

# DESPRE BIODISPONIBILITATEA FIERULUI ÎN PRODUSE DE PATISERIE FORTIFICATE CU FIER ȘI PROMOTORI AI FIERULUI

Lector asistent Corina CIOBANU,  
Universitatea Tehnică a Moldovei

Conf. univ. dr. Olga DESEATNICOV,  
Universitatea Tehnică a Moldovei

Conf. univ. dr. Rodica STURZA,  
Universitatea Tehnică a Moldovei

Conf. univ. dr. Jorj CIUMAC,  
Universitatea Tehnică a Moldovei

**REZUMAT.** Deficiența de fier este una dintre cele mai frecvente dereglări funcționale în lume. Studiul consumului alimentar și al aporturilor nutriționale ale familiilor din Republica Moldova, realizat cu suportul UNICEF în primăvara-toamna anului 1998, a scos în evidență prezența anemiei la 47% dintre copiii cu vârsta cuprinsă între 6 și 12 luni și la 28% din copiii până la 5 ani. În aceste condiții îmbogățirea alimentelor cu fier constituie una dintre strategiile durabile optime. Cea mai răspândită formă este fortificarea cu fier a fainii de grâu, dar biodisponibilitatea fierului non-hemic depinde de interacțiunea sa cu un șir de factori prezenți în alimente. În prezentul studiu este cercetată evoluția fierului solubil (considerat biodisponibil, conform modelului Monsen) în produse alimentare fortificate cu fier de proveniență minerală.

**ABSTRACT.** Iron deficiency is the most prevalent micronutrient deficiency in the world today. Food fortification is an important complement to food-based approaches, and iron fortification of foods as one of the strategies for the control of iron deficiency. The objective of this study was to investigate the potential iron bioavailability in iron fortified bakery products with iron promoters.

## 1. INTRODUCERE

Deficiența de Fe, ca și alte carențe nutriționale sunt în mare măsură o consecință a sărăciei. În țările în curs de dezvoltare ele afectează o parte semnificativă a populației, în special păturile vulnerabile [1].

Ameliorarea practicilor alimentare constituie una din strategiile optime și durabile [8, 13]. Obiectivul ei primordial este îmbunătățirea și menținerea aportului de Fe la populație, prin includerea în dieta zilnică a alimentelor bogate în fier. Realizarea obiectivului respectiv implică o serie de măsuri: asigurarea disponibilității produselor bogate în fier pe tot parcursul anului; asigurarea accesului tuturor familiilor, în special a celor vulnerabile, la aceste produse; creșterea cererii și a consumului produselor bogate în fier. Acest obiectiv, în țările cu situație socio-economică nefavorabilă, este, însă, dificil de realizat.

Aplicarea strategiei de diversificare a alimentației în Republica Moldova se confruntă cu multe probleme [2]. În primul rând, studiul asupra consumului alimentar demonstrează că produsele animaliere cu un conținut bogat în fier hemic constituie doar o mică parte din regimul alimentar al populației Republicii. Deoarece produsele respective sunt scumpe, consumul lor nu va crește, dacă nu se va ameliora situația economică generală a țării. În al doilea rând, modificarea regimului alimentar în vederea creșterii consumului de fier presupune, de asemenea,

includerea în dieta zilnică a fructelor și legumelor bogate în vitamina C, care permit asimilarea fierului [7,8].

Fortificarea alimentelor cu fier este o metodă eficientă de ameliorare a aportului de fier al populației pe termen îndelungat [2]. O dată dezvoltată, fortificarea alimentelor este o metodă ieftină și durabilă. Un program efektiv de fortificare a alimentelor cu fier necesită eforturi de cooperare între guvern, industria alimentară și consumatori. Cea mai răspândită formă este fortificarea cu fier a fainii de grâu. Dar incorporarea fierului într-un sistem complex, cum sunt alimentele, se confruntă cu diverse probleme, precum oxidarea și precipitarea. De asemenea, prezența unor factori antinutriționali (fitații) are un impact negativ asupra biodisponibilității fierului, care, pe parcursul prelucrării termice, este indisponibilizat [9]. Astfel, elaborarea unor tehnologii de fortificare a alimentelor de larg consum, care să asigure o biodisponibilitate potențială relativ înaltă a fierului, este extrem de actuală.

Pentru a-și menține echilibrul, o persoană adultă are nevoie de 2-5 mg Fe/zi., dar, din cauza biodisponibilității reduse a fierului, aportul zilnic recomandat este de 10-20 mg Fe [2, 4, 13]. Biodisponibilitatea fierului depinde de forma sa chimică: fierul hemic, legat de nucleul protoporfirinic (în produse din carne, spre exemplu) constituie doar 6% din aportul de fier alimentar, dar are o biodisponibilitate sporită – cca. 40%; fierul non-hemic (din produse vegetale) constituie peste 90% din aportul de fier alimentar, dar biodisponibilitatea sa este redusă și nu depășește

2-10% [13].

Pentru a fi absorbit, fierul din alimente trebuie să fie redus de către acidul clorhidric stomacal în fier feros ( $\text{Fe}^{2+}$ ), necesar organismului. Acidul ascorbic (vitamina C) favorizează acest proces [11, 12]. Astfel, încorporarea fierului în alimente necesită prezența promotorilor de fier, precum acidul ascorbic și proteinele de origine animală.

În prezentul studiu este cercetată evoluția fierului solubil (considerat biodisponibil, conform modelului Monsen [5]) în produse de patiserie fortificate cu fier non-hemic și cu adaos de măceșe – produs local, bogat în vitamina C. De asemenea, a fost cercetată influența adaosului de măceșe și a procedurii de panificație asupra caracteristicilor fizico-chimice și organoleptice ale produsului.

## 2. MATERIALE ȘI METODE

Pentru cercetare au fost fabricate produse de patiserie din făină de grâu de calitate superioară, de producție autohtonă (STAS 26574-85). Drept aditiv a fost folosit sulfatul de fier (II) ( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ), acceptat drept aditiv alimentar de către «Codex Alimentarius» din Moldova.

Fruitele de măceș coapte au fost curățate de semințe și uscate la  $80^\circ\text{C}$  (uscarea convectivă), până la o masă constantă [10]. Ulterior, au fost măcinate și cernute printr-o sită fină. Conținutul de acid L-ascorbic (vitamina C) în măceșe și în produsele de patiserie a fost determinat după extracția prin metoda titrării potențiometrice cu 2,6-diclorofenolindofenol [12].

Produsele de patiserie au fost fabricate prin metoda indirectă (bifazică), cu administrarea aditivului și a adaosului de măceșe în etapa de maia (metoda bifazică I) și în etapa de aluat (metoda bifazică II), precum și prin metoda monofazică (administrarea concomitentă a ingredientelor) [14]. Caracteristicile fizico-chimice și organoleptice au fost determinate conform standardelor în vigoare [15].

Digestibilitatea fierului din pâine a fost determinată *in vitro*, sub acțiunea pepsinei, în scopul simulării digestiei din stomac [5]. Probele care conțineau câte 10,00 g produs au fost termostate la  $37 \pm 0,1^\circ\text{C}$ , timp de 15 min, în mediu acid ( $\text{pH} = 2,0$ ) creat prin adăugarea soluției de HCl 1,5 N. După administrarea pepsinei (150 mg/100 g produs), amestecul a fost incubat două ore la  $37 \pm 0,1^\circ\text{C}$ , cu agitare continuă. Probele preluate pentru analiză la intervale egale de timp (peste 30 min) au fost centrifugate timp de 10 min (la 6000 rot/min). Ulterior,  $\text{pH}$ -ul a fost adus la 8,0 cu ajutorul unei soluții de NaOH 6N. După adăugarea tripsinei (150 mg/100 g produs) sub formă de soluție proaspăt pregătită pe un tampon de  $\text{NaHCO}_3$  0,08 N ( $\text{pH} = 8,2$  N), procedura de incubare timp de 2 h ore la  $37 \pm 0,1^\circ\text{C}$  și agitare continuă a fost repetată.

Conținutul fierului solubil a fost determinat prin metoda spectrofotometrică [3]. Măsurările au fost efectuate la spectrofotometrul SF-46; toate analizele au fost efectuate în triplicate.

## 3. REZULTATE ȘI DISCUȚII

Curba de uscare a măceșelor denotă că masa constantă este atinsă după 2 h de uscare convectivă. Umiditatea relativă a măceșelor este de 30%. Conținutul de acid L-ascorbic în măceșele uscate constituie 39,2 mg/g. Astfel, încorporarea a 0,5, 1,0 și 1,5% măceșe uscate (față de masa făinii) în produsele de patiserie echivalează cu administrarea a 19,6 ; 39,2 și, respectiv, 58,8 mg% de vitamina C. Administrarea fierului și a măceșelor nu influențează valoarea energetică a produsului, dar sporește valoarea lui biologică. În același timp, poate influența proprietățile fizico-chimice și organoleptice ale produsului. În acest scop, a fost cercetată influența conținutului de măceșe și a metodei de fabricare asupra unor parametri.

S-a constatat că adaosul de măceșe are o influență marcantă asupra caracteristicilor fizico-chimice ale produsului fabricat prin metoda monofazică. În cazul adaosului de 1,5% măceșe,  $\text{pH}$ -ul produsului scade cu 0,6 unități, ceea ce influențează negativ calitatea produsului. Administrarea a 0,5-1,0% măceșe conduce la o evoluție neesențială a valorii  $\text{pH}$ -ului, care se micșorează doar cu 0,08-0,13 unități. Volumul specific, precum și calitatea organoleptică a produsului cu adaos de 0,5-1,0% măceșe sunt considerabil mai înalte decât pentru proba martor.

Influența adaosului de măceșe asupra  $\text{pH}$ -ului produselor fabricate prin metoda bifazică I și prin cea bifazică II este mai puțin marcantă. Se constată că, și în cazul metodei monofazice de fermentare a aluatului, o scădere esențială are loc doar pentru concentrația măceșelor de 1,5%. Volumul specific variază neesențial în ambele cazuri (tabelul 1). Calitatea organoleptică este mai scăzută decât a probei martor în cazul produsului fabricat prin metoda bifazică I. Produsele fabricate prin metoda bifazică II au fost ameliorate mai înalt (0,5% măceș) sau la același nivel ca și proba martor (1,0% măceș) (tabelul 1).

Astfel, s-a constatat că adaosul de 0,5-1,0% măceșe are o influență pozitivă asupra proprietăților fizico-chimice și organoleptice ale produselor de patiserie fabricate prin metoda monofazică și prin cea bifazică II (măceșele fiind adăugate în etapa de aluat). Adăugarea unei cantități sporite de măceșe conduce la scăderea calității produsului, fapt care se datorează, probabil, atât acidității sporite, cât și culorii mai închise a produsului.

Conținutul fierului dializabil (disponibil pentru absorbția gastro-intestinală) în probele cu adaos de măceșe este considerabil mai înalt. nu contează cantitatea de fier administrată, deoarece factorul esențial în disponibilizarea fierului este conținutul de măceșe (vitamina C). Astfel, administrarea a 0,5% de măceș asigură prezența în soluție a 48-52% din cantitatea totală de fier prezentă în produs (adaos de 10 mg% Fe) și de 31-36% în cazul administrării a 4 mg% de Fe (tabelul 2).

De asemenea, s-a constatat că adaosul de măceș are o influență semnificativă și asupra biodisponibilității fierului în produsele fabricate prin metoda monofazică (tabelul 3), dar, în acest caz, efectul promotor al vitaminei C din măceșe este mai puțin marcant, deoarece doar în cazul administrării a 1,5% măceș conținutul de fier dializabil atinge 48-52%. Studiul cineticii de solubilizare a Fe (II) pe parcursul digestiei *in vitro* a produselor fortificate cu fier și adaos de măceș denotă că solubilizarea se produce

gradual.

Tabelul 1. Influența conținutului de măceș și a metodei de fabricare asupra unor caracteristici fizico-chimice și organoleptice ale produselor de patiserie fortificate cu fier

Adaosul de măceș, mg-%	Metoda monofazică			Metoda bifazică I*			Metoda bifazică II**		
	$V_{spec.}, cm^3/g$	pH	Apprecierea organoleptică	$V_{spec.}, cm^3/g$	pH	Apprecierea organoleptică	$V_{spec.}, cm^3/g$	pH	Apprecierea organoleptică
–	2,680	5,10	8,0/10	3,005	5,32	7,5/10	3,005	5,32	7,5/10
0,5	3,250	5,02	8,7/10	2,833	5,23	7,0/10	3,000	5,09	8,0/10
1,0	3,865	4,97	8,2/10	3,012	5,17	6,5/10	3,090	5,02	7,5/10
1,5	3,015	4,50	7,0/10	2,847	5,13	6,0/10	3,060	4,92	6,0/10

\* Metoda bifazică I – măceșele au fost incorporate în etapa de maia.

\*\* Metoda bifazică II – măceșele au fost incorporate în etapa de aluat.

Tabelul 2. Evoluția fierului dializabil pe parcursul digestiei gastro-intestinale *in vitro* a produselor de patiserie fortificate cu fier și măceș, fabricate prin metoda bifazică

$C_{măceș}$ % față de făină	Etapa administrării măceșelor	$C_{Fe}$ , mg-% făină	$[Fe^{2+}]_{dializabil}, in vitro, mg-%$				% Fe <sub>dializabil</sub> final
			Digestie pepsină, pH = 2		Pepsine + tripsine pH = 8,0		
			1 oră	2 ore	3 ore	4 ore	
–	–	–	0,02	0,09	0,17	0,21	12,3
		4	0,07	0,15	0,24	0,51	13,4
		10	0,21	0,89	1,31	1,59	17,8
0,5	maia	4	0,25	0,45	0,78	1,44	36
		10	1,2	2,5	3,5	4,8	48,5
	aluat	4	0,31	0,67	0,91	1,78	30,9
		10	1,9	2,7	3,8	4,5	52,3
1,0	maia	4	0,12	0,89	1,21	1,62	40,1
		10	1,7	2,5	3,5	4,71	42,7
	aluat	4	0,45	0,92	1,68	1,96	41,7
		10	1,8	2,7	3,8	5,4	56,8
1,5	maia	4	0,47	0,97	1,76	2,32	49,3
		10	1,67	2,52	3,63	4,59	42,5
	aluat	4	0,23	1,07	1,85	2,48	48,7
		10	1,21	2,39	3,47	4,39	42,2

Tabelul 3. Evoluția fierului dializabil pe parcursul digestiei gastro-intestinale *in vitro* a produselor de patiserie fortificate cu fier și măceș, fabricate prin metoda monofazică

$C_{măceș}$ % față de făină	$C_{Fe}$ administrat, mg-% făină	$[Fe^{2+}]_{dializabil}, in vitro, mg-%$				% Fe <sub>dializabil</sub> final
		Digestie pepsină, pH = 2		Pepsine + tripsine pH = 8,0		
		După 1 oră	2 ore	3 ore	4 ore	
–	–	–	0,05	0,10	0,12	8,6
	4	0,14	0,29	0,42	0,58	14,2
	10	0,32	0,59	0,92	1,27	13,8
0,5	4	0,29	0,63	0,98	1,50	38,5
	10	1,05	1,89	2,57	3,17	32,7
1,0	4	0,49	0,91	1,05	1,73	45,6
	10	0,92	2,16	3,62	4,27	40,8
1,5	4	0,51	0,93	1,23	1,71	48,5
	10	1,017	2,23	3,48	4,81	50,6

Este evident faptul că, pentru toate metodele de fermentare a aluatului folosite la fabricarea produselor de patiserie fortificate, viteza de solubilizare a fierului în produsele cu adaos de măceș este mai înaltă decât în

proba-martor. Măceșele manifestă, deci, un efect promotor important, asigurând dializabilitatea fierului în condițiile digestiei gastro-intestinale *in vitro*.

## 4. CONCLUZII

- A fost cercetată influența adaosului de măceșe și a metodei de fabricare a produselor de patiserie fortificate cu fier de origine minerală asupra caracteristicilor fizico-chimice și organoleptice ale produselor. S-a stabilit că un adaos de măceșe de 0,5-1,0% conduce la creșterea volumului specific al produsului, în special în cazul metodei monofazice de fermentare a aluatului.
- Valoarea *pH*-ului produsului variază neînsemnat (0,5-1,0 mg% măceșe), iar la concentrații mai mari (1,5 mg%) aciditatea variază considerabil (*pH*-ul scade cu 0,5-0,6 unități). Acest fapt influențează negativ calitatea produsului.
- A fost analizată influența adaosului de măceșe asupra biodisponibilității potențiale a fierului în condițiile digestiei gastro-intestinale *in vitro*. S-a stabilit că adaosul de măceșe influențează considerabil procesul de solubilizare a fierului. Administrarea a 0,5% măceșe (prin metoda bifazică) și a 1,5% măceșe (prin metoda monofazică) asigură dializabilitatea a 48-50% din fierul administrat, în timp ce în probele martor (fără adaos de măceș) aceasta nu depășește 12-18%.
- S-a constatat că adăugarea măceșelor uscate în cantități mici (0,5-1,0 % față de masa făinii) în produse de patiserie fortificate cu fier de origine non-hemică (4-10 mg%), destinate alimentației curative și profilactice, fabricate prin metoda bifazică II (măceșele și fierul fiind adăugate la etapa de aluat) sau prin metoda monofazică, ar putea ameliora considerabil biodisponibilitatea fierului.

## BIBLIOGRAFIE

1. \* \* \* „Alimentația copiilor sub 5 ani în R. Moldova”, Raport UNICEF, 1998.
2. \* \* \* „Alimentația și nutriția umană în R. Moldova. Constatări și recomandări”, UNICEF, 2000.
3. **Kosse Jennifer S., Young A.C.**, ( ), „ A rapid method for iron determination in fortified foods”. *Food Chemistry*, 75, 2002, p. 371-376.
4. \* \* \* „First Food and Nutrition Action Plan for Europe (2000-2005)”, WHO.
5. **Miller D.D., Schricker B.R., Rasmussen R.R.** An in vitro estimation of iron availability from meals. *Am. J. Clin. Nutr.*, 34, 1981, 2248-2256.
6. **Ochoa N., Kessler A.** *Shrinkage during convective drying of whole rosehip fruits*, 35, 2002, p. 400-406.
7. „Recommandations pour une Politique de Nutrition et Santé Publique en Faveur des Enfants et des Mères en R. Moldova”, Rapport de Mission, UNICEF, 1999.
8. UNDP. Moldova XXI. „Strategia națională pentru dezvoltare durabilă”, Chișinău, 2000, „Studiu asupra consumului alimentar și aporturilor nutriționale ale familiilor din R. Moldova”, Raport final, 1999.
9. **Shills M.E., Olson J.A., Shike M.** *Modern nutrition in health and disease*. Eight edition, Lea and Febiger, 1994.
10. **Stralsio L., Alkilint Ch., Olsson M.E., Sioholm I.** „Total Folate Content and Retention in Rosehips (*Rosa ssp.*) after Drying”. *J. Agric. Food Chem.*, 511, 2003, p. 4291-4295.
11. **Gao, X., Bjork, L., Trajkovski, V., Uggie, M.** „Evaluation of antioxidant activities of rosehip ethanol extracts in different test systems”. *J.Sci. Food Agric.*, 80, 2000, p. 2021-2027.
12. **Gregory, J.J.L.** „Vitamins”. In *Food Chemistry*; Fennema, O.R., Ed: Marcel Decker: New York, 1996, pp. 552-616.
13. **Viteri FE.** (1998). „A new concept of iron deficiency: community-based preventive supplementation of at-risk groups by the weekly intake of iron supplements”. *Biomed Environ Sci.*, 11, p. 46-60.
14. **Чижова. К.Н.** „Справочник для лабораторий работников хлебо пекарной промышленности”. *Пищевая промышленность*, 1978.
15. STAS 173:19 Standart 173, „Pâine de făina de grâu”, aprilie 1998, indice de clasificare N33, cod OCP 91 1400.