

BTS Qualité dans les industries alimentaires et les bio-industries  
SCIENCES DES ALIMENTS 2002

Une entreprise de pâtisserie charcutière fabrique des tartes salées constituées des ingrédients suivants :

- pâte : eau, farine, beurre, œufs et sel.
- garniture (formule "quiche lorraine") : eau, lait en poudre, crème, œufs, lardons fumés et fromage râpé.
- garniture ("formule pissaladière") : oignons, anchois, huile d'olive et fromage râpé.

## 1. Produits laitiers

### 1.1. Beurre

- a. Donner la définition légale du beurre. Indiquer le type d'émulsion.
- b. Lors du procédé de fabrication du beurre, quel est l'effet principal du barattage ?

### 1.2. Crème

La crème est soumise à un traitement thermique lors de son élaboration : quels en sont les objectifs ?

### 1.3. Fromage

Le fromage utilisé dans la préparation des "quiches lorraines" est de l'emmental.

- a. Citer les principales classes de protéines intervenant lors de la phase de caillage du lait.
- b. Décrire le mécanisme de réaction de coagulation lors de la formation d'un gel présure.
- c. Quels sont les principaux phénomènes biologiques intervenant lors de l'affinage sur les substrats protéiques du fromage et leurs conséquences organoleptiques ?

## 2. Ovoproduits et œufs

2.1. Donner la définition des ovoproduits.

2.2. Décrire les différentes propriétés fonctionnelles des protéines de l'œuf.

2.3. Les protéines du jaune d'œuf gélifient par agrégation en dessous d'une certaine température, accroissant de ce fait la viscosité du jaune : comment peut-on limiter ce phénomène lors de la congélation ?

2.4. Rappeler la définition du coefficient d'utilisation digestive CUD et son intérêt.

2.5. Le CUD de l'œuf cuit est de 92 % alors que celui de l'œuf cru est de 50 % : quels

facteurs sont responsables de cette différence ?

2.6. Décrire trois méthodes permettant de déterminer l'état de conservation des œufs.

### 3. Produits de charcuterie : lardons fumés et additifs

3.1. Donner trois effets du chlorure de sodium sur les produits de salaison.

3.2. Le sel nitrité est utilisé comme adjuvant et agent de salaison. Indiquer deux effets des nitrites.

### 4. Céréales

La farine de blé utilisée lors de la préparation de la pâte est de type 45.

4.1. A quel paramètre fait référence le "type" de farine ?

4.2. A quelles utilisations boulangères correspondent les types de farine 55 et 150 ?

4.3. Relier le type de la farine au taux d'extraction.

### 5. Corps gras

5.1. L'huile entrant dans la composition des "pissaladières" est de l'huile d'olive vierge. Donner un diagramme du procédé de fabrication d'huile d'olive vierge.

5.2. Les industriels modifient les corps gras afin de leur conférer de nouvelles propriétés. Présenter de manière détaillée le procédé d'hydrogénation des corps gras. Indiquer les conséquences biochimiques et technologiques. Citer deux autres procédés de modification de corps gras.

SCIENCES DES ALIMENTS 2002  
CORRIGE

1. Produits laitiers

1.1. Beurre

a. La dénomination beurre est réservée au produit laitier de type émulsion d'eau dans la matière grasse, obtenu par des procédés physiques et dont les constituants sont d'origine laitières. Il doit présenter pour 100 grammes de produit fini, 82 grammes de matière grasse butyrique, 2 grammes au maximum de matière sèche non grasse et 16 grammes au maximum d'eau.

(décret du 30 décembre 1988).

b. Le barattage entraîne une inversion des phases de l'émulsion réalisée par la crème fermentée. Dans la crème, l'émulsion est une phase grasse dans un milieu aqueux. Dans le beurre à la suite de « l'éclatement » des globules gras, les lipides hydrophobes se rassemblent et emprisonnent une petite quantité de phase aqueuse, l'excédent constituant le babeurre est éliminé.

1.2.

Les objectifs du traitement thermique de la crème sont :

- la destruction des germes pathogènes ;
- la destruction de la plus grande partie de la flore microbienne ;
- la destruction des lipases facteurs de rancissement.

1.3. Fromage

a. Les principales classes de protéines intervenant lors de la phase de caillage du lait sont les caséines :  $\alpha$ ,  $\beta$ , K.

Ces caséines sont organisées sous forme de micelles en suspension dans le lactosérum.

b. La présure contient essentiellement deux enzymes protéolytiques : la pepsine et la chymosine. La chymosine hydrolyse spécifiquement la liaison peptidique Phe-Met (105-106) de la K-caséine avec libération d'un glycopeptide et la liaison Leu-Glu (3-4) de la  $\beta$ -caséine.



La paracaséine-K ne stabilise plus le complexe avec les autres caséines et en présence de calcium, les ensembles micellaires coagulent, en formant un gel. Le caillé expulse le lactosérum (synérèse).

c. C'est la phase fondamentale permettant de donner au fromage toutes ses caractéristiques de goût, de couleur et de texture. Chaque variété de fromage a des

conditions optimales d'affinage : température, hygrométrie, durée (de 1 semaine à plus de 6 mois). Pendant cette phase, les fromages sont très régulièrement retournés, leur croûte peut être brossée, lavée, et même garnie de cendres, de foin, d'herbes... Durant cette phase, les changements biochimiques et physiques sont dus aux enzymes endogènes et aux microorganismes.

Sous l'action de la pepsine, la caséine libère des peptides et des acides aminés. Les acides aminés sont désaminés, décarboxylés et leur chaîne latérale dégradées. Des produits volatils sont libérés donnant au fromage ses arômes (NH<sub>3</sub>, CO<sub>2</sub>, acides α-cétoniques, aldéhydes aromatiques, amines, dérivés phénoliques, indoliques, composés soufrés...).

Substrats	Modifications organoleptiques	Transformations biologiques
Protéines et peptides	Texture et goût	Protéolyse
Acides aminés	Flaveur	Desamination, décarboxylation

## 2. Ovoproduits et œufs

2.1. Les ovoproduits regroupe l'ensemble des denrées alimentaires obtenues par cassage d'œufs de poule (ainsi que pintade, cane, dinde, oie et caille) propres à la consommation humaine et constituées par la totalité ou une partie du contenu de l'œuf.

### 2.2. Propriétés fonctionnelles des protéines de l'œuf

Pouvoirs	Agents responsables	Facteurs de variations
Coagulant (entier)	Protéines coagulables	L'œuf passe d'un état fluide à un état solide appelé coagulum. La thermocoagulation de produit à partir de 62°C dans le cas du blanc et de 65°C dans le cas du jaune. Les protéines du blanc ont des propriétés gélifiantes ; seule l'ovomucoïde ne coagule pas. Les protéines du jaune sont également sujettes à la coagulation à l'exception des livétines et de la phosvitine.
Liant (entier)	Protéines	Formation d'un réseau dont les mailles retiennent d'autres particules de produits solides, semi liquides ou liquides.
Anti-cristallisant (blanc)	Protéines	Retarde la cristallisation du saccharose en solution saturée et améliore l'homogénéité et la texture
Moussant (blanc)	Globulines, Lysozyme, Ovomucine, Ovalbumine	Incorporation des bulles d'air lors du battage pour former une mousse stable
Emulsifiant (jaune)	Lipoprotéines	

2.3. Le sel et le saccharose (agents cryoscopiques) protègent les propriétés gélifiantes des protéines du jaune qui sont liées aux lipoprotéines. (HDL essentiellement)

2.4. Le CUD ou coefficient d'utilisation digestive exprime le rendement digestif d'un nutriment. Il est donné par la relation :

$$\frac{\text{Ningéré} - \text{Nfécal}}{\text{Ningéré}} \times 100$$

Le CUD permet d'évaluer l'apport protéique réellement utilisée par l'organisme.

2.5. La cuisson entraîne une thermodénaturation des protéines dont l'effet sera double dans le cas de l'œuf :

- lors de la thermodénaturation, les protéines perdent leur activité biologique. Or le blanc d'œuf contient de l'ovomucoïde qui inhibe la trypsine. Celle-ci hydrolyse les protéines dans l'intestin ;
- une protéine dénaturée est plus facilement hydrolysée qu'une protéine native. Après chauffage, le CUD augmente.

2.6. Méthodes permettant de déterminer l'état de conservation des œufs

- Mesure du diamètre de la chambre à air qui augmente avec le temps écoulé depuis la ponte. Pour avoir la mention "extra", le diamètre de la chambre à air d'un œuf ne doit pas excéder 4 mm.
- Visibilité du jaune d'œuf au mirage (le mirage consiste à faire tourner l'œuf audessus d'une alvéole permettant de l'éclairer.
- Mesure du pH de l'œuf qui a tendance à s'alcaliniser au cours du temps par perte de dioxyde de carbone...

### 3. Produits de charcuterie: lardons fumés et additifs

3.1. Effets du chlorure de sodium sur les produits de salaison

- Diminution de la fraction de l'aw entraînant une limitation de la croissance microbienne : seules les bactéries osmophiles pourront croître sur ce produit ;
- Effets organoleptiques : augmentation du goût salé et potentialisation des arômes car le chlorure de sodium est un exhausteur de goût ;
- Augmentation de la force ionique entraînant une perte de solubilité des protéines myofibrillaires ;
- Action virulicide (variable selon la teneur en gras)
- Action parasiticide (ténias, trichines...)

3.2. Effets des nitrites

Effets positifs :

- Inhibition des Clostridium ;
- Formation de composés colorés nitrosomyoglobine (rouge) ou après cuisson nitroferrohémochrome (rose).

Effets négatifs :

- Formation de nitrosamines cancérigènes en présence d'amines primaires et en milieu acide ;
- Interaction avec l'hémoglobine pour donner la méthémoglobine ( $\text{Fe}^{3+}$ ).

#### 4. Céréales

4.1. C'est la teneur en cendres qui est indiquée par le « type » de farine.

4.2. Les farines de type 55 sont utilisées pour la fabrication de pains courants, de biscottes, de panification fine, et de biscuiterie. Les farines de type 150 permettent la fabrication de pains complets.

4.3. La fraction minérale est essentiellement contenue dans les téguments externes et la couche à aleurone qui constituent les sons.

L'évolution est parallèle. L'extraction représente le % de farine réalisée à partir du grain de blé. Plus le taux d'extraction est élevé et plus la fraction de sons restants est importante et plus le taux de cendres est élevé.

#### 5. Corps gras

5.1. Diagramme du procédé de fabrication de l'huile d'olive vierge.

Olives → triage, lavage → pression à froid → décantation → filtration ou centrifugation → désaération sous vide à température ambiante → huile d'olive vierge

5.2. L'hydrogénation est réalisée en faisant passer de l'hydrogène très pur en présence d'un catalyseur (nickel, cuivre, palladium) à 0,05 - 0,2 % dans l'huile portée au-dessus de 100°C. La réaction est fortement exothermique et il est nécessaire de refroidir.

Après hydrogénation, l'huile est centrifugée, puis filtrée pour la débarrasser ainsi des particules de catalyseurs qui sont récupérés et régénérés. L'huile est ensuite raffinée et décolorée.

Il existe 2 types d'hydrogénation dont les applications sont différentes :

##### \* Hydrogénation sélective

Elle permet de réduire la teneur en acide linoléique en le transformant en acide linoléique et d'accroître ainsi la stabilité. Les catalyseurs ne sont pas sélectifs et des réactions parasites interviennent:

- Transformation de l'acide linoléique en acide oléique
- Transformation d'acide linoléique préexistant en acide oléique
- Formation d'isomères de position (40-50 %), de conjugaison (2 %) et des stéréoisomères trans. (10-15 %) des acides oléique et linoléique.

##### \* Hydrogénation partielle ou totale

Elle a pour but la préparation de matières grasses solides pour la fabrication de margarines. Ce type d'hydrogénation vise à saturer dans une forte proportion et parfois totalement les doubles liaisons des acides gras saturés. Ce type de réaction

favorise également la formation d'isomères, notamment trans, ce qui contribue à augmenter encore le point de fusion. L'hydrogénation a des conséquences sur la valeur nutritionnelle :

- Abaissement de la teneur en acide linoléique (AG essentiel)
- Diminution de la valeur vitaminique (vit E)
- Introduction d'acide élaïdique.

Autres procédés de modification des corps gras

\* Transestérification

Dans des conditions appropriées (absence d'eau et présence de catalyseurs), il y a des échanges d'acides gras inter et intra-moléculaire entre triglycérides.

\* Inter Estérification

Cette opération a pour but de modifier le point de fusion en changeant de place les acides gras sur la molécule de glycérol. Il s'agit d'un réarrangement moléculaire qui permet de conférer une consistance différente au corps gras. Cette opération s'effectue à 80°C et dure de 30 à 40 minutes.

\* Fractionnement

Le fractionnement permet de séparer par voie physique un corps gras en deux parties de caractéristiques différentes. Il consiste à séparer les triglycérides solides des triglycérides liquides à une température se situant entre 8°C et 25°C. Les cristaux sont alors séparés par simple filtration.