

Invenția se referă la industria alimentară, și anume la o metodă de apreciere a termostabilității umpluturii pentru produse de panificație și cofetărie.

Criteriul de termostabilitate este caracterizat de parametrul BI (bakery index) care se află în intervalul 90...100 unități pentru umpluturi termostabile, 80...90 unități pentru umpluturi cu stabilitatea termică medie și mai mic de 80 unități în cazul umpluturilor termic instabile.

Fibrele alimentare, printre care pectina, amidonul, gumele, ș.a., pot atribui umpluturilor caracteristici de termostabilitate.

Este cunoscută compoziția umpluturii termostabile care include materie primă de fructe sau legume, zahăr, amidon, gumă gellan și acid citric [1].

Neajunsul compoziției cunoscute constă în aceea că nu există posibilitatea de a stabili teoretic cantitatea optimă de ingrediente introduse, fiind necesară stabilirea acestora prin fierberea experimentală multiplă. Lipsa variantei teoretice de stabilire a rețetei optimale de materie primă pentru fabricarea umpluturilor termostabile poate duce la pierderi economice din partea producătorului în urma depășirii cantităților de stabilizatori introduși, cât și la înrăutățirea calității produsului finit.

Problema pe care o soluționează invenția constă în elaborarea unei metode de apreciere a termostabilității umpluturii pentru produse de panificație și cofetărie care conține materie primă de fructe, pomușoare sau legume, zahăr, amidon, gumă gellan și acid citric, totodată metoda oferă și posibilitatea de a determina cantitățile optime de ingrediente ale compoziției termostabile necesare pentru obținerea unui produs finit de înaltă calitate.

Invenția soluționează problema prin aceea că se propune o metodă de apreciere a termostabilității umpluturii pentru produse de panificație și cofetărie, care prevede calcularea valorii indicelui de termostabilitate a umpluturii cu un conținut de substanțe uscate de 30...65%, obținută din următoarele componente pentru 100 kg produs finit, în kg: materie primă de fructe, pomușoare sau legume 45,0...50,0, zahăr 20,2...57,1, amidon 0,5...1,0, gumă gellan 0,1...1,0, acid citric 0,1...0,3, utilizând formula:

$$BI = 59,65 - 4,76A - 85,26G + 0,33SU + 49,19A \cdot G + 0,12A \cdot SU + 0,22G \cdot SU - 0,82A^2 \cdot G \cdot SU + 290,87G^2 - 189,69G^3 - 0,0087SU^2,$$

unde:

BI – indicele de termostabilitate, unități

G – conținutul de gumă gellan, kg

A – conținutul de amidon, kg

SU – conținutul de substanțe uscate, %,

totodată dacă valoarea BI este egală cu 90...100 unități umplutura posedă termostabilitate înaltă, cu 80...89 – termostabilitate medie, iar dacă este mai mică de 80 umplutura este termic instabilă.

Datorită aplicării formulei elaborate este posibilă selectarea fracției masice de substanțe uscate necesare umpluturii, alegerea cantității optime de stabilizatori din intervalul declarat, asigurând în același timp termostabilitatea, caracteristicile reologice prestabilite și calitatea înaltă a produsului finit.

Crearea umpluturii termostabile într-un intervalul larg de substanțe uscate cu proprietăți prestabilite conform invenției prezentate prevede stabilirea compoziției în conformitate cu cantitățile optime de ingrediente introduse. Luând în considerație parametrii reologici ai umpluturii se controlează nu numai calitatea produsului finit, ci și se monitorizează toate procesele tehnologice de fabricare a umpluturii cu proprietățile dorite.

Pentru elaborarea metodei a fost utilizat experimentul planificat 2^3 [Тихомиров В.Б. Планирование и анализ эксперимента. Москва, 1974]. Realizarea acestui experiment a permis de a obține modele matematice cu prezentarea variabilelor în valori naturale, pentru căutarea soluției optimale care ar asigura cheltuieli materiale minime la fabricarea umpluturilor termostabile.

Matricea inițială de calcul a formei matematice de legătură între funcțiile de răspuns Y (BI – indicele de termostabilitate, V – viscozitatea) și factorii de intrare cercetați X (SU – conținutul de substanțe uscate, G – conținutul de gumă gellan și A – conținutul de amidon) este prezentată de următoarea formulă:

$$Y = b_0 + \sum_{i=1}^k b_i x_i + \sum_{i \neq j} b_{ij} x_i x_j + \sum_{i=1}^k b_{ii} x_i^2 + \dots \quad (1), \text{ unde}$$

Y – funcția de răspuns;

x_i – factorii de intrare cercetați;

b_0, b_i, b_{ij} – coeficienții ecuației.

Pentru stabilirea posibilității de selectare a compoziției optimizate de umplutură cu proprietăți stabilite, sunt cercetate termostabilitatea și viscozitatea umpluturii în calitate de funcții de răspuns care depind de trei factori de intrare: conținutul de substanțe uscate ale umpluturii, conținutul de amidon și gumă gellan introduse în compoziția umpluturii:

$$BI = f(A, G, SU);$$

$$V = f(G, A, SU),$$

În baza efectuării experimentului planificat privind elaborarea umpluturilor termostabile de fructe, pomușoare și legume, pentru căutarea soluției optimale care ar asigura cheltuieli materiale minime, au fost obținute modele de

regresie adecvate cu nivel de semnificație 5%, ulterior transformate în formule interpolare cu prezentarea variabilelor în valori naturale, care sunt prezentate de următoarele formule matematice 2 și 3:

$$BI = 59,65 - 4,76A - 85,26G + 0,33SU + 49,19A \cdot G + 0,12A \cdot SU + 0,22G \cdot SU - 0,82A^2 \cdot G \cdot SU + 290,87G^2 - 189,69G^3 - 0,0087SU^2 \quad (2)$$

$$V = -86,43 - 39,5A + 774,62G + 1,40 \cdot SU + 422,96A \cdot G + 0,65A \cdot SU - 8,26G \cdot SU - 6,96A \cdot G \cdot SU \quad (3),$$

unde

BI – indicele de termostabilitate al umpluturii, unități;

G – conținutul de gumă gellan, kg

A – conținutul de amidon, kg

SU – conținutul de substanțe uscate solubile, %,

V – viscozitatea dinamică a umpluturii, Pa·s (la viteza de forfecare s^{-1}).

În umplutura propusă în calitate de agent de îngroșare, gelatinizare și stabilizare se folosesc: gumă gellan (E 418) și amidonuri (E 1400-E 1405, E 1411- E 1414) admise pentru utilizare la fabricarea produselor alimentare, inclusiv gemuri, jeleuri, umpluturi etc.

Modelul matematic elaborat permite de a determina fracțiile masice ale componentelor în rețetă pentru fabricarea umpluturilor termostabile, precum și stabilirea termostabilității umpluturilor știind valorile componentelor inițiale ale rețetei în intervalele propuse.

Suplimentar umpluturile mai pot conține acid ascorbic, ceea ce va permite de a ridica valoarea nutritivă a produsului finit.

Umplutura termostabilă poate fi folosită în procesul de coacere la temperaturi înalte atât a produselor de panificație și cofetărie închise, cât și a celor deschise.

Rezultatul invenției constă în elaborarea unei metode de apreciere a termostabilității umpluturii pentru produse de panificație și cofetărie, care oferă posibilitatea de a determina și cantitățile optime ale ingredientelor compoziției termostabile necesare obținerii unui produs finit de înaltă calitate.

Criteriul de termostabilitate este indicele BI care se determină cu ajutorul metodelor cunoscute ce prevăd măsurarea majorării dimensiunilor relative ale mostrei de umplură după coacere în formă deschisă pe o mostră de aluat sau hârtie de filtru densă.

Cunoașterea valorii viscozității prezintă un lucru foarte important pentru specialiștii din industria alimentară în rezolvarea sarcinilor tehnice la fabricarea umpluturilor și alegerea variantei optime de echipament tehnologic.

Semnificația coeficienților de corelație este verificată conform criteriului standard t-Student. Adecvarea este confirmată de către criteriul Fisher.

În tabelul 1 sunt prezentate rezultatele comparative ale termostabilității umpluturilor determinate pe cale experimentală, precum și valorile calculate ale acestora conform metodei elaborate într-un interval larg de parametri tehnologici cercetați.

Rezultatele comparative ale umpluturilor termostabile

Tabelul 1

Nr. exp.	Conținut		SU, %	BI (indicele termostabilității), unități		Devierea valorilor calculate de cele experimentale	
	gumă gellan, %	amidon, %		calculat	experimental	eroarea absolută, unități	eroarea relativă, %
1	0,67	0,3	30	90,59	90,60	0,01	0,01
2	0,1	0,5	40	55,66	55,56	0,1	0,18
3	0,1	1	40	55,68	55,56	0,12	0,22
4	1	0,5	40	100	100	0	0
5	1	1	40	100	100	0	0
6	0,44	1	60	59,01	58,82	0,19	0,32
7	0,9	0,5	65	89,46	89,66	0,20	0,22
8	0,1	0,5	70	38,7	38,46	0,24	0,62
9	0,1	1	70	38,67	38,46	0,21	0,54
10	0,45	1	70	50,24	50	0,24	0,48
11	0	1	70	43,76	43,48	0,28	0,64
12	1	0,5	70	83,51	83,33	0,18	0,22
13	1	1	70	66,87	66,67	0,2	0,3

Datele obținute denotă un grad înalt de corelare a datelor experimentale cu cele calculate cu ajutorul formulei elaborate, ceea ce permite de a stabili mărimi necesare pentru aria veridică a parametrilor tehnologici privind fabricarea umpluturilor cu proprietăți termostabile garantate.

În tabelul 2 sunt prezentate rezultatele experimentale și teoretice privind determinarea viscozității umpluturilor cu proprietăți termostabile stabilite într-un interval larg de parametri tehnologici studiați.

Rezultatele experimentale și teoretice privind determinarea viscozității umpluturilor

Tabelul 2

Nr. exp.	Conținut de gumă gellan, %	Conținut de amidon, %	SU, %	Viscozitatea dinamică, Pa·s (la viteza de forfecare s ⁻¹)		Eroarea, %	
				experimentală	calculată	absolută, unități	relativă, %
1	1	1	40	545,0	544,9	0,15	0,02
2	1	0,5	40	479,4	479,3	0,08	0,02
3	0,1	1	40	15,3	15,0	0,35	1,96
4	0,1	0,5	40	14,7	14,5	0,2	1,36
5	1	1	70	150	149,8	0,2	0,12
6	1	0,5	70	179	178,9	0,1	0,06
7	0,1	1	70	31,4	30,8	0,6	1,91
8	0,1	0,5	70	31,4	31,0	0,4	1,27

Erorile absolute se află în intervalul 0,08...0,6 Pa·s, iar cele relative nu depășesc 2%, însă cu cât viscozitatea este mai mare – cu atât marja de eroare a rezultatelor obținute este mai mică.

Rezultatele demonstrează coincidența valorilor obținute, ceea ce denotă adecvarea metodei propuse și posibilitatea folosirii acesteia pentru optimizarea compoziției umpluturilor.

Exemple de realizare a invenției

Exemplul 1

Date inițiale: umplură de mere termostabilă cu indicele de termostabilitate BI = 90 unități, conținutul de amidon A = 0,6% și conținutul de substanțe uscate SU = 30%.

Este necesar de a stabili concentrația gumei gellan G, %.

Conform formulei 2 determinăm conținutul gumei gellan G, %:

$$BI = 59,65 - 4,76 \cdot 0,6 - 85,26 \cdot G + 0,33 \cdot 30 + 49,19 \cdot 0,6 \cdot G + 0,12 \cdot 0,6 \cdot 30 + 0,22 \cdot G \cdot 30 - 0,82 \cdot 0,6^2 \cdot G \cdot 30 + 290,87 \cdot G^2 - 189,69 \cdot G^3 - 0,0087 \cdot 30^2;$$

$$\text{când } BI = 90 \Rightarrow G = 0,6\%.$$

Respectiv, când conținutul de amidon va fi 0,6%, iar conținutul gumei gellan 0,6% – termostabilitatea umpluturii cu conținutul de substanțe uscate 30% va constitui 90 unități.

Masa de piure de mere, cu fracția masică de substanțe usabile de 10,0%, în cantitate de 45 kg se introduce în sirop de zahăr (15,16 kg zahăr și 33,03 litri apă), se încălzește la amestecare continuă până la 95°C, apoi se adaugă amestecul cu consistență omogenă, preventiv pregătit din 0,6 kg amidon, 0,6 gumă gellan și 5,0 kg zahăr, și se concentrează până la obținerea fracției masice de substanțe uscate de 30,5%. Încălzirea se întrerupe, se adaugă 600 ml de soluție de acid citric de 50% și amestecul obținut se aduce din nou până la fierbere. Produsul finit cu conținutul de substanțe uscate de 30,0% se răcește până la temperatura de 80°C și se transmite la ambalare și sterilizare.

Viscozitatea umpluturii pregătite se determină conform formulei 3:

$$V_{(G=0,6)} = -86,43 - 39,5 \cdot 0,6 + 774,62 \cdot 0,6 + 1,40 \cdot 30 + 422,96 \cdot 0,6 \cdot 0,6 + 0,65 \cdot 0,6 \cdot 30 - 8,26 \cdot 0,6 \cdot 30 - 6,96 \cdot 0,6 \cdot 0,6 \cdot 30 = 336,8 \text{ (Pa·s)}.$$

Prin urmare, când conținutul de amidon va fi 0,6%, iar conținutul gumei gellan 0,6% – viscozitatea umpluturii cu fracția masică de substanțe uscate 30% va constitui 337 Pa·s.

Exemplul 2

Date inițiale: umplură de caise termostabilă cu indicele de termostabilitate BI = 90±100 unități, conținutul de amidon A = 1,0% și conținutul de substanțe uscate SU = 40%.

Este necesar de a stabili concentrația gumei gellan G, %.

Conform formulei 2 determinăm conținutul gumei gellan G, %:

$$100 = 59,65 - 4,76 \cdot 1,0 - 85,26 \cdot G + 0,33 \cdot 40 + 49,19 \cdot 1,0 \cdot G + 0,12 \cdot 1,0 \cdot 40 + 0,22 \cdot G \cdot 40 - 0,82 \cdot 1,0^2 \cdot G \cdot 40 + 290,87 \cdot G^2 - 189,69 \cdot G^3 - 0,0087 \cdot 40^2; G = 0,8\%.$$

$$90 = 59,65 - 4,76 \cdot 1,0 - 85,26 \cdot G + 0,33 \cdot 40 + 49,19 \cdot 1,0 \cdot G + 0,12 \cdot 1,0 \cdot 40 + 0,22 \cdot G \cdot 40 - 0,82 \cdot 1,0^2 \cdot G \cdot 40 + 290,87 \cdot G^2 - 189,69 \cdot G^3 - 0,0087 \cdot 40^2; G = 0,64\%.$$

$$\text{- când } BI = 90 \Rightarrow G = 0,64\%;$$

$$\text{- când } BI = 100 \Rightarrow G = 0,80\%;$$

Respectiv, când conținutul de amidon va fi de 1,0%, iar conținutul gumei gellan de la 0,64 până la 0,80% – termostabilitatea umpluturii cu conținutul de substanțe uscate de 40% se va afla în intervalul 90...100 unități.

Masa de caise mărunțită, cu fracția masică de substanțe uscate solubile de 14%, în cantitate de 45 kg se amestecă cu 27,56 kg de zahăr și cu 20 litri de apă și se încălzește la amestecare continuă până la 95°C, apoi se adaugă amestecul cu consistență omogenă, preventiv pregătit din 0,64...0,80 kg gumă gellan, 1,0 kg amidon și 5 kg zahăr, și se concentrează până la 40,5% substanțe uscate. Încălzirea se întrerupe, se adaugă 600 ml de soluție de acid citric de 50% și se aduce din nou până la fierbere. Produsul finit cu fracția masică de substanțe uscate de 40% se răcește până la temperatura de 80°C și se transmite la ambalare și sterilizare.

Viscozitatea umpluturii pregătite se determină conform formulei 3:

$$V_{(SU=40\%)} = -86,43 - 39,5 \cdot 1,0 + 774,62 \cdot 0,64 + 1,40 \cdot 40 + 422,96 \cdot 0,64 \cdot 1,0 + 0,65 \cdot 1,0 \cdot 40 - 8,26 \cdot 0,64 \cdot 40 - 6,96 \cdot 0,64 \cdot 40 \cdot 1,0 = 332,9 \text{ (Pa}\cdot\text{s)}$$

$$V_{(A=0,65)} = -86,43 - 39,5 \cdot 1,0 + 774,62 \cdot 0,8 + 1,40 \cdot 40 + 422,96 \cdot 0,8 \cdot 1,0 + 0,65 \cdot 1,0 \cdot 40 - 8,26 \cdot 0,8 \cdot 40 - 6,96 \cdot 0,8 \cdot 40 \cdot 1,0 = 427,1 \text{ (Pa}\cdot\text{s)}$$

Prin urmare, când conținutul de amidon va fi de 1,0%, iar conținutul gumei gellan de la 0,64 până la 0,80% – viscozitatea umpluturii cu fracția masică de substanțe uscate de 40% se va afla în limitele 333...427 Pa·s.

Exemplul 3

Date inițiale: umplură de prune cu fracția masică de substanțe uscate SU = 65,0%, conținutul de gumă gellan G = 0,9 și conținutul de amidon A = 0,5%.

Este necesar de a aprecia termostabilitatea umpluturii prin determinarea indicelui BI.

Conform formulei 2 determinăm indicele BI:

$$BI = 59,65 - 4,76 \cdot 0,5 - 85,26 \cdot 0,9 + 0,33 \cdot 65 + 49,19 \cdot 0,5 \cdot 0,9 + 0,12 \cdot 0,5 \cdot 65 + 0,22 \cdot 0,9 \cdot 65 - 0,82 \cdot 0,5^2 \cdot 0,9 \cdot 65 + 290,87 \cdot 0,9^2 - 189,69 \cdot 0,9^3 - 0,0087 \cdot 65^2$$

$$BI = 90.$$

Respectiv, când conținutul de gumă gellan va fi de 0,9%, iar conținutul amidonului de 0,5% – umplutura cu fracția masică de substanțe uscate 65,0% va poseda proprietăți termostabile.

Masa de prune mărunțită, cu fracția masică de substanțe uscate solubile de 13%, în cantitate de 50 kg se amestecă cu 50,11 kg de zahăr și se încălzește la amestecare continuă până la 95°C, apoi se adaugă amestecul cu consistență omogenă, preventiv pregătit din 0,5 kg amidon, 0,9 kg gumă gellan și 7 kg zahăr, și se concentrează până la 65,5% substanțe uscate. Încălzirea se întrerupe, se adaugă 400 ml de soluție de acid citric de 50% și se aduce din nou până la fierbere. Produsul finit cu 65% substanțe uscate se răcește până la temperatura de 80°C și se transmite la ambalare și sterilizare.

Viscozitatea umpluturii pregătite se determină conform formulei 3:

$$V_{(A=0,5)} = -86,43 - 39,5 \cdot 0,5 + 774,62 \cdot 0,9 + 1,40 \cdot 65 + 422,96 \cdot 0,5 \cdot 0,9 + 0,65 \cdot 0,5 \cdot 65 - 8,26 \cdot 0,9 \cdot 65 - 6,96 \cdot 0,5 \cdot 65 = 206,6 \text{ (Pa}\cdot\text{s)}$$

Prin urmare, când conținutul de gumă gellan va fi de 0,9%, iar conținutul de amidon de 0,5% – viscozitatea umpluturii cu conținutul de substanțe uscate de 65% va constitui 207 Pa·s.

Metoda propusă permite de a efectua selectarea rapidă și exactă a variantei optimale dintr-un număr mare de variante pentru a determina valori optime de ingrediente ce intră în compoziția umpluturii, ceea ce asigură obținerea mai economică a produsului finit cu proprietăți declarate stabilite.

Invenția propusă oferă posibilitatea creării produselor funcționale nu numai cu compoziția chimică necesară, dar și cu caracteristici funcțional-tehnologice stabilite, ce transferă procesul de elaborare a rețetelor la un nou nivel calitativ.