

Utilisation de la pepsine bovine en fabrication de fromage Feta fait à partir du lait de brebis

par

E. M. ANIFANTAKIS* et J. G. KANDARAKIS*

Résumé

La possibilité de substituer la présure habituelle par de la pepsine bovine, au cours de la fabrication de fromage Feta fait à partir du lait de brebis, a été étudié. Des essais comparatifs de fabrication ont été réalisés avec les deux produits enzymatiques à dates différentes. Les fromages fabriqués, ont été analysés et comparés au plan organoleptique, les rendements de transformation du lait au fromage ont été précisés. L'analyse statistique des données expérimentales n'a pas mis en évidence des différences importantes entre l'utilisation des deux enzymes coagulants. La pepsine bovine peut donc substituer, avec succès, la présure habituelle à la fabrication du fromage Feta.

Mots clés :

Pepsine bovine - Fromage Feta.

Titre abrégé :

Utilisation de la pepsine bovine au fromage Feta.

Summary

USE OF BOVINE PEPSIN IN THE MANUFACTURE OF FETA CHEESE FROM SHEEP'S MILK

The possibility of substitution of calf rennet by bovine pepsin in making Feta cheese from sheep's milk was examined from parallel experiments of making feta cheese carried out by using both coagu-

* Ecole Supérieure d'Agriculture d'Athènes, Laboratoire de Technologie Laitière, Votanikos, Athènes (Grèce).

lants. Chemical composition and organoleptic characteristics of cheeses produced were determined as well as the cheese yield. Statistical analysis of results did not show statistical significant difference in composition, quality and yield of the cheeses produced with both clotting enzymes. Therefore bovine pepsin could be considered as good substitute of calf rennet for production of Feta cheese made from sheep's milk.

Key words:

Bovine pepsine - Feta cheese.

Run title:

Use of bovine pepsin in Feta cheese.

INTRODUCTION

La recherche relative à l'utilisation des substituts de la présure à la fabrication du fromage, est très étendue. Différentes protéases de plantes, animaux, bacilles et de moisissures sont proposées, mais seulement un nombre limité a dépassé le stade expérimental et est utilisé par l'industrie. La raison est que plusieurs de ces protéases ont une activité protéolytique intense d'où des pertes du rendement fromager et des conséquences négatives au plan des qualités organoleptiques (Ernstrom et Wong, 1974). De plus celles utilisées industriellement n'ont pas donné des résultats également satisfaisants pour toutes les sortes de fromages (Martens et Naudts 1973, 1976). La technologie et les qualités physicochimiques des fromages sont influencées par les enzymes utilisées. C'est la raison pour laquelle la Fédération Internationale de Laiterie a recommandé de faire des essais avant utilisation en échelle industrielle de tous les substituts de présure en fabrication fromagère selon les recommandations détaillées données par Zwaginga et Naudts (1973).

La bibliographie sur l'utilisation de substituts de la présure pour la fabrication des fromages grecs est très réduite (Polychroniadou-Alichanidou, 1980 ; Anifantakis et Kandarakis, 1981 ; Anifantakis *et al.*, 1981), bien qu'ils soient utilisés par plusieurs entreprises de notre pays. De plus la bibliographie internationale n'apporte pas de renseignements car la plupart des fromages grecs sont obtenus de façon artisanale à partir de lait de brebis ou de chèvre, donc avec des laits ayant un contenu en caséines différent de celui du lait de vache.

Le but des essais était de déterminer à l'aide de fabrications menées en parallèle, l'utilité technologique de la pepsine bovine pour la fabrication du fromage Feta.

MATERIEL ET METHODES

Lait : pour la fabrication du fromage on a utilisé du lait entier pasteurisé de brebis, sans antibiotiques.

Comme ferments lactiques nous avons utilisé un mélange de *Str. lactis* et *Str. cremoris* 1 % et *Lact. bulgaricus* 0,3 %.

Enzymes coagulants du lait : nous avons utilisé la présure en poudre (Hansen-Danemark) ayant une force coagulante 1/100 000 et la pepsine bovine en poudre (marque commerciale Habo) ayant une activité coagulante de 1/100 000. La quantité de chaque enzyme utilisée était celle requise pour obtenir la coagulation du lait en 7-8 min à une température de 34° C.

Technologie de la fabrication du fromage Feta. Nous avons suivi la technologie de Veinoglou *et al.* (1969).

La pasteurisation est faite à 68° C pour 10 min et ensuite le lait est réfrigéré à 34° C. On ajoute les ferments lactiques à la dose de 130 l/100 kg de lait et la présure à la quantité de 4 g/100 kg de lait. Le temps de prise est de 7-8 min et le temps de coagulation se situe entre 60 min à 65 min. Le découpage est fait immédiatement après la coagulation, en cubes de 2 cm de côté et ensuite le caillé est laissé en repos 15 min suivi d'un lent brassage et encore d'un temps de repos de 10 min.

On transfère à l'aide d'une louche, le caillé dans des moules de dimensions variables (en général diamètre 43-45 cm et hauteur 23 cm). Les moules sont remplis partiellement pour faciliter l'égouttage. Le caillé reste dans les moules pendant 3 à 4 h, pendant l'époque chaude et 24 h l'hiver. Le salage se fait le premier jour dans les moules après égouttage et avec du gros sel.

Ensuite a lieu la première phase de maturation qui se réalise dans des barils avec du sel à une température 14°-18° C.

L'affinage se complète après emballage en barils qui sont fermés à 12° C pour au moins 1 mois.

Méthodes d'analyse : on a déterminé sur le lait la matière sèche (FIL-Norme 21, 1962), l'azote total (FIL-Norme 20, 1962), l'azote soluble (FIL-Norme 29, 1964), la matière grasse (British Standard Institution, 1955), l'acidité en % d'acide lactique (Schneider, 1954), pH avec un pH metre Radiometer A/5 (Emdrupvez NV).

L'analyse du fromage a comporté les déterminations usuelles telles que celles de l'azote total (FIL-Norme 25, 1964), d'azote soluble (Kosikowski, 1977) de l'humidité (FIL-Norme 4, 1958), de la matière grasse (Schneider, 1954) et de l'acidité exprimée en % acide lactique (Horwitz, 1975).

Les qualités organoleptiques des fromages après 4 et 8 mois de maturation ont été jugées selon Larmond (1973). Une échelle de 0 à 100 degrés était utilisée qui prévoyait 0 à 12 degrés pour la couleur, 0-15 degrés pour la texture et 0-53 degrés pour le goût.

L'analyse statistique a été faite selon le « student t test » pour les données en paires (Fassoulas, 1972).

RESULTATS - DISCUSSION

La composition moyenne du lait utilisé était : matière grasse 6,1 %, matière sèche 17,18 %, azote total 0,876 %, azote soluble 0,192 %, pH 6,36, acidité 0,28 % et poids spécifique 1,036. Il faut noter qu'on a trouvé des différences importantes en ce qui concerne la teneur en protéines et en matière grasse entre le lait de différents jours de fabrication.

Dix-huit fabrications de fromage avec la présure standard et avec la pepsine bovine ont été réalisées. Les résultats obtenus au plan de la composition des fromages sont présentés au tableau 1. L'examen de ce tableau montre que les deux enzymes conduisent à des fromages semblables en ce qui concerne la composition chimique. Aucune différence statistiquement significative n'est décelable. De même aucune différence importante n'existe entre les valeurs des coefficients de maturation (% azote soluble \times 100/azote totale) des fromages fabriqués avec les deux enzymes. Les deux enzymes hydrolysent la caséine à la même vitesse. Ces résultats sont identiques à ceux observés avec le lait de vache.

Le rendement est le point le plus intéressant pour l'utilisation de ces présures. Plusieurs enzymes et particulièrement celles d'origine végétale sont connues comme conduisant à une protéolyse accélérée de la caséine avec résultat entre autres, une diminution de rendement (Ernstrom et Wong, 1974).

Les résultats relatifs au rendement sont présentés au tableau 2.

D'après ces données il peut être constaté que le rendement en fromage Feta du lait coagulé à l'aide des deux enzymes ne présente pas de différences importantes. Pour une comparaison plus sûre, on a calculé dans les deux cas le rendement en fromage Feta à la même humidité 55 % et on a déterminé le test t de signification statistique (tab. 2) qui a confirmé le résultat précédent. En conséquence la substitution de la présure habituelle par de la pepsine bovine ne conduit pas à une variation statistiquement significative du rendement de la transformation du lait en fromage. Il est nécessaire de rappeler que la grande variation des valeurs de rendement trouvée est due à la variation de la composition chimique du lait utilisé pour les différentes fabrications.

TABLEAU 1 - TABLE 1

Composition du fromage Feta, 1 et 120 j, qui a été fabriqué avec du lait de brebis à partir de la présure standard (a) et de la pepsine bovine (b)

Comparison of chemical composition of Feta cheese from sheep's milk produced using (a) calf rennet and (b) bovine pepsin

Données analytiques	Fromage de 1 j				Significatif ou non	Fromage de 4 mois				Significatif ou non
	a		b			a		b		
	moyenne (\bar{x})	Ecart-type (σ)	moyenne (\bar{x})	Ecart-type (σ)		moyenne (\bar{x})	Ecart-type (σ)	moyenne (\bar{x})	Ecart-type (σ)	
Protéines totales % (N % \times 6,38)	16,52	1,51	16,59	1,34	N.S.	17,29	0,77	17,58	0,71	N.S.
Protéine soluble % (N % \times 6,38)	1,86	0,25	1,92	0,34	N.S.	2,00	0,51	2,18	0,43	N.S.
M.G. %	21,49	1,87	21,16	1,49	N.S.	27,34	1,53	28,15	1,74	N.S.
M.G. dans l'extrait sec %	48,74	3,34	48,24	2,58	N.S.	58,05	2,19	58,85	1,79	N.S.
Humidité %	56,13	1,70	56,00	1,55	N.S.	52,31	1,98	51,96	2,01	N.S.
Coefficient de maturation	11,49	2,03	11,97	2,23	N.S.	11,63	3,16	12,40	2,52	N.S.
pH	4,69	0,20	4,70	0,18	N.S.	—	—	—	—	—
Acidité	1,20	0,09	1,13	0,12	N.S.	—	—	—	—	—

TABLEAU 2 - TABLE 2

Rendement du lait de brebis au fromage « Feta » (kg du fromage/100 kg du lait) fabriqué avec la présure habituelle (a) et avec la pepsine bovine (b)

Yield of Feta cheese from sheeps'milk produced using, (a) calf rennet and (b) bovine pepsin

	a		b		Significatif ou non
	moyenne (\bar{x})	écart-type (σ)	moyenne (\bar{x})	écart-type (σ)	
1. Fromage de 1 j					
a) Rendement %	26,26	2,66	26,15	2,64	N.S.
b) Rendement % à 1 humidité 55 %	25,32	2,00	25,29	2,05	N.S.
2. Fromage de 4 mois					
a) Rendement % au fromage tel quel	21,82	1,32	22,17	1,48	N.S.
b) Rendement % à 1 humidité 55 %	23,11	1,69	23,63	1,37	N.S.

TABLEAU 3 - TABLE 3

Résultats des examens organoleptiques du fromage Feta, qui a été fabriqué avec du lait de brebis à partir de la présure standard (a) et de la pepsine bovine (b)

Results of taste panel assessment of Feta cheese from sheep's milk produced using, (a) calf rennet and (b) bovin pepsin

Propriétés organoleptiques	Fromage de 4 mois				Significatif ou non	Fromage de 8 mois				Significatif ou non
	a		b			a		b		
	moyenne (\bar{x})	écart-type (σ)	moyenne (\bar{x})	écart-type (σ)		moyenne (\bar{x})	écart-type (σ)	moyenne (\bar{x})	écart-type (σ)	
Couleur	10,65	0,49	10,83	0,35	N.S.	10,54	0,77	11,04	0,66	N.S.
Odeur	4,22	0,38	4,07	0,34	N.S.	3,88	1,12	3,33	1,50	N.S.
Aspect à la coupe	23,60	3,92	23,67	3,74	N.S.	22,59	3,59	24,68	2,70	N.S.
Goût	42,37	2,58	42,00	3,09	N.S.	28,60	12,97	34,00	14,34	N.S.
En total	80,68	6,54	80,59	6,78	N.S.	65,21	16,46	73,19	16,18	N.S.

Le rendement en fromage avec une humidité 55 % était calculé en deux étapes :

a) *Correction du poids du fromage pour une humidité de 55 %.*

$$P_{55} = \frac{P \cdot MS}{0,45}$$

P_{55} = Poids (kg) du fromage avec une humidité de 55 %.
 P = Poids (kg) du fromage.
 MS = Poids (kg) de matière solide de 1 kg de fromage.

b) *Calcul du rendement du fromage avec une humidité de 55 %.*

$$R_{55} = \frac{P_{55} \cdot 100}{P_L}$$

R_{55} = Rendement (%) du fromage avec une humidité 55 %.
 P_L = Poids (kg) du lait.

Les fromages fabriqués avec les deux enzymes ont été examinés au plan organoleptique par le personnel de notre laboratoire.

Les résultats respectifs sont présentés au tableau 3. Aucune différence essentielle organoleptique n'est constatée sur les fromages âgés 4 et 8 mois. Corradini *et al.* (1974) ont fait de pareilles remarques pour les fromages Grana et Parmigiano Regiano, Thomasow et Brams (1975) pour le fromage Tilsiter, Valles *et al.* (1977) pour le fromage Gruyère, Camembert et Saint-Paulin, Martens et Vender Poorten (1977) pour le fromage Gouda.

Il faut signaler que dans tous les cas aucun goût amer des fromages ni aucune différence des paramètres technologiques de fabrication n'a été constatée.

En conclusion on peut signaler que la pepsine bovine peut constituer un bon substitut de la présure habituelle au cours de la fabrication du fromage Feta fait à partir de lait de brebis, qu'elle permet l'obtention de fromage ayant une composition chimique et des caractères organoleptiques à peu près semblables à ceux obtenus avec la présure standard.

Remerciements

Nous remercions M. G. Kalatzopoulos et Mme M. Bisti de leurs conseils pour la rédaction de ce travail.

Bibliographie

- ANIFANTAKIS (E.M.), VEINOGLIOU (B.C.) and KANDARAKIS (J.G.) (1981). — Manufacture of Gruyère-type cheese with 50:50 rennet/swine pepsin. *Journal of Dairy Research*, 48, 513-518.
- ANIFANTAKIS (E.M.) and KANDARAKIS (J.G.) (1981). — Evaluation of the 50:50 rennet for the manufacture of Feta cheese from cow's milk. Presented in the Congress for Greek Agricultural Research, May 5-8-1981.
- BRITISH STANDARDS INSTITUTION (1955). — Gerber method for the determination of fat in milk and milk products. Standard n° 696.

- CORRADINI (C.), DIECI (E.) e BOTTAZZI (V.) (1974). — Prove di caseificazione a Parmigiano-Reggiano con calgi animali di diverso tipo. *Scienza e Technica Lattiero Casearia*, 25 (3), 95-111.
- ERNSTROM (C. A.) and WONG (N. P.) (1974). — Milk-clotting enzymes and cheese chemistry. In fundamentals of dairy chemistry. 2nd Edn, p. 662-771 (Eds. B. H. Webb *et al.*). Westport, Conn.: Avi. Publ. Co.
- HORWITZ (W.) (Ed. 1975). — Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 12th Edn., p. 284, Washington, D.C. A.O. A.C.
- FASSOULAS (A.) (1964). — Elements of experimental statistics, Salonica.
- FÉDÉRATION INTERNATIONALE DE LAITERIE (1958). — Détermination de la matière sèche du fromage et du fromage fondu. Norme 4.
- FÉDÉRATION INTERNATIONALE DE LAITERIE (1962). — Détermination de la teneur en azote total du lait par la méthode Kjeldahl. Norme 20.
- FÉDÉRATION INTERNATIONALE DE LAITERIE (1962). — Détermination de la teneur en matière sèche du lait. Norme 21.
- FÉDÉRATION INTERNATIONALE DE LAITERIE (1964). — Détermination de la teneur en protéines des fromages fondus. Norme 25.
- FÉDÉRATION INTERNATIONALE DE LAITERIE (1964). — Détermination de la teneur en caséine du lait. Norme 29.
- KOSIKOWSKI (F.) (1977). — Cheese and fermented milk foods. 2nd Ed., p. 72, Ann. Arbor. Mich. Edwards Brothers.
- LARMOND (E.) (1977). — Laboratory methods for sensory evaluation of food, p. 57. Canada Department of Agriculture, Research Branch Publication n° 1637.
- MARTENS (R.) et NAUDTS (M.) (1973). — Différents types de présures. *Bulletin Annuel, Fédération Internationale de Laiterie*, 74, 24-26.
- MARTENS (R.) et NAUDTS (M.) (1976). — La valeur technologique des substituts de présures. *Bulletin Annuel, Fédération Internationale de Laiterie*, 91, 23-31.
- MARTENS (R.) et VANDERPOORTEN (R.) (1977). — Présure bovine et fabrication de fromage Gouda. *Revue de l'Agriculture*, n° 3.
- POLYCHRONIADOU-ALICHANIDOU (A.) (1980). — The manufacture of a soft cheese from goat's milk using microbial rennets. Thesis, University of Salonica (Greece).
- SCHNEIDER (C.) (1954). — Traité pratique des essais du lait et du contrôle des laitiers. 11th Edn., p. 60, 140. Berne: Wyss.
- THOMASOW (J.) und BRAMS (V.) (1975). — Verwendung von Rinderpepsin zur Käseherstellung. *Deutsche Milchwirtschaft*, Ausgabe 41 vom. 8-10-1975.
- VALLES (E.), VASSAL (L.) et RIBADEAU-DUMAS (B.) (1977). — Utilisation d'une préparation de pepsine bovine dans la fabrication de fromages à pâte molle, à pâte pressée et à pâte cuite. *Revue Laitière Française*, 350, 87.
- VEINOGLU (B.), KALATZPOULOS (G.), STAMELOS (N.) and ANIFANTAKIS (E.) (1969). — Contribution to the study of the technology and composition of Feta cheese made from sheep's milk. *Greek Agricultural Bank Bulletin*, n° 168.
- ZWAGINGA (P.) et NAUDTS (M.) (1973). — Recommandations pour l'expérimentation technologique de produits de remplacement de la présure de veau. *Bulletin Annuel, Fédération Internationale de Laiterie*, 74, 37-46.
-