentru a usca piureul din rodie, se obțin rezultate mai bune în ceea ce privește culoarea, textura, conținutul de substanțe chimice bioactive (precum acidul ascorbic și antocianii) și procesele de brunificare neenzimatică [14].

S.M. Demarchi și S.A. Giner au studiat influența diferitor tehnologii de uscare (convectivă, vacuum, combinată cu microunde, cu și fără concentrare prealabilă) asupra calității „fruits leather” din măceș. Uscarea în vid are două avantaje față de uscarea convectivă: timp de procesare mai scurt și retenție mai mare de acid ascorbic [24].

În [25] este prezentată o revizuire a studiilor publicate despre efectele tratamentului termic asupra pulpei fructelor înainte de procesul de uscare, prezența aditivilor în pulpă și diferite metode inovatoare de deshidratare asupra proprietăților fizico-chimice, nutriționale și senzoriale ale produselor de tip „fruits leather”. Fermentarea pulpei din fructe cu bacterii lactice este recomandată pentru a spori beneficiile nutriționale ale produselor de tip „fruits leather” din mango [26].

Rolul ingredientelor

În mod obișnuit, pulpa de fructe se amestecă cu cantități adecvate de zahăr, pectină, acid alimentar și coloranți înainte de a fi deshidratată pentru a produce snackuri de fructe sub formă de foi. Uneori, pot fi incluși agenți de îngroșare, precum amidonul, pectina, gelatina, alginatul, gumele și derivații de celuloză, pentru a facilita răspândirea uniformă a pulpei și îmbunătăți procesul de uscare a snackurilor din fructe specifice. Prebioticele și alte substanțe, precum dioxidul de sulf și acidul sorbic, pot fi introduse pentru sporirea stabilității produsului. Este raportat că adăugarea inhibitorilor de brunificare duce la scăderea reacțiilor de brunificare la snackurile din gutui, papaya, mere [17].

Pentru a modifica gustul și profilul de aromă al snackurilor pot fi adăugate și alte ingrediente, cum ar fi nuci tocate, nuci de cocos sau condimente [27].

Adăugarea de hidrocoloizi

Producerea de „fruits leather” poate implica utilizarea diversilor hidrocoloizi, cum ar fi pectina, agarul, alginatul, caragenanul, gumele (arabică, xantan, din semințe de carruba), carboximetilceluloza, gelatina, maltodextrina și alții. Hidrocoloizii au potențialul de a îmbunătăți textura snackurilor de fructe, oferind proprietăți de gelificare și stabilizare, dar în același timp pot conferi o textură mai fermă, scad coeziunea, rezistența și elasticitatea.

Utilizarea a 0,5% de gumă de xantan, 0,5% de gumă de guar și 0,5% de pectină a prezentat cele mai înalte caracteristici organoleptice și proprietățile fizi-

co-chimice dorite pentru un produs snack din kiwi [28]; o formulare optimă cu 7,5% gumă de roșcove și 2,5% amidon pregelatinizat a fost stabilită la prepararea pestilului din rodie [29]; adaosul de 1% agar a demonstrat cel mai bun efect asupra calității unui produs mixt de tip „fruits leather” [30]. Încorporarea hidrocoloizilor poate afecta cinetica de uscare (scade timpul de uscare), culoarea (crește indicele de brunificare) și textura (devine mai fermă) snackurilor din fructe [14; 28; 31].

Adăugarea de zaharuri cu masă moleculară mică (ZMMM)

Sorbitolul și zahărul total (monozaharide, dizaharide) în fabricarea SFS sunt utilizate în mod obișnuit pentru a îmbunătăți proprietățile fizico-chimice. Sorbitolul acționează ca un umectant, împiedicând produsul să devină prea uscat și fragil, în timp ce zaharurile îmbunătățesc textura și gustul produsului final. ZMMM sunt ușor de digerat, de aceea produsul devine o sursă bună de energie rapidă în timpul activității fizice sau atunci când e nevoie de un impuls operativ de energie. Proporția ideală a zahărului introdus în pulpa fructelor este de până la 10% [14]. ZMMM sub formă de miere naturală sunt incluse (20-25%) în snackuri pastilate funcționale preparate din pulberi de fructe și legume [32].

Adăugarea de zaharuri cu masă moleculară înaltă (ZMMÎ)

Variația masei moleculare a zaharurilor și a conținutului de umiditate al snackurilor creează o textură și senzații diferite la mușcat și mestecat. ZMMÎ, cum ar fi maltodextrina și amidonul, reduc lipicitatea și îmbunătățesc deshidratarea [14]. Adaosul de maltodextrină (DE 18-20) în cantitate de 15% reduce higroscopicitatea unui snack structurat pe bază de piure de mere [15; 17].

Adăugarea de prebiotice

Prebioticele sunt fibre alimentare nedigerabile care promovează creșterea și activitatea bacteriilor benefice în intestin, ceea ce contribuie la îmbunătățirea sănătății [33]. Aceste ingrediente selectiv fermentate se găsesc într-o varietate de alimente, inclusiv în rădăcină de cicoare, anghinare, usturoi, ceapă, sparanghel, banane, mere, semințe de in și ovăz. S-a raportat că adăugarea de combinații de fructani de agave, inulină și oligofructoză afectează calitățile mecanice ale snackurilor de mere (duritatea și lipicitatea) [12].

Formarea proprietăților funcționale

Amestecarea diferitor tipuri de piureuri din fructe

Pe lângă procesul obișnuit de preparare a piureului deshidratat din fructe, a fost raportată și amestecarea diferitor pulpe de fructe. Scopul principal al selectării a două sau mai multe fructe este ameliorarea calităților nutriționale, calităților senzoriale (culoare, textură și aromă) și stabilitatea la depozitare.

Amestecarea piureurilor obținute din diferite tipuri de fructe îmbunătățește proprietățile tehnologice ale piureului, cum ar fi conținutul de substanțe solubile totale, aciditatea, pH-ul, umiditatea [3]. De obicei, se amestecă cel puțin două tipuri de fructe, dintre care unul este mai simplu, mai accesibil, al doilea apreciat, în principal, pentru proprietățile lui farmacologice și nutriționale.

Rezultatele cercetării cu privire la diferite compoziții de fructe sunt prezentate pe scară largă în articole științifice, și anume:

- amestecul de mango și fructe de sapodilla (*Mannilkara zapota*) prezintă o sursă de fibre, vitamina C, vitamina B, potasiu și antioxidanți; mango și agrișe indiene (*Phyllanthus emblica*) sunt o sursă bogată de minerale și antioxidanți, precum polifenolii și acidul ascorbic [3];

- combinația mango-prune îmbunătățește semnificativ conținutul de compuși cianidinici, flavonoide și activitatea antioxidantă, fiind bogată în fibre. Derivații de cianidină sunt asociați cu efecte antiinflamatorii, antivirale și anticancerigene [20];

- amestecul de banane și fructe de sohiong (*Prunus napaulensis*) se caracterizează prin conținut ridicat de acid ascorbic, potasiu, magneziu, fibre, antociani și activitate ridicată de captare a radicalilor [34];

- amestecul piureului din mere cu pulberea obținută dintr-un fruct sălbatic numit acăchul (*Ardisia compressa* K) constituie o compoziție bogată de compuși bioactivi, precum antociani, flavonoide, diterpene, galotanine și acizi clorogenici cu bioaccesibilitate înaltă [35];

- amestecul de piure de mere și piersici are un conținut majorat de fier și magneziu [21];

- amestecurile în bază de deșeuri de kiwi cu adaos de alte fructe și legume au un conținut majorat de compuși fenolici totali, vitamina C și flavonoide [36];

- piureul de guava proaspătă sau din papaya adăugată cu fructe de mirika tenga (*Parameria polyneura*) oferă vârstnicilor un produs esențial bogat în micronutrienți [37];

- adăugarea a 1,5% de amestec apetisant (pudră de semințe de cimbru, pudră de mentă, sare și sare neagră (*Kala Namak Mineral*)) la prepararea produsului „fruit leather” din pulpă de prune și ghimbir are ca rezultat un produs cu o cantitate mare de acid ascorbic, fenoli totali și activitate antioxidantă [38];

- „fruit leather” din piure din morcov și tamarind (*Tamarindus indica*) cu adaos de ghimbir măcinat și suc de lamâie prezintă un produs în care fiecare component contribuie la proprietăți funcționale ale produsului finit: tamarindul – conținut ridicat de vitamine B₁, B₃, B₅, B₆, B₉ și E, fier, calciu, fosfor, potasiu,

mangan și fibre alimentare; morcovul – conținut ridicat de β -caroten, substanțe minerale, precum calciu, fosfor, magneziu, potasiu, seleniu, vitamine B₁, B₂, B₃, B₆, B₉, E, K și fibre alimentare [39].

Îmbogățirea cu subproduse de la procesarea fructelor și legumelor

În urma prelucrării fructelor rezultă cantități importante de deșeuri nutritive bogate. După prelucrarea lor ulterioară pot fi obținute unele subproduse alimentare sau materii prime auxiliare. Un astfel de produs secundar este tescovina de pomușoare (zmeură, coacăză neagră) caracterizată printr-un conținut ridicat de compuși fenolici, concentrația de antociani în tescovina de coacăză neagră fiind de aproximativ 20 de ori mai mare decât în tescovina de zmeură. Adăugarea pulberii de tescovină la un mix de piure din mere și coacăză neagră a îmbunătățit semnificativ compoziția biochimică și a mărit capacitatea antioxidantă a produsului final [40].

Pulberea din șrotul de sfeclă roșie, având un nivel ridicat de substanțe biologice active (polifenoli, betalaine, acizi fenolici, catechine, acid ascorbic, carotenoizi) și activitate antioxidantă accentuată, este considerată un ingredient ieftin pentru fortificarea diferitor produse alimentare [41]. S-a dovedit că funcționalitatea dulciurilor din jeleu [42] și din jeleu de fructe este îmbunătățită prin adăugarea pulberilor din șrotul de sfeclă roșie și de mere, prezentând o biodisponibilitate cu digestibilitate *in vitro* și o reducere a nivelurilor de glucoză postprandială, a indicelui glicemic și a încărcăturii glicemice, măsurate *in vivo* [43].

A fost studiată compoziția din pulpă de coarne cu adaos de presări din aronia. Adaosul de 5% de tescovină de aronia a dus la o scădere a aderenței produsului [44]. Adăugarea cojii din lămâie dulce și mere a optimizat compoziția batonului energetic funcțional [45].

Îmbogățire cu grăsimi

Datorită conținutului ridicat de acizi grași omega-3 și omega-6, semințele de in au fost propuse pentru dezvoltarea „fruits leather” și batoanelor funcționale de fructe. Adăugarea a 10-15% de semințe de in întregi sau măcinate grosier asigură caracteristici nutriționale și senzoriale excelente [46].

Onkar Sarma et al. [47] a optimizat rețeta piureului de banane pentru a reduce adeziunea produsului și a studiat adăugarea (5%) capsulelor de ulei de in. Conform unor studii, conținutul de grăsime al piureului optimizat a crescut la 3,27%, concomitent a crescut și conținutul de substanțe fenolice. Încapsularea sporește stabilitatea uleiului de in în timpul depozitării pe termen lung a produsului.

În [48] este descrisă dezvoltarea compozițiilor de batoane de fructe cu includerea semințelor chia (*Sal-*

via hispanica L.), acestea constituind o sursă bogată de acizi grași omega-3, omega-6, fibre alimentare solubile, proteine și fitochimice.

Îmbogățirea cu proteine și produse care conțin proteine

Informațiile selectate referitoare la îmbogățirea snackurilor cu proteine și produse care conțin proteine includ următoarele exemple relevante:

- fortificarea batoanelor de mango cu făină de Bengal prăjită (făină din năut uscat, care se utilizează în bucătăria indiană) duce la creșterea calității nutriționale, îmbunătățirea culorii și texturii produsului final. S-a constatat modificarea conținutului de proteine de la 6,16% până la 12,91% [49];

- fortificarea cu făină de Bengal prăjită și lapte praf degresat duce la creșterea conținutului proteic al batoanelor de mango și banană de la 0,6-1,1% la 3,4-4,4% [49];

- proteina din zer este un ingredient funcțional asociat cu îmbunătățirea sistemului imunitar, prevenirea cariilor dentare, reducerea colesterolului și scăderea tensiunii arteriale [49]. La fortificarea cu proteină de zer (4,92%) a snackului tip „Mango Leather” a fost determinată valoarea optimă a acceptabilității generale (8,69 puncte), conținutului de proteine (11,36 g/100 g) și acid ascorbic (56,65 mg/100 g) la o temperatură de uscare de 65 °C și grosime a pulpei de 5 mm [50];

- amestecarea fructelor de piersici cu suspensie de soia, până la 15%, pentru a obține produse nutritive cu valoare adăugată [49];

- fortificarea cu făină de soia degresată a batoanelor de papaya, care conțin suplimentar stevia și malto-dextrină (făina de soia degresată sporește conținutul de proteine al batonului de fructe, în timp ce stevia înlocuiește zahărul pentru a da un gust dulce, iar maltodextrina înlocuiește zahărul pentru a conferi forma și textura produsului) [49];

- fortificarea snackurilor din smochine cu frunze de moringa (*Moringa oleifera*) în formă de pulbere în cantități de 3,3-3,8%. Moringa, cunoscută ca medicament, este o sursă de proteine, fibre, lignină, acid fenolic, flavonoide [49]. Moringa este și o sursă excelentă de calciu, fier, vitamine, minerale și antioxidanți. Analiza chimică a produsului de tip „fruits leather” alcătuit din mere și smochine și fortificat cu planta moringa (2,5 %) a confirmat conținutul majorat de calciu [51];

- fortificarea cu izolat proteic de susan. În producția batoanelor de guava și de căpșuni, conținutul proteinelor se modifică, corespunzător, de la 1,58% și 8,48% până la 5,38 și 12,15 % [49];

- fortificarea proteică a batoanelor de mango cu pudră de nucă de cocos (2%) [49];

- fortificarea unui snack cu fructe soursop (*Annona muricata L.*) și făină de ovăz până la 40%. Adăugarea făinii a redus semnificativ timpul de uscare și a majorat conținutul de proteine în produsul finit de la 6,58% la 11,25% [52];

- izolatul de proteine din soia [53] și concentratul proteic din semințe de floarea-soarelui (20%) au fost aplicate cu succes la dezvoltarea tehnologiei pentru snackuri specializate. Consumul unei porții de produs (50 g) satisface necesarul zilnic de proteine cu 8,7% [54];

- introducerea nucilor (nuci, migdale, arahide) și a semințelor (dovleac, floarea-soarelui) în compoziția batoanelor combinate a făcut posibilă dezvoltarea unor noi compoziții echilibrate în proteine (6,1-10,7%), grăsimi (7,2-13,7%) și carbohidrați (26,7-46,6%) [55].

Îmbogățirea cu probiotice

Snackurile de legume și fructe constituie alimente funcționale inovatoare, non-lactate, purtătoare de probiotice și o alternativă valoroasă pentru consumatorii cu restricții alimentare.

Cu toate acestea, îmbogățirea snackurilor cu probiotice este o provocare, deoarece mai mulți factori pot afecta viabilitatea celulară, ceea ce face dificilă menținerea dozelor microbiene adecvate la momentul consumului. În [56] sunt prezentate cele mai recente progrese în proiectarea snackurilor din fructe și legume cu probiotice. În special, sunt discutate tehnologiile aplicate pentru introducerea probioticelor în matricea alimentară, metodele clasice și noi de uscare și strategiile de îmbunătățire a supraviețuirii microbiene în timpul procesării, depozitării și trecerii gastrointestinale. Majoritatea lucrărilor publicate raportează un număr de bacterii de peste 1×10^7 ufc/g în snackuri, care este o doză adecvată de probiotice pentru a promova beneficiile pentru sănătate.

În [57] este raportată îmbogățirea „fruits leather” din banane cu probiotice *Bacillus coagulans* și *Lactobacillus acidophilus*, aplicate pe o matrice de amidon sau celuloză bacteriană. Produsele au fost bine acceptate. S-a constatat că proprietățile mecanice ale snackurilor au fost puțin afectate de bacterii și matrice, dar *L. acidophilus* a suferit pierderi mari de viabilitate la uscare.

Adăugarea diferitor componente ale plantelor și produse derivate

Diferite componente ale plantelor (frunze de fistic, nuc, susan, cânepă și moringa) au fost adăugate în concentrație de 5% cu scopul de a spori proprietățile antioxidante în „fruits leather” din prune. Cea mai mare cantitate de compuși fenolici (1024 mg/100 g) și activitatea antiradicalică (52%) au fost stabilite în mostrele cu pudră de susan. În ceea ce privește caracte-

teristicile senzoriale, cea mai mare acceptare generală a fost obținută la martor și la probele care conțin frunze de fistic și moringa [58].

„Fruits leather” din rodie a fost preparată prin înlocuirea parțială a concentratului de rodie cu suc de morcov violet intens (10-15%). O abordare inovatoare constă în asigurarea stabilității antocianilor în mediul acid al produsului finit și îmbogățirea acestuia cu caroten [59].

O compoziție a snackului de fructe a fost alcătuită din suc de mere și făină de nuci pecan parțial degresată, având indicatori precum: conținut de grăsimi 33,1%, conținut de proteine 12,7% și polifenoli 23 mg GAE/g. S-a confirmat stabilitatea oxidativă a produsului păstrat timp de 63 de zile [60].

Pentru a diversifica sortimentul snackurilor funcționale fabricate din fructe și legume, au fost propuse amestecuri de CO₂ – extracte din plante condimentate și medicinale care conferă produselor proprietăți antioxidante și adaptogene [61].

Îmbogățirea merelor pastilate cu elemente minerale, inclusiv creșterea concentrației de iod în produs, a fost realizată prin utilizarea în rețete a fructelor de pădure (merișoare, afine) și alge marine (alge, nori) [62].

CONCLUZII

Dezvoltarea SFS este o sarcină actuală datorită posibilității de a utiliza fructe perisabile, care nu sunt potrivite pentru vânzare în stare proaspătă. La baza prezentului studiu au stat numeroase articole, publicate în reviste științifice internaționale recente.

SFS, fiind o sursă de diverse elemente nutritive, pot fi considerate cele mai economice și mai convenabile alimente funcționale care înlocuiesc fructele și legumele proaspete. Dezvoltarea proprietăților funcționale ale SFS, condiționate de un conținut semnificativ de substanțe biologice active (compuși fenolici, vitamine și altele), fibre alimentare și minerale, se realizează prin:

- combinarea diferitor tipuri de fructe;
- adăugarea diferitor componente ale plantelor și produselor derivate, inclusiv CO₂ – extracte din plante condimentate și medicinale, precum și a subproduselor de la procesarea fructelor.

Dezvoltarea proprietăților funcționale ale SFS legate de valoarea nutritivă se realizează prin fortificarea cu:

- concentrate de proteine vegetale și proteine din lapte, produse care conțin proteine (făină, semințe, nuci);
- acizi grași încapsulați și produse cu conținut majorat de acizi grași omega-3 și omega-6.

Fortificarea cu probiotice este o inovație în elaborarea produselor alimentare funcționale non-lactate.

Ingredientele, compoziția și tehnologia snackurilor din fructe influențează proprietățile fizico-chimice, structurale și organoleptice ale produsului finit. În același timp, etapa cea mai critică în producerea snackurilor din fructe este deshidratarea, care determină păstrarea substanțelor funcționale în produsul finit. De aceea, tehnologii caută în permanență soluții noi pentru a îmbunătăți funcționalitatea și proprietățile snackurilor din fructe, a dezvolta tehnologiile de fabricare a produselor inovative cu etichetă „clean label”, a promova astfel strategia de dezvoltare durabilă.

Prezentul studiu este adresat atât persoanelor care doresc să ducă un stil de viață sănătos, cât și celor interesați de dezvoltarea noilor compoziții de gustări din fructe cu destinație funcțională.

BIBLIOGRAFIE

1. Deepika, Maurya, P.K. Health Benefits of Quercetin in Age-Related Diseases. In: *Molecules*. 2022, 27(8), doi: 10.3390/molecules27082498
2. Ramadan, S., Ibrahim, A.A.A. Fruits and Vegetables as Sources of Functional Phytochemicals for the Prevention and Management of Obesity, Diabetes, and Cancer. In: Egbuna, C., Hassan, S. (eds) *Dietary Phytochemicals*. Springer, Cham. 2021, 117-147, https://doi.org/10.1007/978-3-030-72999-8_8
3. Golovinskaia, O., Wang C.K. Review of Functional and Pharmacological Activities of Berries. In: *Molecules*, 2021, Jun 25, doi:10.3390/molecules26133904
4. Oczkowski, M. Review Article Health-Promoting Effects of bioactive compounds in Blackcurrant (*Ribes Nigrum L.*) Berries. In: *Rocz Panstw Zakl Hig*, 2021, 72(3):229-238, <https://doi.org/10.32394/rpzh.2021.0174>
5. Walia, A. et al. Bioactive Compounds in Ficus Fruits, Their Bioactivities, and Associated Health Benefits: A Review. In: *Hindawi Journal of Food Quality*, 2022, doi: 10.1155/2022/6597092
6. Vega, En. Wild sweet cherry, strawberry and bilberry as underestimated sources of natural colorants and bioactive compounds with functional properties. In: *Food Chem.*, 2023, Jul. 15, doi: 10.1016/j.foodchem.2023.135669
7. Ahmed K. Rashwana et al. Jujube fruit: A potential nutritious fruit for the development of functional food products. In: *JFF*, 2020; 75, doi: 10.1016/j.jff.2020.104205
8. Baran, A., Nadaroglu, H. The Production of Pestil (Fruit leather) from Different Hawthorn (*Crataegus* spp.) Fruits. In: *Turkish Journal of Agriculture – Food Science and Technology*, 2022, 10 (10): 1854-1861, doi: 10.24925/turjaf.v10i10.1854-1861.5224
9. Gîncu, E., Tabunșic, O., Chirsanova, A. Efectele benefice ale topinambur (*Helianthus Tuberosus L.*) asupra sănătății. In: *Competitivitatea și inovarea în economia cunoașterii*, 25-26 sept. 2020, Chișinău: ASEM, 209-215.
10. Liping, Chen, et al. Beetroot as a functional food with huge health benefits: Antioxidant, antitumor, physical function, and chronic metabolomics activity. In: *Food Science & Nutrition*, 2021, 9 (11), 6406-6420, doi: 10.1002/fsn3.2577
11. Xue, B., et.al. Application, emerging health benefits, and dosage effects of blackcurrant food formats. In: *Journal of Functional Foods* 95, 2022, 105147, <https://doi.org/10.1016/j.jff.2022.105147>
12. Rodrigues, G. de M., et al. Fruit-Based Leathers: A Comprehensive Review of Terminologies, Composition, and Quality Attributes. In: *FSE*, 2023, 4(2), 159-347, doi: 10.37256/fse.4220232791
13. FAO. The state of food and agriculture 2019. Moving forward on food loss and waste reduction. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2019, [online] <https://www.fao.org/3/ca6030en/ca6030en.pdf> (consultat: 11.XII.2024).
14. Kashyap Sparsh and Sharma Neha. New insights in the production of fruit leather. In: *The Pharma Innovation Journal*, 2023, 12(5), 1140-1151.
15. Valenzuela, C., Aguilera, J.M. Effects of maltodextrin on hygroscopicity and crispness of apple leathers. In: *J. Food Eng*, 2015a, 144:1-9.
16. MD 1660 Y din 2023.01.31. Procedeu de obținere a snackurilor structurate de fructe/ Șleagun G., Iușan L., Cupcea T.
17. Bandaru, H., Bakshi, M. Fruit Leather: Preparation, packaging and its effect on sensorial and physico-chemical properties. A review. In: *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 2020, 9(6), 1699-1709, doi: 10.22271/phyto.2020.v9.i6y.13192
18. Riram, K. et. al. Development of nutrition rich mixed fruit leather from Apple and Papaya: A review. In: *BIO Web of Conferences* 110, 2024, doi:10.1051/bioconf/202411002005
19. Janowicz, M. et al. Evaluation of selected properties of products (leather fruits) based on fruit puree. In: *Postępy Techniki przetwórstwa spożywczego / Technological Progress in food processing* 2/2020, 64-73, [online] <https://bibliotekanauki.pl/articles/1534739> (consultat: 10.VII.2024).
20. Mphaphuli, T. et al. Enrichment of Mango Fruit Leathers with Natal Plum (*Carissa macrocarpa*) Improves Their Phytochemical Content and Antioxidant Properties. In: *Foods*; 2020, 9(4), doi: 10.3390/foods9040431
21. Javaria, S. et al. Development and Physico-Chemical Characterization of Apple Peach Fruit Leather. In: *Pakistan Journal of Agricultural Research*; 2021:34 (2), 318-324, doi: 10.17582/journal.pjar/2021/34.2.318.324
22. Milla PG, Peñalver R, Nieto G. Health Benefits of Uses and Applications of Moringa oleifera in Bakery Products. In: *Plants (Basel)*; 2021:10(2):318, doi: 10.3390/plants10020318
23. Srinivas, M. Sai et al. A Review on the Preparation Method of Fruit Leathers. In: *Int. J. Curr. Microbiol.App. Sci.*, 2020, 9(5): 773-778, doi: 10.20546/ijcmas.2020.905.085
24. Demarchi, S.M., Giner, S.A. Conventional and low-calorie rosehip leathers: Effect of several drying pro-

- cesses on color and ascorbic acid retention. Research Report. In: Journal of Berry Research, 2020: 10, 279-294, doi: 10.3233/JBR-190468
25. Simão, R. et al. Recent Advances in the Production of Fruit Leathers. In: Food Eng. Rev., 2020:12, 68-82, doi: 10.1007/s12393-019-09200-4
26. Kuria, M. et al. Physicochemical, antioxidant, and sensory properties of functional mango (*Mangifera indica* L.) leather fermented by lactic acid bacteria. In: Journal of Agriculture and Food Research, 2021: 6 (11), doi: 10.1016/j.jafr.2021.100206
27. Fu Hao, H. et al. Nutrient Density, Added Sugar, and Fiber Content of Commercially Available Fruit Snacks in the United States from 2017 to 2022. In: Nutrients, 2024: 16, p. 292, doi: 10.3390/nu16020292
28. Barman, M. et al. Effect of xanthan gum, guar gum, and pectin on physicochemical, color, textural, sensory, and drying characteristics of kiwi fruit leather. In: Journal of Food Processing and Preservation, 2021: 45 (5), doi: 10.1111/jfpp.15478
29. Tontul, I., Topuz, A. Production of pomegranate fruit leather (pestil) using different hydrocolloid mixtures: An optimization study by mixture design. In: Journal of Food Process Engineering Volume 47, Issue 2, 2024, <https://doi.org/10.1111/jfpe.12657>
30. Santos, L. et al. Mixed leather of açaí, banana, peanut, and guarana syrup: the effect of agar and gellan gum use on quality attributes. In: International Journal of Gastronomy and Food Science, 2021, vol. 26, 100407, <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2021.10040>
31. Incedayi Bige, Nevin Dogan, Omer Utku Copur. Assessment of cactus pear leather (pestil) as a new snack food. In: Journal of Food Science and Technology, 2022: 59(8), 3158-3166, doi: 10.1007/s13197-022-05366-8
32. Vinnitskaya, V. F. i dr. Rasshirenie assortimenta produktov funktsional'nogo naznacheniya iz fruktovykh poroshkov i meda. Nauka i obrazovanie. Nauchnyy elektronnyy zhurnal, 2020, Tom 3, no. 1, 11 s.
33. Ribeiro, J.A. et al. Application of prebiotics in apple products and potential health benefits. In: Journal of Food Science and Technology, 2020: 59, 1249-1262, doi: 10.1007/s13197-021-05062-z
34. Das, A. et al. Processing of minerals and anthocyanins-rich mixed-fruit leather from banana (*Musa acuminata*) and sohiong (*Prunus nepalensis*). In: Journal of Food Processing and Preservation; 2021: 45 (9), doi: 10.1111/jfpp.15718
35. Vázquez- Sánchez, A.Y. et al. Physicochemical, functional, and sensory characterization of apple leathers enriched with acácul (*Ardisia compressa* Kunth) powder. In: LWT, 2021: 146 (6), doi: 10.1016/j.lwt.2021.111472
36. Tylewicz, U.; Nowacka, M. Design of Healthy Snack Based on Kiwifruit. In: Molecules, 2020: 25(14), p. 309, doi: 10.3390/molecules25143309
37. Kalsi, G., Baruah, L.D., Gogoi, M. (2023). Sensory and Functional Qualities of Fruit Leather Prepared from Guava (*Psidium Guajava*), Papaya (*Carica papaya* L.) and Mirika Tenga (*Parameria polyneura*). In: Agro and Food Processing Technologies. Springer, Singapore, 2023, 195-208, doi: 10.1007/978-981-19-9704-4_10
38. Kaushal, M. et al. Formulation, Acceptability and Storage Stability of Appetized Ginger Plum Leather. In: IJEAB, 2017: 2(1), doi: 10.22161/ijeab/2.1.49
39. Abdrabou Eman A.A. Quality Attributes of Carrot-Tamarind Leathers. In: J. of Food and Dairy Sci., 2023:14 (9), 195-205, doi: 10.21608/jfds.2023.225785.1122
40. Viskelis, J. et al. Enrichment of fruit leathers with berry press cake powder increase product functionality. In: FOODBALT, 2017: 75-79, doi: 10.22616/foodbalt.2017.011
41. Tabbu Theba, Ameer Ravani and HG Bhatt. Utilization of beetroot pomace for food fortification. In: International Journal of Chemical Studies. In: IJCS, 2021, 9(1): 2653-2657, <https://doi.org/10.22271/chemi.2021.v9.i1ak.11628>
42. Gorjanović, S., Zlatanović, S., Laličić-Petronijević, J. et al. Enhancing composition and functionality of jelly candies through apple and beetroot pomace flour addition. In: Sci Food, 2024, 8, 85, <https://doi.org/10.1038/s41538-024-00323-5>
43. Ali, M.R., Mohamed, R.M., Abdelmaksoud, T.G. Functional strawberry and red beetroot jelly candies rich in fibers and phenolic compounds. In: Food systems, July 2021, 4(2):12-18, <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2021-4-2-82-88>
44. Milkova-Tomova, et al. Sensory and texture profiles of fruit leather from cornel (*Cornus Mas. L.*). In: International Scientific-Practical Conference "Food, Technologies & Health", 2015, Plovdiv: Proceedings Book.
45. Gupta, E. et al. Utilization of fruit peel for the development of functional fruit peel bar. In: Food Chemistry Advances, 2023:2, doi: 10.1016/j.focha.2023.100310
46. Rana, A. et al. Nutritional enhancement of fruit bars with omega rich food source fortification. In: Journal of Food Processing and Preservation, 2022, 46 (12), doi: 10.1111/jfpp.17258
47. Sarma, O. et al. Processing of encapsulated flaxseed oil-rich banana-based (Dwarf cavendish) functional fruit leather. In: Journal of Food Process Engineering; 2023:46(4), doi: 10.1111/jfpe.14282
48. Jethwani, P. et al. Formulation and Quality Evaluation of Antioxidant Rich Bars Enriched with Chia seed, Whole Mango, Apple and Guava. In: Current Research in Nutrition and Food Science, 2022, doi: <https://dx.doi.org/10.12944/CRNFSJ.8.3.25>
49. Khandelwal, A., Bhasker, S. A review-based study on fortification of fruit leather with protein enriched products. In: The Pharma Innovation Journal, 2022, SP-11(5): 1378-1382, [online] www.thepharmajournal.com (consultat: 10.VII.2024).
50. Jethva, K.R. et al. Effect of drying on Physico-chemical properties of protein fortified kesar mango leather. In: International Journal of Advanced Biochemistry Research, 2024, SP-8(2): 101-107, doi: 10.33545/26174693.2024.v8.i2Sb.515

51. Thiruvengadam S., et al. Preparation of Fruit Leather and Fortification with moringa oleifera. In: Research J. of Pharm. and Tech, 2020, 13 (4), 1619-1622, doi: 10.5958/0974-360X.2020.00293.0

52. Gashaw, M.A., Shimelis, A.E. Formulation and characterization of fruit leather based on Annona muricata L. fruit and Avena sativa flour. In: Journal of Food Processing and Preservation, 2020, 44 (1), doi: 10.1111/jfpp.14284

53. Alekseenko, E.V., et.al. Development of the Recipe Composition of a Functional Snack Bar Based on Vegetable Ingredients. In: Health, Food & Biotechnology, 2021, 3(4). (In Russ.), doi: 10.36107/hfb.2021.i4.s120

54. Moskvicheva, E.V. et.al. Development of technology for specialized snack products with sunflower seed protein concentrate. In: Processes and Food Production Equipment, 2023, no. 3, 31-39. (In Russ.), doi: 10.17586/2310-1164-2023-16-3-31-39

55. Sinyavsky Yu. A. et al. Development of functional purpose snacks. In: The Journal of Almaty Technological University, 2021:(3), 47-52. (In Russ.), doi: 10.48184/2304-568X-2021-3-47-52

56. Bustos, A.Y. et al. Fruit and vegetable snacks as carriers of probiotics and bioactive compounds. A review. In: IJFST, 2023: 58 (6), 3211-3223, doi: 10.1111/ijfs.16400

57. Niro, C.M. et al. Banana leathers as influenced by polysaccharide matrix and probiotic bacteria. In: Food Hydrocolloids for Health, 2022, 2, doi: 10.1016/j.fhfh.2022.100081

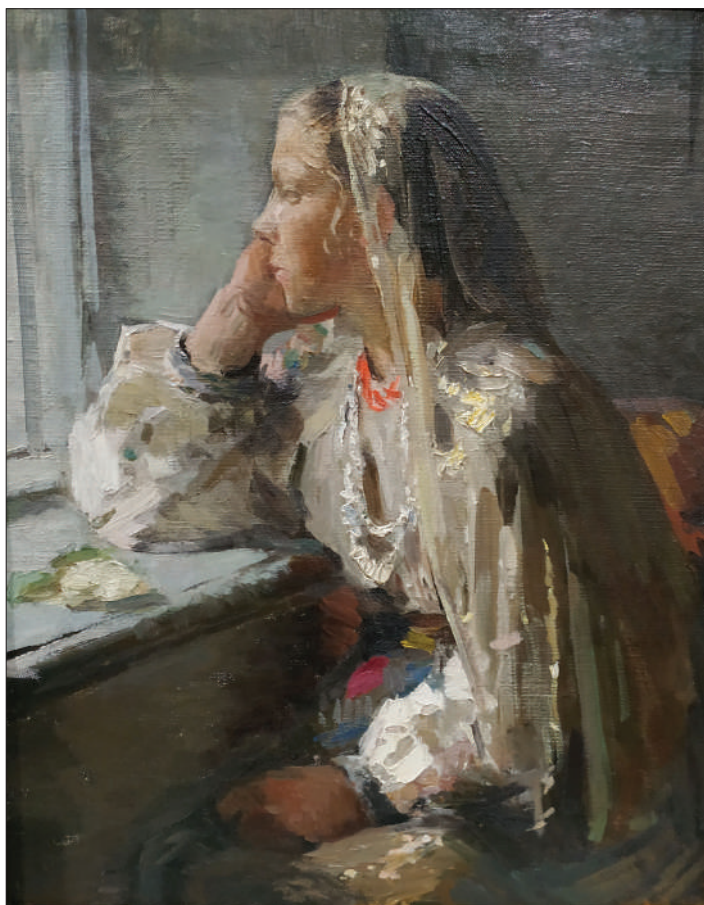
58. Khorasani, S., et al. The Effect of the Addition of Some Plant Components on Physicochemical and Sensory Properties of Nutraceutical Fruit Leather. In: Iranian Journal of Biosystem Engineering, 2023, 54 (1), 73-87, doi: 10.2059/IJBSE.2023.344355.665487

59. Latif, S.L. et.al. Novel functional pomegranate leather replacement with deep purple carrot F1 juice. In: J. of Agric. Res. & Develop, 2020, 40 (1), 113-131.

60. Muchuittia, G. S. et al. Analysis of walnut pecan flour (*Carya illinoensis* var. *Shoshoni*) for high-quality dried fruit leather production. In: JAFSB, 2023, 1(3), 254-261, doi: 10.58985/jafsb.2023.v01i03.30

61. Zotova, L.V. Sovershenstvovanie tekhnologij mnogokomponentnyh funktsional'nyh snekov iz otechestvennogo rastitel'nogo syr'ya. Dis. k.t.n. Krasnodar – 2019, 157.

62. Ryadinskaya, A.A. i dr. Uluchshenie svoystv pastil'nyh izdelij posredstvom obogashcheniya jodsoderzhashchim syr'em. In: Polzunovskij VESTNIK, 2023 (3), 115-122, doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2023.03.015



Valentina Rusu Ciobanu. *Fata la fereastră*, 1954, ulei pe pânză, 60,5 × 50,7 cm (MNAM).