

Préparation du fromage frais à partir du lait recombinaé

Abed HAMAMA¹✧, Mohamed ZAHAR², Abdelhaq EL MARRAKCHI¹,
Fouzia ABOULALA¹ & Meriem BENT MOHAMED ABDERRAHMAN²

(Reçu le 20/06/1994 ; Accepté le 22/09 /1995)

تحضير الجبن الطري من دقيق الحليب

هذف هذه الدراسة هو البحث في إمكانية استعمال دقيق الحليب لتحضير الجبن الطري. لهذا الغرض، بعد تحضير الحليب من دقيق الحليب و الزبدة تم الاحتفاظ به في البرودة (6 °C) طول الليل. بعد ذلك لقع الحليب بمخمر لكتيكي بمقدار 3% و احتفظ به تحت درجة حرارية تزاوي 30 إلى 35 قصد التخخير. عند اكتمال حموضة (pH) تبلغ 5.0 إلى 5.5 يتم إضافة مجبنة ثم يوضع الحليب الرائب في قالب بلاستيكي عند اكتمال حموضة تزاوي 4.3 إلى 5.0. إن اعتماد هذه الطريقة المقنتة ممكننا من تحضير جبن طري ذو مقادير كيمائية منتظمة و جودة صحية مقبولة. بالنسبة لتحليل شكل و مذاق الجبن المحضر بهذه الطريقة إبان البحث إن الجبن المحضر كليا (100 %) من دقيق الحليب أقل قبولاً من ذلك المحضر من 25 % أو 50 فقط من دقيق الحليب.

الكلمات المفتاحية : الجبن الطري - الحليب المركب - التحضير - الجودة.

Préparation du fromage frais à partir du lait recombinaé

Le but de cette étude a été d'évaluer les possibilités de préparation du fromage frais à partir du lait recombinaé qui a été pasteurisé puis conservé pendant une nuit à 6°C pour faciliter la réhydratation. Le lait a été ensuite inoculé avec le levain constitué à parts égales de *L. lactis* subsp. *lactis*, *L. lactis* subsp. *lactis* var. *diacetylactis* et *L. casei* subsp. *casei* à raison de 3% puis maintenu entre 30 et 37°C pour activer la fermentation. À pH 5,0 à 5,5, la présure a été ajoutée puis le moulage a été réalisé à température ambiante lorsque le pH a atteint une valeur comprise entre 4,3 - 5,0. L'adoption de cette procédure normalisée de préparation du fromage frais a donné lieu à des produits de composition physico-chimique régulière et de qualité microbiologique satisfaisante. L'analyse sensorielle du fromage frais a montré que les produits élaborés à partir du lait recombinaé uniquement (100%), ont été moins appréciés que ceux préparés à partir du lait recombinaé additionné de 25 ou 50% de lait frais.

Mots clés : Fromage frais - Lait recombinaé - Préparation - Qualité

Manufacture of fresh cheese from recombined milk

This study was carried out to evaluate the possibility of making fresh cheese from recombined milk. For this preparation, recombined milk was pasteurized and cooled overnight at 6°C to improve the powder rehydration. Then, milk was inoculated with 3% of a lactic starter composed of *L. lactis* subsp. *lactis*, *L. lactis* subsp. *lactis* var. *diacetylactis* and *L. casei* subsp. *casei*, and kept at 30 - 37°C to activate fermentation. At pH 5,0 - 5,5, the rennet was added and moulding was realized at ambient temperature when the pH reached a value of 4,3 to 5,0. Standardization of the processing gave fresh cheese with a regular chemical composition and a satisfactory microbiological quality. The sensory evaluation of fresh cheese showed that the products made with 100% recombined milk were less appreciated than those prepared from recombined milk added up with 20 to 25% fresh milk.

Key words : Fresh cheese - Recombined milk - Cheesemaking - Quality

¹ Département d'Hygiène et Industrie des Denrées Alimentaires d'Origine animale, I.A.V. Hassan II, B.P. 6202-Instituts, 10101 Rabat, (Maroc)

² Département de Technologie Alimentaire, I.A.V. Hassan II, B.P. 6202-Instituts, 10101 Rabat, (Maroc)

✧ Auteur correspondant

INTRODUCTION

Le problème de la saisonnalité de la production laitière dont souffre l'industrie laitière au Maroc ne permet pas une rentabilité optimale de la production du fromage frais à l'échelle industrielle.

En effet, durant les périodes de basse lactation, la production du fromage frais est pratiquement insignifiante par rapport aux besoins du pays.

L'utilisation du lait en poudre à la place du lait frais pour la préparation du fromage frais serait, *a priori*, une solution intéressante pour pallier à ce problème. La poudre de lait présente l'avantage d'être à la fois plus disponible et plus économique que le lait frais.

En général, un fromage de qualité satisfaisante peut être obtenu à partir du lait recombinaé en utilisant les mêmes principes qui sont appliqués pour la production du fromage à partir du lait frais. Les laits recombinaés ont tendance à donner des caillés de type lactique, similaires à ceux des fromages frais (Lablée, 1982).

Par conséquent, l'obtention d'une texture acceptable au niveau du fromage frais préparé à partir du lait recombinaé ne semble pas poser de problèmes majeurs. Par contre, obtenir un fromage frais ayant une flaveur normale peut s'avérer plus difficile à partir du lait recombinaé (Gilles & Lawrence, 1981).

Certains pays du Sud comme le Chili ont réussi à produire plusieurs variétés de fromage frais à partir d'un mélange de lait frais et de lait recombinaé (Brito & Buhler, 1987).

L'addition du lait frais est parfois rendue nécessaire pour améliorer la flaveur de ces fromages. Il serait donc fort intéressant d'évaluer l'influence de l'incorporation de différents taux de lait frais dans la composition du lait recombinaé destiné à la préparation du fromage frais.

L'objectif principal de ce travail a été d'évaluer la possibilité de préparation du fromage frais à partir de la poudre de lait afin de mettre à la disposition des populations défavorisées un produit salubre et hautement nutritif qui serait à la fois économique et disponible toute l'année.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

• Nature et provenance des matières premières

Dans cette étude, du lait écrémé (spray) amidolé de type basse température offert gracieusement par la Coopérative Laitière de Kénitra (Extra-lait) ainsi que du beurre pasteurisé industriel importé ont été utilisés.

• Préparation du lait recombinaé

Le lait recombinaé a été préparé à partir d'un lait concentré écrémé à 18% d'extrait sec dégraissé reconstitué à 35°C et d'une crème de 30% de matière grasse reconstituée au laboratoire à 60°C. L'homogénéisation du mélange "lait écrémé - crème" a été réalisée à l'aide d'un mixeur approprié. Le lait recombinaé a été ensuite pasteurisé dans un bain-marie à 65°C pendant 30 min. Après pasteurisation, le lait recombinaé a été entreposé à 60°C jusqu'à utilisation.

• Préparation du fromage frais à partir du lait recombinaé

Afin d'étudier l'effet de l'adjonction du lait frais pasteurisé sur la qualité sensorielle du fromage frais préparé à partir du lait recombinaé, trois types de lait de fromagerie ont été utilisés : lait recombinaé et lait recombinaé additionné de 25 ou de 50% de lait frais.

Les laits de fromagerie ramenés à 30-35°C ont étéensemencés à 3% avec un levain lactique composé à parts égales des souches *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* L1, *L. lactis* subsp. *lactis* var. *diacetylactis* D1 et de *Lactobacillus casei* subsp. *casei* CC1. Ce levain est choisi en raison de ses performances sur le plan sensoriel lors d'une étude antérieure sur la préparation du fromage frais à partir du lait pasteurisé (Mahi, 1992).

L'emprésurage (1ml d'une solution de présure de force 1 : 10000 pour 10 l de lait) a été effectué lorsque le pH du laitensemencé a atteint une valeur comprise entre 5 et 5,5. La coagulation se produit, généralement, quelques minutes après l'addition de la présure.

À pH 4,3 à 5,0, le coagulum a été placé pendant 24h dans des moules en plastique pour faciliter l'égouttage.

La préparation de chacun des 3 types de fromage frais a été répétée 3 fois.

• Analyses physico-chimiques

Pour la poudre de lait écrémé, ces analyses ont concerné la mesure du pH, la détermination de l'acidité titrable, de la solubilité et de l'extrait sec, le dosage de la matière grasse, des protéines et des matières minérales.

Pour le beurre, seule la détermination de l'extrait sec a été effectuée.

Pour le fromage frais, les analyses suivantes ont été réalisées: mesure du pH, détermination de l'acidité titrable et de l'extrait sec total, dosage du lactose, de la matière grasse, des protéines, des chlorures et des matières minérales.

Toutes ces analyses ont été effectuées selon les méthodes et procédures préconisées par Serres *et al.* (1973).

• Analyses microbiologiques

Pour la poudre de lait écrémé et le fromage frais, les analyses microbiologiques ont comporté le dénombrement de la flore mésophile aérobie totale (FMAT), des coliformes totaux et fécaux, des entérocoques et la recherche de la flore pathogène particulièrement *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* et *Salmonella spp.* Pour le beurre, seuls les dénombrements de la FMAT et des coliformes totaux ont été effectués.

La FMAT a été dénombrée sur gélose pour numération (Difco) après incubation de 72h à 30°C. Le comptage des bactéries coliformes a été réalisé sur milieu VRBA (Difco) après 24h d'incubation à 30°C pour les coliformes totaux et à 44°C pour les coliformes fécaux. Les entérocoques ont été recherchés et dénombrés sur milieu KF-Streptococcus agar (Difco) incubé à 35°C pendant 48h.

Le nombre de *Staphylococcus aureus* est déterminé sur milieu gélosé de Baird-Parker (Difco) après incubation de 48h à 37°C. L'identité des isolats staphylococciques a été confirmée par les tests de la thermonucléase et de la coagulase selon les méthodes décrites par Tatini *et al.* (1984).

Pour le dénombrement de *Bacillus cereus*, le milieu gélosé au mannitol, jaune d'oeuf et à la polymixine B a été incubé à 30°C pendant 24h.

La détection des salmonelles a été réalisée en quatre étapes: un préenrichissement dans l'eau peptonnée tamponnée, un enrichissement sélectif dans les bouillons au tétrathionate de sodium et au sélénite de sodium, un isolement sur le milieu gélosé au vert brillant (Difco) et enfin une étape d'identification biochimique des cultures suspectes (F.I.L., 1985).

• Analyse sensorielle du fromage frais

La qualité sensorielle des produits préparés a été évaluée par un jury de dégustation composé de 18 personnes qui ont été invitées à juger cette qualité selon une échelle à 7 niveaux d'appréciation: très bonne; bonne; plutôt bonne; ni bonne ni mauvaise; plutôt mauvaise; mauvaise ou très mauvaise.

Dans le but d'analyser du point de vue statistique les différentes appréciations des dégustateurs, une notation de 1 à 7 a été attribuée à chaque qualificatif selon la méthode recommandée par Meilgaard *et al.* (1991).

RÉSULTATS ET DISCUSSION

1. Qualité des matières premières

La composition physico-chimique de la poudre de lait écrémé utilisée dans les essais de préparation du fromage frais (Tableau 1) est, en général, conforme à celle recommandée par la Fédération Internationale de Laiterie (Jensen, 1990) pour la poudre de lait destinée à la recombinaison.

Cependant, le taux en protéines de la poudre de lait écrémé utilisée dans ce travail (28,9%) est sensiblement inférieure à la norme recommandée par la F.I.L. (1974) qui est de 36%.

Les résultats de l'analyse microbiologique des matières premières (Tableau 2) indiquent l'excellente qualité microbiologique de la poudre de lait écrémé et du beurre utilisés (très faible taux en microflore aérobie totale et en coliformes et absence de germes pathogènes). Ces résultats répondent parfaitement aux normes recommandées par la F.I.L. (1974).

Tableau 1. Caractéristiques physico-chimiques du lait écrémé en poudre, du beurre et du fromage frais recombinaé (valeurs moyennes)

Composant ou paramètre	Lait écrémé en poudre	Beurre industriel	Fromage frais recombinaé à		
			100%	75%	50%
pH	6,5	nd	4,73	4,51	4,46
Acidité titrable (Dornic)	17,6	nd	92,7	99,4	104,9
Solubilité (%)	96,89	nd	nd	nd	nd
Extrait sec (%)	95,97	84,07	33,37	36,98	37,35
Matières grasses (%)	<1	nd	14,16	15,27	15,67
Protéines (%)	28,9	nd	13,78	15,13	15,73
Chlorures (%)	nd	nd	0,41	0,36	0,36
Matières minérales (%)	8,06	nd	1,20	1,13	1,14
Lactose (%)	nd	nd	3,99	3,86	3,59

Nombre total des échantillons : 9 (3 fromages de chaque type)

nd : non déterminé

Tableau 2. Caractéristiques microbiologiques du lait écrémé en poudre, du beurre et du fromage frais combiné

Flore	Nombre moyen de microorganismes*		
	Lait écrémé en poudre	Beurre industriel	Fromage frais
Flore mésophile aérobie totale	2300	< 10	> 10 ⁸
Coliformes totaux	< 10	< 10	< 10
Coliformes fécaux	< 10	nd	< 10
Entérocoques	< 10	nd	4 x 10 ⁵
<i>Bacillus cereus</i>	Absence	nd	Absence
<i>Staphylococcus aureus</i>	Absence	nd	Absence
<i>Salmonella spp.</i>	Absence	nd	Absence

* : (UFC/g)

Nombre total d'échantillons : 9

nd : non déterminé

2. Qualité des fromages frais préparés à partir du lait recombinaé

• Caractéristiques physico-chimiques

Les résultats de l'analyse physico-chimique des différents fromages préparés à partir du lait recombinaé sont présentés dans le Tableau 1.

Pour le pH et la plupart des paramètres (acidité titrable, extrait sec, matières grasses, protéines et lactose) des différences significatives ($P < 0,001$) existent entre les échantillons de fromage frais issus du lait recombinaé à 100%, 75% ou 50%. En général, la composition physico-chimique des produits préparés à partir d'un mélange de 50% de lait recombinaé avec 50% de lait pasteurisé se rapproche de celle des pâtes fraîches élaborées à partir du lait frais uniquement (Abouddrar, 1994 ;

Hamama & Bayi, 1991 ; Mahi, 1992). L'utilisation du lait recombinaé entraîne généralement une certaine lenteur dans l'activité des ferments, ce qui se repercute sur le pH et l'acidité titrable des produits finis.

Les résultats montrent également que les teneurs du fromage frais en matières grasses et en protéines augmentent avec l'accroissement du taux du lait frais pasteurisé incorporé dans le lait de fromagerie utilisé. Ceci peut s'expliquer par le fait que la fraction de la matière grasse apportée par le lait frais existe sous forme d'émulsion relativement stable et, par conséquent, plus facilement retenue dans le coagulum que la matière grasse issue du lait recombinaé. L'homogénéisation du lait recombinaé telle qu'elle a été effectuée dans ce travail (utilisation d'un mixeur ordinaire) est insuffisante et ne permet pas une incorporation adéquate de la crème dans le lait recombinaé (Gilles & Lawrence, 1981). D'autre part, l'adjonction du lait pasteurisé au lait recombinaé semble augmenter le rendement en protéines au niveau du fromage frais.

Les matières grasses et les protéines constituent les principaux composants du fromage frais. Par conséquent, toute variation dans leurs teneurs affectera également le taux d'extrait sec total du fromage. Ainsi, les fromages frais élaborés à partir d'un lait constitué à 50% de lait frais et 50% de lait recombinaé ont un taux d'extrait sec total plus élevé que ceux préparés à partir d'un lait de fromagerie comportant un plus grand pourcentage de lait recombinaé (Tableau 1).

La teneur en lactose des différents types de fromages frais élaborés est liée à la valeur de

l'acidité titrable de ces fromages comme le montre le tableau 1. De ce fait, le fromage frais à 50% de lait recombinaé qui a l'acidité la plus élevée présente la teneur en lactose la plus basse.

Les taux des matières minérales et des chlorures sont généralement similaires dans les trois types de fromages préparés et ne diffèrent pas beaucoup des teneurs rapportées par Mahi (1992) dans le fromage frais élaboré à partir de 100% de lait pasteurisé.

• Caractéristiques microbiologiques

Les résultats de l'analyse microbiologique du fromage frais élaboré montrent que 77,8% des échantillons ont une flore mésophile aérobie totale comprise entre 10^8 et 10^9 UFC/g (Tableau 2).

Des valeurs analogues sont souvent trouvées dans d'autres variétés de fromage frais comme le karish égyptien (Abou Dounia, 1984).

Tous les échantillons analysés sont très peu contaminés en coliformes totaux et fécaux (moins de 10 UFC/g). Ces valeurs sont conformes à la réglementation marocaine en vigueur concernant les fromages frais (M.A.M.V.A., 1994).

Pour ce qui est des entérocoques, les valeurs moyennes trouvées dans le fromage frais élaboré dans ce travail (4×10^5 UFC/g) sont similaires à celles rapportées par d'autres auteurs dans le fromage frais traditionnel (Ennahdi, 1980 ; Hamama, 1989 ; Hamama & Bayi, 1991 ; Kbibou, 1987).

Par rapport aux coliformes, les entérocoques sont généralement plus résistants aux effets de la chaleur et de l'acidité et persistent plus longtemps que les coliformes dans les produits laitiers. La présence de taux relativement élevés d'entérocoques au niveau du fromage frais n'est donc pas surprenante.

Bien que l'analyse de la poudre de lait n'ait révélé qu'une très faible teneur en entérocoques (< 10 UFC/g), la présence de ces germes en grand nombre dans le fromage frais serait probablement le résultat d'une contamination à partir du matériel et des ustensiles laitiers utilisés dans la préparation du fromage frais. En effet, les entérocoques sont également réputés pour leur grande résistance aux traitements de nettoyage et de désinfection du matériel.

La recherche de la flore pathogène (*Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus* et *Salmonella spp.*) dans le fromage frais élaboré s'est avérée négative dans tous les échantillons (Tableau 2). L'absence de ces germes dans ces produits est la conséquence de l'utilisation de matières premières de bonne qualité microbiologique et du respect des règles de l'hygiène durant les opérations de préparation du fromage.

• Évaluation sensorielle

Les résultats de l'évaluation sensorielle du fromage frais préparé à l'aide des différentes proportions de lait recombinaé et de lait frais sont montrés dans le tableau 3.

Tableau 3. Evaluation sensorielle du fromage frais recombinaé

Appréciation de la qualité	Proportion des appréciations (%)		
 Fromage frais recombinaé à.....		
	100%	75%	50%
Très bonne	1,9	13,0	24,0
Bonne	50,0	51,9	63,0
Plutôt bonne	37,0	29,6	13,0
Ni bonne, ni mauvaise	11,1	5,5	0,0

Dans l'ensemble, aucun des fromages frais présentés aux dégustateurs n'a été jugé de mauvaise qualité sensorielle. La majorité des personnes interrogées lors de l'évaluation sensorielle estiment que les fromages frais élaborés sont de bonne qualité. Il ressort des tableaux 3 et 4 que le fromage frais recombinaé et d'autant plus apprécié que la proportion du lait frais pasteurisé entrant dans sa préparation est importante. En effet, ce sont les fromages frais issus de laits recombinaés à 50% qui sont les plus appréciés alors que ceux préparés exclusivement à partir du lait recombinaé sont relativement moins acceptés comme le montre le classement de ces fromages présenté dans le Tableau 4.

Tableau 4. Classement du fromage frais élaboré en fonction du taux de lait recombinaé utilisé

Taux de lait recombinaé utilisé	Appréciation sensorielle du fromage frais	
	Score moyen	Classement obtenu
50%	5,69	1
75%	5,54	2
100%	5,47	3

De plus, l'analyse de la variance à deux critères de variataion (taux de lait recombiné et appréciation du jury) révèle la présence d'une différence significative ($P < 0,05$) entre les trois types de fromages. Ces différences dans l'appréciation sensorielle des fromages élaborés sont associées à la présence de certains défauts organoleptiques surtout dans les fromages frais issus de lait recombiné à 100%. En effet, 30,6% des dégustateurs ont noté des anomalies de flaveur, particulièrement une insuffisance d'acidité dans les produits préparés uniquement avec du lait recombiné. Ceci est expliqué par le fait que les laits recombinés développent souvent peu d'acidité car leur maturation est souvent très lente (Gilles et Lawrence, 1981).

CONCLUSION

La procédure adoptée pour la préparation du fromage frais à partir du lait recombiné s'est inspirée du procédé généralement utilisé pour l'élaboration du fromage frais à partir du lait pasteurisé. Toutefois, certaines modifications ont été apportées à ce procédé pour améliorer la qualité organoleptique des produits finis. Il s'agit particulièrement de la nécessité de réhydrater le lait recombiné à froid pendant une nuit, le maintien du laitensemencé entre 30 et 37°C pour favoriser l'action des ferments mésophiles utilisés, l'emprésurage du lait à pH 5,0 - 5,5 et le moulage du caillé à pH 4,3 - 5,0.

L'emploi des matières premières de bonne qualité, la pasteurisation du lait recombiné et le respect des règles générales d'hygiène ont permis l'obtention de produits finis d'excellente qualité hygiénique. L'analyse sensorielle des fromages élaborés a montré que l'adjonction du lait frais pasteurisé au lait recombiné permet d'améliorer la qualité sensorielle de ces produits.

REMERCIEMENTS

Ce travail a été réalisé en partie grâce à une contribution financière de la Fondation Internationale pour la Science (Stockholm, Suède).

RÉFÉRENCES CITÉES

- Abou-Dounia S.A. (1984) Egyptian fresh fermented milk products *New Zld. J. Dairy Sci. Technol.* 19: 7-18
- Abouddrar W. (1994) Contribution à l'amélioration de la qualité du jben traditionnel marocain. Thèse de 3^{ème} Cycle, Faculté des Sciences, University Cadi Ayyad, Marrakech
- Brito C.C. & Buhler L.P. (1987) Elaboracion de quesos frescos con remplazo del 40% de leche fluide fresca par leche en polvodescremada *Alimentos* 12 : 15 - 23
- Ennahdi E.A. (1980) Contribution à l'étude du fromage frais de chèvre. Thèse de Doctorat Vétérinaire, I.A.V. Hassan II, Rabat
- Fédération Internationale de Laiterie (1974) Lait et produits laitiers : Dénombrement de la microflore totale *Norme Internationale : FIL - IDF 73*
- Fédération Internationale de Laiterie (1985) Lait et produits Laitiers : Détection de *Salmonella*. *Norme Internationale : FIL - IDF 93A*
- Gilles J & Lawrence R.C. (1981) The manufacture of cheese and other fermented products from recombined milk *New Zld. J. Dairy Sci. Technol.* 16 : 1 - 12
- Hamama A. (1989) Qualité bactériologique des fromages frais marocains *Opt. Med.* 6, 223 - 227
- Hamama A. & Bayi M. (1991) Composition and microbiological profile of two Moroccan traditional dairy products : raib and jben. *J. Soc. Dairy Technol.* 44 : 118 - 120
- Jensen G. (1990) Milk powders : specifications in relation to the products to be manufactured. *Proceedings of a Seminar on Recombination of Milk and Milk Products. Alexandrie (Egypte)* 12-16 novembre 1988. FIL-IDF n° 9001
- Kbibou G. (1987) Étude bactériologique des produits laitiers traditionnels. Thèse de Doctorat Vétérinaire, I.A.V. Hassan II, Rabat
- Lablée J. (1982) Manufacture of cheese from recombined or reconstituted milk *FIL-IDF Document* 142:119-125
- Mahi N. (1992) Essais de préparation du fromage frais pasteurisé à l'aide de levains sélectionnés. Thèse de Doctorat Vétérinaire, I.A.V. Hassan II, Rabat
- Meilgaard M., Civille G.V. & Carr B.T. (1991) Sensory Evaluation Techniques. Second Ed. CRS Press, Inc., Boca Raton (Florida)
- Ministère de l'Agriculture et de la Mise en Valeur Agricole (1994) Circulaire relative aux critères microbiologiques des laits et produits laitiers
- Serres L., Amariglio S. & Petransxiene D. (1973) Analyse physique et chimique. In *Contrôle de la qualité des Produits Laitiers*. Direction des Services Vétérinaires, Ministère de l'Agriculture, France
- Tatini S.R., Hoover D.G. & Lachica R.F.V. (1984) Methods for the isolation and enumeration of *Staphylococcus aureus* Chap. 33 In *The compendium of methods for the Microbiological Examination of Foods*. M.L. Speck (Ed.), American Public Health Association, Washington, D.C.