

TP 3.3 : COLLE

Objetif

Fabriquer une colle à la caséine à partir de lait

Document 1 : Composition du lait

Le lait est un mélange complexe et instable d'eau (89 %) et de nutriments (l'extrait sec : 11 %), constitués de lipides, de protéines, de glucides et de matière saline.

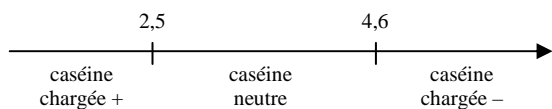
Eau	89,2 g
Lactose	4,7 g
Protéines	3,2 g
Lipides	1,6 g
Autres	1,3 g

Composition de 100 g de lait

Document 2 : La caséine

Les protéines les plus abondantes dans le lait sont les caséines. Ce sont des macromolécules composées d'une longue chaîne carbonée et azotée dit lipophile, car peu soluble dans l'eau et possédant une affinité pour les graisses et d'un bout de chaîne dit hydrophile car soluble dans l'eau. On dit que la caséine est amphiphile ou encore que c'est un tensioactif.

La charge de la caséine varie avec le pH. Ainsi, pour pH supérieur à 4,6 la caséine est globalement chargée négativement.



Document 2 : Caséine et stabilité du lait

Dans le lait bien conservé, le pH est égal à 6,5 : les matières grasses (lipides insolubles dans l'eau) s'entourent de molécules de caséine, dont la partie lipophile baigne dans la matière grasse et la partie hydrophile baigne dans l'eau. Il se forme des micelles, constituées de gouttelettes de matière grasse entourées de molécules de caséine. Le lait est une émulsion.

La couche externe des micelles étant négative, ces dernières se repoussent entre elles (fig 3), ce qui empêche la précipitation des matières grasses. En faisant varier le pH du lait, on diminue la répulsion électrostatique entre micelles, et on peut ainsi provoquer leur précipitation sous forme d'un coagulum de matière grasse et de caséine : le caillé.

Déarrassé des matières grasses qu'il contient, le caillé est l'ingrédient principal d'une colle : la colle à la caséine.

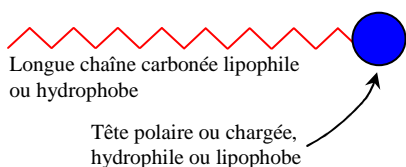


Figure 1 : Représentation schématique d'un tensioactif

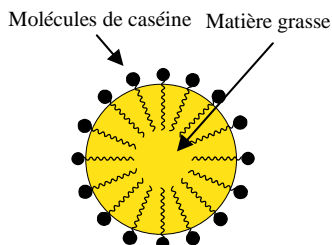


Figure 2 : Micelle

Document 3 : solubilité de quelques espèces chimiques

Nom	Solubilité
Acide éthanóique	Soluble dans l'eau, l'acétone et l'éthanol
Acétone	Très soluble dans l'eau, bon solvant de matière grasse
Caséine du lait	Insoluble en solution aqueuse acide et dans l'acétone, soluble en solution aqueuse basique

I. EXTRACTION DE LA CASÉINE DU LAIT

Travail demandé

- Mesurer le pH du lait avant la manipulation
 - Chauffer 100 mL de lait à 40°C dans un bécher 250 mL sur une plaque chauffante, en agitant continuellement.
 - Quand la température atteint 40°C, couper le chauffage, puis introduire très doucement, à l'aide de la burette et en agitant avec une baguette en verre, environ 8 mL de solution d'acide éthanóique à 10 % en volume. Le lait se met à cailler et le pH doit être voisin de 4,5 (à vérifier au pH-mètre).
 - Filter le lait caillé.
 - Laver à l'aide d'environ 10 mL d'eau distillée bien froide et 5 mL d'acétone, et filtrer à nouveau si nécessaire. Sécher avec du papier essuie-tout, puis **placer à l'étuve 20 min (à 100°C)**.
- Pas forcément nécessaire (trop long pour finir le TP)**

- Peser la masse de la pâte à la caséine ainsi obtenue.

Questions

- Quel rôle joue la caséine dans la stabilité du lait ?

La caséine est un tensioactif qui stabilise l'émulsion que constitue le lait.

- Quelle est la charge portée par les molécules de caséine dans le lait ? Même question une fois l'addition d'acide éthanóique réalisée.

Dans le lait, la caséine est chargée -. Une fois l'acide éthanóique ajouté, elle est neutre.

- Pourquoi le lait caille-t-il ?

La caséine étant devenu neutre, elle n'est plus soluble dans l'eau.

- Justifier l'utilisation d'acide éthanóique.

Il permet de séparer les protéines du lait.

- Quelle est la composition du caillé après l'ajout d'acide ?

Il contient les protéines et les lipides

- Justifier l'ajout d'acétone.

L'acétone va dissoudre les lipides qui partiront dans le filtrat.

- Les protéines de lait sont constituées à 80 % de caséine. Le lait a une densité égale à 1,0. Déterminer la masse de caséine contenue dans les 100 mL de lait du départ. La comparer avec la masse extraite et conclure (que contient la pâte extraite ?).

Cette masse est sensiblement plus important que la quantité de caséine attendue. Elle doit contenir encore une quantité non négligeable de lipide, ainsi que pas mal d'eau.

II. PRÉPARATION DE LA COLLE

Travail demandé

- Dans un pot en verre, prélever 7 g de pâte à la caséine. Y ajouter 1,5 g d'hydroxyde de calcium $\text{Ca(OH)}_{2(s)}$ et 0,7 g de carbonate de sodium $\text{Na}_2\text{CO}_{3(s)}$.
- Ajouter quelques mL d'eau, si nécessaire, jusqu'à obtention d'une pâte homogène.
- Répartir cette mixture, à l'aide de la spatule, au niveau de la partie centrale d'un morceau de carton, de papier ou de plastique.
- Placer par-dessus l'autre morceau de carton puis appuyer en effectuant des pressions du centre vers les bords. Si la mixture déborde, laver tout de suite la paillasse à l'aide d'une éponge que vous rincerez.

Questions

- Expliquer pourquoi un mélange de fromage et de chaux (constituée d'hydroxyde de calcium) était utilisé au moyen-âge comme colle à bois ainsi que comme ciment.

Le fromage est essentiellement constitué de protéines du lait (en de matière grasses) et la chaux apportent l'hydroxyde de calcium nécessaire à la formation de la colle.