

DESCRIPTION**TITRE : BEURRE DE TOURAGE ET PROCEDE DE FABRICATION**

L'invention relève du domaine de l'industrie laitière et se rapporte à la fabrication d'un beurre de tourage à haute teneur en butane-2,3-dione.

5 Le beurre est obtenu à partir de la crème du lait, par barattage, une opération mécanique de forte agitation au cours de laquelle la matière grasse de la crème est séparée du babeurre et récupérée sous forme de grains agglomérés qui sont malaxés, après un éventuel lavage à l'eau, pour obtenir une texture lisse. En Europe, la dénomination « beurre » correspond à un beurre contenant au moins 82 % de matière grasse, au plus 16 % d'eau et au plus 2 % d'extrait sec
10 dégraissé (essentiellement lactose, caséine et sels minéraux) de lait de vache, les pourcentages étant exprimés en poids par rapport au poids du beurre. Cette définition s'inscrit dans le cadre du règlement CE N°1234/2007 portant plus largement sur les corps gras jaunes tartinables. Dans certains pays comme les Etats-Unis, la réglementation (USDA, Département de l'agriculture des Etats-Unis) stipule que le beurre a un pourcentage de matière grasse d'au moins 80%.

15 Toutefois, selon l'origine du lait, notamment l'alimentation de l'animal, la saison à laquelle le lait est collecté, en fonction de la crème utilisée, par exemple une crème de lait cru ou une crème de lait pasteurisé, une crème allégée, une crème plus ou moins maturée, mais aussi en fonction des traitements appliqués au beurre, tels qu'une cristallisation fractionnée, un salage, il existe différents types de beurre qui ne répondent pas tous aux mêmes critères.

20 Le beurre de tourage, ou beurre sec, est un beurre à teneur élevée en matière grasse et à teneur faible en eau, lui conférant des propriétés plastifiantes que ne possède pas un beurre standard. Pour ces raisons, c'est le beurre utilisé par les pâtisseries pour confectionner la pâte feuilletée où il y est présent en teneurs variables selon le produit feuilleté, cru à cuire ou cuit, sucré ou salé.

25 La technique de fabrication des pâtes feuilletées comprend la préparation d'une pâte à base essentiellement de farine et d'eau, la détrempe, puis le feuilletage qui consiste à incorporer le beurre sous forme de bandes à la détrempe, sans les mélanger, pour obtenir une structure alternée de couches de détrempe et de beurre. Cette structure est ensuite pliée plusieurs fois au cours d'une opération dite de tourage, puis laminée pour réduire l'épaisseur à quelques
30 millimètres. Pour obtenir après cuisson une pâte feuilletée bien alvéolée et développée, le choix du beurre est déterminant, il doit en effet se maintenir en couches continues et homogènes et ne pas se mélanger à la détrempe.

Ainsi, le beurre de tourage obtenu par procédé de fractionnement destiné à cette utilisation est généralement un beurre ayant un taux de matière grasse d'au moins 84 % et une
35 teneur en acides gras saturés plus élevée que le beurre traditionnel pour avoir un point de fusion d'au moins 30 °C, pouvant aller jusqu'à 40 °C. Il est aussi avantageusement obtenu à partir d'une

crème qui a subi une maturation par un traitement thermique, on parle de maturation physique, et/ou par fermentation avec l'ensemencement de ferments lactiques, on parle de maturation biologique. Au cours de cette/ces étape(s) de maturation, la crème va développer des arômes et des qualités organoleptiques et rhéologiques qui seront retrouvés dans le beurre de tourage qui en sera issu.

Le beurre reste un produit très réglementé et, au cours de sa fabrication, le bêta-carotène est le seul additif autorisé. Il existe depuis quelques années des « beurres » aromatisés, mais ceux-ci sont davantage destinés à une consommation directe, et ne peuvent pas, ni réglementairement, ni techniquement, être utilisés comme beurre de tourage. Pour cette raison, il est difficile d'améliorer les qualités gustatives d'un beurre de tourage et dans l'hypothèse où elles pourraient l'être, elles doivent résister aux conditions de confection d'une pâte feuilletée afin de les retrouver dans le produit feuilleté.

Dans l'article M. Kashaninejad et al., International Journal of Dairy Technology, vol. 70, N°1 (2017), les auteurs ont étudié l'influence de plusieurs paramètres, dans un procédé de fabrication d'un beurre comprenant les étapes suivantes :

pasteurisation du lait (78°C pendant 30 s) au moyen d'un échangeur thermique à plaque, écrémage du lait pasteurisé par centrifugation à 40°C pour récupérer la crème du lait, standardisation de la crème à 40% de matières grasses, pasteurisation de la crème (88°C pendant 90 s), refroidissement immédiat à 6°C, maturation de la crème pasteurisée (18°C pendant 3h) refroidissement et maintien à 6°C, barattage de la crème maturée pour obtenir des grains de beurre, séparation du beurre et du babeurre et lavage des grains de beurre à 8°C malaxage des grains de beurre dans la baratte à faible vitesse (15 min) puis plus rapidement (1 min) pour obtenir le beurre, et stockage à 5°C pendant une semaine.

Au bout d'une semaine, le beurre est maintenu pendant 4h à différentes températures (5, 7, 10, 13 et 15°C) puis extrudé dans différentes conditions (taux de cisaillement : 500-1750 s⁻¹). Après 15 jours de stockage aux différentes températures (5, 7, 10, 13 et 15°C), les analyses sont effectuées.

Cette étude montre l'effet des paramètres ci-dessus sur l'indice d'acidité du beurre, sur sa couleur et ses propriétés rhéologiques, mais sans évoquer une quelconque spécificité pour la fabrication d'un beurre de tourage.

Selon l'invention, il a été mis au point un procédé de fabrication en continu d'un beurre de tourage qui grâce aux étapes mises en œuvre permet d'obtenir un beurre qui a conservé la teneur en diacétyl de la crème maturée d'origine.

Le diacétyl, ou butane-2,3-dione, ou butanedione, l'arôme du beurre, est un produit
5 secondaire de la fermentation de la crème, qui est utilisé comme ingrédient alimentaire pour donner un goût de beurre à un aliment ou renforcer le goût de beurre d'un aliment.

Grâce au procédé de l'invention conduit à froid, la teneur en diacétyl dans le beurre de tourage est supérieure à celle d'un beurre de tourage classique, sans un quelconque apport exogène de diacétyl. Cette présence amplifie la perception de la saveur de beurre qui est
10 intégralement retrouvée dans le produit feuilleté élaboré à partir dudit beurre.

Par apport exogène de diacétyl, on entend un ajout de diacétyl en tant qu'ingrédient par opposition au diacétyl qui ne résulte que de la maturation biologique de la crème, ou diacétyl endogène.

Il a en outre été découvert que le beurre de tourage ainsi fabriqué possède de meilleures
15 propriétés plastifiantes que le beurre de tourage connu, facilitant l'opération de tourage et permettant d'obtenir une pâte présentant une grande qualité de feuilletage.

Ainsi, l'invention apporte un beurre de tourage, à haute teneur en butane-2,3-dione, répondant aux caractéristiques suivantes :

il a une teneur en butane-2,3-dione (ou diacétyl) ne provenant que de la
20 maturation biologique de la crème, qui va de 0,5 ppm à 3 ppm, de préférence de 0,8 ppm à 3 ppm, mieux encore de 1 ppm à 3 ppm, et

il présente une ductilité telle que, dans un essai de flexion 3 points réalisé sur un échantillon dudit beurre, ledit beurre ayant été maintenu 15 jours à 4 °C et ledit échantillon ayant été lui-même maintenu pendant 24 heures à 4 °C et ayant une dimension de 17 cm de
25 longueur sur 2 cm de largeur et 1,8 cm de hauteur, par l'application d'un cylindre de compression d'un diamètre de 10 mm et d'une longueur de 93 mm, avec une cellule de force de 5kg 5g à raison de 2 mm/s entre 2 points fixes distants de 5 cm sur une distance de 30 mm, aucune rupture totale n'est détectable à l'œil nu.

Comme dit précédemment, le diacétyl est un ingrédient qui pourrait être ajouté pour
30 rehausser l'arôme du beurre et celui du produit feuilleté fabriqué à partir de ce beurre. Cependant, selon une variante préférée de l'invention, le beurre de tourage ne contient pas de butane-2,3-dione exogène, à savoir qui ne provient pas de la maturation biologique de la crème. Dans ces conditions, ce beurre de tourage peut répondre aux caractéristiques d'un beurre AOP (Appellation d'Origine Protégée) telles que définies dans l'Arrêté du 5 novembre 2020 relatif à la
35 modification du cahier des charges de l'appellation d'origine protégée « Beurre de Charentes-Poitou »/« Beurre des Charentes »/« Beurre des Deux-Sèvres.

Avantageusement, un beurre de l'invention répond en outre aux propriétés suivantes :

teneur en matière grasse d'au moins 82% (p/p),

teneur en eau d'au plus 16% (p/p), et

teneur de la fraction protéique d'au plus 2% (p/p),

5 les pourcentages étant donnés par rapport au beurre.

Et mieux encore, il répond en outre à au moins l'une, voire les deux caractéristiques suivantes :

densité d'au moins 0,95, et

résistance d'au moins 8 N à 8°C après 15 jours à 4°C.

10 Sous une forme préférée, les solides sont sous forme d'un réseau cristallin organisé, comprenant peu ou pas de cristaux nodulaires. En effet, ceux-ci peuvent être un obstacle à la réalisation d'une bonne détrempe lors de la fabrication de la pâte feuilletée. Ainsi, de préférence, un beurre de l'invention est exempt de cristaux nodulaires.

L'invention concerne aussi un procédé de fabrication d'un beurre de tourage à partir d'un
15 lait de vache, ledit procédé comprenant les étapes suivantes :

pasteurisation du lait,

écrémage du lait pasteurisé pour récupérer la crème du lait,

pasteurisation de la crème,

maturation de la crème pasteurisée comprenant au moins une maturation biologique,

20 barattage de la crème maturée pour obtenir des grains de beurre,

malaxage des grains de beurre pour obtenir le beurre,

ledit procédé mettant en œuvre les étapes suivantes à la suite du malaxage,

au moins un cycle, de préférence au moins deux cycles, de traitement du beurre, identiques ou différents, le ou les cycles comprenant une étape de cisaillement mécanique dudit

25 beurre de 500 s^{-1} à 3000 s^{-1} ; et un refroidissement du beurre d'au moins 12 °C avec des cinétiques comprises de -7,0 °C/min à -45 °C/min ; et

une cristallisation du beurre ainsi cisailé et refroidi.

Le cisaillement mécanique du beurre ci-dessus de 500 s^{-1} à 3000 s^{-1} (aussi appelé taux de cisaillement) permet de conférer à celui-ci un apport énergétique compris entre 14 kJ/kg et
30 42 kJ/Kg.

Selon l'invention, les étapes précitées sont conduites dans les conditions suivantes, considérées seules et de préférence en combinaison.

Le ou les cycles de refroidissement du beurre cisailé est de préférence réalisé au moyen d'un échangeur thermique à surface raclée.

35 Selon une variante, le refroidissement du beurre est d'au moins 12 °C avec des cinétiques comprises de -7,0 °C/min à -40 C/min.

La cristallisation du beurre cisailé et refroidi est effectuée par un temps de repos d'au moins 5 minutes, de préférence de 5-15 minutes, et mieux encore de 9-13 minutes, à une température de 5-16 °C. Elle est avantageusement réalisée dans un tube de repos.

5 Un procédé de l'invention peut être optimisé en termes de qualité du beurre de tourage fabriqué en opérant la maturation biologique de la crème pasteurisée avant le barattage par l'ajout de ferments lactiques et un maintien à une température de 7-21 °C de 16-48 h. Il s'agit de ferments de culture aromatique et acidifiante mésophiles connus. Idéalement, la maturation biologique est conduite jusqu'à ce que le pH de la crème pasteurisée atteigne une valeur de 6,2
10 à 5,6, de préférence de 5,8 à 5,6.

Selon une mise en œuvre encore plus avantageuse, la maturation biologique de la crème est complétée par une maturation physique. Elle peut comprendre un ou plusieurs cycles de traitements thermiques, identiques ou différents, comportant chacun, une montée en température à une valeur de 6-21 °C ; le maintien à cette température pendant 10-30 min ; et
15 une descente en température à une valeur de 21-4 °C.

Le procédé de l'invention peut en outre prévoir un lavage, généralement à l'eau, des grains de beurre issus du barattage de la crème.

Le procédé de l'invention et ses avantages sont illustrés dans les exemples ci-dessous.

20 **Exemple 1 : Fabrication d'un beurre de tourage selon l'invention**

Un lait de vache issu d'une zone AOP est pasteurisé puis écrémé à 75 °C pendant 20 secondes. La crème issue de cet écrémage est pasteurisée à 92°C dans un échangeur à plaques pendant 10 secondes puis refroidie à 9°C, de préférence à 8 °C.

Elle subit ensuite une maturation physique en tank à double enveloppe. A cet effet, la
25 crème est réchauffée à 18 °C avec une boucle d'eau chaude à 55 °C pendant 15 minutes, à une valeur comprise entre 6 et 21 °C pendant 10 à 30 minutes, puis refroidie à 14,5°C avec une boucle d'eau glacée entre 1 °C et 2 °C, à une valeur comprise entre 21 °C et la température d'ensemencement aux alentours de 12-15 °C. Les ferments utilisés sont des ferments mésophiles Flora Danica (acidifiants et aromatisants) de NOVONESIS en vue d'une maturation
30 biologique. S'ensuit d'une étape d'acidification de la crème ainsi qu'un développement aromatique au cours duquel du diacétyle est produit. Lorsque le pH atteint 6,0 la crème est ensuite refroidie entre 6 et 4°C. Le pH ainsi obtenu est alors de 5.8 à 5.6

Une fois la crème refroidie, le barattage peut s'opérer. Le barattage est réalisé sur un butyrateur avec un débit de 2000 L/h. La crème est réchauffée par un échangeur à plaque à une
35 température comprise entre 8,5 °C et 10,5 °C. Une fois l'inversion de phase réalisée, les grains obtenus sont malaxés dans un premier corps à une vitesse de 21 tours/minute puis malaxés

dans un deuxième corps à une vitesse de 25 tours/minute. Le beurre obtenu a un taux de matière grasse de 82 % (p/p) et une humidité inférieure à 16 % (p/p) et un taux de non gras de 1,6 % (p/p) et une densité de 0.95.

5 A la sortie du butyrateur, le beurre qui à une température de 12-14 °C est ensuite stocké dans un silo pendant maximum 2h. Le beurre est soutiré de ce silo à 15 °C-16 °C puis est transféré dans un mélangeur à fort cisaillement (type BMX de chez SPX, 0.6 L, longueur 100 mm, diamètre 90 mm). Le taux de cisaillement entre l'axe statique et l'axe de rotation supérieur est de 1265 s⁻¹.

10 Puis le beurre est refroidi par un échangeur thermique à surface raclée (SPX-0.049 m², 0.3 L, longueur 271 mm, espace annulaire 11 mm) à une vitesse de 750 tours/minute et une température de 14 °C. Il est de nouveau refroidi par un échangeur à surface raclée à une vitesse de 500 tours/minute et une température de 9 °C

15 Ensuite le beurre subit de nouveau un cisaillement à une vitesse d'au moins—50 tours/minutes avec une force de cisaillement de 1575 s⁻¹. Il est enfin refroidi—par un autre échangeur à surface raclée à une vitesse de 250 tours/minute et une température de 6°C.

Le beurre cristallise dans un tube de repos pendant 11 minutes.

Le beurre d'été ainsi obtenu ne présente pas de nodule, sa résistance est de 8 N à 8°C après 15 jours à 4 °C (mesure au TAXT), son taux de diacétyl est de 1,4 ppm.

20 La résistance du beurre est testée par pénétration sur un texturomètre (TA.XT plus C de Stable Micro Systems) muni du logiciel Exponent connect, équipé d'une cellule de force de 5 kg et d'un mobile cylindrique inoxydable de 4 mm de diamètre. Les mesures sont réalisées directement après la sortie du réfrigérateur, sur un échantillon conservé pendant 15 jours à 4 °C, la moyenne des forces maximum enregistrées par l'appareil est retenue. Le mobile pénètre l'échantillon à 2 mm/sec jusqu'à 10 mm (soit 50% de la hauteur totale de l'échantillon).

25 Lorsque ce beurre est soumis à une contrainte, il présente une ductilité telle que, dans un essai de flexion 3 points réalisé sur un échantillon dudit beurre, ledit beurre ayant été maintenu 15 jours à 4°C et ledit échantillon ayant été lui-même maintenu pendant 24 heures à 9 °C et ayant une dimension de 17 cm de longueur sur 2 cm de largeur et 1,8 cm de hauteur, par l'application d'un cylindre de compression d'un diamètre de 10 mm et d'une longueur de 93 mm, avec une cellule de force de 5 kg à raison de 2 mm/s entre 2 points fixes distants de 5 cm
30 sur une distance de 30 mm, aucune rupture totale n'est détectable à l'œil nu.

Exemple 2 : Comparaison des propriétés entre un beurre de tourage de l'invention et un beurre hors invention.

35 Comme exposé précédemment, le procédé de fabrication de l'invention implique au moins un cycle de traitement du beurre, comprenant une étape de cisaillement mécanique dudit

beurre de 500 s-1 à 3000 s-1 et un refroidissement du beurre d'au moins 12°C avec des cinétiques comprises de -7,0 °C/min à 45 °C/min. Pour mettre en évidence le bénéfice inattendu de cette étape, les propriétés d'un beurre de tourage fabriqué selon l'invention et d'un beurre de tourage fabriqué par un procédé ne se différenciant du procédé de l'invention qu'en ce qu'il ne
5 comporte pas un tel cycle de traitement (dit beurre non texturé) sont comparées.

Comparaison des profils thermiques telle qu'illustrée à la Figure

Le profil thermique du beurre selon l'invention (en gris) se différencie de celui du beurre non texturé (en noir) non seulement par une diminution de la température de son pic à moyen
10 point de fusion (22,55 °C vs 23,70 °C), mais aussi par son enthalpie de fusion (-79,16 J/g vs -74,71 J/g).

Le cycle de cisaillement + refroidissement rapide selon l'invention induit une cristallisation différente de la matière grasse laitière par rapport à celle obtenue lors d'une fabrication « classique » s'arrêtant au malaxage. Cette cristallisation oriente la production de
15 cristaux à moyens points de fusion qui vont permettre d'obtenir les caractéristiques de fermeté et de plasticité attendu pour des beurres de tourage.

Comparaison de la fermeté, de la plasticité et de la teneur en diacétyle

Les résultats sont présentés dans le tableau suivant.

20

Propriétés	Beurre de l'invention	Beurre hors invention
Fermeté (à 8°C)	8 N	3,66 N
Plasticité (10,5°C)	3 cm	1,03 cm
Teneur en diacétyle	1,6 mg/kg	1,57 mg/kg

Les résultats mettent en évidence une fermeté et une plasticité très supérieure pour le beurre de l'invention, ainsi qu'une teneur en diacétyle au moins égale à celle du beurre hors invention, montrant une conservation de l'arôme.

25

REVENDICATIONS

1. Procédé de fabrication d'un beurre de tourage en continu à partir d'un lait de vache, ledit procédé comprenant les étapes suivantes :
- 5 pasteurisation du lait,
 écrémage du lait pasteurisé pour récupérer la crème du lait,
 pasteurisation de la crème,
 maturation de la crème pasteurisée comprenant au moins une maturation biologique,
 barattage de la crème maturée pour obtenir des grains de beurre,
 malaxage des grains de beurre pour obtenir le beurre,
- 10 ledit procédé étant caractérisé en ce qu'il comprend en outre
 au moins un cycle, de préférence au moins deux cycles, de traitement du beurre, identiques ou différents, le ou les cycles comprenant une étape de cisaillement mécanique dudit beurre de 500 s^{-1} à 3000 s^{-1} et un refroidissement du beurre d'au moins 12°C avec des cinétiques comprises de $-7,0^\circ\text{C/min}$ à -45°C/min ; et
- 15 une cristallisation du beurre ainsi cisailé et refroidi.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le refroidissement du beurre cisailé est réalisé au moyen d'un échangeur thermique à surface raclée.
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que la cristallisation du beurre cisailé et refroidi est effectuée par un temps de repos d'au moins 5 minutes, de préférence de
- 20 5-15 minutes, et mieux encore de 9-13 minutes, à une température de $5-16^\circ\text{C}$.
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la cristallisation du beurre cisailé et refroidi est réalisée dans un tube de repos.
5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que ladite maturation biologique de la crème pasteurisée est réalisée par l'ajout de ferments lactiques et
- 25 un maintien à une température de $7-21^\circ\text{C}$ de 16-48 h.
6. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que la maturation biologique de la crème pasteurisée est conduite jusqu'à ce que son pH atteigne une valeur de 5,8-5,6.
7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6 caractérisé en ce que la maturation de la crème pasteurisée comprend en outre une maturation physique.
- 30 8. Procédé selon la revendication 7, caractérisé en ce que la maturation physique comprend un ou plusieurs cycles de traitements thermiques, identiques ou différents, comportant chacun, une montée en température à une valeur de $6-21^\circ\text{C}$; le maintien à cette température pendant 10-30 min ; et une descente en température à une valeur de $21-4^\circ\text{C}$.
9. Beurre de tourage, à haute teneur en butane-2,3-dione, susceptible d'être obtenu par
- 35 le procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, ledit beurre de tourage

ayant une teneur en butane-2,3-dione (ou diacétyle) ne provenant que de la maturation biologique de la crème, qui va de 0,5 ppm à 3 ppm, de préférence de 0,8 ppm à 3 ppm, mieux encore de 1 ppm à 3 ppm, et

5 présentant une ductilité telle que, dans un essai de flexion 3 points réalisé sur un échantillon dudit beurre, ledit beurre ayant été maintenu 15 jours à 4°C et ledit échantillon ayant été lui-même maintenu pendant 24 heures à 9 °C et ayant une dimension de 17 cm de longueur sur 2 cm de largeur et 1,8 cm de hauteur, par l'application d'un cylindre de compression d'un diamètre de 10 mm et d'une longueur de 93 mm, avec une cellule de force de 5 kg à raison de 2 mm/s entre 2 points fixes distants de 5 cm sur une distance de 30 mm, aucune rupture
10 totale n'est détectable à l'œil nu.

10. Beurre selon la revendication 9, caractérisé en ce qu'il ne contient pas de butane-2,3-dione qui ne provient pas de la maturation biologique de la crème.

11. Beurre selon la revendication 9 ou 10, caractérisé en ce qu'il répond en outre aux propriétés suivantes :

15 teneur en matières grasses d'au moins 82 % (p/p),
teneur en eau d'au plus 16 % (p/p),
teneur de la fraction protéique d'au plus 2 % (p/p),
densité d'au moins 0,95, et
résistance d'au moins 8 N à 8°C après 15 jours à 4°C

20 les pourcentages étant donnés par rapport au beurre.

12. Beurre selon l'une quelconque des revendications 9 à 11, caractérisé en ce qu'il provient d'un lait de fin d'été ou début d'automne.

13. Beurre selon l'une quelconque des revendications 9 à 12, caractérisé en ce qu'il est exempt de cristaux nodulaires.