



Fișe de documentare

Modulul 1: BIOCHIMIA PRODUSELOR ALIMENTARE

**Disciplina: Industrie Alimentară
Clasa: XI (Învățământ liceal)**

**Autor:
prof. ing. Scripcaru Simona Marcela**

Fișele de documentare pentru Modulul 1 – *Biochimia produselor alimentare* reprezintă un instrument didactic menit să sprijine procesul de predare-învățare, prin adaptarea conținuturilor la nevoile, ritmurile și nivelurile de înțelegere ale elevilor. Aceste fișe au fost concepute în acord cu principiile diferențierii didactice și ale educației incluzive, pentru a răspunde diversității din cadrul clasei.

În cadrul disciplinei *Industrie Alimentară*, studiul biochimiei produselor alimentare este esențial pentru înțelegerea transformărilor care au loc în alimente pe parcursul procesării și depozitării, precum și pentru evaluarea calității produselor finite. Cunoștințele biochimice stau la baza multor procese tehnologice din industria alimentară și contribuie la formarea competențelor profesionale specifice domeniului.

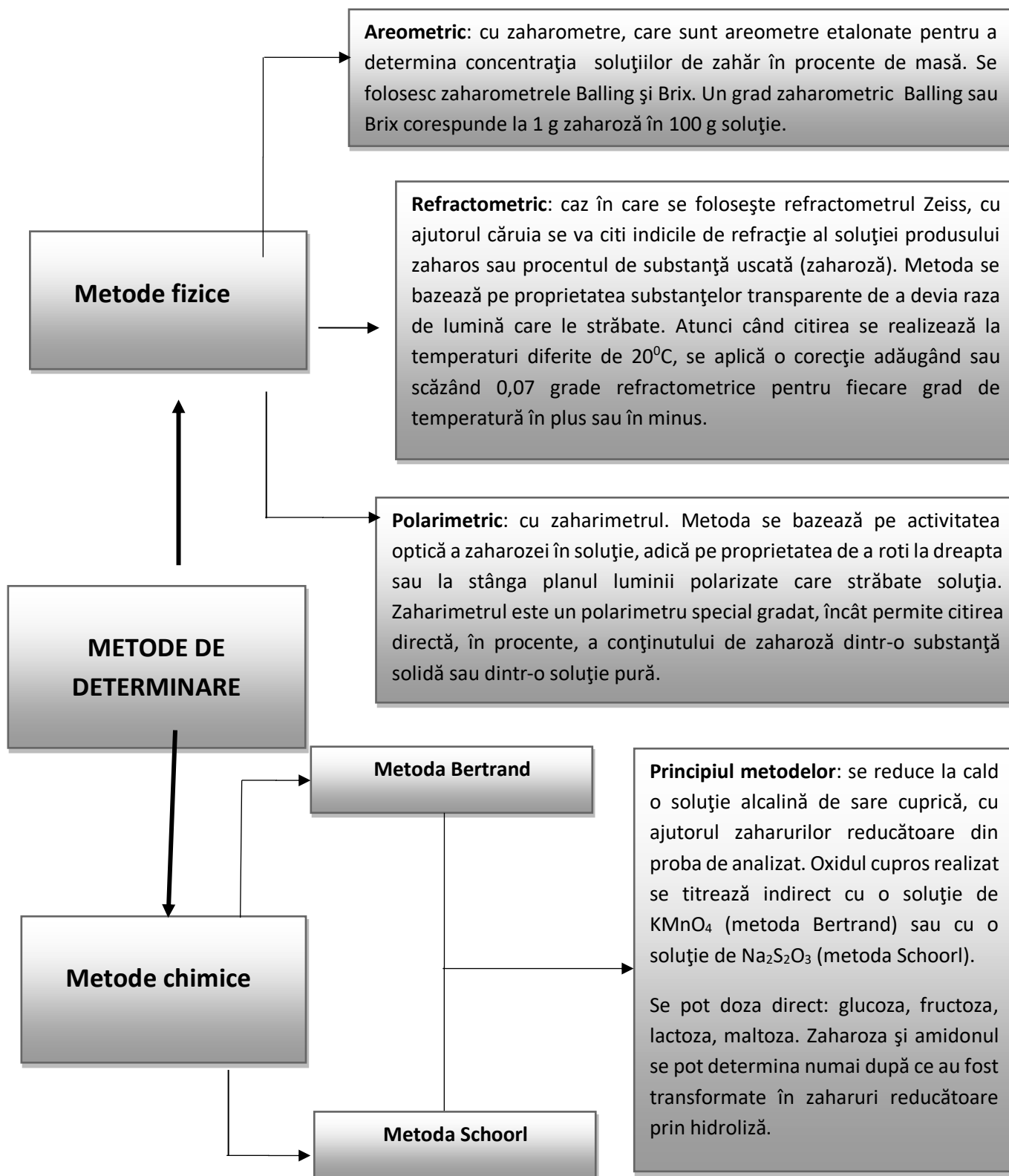
Fișele de documentare au ca obiective:

- sprijinirea elevilor în învățarea și aprofundarea conținuturilor teoretice;
- facilitarea recuperării pierderilor în învățare;
- adaptarea cerințelor și a sarcinilor în funcție de nivelul fiecărui elev;
- pregătirea elevilor pentru aplicarea practică a cunoștințelor dobândite.

Conținuturile sunt structurate clar, cu explicații accesibile, exemple concrete, activități diferențiate și exerciții care stimulează gândirea critică, înțelegerea și aplicarea practică a informațiilor. În acest mod, fișele contribuie la consolidarea bazelor științifice necesare în formarea viitorilor profesioniști din domeniul industriei alimentare.

Analiza glucidelor

Determinarea conținutului de zaharuri din produse de panificație



Principiul metodei: Metoda refractometrică se bazează pe proprietatea substanțelor transparente de a devia raza de lumină care le străbate. Gradul de deviere este specific fiecărei substanțe și este caracterizat prin indice de refracție n (definit ca raportul dintre sinusul unghiului de incidență și sinusul unghiului de refracție). Indicile de refracție variază în funcție de concentrația soluției. În cazul soluțiilor pure, indicii de refracție indică exact concentrația soluției analizate. Dacă soluțiile conțin amestecuri, valorile obținute indică doar aproximativ concentrația.

Aparatură și ustensile:

- refractometru portabil
- termometru
- pipetă de sticlă



Figura 2.1. Refractometru portabil

Mod de lucru:

I. Calibrarea

- Se ridică plăcuța prisme
- Se pun 1-2 picături de apă distilată pe prisma de refracție cu o pipetă și se coboară plăcuța la loc.
- Se privește prin ocular către o sursă de lumină, rotind inelul de compensare până se obține o imagine clară.
- Linia de demarcație dintre o zonă luminoasă și cea întunecată trebuie să coincidă cu intersecția diagonalelor. Linia de demarcație dintre zona luminoasă și cea întunecată indică valoarea concentrației în substanță uscată solubilă, în %, și trebuie să fie 0 pentru apa distilată.

- Dacă există o deviație față de această valoare, cu ajutorul șurubului de calibrare se poate ridica sau coborâ scala.

II. Măsurarea

- Se parcurg etapele de mai sus, înlocuind apa distilată cu proba de analizat și se continuă astfel:
- Se citește pe linia de demarcație dintre zona luminoasă și cea întunecată valoarea în procente a substanței uscate.

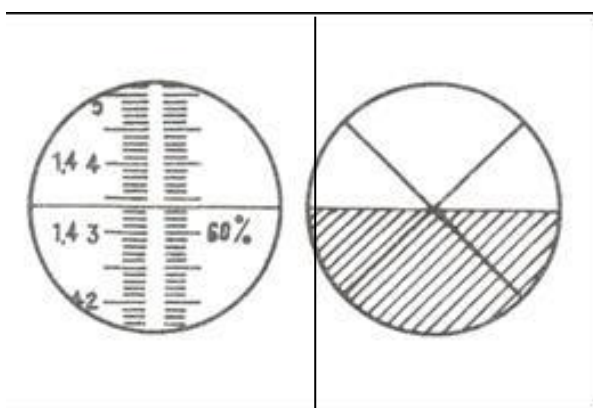


Fig. 2.2. Citirea la refractometru

- La sfârșitul operației se curăță prisma de refracție și plăcuța acesteia.

Corecții:

Când se lucrează la temperaturi diferite de 20⁰C, se aplică corecții de temperatură, folosind tabele de corecție sau următoarele formule de calcul:

$$I_1 = I + a, \text{ dacă } t > 20^0\text{C}$$

$$I_1 = I - a, \text{ dacă } t < 20^0\text{C, unde:}$$

I – valoarea indicelui de refracție citit pe scala refractometrului la 20⁰C;

A – corecția de temperatură (din tabel);

T – temperature probei de analizat, în ⁰C.

Determinarea conținutului de zaharuri prin metoda polarimetrică

(Bordei, D., et. Al., 2017)

Polarimetria constituie grupul metodelor de analiză fizico-chimice care se bazează pe studiul fenomenelor optice cu participarea luminii polarizate.

Determinarea polarimetrică a zaharurilor se bazează pe activitatea optică a soluțiilor acestor substanțe, adică pe proprietatea acestora de a devia planul luminii polarizate care le străbate, fie la dreapta (substanțe dextrogire +), fie la stânga (substanțe levogire -), cu un anumit unghi de rotație specific α .

Unghiul depinde de:

1. natura substanței;
2. grosimea stratului pe care-l străbate raza;
3. lungimea de undă a luminii folosite;
4. temperatură;
5. concentrația soluției.

Caracteristic pentru orice substanță optic – activă este puterea rotatorie specifică sau deviația specifică, care reprezintă unghiul cu care este rotit planul luminii polarizate când străbate un strat de soluție cu o grosime de 1 dm și care conține 1 g de substanță dizolvată într-un cm^3 de soluție.

Puterea rotatorie specifică:

$$\alpha D^{20} = \frac{100\alpha}{l \times c}, \text{ în care: } l - \text{grosimea stratului; } c - \text{concentrația;}$$

Ca sursă de lumină se utilizează o lumină monocromatică, galbenă, dată de lampa cu vapori de sodium.

Conținutul de zahăr al produselor se poate determina cu ajutorul zaharimetrului, care este un polarimetru special gradat astfel încât permite citirea direct, în procente a conținutului dintr-o substanță solidă sau dintr-o soluție pură.

Gradațiile zaharimetrelor sunt de două tipuri, în funcție de scara utilizată: scara Soleil sau scara Wentzke. Un grad zaharimetric în scara Wentzke corespunde la 0,26 g zaharoză în 100 ml soluție, iar în scara Soleil corespunde la 0,16226 g zaharoză în 100 ml soluție.

Modul de lucru cu zaharimetrul este identic cu cel folosit la polarimetru, doar că se folosește o sursă de lumină albă, mată.

Pentru a putea citi procentul de zaharoză din produsul analizat, acesta se va cântări la balanța analitică și se va aduce în soluție, prin dizolvare într-un balon cotat de 100 ml.

Examinarea soluțiilor se va realizare folosind un tub polarimetric de 2 dm.

Aparatură

Polarimetru

Părți componente

1. Comutator;
2. Cremalieră pentru scală;
3. Lupă;
4. Ocular;
5. Scală și vernier;
6. Manșon pentru tubul polarimetrului;
7. Polarizor;
8. Filtru de sticlă ;
9. Corpul lampei

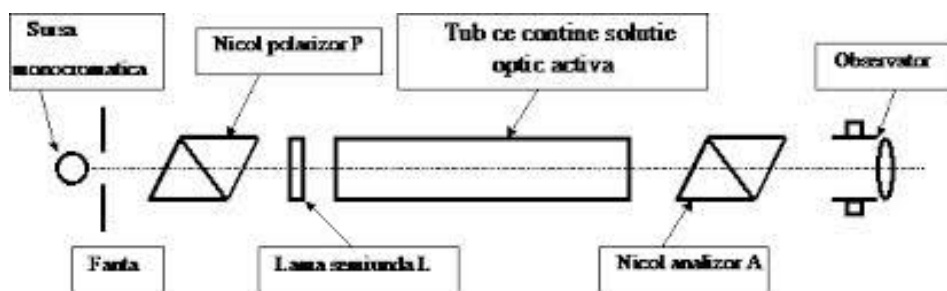
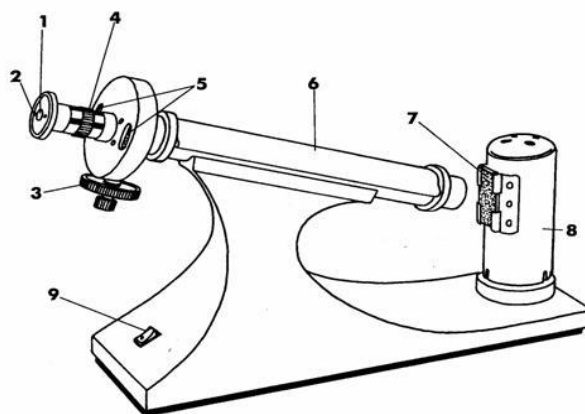


Fig. 2.3. Schema optică polarimetru

Pentru examinarea soluțiilor puternic colorate se pot utiliza tuburi de 1 dm, iar procentul citit se înmulțește cu 22.

Citirea la polarimetru

Gradele polarimetrice se pot transforma în grade zaharimetrice și invers, cu ajutorul relațiilor de corespondență:

1° zaharimetric Wentzke = 0,3457 grade polarimetrice;

1° zaharimetric Soleil = 0,2166 grade polarimetrice;

1° polarimetric = 2,8854 grade zaharimetrice Wentzke;

1° polarimetric = 4,6155 grade zaharimetrice Soleil.

Determinarea zahărului reducător total

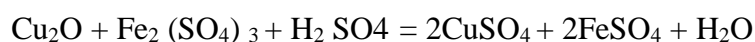
(Bordei, D., et. Al., 2017)

În industria panificație este importantă cunoașterea conținutului de zahăr pe care-l au produsele finite, la a căror fabricare se utilizează o anumită cantitate de zahăr sau alți îndulcitori: miere etc.

Determinarea zaharurilor prin metoda Bertrand

Principiul metodei:

Zaharurile reducătoare reduc la cald soluția alcalină a complexului cupro-tartric la oxid cupros. Oxidul cupros se dizolvă în soluție de sulfat feric:



Fierul bivalent format se titrează cu permanganat de potasiu



Reactivi necesari:

- acid clorhidric 20%;
- soluție cuprică;
- soluție sodică;
- soluție ferică;
- permanganat de potasiu 0,1 n;
- sulfat de zinc, soluție 15%;
- hidroxid de sodiu, soluție 30 %;
- ferocianură de potasiu, soluție 10%;
- fenolftaleina, soluție 1%.

Aparatură și ustensile:

- Balanță tehnică;
- vase Erlenmayer și Berzelius;
- mojar;
- balon cotat de 250 cm³
- pâlnie, biuretă;
- pipete, cilindru gradat;
- baie de apă;
- vas de trompă;
- creuzet filtrant G

Modul de lucru:

1. Pregătirea probei

Cântărirea a 300g proba de analizat



Mărunțire

↓
Introducere în balon cu dop rotat

2. Pregătirea extractului pentru determinare

- 20 g probă pregătită pentru produsele cu conținut de sub 5% zahăr total
- 10 g probă pregătită pentru produsele cu conținut de 5% -10% zahăr total
- 5 g probă pregătită pentru produsele cu conținut de 5% -10% zahăr total

↓
Mojarare probă cântărită cu apă

↓
Trecere cantitativă în balon cotat de 250 cm³ spălând pereții mojarului cu circa 150 cm³ apă distilată

↓
Agitare timp de 5 minute

↓
Se adaugă 5 cm³ sulfat de zinc

↓
Apoi 5 cm³ ferocianură de potasiu

↓
Agitarea puternică și aducerea la semn cu apă distilată a balonului cotat

↓
Agitare

↓
Repaus 15 minute pentru decantare

↓
Filtrare prin hârtia de filtru cu porozitate mare într-un vas Erlenmeyer curat și uscat, dacă filtratul este turbure se refiltrează prima porțiune filtrată

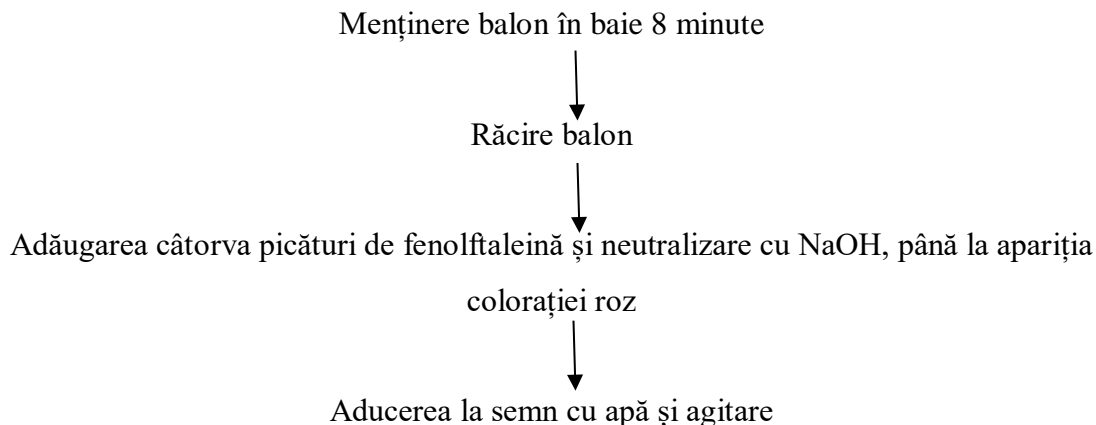
3. Hidroliza zaharozei

Masurare a 50 cm³ soluție filtrantă și trecerea în balon cotat de 150 cm³

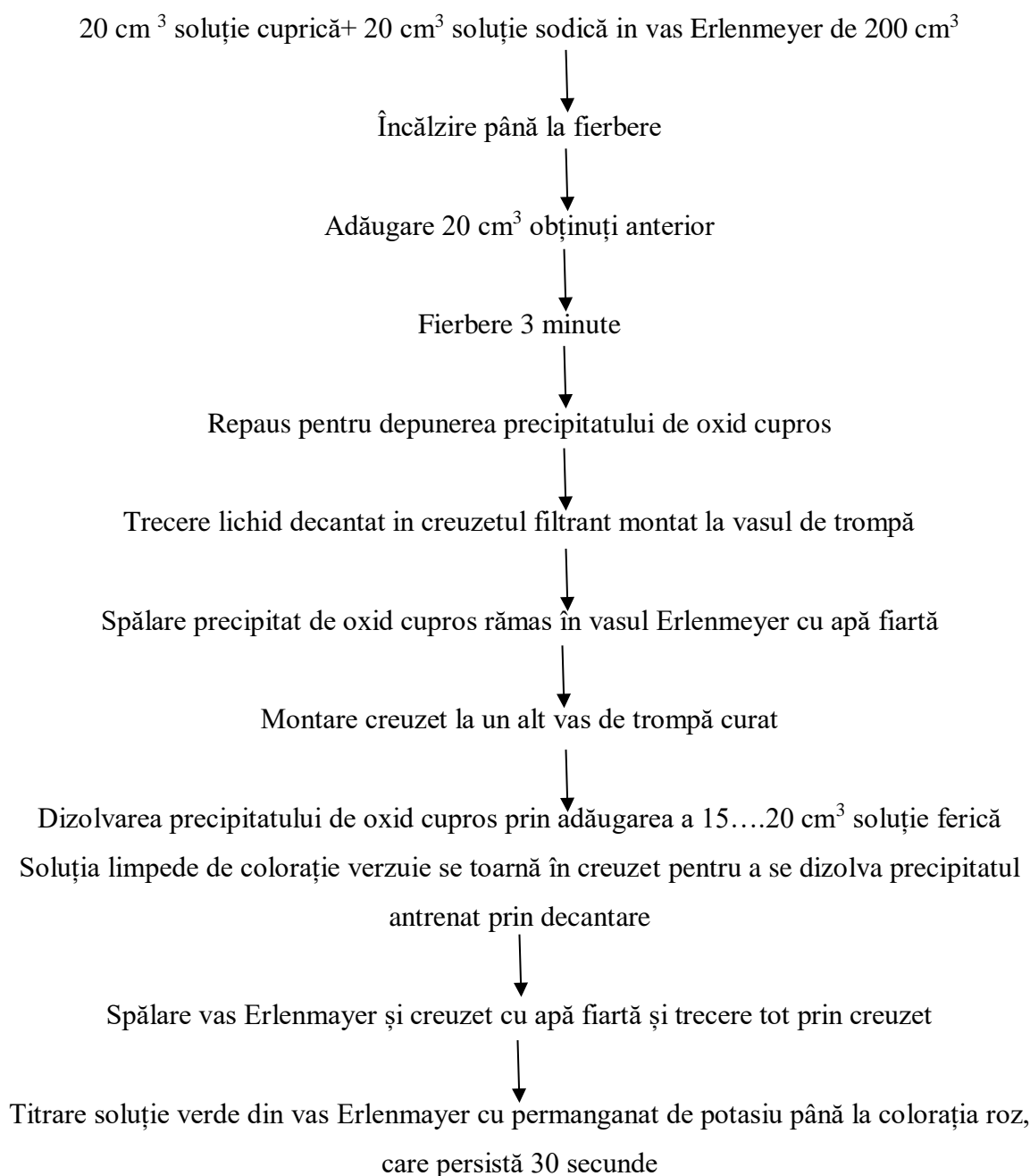
↓
Adăugare 5 cm³ HCl

↓
Introducere balon cotat în baia de apă la temperatura de 60-70° C

↓



4. Dozarea zahărului invertit



Calculul și interpretarea rezultatelor:

Cantitate de cupru redusă de zahărul reducător din probă se calculează cu relația:

$$\text{Mg Cu} = 6,357 * V$$

Unde: V- volumul de KMnO_4 0,1 n utilizat la titrare, în ml;

6,357- titrul soluției de KMnO_4 0,1 n în mg, corespunzător la 1 ml;

Cantitatea de zahăr corespunzătoare cantității de Cu redus se alege din anexa 1.

Conținutul de zahăr total al produsului de analizat se exprimă în procente de zaharoză și se raportează la substanța uscată.

$$\text{Zahar total(\%)} = \frac{250 * 0,95 * a * 100}{1000 * m * (100 - u)} * 100 = \frac{237,5 * a}{m (100 - u)}$$

Unde: a- cantitatea de zahăr invertit citit din tabel;

M- masa produsului luată în analiză, g;

U- umiditatea produsului luată în analiză, %;

0,95- factorul de transformare a zahărului invertit în zaharoză;

250- diluția.

Aspecte din laborator:



Pregătirea probei prin mojarare



Balon cotat cu proba



Filtrare probă



Pregătirea reactivilor



Incălzirea probei și depunerea oxidului cupros



Filtrarea probei și reținerea precipitatului pe filtru



Dizolvarea precipitatului de pe filtru



Soluția limpede verzuie care va fi supusă titrării cu permanganat de potasiu

Rezultate practice obținute la determinarea zaharului reducător total

Nr.crt	Tipul de produs	V KMnO ₄ ml	Cantitatea de cupru redușă, mg	Cantitatea de zahăr invertit, mg	Umiditatea produsului luată în analiză,%	Masa produsului luată în analiză, g	Zahăr total.%
1.	Pâine împletită	6,9	44,2	22	47	5	7,03
2.	Pâine albă Panagro	6,2	39,77	19	45	5	5,7
3.	Pâine graham	6,5	41,5	20	45	5	6,1

Determinarea substanțelor proteice (Metoda Kjeldahl)

Proteinele din făina de grâu sunt formate din substanțe proteice generatoare de gluten (gliadina și gluteina) care provin numai din endosperm precum și din proteine aglutenice (albumine, globuline) care provin din stratul aleuronic, spermodermă și în proporție mai mică din

pericarp. Aceste părți anatomice ale grâului, se divizează mai greu decât endospermul și se separă sub formă de tărâțe. Odată cu creșterea extracției făinii apar și cantități crescute de tărâțe în făină care duc la o micșorare a conținutului de proteine glutenice precum și o creștere a conținutului de proteine aglutenice. [Danciu, I., 1997]

Pentru obținerea pâinii de calitate, conținutul minim de proteine al făinii trebuie să fie de 10,5%, iar pentru a fi panificabilă, făina trebuie să aibă min. 7% proteine.

Cantitatea de proteine totală se determină în mod obișnuit cu metoda clasică Kjeldahl.

Principiul metodei

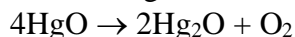
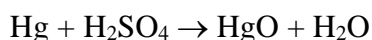
Mineralizarea probei de analizat cu H₂SO₄ în prezența unui catalizator, urmată de alcalinizare, distilare și titrare a NH₃ eliberat.

Reacțiile chimice care au loc sunt următoarele:

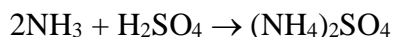
În prezența catalizatorilor (sulfat de cupru sau de mercur) are loc oxidarea proteinelor, accelerându-se punerea în libertate a oxigenului din H₂SO₄, conform reacțiilor:



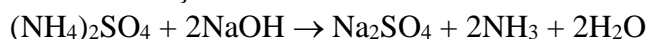
sau



Amoniacul rezultat în urma mineralizării reacționează cu acidul sulfuric în exces formând sulfat de amoniu.



Sulfatul de amoniu rezultat în mediu alcalin scindează, cu eliberarea amoniacului conform reacției:



Amoniacul eliberat este distilat prin antrenare cu vapori de apă și captat într-un volum de acid sulfuric cunoscut și de concentrație cunoscută, se leagă sub formă de sulfat de amoniu.

Excesul de acid sulfuric este titrat cu o soluție de hidroxid de sodiu de aceeași normalitate.

Aparatură

1. aparat de distilare format din: balon de distilare de 750-1000cm³, deflegmator, refrigerent, vas colector de 500 cm³;
2. biuretă de 50 cm³, cu valoarea diviziunii de 0,05 cm³;
3. balon Kjeldhal de 500 cm³;

Reactivi:

1. HCl 0,1n;
2. H₂SO₄ d = 1,83-1,84 și 0,1n;
3. NaOH soluție 30% și 0,1 n;
4. CuSO₄;
5. (NH₄)₂SO₄ soluție 1n;
6. K₂SO₄ sau Na₂SO₄ anhidru;
7. Roșu de metil soluție alcoolică 0,2%;
8. Fenolftaleină soluție 1% în alcool etilic 60% vol.

Mod de lucru:

Mineralizarea

Într-o fiolă de cântărire, tarată, se cântăresc prin diferență, cu precizie de 0,001 g circa 2 g probă de făină. Se trece făina în balonul Kjeldahl, se adaugă 1 g CuSO₄, 8 g Na₂SO₄ anhidru sau 10 g K₂SO₄ anhidru, câteva bucățele de parafină (ca antispumant), o bilă de sticlă cu $\phi = 6-7$ mm și 25 cm³ H₂SO₄ d = 1,83-1,84.

H₂SO₄, măsurat cu un cilindru gradat sau o pipetă automată, se lasă să se prelingă pe gâtul balonului, pentru a-l curăța de eventualele particule aderente din probă. Se amestecă totul prin agitare ușoară.

Se așează în gâtul balonului o pâlnie mică de sticlă și se încălzește moderat, pentru a evita formarea unei spume abundente. Din momentul încetării spumării, se intensifică încălzirea, astfel ca vaporii de H₂SO₄ să se condenseze spre mijlocul gâtului balonului.

După ce lichidul s-a limpezit și nu se mai schimbă nuanța, se continuă încălzirea timp de 40 minute.

Observație:

În balonul de distilare se adaugă circa 100 cm³ de NaOH 30%, cu precauție prin pâlnia cu robinet, astfel ca lichidul să se prelingă pe pereții balonului, până când conținutul acestuia capătă reacție alcalină. Se încălzește balonul și se distilă până când volumul lichidului din vasul colector ajunge la circa 300 cm³.

În timpul distilării, capătul tubului prelungitor al recipientului trebuie să fie sub nivelul lichidului din vasul colector. Se coboară apoi vasul colector, astfel ca vârful tubului prelungitor să fie deasupra nivelului lichidului, se spală pereții vasului colector și capătul tubului prelungitor cu apă și se continuă distilarea încă circa 5 minute.

Se titrează excesul de acid din vasul colector cu soluție de NaOH 0,1 n până la virarea culorii. Se efectuează în paralel 2 determinări din aceeași probă de analizat.

Calculul și exprimarea rezultatelor:

Conținutul de substanțe proteice raportat la % s.u. se calculează cu formula:

$$\text{Proteina \%} = \frac{0,0014(V_1 - V)F}{m} \cdot \frac{100}{100 - U} \cdot 100, \text{ [\% s.u.]}$$

în care:

0,0014 – cantitatea de azot, în g, corespunzător la 1 cm³ H₂SO₄ sau HCl 0,1 n;

V₁ - volumul de H₂SO₄ sau HCl 0,1 n introdus în vasul colector, cm³;

V - volumul de NaOH 0,1 n folosit la titrare, în cm³;

F - cantitatea de proteine, în g, corespunzătoare la 1g N₂ (5, 7);

m - masa produsului luat pentru determinarea, în g;

U - umiditatea probei, în %.

Ca rezultat se ia media aritmetică a celor 2 determinări dacă diferența dintre ele nu depășește 0,5 g substanță proteică la 100 g probă.

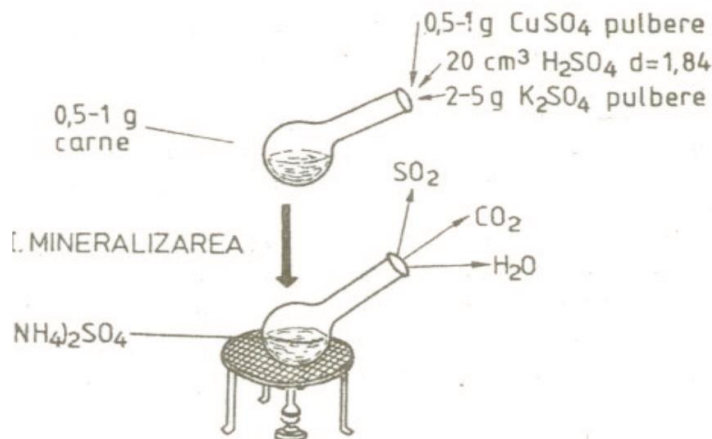
Între conținutul de proteine și cel de gluten umed există următoarea relație stabilită de Pelshenke și Bolling (1962):

$$[\%]G.U. = \frac{[\%]proteine - a}{b}$$

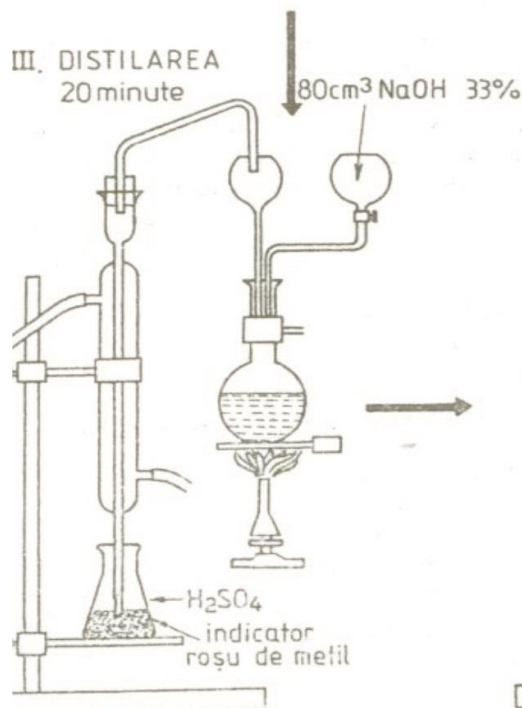
în care: a = 7,34

b = 0,2271

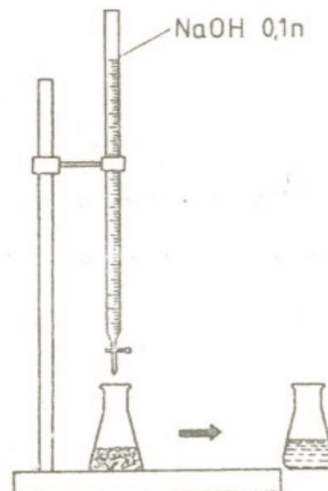
I. PREGĂTIREA PROBEI



III. DISTILAREA 20 minute



IV. TITRAREA



— Fazele determinării substanțelor proteice totale :

— se toacă 250 g produs și se omogenizează ; se cînărește din produsul tocat 0,5—1 g și se introduce în balonul Kjeldahl ; se adaugă 5—1 g CuSO_4 și 20 cm^3 H_2SO_4 ($d=1,84$) ; se încălzește ușor sita de zbest sub nișă 30 minute, se adaugă 2—5 g K_2SO_4 ; *II* — se mineralizează prin încălzire ușoară la flacără sub nișă pînă cînd lichidul evine limpede de culoare verde-albăstruie (1—6 ore) ; se răcește balonul ; se trece cantitativ conținutul balonului în balonul de distilare u cca 250 cm^3 apă distilată ; se adaugă granule de porțelan ; *III* — se montează balonul de distilare la refrigerent ; se cufundă alonja în paharul Erlenmayer în care s-au introdus 40 cm^3 H_2SO_4 0,1 n și 2—5 icături roșu de metil ; se introduc 80 cm^3 NaOH 33% în balonul de distilare ; se astupă rapid balonul de distilare și se agită ușor. La ceastă operațiune se poate pierde NH_3 dacă nu se astupă repede alonul de distilare ; se încălzește ușor și se distilează 20 minute în timpul distilării se poate schimba culoarea lichidului din paharul Erlenmayer de roșu la galben. In acest caz se mai adaugă 20 cm^3 acid sulfuric 0.1 n) ; se spală refrigerentul și se colectează lichidul n paharul Erlenmayer ; *IV* — se titrează excesul de H_2SO_4 0,1 n cu NaOH 0,1 n

Fig.1 Fazele determinării substanțelor proteice totale

Determinarea conținutului de grăsime (SR 878/1998)

Metoda de determinare cantitativă a grăsimilor se bazează pe proprietatea acestora de a se dizolva în solvenți organici volatili.

Metoda curent folosită în determinarea substanțelor grase, valabilă în caz de litigii, este metoda Soxhlet.

Procedeu Soxhlet este cel mai utilizat procedeu de extracție în laborator, deoarece permite o bună extracție, este continuu și folosește o cantitate mică de solvent.

Extracția este operația de separare prin dizolvare a unuia sau mai multor componente dintr-un amestec, cu ajutorul diferiților solvenți, în care acești componenți au solubilități diferite.

Principiul metodei:

Hidroliza substanțelor proteice și a glucidelor cu acid clorhidric, la cald, separarea părții insolubile prin filtrare și extracția grăsimii din acesta cu eter de petrol, cu aparatul Soxhlet

Aparatură și ustensile:

- Aparat Soxhlet;
- Baie de apă;
- Etuvă electrică reglabilă;
- Mojar;
- Capsulă;
- Instalație de distilare;
- Exsicator;
- Balanță analitică

Reactivi necesari:

- acid clorhidric;
- eter de petrol.

Mod de lucru

1. Pregătirea probei de analizat

1.1. 5-10 g. din proba de analizat, fin măcinată se introduc într-un cartuș de hârtie poroasă, care a fost în prealabil cântărit. Cartușul se confecționează din hârtie de filtru poroasă, degresată și uscată. Proba se cântărește direct în cartuș.

1.2. Cartușul cu probă se usucă la etuvă la 105°C, timp de o oră, după răcire în exsicator, se introduce în extractorul aparatului.

1.3. Cartușul se introduce în corpul de extracție, iar grăsimea scursă în capsulă în timpul uscării la etuvă se dizolvă în eter etilic și se introduce în balonul aparatului a cărui greutate se cunoaște.

1.4. Se mai adaugă solvent la 2/3 din capacitatea balonului

1.5. Se montează aparatul și se conectează baia de apă la rețea

2. Efectuarea analizei

2.1. Prin încălzirea apei din baie, se încălzește și eterul din balonul colector, care se va evapora la aproximativ 40°C

2.2. Vaporii trec prin tubul lateral cu diametrul mai mare a corpului extractor și ajung la refrigerent unde, datorită circuitului apei reci condensează și cad sub formă de picături în corpul extractor, peste cartușul Soxhlet, unde este și proba

2.3. Eterul dizolvă grăsimea din probă și când atinge punctul de sifonare, trece prin punctul lateral cu diametrul mai mic decât tubul colector

2.4. Grăsimea se depune pe fundul balonului colector, iar eterul urmează același circuit timp de 5-6 ore, cu câte 10-12 sifonări pe oră

2.5. După terminarea extracției eterul se îndepărtează prin distilare

2.6. Conținutul balonului se usucă la etuvă la 103°C, timp de o oră

2.7. Se răcește în exsicator

2.8. Se cântărește

Calculul și interpretarea rezultatelor: $\% \text{ Grăsime} = \frac{m_1 - m_2}{m} * \frac{100}{100 - u} * 100$, unde:

m_1 -masa balonului cu grăsime, g;

m_2 -masa balonului;

m -masa probei luată în analiză;

u -umiditatea probei luată în analiză,

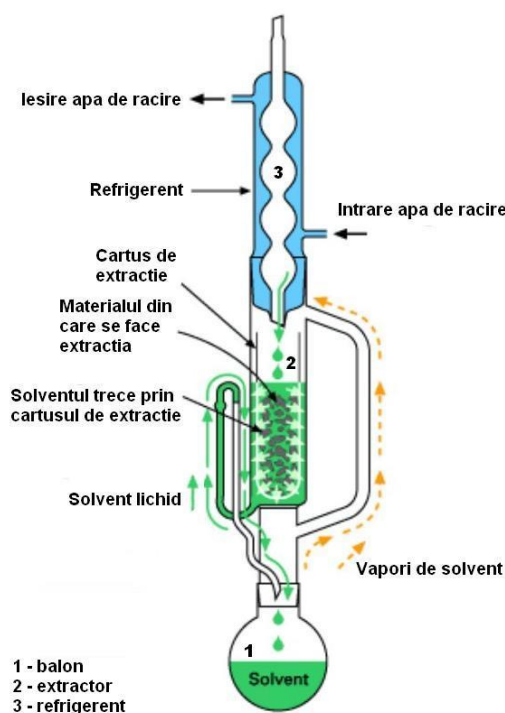
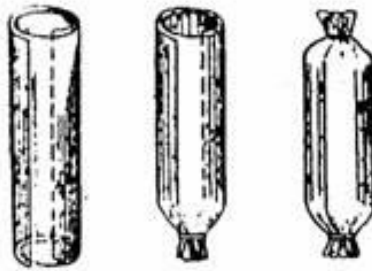




Fig. 2.5. Aparat Soxhlet



Confecționare cartuș

Bibliografie

1. Albu A., Mărfuri alimentare și siguranța consumatorului, Universitatea Ștefan cel Mare Suceava, 2007
2. Ashwell M., Concepts of functional foods. ILSI Press, Washington, D.C., 2002
3. Banu C. ș.a, Biotehnologii în industria alimentară. - București -, Editura Tehnică: 2000
4. Banu C., Influența proceselor tehnologice asupra calității produselor alimentare, Editura Tehnică, București, 2007
5. Banu C., Suveranitatea, securitatea și siguranța alimentară, Editura ASAB, București, 2007
6. Banu C. ș.a., Manualul inginerului de industrie alimentară. Vol, 2, - București-, Editura Tehnică, 1999
7. Bindea A., Principii nutritive vitale, Editura Sfântul Ierarh Nicolae, 2011
8. Blum M., Designing foods for better health, 1996
9. Bordei D. Controlul calității în industria panificației Galați: Editura Academica, 2007
10. Bordei D. Tehnologia modernă a panificației București: Editura AGIR, 2004
11. Bordei D., Calitatea și marketingul făinii de grâu, Editura Academică, Galați, 2001
12. C.O.P.C.I.A. Metode de analiză în industria panificației – București 1998
13. Gutt S., Chimie fizică și coloidală, Editura Universității "Ștefan cel Mare", Suceava 1997
14. Haynes A., Biblia intoleranțelor alimentare, Editura Paralela 45, București 2010
15. Iliescu Gh., Vasile C., Caracteristici termofizice ale produselor alimentare București: Editura Tehnică, 1982
16. Pop C.G., Controlul calității produselor de panificație, Îndrumar de laborator, Editura Universității "Ștefan cel Mare", Suceava 2005