

DESCRIPTION

Titre : Procédé de fabrication d'un fromage

L'invention relève du domaine de l'industrie laitière et se rapporte à la fabrication d'un fromage frais ou affiné. Plus précisément, elle concerne un procédé d'égouttage d'un mélange
5 de lait après sa maturation en vue d'en augmenter la capacité d'égouttage et plus généralement conférer au caillé ainsi égoutté, une aptitude fromagère identique voire améliorée par rapport à un fromage fabriqué par les voies classiques.

Par fromage selon l'invention, on entend tout produit laitier issu d'une maturation d'un lait. Il sera plus spécifiquement fait référence à un lait de vache, de chèvre ou de brebis, ainsi
10 que tout mélange de ces laits, sans que l'invention y soit restreinte. Il peut être en effet envisagé que le procédé soit appliqué à l'obtention d'un fromage à partir de lait de bufflonne.

Selon une voie classique, le processus de fabrication d'un fromage comprend les étapes suivantes :

- pasteurisation du lait collecté pour obtenir du lait pasteurisé ;
- 15 optionnellement, écrémage, total ou partiel, du lait pasteurisé pour recueillir le lait pasteurisé et écrémé d'une part, et la crème d'autre part ;
- ultrafiltration du lait écrémé et récupération d'un rétentat d'ultrafiltration et d'un perméat d'ultrafiltration, respectivement ;
- traitement thermique (ou chauffage) du rétentat d'ultrafiltration et traitement thermique
20 (ou chauffage) de la crème ;
- assemblage de tout ou partie du rétentat d'ultrafiltration chauffé et de tout ou partie de la crème chauffée pour obtenir un mélange laitier standardisé ;
- optionnellement, homogénéisation du mélange laitier standardisé ;
- maturation ;
- 25 égouttage ;
- salage, moulage ou moulage, salage ; et
- optionnellement, affinage.

Avant d'aborder la présentation de l'invention, certains des termes employés dans le texte sont définis.

30 Par lait cru, on entend le lait directement issu de la traite de l'animal. Par lait entier tel qu'il est utilisé en fromagerie, on entend un lait qui a la même composition que le lait cru dont il provient, en particulier la même teneur en matière grasse, mais qui résulte d'un écrémage au moins partiel après lequel il est mélangé avec au moins une partie de la crème issue de l'écra-
35 me, généralement afin d'obtenir un taux de matière grasse déterminé. Selon le procédé de l'invention, le lait de départ est un lait cru ou un lait entier.

Un lait comprend deux types de protéines majoritaires, les caséines essentiellement sous forme de micelles, et les protéines du lactosérum, hydrosolubles, de petites tailles, appelées aussi protéines sériques. Les caséines et les protéines sériques ont des propriétés très différentes, les premières étant stables thermiquement mais coagulant à pH acide, les secondes
5 étant thermosensibles, un chauffage entraînant leur dénaturation, elles forment des agrégats plus ou moins solubles en fonction de leur taille.

En technologie laitière, on distingue les protéines sériques, en fonction de traitement(s) physique(s) qu'on leur applique ; les protéines sériques du lait sont dites natives ; lorsque le lait est soumis à une microfiltration, on les récupère dans le perméat ; un traitement thermique de
10 ces dernières entraîne leur dénaturation, on parle de protéines sériques natives dénaturées ; les protéines sériques présentes dans le sérum issu de l'égouttage du caillé, sont appelées, à ce stade, les protéines de sérum ; soumises à un traitement thermique, elles deviennent insolubles, ce sont les protéines de sérum dénaturées (PSD).

La standardisation d'un lait ou d'une fraction laitière est une étape en fromagerie qui
15 consiste à ajuster la composition du lait ou de la fraction laitière notamment en matière grasse, en matière protéique, en protéines sériques natives, éventuellement dénaturées, et/ou en protéines de sérum, éventuellement dénaturées (PSD) ; elle est en général réalisée par ajout d'une fraction laitière telle qu'une crème, un rétentat ou un perméat de filtration (microfiltration, ultrafiltration) jusqu'à atteindre les teneurs souhaitées.

20 Dans un mélange de lait ou mélange laitier, on inclut, en plus des mélanges de lait résultant de l'application de différents traitements physiques tels que la filtration, le traitement thermique, la standardisation, l'homogénéisation, et qui sont précisés à chaque étape concernée, des mélanges de lait qui peuvent avoir des origines de collecte et animale différentes ou non.

25 Un mélange laitier fromageable est un mélange de fractions laitières qui ont été traitées, séparément ou en mélange, pour transformer le ou les laits d'origine en un produit qui peut être directement caillé en vue de la fabrication d'un fromage, et qui présente des propriétés fromagères supérieures à celles du ou des laits d'origine. Par propriétés fromagères, on entend la capacité d'un caillé à s'égoutter, puis à être mis en forme et développer toutes les qualités
30 organoleptiques recherchées tout en atteignant des performances de rendement matière élevées. Plus l'égouttage est efficace, moins le caillé contient d'eau et plus longtemps le fromage peut être conservé et plus il est apte à l'affinage.

Lors d'un traitement par filtration, on appelle perméat, la fraction qui passe à travers la membrane de filtration et on appelle rétentat, la fraction qui est retenue sur la membrane de
35 filtration.

Par maturation d'un mélange de lait ou laitier, qu'on appelle aussi caillage ou coagulation, on entend l'étape de solidification dudit mélange de lait, par voie lactique, naturelle ou avec l'apport de ferments, résultant de la production d'acide lactique à partir du lactose par les bactéries lactiques présentes dans le lait ou apportées au mélange, ou par voie enzymatique avec l'ajout d'une solution coagulante, comme la présure, au mélange. Dans l'industrie laitière, elle est davantage réalisée en combinant les deux voies, on parle de coagulation mixte. L'étape de maturation est réalisée à une température de 20-45°C. Au cours de ce traitement, les caséines sont coagulées formant le caillé.

L'égouttage est l'étape au cours de laquelle le caillé est débarrassé d'une partie de sa fraction non coagulée à savoir son lactosérum (ou petit lait). Il s'agit d'une étape clé de la fabrication d'un fromage, en ce qu'il en garantit la qualité et la conservation. Il détermine en particulier la quantité de lactosérum résiduel qui impacte directement les propriétés fonctionnelles et organoleptiques du fromage. Cette étape peut mettre en œuvre différentes technologies selon la nature du caillé à égoutter. En technologie lactique qui implique une coagulation mixte (enzymatique et acide), cet égouttage est classiquement effectué par simple drainage du lactosérum sur toile ou sur filtre Berge, par filtration tangentielle comme par exemple l'ultrafiltration, mais aussi par d'autres modes tels que la centrifugation. Ces différents modes peuvent être combinés à un traitement thermique se situant avant ou après l'étape d'égouttage.

Ces techniques présentent cependant des inconvénients.

Un égouttage avec filtre Berge pose les problèmes suivants :

interruption du procédé de fabrication tant que l'opération d'égouttage du caillé n'est pas achevée ;

automatisation difficile et coûteuse de l'étape d'égouttage et pilotage plus ou moins précis du niveau d'égouttage souhaité du caillé ;

hétérogénéité du niveau d'égouttage au sein de la matrice fromagère ;

importantes pertes de matières dans le lactosérum ;

nécessité de multiplier les équipements d'égouttage et importance de la surface nécessaire occupée au sol en fonction de la capacité de production recherchée ;

durée de nettoyage et consommations importantes de produits chimiques et d'eau pour le nettoyage des équipements d'égouttage ;

coûts de maintenance élevés pour l'entretien des équipements d'égouttage.

Quelle que soit la technique d'égouttage utilisée, on obtient un extrait sec maximum limité et insuffisant pour une certaine gamme de fromages destinés à être affinés, il est généralement inférieur à 38% d'extrait sec (ES) par rapport au fromage (p/p) pour un rapport de la matière grasse (MG) sur l'extrait sec, MG/ES, allant de 45 à 55%.

En combinant à la fois un traitement spécifique du lait avant son caillage et un égouttage particulier du caillé, l'invention apporte une solution à la plupart des problèmes précités.

Ainsi l'invention concerne un procédé de fabrication d'un fromage frais ou affiné à partir d'un mélange laitier fromageable contenant, d'une part, une ou plusieurs fractions laitières choisies parmi les réténats d'une microfiltration d'un lait écrémé pasteurisé, les réténats d'une
5 ultrafiltration d'un lait entier ou d'un lait écrémé pasteurisé, et les réténats d'une ultrafiltration d'un perméat de microfiltration d'un lait écrémé pasteurisé, et d'autre part de la crème, ledit procédé comprenant les étapes suivantes :

- (I) préparation du mélange laitier fromageable par
 - (li) traitement thermique de la ou des fractions laitières et de la crème,
10 respectivement, à une température de 65–120°C, pendant 30-900 secondes ;
 - (lii) mélange de la ou des fractions laitières et de la crème traités thermiquement pour obtenir le mélange laitier ; et
 - (liii) standardisation dudit mélange laitier par ajustement de la teneur en matière
15 protéique du mélange chauffé à 3-10% (p/p) par rapport au mélange et ajustement de la teneur en matière grasse du mélange chauffé à 3-10% (p/p) par rapport au mélange pour obtenir ledit mélange laitier fromageable ; ou
 - (li') mélange de la ou des fractions laitières et de la crème pour obtenir le mélange laitier;
 - 20 (lii') traitement thermique du mélange laitier, à une température de 65–120°C, pendant 30-900 secondes ; et
 - (liii') standardisation du mélange laitier par ajustement de la teneur en matière protéique du mélange à 3-10% (p/p) par rapport au mélange et ajustement de la teneur en matière grasse du mélange à 3-10% (p/p) par rapport au mélange pour obtenir ledit
25 mélange laitier fromageable ;
 - (II) maturation (ou caillage) du mélange laitier fromageable pour obtenir un caillé ;
 - (III) égouttage du caillé ;
 - (IV) refroidissement du caillé égoutté ;
 - (V) salage et moulage, ou moulage et salage ; et
 - 30 (VI) optionnellement affinage,
- procédé selon lequel, après l'étape (II), tout ou partie du caillé est traité thermiquement et en ce qu'à l'étape (III) ledit caillé chauffé est égoutté par au moins une ultrafiltration puis est homogénéisé.

L'homogénéisation est essentielle, elle peut être effectuée par une technologie choisie
35 parmi la haute pression, par exemple à une pression de 5-800 bars, ou des phénomènes de cisaillement appliqués au mélange à homogénéiser.

La partie ou la totalité du caillé issue de l'étape (II) et avant son égouttage par ultrafiltration (III), est traitée thermiquement, de préférence à une température de 25 à 60°C, pendant de quelques secondes à 600 secondes. Cette étape facultative correspond à un réchauffement du caillé destiné à optimiser les performances d'égouttage.

5 Avantageusement, l'égouttage de la fraction de caillé chauffé est effectué par deux ultrafiltrations consécutives.

Selon une variante, la totalité du caillé est traitée thermiquement (ou réchauffée) puis égouttée par au moins une ultrafiltration, de préférence deux ultrafiltrations.

10 Dans des modes préférés, l'étape d'ultrafiltration(s) répond aux caractéristiques suivantes qui peuvent être considérées seules ou indifféremment combinées les unes avec les autres.

La membrane d'ultrafiltration est une membrane céramique ou organique, de préférence une membrane organique et mieux encore une association d'au moins une membrane spirale organique et d'au moins une membrane plane organique.

15 Avantageusement la ou les ultrafiltrations du caillé est/sont effectuée(s) au niveau de la membrane spirale avec une pression d'environ 1,5-3 bars en entrée et de 1-2 bars en sortie, et au niveau de la membrane plane avec une pression d'environ 5 à 10 bars en entrée et de 0,5 à 2 bars en sortie.

20 Au moins une des membranes ou toutes les membranes de filtration ont un seuil de coupure (MWCO) de 10-50 kDa, et préférentiellement de 10-20 kDa.

Selon une variante, la standardisation du mélange laitier (liii) ou (liiii) peut en outre comprendre un ajustement de la teneur en protéines sériques natives traitées thermiquement de 0-20% (p/p) par rapport à la matière protéique totale dudit lait standardisé.

25 Le procédé de l'invention peut comprendre d'autres étapes intermédiaires d'homogénéisation du mélange laitier en cours de traitement. Ainsi, une ou des homogénéisations peuvent être prévues au cours de l'étape de préparation du mélange laitier fromageable (I), notamment après l'une quelconque des sous-étapes (li), (lii), (liii), (li'), (lii'), (liii'). L'homogénéisation peut être effectuée par une technologie choisie parmi la haute pression, par exemple à une pression de 5-800 bars, ou des phénomènes de cisaillement appliqués au
30 mélange à homogénéiser.

Dans un mode où tout le caillé n'est pas traité thermiquement et soumis à une ou plusieurs ultrafiltrations, le procédé de l'invention peut en outre comprendre une étape d'égouttage de l'autre partie du caillé non soumise à un chauffage et à une ultrafiltration, qui peut être conduite par une technique classique, par exemple sur filtre Berge. A l'issue, cette partie du
35 caillé ainsi égouttée, ou rétentat, et le perméat peuvent être récupérés.

La partie du caillé égoutté classiquement et le caillé égoutté par ultrafiltration sont refroidis et sont avantageusement réunis avant le moulage ou le salage. Cette variante ne nuit pas significativement à l'aptitude fromagère du caillé ainsi obtenu. Dans ces conditions, le perméat du caillé égoutté classiquement est récupéré, il peut être soumis à une ultrafiltration et le filtrat résultant qui contient les protéines de sérum peut être soumis à un traitement thermique pour obtenir des protéines de sérum dénaturées (PSD) qui sont avantageusement recyclées en amont du procédé au cours de la standardisation (liii) ou (liii') du mélange laitier à l'étape (I) de préparation du mélange laitier fromageable.

Selon une variante, le refroidissement du caillé à l'étape (IV) est réalisé par abaissement de la température à une valeur de 0-30°C.

L'intérêt du procédé de l'invention est renforcé s'il est combiné à un procédé d'obtention particulier du mélange laitier fromageable. Tout en améliorant les performances de l'égouttage, l'obtention d'un mélange laitier fromageable tel que décrit ci-dessous conduit à un lait standardisé, idéalement adapté au type de fromage à fabriquer.

Ainsi, ledit mélange est obtenu à partir de lait de vache, de chèvre ou de brebis, mais aussi d'autres mammifères, et à tout mélange de ces laits. De préférence, selon l'invention, c'est un lait de chèvre, éventuellement en mélange avec du lait de vache. Ainsi, le procédé de l'invention peut en outre comprendre les étapes suivantes :

- a) pasteurisation du lait cru ;
 - b) écrémage du lait entier pasteurisé et récupération du lait écrémé d'une part et de la crème d'autre part ;
 - c) microfiltration du lait écrémé et récupération du rétentat de microfiltration ;
- le rétentat de microfiltration récupéré à l'étape c) étant une fraction laitière destinée à être mélangée à la crème récupérée à l'étape b) en vue de la préparation dudit mélange laitier fromageable préparé à l'étape (I).

Selon une variante préférée de l'invention, l'écémage c) du lait entier est maximal, voire total.

La microfiltration c) va permettre le passage à travers la membrane de filtration d'une partie des protéines solubles, et la retenue par cette membrane des macromolécules, à savoir les micelles de caséine, la matière grasse résiduelle et les bactéries éventuellement présentes.

Dans une mise en œuvre particulière du procédé, la microfiltration du lait écrémé c) est réalisée sur une membrane de microfiltration dont le diamètre moyen des pores est de 0,1-10 µm et de préférence 0,1-3 µm. La membrane de microfiltration peut être une membrane céramique ou une membrane organique, de préférence c'est une membrane céramique et mieux encore une membrane céramique à gradient de perméabilité (GP).

La microfiltration du lait écrémé c) est, selon un mode particulier, effectuée en appliquant une différence de pression de 1-2 bars entre l'entrée et la sortie de la membrane de microfiltration, de préférence 1,5-2 bars. Avantageusement la pression à l'entrée est de 2-4 bars et la pression à la sortie est de 0,5-2 bars.

5 Après la microfiltration du lait écrémé c) selon la variante ci-dessus, le rétentat de microfiltration constituant une fraction laitière et la crème destinés à la préparation du mélange laitier fromageable (I) sont soumis à un traitement thermique (II), séparément, ou (lii') mélangés au préalable. Il peut être conduit à une température de 65-120°C, avantageusement de 80-95°C, pendant 30-900 secondes, avantageusement pendant 50-600 secondes.

10 Selon une variante, le procédé ci-dessus peut être complété par les étapes suivantes :
d) récupération du perméat de microfiltration de l'étape c), ultrafiltration dudit perméat et récupération du rétentat d'ultrafiltration,

e) traitement thermique de tout ou partie dudit rétentat d'ultrafiltration à une température de 65-100°C pendant 30-900 secondes, et

15 f) mélange du rétentat d'ultrafiltration chauffé avec le mélange de l'étape lii) ou le mélange de l'étape lii') lors des étapes liii) et liii'), respectivement, pour obtenir un mélange laitier fromageable.

L'ultrafiltration permet de retenir et de concentrer dans le rétentat les protéines sériques natives qui sont présentes dans le perméat issu de la microfiltration du lait écrémé.

20 Dans cette variante, il est avantageux que la teneur en protéines solubles dans le rétentat d'ultrafiltration récupéré à l'étape d) soit de 0-10,0% (p/p) par rapport à la teneur initiale en protéines solubles du lait écrémé microfiltré de l'étape c), de préférence de 0,3 à 0,6% et cela quelle que soit la période de l'année.

A l'étape e) de cette variante, le traitement thermique du rétentat d'ultrafiltration est de préférence conduit à une température de 78-90°C, pendant 50-600 s.

De manière optionnelle mais préférée, il est prévu que, après l'étape e) et avant l'étape f), le rétentat d'ultrafiltration chauffé soit homogénéisé.

Il peut aussi être prévu que le procédé comprenne une étape de récupération d'au moins une partie dudit rétentat d'ultrafiltration f) puis une étape de séchage dudit rétentat d'ultrafiltration ainsi récupéré en vue d'une utilisation en alimentation ou complémentation humaine.

30 Un procédé de l'invention est décrit plus en détail à l'appui des Figures 1 et 2 qui sont des diagrammes représentant une mise en œuvre d'un procédé de l'invention depuis l'étape a) de pasteurisation du lait jusqu'à l'étape VI d'obtention d'un fromage affiné, une bûche de chèvre affinée, illustrant certaines variantes préférentielles avec l'ajout d'étapes considérées comme optionnelles, mais concourant à l'obtention d'un fromage qui a les propriétés recherchées.

Dans ces figures, un lait cru ou un lait entier de chèvre est pasteurisé et soumis à un écrémage dans une écrémeuse, par exemple par centrifugation. L'écémage peut être réalisé sur lait froid ou chaud. Il peut même être effectué pendant la pasteurisation, par exemple dans un séparateur centrifuge, comme c'est couramment pratiqué dans l'industrie laitière. Tout traitement complémentaire du lait cru, voire du lait pasteurisé, permettant d'optimiser l'écémage peut être entrepris, tel qu'une clarification dans un clarificateur. Avantageusement, on obtient un lait écrémé ayant un taux de matière grasse de 0,05-0,1% (p/p).

Avant d'être soumis à une microfiltration selon le procédé de l'invention destinée à séparer les fractions protéiques et plus précisément à retenir les micelles de caséine dans le rétentat, le perméat ne contenant plus que les protéines sériques de petites tailles, le lait écrémé est de préférence chauffé à une température de l'ordre de 50°C afin d'optimiser le rendement de microfiltration.

La microfiltration (MF) est effectuée sur un module membranaire de 4,56 m² équipé d'une membrane céramique commercialisée sous la marque Membralox® P1940 GP dont le diamètre des pores est de 0,1 µm. Le débit d'alimentation est de 400 l/h et la pression à l'entrée du module membranaire céramique GP est d'environ 3 bars et de 1 bar à la sortie. Le facteur de réduction volumique ou facteur de concentration (FRV) appliqué au lait écrémé au cours de l'étape de microfiltration est d'environ de 2,2. Le FRV est défini comme le rapport du volume de lait écrémé initial (à traiter) au volume du rétentat, à un instant donné.

La voie (li)-(liii) de l'étape (I) du procédé de l'invention est illustrée sur la Figure 1. Ainsi, le rétentat de microfiltration est chauffé à une température de 65-120°C pendant une durée de 30-900 secondes. A titre d'exemple, le chauffage est réalisé à 75°C pendant 60 secondes. Comme le prévoit une variante préférentielle du procédé de l'invention, le rétentat de microfiltration lii) est ensuite homogénéisé. Cette étape vise à disperser les particules de matières grasses afin de conférer au mélange une texture homogène. L'homogénéisation est effectuée sous haute pression de 60 bars. Puis la crème est ajoutée en vue de l'étape de standardisation (liii).

La voie (li')-(liii') de l'étape (I) du procédé de l'invention est illustrée sur la Figure 2. Ainsi, le rétentat de microfiltration et la crème sont mélangés puis le mélange est chauffé à une température de 65-120°C pendant une durée de 30-900 secondes. A titre d'exemple, le chauffage est réalisé à 75°C pendant 60 secondes. Comme le prévoit une variante préférentielle du procédé de l'invention, le mélange du rétentat de microfiltration et de crème lii') est ensuite homogénéisé. Cette étape vise à disperser les particules de matières grasses afin de conférer au mélange une texture homogène. L'homogénéisation est effectuée sous haute pression de 60 bars.

Dans une mise en œuvre particulière du procédé décrit précédemment exposée, le perméat de microfiltration contenant les protéines sériques de petites tailles ci-dessus (4-5 g/l de protéines sériques natives) est récupéré et est concentré à froid par ultrafiltration (UF) (FRV d'environ 6) sur un module membranaire d'ultrafiltration à spirale organique Dairy-Pro® (Koch Membrane Systems) possédant un seuil de coupure de 20 kDa. Ce rétentat d'ultrafiltration est par la suite chauffé selon l'étape e) à une température de 80°C durant 300 secondes. Avant d'être mélangé avec le mélange lii', le rétentat d'ultrafiltration chauffé est homogénéisé ; l'homogénéisation est effectuée sous haute pression de 20 bars. Il est ensuite mélangé selon l'étape f) au mélange du rétentat de microfiltration et de crème lii') homogénéisé. Le mélange ainsi obtenu a la composition suivante extrait sec (ES) de 13-25% (m/m), un taux de matière grasse (MG) de 3-10% (m/m) correspondant à 50 à 120% de la matière grasse du lait entier, et un rapport de matière grasse (MG) à la matière protéique (MP), MG/MP allant de 0,4-1,35.

Le mélange laitier fromageable ainsi obtenu à l'issue de l'étape I est mis à cailler selon l'étape II, durant 18 heures à 26°C jusqu'à atteindre un pH de 4,75.

Dans le procédé illustré, le caillé résultant est soumis à un égouttage par deux ultrafiltrations (UF) (rassemblées sous l'étape III). Afin d'optimiser le rendement d'égouttage, le caillé est d'abord chauffé à une température de 45°C, avant l'étape d'ultrafiltration. La première ultrafiltration est conduite sur un module membranaire à spirale organique commercialisé sous la marque SYNDER® MQ 5 B 3838 de 3,53 m² équipé de membranes dont le seuil de coupure est de 50 kDa. Le rétentat de cette première ultrafiltration est ensuite ultrafiltré sur un module membranaire plan organique de 2,25 m² commercialisé sous la marque NADIR® PM UH050 M37N équipé de membranes dont le seuil de coupure est de 50 kDa. Le débit d'alimentation de l'équipement est de 400 l/h et le débit de recirculation du produit au niveau des membranes planes est d'environ 15 000 l/h avec une pression en entrée de 6 bars et une pression en sortie de 1,5 bars. Le facteur de réduction volumique (FRV) appliqué au lait au cours de l'étape d'ultrafiltration est d'environ de 2.

Le caillé ainsi égoutté a un extrait sec d'environ 38-40% (m/m).

Il est homogénéisé sous haute pression de 100 bars. Il est ensuite refroidi (étape IV) à 10°C, puis salé et moulé (étape V) et affiné (étape VI) dans les conditions habituelles de la fabrication des buchettes lactiques de chèvre.

Comme le prévoit une variante du procédé de l'invention décrite précédemment, une partie du caillé issu de l'étape (II) n'est pas égouttée par ultrafiltration mais l'est pas un procédé classique, par exemple sur filtre Berge. Les caillés égouttés, respectivement par ultrafiltration et sur filtre Berge sont mélangés au moment du salage, puis ensemble moulés et affinés.

Dans une étape complémentaire optionnelle, le perméat de la filtration sur filtre Berge est soumis à une ultrafiltration puis chauffé à une température de pasteurisation pour être ensuite

recyclé en amont du procédé à l'étape I de préparation du mélange laitier fromageable à l'étape liii'). Ce perméat concentré et traité thermiquement contient majoritairement des protéines sériques dénaturées (PSD).

Le fromage ainsi fabriqué possède les caractéristiques suivantes :

- 5 sa composition est parfaitement maîtrisée (régularité) en terme d'extrait sec et de gras (MG)/sec ; le procédé selon l'invention permet d'obtenir un fromage ayant un taux d'extrait sec élevé dépassant 40% et pouvant atteindre 45%, avec un rapport MG/ES de 45 à 55% ;
- sa texture est ferme, fine et fondante ;
- il s'affine progressivement dans le temps, en développement des arômes
- 10 caractéristiques ;
- sa durée de conservation est adaptée à l'ensemble des réseaux de distribution ;
- il est adapté à différents types d'usage, en plateau, en cuisine ou en snacking, à chaud (four, plancha ...) ou à froid

REVENDICATIONS

1. Procédé de fabrication d'un fromage frais ou affiné à partir d'un mélange laitier fromageable contenant, d'une part, une ou plusieurs fractions laitières choisies parmi les
5 rétentats d'une microfiltration d'un lait écrémé pasteurisé, les rétentats d'une ultrafiltration d'un lait entier ou d'un lait écrémé pasteurisé et les rétentats d'une ultrafiltration d'un perméat de microfiltration d'un lait écrémé pasteurisé, et d'autre part de la crème, ledit procédé comprenant les étapes suivantes :
- (I) préparation du mélange laitier fromageable par
10 (li) traitement thermique de la ou des fractions laitières et de la crème, respectivement, à une température de 65–120°C, pendant 30-900 secondes ;
(lii) mélange de la ou des fractions laitières et de la crème traitées thermiquement pour obtenir le mélange laitier ; et
(liii) standardisation du mélange laitier chauffé par ajustement de la teneur en
15 matière protéique du mélange à 3-10% (p/p) par rapport au mélange et ajustement de la teneur en matière grasse du mélange à 3-10% (p/p) par rapport au mélange pour obtenir un mélange laitier fromageable ; ou
(li') mélange de la ou des fractions laitières et de la crème pour obtenir le mélange laitier;
20 (lii') traitement thermique du mélange laitier à une température de 65–120°C, pendant 30-900 secondes ; et
(liii') standardisation du mélange laitier chauffé par ajustement de la teneur en matière protéique du mélange à 3-10% (p/p) par rapport au mélange et ajustement de la teneur en matière grasse du mélange à 3-10% (p/p) par rapport au mélange pour obtenir
25 un mélange laitier standardisé pour obtenir un mélange laitier fromageable ;
(II) maturation (ou caillage) du mélange laitier fromageable pour obtenir un caillé ;
(III) égouttage du caillé ;
(IV) refroidissement du caillé égoutté ;
(V) salage et moulage, ou moulage et salage ; et
30 (VI) optionnellement affinage,
ledit procédé étant caractérisé en ce que :
après l'étape (II), tout ou partie du caillé est traité thermiquement, et
à l'étape (III) ledit caillé chauffé est égoutté par au moins une ultrafiltration puis est
homogénéisé.
35 2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que, à l'étape (III), ledit caillé chauffé est égoutté par deux ultrafiltrations consécutives.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que, à l'étape (III), la membrane d'ultrafiltration est une membrane céramique ou organique, de préférence une membrane organique et mieux encore une association d'au moins une membrane spirale organique et d'au moins une membrane plane organique.

5 4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que, à l'étape (III), la ou les ultrafiltrations du caillé chauffé est/sont effectuée(s) au niveau de la membrane spirale avec une pression d'environ 1,5-3 bars en entrée et de 1-2 bars en sortie, et au niveau de la membrane plane avec une pression d'environ 5-10 bars en entrée et de 0,5-2 bars en sortie.

10 5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que, à l'étape (III), les membranes d'ultrafiltration ont un seuil de coupure (MWCO) de 10-50 Kda, et préférentiellement de 10-20 Kda.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que le traitement thermique de tout ou partie du caillé après l'étape (II) est effectué à une température de 25-60°C, pendant de quelques secondes à 600 secondes.

15 7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que, au cours de l'étape (I) et de préférence après l'étape (ii) ou (iii)', le mélange laitier est homogénéisé.

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que l'homogénéisation est effectuée par une technologie choisie parmi la haute pression ou des phénomènes de cisaillement appliqués au mélange à homogénéiser.

20 9. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce que l'homogénéisation est effectuée par haute pression de 5-800 bars.

10. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que la standardisation du mélange laitier (liii) ou (liii') comprend en outre un ajustement de la teneur en protéines sériques natives traitées thermiquement de 0-20% (p/p) par rapport à la matière protéique totale dudit lait standardisé.

25 11. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que le refroidissement du caillé à l'étape (IV) est réalisé par abaissement de la température à une valeur de 0-30°C.

30 12. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, caractérisé en ce que la partie du caillé non chauffé et non égoutté par une ultrafiltration est soumise à un égouttage classique, par exemple sur filtre Berge ;

l'autre partie du caillé chauffé et égoutté par ultrafiltration est homogénéisé puis refroidi (IV), et les caillés ainsi égouttés sont réunis avant le moulage ou le salage (V).

35 13. Procédé selon la revendication 12, caractérisé en ce que le perméat du caillé égoutté classiquement est soumis à une ultrafiltration et le rétentat d'ultrafiltration qui en est issu est soumis à un traitement thermique.

14. Procédé selon la revendication 13, caractérisé en ce que le rétentat d'ultrafiltration chauffé est recyclé en amont du procédé au cours de la standardisation (liii) ou (liii') du mélange laitier à l'étape (I) de préparation du mélange laitier fromageable.

15. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 14, caractérisé en ce que ledit mélange laitier est obtenu à partir d'un lait cru ou lait entier de chèvre, de brebis ou de vache, ledit procédé comprenant en outre les étapes suivantes :

a) pasteurisation du lait cru ou du lait entier ;

b) écrémage du lait pasteurisé et récupération du lait écrémé d'une part et de la crème d'autre part ;

10 c) microfiltration du lait écrémé et récupération du rétentat de microfiltration ;

le rétentat de microfiltration récupéré à l'étape c) étant une fraction laitière dudit mélange laitier à l'étape (I).

16. Procédé selon la revendication 15, caractérisé en ce que la microfiltration du lait écrémé c) est réalisée sur une membrane de microfiltration dont le diamètre moyen des pores est de 0,1-10 µm et de préférence 0,1-3 µm.

17. Procédé selon la revendication 15 ou 16, caractérisé en ce que le traitement thermique appliqué au rétentat de microfiltration et à la crème en mélange (lii') ou séparément (li) est conduit à une température de 65-120°C, de préférence de 80-95°C, pendant 30-900 secondes, de préférence de 50-600 secondes.

18. Procédé selon l'une quelconque des revendication 15 à 17, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

d) récupération du perméat de microfiltration de l'étape c), ultrafiltration dudit perméat et récupération du rétentat d'ultrafiltration,

25 e) traitement thermique de tout ou partie dudit rétentat d'ultrafiltration à une température de 65-100°C, de préférence 78-90°C, pendant 30-900 secondes, de préférence 50-600 secondes, et

f) mélange du rétentat d'ultrafiltration chauffé avec le mélange de l'étape lii) ou le mélange de l'étape lii') lors des étapes liii) et liii'), respectivement, pour obtenir un mélange laitier fromageable.

19. Procédé selon la revendication 18, caractérisé en ce que la teneur en protéines solubles dans le rétentat d'ultrafiltration récupéré à l'étape d) est de 0-10,0% (p/p) par rapport à la teneur initiale en protéines solubles du lait écrémé microfiltré de l'étape c), de préférence de 0,3 à 0,6% et cela quelle que soit la période de l'année.

20. Procédé selon la revendications 18 ou 19, caractérisé en ce que, après l'étape e) et avant l'étape f), le rétentat d'ultrafiltration chauffé est homogénéisé sous une pression de 5 à 800 bars.

21. Procédé selon l'une quelconque des revendications 18 à 20, caractérisé en ce qu'il comprend une étape de récupération d'au moins une partie dudit rétentat d'ultrafiltration f) puis une étape de séchage dudit rétentat d'ultrafiltration ainsi récupéré en vue d'une utilisation en alimentation ou complémentation humaine.