

# Etude de l'aptitude fromagère d'une préparation enzymatique coagulante thermolabile extraite de *Mucor miehei*

par

J. P. RAMET\* et F. WEBER\*

(avec la collaboration technique de Y. GILLET)

## B. EXPERIMENTATION EN FABRICATION DE FROMAGE A PATE PRESSEE DE TYPE SAINT-PAULIN

### I. Introduction

Dans une précédente publication [3], après avoir exposé les inconvénients inhérents à la forte thermorésistance de certaines enzymes coagulantes d'origine fongique [1, 2, 4, 5], nous avons fait état de nos résultats obtenus dans des fabrications de pâte molle réalisées à l'aide d'une nouvelle préparation coagulante thermolabile issue de *Mucor miehei*\*\*.

Comparativement aux fabrications témoins réalisées à l'aide de présure de veau, son utilisation ne modifie pas les modalités habituelles de la fabrication du Camembert, ni les caractéristiques physicochimiques du fromage fraîchement égoutté et affiné.

Dans le présent travail, nous complétons l'étude de l'aptitude fromagère de ce nouvel agent coagulant en présentant nos observations et conclusions relatives à la fabrication de fromages à pâte pressée non cuite de type Saint-Paulin.

### II. Matériel et méthodes

#### II.1. FABRICATION DU SAINT-PAULIN

Les fabrications expérimentales ont été réalisées dans les ateliers pilotes de l'E.N.S.A.I.A. selon le procédé classique en cuves et une

---

\* Laboratoire de Science et Technologie des Aliments I.N.P.L.-E.N.S.A.I.A., 32, rue Sainte-Catherine - 54000 Nancy (France).

\*\* Préparation coagulante commercialisée par la Division Carlin-Marschall des Laboratoires Miles sous la dénomination Marzyme II.

technique traditionnelle. Chaque série d'essais a été menée en parallèle et répétée trois fois ; leurs conditions particulières ont été les suivantes :

*Préparation du lait :*

Lait frais réfrigéré : 24 h - 4° C.

Pasteurisation : 75° C - 15 s.

Standardisation : M.G. : 27 g/kg.

Addition de CaCl<sub>2</sub>, 2 H<sub>2</sub>O : 10 g/100 kg lait.

Ensemencement en ferments lactiques Miles C 5 type 300 BS.

Maturation du lait avant emprésurage : 15 min.

*Coagulation du lait :*

Poids de lait par essai : 40 kg.

Température à l'emprésurage : 35° C.

pH du lait à l'emprésurage : 6,50.

Enzymes coagulantes :

Témoin : présure de veau Carlin-Marschall, force : 1/10 000, dose : 25 ml/100 kg lait.

Essai : Marzyme II, force 1/10 000, dose : 25 ml/100 kg lait.

*Egouttage :*

Tranchage au sabre ; taille du grain : 0,5 cm.

Brassage : 15 min.

Dé lactosage : 50 p. 100.

Brassage : 15 min.

Moulage.

Pressage : durée 5 h ; 3 retournements : 0,5-1,5-2,5 h après moulage.

Température : 22° C - hygrométrie : 90 p. 100.

Saumurage : NaCl : 300 p. 1000 ; température : 15° C ; pH : 5,0 ; durée : 8 h.

*Affinage :*

Ressuyage : 24 h après sortie saumure.

Traitement de surface à la pimarinine.

Conditions : température : 14° C ; hygrométrie : 90 p. 100 ; durée : 30 j.

Retournements sur planches tous les jours.

## II.2. MÉTHODES ANALYTIQUES

### II.2.1. *Caractérisation de la synérèse du coagulum*

L'acidification en cours d'égouttage a été mesurée au moment du moulage et à la fin du pressage. La composition moyenne des lacto-

sérums a été déterminée sur les sérums extraits avant dé lactosage. Le rendement fromager a été estimé sur les fromages égouttés non affinés. Pour ces différentes analyses, les méthodes suivantes ont été utilisées :

Acidité : méthode Dornic.

Matière grasse des laits et lactosérums : méthode Gerber.

Matière grasse des fromages : méthode Van-Gulik.

Extrait sec : méthode à l'étuve 102° C jusqu'à poids constant.

Fractions azotées : méthode Microkjeldahl, technique Buchi.

### II.2.2. Caractérisation de l'affinage du fromage

Au cours de l'affinage, la protéolyse de la pâte a été mesurée à différents moments de la maturation par estimation, par la méthode Microkjeldahl, des fractions azotées libérées : azote soluble (NS) - azote non protéique (NPN). Par ailleurs, l'évolution de l'extrait sec a été suivie et des examens organoleptiques ont été pratiqués par des dégustateurs qualifiés selon la méthode du test triangulaire.

## III Résultats, discussion

Les modalités de la coagulation ont été comparables pour les fabrications témoins et les fabrications expérimentales. Le durcissement initial plus lent du coagulum expérimental est compensé par un raffermissement ultérieur plus rapide et plus important ; de ce fait le tranchage a été effectué après le même temps pour les deux types de coagulum.

### III.2. EGOUTTAGE

La comparaison des acidités moyennes des lactosérums au moment du moulage et celle des valeurs de pH à la fin du pressage (tab. 1) montrent que la cinétique d'acidification a été semblable, les très faibles différences observées n'étant pas significatives au seuil de 95 p. 100. De même, les rendements en matière sèche ne présentent pas de différence (tab. 1).

Les compositions en matière sèche et en fractions azotées des deux types de lactosérums sont comparables (tab. 2).

Il y a donc similitude des modalités de l'égouttage des coagulum obtenus avec la présure et avec la nouvelle préparation enzymatique de *Mucor miehei* étudiée.

### III.3. AFFINAGE

Au cours de la maturation, l'évolution de l'extrait sec et des fractions azotées des deux catégories de fromages ne montre aucune différence significative (fig. 1, 2).

TABLEAU 1  
Caractéristique d'égouttage du Saint-Paulin

	$\bar{M}T$	$\sigma$	$\bar{M}E$	$\sigma$
Acidité sérum moulage (°D)	10,5	1,5	11	0,81
pH fromage fin pressage	4,35	0,02	4,32	0,00
Rendements (kg/100 kg lait)				
Frais	11,37	0,11	11,20	0,22
Sec	5,466		5,461	
M : moyenne	T : témoin	E : essai	$\sigma$ : écart-type	

TABLEAU 2  
Composition des lactosérums Saint-Paulin

	$\bar{M}T$	$\sigma$	$\bar{M}E$	$\sigma$
E.S. p. 1 000	63,43	0,00	63,39	0,00
M.G. p. 1 000	4,66	0,57	4,83	0,28
N.T. p. 1 000	1,33	0,01	1,36	0,09
N.S. p. 100 N.T.	90,47	1,8	90,61	1,32
N.P.N. p. 100 N.T.	24,65	0,45	24,29	1,36
M : moyenne	T : témoin	E : essai	$\sigma$ : écart-type	
E.S. : extrait sec		M.G. : matière grasse		
N.T. : azote total		N.S. : azote soluble		
N.P.N. : azote non protéique				

L'identité des caractéristiques physicochimiques de la pâte est corroborée par les résultats des analyses sensorielles qui ont montré que les produits affinés étaient organoleptiquement comparables.

#### IV. Conclusion

L'ensemble de ces résultats concorde avec nos observations précédentes en fabrication de fromages à pâte molle de type Camem-

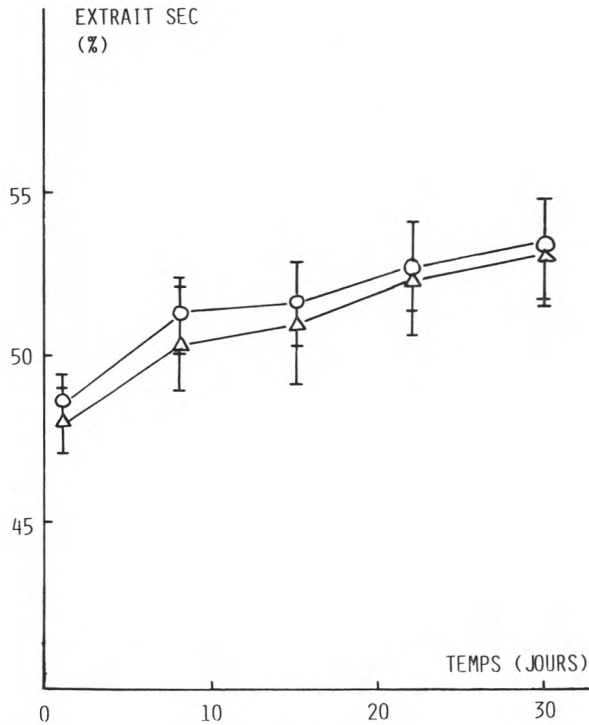


fig. 1

Evolution de l'extrait sec du Saint-Paulin pendant l'affinage

- △——△ Présure.  
○——○ Enzyme *Mucor miehei*.

bert et confirme le caractère très voisin de l'aptitude fromagère de la présure et de celle de la nouvelle préparation coagulante ; l'identité des modalités de déroulement des différentes phases de la fabrication et celle des caractères organoleptiques des produits finis sont remarquables et ne nécessitent donc pas d'adaptation particulière des procédés.

### Résumé

Les propriétés technologiques d'une nouvelle préparation coagulante thermosensible de *Mucor miehei* sont comparables à celles de la présure. Les modalités de la fabrication et la qualité organoleptique de fromages de type Saint-Paulin ne sont pas modifiées.

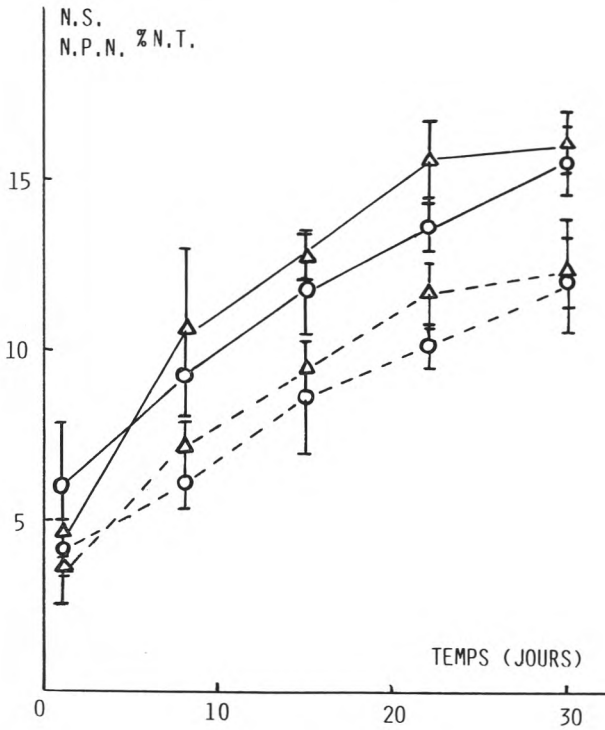


fig. 2

Evolution de la protéolyse du Saint-Paulin pendant l'affinage

△——△ Présure. ——— N.S.  
 ○——○ Enzyme *Mucor miehei*. - - - N.P.N.

### Summary

#### STUDY OF CHEESEMAKING ABILITY OF A NEW THERMOSENSITIVE MILK CLOTTING ENZYME OF *MUCOR MIEHEI*

Technological properties of a new thermosensitive milk clotting enzyme of *Mucor miehei* are similar to those observed with calf rennet. Compared to standard pattern of production, processing, yield and organoleptic quality of Saint-Paulin cheese are unmodified.

### Zusammenfassung

Die technologischen Eigenschaften eines neues mikrobiologischen Lab von *Mucor miehei* waren den tierischen Lab ähnlich. Die Käse-

herstellung, der Ertrag und die organoleptische Qualität wurden für Saint-Paulin unter üblichen Bedingungen durchgeführt.

*Reçu pour publication en février 1981.*

### Bibliographie

- [1] AOUDJIT (A.) (1977). — Etude de la thermorésistance de quelques enzymes coagulantes de fromagerie. Thèse, Université de Nancy.
  - [2] HARPER (W. J.) and LEE (C. R.) (1975). — Residual coagulants in whey. *J. Food Sci.*, n° 282.
  - [3] RAMET (J. P.) et WEBER (F.) (1981). — Etude de l'aptitude fromagère d'une préparation coagulante thermolabile extraite de *Mucor miehei*. I. Expérimentation en fabrication de fromage à pâte molle de type Camembert. *Le Lait*, 61, 381-392.
  - [4] RÉGNIER (J. M.) (1977). — Résistance thermique des enzymes coagulantes. *Ann. Fals. Exp. chim.*, 70 (751), 165-175.
  - [5] THUNELL (R. K.) and DUERSCH (J. W.) (1979). — Thermal inactivation of residual clotting enzymes in whey. *J. Dairy Sci.*, 62, 372-377.
-