



A.2.1. -Proiectarea experimentelor de laborator - Proiectarea experimentului de laborator:

Pasteurizarea

1. Scopul lucrării

Scopul acestei lucrări îl reprezintă însușirea cunoștințelor legate de procesul tehnologic de pasteurizare folosit în industria alimentară.

2. Definiție

Pasteurizarea este operația care are ca scop distrugerea majorității microorganismelor și, în particular, a bacteriilor patogene nesporulate prezente în produs, cu cea mai mică pierdere posibilă a calității senzoriale ale acestuia. Sporii de *Bacillus* și de *Clostridium*, deși sunt foarte termorezistenți, sunt incapabili să germineze și să se dezvolte la un pH < 4.

Produsele ce posedă un pH mai coborât decât această valoare pot fi stabilizate printr-un tratament termic moderat la o temperatură mai mică de 100°C. Tratamentul termic sub 100°C se numește pasteurizare.

Pasteurizarea urmărește aceleași obiective și are aproape aceleași efecte ca și termosterilizarea, dar cu intensitate mai mică.

Tabel 1. Principalele efecte ale pasteurizării

<i>Efecte dorite</i>	<i>Efecte nedorite</i>
reducerea cu 15% a tendinței de separare a globulelor de materie grasă.	precipitarea sărurilor de calciu în proporție de 5% din cantitatea totală de calciu. Această precipitare afectează consistența și elasticitatea coagulului precum și procesul de coagulare.
reducerea proceselor de denaturare și precipitare a proteinelor, în special a celor serice (lactoglobulina și lactalbumina) la o pondere de cel mult 10%.	distrugerea parțială a vitaminei B1 (în proporție de 10%) și a vitaminei C (în proporție de 25%)
o distrugere parțială a două enzime importante pentru faza de maturare, și anume lipaza și galactaza.	o ușoară modificare a gustului și mirosului laptelui
distrugerea microorganismelor patogene în proporție de 90-98%.	
distrugere minimă a microorganismelor utile; distrugere maximă a germenilor patogeni; degradare minimă a calității laptelui.	



2. Efectele pasteurizării asupra componentelor laptelui

Efectul termic al pasteurizării provoacă unele modificări asupra principalilor constituenți ai laptelui, cum ar fi:

- materia grasă,
- substanțele proteice,
- cazeina, lactoza,
- substanțele minerale,
- enzimele,
- vitaminele.

1. Materia grasă

La prelucrări termice, materia grasă poate suferi o denaturare parțială la nivelul stratului lecitinic, precum și topirea și atomizarea globulelor. Are loc de asemenea o ușoară separare a materiei grase la suprafața laptelui care duce la o ușoară colorare a laptelui în galben.

Laptele pasteurizat capătă consistența laptelui smântânit și la suprafața lui se formează un strat mic de smântână.

2. Substanțele proteice

Denaturarea proteinelor poate fi accentuată și accelerată de prezența aerului combinată cu efectul termic, care pot exercita un efect de sinergie cu cel al ridicării temperaturii.

Proteinele pot suferi o denaturare ireversibilă începând cu o temperatură de 60°C. La o temperatură de 70°C, după un timp de 30 minute, are loc o denaturare mai accentuată (aproape 90%) a anumitor proteine (b-globulina în proporție de 32% și a - globulina în proporție de 6%).

De asemenea, are loc o denaturare a aminoacizilor ce conțin sulf (cistină și cisteină) favorizând astfel formarea de radical sulfhidric care se transformă la rândul lui în grupări sulfit (SO_3^{2-}) și sulfat (SO_4^{2-}), dând un gust dezagreabil produsului.

Sub efectul căldurii, pot apărea și unele procese chimice de oxido-reducere; acest efect are un inconvenient major ce constă în modificarea activității biologice.



3. Cazeina

Instabilitatea termică a cazeinei afectează stabilitatea laptelui, din toate punctele de vedere. Transformarea structurii cazeinei prin aportul caloric duce la modificarea tuturor proprietăților fizico-chimice și senzoriale ale laptelui. Astfel, la o temperatură de 75-80°C are loc denaturarea complexului fosfocazeinat de calciu cu formarea unui precipitat de trifosfat calcic insolubil. Acest efect duce la modificarea gustului, a compoziției și a aspectului laptelui.

Încălzirea laptelui duce la o reacție dintre cazeina și b-lactoglobulină cu formarea unui complex având drept efect modificarea structurii și a compoziției chimice a laptelui.

4. Lactoza

Lactoza este stabilă termic până la o temperatură de aproape 100°C. Peste această temperatură lactoza se degradează cu formare de specii acide, alcoolice și aldehydice, care modifică echilibrul chimic existent între diferitele procese enzimatice și biochimice.

Formarea acidului formic modifică favorabil activitatea lactobacteriană pentru procesele ulterioare de fabricare a produselor lactate. Între 80-100°C, lactoza se combină cu acizi, conferind laptelui o nuanță brună și un gust dezagreabil. Această reacție consumă aminoacizi și micșorează valoarea nutritivă a laptelui.

5. Substanțele minerale

La nivelul substanțelor minerale, are loc o precipitare a trifosfatului de calciu și o modificare a compoziției minerale a laptelui. Se formează dioxid de carbon care duce la o modificare a pH-ului și apare o solubilitate a compușilor minerali. La o temperatură mai mare de 100°C, are loc precipitarea unor săruri de tip citrat de calciu și de magneziu care duce la scăderea valorii nutritive a laptelui.

6. Enzimele

Ridicarea progresivă a temperaturii duce la inactivarea treptată a diferitelor tipuri de enzime. Astfel:

- la o temperatură de 75°C are loc distrugerea cvasiintegrală a fosfatazelor;
- la o temperatură de 80-82°C, are loc inactivarea rapidă (în câteva secunde) prin distrugerea aldehydică a reductazelor și a peroxidazelor;
- la o temperatură de 85-90°C are loc distrugerea cvazi-instantanee a lipazelor.



Din punct de vedere al stabilității laptelui distrugerea enzimelor are un efect benefic, dar formarea inevitabilă a unor noi produși poate afecta, într-o mică măsură, proprietățile laptelui.

7. Vitaminele

Sub efectul pasteurizării, se produce o degradare a multor vitamine, în mod special a vitaminelor A, B1, B2, C. Efectul combinat al prezenței de punși de aer și al căldurii duce la un fenomen sinergic și amplificat de distrugere a vitaminelor. În prezența oxigenului, degradarea acestora, în special a vitaminei C, începe la o temperatură de 60°C, iar în absența acestui agent descompunerea vitaminelor începe abia la temperaturi de aproximativ 100°C.

Cu toate aceste inconveniente, prelucrarea termică a laptelui, și în mod special prin pasteurizare, rămâne singura modalitate tehnologică de a produce lapte de larg consum sau ca materie primă pentru fabricare de derivate lactate, care prezintă un interes economic.

3. UTILAJE ȘI INSTALAȚII PENTRU PASTEURIZARE

Utilajele utilizate pentru realizarea tratamentelor termice de stabilizare microbiologică trebuie să asigure încălzirea produsului la temperatura tratamentului termic, menținerea lui la această temperatură și răcirea până la temperatura de depozitare sau temperatura necesară pentru următoarea fază tehnologică.

Au o construcție diversă, majoritatea făcând parte din clasa schimbătoarelor de căldură. Pasteurizatoarele lucrează la presiune atmosferică pentru a asigura temperaturi de lucru sub 100°C.

În raport cu regimul de funcționare se disting:

- instalații cu funcționare discontinuă (ex.: vanele de pasteurizare, autoclavele);
- instalații cu funcționare continuă, cum sunt majoritatea instalațiilor de pasteurizare.

În funcție de modul cum se prezintă produsul supus tratamentului termic instalațiile se pot grupa în:

- instalații pentru tratamente termice de stabilizare a produselor vrac;
- instalații pentru tratamente termice de stabilizare a produselor ambalate în recipiente.

Ca agent termic se utilizează: apa caldă, aburul, aerul cald, încălzirea directă la flacără sau încălzirea cu microunde.

Ca medii de încălzire se utilizează: apa, apa răcită, glicolul, amoniacul sau saramura.



Există două tipuri de bază de instalații:

- instalații cu acțiune indirectă;
- instalații cu acțiune directă.

Instalațiile cu acțiune indirectă sunt schimbătoarele de căldură de suprafață de tip tubular, cu plăci sau cu suprafață raclată, care utilizează ca agent de încălzire aburul sau apacaldă.

Instalațiile cu acțiune directă pot fi ca injecție de abur sau cu infuzie de abur, după cum aburul este injectat în produs sau produsul este injectat în abur. Singura condiție care se impune produsului pentru a putea fi supus unui tratament termic de stabilizare în vrac este ca el să fie pompabil (în această categorie se încadrează produsele lichide, ex.: laptele, smântâna, etc.).

SCHIMBĂTOARE DE CĂLDURĂ

Aparatele care servesc pentru efectuarea unor operații de transfer de căldură de la un fluid la altul se numesc schimbătoare de căldură. Schimbătoarele de căldură conțin două spații delimitate pentru circulația separată a două fluide între care are loc schimbul de căldură. Peretele care delimitează separarea celor două spații este chiar suprafața deschimb de căldură. Schimbătoarele de căldură funcționează de obicei în regim staționar, valorile temperaturilor celor două fluide într-un punct considerat rămân constante tot timpul funcționării. Sunt și schimbătoare de căldură care funcționează în regim nestaționar pentru a realiza încălzirea sau răcirea unui fluid în anumite condiții de temperatură prin transfer de căldură de la sau la un alt agent. Clasificarea schimbătoarelor de căldură se poate face ținând cont de o serie de criterii: destinație, starea de agregare a agenților termici, direcția de deplasare a agenților termici, după materialul de construcție, după tipul de construcție.

Cel mai adecvat criteriu de prezentare este cel după tipul de construcție, schimbătoarele de căldură folosite în industria alimentară putând fi grupate în: schimbătoare de căldură cu manta, cu serpentină (spirală), cu țevi coaxiale, multitubulare, în spirală, cu plăci, cu țevi cu aripioare, de construcții particulare sau mixte.

SCHIMBĂTOARE DE CĂLDURĂ MULTITUBULARE

Sunt întrebuințate în cazurile în care este necesară o suprafață de schimb de căldură relativ mare și în scopuri multiple: preîncălzitor, răcitor, condensator de suprafață, recuperator.

În forma cea mai simplă sunt construite din țevi fixate la capete în orificiile realizate în două plăci tubulare, spațiul exterior este închis de o manta de care sunt sudate cele



două plăci, spațiul din interiorul evilor este închis la cele două capete ale țevelor prin două capace, formând la fiecare capăt câte o cameră colectoare. Unul din fluide care participă la transferul de căldură circulă prin interiorul evilor și prin cele două camere colectoare, ceea ce impune ca pe fiecare capac să existe un racord de admisie sau evacuare a fluidului. Cel de-al doilea fluid circulă prin spațiul dintre țevi, manta și plăcile tubulare. Pe manta în apropierea fiecărei plăci tubulare sunt montate racordurile pentru admisia și evacuarea fluidului care circulă în acest spațiu. Când unul din fluide este în faza de vapori care se condensează (abur), în mod normal acesta circulă în spațiul dintre evi și este necesar ca pe manta să fie montat și un racord de aerisire pentru evacuarea periodică a gazelor necondensabile. Racordul de evacuare al condensului trebuie să fie în legătură cu un separator de condensate, care să permită evacuarea lichidului și să rețină faza de vapori.

SCHIMBĂTOARE DE CĂLDURĂ CU PLĂCI

Schimbătoarele de căldură cu plăci sunt cele mai utilizate schimbătoare de căldură care intră în componența instalațiilor de pasteurizare.

Principalele lor avantaje:

- generează un regim de curgere turbulent la valori mici ale lui Reynold, ceea ce are drept urmare coeficienți mari de transfer de căldură, deci un flux de căldură îmbunătățit;
- recuperarea căldurii prin încălzirea produsului netratat cu cel care a fost deja pasteurizat, ceea ce înseamnă o reducere considerabilă de agent de încălzire și de răcire;
- aranjament compact, ceea ce permite ca la suprafața mare de transfer de căldură spațiul de amplasare să fie redus;
- stabilitate la presiune ridicată;
- rezistență mare la coroziune;
- asamblare și dezasamblare ușoară;
- eficiență mare pentru spălare CIP.

Fazele principale ale pasteurizării

În cazul folosirii unui pasteurizator cu plăci sunt următoarele:

- preîncălzirea laptelui crud de la temperatura de 8 - 10°C la 35 - 45°C, operație care se realizează prin schimbul de căldură între laptele crud care circulă în contracurent cu laptele pasteurizat;
- în cazul în care instalația este prevăzută cu un sistem de separare a corpurilor solide, laptele preîncălzit trece prin filtru sau centrifugă clarificatoare;
- combinarea laptelui preîncălzit cu laptele pasteurizat fierbinte urmată de trecerea printr-o nouă secțiune a schimbătorului, obținându-se un amestec cu temperatura de 55 - 65°C;



- pasteurizarea propriu-zisă, prin ridicarea temperaturii până la cea indicată de sistemul de pasteurizare folosit, operație care se realizează în funcție de tipul aparatului de pasteurizare, cu ajutorul aburului, de joasă presiune sau a apei calde;
- menținerea laptelui, pe scurtă durată, 16s, la o temperatură egală cu cea de pasteurizare.

Această fază se desfășoară în pasteurizator sau în serpentine de menținere (holding tube). Din punct de vedere constructiv serpentina de menținere este de formă tubulară, dispusă elicodal sau în zig-zag;

- trecerea laptelui prin valva de recirculare și în cazul când temperatura realizată a fost cea prescrisă, intrarea lui în sectoarele de recuperare;
- răcirea parțială (prerăcirea) laptelui pasteurizat, fierbinte la 30 - 35 °C, cu ajutorul laptelui crud, care intră în aparat în vederea pasteurizării;
- răcirea cu apă curentă, care realizează scăderea temperaturii laptelui de la 30 - 35 °C la 13 - 20 °C;
- răcirea cu saramură răcită la 5-10 °C sau cu apă glacială răcită la 0 - 1 °C cu o instalație frigorifică, care asigură reducerea temperaturii laptelui pasteurizat la 3 - 4 °C, temperatură la care procesul de pasteurizare se consideră încheiat.