

*
* *

R. E. ERB, U. S. ASHWORTH et L. J. MANUS, de l'Université de l'Etat de Washington, examinèrent enfin la question des tests rapides de l'E.S.D. et de la teneur en protéine pour analyse à la ferme. Il leur semble que le petit lactodensimètre de Watson et les perles plastiques de Golding sont les plus pratiques pour estimer l'E.S.D. d'après le poids spécifique du lait, et qu'en ce qui concerne l'estimation du taux de protéine, la méthode de Kofranzi et la méthode de fixation de colorant à l'amido Black conviennent également.

SUMMARY

There is now a tendency to consider milk proteins according to their true value — a considerable one — whereas up to recent years, the fatty matter seemed the only important value. A new orientation has appeared. Under these conditions, should the total dry extract, the de-greased dry extract or just the proteins be considered ?

The measuring methods must be specified with a view to economic developments of the problem arising.

VALEURS BIOLOGIQUES COMPARÉES DES PROTÉINES DU LAIT, DE LA CASÉINE ACIDE ET DE DEUX ÉCHANTILLONS DE CASÉINE LACTIQUE (1)

par

M^{lle} D. HUGOT, M. J. CAUSERET et M. G. MOCQUOT

En 1956, l'un d'entre nous a constaté, en collaboration avec L. RANDOIN [1], que la coagulation du lait, conduite dans des conditions proches de celles qui sont réalisées dans la fabrication des fromages à pâte molle, peut provoquer un abaissement de la valeur biologique de la caséine.

Pour tenter de déterminer l'origine de cette modification, nous avons, dans un travail antérieur [2], évalué comparativement la valeur biologique du phosphocaseinate de calcium, du paracaseinate de calcium et de la caséine acide préparés à partir d'un même échantillon de lait écrémé. Aucune différence d'efficacité n'ayant

(1) *C. R. Acad. Agr.*, 1960, 46, n° 13, 785.

été obtenue entre les trois produits tirés du lait, nous en avons conclu que l'effet observé antérieurement ne résultait vraisemblablement ni de l'action de la présure sur le lait, ni de l'acidification de ce dernier. « Il reste donc, écrivions-nous, à se demander si les ferments lactiques ou les produits résultant de leur métabolisme ne pourraient pas être responsables d'un effet de ce genre. »

Telle est l'hypothèse qui est au point de départ du nouveau travail. Il a été réalisé, suivant un protocole calqué sur celui de nos précédents essais, avec un lait écrémé, deux échantillons de caséine lactique et un de caséine acide.

I. — PRÉPARATION DES PRODUITS

Les deux échantillons de caséine lactique et la caséine acide ont été préparés dans les conditions suivantes, à partir d'un même échantillon de lait écrémé pasteurisé :

Caséine lactique n° 1 : un levain lactique obtenu par incubation de *Streptococcus cremoris* durant quinze heures dans du lait autoclavé, est inoculé à raison de 5 p. 100 dans du lait écrémé pasteurisé. L'incubation se poursuit à 30° C, jusqu'à ce que le *pH*, contrôlé au *pH* mètre, atteigne le point iso-électrique de la caséine, soit 4,65 (durée : environ 6 heures). La caséine précipitée est séparée du lactosérum par supercentrifugation à 30 000 tours/minute pendant 10 minutes, dans un bol de 300 millilitres fixé à une supercentrifugeuse Sharples et maintenu à basse température par circulation d'eau glacée.

Caséine lactique n° 2 : le levain lactique est obtenu par incubation, durant 15 heures, de *Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus* dans du lait autoclavé ; ce levain est inoculé à raison de 5 p. 100 dans du lait écrémé pasteurisé et l'incubation se poursuit à 42° C jusqu'à ce que le *pH* atteigne 4,65 (durée : environ 5 heures). La caséine précipitée est séparée du lactosérum dans les mêmes conditions que la caséine lactique n° 1.

Caséine acide : le lait écrémé pasteurisé dans lequel on a introduit 5 p. 100 de lait autoclavé, est versé dans le bol de la supercentrifugeuse ; il est additionné d'acide chlorhydrique N jusqu'à ce que le *pH* atteigne 4,65. La caséine précipitée est séparée du lactosérum dans les mêmes conditions que les deux échantillons de caséine lactique.

Après centrifugation, le bol est maintenu trente secondes en position renversée pour obtenir dans les trois cas, une élimination comparable du lactosérum (quantité de lactosérum recueillie : 270 à 275 ml pour 300 ml de lait).

II. — CONDUITE DES BILANS D'AZOTE

Les bilans d'azote ont porté sur 36 rats mâles de 70 à 120 grammes. Ces animaux ont été soumis d'abord à un régime protéoprive pour évaluation des pertes d'azote endogène (durée : 6 jours), puis, après restauration du poids initial et répartition en quatre lots de 9 sujets, à un régime à 10-11 p. 100 de protéines renfermant comme source d'azote, soit le lait écrémé, soit l'un des échantillons de caséine (durée : 9 jours).

TABLEAU I
COMPOSITION DES RÉGIMES D'EXPÉRIENCE
(% de matière sèche du régime)

	Lot I (lait écrémé)	Lot II (caséine lactique n° 1)	Lot III (caséine lactique n° 2)	Lot IV (caséine acide)
Lait écrémé	300 (1)	—	—	—
Caséine lactique n° 1 . . .	—	51 à 60	—	—
Caséine lactique n° 2 . . .	—	—	50 à 53	—
Caséine acide	—	—	—	44 à 49
Amidon	35	35	35	35
Lactose	—	15	15	15
Saccharose	27,8 à 29,5	26,1 à 27,6	26,7 à 29,1	26,8 à 28,2
Huile d'arachide	9	9	9	9
Mélange salin (2)	0,075	0,075	0,075	0,075
(PO ₄) ² Ca ₃	—	0,79 à 0,91	0,83 à 0,90	0,89 à 0,94
Eau distillée	—	237 à 242	226 à 234	233 à 235
Mélange vitaminique (3)				
— hydrosoluble . . .	—	+	+	+
— liposoluble	+	+	+	+

(1) Quantité de lait frais (en ml) correspondant approximativement à 27 grammes de matière sèche.

(2) Mélange de *Hubbel*, *Mendel* et *Wakeman*, réduit aux sources d'oligo-éléments.

(3) Vitamines hydrosolubles (en mg/kg de matière sèche de régime) : thiamine, 2 ; riboflavine, 3 ; pyridoxine, 2,5 ; acide nicotinique, 50 ; pantothénate de Ca, 10 ; ménadione (sous forme de sel sodique de l'ester diphosphorique), 1.

Vitamines liposolubles : sous forme d'huile de foie de morue (à 2 000 U.I. de vitamine A et 500 U.I. de vitamine D/g), introduite à la dose de 1 p. 100 dans l'huile d'arachide des régimes.

Les régimes, dont la composition figure dans le tableau I, ont été préparés à 3 reprises, chaque fois pour une période de quelques jours. Les quantités de caséine nécessaires ont été déterminées après dosage de l'azote total et de l'eau dans chacun des produits et dans le lait, pour que la teneur en protides des quatre régimes soit identique et comprise entre 10 et 11 grammes pour 100 grammes secs. De plus, les taux de lactose, de calcium et d'eau des trois régimes à base de caséine ont été ajustés à des niveaux voisins de ceux du régime à base de lait, le complément à 100 grammes de matière sèche étant assuré par des doses variables de saccharose.

III. — RÉSULTATS

Comme dans nos essais antérieurs, la valeur biologique des protéines a été calculée par la formule de MARTIN et ROBISON :

$$V. B. = \frac{Bp - Bt}{(Ip - Fp) - (It - Ft)} \times 100$$

où Bp et Bt correspondent respectivement aux bilans azotés de la période d'alimentation protéique et de la période d'alimentation ternaire ;

Ip et It aux quantités d'azote ingérées pendant les mêmes périodes ;

Fp et Ft aux quantités d'azote présentes dans les fécès pendant les mêmes périodes.

Les résultats obtenus ont été en moyenne les suivants :

	Valeur biologique absolue		Valeur biologique relative
	Valeur moyenne	Erreur standard (1)	(2)
Lot I (lait écrémé)	76,4	1,66	100
Lot II (caséine lactique n° 1) ..	75,8	2,17	99
Lot III (caséine lactique n° 2) ..	73,9	1,76	97
Lot IV (caséine acide)	72,8	2,34	95

$$(1) \quad \varepsilon = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{n(n-1)}}$$

(2) La valeur biologique des protides du lait écrémé étant posée égale à 100.

On voit que la valeur biologique des deux échantillons de caséine lactique est très voisine de celle de la caséine acide, comme l'était déjà la valeur biologique du paracaseinate et du phosphocaseinate de calcium dans la série d'essais précédents. Nos expériences n'ont donc pas permis d'attribuer à l'action soit de la présure, soit de l'acidification du lait, soit des ferments lactiques ou des produits résultant de leur métabolisme, l'abaissement de la valeur biologique de la caséine consécutif à la coagulation du lait dans des conditions proches de celles réalisées en pratique dans la fabrication des fromages à pâte molle.

Peut-on supposer que l'action combinée de la présure et des ferments lactiques entraîne des effets qui ne se manifestent pas lorsque l'un seulement de ces deux agents est utilisé ? Cette hypothèse ne doit pas être écartée a priori. Au surplus, il est certain que, sur de nombreux points particuliers (doses de présure introduites dans le lait, durée de la coagulation après l'emprésurage, souche de ferments lactiques inoculée, conditions de séparation du coagulum et du lactosérum, etc...), il existe de nombreuses différences entre les conditions dans lesquelles ont été réalisés nos essais d'une part, d'autre part celles de l'expérience effectuée en 1956, et à fortiori les techniques appliquées dans la pratique fromagère.

(*Station centrale de Technologie des Produits animaux et Laboratoire d'Etudes sur la Nutrition de l'I.N.R.A.*)

SUMMARY

The biological value of the two lactic casein samples is very close to that of acid casein, just as the biological value of paracaseinate and of phosphocaseinate of calcium was in the series of previous tests. Thus our experiments have not provided for assignment to the action either of rennet, of acidification of milk, of lactic ferments or of products arising from their metabolism, lowering of the biological value of casein resulting from coagulation of the milk under conditions approaching those obtained in practice, in manufacture of soft-paste cheeses.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] L. RANDOIN et J. CAUSERET. La valeur nutritive des protides du lait peut-elle être affectée par le caillage et par l'élimination du lactosérum ? *Ann. Techn. Agric.*, **4**, 521. 1956.
- [2] J. CAUSERET, D. HUGOT et G. MOCQUOT. Valeurs biologiques comparées des protéines du lait, du phosphocaseinate de calcium, du paracaseinate de calcium et de la caséine acide. *C. R. Ac. Agric.*, **45**, 78. 1959.