

CHAPITRE

1

TD3 : DESTRUCTION DE MICRO-ORGANISMES PAR LA TEMPÉRATURE

Exercice 1 : Conditions de traitement d'un échantillon contaminé.

Soit un échantillon contaminé par 10^5 micro-organismes.

Déterminer le temps de chauffage et la population de survivants après divers traitements à 72°C .
Donnée : $D_{72^\circ\text{C}} = 20$ s.

Temps de chauffage 72°C	Nombre de réduction décimale n	Population résiduelle survivante
0	0	10^5
	1	
	2	
	3	
	4	
	5	

Question 1

Déterminer la durée de réduction décimale (DT) pour chaque température T , sachant que $D_{60} = 600$ secondes et que $Z = 5$ degré celsius.

Question 2

D_{vit} , 110°C

Un lait est stérilisé à 135°C pendant 4 secondes. 99,6 % des vitamines B1 sont alors préservées.

Quelle sera la proportion de vitamines préservées si on stérilise à 110°C en maintenant la même valeur stérilisatrice ?

On donne :

$z = 10^\circ\text{C}$ pour la stérilisation

$z = 25^\circ\text{C}$ pour la destruction de la vitamine

Exercice 2 : Traitement thermique du lait

Les micro-organismes ou les enzymes présents dans le lait peuvent modifier ses propriétés organoleptiques (goût, texture). Ses modifications peuvent rendre le lait impropre à la consommation. La présence de pathogènes en trop grande quantité peuvent le rendre dangereux à la consommation. Il est donc important de prévoir un traitement permettant d'assurer la stabilité du produit et sa sécurité.

Un traitement thermique du lait adapté peut permettre la destruction des micro-organismes non sporulés ou la stérilisation complète selon la température et le temps de traitement. Ces traitements peuvent baisser les qualités nutritionnelles du lait. En microbiologie alimentaire, il faut donc trouver un équilibre entre stabilité/sécurité et qualités nutritionnelles.

Différentes étapes d'analyses permettent de mettre en place le protocole adapté au lait considéré. Ces étapes sont suivies dans cette exercice pour vous aider à choisir le traitement.

A. Analyse microbiologique du produit

L'analyse microbiologique d'un lait arrivant dans une laiterie montre qu'il contient 10^5 germes par g, dont des germes de bactéries lactiques, *Escherichia coli* (Enterrobactérie pouvant être responsable de gastro-entérites), *Staphylococcus aureus* (pathogène responsables d'intoxications alimentaire) et *Bacillus sp.* (groupes d'espèces pathogènes qui peuvent être à l'origine d'intoxications et qui sporulent).

Question 1

Sur quel micro-organisme allez-vous baser votre traitement thermique (expliquez) ?

B. Étude de la résistance thermique de la flore la plus thermorésistante

Le lait cru contient 10 spores/g de *Bacillus sp.* Une étude préalable en laboratoire a permis de quantifier la thermo-résistance de ces spores :

- Il faut 176 s pour détruire 99 % des spores à 115°C (diminution facteur 100)
- Un chauffage de 2,5 s à 130°C permet de détruire 90 % des spores (diminution d'un facteur 10)
- Un chauffage à 121°C pendant 66 s permet de détruire 99,9 % des spores. (diminution d'un facteur 1000)

température	Résultats expériences				Objectif : 1 spore/100 tonnes	
	temps de traitement	Réduction obtenue	n_{exp}	D_T	n_{final}	t_T
115 °C	176 s	99 %	2			
130 °C	2,5 s	90 %	1			
121 °C	166s	99,9	3			

Question 1

A partir de la première loi de la destruction thermique ($N = N_0 \times \exp(-kt)$) déterminez D_T en fonction de k .

Question 2

A partir de la première loi de destruction thermique et des résultats obtenus en laboratoire, déterminer les valeurs du temps de réduction décimale (D_T) à 115°C, 121°C et 130°C. Expliquez vos calculs et compléter le tableau.

Question 3

Donnez la loi de destruction thermique pour chaque température (remplacer k par sa valeur dans le modèle).

Question 4

Déterminez la valeur de z_T

C. Définition d'un niveau de décontamination

Le lait contient toujours 10 spores/gramme. Une contamination finale d'une spore pour 100 tonnes de lait (1 tonne = 1000 kg) doit être atteinte pour assurer la sécurité microbiologique de ce lait.

Question 1

Calculer le nombre de réduction décimale à appliquer pour atteindre la valeur visée. Le nombre de réduction décimale (n_{final}) est le nombre de fois où il faut diviser par 10 la quantité de spores. Expliquez vos calculs et compléter le tableau.

Question 2

Calculer les durées de stérilisations t_T aux 3 températures à partir des valeurs trouvées du temps de réduction décimal. Expliquez vos calculs et compléter le tableau.

Question 3

Déterminez la valeur de z_T pour le nombre de réduction décimale visé ici (n_{final})

Données : La même destruction (même nombre de n) est obtenue à deux températures différentes alors d'après le modèle de Biglow :

$\log\left(\frac{t_{T2}}{t_{T1}}\right) = \frac{T_1 - T_2}{Z}$ avec t_{T1} le temps de destruction à la température T_1 et t_{T2} le temps de destruction à la température T_2 pour n_{final} réductions décimales.

_____ D. Choix d'un barème (temps/température) respectant les différents critères fixés

Le fabricant désire par ailleurs préserver 97 % de la thiamine (vitamine B1), prise comme référence (perte de 3 % maximum). L'effet du chauffage sur la stabilité de cette vitamine a été estimé en laboratoire :

- Un chauffage de 152 secondes à 130°C détruit 5 % de la thiamine
- Un chauffage de 11 min et 15 s à 115°C provoque une destruction de 5 % de la thiamine

Question 1

Déterminer les durées de chauffage qui entraînent une destruction de 3 % de la thiamine, à 115°C et à 130°C.

Question 2

Quel est le domaine de stérilisation qui permet de répondre à l'objectif fixé en terme de destruction des spores et de préservation de la qualité nutritionnelle du produit ?

Références :

Sophie Landaud, Séverine Layec, Murielle Naïtali, Stéphanie Passot, Claire Saulou . Exercice proposé à AgroParistech *Comment assurer la sécurité d'un aliment tout en préservant sa valeur nutritionnelle et organoleptique ?* .