

## ALIMENTE FORTIFICATE

Alimentele fortificate se obțin prin suplimentarea cu compuși biologic activi a unor produse sărace sau lipsite în astfel de substanțe nutritive. Scopul operației este asigurarea unei protecții maxime a organismului și necesită o asociere nutrițională sinergică și fiziologic adaptată.

Introducerea unor nutrienți în alimente constituie o cale eficientă de prevenire a dezechilibrelor alimentare datorate unor stări carentiale și de asigurare a unei stări de sănătate optime (Segal B., Segal R., 1987).

Realizarea produselor fortificate trebuie să aibă în vedere următoarele aspecte:

- ✓ oportunitatea operației din punct de vedere științific
- ✓ alegerea celor mai potrivite alimente (alimente vechi) care trebuie suplimentate pentru ca eficiența operației să fie maximă
- ✓ folosirea unor surse eficiente și stabile de compuși biologic activi
- ✓ fortifierea să nu influențeze mult prețul produselor
- ✓ fortifierea să nu determine modificări ale caracteristicilor senzoriale

Fortifierea alimentelor de bază se practică în numeroase țări, fie în baza unor norme legale adoptate la nivel național, fie opțional, de către producători. Recomandările OMS în acest sens sunt menționate în *tabelul 1*.

Substanțele nutritive cu care se realizează fortifierea sunt **proteinele, aminoacizii, vitaminele, sărurile minerale**. Dată fiind larga utilizare în alimentație, alimentele vechi cele obișnuite sunt cerealele și derivatele lor.

Alimentele vechi de fortifiere trebuie să se refere la produsele consumate de întreaga colectivitate, să fie stabile și să nu se piardă prin aplicarea anumitor practici culinare. În scopul realizării ultimului deziderat se impune necesitatea unui program educativ pentru populație.

Mecanismul de fortifiere trebuie să țină cont de compoziția chimică a fiecărui aliment în parte deoarece:

- acidul fitic prezent în unele alimente în mod natural poate lega substanțele minerale adăugate( complexeaza formand fitati)
- cuprul distruge vitamina C
- tiamina este instabilă la pH neutru sau alcalin

Unele substanțe nutritive adăugate pot determina modificări ale caracteristicilor senzoriale:

- sărurile solubile de fier conferă gust astringent sau o culoare dezagreabilă produselor
- sărurile insolubile de calciu sau magneziu modifică aspectul și culoarea produselor lichide

Depozitarea alimentelor poate influența nivelul nutrienților adăugați, în funcție de produs, de durată și condițiile de depozitare.

Fortifierea trebuie realizată în mod juicios, deoarece adaosuri excesive de nutrienți pot crea la anumite persoane tulburări majore:

- un nivel prea mare de fier în pâine sau făină poate mări incidența cazurilor de hemocromatoză, a afecțiunilor hepatice, inclusiv ciroză
- absorbția masivă de proteine poate determina o balanță negativă a calciului
- hipervitaminoza A determină pigmentarea anormală a pielii, fragilitatea scheletului
- hipervitaminoza D conduce la hipercalcemie, anorexie și întârziere mintală în cazuri extreme
- vitaminele C, E și  $\beta$ -carotenul sunt agenți redox a căror acțiune, în funcție de concentrație, se poate inversa

Principalele produse alimentare care se fortifică sunt: produsele cerealiere, produsele din legume și fructe, produsele lactate, margarina și grăsimile alimentare, zahărul și produsele zaharoase.

### **Produse cerealiere fortificate**

Se pretează fortifierii ca alimente vechi deoarece sunt alimente de bază în alimentația unui segment larg de populație. Fortifierea produselor cerealiere - produse de bază în alimentația umană - se face cu proteine, vitamine B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, PP, acid folic, săruri minerale: Fe, Ca, Mg.

#### **Făina de grau**

*Suplimentarea aminoacizilor în făina de grâu* are drept scop compensarea deficitului în lizină - primul aminoacid limitant al proteinelor din cereale - și uneori în treonină și triptofan.

Tehnologia de suplimentare constă în introducerea lizinei în făină cu ajutorul unor dozatoare speciale, care realizează în același timp o amestecare perfectă a componentelor.

Investigațiile efectuate pe animale și oameni au demonstrat că fortifierea făinii cu lizină determină o importantă accelerare a creșterii și o îmbunătățire a retenției azotului la copii și adulți.

#### *Suplimentarea micronutrienților - vitamine și minerale - în făina de grâu*

În stare naturală grâul reprezintă o sursă importantă de vitamine B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, niacină, piridoxină, vitamina E, Fe, Zn. Datorită faptului că majoritatea micronutrienților se găsesc în straturile exterioare ale bobului, acestea se pierd în mare măsură în timpul procesului de măcinare (pierderile fiind proporționale cu gradul de extracție al făinii).

În numeroase țări făina de grâu este fortificată prin adăugarea vitaminelor B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, PP și Fe. În unele țări se adaugă Ca și acid folic. Se pot suplimenta și vitaminele A și D. În general cantitățile de vitamină B<sub>1</sub>, niacină și Fe adăugate în făină sunt proporționale cu cantitățile pierdute prin măcinare. Pentru vitamina B<sub>2</sub> cantitățile adăugate în făină sunt mai mari decât pierderile provocate prin măcinare.

Fortifierea făinii se face cu un premix compus din microelemente, care se introduce într-un dozator volumetric amplasat aproape de sfârșitul procesului de măcinare. Cantitatea de premix introdusă în făină poate fi modificată prin reglarea turației motorului.

## **Pâinea**

Calitățile nutriționale ale proteinelor din pâine pot fi îmbunătățite prin compensarea deficitului lor în lizină. Studiile economice au arătat că este mai rațional a se proceda la compensarea deficitului de lizină prin folosirea unor surse proteice bogate în acest aminoacid decât prin introducerea lizinei ca atare în făină.

1. **Făina de soia** este utilizată în industria panificației ca fortifiant proteic, iar dacă este activă enzimatic realizează și o îmbunătățire a calităților pâinii ca urmare a acțiunii lipoxigenazei.

Adaosul de făină de soia nu poate depăși 3-5% din făina de grâu utilizată la prepararea aluatului, deoarece doze mai mari afectează volumul, porozitatea, elasticitatea și chiar gustul miezului. La aceste doze eficiența proteică nu este evidentă, motiv pentru care se iau o serie de măsuri tehnologice. Se poate obține o pâine cu un adaos de 16% concentrat proteic de soia dacă se utilizează și un amestec de shortening, lipide polare sau glicolipide de tipul mono- sau dilaurat de zaharoză, mono-, di- sau tristearați ai zaharozei.

2. **Făina de floarea soarelui** se poate adăuga în doze de 3-5%, în funcție de calitatea făinii de grâu. Se obține pâine cu un spectru mai echilibrat al aminoacizilor esențiali și cu o aromă plăcută, de nucă.

3. Utilizarea **derivatelelor proteice din industria laptelui** reprezintă unul din cele mai eficiente mijloace de mărire a valorii biologice a proteinelor din pâine. Pe lângă contribuția sub aspectul conținutului în aminoacizi esențiali (lizină) pot fortifica pâinea cu P, Ca etc.

- 3.1 *Zerul* utilizat la formarea aluatului influențează pozitiv nu numai valoarea nutritivă a pâinii ci și proprietățile fizico-chimice ale aluatului.

3.2 *Cazeinații și coprecipitații din lapte* reprezintă surse valoroase pentru fortifierea proteică a pâinii.

3.3 *Laptele praf degresat* introdus în aluat în proporție de 3-6% față de făină conduce la o îmbunătățire importantă a valorii nutritive a pâinii.

3.4 *Complexul proteic format din zer uscat și biomasă* obținută prin cultivarea lui *Saccharomyces fragilis*, utilizat în proporție de 4% față de făină, conduce la obținerea de produse cu calități superioare în ceea ce privește gustul, aroma, porozitatea și coaja.

4 Adaosul de **făină alimentară de pește** lipsită de mirosul specific, în proporție de până la 10% față de făina de grâu, determină îmbunătățirea stabilității aluatului, dar volumul pâinii scade și miezul se închide puțin la culoare. Făina de pește contribuie însă la obținerea unei eficiențe proteice deosebite.

5 **Derivatele din drojdii** realizează o fortifiere complexă a pâinii datorită conținutului lor în proteine bogate în lizină și conținutului foarte ridicat în vitamine din grupul B.

Pâinea este un vector excelent și pentru unele vitamine și săruri minerale. O pâine fortifiată cu acești micronutrienți se obține plecând de la o făină fortifiată. Dacă această făină nu există se poate realiza suplimentarea și direct în secția de preparare a aluatului. În acest scop se adaugă un premix (sub formă de tablete) de vitamine B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, PP, eventual acid folic și Fe într-o parte din apa folosită la prepararea aluatului. Se asigură astfel o bună distribuție a micronutrienților în toată masa de aluat. În unele variante se preferă folosirea sării îmbogățite în micronutrienți.

### **Făină și crupe de porumb**

Deoarece la fabricarea făinii de porumb și a grișurilor se folosește porumb degerminat, potențialul nutritiv al acestor produse este inferior celui pe care îl are materia primă. Suplimentar, porumbul este deficitar în niacină și triptofan.

În țările în care consumul ridicat de făină de porumb a fost asociat cu pelagra, metodele de fortifiere au devenit o necesitate.

Actualmente se practică fortifierea cu premixuri pulbere, dar pe ambalaj se face recomandarea să nu se spele conținutul, întrucât această operație îndepărtează fortifiantii. Prețul ridicat al unui premix rezistent la spălare nu se justifică.

### **Paste făinoase**

Pastele făinoase pot fi fortificate cu proteine fără a apare probleme tehnologice complexe (ca în cazul produselor de panificație). Un adaos de 12-25% *făină de soia* îmbunătățește atât valoarea nutritivă cât și proprietățile tehnologice, deoarece se evită cleirea pastelor, pierderea formei și a structurii.

Macaroanele, spaghetti, tăiteii și alte produse de acest tip se obțin din grâu dur. Pentru fortifierea cu vitamine și minerale premixul se adaugă în curentul de făină în unitățile de morărit, sau sub formă de tablete, în suspensie, în timpul malaxării aluatului.

### **Biscuiți**

Aceste produse consumate cu prioritate de către copii constituie alimente vectoare pentru proteine. Folosirea făinii de soia (în doze de 10-20% față de făină) nu ridică probleme tehnologice, efectele biologice fiind semnificative.

Utilizarea făinii de grâu fortificate cu vitamine și minerale conduce de asemenea la obținerea unor biscuiți cu valoare nutritivă ridicată.

### **Cereale pentru micul dejun**

Deoarece prin consumul acestor produse (fulgi, expandate și extrudate) trebuie să se asigure un mic dejun complet, reglementările prevăd că trebuie să fie astfel formulate încât prin consumul a 30g să se furnizeze minim 25% din necesarul zilnic de vitamine și minerale.

Fortifierea cu vitamine și minerale a produselor pentru breakfast se realizează în diferite stadii ale procesării, în funcție de tipul lor și de stabilitatea termică a ingredientelor.

În cazul *fulgilor* vitaminele termorezistente, substanțele minerale și aminoacizii (lizină, triptofan) se pot introduce în masa de cereale pregătite înainte de tratamentul termic. Vitaminele termolabile se adaugă prin pulverizare la sfârșitul operației de uscare sau de toastare.

În cazul *produselor expandate* fortifierea se poate realiza: prin impregnarea boabelor de cereale, prin încorporarea în masa crupelor și grișurilor, în amestecul de glazurare.

În cazul *produselor extrudate* fortifierea se poate realiza prin introducerea premixului în masa de crupe sau făinuri sau în soluția de glazurare odată cu celelalte ingrediente.

### **Orez**

Fortifierea se poate aplica orezului brut sau orezului polisat.

În prima variantă se procedează la înmuierea orezului la temperatura camerei timp de 12-24 ore, urmată de creșterea temperaturii până la 60-70°C cu o menținere de 10-15 ore. Ulterior orezul brut se usucă și se supune operației de decorticare. În timpul operațiilor de înmuiere și tratament termic are loc trecerea substanțelor solubile din embrion și stratul aleuronic în partea amidonoasă a endospermului, unde sunt reținute datorită gelificării amidonului și coagulării proteinelor.

În a doua variantă se folosește un premix de minerale și vitamine care este solubilizat în apă și pulverizat la suprafața orezului polisat. După uscare se aplică un tratament cu o soluție care formează un film de protecție comestibil, insolubil în apă rece, dar solubil în apă fierbinte.

Fortifierea orezului se poate face și prin metoda dublei impregnări, care constă în utilizarea atât a vitaminelor și mineralelor, cât și a aminoacizilor (lizină, treonină).

### **Produse din fructe și legume**

Fructele și legumele reprezintă principala sursă de vitamină C pentru organismul uman. Întrucât stabilitatea acestui antioxidant nutrițional este foarte redusă în timpul prelucrării și depozitării, se impune fortifierea produselor obținute din aceste materii prime cu acid ascorbic.

Fortifierea sucurilor se face prin dizolvarea vitaminei C într-o cantitate mică din acestea, care apoi se introduce în tot lotul. În scopul prevenirii pierderilor prin oxidare,

durata de menținere a sucurilor până la pasteurizare nu trebuie să depășească 30 minute. Acidul ascorbic se poate doza direct în conducta prin care sucul este evacuat din pasteurizator spre instalația de dozare.

Fortifierea compoturilor de fructe cu vitamină C se poate realiza fie prin introducerea în recipient a unei tablete de zaharoză care conține o doză stabilită de acid ascorbic, fie prin dizolvarea vitaminei în siropul de zahăr care se adaugă peste fructele din recipient.

La conservarea prin congelare a fructelor și legumelor se poate proceda la introducerea în masa de produs a 50-100 mg acid ascorbic/kg, care suplimentar protejează culoarea, gustul și aroma.

Fulgii de cartofi pot fi vitaminizați cu acid ascorbic, prin introducerea în pasta care urmează a fi supusă uscării a cristalelor de fortifiant acoperite cu trigliceride saturate, care au o bună stabilitate termică.

În scopul prevenirii pierderilor de vitamină C în timpul prelucrării tehnologice se recomandă următoarele măsuri:

- ✓ recipientele să fie dezaerate
- ✓ instalațiile să fie din oțel inoxidabil
- ✓ tratamentele termice să se realizeze la temperaturi ridicate, timp scurt
- ✓ depozitarea produselor fortificate să se facă la temperaturi reduse și în absența radiațiilor luminoase dacă ambalajele sunt transparente

### **Produse lactate**

Alimentele din această grupă se fortificază în special cu vitaminele A și D, având în vedere segmentele de populație cărora le sunt adresate cu precădere (copii, bătrâni).

Actualmente se vitaminizează în special laptele degresat sau cu conținut redus de grăsime (ca atare sau sub formă de pulbere), deoarece prin îndepărtarea grăsimii s-au îndepărtat și vitaminele liposolubile. Fortifierea cu vitamină A se realizează folosind derivate de retinol (palmitat și acetat) sau caroteni. Emulsiile conțin două faze: faza grasă, formată din vitamină și un antioxidant (propilgalat sau BHT) și faza apoasă,



formată din coloizi dispersabili în apă (ex. gelatina) care au rol de suport și de barieră de oxigen pentru vitamina A. Emulsia se poate usca prin pulverizare, obținându-se sub formă de granule de mărimea dorită.

În cazul utilizării carotenilor se recurge la compuși cu activitate biologică maximă:  $\beta$ -caroten,  $\beta$ -apo-8'-caroten. Preparatele lor sunt fie suspensii lichide în ulei vegetal, suspensii semisolubile în ulei hidrogenat, emulsii sau granule dispersabile în apă obținute prin uscarea emulsiilor. În toate cazurile sunt protejate de antioxidanți naturali sau de sinteză.

La vitaminizarea și colorarea brânzeturilor se folosesc concentrate de  $\beta$ -caroten sintetic în ulei sau grăsimi. Pentru vitaminizarea laptelui și înghețatei se utilizează granule dispersate în apă.

De asemenea, untul se fortificază cu vitamine în scopul asigurării unor caracteristici nutriționale sigure și constante, independent de particularitățile fiziologice ale animalului și de anotimpul de recoltare.

Fortifierea produselor lactate cu vitamina D se realizează utilizând preparate de înaltă puritate. Metoda este considerată cea mai eficientă cale de prevenire a rahitismului. Este însă necesar să se controleze foarte bine dozarea vitaminei D în produse (lapte de consum, lapte concentrat, lapte praf), deoarece o supradozare poate determina efecte toxice.

### **Margarină și grăsimi alimentare**

Margarina este alimentul care se fortificază în mod obligatoriu cu vitaminele A și D, în cantități care depind de legislația fiecărei țări. Sursele vitaminice se introduc în faza de prelucrare finală a uleiurilor hidrogenate, astfel încât să se asigure păstrarea proprietăților biologice și distribuția uniformă în produs.

Uleiurile alimentare pot fi fortificate cu vitamina E și fosfatide.

Valoarea biologică a grăsimilor vegetale solidificate utilizate pentru obținerea produselor de patiserie este considerabil mărită prin introducerea în compoziția lor a grăsimii dezodorizate de pește bogată în acizi  $\omega$ -3.

## **Zahăr și produse zaharoase**

Zahărul poate fi un vector pentru vitaminele C și A. Introducerea cristalelor de acid ascorbic direct în zahăr prezintă dezavantajul separării în ambalaj ca urmare a diferenței de mărime față de cristalele de zaharoză. Metoda cea mai eficientă de distribuție uniformă a vitaminei C în masa de zahăr este introducerea acestuia în siropul concentrat, urmată de cocrystalizarea celor două substanțe (zaharoza și acidul ascorbic).

Fortifierea zahărului cu vitamina A se face utilizând drept compus biologic activ palmitatul de retinol, care se introduce în produs după centrifugarea și spălarea cristalelor, înainte de uscare.

Vitaminizarea produselor zaharoase se realizează cu tiamină, niacină și acid ascorbic.

Referitor la necesitatea asigurării unei diete corespunzătoare a populației, Academia Americană de Dietetică preciza: "Educația nutrițională, fortifierea alimentelor și suplimentele nutritive sunt trei căi complementare accesibile de a asigura aportul nutrițional al segmentelor de populație cu risc mărit".

Tabelul 1

Recomandările OMS privind fortifierea produselor alimentare

Principiul activ	Alimente vectoare	Observații
Acid ascorbic	Sucuri de fructe sterilizate sau pulbere, produse lactate și sterilizate praf, produse cerealiere uscate	Trebuie protejate de aer dacă se găsesc în soluții neutre
Tiamină, riboflavină, niacină, acid folic	Produse cerealiere uscate, făină, pâine, paste, produse lactate	Riboflavina colorează uneori alimentele
Vitamina A	Produse cerealiere uscate, făină, pâine, paste, produse lactate, margarină, uleiuri vegetale	Trebuie să fie protejate de aer; în produsele lipsite de lipide vitamina A trebuie înglobată sub formă miscibilă cu apa (ex. în mici granule de gelatină); pierderile datorită căldurii pot fi importante în cazul uleiului pentru prăjit
Vitamina E	Produse lactate, margarină, produse cerealiere uscate, uleiuri vegetale, băuturi pe bază de fructe	Aceleași observații ca și în cazul fortifierii cu vitamina A
Calciu	Produse cerealiere, pâine	Cantitatea de adăugat limitează sortimentul produselor vectoare
Fier	Produse cerealiere, pâine, lapte sterilizat și lapte praf	Disponibilitatea variază potrivit formei utilizate; poate

		altera culoarea sau gustul
Iod	Sare de bucătărie	Obişnuit sub formă de iodat, care este mai stabil în sarea nerafinată
Proteine	Produse cerealiere, făină de manioc	Cantitatea adăugată limitează gama de vectori posibili
Aminoacizi	Cereale, pâine, produse din carne tocată	Lizina, cisteina, metionina sunt în prezent autorizate în câteva state