

LE LAIT

REVUE GÉNÉRALE DES QUESTIONS LAITIÈRES

SOMMAIRE

Mémoires originaux :

- E. BROUWER et J. MARTIN. — De la production de lait alcalin et de l'augmentation de l'indice d'iode de la matière grasse du lait consécutives à l'injection sous-cutanée d' α -dinitrophénol 337
- J. PIEN. — Caractères distinctifs des poudres de lait écrémé (poudres solubles, poudres Hatmaker). 347
- A. NEUKOMM. — Contribution à l'étude de la bactériothérapie lactique 353

Revue :

- G. GÉNIN. — L'identification du fromage de Roquefort 372

Bibliographie analytique :

- 1^o Les livres 378
- 2^o Journaux, Revues, Sociétés savantes 381
- 3^o Brevets 421

Bulletin bibliographique :

- 1^o Journaux, Revues, Sociétés savantes 423
- 2^o Brevets 426

XI^e Congrès international de laiterie (Berlin, 21-28 août 1937) :

- STAFFE. — L'importance de l'hygiène de l'étable au point de vue du rendement économique 429
- M. E. HEGH. — Laiterie tropicale 436

Documents et informations :

- Congrès des produits alimentaires organisé par le « Massachusetts Institute of Technology » (14-17 septembre 1937) 443
- La question du lait dans les usines 444
- La consommation du lait fait diminuer les journées de maladie des ouvriers 446
- Concours de lait propre 1937 447
- La matière grasse des produits lactés ne fait pas grossir. 448

MÉMOIRES ORIGINAUX (1)

DE LA PRODUCTION DE LAIT ALCALIN ET DE L'AUGMENTATION DE L'INDICE D'IODE DE LA MATIÈRE GRASSE DU LAIT CONSÉCUTIVES A L'INJECTION SOUS-CUTANÉE D' α -DINITROPHÉNOL

par

Dr E. BROUWER
(Hoorn, Pays-Bas)

et

Dr J. MARTIN
(Gand, Belgique)

INTRODUCTION

L'indice d'iode, si important pour la consistance du beurre, a été étudié maintes fois dans ses rapports avec le genre d'alimentation et la nature des aliments. Partant de l'idée que le milieu interne n'est pas indifférent à la nature des graisses élaborées par l'or-

(1) Reproduction interdite sans indication de source.

ganisme, nous nous sommes adressés à l' α -dinitrophénol qui, par son action stimulante sur le métabolisme basal, est tout indiqué pour provoquer un changement du milieu interne.

L'influence de ce poison sur les animaux à sang chaud a été décrite par MAGNE c. s. (1) comme suit : « C'est d'abord une exagération considérable des réactions ayant pour effet d'émettre de la chaleur : polypnée thermique intense chez le chien, vasodilatation, sueurs profuses chez le cheval et chez l'homme. C'est ensuite, malgré ces réactions, une élévation progressive et considérable de la température, qui peut atteindre 45° au moment de la mort. Le phénomène profond que traduisent ces symptômes est une *augmentation considérable des combustions*. Les combustions peuvent être décuplées. Par exemple, chez un chien, la consommation d'oxygène peut passer de 100 cm³ par minute presque jusqu'à 1.200 cm³. » Et plus loin : « Le dinitrophénol paraît être un excitant direct des oxydations cellulaires. Nous proposons de lui donner, pour marquer cette propriété, le nom Thermol. »

Pareils symptômes ont été décrits par TAINTER e. a. (2). La dose sûrement mortelle est en général de l'ordre de 0 gr. 05 par kilogramme (3) pour diverses espèces animales à sang chaud. Selon TAINTER c. s. (4), dans l'espèce canine, la moitié des animaux est tuée par environ 25 milligrammes de dinitrophénol par kilogramme, injectés par voie sous-cutanée, intramusculaire ou intra-veineuse.

Allure générale de l'expérience

Comme animal d'expérience a servi une chèvre âgée de cinq ans, donnant de 1 l. à 1 l. 5 de lait par jour et pesant 40 kilogrammes environ.

L'expérience a duré 55 jours (du 8 avril au 2 juin 1937). Elle comprend 4 périodes d'injection, pendant lesquelles l' α -dinitrophénol a été injecté à des doses croissantes pendant 2 à 4 jours consécutifs. Le produit a été injecté sous la peau en solution aqueuse isotonique légèrement alcalinisée. Les périodes d'injection alternaient avec des périodes de repos.

Pendant la partie principale de l'expérience la ration de l'animal se composait de foin et d'avoine concassée. Quant au foin, une quantité suffisante pour toute la durée de l'expérience avait été hachée à l'avance, puis mélangée soigneusement. L'animal en

(1) MAGNE, MAYER, PLANTEFOL, *Ann. Physiol.*, 8, 1932, 1.

(2) TAINTER, CUTTING, *Journ. of Pharm.*, 48, 1933, 410 ; HALL, FIELD, SAHYUN, CUTTING, TAINTER, *Am. Journ. of Physiol.*, 106, 1933, 432 ; SIEDEK, *Klin. Wochenschr.*, 13, 1934, 1462.

(3) MAGNE, MAYER, PLANTEFOL, *Ann. Physiol.*, 8, 1932, 1.

(4) TAINTER, CUTTING, *Journal of Pharm.*, 49, 1933, 187.

recevait deux fois par jour — à chaque repas — une quantité pesée. Les quantités d'aliments absorbés ont été obtenus par différence après pesage des restants.

La traite avait lieu deux fois par jour ; le matin à 7 h. et le soir à 6 heures.

Pendant toute la durée de l'expérience l'examen a porté sur :

- a) La quantité de nourriture et de boissons absorbées.
- b) La température, la respiration et le pouls de l'animal.
- c) La production en lait et le taux butyrique du lait.
- d) L'indice d'iode de la matière grasse du beurre.

Pendant une ou plusieurs périodes d'injection l'attention s'est portée spécialement sur : les autres réactions cliniques dues aux injections de l' α -dinitrophénol ; l'indice de Reichert-Meisl de la matière grasse du beurre ; le *pH* du lait ; la teneur du lait en CO_2 .

Réactions cliniques

L'injection de 5 milligrammes de dinitrophénol par kilogramme de poids vif n'a donné lieu chez la chèvre à aucun symptôme clinique. La dose de 10 milligrammes a provoqué de la tachycardie et de la polypnée. La dose de 35 milligrammes et même de 40 milligrammes par kilogramme (injectée en deux fois, dont 25 milligrammes à 9 h. 30 et 15 milligrammes à 15 h.), n'a pas été mortelle, quoique le pouls et la respiration fussent accélérés à l'extrême. Le pouls, normalement de 75 à 85, s'éleva à diverses reprises à 150 environ. Le nombre normal de respirations de 18 à 26 s'est parfois accru jusque 200. Fait assez remarquable, à aucun moment pendant la réaction, l'animal n'a fait de l'hyperthermie, même pas après l'injection des plus fortes doses.

Après des doses pas trop faibles on observait une légère excitation. Après des doses plus fortes l'état général changeait complètement. L'animal était prostré et couché, la respiration haletante, le pouls fortement accéléré et dur. On observait de l'inrumination avec un léger tympanisme. De plus, l'appétit était diminué, la quantité de foin pris par l'animal étant réduite de 1 kg. 1 à 1 kg. 2 jusqu'à 0 kg. 7 à 1 kg. 0 par jour, la quantité d'avoine de 0 kg. 3 à 0 kg. 5 jusqu'à 0 kg. 1 à 0 kg. 3, quelquefois même à des quantités inférieures. En ce qui concerne la production de lait et de matière grasse il y avait dans la deuxième et troisième période d'injection un recul de $\pm 25\%$ résultant de l'injection de 25 à 40 milligrammes de dinitrophénol par jour ; dans la quatrième période d'injection, par contre, aucune diminution n'a plus été constatée après l'injection de 20 milligrammes et de 30 milligrammes par kilogramme et par jour. Le taux de la matière grasse du lait, quoique un peu variable, ne changeait pas dans un sens bien défini.

Après chaque injection d'une dose importante le lait recueilli avait une couleur franchement jaune, due sans doute à la présence du dinitrophénol modifié ou non. Après écrémage naturel et après barattage, le colorant jaune passait dans le lait écrémé ou dans le babeurre, alors que la matière grasse conservait sa couleur blanche habituelle. Le dinitrophénol fait donc exception à la règle générale, d'après laquelle seules les matières liposolubles sont sécrétées par la glande mammaire (1).

La matière grasse du lait

Exception faite pour la première période d'injection (doses faibles), nous avons constaté une hausse très importante de l'indice d'iode, montant de 15 unités environ. A titre d'exemple nous donnons dans la figure 1 une représentation graphique de nos observations pendant la troisième période. Il avait été injecté alors par kilogramme : le 11 et 12 mai 20 milligrammes de dinitrophénol à 7 h. du matin et 10 milligrammes à 12 h. ; le 13 mai 10 milligrammes à 7 h., à 11 h. et à 14 h. 30.

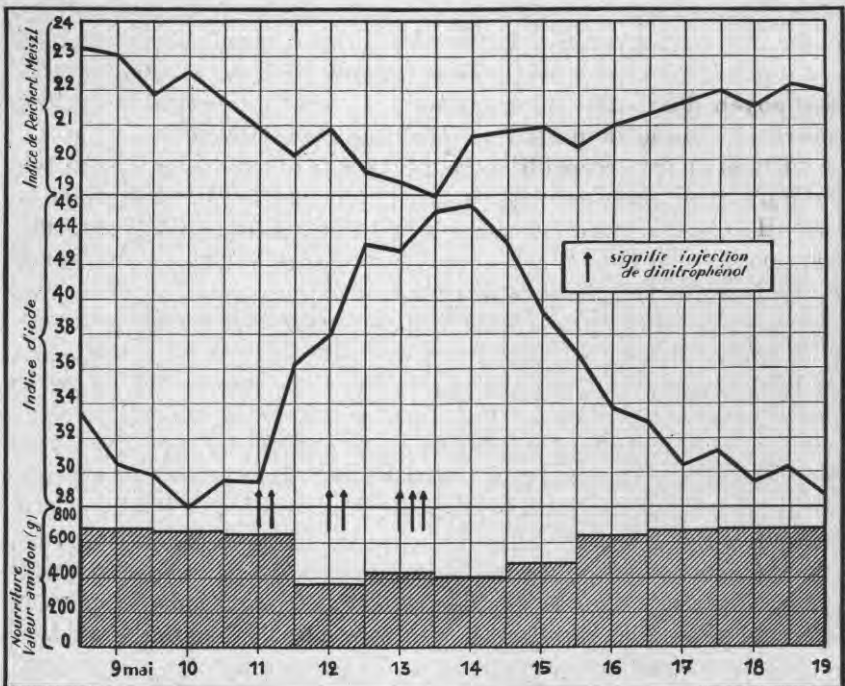


Fig. 1. — Influence de l'injection sous-cutanée de l' α -dinitrophénol sur l'indice d'iode et l'indice de Reichert-Meiszl de la matière grasse du lait.

(1) BROUWER, *Internat. Milchsuskongr.*, Copenhague, I, 1931, 21.

Dans la même figure nous reproduisons une courbe concernant les indices de Reichert-Meiszl, subissant une diminution manifeste. Cependant nous n'attachons pas trop de valeur à cette constatation ; l'abaissement, quoique encore perceptible, était moins net dans les autres périodes d'injection.

L'équilibre acide-base du lait

Pendant la détermination de la matière grasse un développement de gaz avait été observé après l'addition de l'acide sulfurique : C'était de l'acide carbonique. Egalement, lors des injections, le pH du lait subissait de très sensibles variations. Ces observations nous engagèrent à évaluer régulièrement, durant la quatrième période, la teneur en CO_2 total et à déterminer le pH dans des échantillons de lait. La récolte de ces échantillons, devant se faire à l'abri de l'air, nous aurions pu nous servir du tube trayeur (1). Afin d'éviter les complications de mammites, nous avons rejeté cette façon d'opérer. Nous avons préféré recueillir le lait sortant de la mamelle directement sous de la paraffine liquide. Nous y sommes parvenus en baignant l'extrémité distale du trayon dans la paraffine contenue dans un petit récipient en verre à parois basses. Des déterminations de contrôle dans un échantillon recueilli sous paraffine au moyen d'un tube trayeur nous ont prouvé (plus tard) qu'avec notre technique la perte en CO_2 était peu importante.

L'échantillon, recueilli de la façon indiquée au milieu de chaque traite, fut conservé au frigo jusqu'au moment de la détermination du pH et de la teneur en CO_2 , cette détermination se faisant aussi tôt que possible après la récolte. Dans ces conditions de travail le lait du soir restait au frigo pendant 14 heures, celui du matin pendant quelques heures seulement. Des déterminations de contrôle exécutées 24 heures plus tard, nous ont prouvé que les échantillons de lait ne subirent aucune altération au point de vue des propriétés examinées.

La teneur du lait en CO_2 a été déterminée dans l'appareil manométrique de VAN SLYKE et est exprimée en pour cent de volume. La mesure du pH s'est pratiquée sous paraffine à l'aide du potentiomètre à l'électrode de quinhydrone.

La deuxième figure, relative à la quatrième période, reproduit les variations de l'indice d'iode, du pH et de la teneur en CO_2 (pour cent de volume). On a injecté par kilogramme de poids vif 10 milligrammes le 19 mai, à 7 h. et à 11 h. ; le 20 mai trois fois de suite 10 milligrammes (à 7 h., à 10 h. 30 et à 14 h. 30). A nouveau, l'augmentation de l'indice d'iode a été notable.

(1) VAN SLYKE, BAKER, *N. Y. Techn. Bull. Geneva*, 69; 1919; JACKSON, *Journ. Dairy Res.*, 7, 1936, 25.

Alors que le lait normal de chèvre donne une réaction légèrement acide, tout comme le lait de vache, le lait produit à la quatrième période présente une réaction nettement alcaline, le pH montant

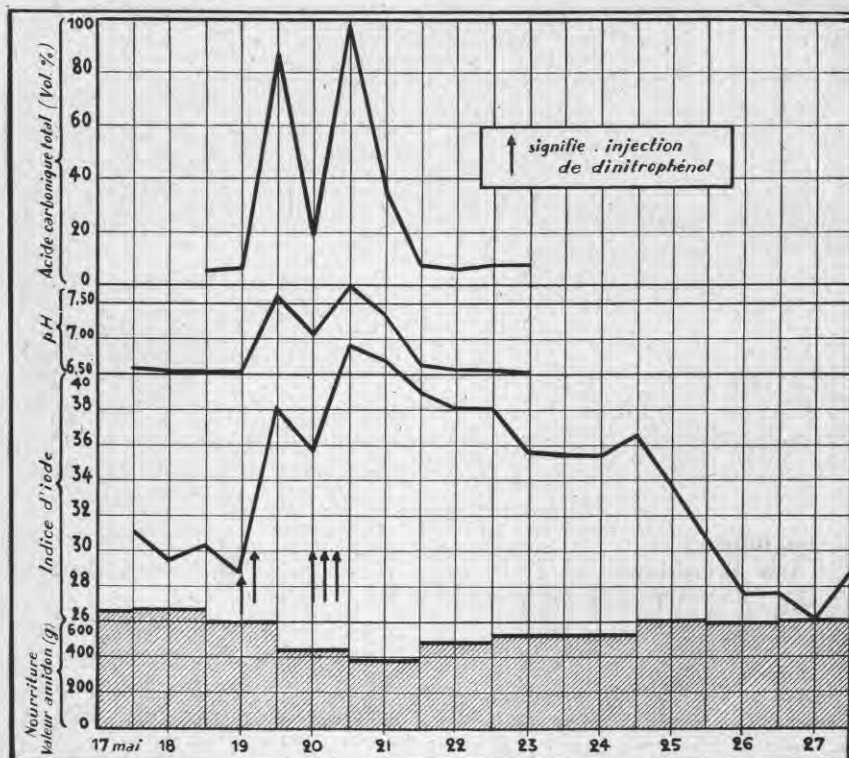


Fig. 2. — Influence de l'injection sous-cutanée de l' α -dinitrophénol sur le pH et la teneur en CO_2 total du lait et sur l'indice d'iode de la matière grasse.

de 6,4 et 6,6 à 7,67 et 7,75. Comme on a fréquemment observé une réaction alcaline du lait dans les mammites, nous avons procédé à l'examen microscopique de celui-ci, ce qui ne nous a révélé aucun signe d'infection ou d'inflammation (ni microbes ni augmentation de leucocytes).

Quant à la teneur en acide carbonique total nous en trouvons environ 6 volumes % dans le lait provenant de l'animal normal. Après les injections de dinitrophénol la teneur en acide carbonique augmenta énormément, voire même à 98 vol. %. Cette teneur traduit une augmentation considérable de bases, présentes sous forme de bicarbonates. En effet, le lait étant alcalin, l'acide carbonique doit avoir été présent principalement sous forme de $BHCO^3$ (ionisé).

Nous avons donc constaté un dérangement profond de l'équilibre

acide-base du lait dans le sens alcalin (augmentation du pH) bien que la production de l'acide carbonique fut augmentée fortement par suite de l'exagération considérable des combustions dans l'organisme ; aussi pourrait-on s'attendre à première vue à un déplacement en sens acide (par exemple diminution du pH). Le paradoxe est donc évident.

Comment se tient ce paradoxe ? Serait-il possible de trouver dans le lait un déplacement en sens alcalin et dans le sang en sens acide ? Il nous semble beaucoup plus vraisemblable que dans le sang aussi le déplacement s'opéra en sens alcalin. A notre avis les fonctions multiples de la respiration (absorption de l'oxygène, élimination de l'acide carbonique, élimination de la chaleur, régulation de l'équilibre acide-base du sang et des tissus) peuvent nous fournir la solution. Dans l'intoxication par le dinitrophénol l'hyperventilation a non seulement pour but de faire absorber plus d'oxygène et d'éliminer plus d'acide carbonique, mais également d'éliminer une quantité exagérée de *chaleur*. Si donc la part de chaleur qui doit s'éliminer par le poumon dépasse la quantité d'acide carbonique à éliminer par la même voie, il est possible que, malgré la surproduction d'acide carbonique, il s'établisse un manque de cet acide dans l'organisme.

Les symptômes de cette forme d'alcalose gazeuse (donc par manque de CO_2) ont été étudiés maintes fois (1) dans des hyperventilations à causes diverses (hyperventilation volontaire, fièvre aiguë, bains chauds, bains d'air chaud, courants électriques de haute fréquence, encéphalites). Dans ces cas, d'après l'équation de Henderson-Hasselbalch :

$$pH \text{ du sérum sanguin} = 6,1 + \log \frac{[BHCO^3]}{[CO_2]}$$

le manque de CO_2 tend à élever le pH du sang. Cependant assez souvent l'organisme réussit à ramener le pH au niveau normal en abaissant la teneur du sang en bicarbonate $[BHCO^3]$. Peut-être l'alcalinité du lait mentionnée ci-dessus s'explique-t-elle par le passage d'une partie de ces bicarbonates dans le lait.

Dans des recherches ultérieures nous nous attendons donc à trouver dans le sang des altérations du genre mentionné. D'ici là c'est seulement une hypothèse de travail, que nous avons émise. Toutefois MUNTWYLER c. s. (2) ont constaté de pareils symptômes dans le sang du chien, traité au dinitrophénol. Il est donc probable

(1) PETERS, VAN SLYKE, *Quantitative clinical chemistry*, 1932 ; MUNTWYLER, MYERS, DANIELSON, ZORN, *Americ. Journal of Physiol.*, 113, 1935, 186.

(2) MUNTWYLER, MYERS, DANIELSON, ZORN, *Americ. Journal of Physiol.*, 113, 1935, 186.

que la chèvre réagit de la même façon, la déperdition de la chaleur par la transpiration étant très restreinte dans ces deux espèces. Egalement, du fait que notre chèvre ne montrait point d'élévation de température, symptôme signalé fréquemment chez d'autres espèces, on peut conclure que l'hypercentilation a été extrêmement forte.

Causes de l'élévation de l'indice d'iode

En examinant de nouveau la figure 2, on observe que le pH et la teneur en CO_2 s'élèvent et s'abaissent simultanément. Sans doute existe-t-il ici une relation *directe*, résultant d'ailleurs de l'équation de Henderson-Hasselbalch, appliquée au lait.

La corrélation entre la courbe de l'indice d'iode et celle du CO_2 est beaucoup moins nette, la teneur en CO_2 devenant bientôt normale après la suppression des injections, tandis que l'élévation de la courbe des indices d'iode est beaucoup plus prolongée. Apparemment nous n'avons ici qu'une relation *indirecte*. En effet, nous avons réussi à séparer les deux phénomènes, comme nous allons le démontrer maintenant.

Exception faite pour la première période, il s'était établi à chaque période d'injection une inappétence marquée (surtout pour les aliments concentrés); les courbes des figures 1 et 2, relatives aux quantités de valeur amidon mangée, l'indiquent nettement. Les quantités de nourriture ont diminué tandis que les combustions ont augmenté. Les deux coopèrent à aggraver la carence alimentaire et sont cause de l'autophagie. Il en résulte que, vraisemblablement, dans les périodes d'injection une large partie de la matière grasse du lait était originaire, non des hydrates de carbone et des graisses de la nourriture mais de la graisse en réserve. Une élévation de l'indice d'iode du beurre était donc probable puisque l'indice d'iode de la graisse en réserve est généralement plus élevé que celui du beurre normal.

Pour examiner ce point, dans une cinquième période expérimentale, nous avons limité pendant quelques jours les quantités d'aliments mises à la disposition de l'animal, aux quantités prises volontairement par celui-ci durant les périodes d'injection antérieures. Même les quantités ont été inférieures. Il est entendu qu'il n'a pas été injecté de dinitrophénol. Le décalage des deux phénomènes se produit pendant ce temps (fig. 3). En effet :

1. Aucune augmentation de la teneur en acide carbonique ni du pH du lait ne s'est fait jour.

2. L'indice d'iode du beurre a subi une augmentation semblable à celle observée pendant les périodes d'injection.

Malheureusement nous n'avons pu répéter l'essai. Néanmoins

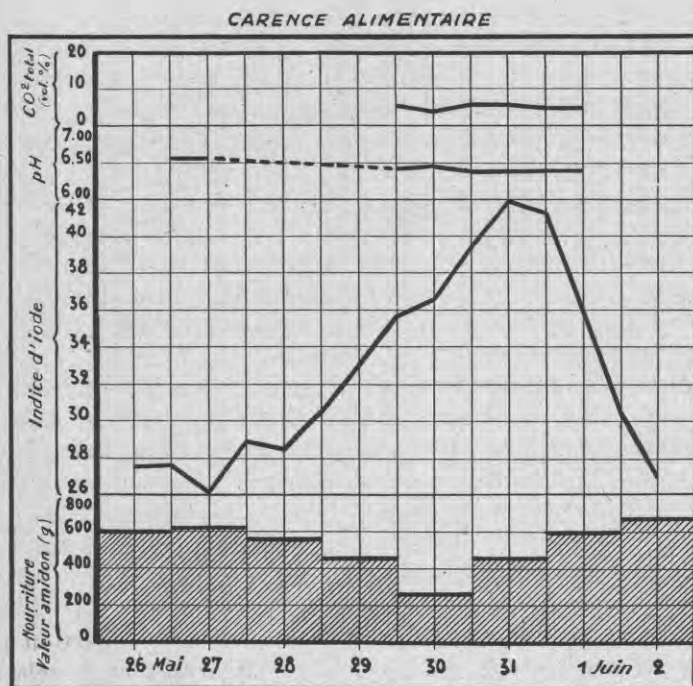


Fig. 3. — Influence de la carence alimentaire sur le pH et la teneur en CO₂ total du lait et sur l'indice en iode de la matière grasse.

on ne peut douter du résultat. En effet, l'examen méticuleux des indices d'iode relevés avant la première période, nous fournit une nouvelle preuve. A la suite d'un oubli l'animal avait été mis au jeûne un soir, ce qui entraîna une diminution de l'appétit dont il ne se rétablit que le surlendemain. Effectivement, une augmentation de l'indice d'iode en résulta, coïncidant avec la diminution de la quantité d'aliments absorbés.

De plus, dans une publication danoise (1), datant de 1899, nous avons trouvé exposé ce fait (2). Plus tard, il a été signalé par

(1) HENRIQUES, HANSEN, *Beretning*, 44, 1899.

(2) Nous n'avons trouvé dans la littérature que quatre dosages de l'indice d'iode dans la graisse de réserve de chèvre: 33,3, 38,6, 32,4, 37,9 (voir PRITZKER, JUNGKUNZ, *Zeitschr. Unters. Nahr. Genussm.*, 63, 1932, 612). Il est surprenant que ces nombres sont tous plus bas que les indices d'iode que nous avons constatés dans le beurre pendant les périodes d'expérience. Cependant, ce fait n'est pas nécessairement contraire à l'hypothèse émise, car d'après HENRIQUES c. s. il est probable que dans la carence surtout les graisses non saturées sont mobilisées. Egalement, pourrait-on penser à une désaturation de la graisse de réserve lors de sa mobilisation. De plus, les graisses non saturées du foie pourraient jouer un rôle.

ECKLES et PALMER (Missouri Res. Bull., 25, 1916) et par HENDERSON et ROADHOUSE (Journ. Dairy Sc., 17, 1934, 321). Avec ECKLES nous croyons que le phénomène est important et qu'il faut en tenir compte dans des conditions physiologiques et dans des expériences d'alimentation. Nous en donnerons seulement trois exemples. On en trouvera d'autres chez ECKLES c. s.

D'abord nous rappelons le fait qu'au début de la période de lactation, la production du lait est souvent si abondante, que la ration ne suffit pas pour couvrir les besoins de la vache. Il y a donc une carence alimentaire relative. En effet, on a observé qu'au début de la période de lactation les indices d'iode sont extrêmement changeants (1). ECKLES c. s., en 1916, ont déjà prétendu que, dans de pareils cas, la carence alimentaire joue un rôle.

Ensuite nous nous rapportons à une expérience faite par HUNZIKER c. s. (2) sur l'influence du silage de maïs sur l'indice d'iode du beurre. L'expérience comprenait trois périodes. Dans la période initiale et la période terminale, la nourriture des vaches soumises à l'expérience consistait dans du foin de luzerne, des concentrés et de 25 livres de silage de maïs ; la quantité de nourriture répondait aux besoins des animaux.

Dans la seconde période, la partie de silage fut supprimée sans qu'elle fut remplacée par d'autres aliments. Du fait que dans cette période l'indice d'iode montait de huit unités, HUNZIKER c. s. ont déduit que le silage de maïs tend à abaisser l'indice d'iode puisque son omission cause une augmentation. Il nous semble que cette conclusion n'est pas admissible, car dans la seconde période on a non seulement supprimé le silage mais en même temps on a provoqué une carence alimentaire, qui sans doute a dû troubler les résultats. Pour apprécier l'influence des aliments sur l'indice d'iode, il est absolument nécessaire d'éviter la carence alimentaire.

Finalement, la question se pose si l'augmentation de l'indice d'iode du beurre ne se prête au contrôle de la valeur énergétique des rations et ne permet de tirer des conclusions au sujet de la valeur isodynamique des substitutions alimentaires.

Résumé

Après l'injection sous-cutanée d' α -dinitrophénol à la chèvre, nous avons observé la production d'un lait nettement alcalin (pH 7,67 et 7,75), tandis que la teneur en CO_2 était devenue très élevée (jusqu'à 98 vol. %). Dans la matière grasse du beurre nous avons constaté une augmentation de l'indice d'iode d'environ 15 unités.

La seule diminution de la nourriture fournie à l'animal cause

(1) ENGEL, SCHLAG, MOHR, *Milchwisch. Forsch.*, 2, 1925, 47.

(2) HUNZIKER, MILLS, SPITZER, *Purdue Exp. Stat.*, 159, 1912.

une augmentation analogue de l'indice d'iode, vraisemblablement parce que dans ces conditions la graisse de réserve est utilisée à l'élaboration de la matière grasse du lait. Le pH et la teneur en CO² du lait restaient normaux. Il est probable que lors des injections de l' α -dinitrophénol, c'est la carence alimentaire absolue et relative qui cause l'augmentation de l'indice d'iode.

Après chaque injection d'une dose importante, le lait recueilli avait une couleur franchement jaune, due à la présence dans la phase aqueuse du lait du dinitrophénol, modifié ou non.

Nous avons discuté la signification de nos résultats pour quelques conditions physiologiques.

(Rykslandbouwpræfstation, Section de Physiologie, à Hoorn, Pays-Bas.)

CARACTÈRES DISTINCTIFS DES POUDRES DE LAIT ÉCRÉMÉ

(poudres solubles - poudres Hatmaker)

par

JEAN PIEN (1)

Ingénieur chimiste (I. C. R.)

Docteur ès Sciences

Directeur des Laboratoires des Fermiers Réunis.

La poudre de lait écrémé obtenue par le procédé Hatmaker se distingue facilement des poudres solubles si elle n'est pas très finement broyée.

Mais si cette poudre a été pulvérisée et passée au tamis 90, il devient souvent difficile de la distinguer avec certitude des poudres solubles obtenues par pulvérisation ou atomisation dans un gaz chaud.

Parfois, des différences de coloration et de saveur permettent à un spécialiste de reconnaître la poudre Hatmaker fine. Il est cependant des cas où cette distinction est très difficile, même pour le chimiste entraîné à ces sortes d'examen. A fortiori, pour un non spécialiste est-elle pratiquement impossible.

D'autre part, l'identification de mélanges des deux types de poudres de lait constitue une difficulté encore plus grande, pratiquement insurmontable.

C'est pourquoi, il nous a semblé utile de préciser les caractères qui permettent d'identifier avec certitude ces deux sortes de poudres de lait considérées isolément ou mélangées.

(1) La partie expérimentale de ce travail a été exécutée avec la collaboration de M. L. DUPLASTRE, des Laboratoires des Fermiers Réunis.