

EXTRAGEREA COLORANTULUI ROȘU PRIN METODA ENZIMATICĂ

Autori: Boris CARABULEA, Svetlana MOTRIUC, Vera CARABULEA

Universitatea Tehnică a Moldovei

Abstract: În lucrarea dată sunt prezentate rezultatele cercetărilor privind extragerea colorantului de betaină din sfeclă roșie cu utilizarea enzimelor cu acțiune celolitică și amilolitică. Sunt prezentate date privind pierderile de masă a materiei prime și pierderilor de coloranți (betaine) în procesul tehnologic de prelucrare.

Cuvinte cheie: sfeclă, extragere, coloranți, betaină, temperatură, enzime, schemă tehnologică, tehnologie, curățare, fază lichidă, fază solidă.

1. Introducere

Acest studiu experimental are drept scop elaborarea unei metode de obținere a colorantului roșu (E-162) din sfeclă sub forma unor produse cu un conținut maxim de betaină și un procent redus de deșeuri. Această metodă include acele tratamente, care permit păstrarea cantității de betaină din materia primă și în produsele finite cu pierderi minime. O atenție deosebită se acordată tratării termice având în vedere termostabilitatea scăzută a betainei. Betaina rezistă la procesul de pasteurizare doar la un conținut ridicat de zahăr sau după adăugarea de acid ascorbic, ca stabilizator în cantitate de 0,1 %, raportat la masa materiei prime sau 0,001 % raportat la masa produsului lichid final cu SU=60 - 65%.

Betaina este sensibilă la incidența razelor solare iar fiind păstrată la lumină, treptat pierde din intensitatea culorii. Betaina păstrează nuanța în intervalul de pH 3 – 7, însă este mai stabilă la pH 4 - 5. În mediu bazic la încălzire hidrolizează, transformându-se în agluconbetaidină ($C_{20}H_{19-23}O_7N_2Cl \cdot x 3HO$). În sfeclă, în afară de pigmentii roșii, sunt prezenți și pigmentii galbeni, care sunt mai rezistenți la tratarea termică și procesele de oxidare. La blanșarea sfecele sau la sterilizarea sucului de sfeclă, culoarea roșie trece în culoare roză deschisă în dependență de gradul de diminuare a pigmentilor.

Rădăcinile de sfeclă roșie (*Beta vulgaris* L) se folosesc pe scară largă în alimentație: la prepararea borșurilor, vinegretelor, ciorbelor, diverselor garnituri, salatelor, sucurilor și altor bucate, deasemenea se folosesc ca materie primă și în industria de prelucrare.

Materia primă recepționată în containere se acumulează în deposit unde trebuie ferită de incidența razelor solare și temperaturi ridicate. Sfecla poate fi păstrată în depozit ventilat la temperaturi pozitive de pînă la 10 °C și umiditatea relativă a aerului 90 - 95 %.

2. Materia primă și metode de analiză

Rădăcinile de sfeclă roșie (*Beta vulgaris* L) au o valoare alimentară deosebit de importantă, iar vitaminele - A, B₁, B₂, PP, C, sarurile minerale -Na, K, Cl, Mg, Fe, Cu și acizii organici - oxalic și malic se găsesc în forme ușor asimilabile. Rizocarpii de sfeclă conțin pînă la 86 % apă, 14% de S.U., proteine 1,7%, 11,0% zahăr, dintre care 90% monozaharide. Valoarea calorică este scăzută, 100 g sfeclă - 43 calorii. Rădăcinile sfecele roșii conțin doi compuși chimici betanina și betaina, care în organismul uman trec în colină, care micșorează tensiunea sangvină și inhibă dezvoltarea cancerului. Fiind bogate în substanțe alcaline combat aciditatea. Sucul de sfeclă este benefic la tratarea hepatitei, tulburărilor circulatorii, anemiei. Terapeutic ea mai are influențe favorabile în afecțiunile ficatului, stimulează digestia, contribuie la formarea țesutului osos, refacerea globulelor roșii, activează funcția inimii, previne arteroscleroza, este foarte folositoare în timpul epidemiilor de gripă. Sfecla este contraindicată diabeticii din cauza conținutului majorat de zahăr.



Fig.1. Sfeclă roșie

Culoarea roșie este redată de betaină, care poate fi utilizată drept colorant în industria alimentară. Sfecla face parte din plante rădăcinoase, cu coaja groasă ce are rezistență bună și capacitate înaltă de păstrare. La temperaturi scăzute sfecla se află în stare de repaos, dar nu și în repaos fiziologic. O mare însemnătate a

sfeclii ca obiect de păstrare o are structura anatomică a acestor rădăcini. Țesuturile lor au celule mari, cu pereții celulari subțiri și spații intercelulare mari [1].

Sfecla se supune spălării, inspectării, tăierii extremităților, după care se curăță de coajă. Curățarea permite atât înlăturarea microbiotei epifite de pe suprafață, cât și înlăturarea cojii în care se acumulează o cantitate maximă de nitrați în timpul procesului de vegetație. Sfecla curățată se supune mărunțirii până la dimensiunea de 2 mm pentru o extracție optimă a substanțelor colorante din țesutul vegetal. Se adăugă apa caldă de 50 - 55 °C la sfecla mărunțită în raport de la 1:1 până la 1:1,3, după care se dozează preparatele enzimatiche de tip - Celoveridină și Pectofetidină. Compoziția chimică a sfeclii este prezentată în tabelul 1.

Tabelul 1

Compoziția chimică și conținutul de colorant în materia primă

Materia primă	SU, %	Conținutul de betanină		Zahăr, %	
		D. optică	masa, mg/100 g	Reducător	Total
Sfecla roșie	12,8 - 13,2	1,014	111,54	2,15	8,20

Pentru determinarea proprietăților fizico-chimice au fost utilizate următoarele metode de analiză: masa substanțelor uscate solubile prin determinarea indicelui de refracție, masa substanțelor uscate insolubile și totale prin uscare la 103 - 105 °C; conținutul de zahar prin metoda Lein și Aion, aciditatea totală prin titrare și aciditatea activă prin metoda potențiomtrică, cantitatea de coloranți prin metoda spectrofotometrică la lungimea de undă 530 nm, viscozitatea la reometru Brookfield DV-III+.

În scopul eficientizării procesului de extracție a substanțelor colorante din sfeclă au fost utilizate următoarele preparate enzimatiche:

- Celoveridină (Rohopet) - preparat enzimatic cu acțiune celulazică. Are funcția de hidroliză a moleculelor de celuloză, care intră în compoziția pereților și membranelor celulare;
- Pectofetidină (Rohopet MA Plus) - preparat enzimatic cu acțiune pectolitică. Aceste enzime din grupa hidrolazelor distrug pereții celulari de natură polizaharidă rupând legătura glucozidică ce leagă moleculele de acid galacturonic.

Astfel, utilizarea acestor preparate enzimatiche permit distrugerea integrității celulei, punându-se în libertate conținutul celular, inclusiv și substanțele colorante care difuzează în apă.

Tabelul 2

Parametrii procesului de hidroliză enzimatică

Denumirea preparatului	Concentrația în produs, %	Acțiunea de bază	Temperatura, °C	Durata de tratare, h	Aciditatea activă, pH
Rohopet	0,03	Celulazică	26-28	1	6,0-6,5
Rohopet MA Plus	0,01	Pectolitică			

Notă: Procentul de preparat enzimatic este raportat la cantitatea de sfeclă mărunțită.

3. Analiză și discuții

Sfecla păstrată preventiv la temperatura de 6 °C a fost încălzită în baia cu apă ($t_{apei}=50 - 55$ °C) până când țesuturile din centru au atins temperatura $t = 30$ °C. Concomitent s-a efectuat și spălarea sfeclii înlăturându-se impuritățile minerale și resturile vegetale uscate din partea superioară a coletului. Sfecla sa supus cântăririi, curățării de coajă și mărunțirii. Prin cântărire s-a determinat valoarea pierderilor și deșeurilor la fiecare operațiune tehnologică. Rezultatele obținute sunt prezentate în tabelul 3.

Analizând datele din tabelul 3 putem constata, că pierderile și deșeurile la spălare și decojire sunt mici datorită faptului, că operațiunile tehnologice au fost efectuate manual. În condiții industriale, unde operațiunile tehnologice de decojire se îndeplinesc la mașini specializate, pierderile pot atinge până la 29 %.

Având în vedere necesitatea obținerii unui produs lichid, ce ar conține o cantitate maximă de colorant, a fost necesară extragerea substanțelor colorante din sfecla mărunțită cu utilizarea solvenților și aplicarea tratamentelor, care accelerează extracția. Ca solvent de bază a fost utilizată apa potabilă.

Tabelul 3

Cantitatea deșeurilor și pierderilor la operațiile primare de tratare a sfecelei

Nr. experienței	Materia primă		Spălarea sfecelei		Decojire			Mărunțire		
	Masa, g	Masa SU, %	Deșuri		Masa sf.spăl.	Coji		Masa sf. dec.	Pierderi	
			g	%		g	%		g	%
1	1542,0	13,1	12,4	0,8	1528,6	258,9	16,9	1269,7	75,0	4,9
2	1614,1	13,2	14,5	0,9	1599,6	185,4	11,6	1414,2	71,7	4,5
3	1141,0	12,8	9,2	0,8	1131,8	125,6	11,1	1006,2	26,4	2,3

Notă: Procentul de pierderi și deșuri este raportat la masa inițială a sfecelei.

În sfecla mărunțită a fost adăugată diferită cantitate de apă. Apa participă în primul rând în procesul de extracție a substanțelor colorante. Cantitatea de apă trebuie optimizată având în vedere, că o cantitate mică de apă adăugată nu va da posibilitatea de a extrage o cantitate maximă de substanțe colorante din țesutul vegetal și în același timp, adăugarea unei cantități mari de apă necesită cheltuieli suplimentare în procesul de concentrare a soluției lichide de colorant. Având în vedere că în procesul de extracție sunt utilizate și preparate enzimatice, temperatura apei la tratare nu a depășit 30 °C pentru a nu inactiva enzimele. Raportul de apă în experimente este prezentat în tabelul 4.

Tabelul 4

Cantitățile de apă adăugate

Nr. experienț.	Masa sfecelei mărunțite, g	Masa apei adăugate, g	$m_{\text{apei}}/m_{\text{sf}}$	$m_{\text{sf}}+m_{\text{apei}}$, g	Partea de masă, %	
					sfec. mărunț.	apă
1	1194,7	1510,0	1,3	2704,7	44,2	55,8
2	1342,5	1200,0	0,9	2542,5	52,8	47,2
3	979,8	500,0	0,5	1479,8	66,2	33,8

Cum s-a stabilit în cercetările anterioare [1,2,3], utilizarea acizilor organici (ascorbic, citric, lactic) accelerează procesul de extracție a substanțelor colorante din țesutul vegetal, intensifică nuanța colorantului, mărește termostabilitatea lui, mărește durata păstrării datorită acțiunii lor bacteriostatice. În plus adăugarea acizilor diminuează mirosul specific de sfeclă.

Tabelul 5

Cantitatea de acizi adăugată la extrajere și funcțiile lor de bază

Denumirea acidului	Codul	Concentrația, %	Funcții de bază
Ascorbic	E-300	0,1	Antioxidant, intensifică culoarea, mărește termostabilitatea, extragent
Citric	E-330	0,2	Antioxidant, mărește termostabilitatea, extragent
Lactic	E-270	0,3	Conservant, bacteriostatic, diminuează mirosul de sfeclă, extragent

Notă: Procentul de acid este raportat la masa sfecelei mărunțite.

După adăugarea acizilor amestecul de sfeclă mărunțită și apă este supus fierberii în regim lent timp de o oră. În rezultatul acestui tratament termic are loc distrugerea integrității celulare datorită coagulării proteinelor, protopectina insolubilă trece în pectină solubilă, apa intracelulară trece în stare de vapori exercitând o presiune majorată asupra membranei celulare, care trece în stare de turgor. Astfel substanțele colorante sunt difuzate în apa de extracție acidulată. Acest tratament termic înmoaie țesutul sfecelei, care ușor poate fi omogenizat.

Betaina din sfeclă are o termostabilitate redusă. Pentru a stabili acțiunea procesului de tratare termică s-a determinat densitatea optică în produsul de sfeclă până la și după tratarea termică.

În graficul de mai jos (fig. 2) sunt reprezentate densitățile optice determinate în suc de sfeclă înainte și după tratarea termică prin metoda spectrofotometrică. Este cunoscut, că densitatea optică este direct proporțională cu cantitatea de betaină din produs. Graficul densității optice redă conținutul calitativ al betainei în sucurile de sfeclă cercetate.

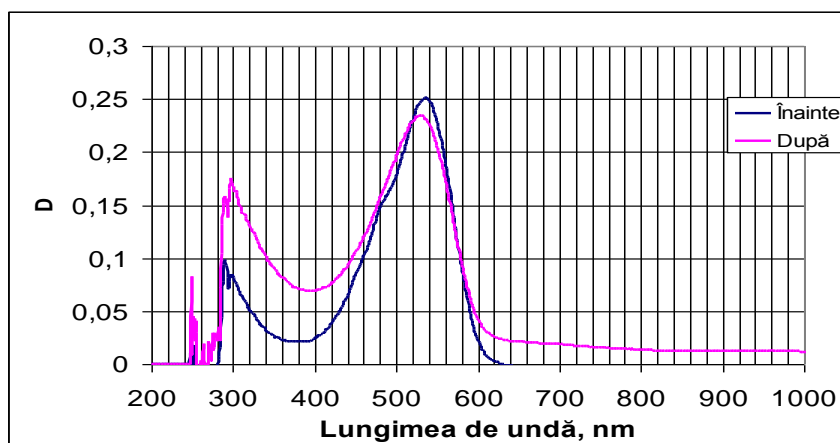


Fig.2. Densitatea optică în suc de sfeclă înainte și după tratamentul termic

Analizând curbele dependenței densității optice de lungimea de undă (fig.2) se poate afirma, că densitatea optică la lungimea de undă λ 530 - 540, a sucului ne tratat termic atinge o valoare de 0,250 g/l, iar sucul tratat 0,237 g/l de betaină. Deci, pierderile, în rezultatul tratamentului termic sunt reduse și constituie 5,2%. Pierderi mici de betaină se obțin datorită prezenței zaharurilor și adausului de acizi organici, care măresc termostabilitatea betainei. În regiunea lungimilor de undă care reprezintă domeniul vizibil densitatea optică este mai mare în cazul probei tratate termic, datorită trecerii protopectinei în pectină solubilă și datorită nuanței galbene care apare sub acțiunea temperaturii.

Concluzii

1. În cercetare s-a utilizat sfeclă roșie Rotunda cu conținutul inițial de masă a substanțelor uscate 13,0 % și conținut de betaină de 1115 mg/kg materie primă.
2. Materia primă sa supus fărâmițării la dimensiunile de gabarit 2 mm. Raportul părților de masa a sfeclei fărâmițate și soluția de enzime constituie 1 : 1...1,3, care asigură extragerea maximă a cantității de betaină din materia primă. Tratarea enzimatică se face la temperatura de cameră, ce asigură o cantitate de pierderi a coloranților mai mica în comparație cu alte metode de extragere.
3. S-a constatat, că tratarea termică duce la pierderea de masa a conținutului de betaină în valoare de 5,2 %. Utilizarea acizilor organici la extragerea colorantului roșu asigură aciditatea optimă, necesară pentru păstrarea produsului finit și exclude aroma specifică a sfeclei.

Bibliografie

1. Мотрюк С., Заватин Е., Карабулеа Б. *Экстракция красящих веществ столовой свеклы*, Материалы Межд. Научно-Практической Конференции «Перспективные нано- и биотехнологии в производстве продуктов функционального назначения», 11-12 октября 2007 года, г.Краснодар, Россия, стр. 185 - 186
2. Carabulea B. și alți. MD 3751 G2 2008.11.30. *Procedeu de obținere a coloranților alimentari din sfeclă*.
3. Carabulea B., Motriuc S. *The extraction of the food dye stuff from the beetroot*. Modern conceptions in the Horticultural products marketing. Bucharest, october, 15 – 17, 1996, Teze la conferența Internațională.