

Herbe ordinaire	4 kg	0,60 UF	80 MAD
Foin de luzerne bonne qualité	1 kg	0,40 UF	90 MAD
		1,00 UF	170

Un aliment concentré à 140 g de MAD par UF, composé par exemple de :

60 p. 100 de céréales
36 p. 100 de tourteaux variés
4 p. 100 de composé minéral
complétera avantageusement la ration.

Pour conclure nous pensons que la rentabilité et la sécurité de l'élevage exige une alimentation largement calculée. Nous avons vu également que la production de la brebis laitière dépend de nombreux facteurs : énergie, matières azotées, sels minéraux, etc. Il suffit qu'un de ces facteurs soit déficient pour réduire la production à un bas niveau.

Ainsi un régime alimentaire convenable et équilibré permettra d'obtenir la production maximale, tout en préservant l'état sanitaire du troupeau.

SUPPLÉMENT TECHNIQUE

LA PRÉPARATION D'UNE CASÉINE DE FAIBLE VISCOSITÉ

par

G. GÉNIN

Ingénieur E.P.C.I.

Le débouché le plus important pour la caséine acide est l'industrie du papier, où cette caséine est utilisée pour la préparation des mélanges de pigments et de charges destinés à la fabrication du papier couché. Cependant, en dépit d'une importante augmentation du tonnage du papier fabriqué, les statistiques montrent que les emplois de la caséine dans cette application ne se développent pas dans les mêmes proportions et que très souvent la caséine a dû céder la place à d'autres liants naturels ou synthétiques.

La caséine présente pour cette application d'intéressantes propriétés, cependant elle souffre d'un inconvénient important : la viscosité élevée des solutions qu'elle fournit et Salzberg et Georgevits [1] ont montré que cette viscosité augmente d'une façon logarithmique avec la concentration, ce qui rend difficile de pré-

parer, comme le demande l'industrie moderne du papier couché, des mélanges ayant une forte proportion d'extrait sec, sans se heurter à des difficultés résultant de la viscosité excessive de ces mélanges.

On a donc, depuis longtemps, cherché à préparer des caséines modifiées donnant des solutions alcalines de plus faible viscosité, tout en conservant les propriétés qui en font un produit intéressant pour la préparation des produits d'encollage, à savoir pouvoir adhésif, propriétés hydrophiles lui permettant de retenir l'eau pendant les opérations d'encollage, brillant élevé du papier et prix intéressant. Déjà Hayes et Muller [2] avaient montré que, par un réglage convenable du pH pendant la précipitation de la caséine conduisant à une réduction de sa teneur en calcium, on pouvait réduire sa viscosité, mais le produit ainsi obtenu restait encore trop visqueux pour les besoins de l'industrie du papier.

C'est alors que les mêmes auteurs ont repris le problème [3] en partant de l'hypothèse que par une modification du nombre disponible de groupes terminaux de la molécule de caséine, il devait être possible de faire varier les liaisons intermoléculaires qui sont à l'origine du caractère visqueux des solutions de caséine. Le but de cette note est de résumer l'essentiel des recherches de ces deux auteurs et d'exposer les conclusions auxquelles ils ont été conduits.

On sait que la plupart des traitements chimiques des solutions de caséinate de sodium augmentent leur viscosité, qu'il s'agisse de traitements de déphosphorylation, de méthylation, de déamination, ou d'un traitement par le sulfate d'aluminium. De même, un traitement entrepris pour fixer la caséine dans le lait écrémé sous une forme micellaire par l'emploi de formaldéhyde ne provoque pas de changement de viscosité après précipitation acide de la caséine si le traitement a été ménagé, ou au contraire entraîne une augmentation importante de cette viscosité dans le cas d'un traitement plus brutal.

Par contre, l'hydrolyse alcaline de la caséine pendant environ 24 heures à un pH de 8,0 et à une température de 60° C conduit à une diminution sensible de la viscosité et Warner et Polis [4] attribuent ce résultat à l'action de l'enzyme protéolytique associée à la caséine, car si on élève la température du traitement à 90°, le phénomène est moins net, par suite probablement d'une inactivation de l'enzyme.

C'est cette observation qui a conduit Muller et Hayes à étudier un traitement d'hydrolyse en milieu alcalin dans des conditions favorisant l'action de l'enzyme naturellement présente, puis, devant les résultats insuffisants obtenus, à examiner l'emploi de diverses enzymes. Cependant, un tel traitement doit être effectué avec précaution, car s'il est excessif, il peut en résulter une diminution du rendement en caséine et la caséine protéolytique risque de

perdre ses qualités adhésives, probablement par suite d'une réduction des dimensions de ses molécules.

Si une caséine ordinaire à la concentration de 15 p. 100 donne une solution d'une viscosité de l'ordre de 20 poises, et qu'il y a avantage, pour l'industrie du papier, à réduire autant que possible cette viscosité, en pratique on se trouve limité par la perte des propriétés adhésives du produit et il semble qu'il faille se contenter d'un abaissement de la viscosité à une valeur de 3 à 4 poises, la caséine obtenue permettant alors l'incorporation des proportions voulues de charges et de pigments, tout en conservant ses qualités adhésives.

Le tableau ci-après, emprunté à l'étude de Muller, indique les conditions dans lesquelles il faut opérer pour obtenir des viscosités de l'ordre de 3 à 4 poises

<i>Enzyme</i>	<i>pH</i>	<i>Température (°C)</i>	<i>Durée du traitement (en min.)</i>	<i>Enzyme par rapport à la caséine (en %)</i>	<i>Rendement approximatif (en %)</i>
Pangestine	7,8	50	15	0,05	85
Trypsine	8,0	40	30	0,05	82
Pielanase	7,1	40	240	0,05	76
Bromelaïne	7,0	50	15	0,1	84
Papaïne	6,5	50	90	0,5	86
Pepsine	2,0	37	15	0,025	95

C'est en opérant sur ces différents produits, ainsi qu'avec de la présure, que Muller et Hayes ont procédé à un certain nombre d'essais préliminaires, sans perdre de vue que le procédé adopté doit répondre aux conditions suivantes :

— Le prix du traitement doit être peu élevé, la caséine à viscosité réduite ne devant pas être sensiblement plus chère que la caséine non modifiée.

— Le procédé doit pouvoir s'intercaler dans les installations modernes, opérant en continu, de fabrication de la caséine et être applicable directement au lait écrémé, plutôt que sur la caséine redissoute.

— La caséine traitée doit pouvoir se mélanger facilement à la caséine non traitée, afin de permettre, le cas échéant, la préparation du mélange contenant ces deux types de produits.

Ces premiers essais préliminaires ont conduit Muller et Hayes aux constatations suivantes :

Emploi de pangestine ou de trypsine

De ces deux produits, le premier est préférable pour des raisons économiques. Il fournit un bon rendement en caséinate et son emploi peut s'intercaler dans une fabrication industrielle. La caséine traitée se mélange bien avec la caséine ordinaire.

Pielanase, bromelaïne, papaïne

Ces produits présentent un inconvénient dû à ce que leur action est assez lente et que le lait écrémé traité tend à se coaguler. La caséine traitée à la papaïne se mélange en outre difficilement avec la caséine ordinaire.

Présure

Son emploi, qui présente beaucoup d'analogie avec l'emprésurage du lait, consiste à ajouter de la présure au lait et à interrompre ensuite son action pour procéder à la précipitation de la caséine par un acide.

Pepsine

Ce produit présente le triple avantage d'être d'un emploi économique, d'avoir une action rapide et de fournir une caséine qui se mélange facilement avec la caséine non traitée, de telle sorte qu'il devient possible, pour la préparation des mélanges de caséines des deux types, de traiter une partie du lait écrémé par la pepsine, de la mélanger ensuite avec du lait non traité et de précipiter la caséine dans le mélange obtenu.

Après ces recherches préliminaires, Muller et Hayes ont repris l'étude de ces enzymes, en opérant cette fois sur des installations plus importantes. Nous ne reproduirons pas le détail de leurs travaux que nos lecteurs pourront trouver dans leur publication originale, pour décrire plus complètement le traitement par la pepsine qui a été finalement retenu par eux.

Traitement de la Pepsine

C'est le fait que les traces de pepsine contenues dans la présure provoquent probablement une réduction sensible de la viscosité de la caséine traitée par ce produit, ainsi que les combinaisons favorables obtenues à la suite des essais préliminaires, qui ont conduit les chercheurs australiens à estimer que la priorité devait être donnée à la mise au point d'un procédé de traitement industriel reposant sur l'emploi de pepsine.

Les essais préliminaires portant sur l'utilisation de cette enzyme avaient été effectués sur des dispersions de caséine dans l'acide chlorhydrique, d'un pH de 2,0 à 2,5, voisin par conséquent du pH optimal pour la protéolyse. Par la suite, on a constaté que si l'action protéolytique est ralentie pour des valeurs de pH supérieures à 3,0 à 4,0 la réduction de viscosité n'est pas sensiblement affectée. Le pH peut être réglé par de l'acide sulfurique dans lequel la caséine est pratiquement insoluble et des résultats satisfaisants sont obtenus, même lorsqu'on opère sur le lait écrémé, à condition que le caillé soit finement broyé.

On a également observé que pour obtenir un caillé présentant des caractéristiques satisfaisantes, en vue du lavage et du séchage ultérieurs, il est nécessaire d'effectuer la précipitation au voisinage du point isoélectrique de la caséine (pH 4,6) par addition d'acide à un mélange ayant un pH égal ou supérieur à 5,0, plutôt qu'en ajoutant un alcali à un mélange ayant un pH égal ou inférieur à 4,0. Cette condition peut être satisfaite si 40 p. 100 du lait sont traités avec la pepsine à un pH de 3,5 à 4,0 et si ce lait est ensuite mélangé avec les 60 p. 100 du lait restant. Le pH du mélange ainsi obtenu est voisin de 5,0 ou supérieur et on peut alors obtenir un caillé satisfaisant par l'addition de la quantité minimale d'acide. Si on le désire, on peut préparer des mélanges à plus forte teneur, si le pH du mélange est maintenu à 5,0 par addition d'alcali. Le traitement d'une partie seulement du lait permet de réduire les dépenses d'enzyme.

Ce mode opératoire fut d'abord mis au point dans une installation pilote qui permit d'obtenir une caséine ayant une viscosité de 3 à 4 poises, avec un bon rendement, l'opération étant reproductible. On utilise environ 40 p. 100 de lait à traiter qui est chauffé à environ 30° C. A ce moment, on règle son pH à 3,5-4,0, on élève sa température à 41-42° C et on ajoute la pepsine en quantité correspondant à 0,05 p. 100 de la caséine. Trois cuves placées en série permettent de prolonger l'opération pendant 45 à 60 minutes et le lait traité est pulvérisé à l'intérieur d'une tuyauterie dans laquelle circule le lait non traité. On réalise ainsi un mélange intime des deux laits, avant de procéder à l'addition finale d'acide et au réglage de la température requise pour faciliter la précipitation.

A la suite de ces premiers essais, les auteurs australiens ont intercalé, dans une fabrication de caséine, une installation permettant de traiter, dans des conditions analogues, environ 9 000 litres de lait à l'heure. Certaines difficultés de mise au point durent être surmontées et Muller et Hayes précisent les règles suivantes à respecter, si l'on veut éviter ces difficultés et obtenir une production de qualité régulière.

1° L'eau utilisée pour la dissolution de la pepsine avant son addition doit être acide pour éviter une activation partielle ou totale de l'enzyme.

2° L'eau utilisée pour le lavage de la caséine peut provoquer une augmentation sensible de la viscosité, si elle contient des ions trivalents. Par exemple, la présence d'aluminium dans la proportion de 1 ppm est particulièrement néfaste. Cette impureté peut provenir par exemple d'entraînements des réactifs utilisés pour l'épuration de l'eau et il faut donc vérifier ce point et éviter d'employer un excès d'eau de lavage.

3° La période (habituellement 15 secondes) au cours de laquelle le mélange des deux laits traités ou non reste dans la tuyauterie où s'effectue ce mélange, le pH du mélange et sa température sont des facteurs qui semblent jouer un rôle très important dans l'exécution d'une bonne fabrication. Dans des conditions qui pourtant n'étaient pas très éloignées de celles qui avaient été reconnues comme satisfaisantes au cours des essais sur installation pilote, on a constaté que la pepsine pouvait avoir une action rapide se rapprochant de celle de la présure, en conduisant à l'obtention d'un caillé de haute viscosité. On peut cependant parvenir à opérer dans des conditions correctes par un réglage précis de la vitesse d'écoulement des liquides, de la température et du pH .

4° Pour obtenir un caillé présentant des caractéristiques satisfaisantes, il est nécessaire d'opérer à un pH de l'ordre de 4,5 et à environ 50° et de prévoir, sur le chemin du produit, des chicanes destinées à retarder son écoulement pour tenir compte de la vitesse plus lente de formation du caillé, comparativement à celle du produit préparé à partir de caséine normale. Un contrôle précis du pH de l'eau de lavage à 4,2-4,4 permet d'obtenir un produit à faible teneur en calcium et en cendres.

En tenant compte de ces diverses indications, il devient relativement facile d'obtenir un produit de qualité satisfaisante. Avant que ce procédé soit généralisé, et qu'une fabrication commerciale soit entreprise, des recherches vont être faites à l'échelle industrielle sur l'utilisation de la caséine traitée par la pepsine pour l'industrie du papier. Cependant, les renseignements déjà obtenus en laboratoire ou par des usines qui ont eu l'occasion d'examiner des lots de caséine traités à la pepsine sont très encourageants et laissent prévoir que ce procédé sera susceptible d'être exploité.

Il est d'ailleurs certain qu'une étude plus approfondie de la question sera nécessaire, afin d'examiner tous les aspects du problème du traitement de la caséine par les enzymes et on peut penser qu'une telle étude exigera d'assez longs délais. Cependant, étant donné qu'il est nécessaire pour l'industrie de la caséine de regagner le terrain perdu dans l'industrie du papier il semble que dès à présent, il est de l'intérêt des producteurs de s'intéresser à ce produit et à la vente de la caséine traitée aux industries consommatrices, en attendant que des perfectionnements éventuels apportés au procédé, conduisent encore à une amélioration du produit obtenu.

Il peut être intéressant à ce sujet de signaler que ce procédé a fait l'objet d'une demande de brevet portant le n° 20/147 (de 1962). Dans les revendications de ce brevet, il est indiqué que l'invention vise la production d'une caséine à faible viscosité et ces revendications décrivent le principe fondamental du procédé adopté.

Il est possible que la caséine à faible viscosité ainsi obtenue puisse trouver d'autres applications industrielles ou alimentaires. Dès à présent, on a reconnu que la caséine ou les caséinates sont susceptibles de jouer un rôle non négligeable dans l'alimentation de l'homme. La faible viscosité de la caséine permettra de réduire les dépenses de séchage des caséinates et facilitera leur emploi dans différents domaines intéressant les industries alimentaires.

* RÉFÉRENCES

- [1] H. K. SALZBERG et L. E. GEORGEVITS. *Tappi*, 1956, t. 39, p. 656.
- [2] L. L. MULLER et J. F. HAYES. *Dairy Eng.*, 1961, t. 17, p. 189.
- [3] L. L. MULLER et J. F. HAYES. *The Australian J. Dairy Technol.*, 1963, t. 18, n° 4, p. 184.
- [4] R. C. WARNER et E. POLIS. *J. Am. Chem. Soc.*, 1945, t. 67, p. 529.

Bulletin analytique

(Revues)

Colles et peintures

Parvitskaya (A. A.) et Zhukov (V. I.). — **Emploi de colle à base de caséine et de ciment dans la construction des avions en bois.** *Tr. Kazansk. Khim. Tekhnol. Inst.*, 1961, n° 27, p. 224.

Une étude a été faite de la possibilité d'employer des colles à base de caséine et de ciment dans la construction des avions légers en bois, à la place de colle à la caséine. Des essais comparatifs de résistance au cisaillement (essais statiques) et de résistance aux chocs montrent que ces colles composées conviennent pour la réalisation d'assemblages et présentent une meilleure résistance à l'eau et aux champignons que les colles à la caséine.

Oit (L. V.) et Dilaktorskii (N. L.). — **Emploi de la caséine dans la protection contre la corrosion du béton.** *Issled. po Stroitel'stvu, Tallin*, 1961, n° 2, p. 205.

Description de la préparation d'un mélange à l'aspect de graisse, qui peut être déposé en couche de 1 mm d'épaisseur, pour