

## **ANALYSE DES ALIMENTS**

### **1.2. Analyse du lait**

#### **1.2.1. Le lait**

- Il est produit par la glande mammaire de tous les mammifères femelles adultes, en commençant par le moment de la naissance et en leur servant de nourriture.
- Il est synthétisé par les cellules sécrétoires de la glande mammaire dans un processus appelé allaitement. Ce processus est l'une des caractéristiques déterminantes des mammifères.
- Il est produit dans le pis sécrété par les glandes mammaires; celui sécrété dans les premiers jours après la naissance est appelé colostrum.
- La qualité du lait est primordiale, il doit donc être stocké correctement et transporté dans des conditions optimales

#### **L'histoire du lait**

- commence dans l'Égypte ancienne lorsque la vache était considérée comme un animal sacré.
- En Europe, les moines bénédictins étaient les principaux producteurs de fromage (par exemple Bishop, Munster).
- Ainsi, avant la révolution scientifique et le développement industriel en Europe au XIX<sup>e</sup> siècle, il existait des techniques de fabrication du lait fermenté, du beurre, du fromage, qui avaient une importance considérable dans la vie humaine.
- En France, la consommation de lait a été définie en 1909 lors du Congrès International de l'Alimentation, par la déclaration suivante: le lait est un produit de traite totale, complète et ininterrompue d'une femme, en bonne santé, bien nourrie, sans surmenage.

Élever des animaux pour obtenir des produits laitiers remonte donc à près de 8 000 ans et ainsi, au fil des ans, des opportunités ont été découvertes pour améliorer les habitudes alimentaires, en particulier pour l'alimentation du nourrisson.

#### **Qualité du lait**

Le lait destiné à la consommation humaine doit provenir d'animaux en bonne santé, bien nourris et en lactation. Le lait est un produit périssable qui doit être refroidi, après collecte, à environ 4 ° C le plus rapidement possible et rester à cette température de 4 ° C pendant toutes les opérations de livraison aux consommateurs. Températures extrêmes, acidité (pH- ul) ou la contamination par des micro-organismes, peut rapidement diminuer sa qualité.

*Composants qui influencent la qualité du lait:*

Les cellules somatiques qui peuvent apparaître dans le lait n'affectent pas la qualité nutritionnelle. Ils sont importants en tant qu'indicateurs dans d'autres processus qui peuvent survenir dans le tissu mammaire, par ex. l'inflammation. Lorsque les cellules somatiques sont présentes à un taux supérieur à 500 000 / ml, une mammite peut être suspectée.

*Composants laitiers indésirables:*

- L'eau supplémentaire;
- Les détergents et les désinfectants;

## LA CHIMIE DES FACTEURS ENVIRONNEMENTAUX, L'HYGIÈNE ET LA NUTRITION

### Travaux pratiques – 9

---

- Les antibiotiques;
- Les pesticides et les insecticides;
- Les bactéries et les micro-organismes pathogènes.

L'industrie laitière essaie d'exploiter toute la richesse de cette matière première, si simple en apparence, mais très complexe en composition.

**Le lait transformé UHT** - Ultra High Temperature est un lait spécialement traité par ultrapasteurisation, afin que les germes éventuels soient détruits:

- la température de traitement dépasse le point d'ébullition (135 - 150 ° C),
- le temps d'exposition est très court: 2 à 4 secondes.
- processus de chauffage-refroidissement très court qui assure la conservation des vitamines et des protéines aussi intactes que possible.

Il est obtenu comme suit:

- très faible activité microbienne même absente
- une pré-stérilisation de l'emballage,
- durée de conservation prolongée du lait,
- pas besoin de conservateurs!

La durée de conservation ainsi obtenue est de 3 maximum 6 mois, selon les exploitations où le lait a été produit et collecté. Après ouverture, le lait transformé UHT est conservé au réfrigérateur et consommé pendant 3 jours maximum.

#### **La composition chimique du lait**

Le lait et les produits laitiers sont des produits indispensables à une alimentation équilibrée, couvrant environ 30% des besoins en protéines et en matières grasses et 80% des besoins en calcium dans l'alimentation.

Le lait est un complexe qui contient plus de 100 substances présentes dans:

- en solution, - lactose (composant glucidique), certaines protéines (protéines de lactosérum), sels minéraux et autres substances, dissous dans l'eau du lait
- en suspension - la caséine, la principale protéine du lait, est dispersée, se présentant comme un grand nombre de particules solides en suspension appelées micelles, et la dispersion des micelles dans le lait forme une suspension colloïdale
- en émulsion huile-eau - graisses et vitamines liposolubles dans le lait

Les micelles de caséine en suspension et les globules lipidiques émulsifiés confèrent au lait ses caractéristiques physiques, notamment son aspect homogène, mais surtout le goût, l'arôme des produits laitiers.

La composition du lait varie considérablement selon:

- la race à laquelle appartient l'animal,
- stade de lactation,
- aliments pour animaux,
- la saison de l'année
- de nombreux autres facteurs.

En revanche, certaines propriétés des constituants du lait sont très stables et peuvent être utilisées pour indiquer toute falsification dans la composition du lait, comme suit: la composition normale du lait a un point de congélation qui varie entre -0,518 et -0,534 ° C.

Toute altération ou falsification qui implique de changer la quantité d'eau dans le lait, peut être facilement identifiée, changeant le point de congélation.

# LA CHIMIE DES FACTEURS ENVIRONNEMENTAUX, L'HYGIÈNE ET LA NUTRITION

## Travaux pratiques – 9

---

Le lait est donc une source considérable de nutriments dont la composition varie:

- quatre composantes sont quantitativement dominantes:
  - l'eau
  - les lipides,
  - les protéines,
  - les glucides (lactose);
- les composants mineurs sont: les minéraux, les enzymes, les vitamines, les gaz dissous.

La valeur nutritionnelle du lait est supérieure à la valeur des composants individuels du lait, en raison de la synergie générée par son équilibre nutritionnel unique.

### 1) L'eau

La quantité d'eau dans le lait respecte cet équilibre, étant régulée par la quantité de lactose synthétisée par les cellules sécrétoires de la glande mammaire.

L'eau qui passe dans le lait provient du sang, de sorte que la production de lait est rapidement affectée par un manque d'hydratation du mammifère, si l'eau potable n'est pas disponible ou limitée. C'est pourquoi le mammifère devrait avoir un accès gratuit et permanent à une grande quantité d'eau potable.

### 2) Les glucides

Le principal glucide du lait est le lactose mais dont le goût n'est pas nécessairement sucré.

La concentration de lactose dans le lait est relativement constante, la moyenne étant de 5%. Les monosaccharides à partir desquels le lactose est synthétisé se trouvent libres dans le lait, à une concentration beaucoup plus faible (glucose 14 mg / 100 g et galactose 12 mg / 100 g).

### 3) Les lipides:

Les lipides sont présents dans le lait, dans un pourcentage de 3,5% à 6%, variant entre les races bovines et leurs pratiques d'alimentation.

Une alimentation quotidienne trop riche en concentrés peut entraîner une digestion insuffisante, résultant en un lait avec un pourcentage de matières grasses plus faible (2% - 2,5%).

Les lipides du lait sont:

- généralement à partir d'acides gras à chaîne courte (moins de 8 atomes de carbone)
- les acides gras insaturés à longue chaîne tels que l'acide oléique et les acides polyinsaturés - linoléique et linolénique.

### 4) Les minéraux et les vitamines:

Le lait est également une source de minéraux, nécessaire à la croissance et au développement du corps humain.

La digestion du calcium et du phosphore est inhabituellement élevée, en partie parce qu'ils se trouvent en combinaison avec la caséine dans le lait.

Un autre minéral intéressant le lait est le fer. La faible concentration de fer dans le lait ne peut pas répondre aux besoins d'un jeune corps. Mais cette faible concentration en fer a aussi un aspect positif, elle limite le développement de microorganismes dans le lait, la présence d'ions fer étant essentielle au développement de nombreuses bactéries.

### 5) Protéines de lait

Le lait contient normalement environ 3,5% de protéines. Leur fonction est de fournir aux nouveau-nés les acides aminés essentiels nécessaires à la croissance et au développement musculaire. Pour remplir cette fonction, les protéines du lait ont une structure qui leur permet de former des complexes qui incorporent de grandes quantités de phosphate de calcium, qui coagulent immédiatement dans l'estomac des nouveau-nés.

## LA CHIMIE DES FACTEURS ENVIRONNEMENTAUX, L'HYGIÈNE ET LA NUTRITION

### Travaux pratiques – 9

---

La digestion des protéines laitières est de près de 100%, avec une valeur inférieure pour les produits traités thermiquement.

La fonction principale des protéines de lait est de fournir des acides aminés essentiels aux nouveau-nés en développant les muscles et d'autres tissus, ainsi que de fournir un certain nombre de protéines biologiquement actives, telles que les immunoglobulines, les protéines qui lient les vitamines, les métaux et les hormones.

Au cours de la digestion, les protéines laitières, en particulier la caséine, jouent un rôle important dans l'assimilation de nombreux éléments dans les aliments tels que la vitamine A, le calcium et le fer, des substances différentes d'un point de vue chimique mais qui agissent en complément ou en synergie ou peuvent avoir une spécificité temporelle.

Un grand nombre de protéines sont présentes dans le lait, dont les plus importantes sont: la lactalbumine, les lactoglobulines, qui se trouvent principalement dans le lactosérum et la caséine.

**La caséine** (caseus en latin = fromage) est la phosphoprotéine prédominante dans le lait (80% des protéines du lait). Plusieurs types de caséines sont connus:  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\kappa$ , de masses moléculaires différentes, la proportion de la fraction caséine variant d'une espèce à l'autre et même au sein d'une même espèce. Les caséines sont présentes dans la phase colloïdale sous forme de phosphocaseinate de calcium et sont riches en Tyr et Phe.

Après élucidation de la structure primaire et de la structure chimique, il a été établi que toutes les caséines ne contiennent pas de phosphore, et certaines formes se retrouvent dans le lactosérum, après la séparation des caséines précipitées.

En 1939, Mellander a effectué une électrophorèse sur trois fractions, qu'il a nommées alpha, bêta et gamma-caséine, par ordre décroissant de mobilité électrophorétique.

En 1956, Waugh et Hippel ont étudié le comportement de la caséine en présence de calcium et classé les caséines alpha en deux groupes distincts:

- a) les fractions sensibles au calcium,  $\alpha$ -caséines - qui précipitent à des concentrations de 0,3-0,4 M, pH = 7,0 et à n'importe quelle température.
- b) les fractions insensibles aux ions calcium, qui précipitent dans les conditions mentionnées ci-dessus et sont constituées d'un composant majeur  $\kappa$ -caséine et de plusieurs fractions mineures ( $\delta$ ,  $\mu$ ,  $\alpha_2$ -caséine)

L'incapacité de la caséine (CN) à former des structures stables est due à la teneur élevée en proline; Le  $\beta$ -CN est très riche en proline (35 résidus sur 209). Tous les CN ont des liaisons disulfure intramoléculaires, ce qui réduit considérablement la flexibilité moléculaire.

En raison de leur structure ouverte, les CN sont très sensibles à l'hydrolyse enzymatique, ce qui facilite et explique leurs fonctions naturelles. Pour l'industrie fromagère, la protéase la plus efficace est la chymosine, une protéase d'aspartame qui hydrolyse spécifiquement la liaison peptidique Phe-Met dans le  $\kappa$ -CN. Le CN ne coagule pas avec l'augmentation de la température, étant précipité sous l'action d'acides ou d'enzymes protéolytiques.

Le point isoélectrique du CN est de 4,6. Étant donné que le pH du lait est de 6,6, la caséine a une charge électrique négative dans le lait. La variante purifiée de la protéine est insoluble dans l'eau et une solution saline neutre, mais reste soluble dans les solutions alcalines ou dans les solutions salines telles que l'oxalate ou l'acétate de sodium.

Trois des CN ( $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$  et  $\beta$ ) ont une grande capacité à se lier aux ions métalliques, représentés par les ions calcium, ce qui a des conséquences technologiques majeures. Ces trois fractions, qui représentent environ 85% du CN total, sont insolubles à des concentrations en calcium supérieures à

## LA CHIMIE DES FACTEURS ENVIRONNEMENTAUX, L'HYGIÈNE ET LA NUTRITION

### Travaux pratiques – 9

---

6 mM / L, à des températures supérieures à 20 ° C. Le lait contient 30 mM / L de calcium, ce qui signifie que ces NC devraient précipiter dans le lait. Cependant, le k-CN, qui contient un seul groupe phosphate, se lie mal au Ca et est soluble dans toutes les concentrations de calcium présentes dans le lait et les produits laitiers. Lorsqu'il est mélangé à d'autres CN sensibles au calcium, le k-CN stabilise le système, formant une matrice colloïdale, connue sous le nom de micelle de caséine.

Le rôle physiologique du k-CN dans le lait est donc de stabiliser les fractions CN sensibles à la présence de sels de calcium. En raison de l'absence d'un groupe phosphate anionique dans la région polaire, le k-CN reste soluble en présence de sels de  $\text{Ca}^{2+}$  à n'importe quelle température. De plus, par rapport au  $\beta$ -CN, le k-CN est moins hydrophobe car il a une teneur plus faible en résidus prolyl et contient probablement des structures secondaires dans une proportion plus importante. Ainsi, bien que cette protéine forme des polymères de la même manière que le  $\beta$ -CN, le processus n'est pas influencé par la température ou la force ionique.

Ainsi, contrairement à d'autres protéines globulaires, telles que les protéines de lactosérum, les CN ne sont pas présents dans le lait sous forme de structures individuelles, mais sous la forme de grands complexes protéiques qui incorporent des sels.

En raison de leur importance dans la définition des caractéristiques des produits laitiers, le CN et la micelle de caséine sont étudiés depuis longtemps.

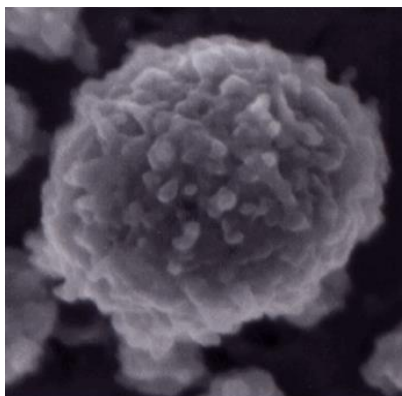
#### **Micelle de caséine:**

- occupe une position unique parmi les systèmes biologiques, en raison des différents modèles développés pour caractériser sa structure.
- a le rôle de transporteur d'ions inorganiques, principalement Ca et P, mais aussi Mg, Zn, avec une importance particulière d'un point de vue nutritionnel, car il transporte une grande quantité de calcium et de phosphore.
- En son absence, le phosphate de calcium précipite dans les canaux de la glande mammaire, qu'il bloque, provoquant la mort des cellules, de l'organe entier ou même de l'animal.
- Comprend env. 95% de caséines de lait et contient 94% de protéines et 6% de phosphate de calcium colloïdal, mais aussi du Mg et du citrate en plus petites quantités.
- Il est très hydraté, se liant à environ 2,0 g  $\text{H}_2\text{O}$  / g de protéines.

La connaissance de la structure de la micelle est très importante, car les réactions auxquelles ces structures participent sont essentielles pour obtenir et définir les caractéristiques des produits laitiers. Sans connaître la structure et les propriétés des micelles de caséine, les tentatives de résoudre un certain nombre de problèmes technologiques auxquels est confrontée l'industrie laitière ne seront que empiriques et généralement inapplicables.

Le modèle le plus connu et accepté dans cette catégorie est celui proposé par Walstra 1984. Selon ce modèle, les micelles de caséine sont constituées de sous-unités sphériques. La composition des sous-micelles est variable et leurs dimensions varient entre 12 et 15 nm. Les sous-micelles sont liées par des interactions hydrophobes entre les protéines et par des ponts phosphate de calcium.

Les traitements thermiques peuvent induire des changements dans la micelle de caséine. En général, les micelles de caséine sont très résistantes aux traitements thermiques sévères, provoquant simultanément la dissociation et l'agrégation, éventuellement la coagulation des micelles. La capacité du lait à maintenir sa stabilité à des températures élevées sans changements sensoriels et physico-chimiques majeurs est l'un de ses principaux atouts technologiques.



### **La structure de la micelle de caséine**

Photo de Dalgleish, D. G., P. Spagnuolo et H. D. Goff. 2004.

Une structure possible de la micelle de caséine déterminée par microscopie électronique.  
International Dairy Journal. 14 1025-1031.

Les traitements thermiques du lait à des températures supérieures à 75 ° C induisent un certain nombre d'effets importants sur les micelles du lait ainsi que la dénaturation des protéines de lactosérum, principalement la  $\beta$ -lactoglobuline, qui forment des complexes de k-caséine par des liaisons disulfures; ces complexes peuvent être localisés en fonction du pH et de la température, soit à la surface des micelles soit dans le lactosérum.

### **Protéines de lactosérum**

- Ils sont représentés par les protéines qui restent dans la phase aqueuse du lait après la précipitation de la caséine à pH 4,6 et 20 ° C et sa séparation;
- en raison de leur teneur en acides aminés essentiels, ils ont une valeur biologique élevée par rapport aux autres protéines;
- Ils ont une teneur plus élevée en acides aminés soufrés (cystéine, méthionine) que la caséine, qui est presque exempte d'acides aminés soufrés; la cystéine est importante pour la biosynthèse du glutathion, un tripeptide aux propriétés antioxydantes, anticarcinogènes et immunostimulantes.
- Ils sont une bonne source d'acides aminés à chaîne ramifiée: isoleucine, leucine et valine qui aident à minimiser les dommages musculaires dans des conditions de dégradation avancée des protéines, ce qui rend le lactosérum particulièrement bénéfique dans l'alimentation des athlètes.
- Par rapport à la caséine, les protéines de lactosérum sont des protéines «rapides» qui sont rapidement évacuées de l'estomac et transitent intactes vers les intestins, ce qui contribue à la préservation de la bioactivité des protéines de lactosérum et des peptides dans les intestins.

Cette catégorie comprend:

- bêta-lactoglobulines (bêta-LG),
- alpha-lactalbumines (alpha-LA),
- l'albumine sérique bovine (SAB),
- les immunoglobulines (Ig)
- la lactoferrine (LF).



# LA CHIMIE DES FACTEURS ENVIRONNEMENTAUX, L'HYGIÈNE ET LA NUTRITION

## Travaux pratiques – 9

---

### Les lactalbumines:

- se trouvent dans le lait sous forme de solution colloïdale;
- ne précipite pas sous l'action d'acides organiques dilués et de labferment,
- précipite sous l'action d'une solution saturée de sulfate d'ammonium et à des températures supérieures à 80°C.
- ne contiennent pas de calcium, mais contiennent de grandes quantités d'acides aminés essentiels (tryptophane, lysine).
- Le point isoélectrique de l'albumine est de 4,55.

Le lait riche en albumine est appelé "lait albuminoïde" (lait humain).

- **Alpha-lactalbumine (alpha LA):** est une petite protéine, avec un poids moléculaire de 14.174 Da, stable dans la gamme de pH de 4,0-6,0, capable de se lier aux ions calcium, avec des implications particulièrement importantes:

- **alpha LA** remplit une fonction importante dans les cellules de sécrétion mammaire, étant l'un des deux composants de la lactose synthétase, une enzyme qui catalyse le stade final de la biosynthèse du lactose; la réaction de synthèse du lactose a lieu dans l'appareil de Golgi des cellules épithéliales mammaires et nécessite la présence d'ions  $Mn^{2+}$ .
- **alpha LA** possède un seul site de liaison aux ions calcium, utilisé comme système modèle pour étudier les effets de la liaison des ions calcium aux protéines, peptides, membranes et composés de faible poids moléculaire qui ont souvent une signification physiologique.
- **alpha LA** peut former une série d'états intermédiaires, utilisé comme modèle classique pour les molécules fondues (fondues), ainsi que pour élucider les mécanismes protéiques du pliage / dépliage.

Le lait de vache contient de l'alpha-LA env. 1,2-1,5 g / L, représentant 20% des protéines sériques totales.

### Les lactoglobulines (immunoglobulines):

- Elles ont une importance physiologique particulière dans l'alimentation des nouveau-nés, étant porteurs d'anticorps.
- Ce sont des holoprotéines formées d'un mélange de  $\alpha$  et  $\beta$ - lactoglobulines.
- Elles coagulent à 75°C, ils sont insolubles dans l'eau, ils ont un pH isoélectrique de 5,4.

Bêta-lactoglobuline (bêta-LG):

- la majorité des protéines de lactosérum présentes dans le lait de vache en conc. de 2-4 g / l

### 1.2.2. Détermination de l'acidité du lait

L'acidité du lait est un indicateur de sa fraîcheur, conférée par la présence d'acides libres et de sels avec réaction acide. Immédiatement après la traite, le lait a une réaction légèrement acide, puis l'acidité augmente en raison de la fermentation microbienne du lactose par lequel il est converti en acide lactique.

L'évaluation de l'acidité du lait peut être effectuée:

- qualitativement par l'ébullition ou par un traitement à l'alcool,
- quantitativement par titrage avec NaOH.

L'acidité du lait est généralement exprimée en degrés Thörner (°T).

1 degré Thörner représente le nombre de millilitres de solution de NaOH 0,1 N nécessaire pour neutraliser 100 ml de lait en présence de l'indicateur de phénolphthaléine.

## LA CHIMIE DES FACTEURS ENVIRONNEMENTAUX, L'HYGIÈNE ET LA NUTRITION

### Travaux pratiques – 9

---

#### *Détermination de l'acidité du lait par l'ébullition*

Mesurer 3-4 ml de lait, porter dans une éprouvette et chauffer à ébullition. Le lait frais ne coagule pas. Si le lait n'est pas très frais, et implicitement son acidité a des valeurs supérieures à 20° Thörner, la caséine précipitera sous forme de grognements. Lorsque l'acidité de l'échantillon de lait dépasse 26 ° Thörner, la caséine précipite complètement.

#### *Détermination de l'acidité du lait par traitement à l'alcool*

Un volume égal de 2 ml de lait et d'alcool éthylique est introduit dans un tube à essai puis mélangé. Le lait est frais s'il n'y a pas de grumeaux sur les parois du tube à essai. Leur apparence indique l'augmentation de l'acidité du lait qui peut être évaluée en fonction de la concentration d'alcool, comme suit:

- une réponse alcoolique positive de 61% (% en volume) indique que l'acidité dépasse 18-19° Thörner;
- la réponse positive à l'alcool de 59% (% en volume) ou la formation de grains indiquent que l'acidité dépasse 20-21-2 Thörner.

#### *Détermination de l'acidité du lait par titrage*

Principe de la méthode:

L'acidité est généralement déterminée par titrage avec 0,1 N NaOH en présence de phénolphthaléine comme indicateur, jusqu'à ce que l'échantillon de lait respectif soit neutralisé jusqu'à ce que l'indicateur tourne.

Réactifs utilisés:

- solution de NaOH 0,1 N;
- indicateur de phénolphthaléine, solution alcoolique à 1%;
- eau distillée fraîchement bouillie et refroidie.

Comment ça marche

Placer un échantillon de lait de 10 ml dans un bécher de titrage sur lequel 20-25 ml d'eau distillée et quelques gouttes de phénolphthaléine sont ajoutés.

Le mélange a été titré sous agitation jusqu'à ce qu'une coloration rose persistante apparaisse pendant 1 minute.

Acidité du lait =  $10 \times V$  (°T),

où: V - volume de NaOH titré 0,1 N

Interprétation des résultats:

Type de lait						
Les résultats par la méthode de titrage NaOH						



### **1.2.3. Précipitations de caséine dans différents types de lait**

#### ***Méthodes utilisées:***

*1. introduction dans l'échantillon analysé de lait de certains électrolytes forts à ions communs*  
par addition de comprimés de calcium lactique dans l'échantillon de lait porté à ébullition.

Selon la définition du produit de solubilité: lorsque le produit des concentrations ioniques d'un électrolyte légèrement soluble atteint la valeur du produit de solubilité à une température donnée, la solution devient saturée par rapport à cet électrolyte.

Si le produit ionique est inférieur au produit de solubilité, la solution n'est pas saturée et si le produit ionique est supérieur à  $P_s$ , la solution devient sursaturée et une partie de la substance dissoute devra se déposer sous forme de précipité.

La solubilité des précipités diminue lorsque nous introduisons dans leur solution des électrolytes puissants avec des ions communs.

Dans ce cas, l'ion  $Ca$  influence la précipitation des composants protéiques dans le lait, la solution devenant sursaturée et la substance dissoute est déposée sous forme de précipité avec une teneur en protéines.

*2. ébullition de l'échantillon de lait analysé et ajout subséquent d'un acide* - abaissement du pH en ajoutant du jus de citron (acide citrique) ou du vinaigre (acide acétique)

Les 2 méthodes sont appliquées à différents échantillons de 100 ml de lait (lait de matières grasses différentes, d'origines différentes comme fabrication, ou à partir de différents types d'animaux de vache, de chèvre, de lait de buffle ou d'autres types disponibles).

L'objectif est également d'établir les quantités nécessaires d'acide lactique et de jus de citron pour précipiter la caséine afin de pouvoir l'utiliser pour diversifier l'alimentation des nourrissons.

**Méthode 1:** L'influence de l'ion commun, c'est un facteur qui influence la solubilité du précipité.

Prélevez un échantillon de lait de 100 ml qui est amené dans un verre Berzelius et chauffé à 90-93 ° C. Ajouter 1 comprimé Comme lactique, secouer doucement. Après précipitation, le récipient est refroidi jusqu'à ce que l'échantillon atteigne 35 à 40 ° C. Après précipitation, les protéines sont filtrées et le précipité résultant est pesé.

#### ***Méthode 2:*** réaction de précipitation par l'addition d'un acide

Porter à ébullition l'échantillon de 100 ml de lait. Après avoir ajouté l'acide (dans ce cas, l'acide citrique du jus de citron) dans le rapport du jus de citron: le lait 1: 2 donne le précipité avec une teneur en protéines qui après refroidissement à 35-40 ° C est filtré. Ce filtrat se présente comme une masse de consistance solide, fromagère, blanche, insipide, au goût légèrement sucré.

Les matériaux utilisés sont:

➤ Types de lait tels que: lait de bufflonne; lait de vache (provenant d'un ménage privé); lait de vache (commerce, avec différents pourcentages de matières grasses ou avec différents producteurs), lait de chèvre, etc.

➤ Comprimés de calcium lactique;

➤ Jus de citron (dans un rapport 1: 2 avec la quantité de lait utilisée);

➤ Balance électronique;

➤ Papier filtre;

## LA CHIMIE DES FACTEURS ENVIRONNEMENTAUX, L'HYGIÈNE ET LA NUTRITION

### Travaux pratiques – 9

---

Interprétation des résultats: la caséine précipitée résultante sera pesée après filtration et exprimée selon le tableau:

Types de lait						
Metoda 1. caséine g/L						
Metoda 2. caséine g/L						

#### 1.2.4. Dosage volumétrique du lactose

La détermination est effectuée après élimination des protéines.

Réactifs nécessaires:

- Solution de ferrocyanure de potassium à 15%
- solution d'acétate de zinc à 30%
- Solution Fehling I (70g de sulfate de cuivre cristallisé dans 1 litre d'eau distillée)
- Solution Fehling II (350g de sel de Seignette et 100g de NaOH pour 1 litre d'eau distillée)
- solution d'iodure-sulfocyanure (130 g de KSCN ou 100 g de NH<sub>4</sub>SCN et 20 g de KI pour 1 litre d'eau distillée)
- solution diluée de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (340 g d'acide concentré dilué dans 1 litre d'eau distillée)
- Thiosulfate de Na 0,1 N
- solution d'amidon

Comment travailler:

Placer 20 ml de lait dans une fiole jaugée de 200 ml, laver deux fois la pipette d'aspiration avec de l'eau distillée chauffée à 40 ° C. Les liquides de lavage sont également collectés dans le ballon dimensionné. 2 ml de solution de ferrocyanure et 2 ml de solution d'acétate de zinc sont ajoutés goutte à goutte sous agitation continue.

Porter au trait avec de l'eau distillée, agiter vigoureusement et laisser reposer environ 20 minutes. Filtrer sur du papier filtre à porosité moyenne; le filtrat résultant doit être limpide.

Prendre ensuite dans un erlenmeyer de 200 ml 10 ml de solution de Fehling I, 10 ml de solution de Fehling II, 20 ml d'eau distillée, 20 ml de filtrat dilué comme ci-dessus correspondant à 2 ml de lait. Chauffer le flacon à ébullition pendant 6 minutes, puis ajouter 30 ml d'eau distillée et refroidir rapidement à 30 ° C. Ajouter ensuite 5 ml de solution d'iodure-sulfocyanure, 10 ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dilué et titrer rapidement l'iode libéré avec du thiosulfate de Na 0,1 N en présence d'amidon jusqu'à ce que la solution ne recolor pas le bleu pendant 5 minutes. Une solution de titrant V1 est utilisée.

En parallèle, un échantillon témoin est travaillé avec 20 ml d'eau distillée au lieu de lait, en procédant de la même manière que l'échantillon. Une solution de titrant V2 est utilisée.

Calcul des résultats:

Pour calculer la teneur en lactose, le nombre de ml de solution de thiosulfate utilisé pour titrer l'échantillon, V1, est soustrait du volume utilisé pour titrer le contrôle V2.

6,36 mg de cuivre correspondent à 1 ml de thiosulfate. En utilisant le tableau ci-joint, le pourcentage de lactose est calculé.

**LA CHIMIE DES FACTEURS ENVIRONNEMENTAUX, L'HYGIÈNE ET LA NUTRITION**  
**Travaux pratiques – 9**

---

Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 0,1N ml	Lactoză %	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 0,1N ml	Lactoză %	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 0,1N ml	Lactoză %	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 0,1N ml	Lactoză %
10,0	2,31	13,4	3,14	16,8	3,96	20,2	4,82
10,1	2,33	13,5	3,16	16,9	3,98	20,3	4,84
10,2	2,36	13,6	3,19	17,0	4,01	20,4	4,87
10,3	2,38	13,7	3,21	17,1	4,03	20,5	4,89
10,4	2,40	13,8	3,24	17,2	4,06	20,6	4,92
10,5	2,43	13,9	3,26	17,3	4,08	20,7	4,94
10,6	2,45	14,0	3,27	17,4	4,11	20,8	4,97
10,7	2,48	14,1	3,29	17,5	4,13	20,9	4,99
10,8	2,50	14,2	3,32	17,6	4,16	21,0	5,02
10,9	2,52	14,3	3,34	17,7	4,18	21,1	5,04
11,0	2,55	14,4	3,36	17,8	4,21	21,2	5,07
11,1	2,57	14,5	3,39	17,9	4,23	21,3	5,09
11,2	2,60	14,6	3,41	18,0	4,26	21,4	5,12
11,3	2,62	14,7	3,44	18,1	4,28	21,5	5,14
11,4	2,65	14,8	3,46	18,2	4,31	21,6	5,17
11,5	2,67	14,9	3,49	18,3	4,33	21,7	5,20
11,6	2,70	15,0	3,51	18,4	4,36	21,8	5,22
11,7	2,72	15,1	3,53	18,5	4,38	21,9	5,25
11,8	2,75	15,2	3,56	18,6	4,41	22,0	5,28
11,9	2,77	15,3	3,58	18,7	4,43	22,1	5,30
12,0	2,80	15,4	3,61	18,8	4,46	22,2	5,33
12,1	2,82	15,5	3,63	18,9	4,48	22,3	5,35
12,2	2,85	15,6	3,66	19,0	4,51	22,4	5,38
12,3	2,87	15,7	3,68	19,1	4,53	22,5	5,41
12,4	2,90	15,8	3,71	19,2	4,56	22,6	5,43
12,5	2,92	15,9	3,73	19,3	4,58	22,7	5,46
12,6	2,94	16,0	3,76	19,4	4,61	22,8	5,49
12,7	2,97	16,1	3,78	19,5	4,63	22,9	5,51
12,8	2,99	16,2	3,81	19,6	4,66	23,0	5,54
12,9	3,02	16,3	3,83	19,7	4,68	23,1	5,56
13,0	3,04	16,4	3,86	19,8	4,71	23,2	5,59
13,1	3,06	16,5	3,88	19,9	4,73	23,3	5,61
13,2	3,09	16,6	3,91	20,0	4,76	23,4	5,64
13,3	3,11	16,7	3,93	20,1	4,79		