LE LAIT

REVUE GÉNÉRALE DES QUESTIONS LAITIÈRES

SOMMAIRE

Mémoires originaux :

G. C. SUPPLEE et M. J. DORCAS. — L'activation antirachitique du lait au point de vue physique et biologique (<i>à suivre</i>)	1
R. VUILLAUME. — Contribution à l'étude de l'acidité des laits anormaux	12
M. A. GONDOS. — Altérations oxydatives du lait et des pro- duits laitiers (goût huileux- suiffeux)	25
J. PIEN et S. HERSCHDOERFER. — La fabrication des caséines lactiques à faible teneur en cendres	30
W. M. BOGDANOFF. — Une nou- velle méthode de numération directe des microbes du lait .	37

Bibliographie analytique :

1 ^o Les livres	48
2 ^o Journaux, Revues, Sociétés savantes	57
3 ^o Brevets	91

Bulletin bibliographique :

1 ^o Brevets	93
----------------------------------	----

Documents et informations :

C. WOLF. — Le lait aux colo- nies (<i>suite et fin</i>)	94
G. MATHIEU. — L'Ecole d'In- dustrie laitière d'Aurillac . .	97
W. DORNER. — Un appareil simple pour la détermination de la force de la présure et de la coagulabilité du lait . . .	100
Laits malodorants et à mauvais goût	105
Congrès du Printemps de l'Ame- rican Chemical Society . . .	106
Compte rendu du Congrès d'Au- tomne de l'American Chemi- cal Society	107
La laiterie à l'Ecole des Beaux- Arts	108
La plus grande fromagerie d'Emmenthal en Europe . .	111
La qualité du fromage Emmen- thal en Finlande	111

MÉMOIRES ORIGINAUX (1)

L'ACTIVATION ANTIRACHITIQUE DU LAIT AU POINT DE VUE PHYSIQUE ET BIOLOGIQUE (2)

par

G. C. SUPPLEE

et

M. J. DORCAS

Directeur du Laboratoire de Recherches
de « The Dry Milk Company »,
New-York, N.Y.

Physicien de
« The National Carbon Company »,
Cleveland, Ohio.

HESS [1] et STEENBOCK [2] ont trouvé que les rayons ultra-violetes donnaient aux produits inanimés des propriétés antirachitiques et calcifiantes augmentées. Le premier indiquait déjà en 1925 [3]

(1) Reproduction interdite sans indication de source.

(2) Paru dans le *Volume jubilaire du Professeur Ch. Porcher*.

les puissants avantages du lait irradié liquide ou sec dans la lutte contre le rachitisme infantile. Ultérieurement, HESS et WINDAUS [4] démontrèrent que l'augmentation des propriétés antirachitiques était due à des parties spécifiques du spectre ultra-violet qui agissent sur les stérols contenus dans les produits à irradier. De nombreuses preuves, tant scientifiques que cliniques, ont été accumulées depuis ces découvertes, montrant que le lait, convenablement irradié, a une influence remarquable sur la structure des os et dans la prévention et la guérison du rachitisme. Ces preuves sont d'un caractère tel, qu'aucun doute n'est possible en ce qui concerne les qualités nutritives accrues du lait activé.

KRAMER [5] a indiqué que des malades atteints de rachitisme en pleine évolution montrèrent des signes nets de guérison des lésions rachitiques entre la troisième et la quatrième semaine après l'administration de lait irradié. MAC KAY et SHAW [6] ont trouvé que le lait sec irradié produit une guérison rapide des lésions osseuses des enfants rachitiques. GYÖRGY [7] a indiqué que le lait sec irradié est un facteur puissant de la guérison des rachitismes simples ainsi que de la tétanie. HALAC et NASSAU [8] ont montré qu'une forte valeur curative était donnée au lait brut, par une simple et courte exposition aux rayons ultra-violet. HESS et ses collaborateurs [9] ont, en 1929, et plus récemment [10], en 1931, réaffirmé la valeur du lait irradié, et particulièrement du lait irradié et desséché, pour la prévention du rachitisme infantile. SCHEER [11] considère le lait sec supérieur à l'ergostérol irradié pour le traitement du rachitisme, parce que le surdosage est impossible avec le premier, tandis qu'avec le second, il est, non seulement possible, mais dangereux. ESSIG [12], en résumant des expériences cliniques effectuées avec du lait irradié, conclut qu'une alimentation effectuée avec du lait non irradié mélangé avec du lait irradié ne produit qu'un certain effet curatif; quant à l'action préventive, elle est cependant trop faible pour être de valeur pratique. Néanmoins, quand du lait irradié a été utilisé pour l'alimentation sans être mélangé avec du lait non irradié, une protection complète du rachitisme a été notée dans tous les cas, sauf ceux qui ne guérissaient même pas par le soleil d'été. ESSIG conclut que du lait convenablement irradié est un excellent agent prophylactique et thérapeutique pour la prévention et la guérison du rachitisme.

SUPPLEE et ses collaborateurs [13] [14] ont montré que le lait est considérablement activé par l'exposition à une radiation ultraviolette pendant seulement quelques secondes, et qu'un tel lait, ultérieurement desséché par le procédé du double tambour Just, n'a montré aucun des effets nuisibles manifestés par le lait irradié expérimentalement pendant plus de temps. Il est clair que l'activation antirachitique du lait, destiné à l'alimentation des enfants ou à tout

autre but alimentaire, devrait être exempte de tout effet nuisible spécifique que possèdent les produits trop exposés ou irradiés sans méthode.

Au point de vue physique, optique et photochimique, l'irradiation du lait est un problème complexe. Les faits concernant l'activation antirachitique de stérols purs par des radiations ultra-violettes ne peuvent pas être directement appliqués au lait. La provitamine, ou substance activable, telle qu'elle existe dans le lait, est associée avec d'autres produits en solution et en suspension. De telles substances peuvent agir comme des filtres optiques internes et absorber une partie de la radiation qui pourrait autrement activer la provitamine. La provitamine, telle qu'elle existe dans le lait, n'est peut-être pas un stérol pur ; elle peut exister en combinaison complexe avec des lipoides ou d'autres composés qui peuvent avoir un effet sur sa sensibilité photochimique.

Si on passe en revue les renseignements concernant l'irradiation du lait, on voit que les périodes d'exposition varient, suivant les laboratoires, de quelques secondes jusqu'à même deux heures [5] [13] [14] [15]. Alors que ces publications montrent que de tels laits ont un pouvoir antirachitique mesurable, les variations dans la durée d'exposition indiquent qu'il y a eu un manque de standardisation dans la technique de l'irradiation du lait. Les facteurs en jeu dans l'irradiation du lait sont la composition du lait, la méthode d'application, et la source des radiations. La composition du lait peut être considérée comme relativement constante, tandis que l'énergie de la source de radiations peut être sujette à de grandes variations. Ceci est particulièrement exact lorsqu'on considère le type de lampes employées dans un grand nombre des expériences exécutées jusqu'à ce jour. Une analyse récente de DINGEE [16] indique que les différences entre les diverses lampes à mercure sont imprévisibles et peuvent être aussi grandes que 1 à 16. On peut s'attendre à des différences dans les résultats quand il existe de telles variations dans les sources de radiations.

Pendant ces dernières années, des recherches d'ordre physique ont donné de nouvelles sources de radiations ultra-violettes, dont les qualités sont constantes et peuvent être reproduites. De même, les méthodes physiques d'analyses ont été perfectionnées, de telle sorte que des sources constantes ou variables peuvent être décrites avec précision, tant en ce qui concerne la qualité qu'en ce qui concerne la quantité de radiations. Cette connaissance est maintenant à notre disposition et peut être utilisée, en combinaison avec des recherches photochimiques et biologiques concernant l'irradiation du lait, comme contribution à notre connaissance de la nature et du mécanisme des modifications qui ont lieu. De telles études,

complétées par des renseignements cliniques, fournissent un nouvel encouragement à des recherches ultérieures concernant la synthèse de la vitamine D et le rôle de cette vitamine dans la nutrition humaine. Les renseignements fournis par FOSBINDER et ses collaborateurs [17], KON et ses collaborateurs [18], MARSHALL et KNUDSON [19], et MAUGHAN [20] se rapportent aux principes physiques et à l'énergie nécessaire à la préparation des stérols activés ; ils sont pratiquement le seul témoignage d'une telle connaissance actuellement à notre disposition. Peu ou pas de renseignements ont été publiés montrant le rapport de tels principes avec la préparation de produits alimentaires activés.

L'irradiation commerciale du lait doit tenir compte, non seulement de la coordination des moyens nécessaires pour exposer des volumes considérables à la radiation ultra-violette pendant de courtes périodes de temps, mais aussi de la nature de l'énergie radiante utilisée. L'efficacité de la technique de l'irradiation, la protection contre des réactions secondaires indésirables donnant des goûts et des odeurs inadmissibles et l'uniformité du pouvoir donné au produit nécessitent une étude détaillée du caractère de l'énergie. Il semble que des sources de lumière étalonnées, dans lesquelles la qualité et la quantité du rendement d'énergie sont maintenues uniformes, soient essentielles pour l'étude des divers facteurs qui contribuent à l'irradiation du lait et à la production d'un produit uniforme.

PARTIE EXPÉRIMENTALE.

Origine et propriétés de la radiation employée. — Puisque des sources de radiation étalonnées sont maintenant à notre disposition, l'emploi de tels moyens pour l'irradiation de grandes quantités de lait, dans des conditions contrôlées, semble nécessaire pour que les résultats biologiques des produits traités puissent être associés aux renseignements d'ordre physique. La radiation employée dans les présentes recherches a été obtenue de divers types d'arcs au charbon et d'arcs en quartz au mercure.

Les arcs au charbon employés étaient du type dit : arc flambant (flaming arc), récemment construits pour les applications expérimentales et industrielles de l'ultra-violet [21] [22]. Les arcs sont formés entre des électrodes de compositions diverses. L'arc au charbon est d'une nature telle, que des conditions électriques constantes, c'est-à-dire un courant et un voltage constant du courant de l'arc lui-même entre les électrodes d'une nature déterminée, émettent une radiation d'une valeur et d'une nature constante. Cette radiation est constante malgré les variations de nature passagère, telles que des modifications de la température de la pièce, et est aussi exempte de toute modification due à l'âge de la lampe, puisque les électrodes qui

sont consommées après plusieurs heures d'opération de l'arc sont remplacées par de nouvelles. Pendant le fonctionnement des charbons, la radiation est aussi constante que les conditions électriques de l'arc, qui, pour ces expériences, étaient contrôlées automatiquement par un mécanisme actionné par un moteur qui maintenait les conditions électriques à l'arc à peu près constantes, quoique le voltage de la ligne ait pu varier et que d'autres à-coups aient pu se produire. La quantité d'énergie fournie aux arcs au charbon peut être rendue variable dans de larges limites en modifiant les caractéristiques électriques du circuit de la lampe. En conséquence, la quantité de radiation d'un arc donné pouvait varier à volonté puisque la quantité de radiation est une fonction connue de la puissance utilisée. Le genre de radiations pouvait également être modifié, car la composition chimique de l'électrode peut être modifiée par addition de substances inorganiques au charbon, procédé qui produit de fortes différences dans le caractère de la radiation visible et ultra-violette [23].

Le problème de l'utilisation d'arcs au mercure pour fournir des quantités connues de radiations est plus complexe. L'âge du brûleur, les variations des conditions électriques du courant fourni et la température de la pièce, sont parmi les variables qui peuvent modifier la quantité de la radiation dans une proportion qui peut aller de 16 à 1 [16].

L'arc au mercure en quartz est un arc électrique dans une vapeur de mercure entre des électrodes en mercure ou en métal. Il est entièrement enfermé dans un tube en quartz pour empêcher la perte de la vapeur de mercure et est soumis à à peu près les mêmes lois physiques que les autres types d'arc. Toutefois, il est limité à une consommation de quelques centaines de watts, tandis que celle d'un arc au charbon peut varier de quelques watts à plusieurs milliers de watts avec un rendement augmentant plus rapidement que la dépense. Même si toutes les conditions extérieures et électriques sont maintenues dans le fonctionnement de l'arc au mercure, il y a encore une différence de lampe à lampe et une différence dans la même lampe quand l'âge du brûleur augmente, car la transparence du tube de quartz entourant l'arc est constamment modifiée. C'est pourquoi, quoique la quantité de radiation fournie par le courant de l'arc soit constante si les conditions électriques sont constantes, la radiation émise par la lampe changera si la transparence du tube en quartz change, puisque la radiation doit passer à travers les parois de ce tube. Dans quelques-uns de ces tubes, la puissance de transmission ne change que lentement, d'autres se détériorent plutôt rapidement. Il est impossible de prévoir à l'avance comment se comportera un brûleur déterminé.

Dans la présente recherche, la quantité de radiations des diffé-

rents brûleurs fut mesurée et contrôlée par des moyens appropriés. Pendant le fonctionnement des arcs au mercure, on a maintenu la température de la chambre à peu près constante, et un régulateur de voltage fut installé dans les lignes qui fournissaient le courant, pour assurer un voltage constant. La quantité de radiation des arcs au mercure fut déterminée par une analyse spectro-radiographique de quelques-uns des brûleurs utilisés. Cette analyse fut effectuée immédiatement après l'irradiation du lait. Pendant la durée réelle de la période d'irradiation, la constance du débit d'énergie fut déterminée par l'appareil Rentschler [24]. Les caractéristiques électriques furent ensuite répétées au laboratoire de physique dans le but de reproduire, pour l'analyse physique, des radiations du même caractère que celles utilisées pour le traitement du lait. La reproduction des mêmes conditions fut à nouveau contrôlée par l'appareil Rentschler et trouvée la même que celle employée pendant l'irradiation. L'appareil Rentschler mesure la radiation ultra-violette de 2.500 Å à 3.400 Å.

L'énergie émise par les divers arcs au charbon avait été préalablement déterminée par l'analyse spectro-radiographique dans des conditions électriques connues. Pour ces essais, diverses conditions électriques dont les caractéristiques étaient connues furent reproduites durant le fonctionnement des arcs au charbon pendant l'irradiation du lait. Puisque le caractère de la radiation d'arcs au charbon est rapidement reproduit dans les mêmes conditions électriques, comme il l'a été indiqué plus haut, on peut admettre que les résultats de l'analyse spectro-radiographique, donnés plus loin, furent appliqués pendant le traitement du lait employé dans ces expériences.

La radiation des diverses sources est décrite dans les planches I à IV et dans le tableau I. Les graphiques montrent les quantités relatives des diverses sortes de radiation visible et ultra-violette.

Les renseignements physiques furent obtenus à l'aide d'un spectro-radiomètre par les méthodes connues [21] [22] [23]. Elles consistent à disperser un rayon de la radiation en un spectre par une lentille de quartz et un prisme et à mesurer les quantités relatives de la radiation dans des bandes spectrales étroitement voisines par un système de galvanomètre thermophile. Cette méthode détermine la forme de la courbe. Les instruments et la radiation totale sont calibrés à l'aide d'un étalon de radiation, et ceci détermine la hauteur de la courbe. A l'aide de ces courbes, on peut déterminer l'énergie relative des différentes régions du spectre en mesurant la surface sous les courbes dans la région en question. Des renseignements de la nature de ceux donnés dans le tableau I peuvent alors être préparés : ils montrent le nombre d'ergs, par seconde, d'énergie de longueurs d'onde données par millimètre carré de surface à une distance donnée des arcs. Avec ces renseignements montrant la nature et la quantité

PLANCHE I.

Courbe de distribution de l'énergie spectrale pour le charbon "C"

d'énergie, une étude de l'effet de la radiation sur le lait est analogue à l'étude de l'effet de l'addition au lait d'une quantité mesurée d'un réactif déterminé et d'une pureté connue.

Irradiation du lait avec des arcs au charbon et au mercure.

— Les arcs au charbon et les arcs au mercure fonctionnant dans des conditions connues et avec une dépense d'énergie connue, comme nous l'avons indiqué dans le tableau suivant et les planches, furent

employés pour l'irradiation du lait en utilisant le matériel d'un établissement traitant commercialement du lait. Les connaissances obtenues pendant les cinq dernières années dans cette usine par la produc-

Courbe de distribution de l'énergie spectrale pour le charbon "Sunshine"

tion d'un lait sec irradié (1), associées aux déterminations exactes et contrôlées de l'énergie des différentes sources de lumière, permirent un arrangement convenable à l'étude de la technique de l'irradiation

(1) Marque « Dryco ».

du lait avec la précision du laboratoire et dans les conditions réelles de la production commerciale.

Pour cette étude, du lait liquide, contenant approximativement

PLANCHE III.
Courbe de distribution de l'énergie spectrale pour charbon "Magnésium"

1,2 % de matière grasse de beurre, fut utilisé. Les expériences eurent lieu en automne pendant une période d'environ trente jours consécutifs. On employa constamment du lait de la même région et de la même origine. La quantité de lait, irradiée dans chaque cas particulier, était approximativement de 1.000 livres (453 kg. 592). Le lait était exposé à la

radiation en couche mince et mobile, recevant les rayons sous des angles d'incidence constamment changeants et variant de zéro à quatre-vingt-dix degrés. Le cycle complet d'exposition exigeait

PLANCHE IV.

*Courbe de distribution de l'énergie spectrale pour arc à vapeur de mercure
après 850 heures d'éclairage.*

une période d'environ trois dixièmes de seconde. L'épaisseur de la couche de lait était maintenue à environ $0 \frac{m}{m}$ 4. Des observations furent généralement faites après les périodes d'exposition de 8, 16, 32 et 48 secondes. Immédiatement après l'irradiation, le lait

TABLEAU I.

CARACTÈRE DE LA RADIATION ENTRE 2.000 Å ET 3.200 Å EMPLOYÉE POUR IRRADIER LE LAIT.

Groupe N°	Numéros des échantillons	Arc	Caractéris- tiques électriques		Ergs-seconde par $\frac{m}{m^2}$ à incidence normale sur la surface du lait et à 24 pouces (0 m. 6096) de l'arc Longueur de l'onde en degrés Angström						
					2.000 2.200	2.200 2.400	2.400 2.600	2.600 2.800	2.800 3.000	3.000 3.200	Total 2.000 3.200
			Am- pères	Volts							
I-AC-60	5L à 8L	Charbon « C »	60	50	7,56	19,44	34,56	31,32	35,64	50,22	178,74
I-AC-80	9L à 12L	» »	80	50	12,98	33,48	55,08	45,36	48,60	72,90	268,40
II-AS-60	65L à 68L	Charbon « Sunshine »	60	50	0,76	3,24	7,56	8,10	14,04	30,24	63,94
II-AS-80	69L à 72L	» »	80	50	0,97	4,32	10,80	10,80	17,28	37,80	81,97
III-AMG-60 ...	125L à 128L	Charbon « Magnésium »	60	50	1,66	4,44	11,95	38,40	37,00	26,60	120,05
III-AMG-80 ...	129L à 132L	» »	80	50	2,78	7,43	19,60	60,00	59,90	38,90	188,61
IV-AHG	181L à 184L	Vapeur de mercure (1)	3,7	160	4,43	10,65	24,10	19,60	27,50	65,30	151,58

(1) Valeurs calculées à 12 pouces (0 m. 3048) au lieu de 24 pouces (0 m. 6096).

liquide était séché par le procédé Just et les produits desséchés placés dans des récipients remplis de gaz inerte et fermés hermétiquement.

Puisqu'on désirait étudier les nombreux effets résultant de modifications qualitatives et quantitatives de l'énergie radiante, des écrans différents furent employés. On y ajouta d'autres variantes dans les conditions de l'expérience, comportant : l'emploi de la lumière, tantôt directe, tantôt réfléchie, le matériel réfléchissant, la forme du réflecteur, différents courants d'arc, et la distance de la source de lumière à la couche de lait. Pendant la durée de ce travail, des lots de 1.000 livres (453 kg. 5) de lait liquide furent irradiés dans 238 conditions différentes, chacune nécessitant une exposition à différentes radiations, et chacune souvent redoublée. Bien que l'objet de notre étude ait été une recherche étendue des propriétés des laits diversement traités, nous ne rendrons compte dans le présent travail que du pouvoir antirachitique et calcifiant du lait exposé à des radiations directes, c'est-à-dire sans écran.

(A suivre.)

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DE L'ACIDITÉ DES LAITS ANORMAUX

par R. VUILLAUME

Chef de travaux de Chimie à l'Ecole vétérinaire de Lyon.

C'est sous le titre de cet article que nous avons publié notre travail de thèse de Doctorat vétérinaire. A la demande de notre Maître, M. le Professeur Ch. PORCHER, nous en extrayons ce qu'il peut avoir de plus original.

Sous le nom de *laits anormaux*, nous entendons les laits dont la composition est anormale au moment même de leur sécrétion, ce qui élimine les laits rendus anormaux par addition d'eau ou de principes variés, ainsi que les laits qui se sont acidifiés du fait du développement des ferments lactiques.

Ainsi définis, les laits anormaux se divisent :

- 1° En *laits physiologiques* : colostrums et laits de rétention ;
- 2° En *laits pathologiques* : laits de mammites.

En ce qui concerne le colostrum, nous rappellerons que, d'une façon générale, il est plus riche en matières minérales et en matières protéiques que le lait, ce qui nous permet de prévoir dès maintenant que son acidité, du moins pour commencer, son acidité titrable, sera supérieure à celle du lait. Les laits de rétention ne sont, en somme, que des colostrums moins affirmés, peut-on dire. Ils sont également plus riches que le lait normal en substances azotées, notamment en globuline ; ils coagulent mal ou même quelquefois ne coagulent pas