LE LAIT

REVUE GÉNÉRALE DES QUESTIONS LAITIÈRES

SOMMAIRE

Mémoires originaux :

- M^{me} L. RANDOIN et J. CAUSERET. — Teneur du yoghourt en quelques vitamines 130
- G. THIEULIN et R. BASILLE. — L'inspection sanitaire du lait 137
- J.-E. AUCLAIR et A. PORTMANN. — Influence du chauffage du lait sur le développement des bactéries 145
- G. THIEULIN. — Lait pasteurisé. Lait stérilisé 155

REVUE :

- G. GÉNIN. — Le lait et l'industrie laitière dans le monde 160

Bibliographie analytique :

- 1^o Les livres 171
- 2^o Journaux, Revues, Sociétés savantes 175
- 3^o Brevets 214

Bulletin bibliographique :

- BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE : 1^o Les livres 218

- 2^o Journaux, Revues, Sociétés savantes 220
- 3^o Brevets 228

Documents et informations :

- Hommage à Hermann WEIGMANN 230
- L'emballage perdu dans le secteur laitier 230
- Conditions techniques de la production laitière en Suède 234
- Production et consommation du beurre de l'Allemagne de l'Ouest, en 1953 et 1954 236
- Du lait pour les ouvriers au travail 236
- Insertion de graisse animales dans les rations des vaches laitières 237
- Traitement de la crème d'été en Suède 237
- Le présent et l'avenir des industries laitières de divers pays dans le monde 238
- Atomiseur de laboratoire 238
- Communiqués 240

MÉMOIRES ORIGINAUX (1)

TENEUR DU YOGHOURT EN QUELQUES VITAMINES

par

M^{me} LUCIE RANDOIN et JEAN CAUSERET

Nous avons récemment publié, ici-même, un mémoire sur l'utilisation physiologique du phosphore et du calcium du yoghourt [2]. Dans le présent travail, nous envisageons la valeur de ce produit

(1) Reproduction interdite sans indication de source.

comme source de quelques vitamines : thiamine, riboflavine, vitamine A et carotène.

Deux séries d'analyses ont été effectuées :

— l'une a porté sur des échantillons de yoghourt du commerce, fraîchement préparés ;

— l'autre a été réalisée comparativement sur des échantillons de lait, sur des yoghourts fraîchement préparés au laboratoire à partir de ces laits et sur des échantillons de yoghourt identiques, conservés pendant une durée plus ou moins longue, dans diverses conditions de température et de lumière.

Nous ne prétendons pas que ces analyses suffisent à donner une vue exacte des problèmes étudiés. Du moins, permettent-elles de « situer » la valeur du yoghourt comme source de vitamines B1 et B2, de vitamine A et de carotène.

I. — Teneurs en vitamines B1, B2 et A d'échantillons de yoghourt du commerce

1^o TECHNIQUE

Nos analyses ont porté sur 16 échantillons de yoghourt du commerce, provenant de quatre marques différentes, qui seront désignées par les lettres A, B, C et D. Reçus au laboratoire dans les quelques heures qui suivaient leur préparation, ces échantillons ont été stockés au réfrigérateur (à 6°) pendant 24 heures, avant d'être analysés.

Les méthodes analytiques suivantes ont été utilisées pour les divers dosages :

— *Matière grasse* : dosage par la méthode Rose-Gottlieb, modifiée en vue de son application à l'analyse des laits ;

— *Acidité titrable* : détermination en degrés Dornic, par la soude en présence de phénol-phtaleine ;

— *Thiamine* : dosage fluorimétrique sous forme de thiochrome, après extraction par l'acide sulfurique et hydrolyse enzymatique [1] ;

— *Riboflavine* : dosage fluorimétrique, après extraction par l'acide sulfurique et hydrolyse enzymatique, suivies d'une oxydation permanganique [1] ;

— *Axérophthol* et β -carotène : dosage colorimétrique, par la méthode de RAOUL et JANOT [3].

2^o RÉSULTATS

Les résultats obtenus sont réunis dans le *tableau I*. Les teneurs moyennes en vitamines du yoghourt calculées à partir de ces résultats peuvent être comparées à celles du lait :

	Yoghourt %	Lait %
Thiamine (μ gr.)	48 (38-66)	50 (15-100)
Riboflavine (μ gr.)	175 (103-242)	180 (100-300)
Axérophtol (U.I.)	28 (15-56)	150 (25-500)
β -carotène (U.I.)	33 (20-54)	

On voit que, poids pour poids, les échantillons de yoghourt sont comparables au lait comme sources de thiamine et de riboflavine (1). Par contre, leur activité vitaminique A est relativement faible, ce qui doit résulter, au moins pour une part, du fait que les yoghourts du commerce sont préparés à partir de lait partiellement écrémés.

II. — Influence de la préparation ménagère et du stockage du yoghourt sur sa teneur en vitamines B1, B2 et A

1° TECHNIQUE

L'influence de la préparation ménagère et du stockage du yoghourt sur sa valeur vitaminique a été étudiée au moyen d'analyses comparatives portant respectivement sur des échantillons de lait pasteurisé certifié du commerce (entier ou préalablement écrémé) et sur des yoghourts préparés à partir de ces échantillons.

La préparation du yoghourt a été réalisée à plusieurs reprises, dans des conditions aussi standardisées que possible : le lait entier ou écrémé par centrifugation (2), a été maintenu à l'ébullition pendant 4 minutes, dans une casserole d'aluminium, réparti dans 5 pots, puisensemencé à la température de 50° avec un ferment d'origine connue (3), et enfin placé durant 4 heures, à température convenable, dans un appareil spécial pour la préparation ménagère du yoghourt.

Dans chaque expérience, le contenu de l'un des pots a été analysé dès la fin de la préparation. Les quatre autres pots ont été stockés avant l'analyse dans des conditions diverses :

- stockage de 2 jours, au frais (6°) et à l'obscurité ;
- stockage de 2 jours, dont un au frais (6°) et à l'obscurité, suivi d'un autre à 20° et sans protection contre la lumière solaire ;

(1) Faute de renseignements sur les teneurs en thiamine et en riboflavine des laits utilisés pour la préparation des échantillons analysés, et sur le degré de concentration des laits au cours du chauffage qui précède l'ensemencement, cette constatation ne signifie évidemment pas, que la préparation du yoghourt n'entraîne aucune perte de ces deux vitamines.

(2) Teneur en matière grasse : 0,25 %.

(3) Culture pure de ferments lactiques (*Thermobacterium bulgaricum*, *Streptococcus lactis*, *Diplococcus lactis*).

— stockage de 5 jours au frais (6°) et à l'obscurité ;

— stockage de 5 jours, dont 4 au frais (6°) et à l'obscurité, suivis d'un dernier jour à 20° et sans protection contre la lumière solaire.

Dans les échantillons de lait entier et dans les yoghourts correspondants, on a dosé la thiamine, la riboflavine, l'axérophthol et le β -carotène. Dans les échantillons de lait écrémé et les yoghourts correspondants, on a dosé seulement la thiamine et la riboflavine.

Les méthodes analytiques utilisées étaient semblables à celles qui ont été décrites dans la première partie de ce travail.

TABLEAU I

TENEUR EN THIAMINE, EN RIBOFLAVINE, EN VITAMINE A ET EN CAROTÈNE
D'ÉCHANTILLONS DE YOGHOURT DU COMMERCE

(24 heures après la préparation)

Echantillons (1)	Acidité Degrés Dornic	Thiamine μ gr. pour 100 gr.	Riboflavine μ gr. pour 100 gr.	Vitamine A U.I. pour 100 gr.	Carotène U.I. pour 100 gr.
A1	97	66	103	20	25
A2	107	57	131	27	20
A3	107	44	123	30	33
A4	102	51	134	18	21
B1	98	51	129	45	39
B2	111	41	163	42	35
B3	103	41	155	56	21
B4	103	38	225	33	23
C1	107	45	183	21	32
C2	112	42	242	32	54
C3	107	52	177	15	45
C4	112	42	212	23	37
D1	108	55	225	16	33
D2	107	49	207	25	28
D3	105	46	219	18	41
D4	112	45	187	20	37

(1) Tous les échantillons désignés par une même lettre, proviennent de la même marque.

Teneur en lipides des échantillons :

— Marque A : $1,5 \pm 0,1$ % ;

— Marque B : $1,7 \pm 0,1$ %.

— Marque C : $1,5 \pm 0,1$ %.

— Marque D : $0,8 \pm 0,1$ %.

2° RÉSULTATS

Les résultats obtenus sont réunis dans les *tableaux II, III et IV*. Ces résultats sont ceux des analyses, sans qu'on ait tenu compte de la diminution du volume du lait au cours du chauffage précédant l'ensemencement, diminution qui était de $20 \pm 2\%$ (1).

TABLEAU II

ACIDITÉ DES ÉCHANTILLONS DE YOGHOURT PRÉPARÉS AU LABORATOIRE

Echantillons (1)	Laits D° Dornic	Yoghourts correspondants				
		Fraîche- ment préparés D° Dornic	2 jours à 6° (obscurité) D° Dornic	1 jour à 6° (obscurité) 1 jour à 20° (lumière) D° Dornic	5 jours à 6° (obscurité) D° Dornic	4 jours à 6° (obscurité) 1 jour à 20° (lumière) D° Dornic
1	17	88	101	109	113	125
2	18	99	110	125	122	137
3	17	93	108	119	119	130
4	17	89	99	117	107	120
5	17	90	104	109	115	129
6	18	95	111	115	125	137
7	18	97	108	115	113	119
8	17	85	103	115	116	124
9	18	99	113	129	119	136
10	17	84	99	121	110	131
11	17	95	108	116	115	129
12	16	89	99	105	107	115

(1) Echantillons de 1 à 7 : laits entiers et yoghourts correspondants. Echantillons de 8 à 12 : laits écrémés et yoghourts correspondants.

3° DISCUSSION

Les résultats obtenus donnent une idée de l'influence de la préparation du yoghourt et de son stockage sur sa valeur vitaminique.

Influence de la préparation du yoghourt

D'une manière générale, les teneurs en thiamine, en riboflavine,

(1) Nous ne disons rien d'un autre facteur qui aurait pu enlever en partie leur valeur comparative aux chiffres cités dans les tableaux III et IV : l'apport de vitamines par le ferment. Ce dernier contenait, pour 100 grammes, 50 μ grammes de thiamine, 190 μ grammes de riboflavine et des quantités négligeables de vitamine A et de carotène. Le ferment ayant été introduit dans le lait à raison de 12 grammes par litre, cette addition n'a eu pratiquement, aucune influence sur la valeur vitaminique des yoghourts.

en vitamine A et en β -carotène, des échantillons de yoghourt, sont du même ordre de grandeur que celles des laits utilisés pour leur préparation : lorsqu'elles leur sont inférieures, c'est tout au plus, sauf des cas très rares, de 10 %. Cette constatation confirme qu'à quantité égale, le yoghourt fraîchement préparé vaut le lait comme source de vitamines B1, B2 et A (1).

TABLEAU III
TENEUR EN VITAMINES DES LAITS ENTIERS
ET DES YOGHOURTS CORRESPONDANTS PRÉPARÉS AU LABORATOIRE

Echantillons	Laits entiers	Yoghourts correspondants (1)				
		Fraîche- ment préparés	2 jours à 6° (obscurité)	1 jour à 6° (obscurité)	5 jours à 6° (obscurité)	4 jours à 6° (obscurité)
				1 jour à 20° (lumière)		1 jour à 20° (lumière)
Thiamine (μ gr. pour 100 gr.)						
1	38,0	33,5	35,0	33,5	34,2	32,7
2	39,0	35,2	39,0	39,0	40,0	38,2
3	50,0	51,7	43,7	40,0	41,0	35,7
4	42,2	40,0	40,5	40,1	42,7	37,0
Riboflavine (μ gr. pour 100 gr.)						
1	217,5	221,0	208,0	214,6	166,0	146,0
2	161,2	150,6	145,2	134,0	156,1	150,6
3	166,5	156,2	164,0	159,0	169,5	138,0
4	187,5	175,7	181,0	180,2	203,0	197,5
Vitamine A (U.I. pour 100 gr.)						
5	55	51	15	10	13	6
6	65	40	12	8	13	8
7	184	175	136	125	75	82
Carotène (U.I. pour 100 gr.)						
5	51	47	39	43	41	43
6	47	43	47	39	44	42
7	19	17	15	15	18	13

(1) Les teneurs en vitamines des yoghourts sont des résultats d'analyses sans qu'on ait tenu compte de la diminution du volume du lait au cours du chauffage, diminution qui est en moyenne de 20 %.

Mais il faut tenir compte du fait que, dans nos expériences, le chauffage du lait qui précède son ensemencement, entraîne une

(1) Avec cette restriction que sa teneur en vitamine A dépend du taux de matière grasse.

concentration qui est de l'ordre de 20 %. Il en résulte que la perte réelle de thiamine, de riboflavine, d'axérophthol et de carotène au cours de la préparation du yoghourt, était, dans nos expériences, comprise en moyenne entre 20 et 30 %.

Soulignons d'autre part, qu'en ce qui concerne les vitamines B1 et B2, il ne semble pas qu'il existe de différences de comportement entre yoghourts de lait entier et yoghourts de lait écrémé.

TABLEAU IV
TENEUR EN VITAMINES DES LAITS ÉCRÉMÉS
ET DES YOGHOURTS CORRESPONDANTS PRÉPARÉS AU LABORATOIRE

Echantillons	Laits écrémés	Yoghourts correspondants (1)				
		Fraîche- ment préparés	2 jours à 6° (obscurité)	1 jour à 6° (obscurité) 1 jour à 20° (lumière)	5 jours à 6° (obscurité)	4 jours à 6° (obscurité) 1 jour à 20° (lumière)
Thiamine (μ gr. pour 100 gr.)						
8	46,7	36,2	37,5	36,0	41,3	36,6
9	40,0	41,0	35,5	40,0	37,5	32,5
10	48,0	45,7	43,0	40,5	46,0	39,5
11	52,5	50,0	45,6	42,0	45,8	35,5
Riboflavine (μ gr. pour 100 gr.)						
8	237,5	235,0	231,5	202,0	166,5	135,8
9	198,5	209,0	186,4	177,7	200,3	177,5
10	193,5	189,0	205,2	190,2	205,5	203,0
11	260,3	260,9	209,0	187,5	210,0	201,5
12	193,5	189,0	205,2	190,2	195,5	203,0

(1) Les teneurs en vitamines des yoghourts sont des résultats d'analyses sans qu'on ait tenu compte de la diminution du volume du lait au cours du chauffage, diminution qui est en moyenne de 20 %.

Influence du stockage du yoghourt

L'influence du stockage n'est pas la même sur toutes les vitamines.

En général, la thiamine, la riboflavine et le carotène (ce dernier n'ayant été dosé que dans les yoghourts de lait entier) apparaissent assez stables ; même après 5 jours de conservation, dont 1 à 20° et sans protection contre la lumière solaire, les pertes sont le plus souvent négligeables et atteignent au plus 30 % dans certains échantillons. Encore est-il difficile d'affirmer que, dans ces derniers cas, il s'agit réellement de pertes : l'examen des résultats montre en

effet que les quantités de vitamines trouvées dans certains échantillons stockés sont supérieures de 10 à 15 % à celles des échantillons fraîchement préparés. Cette anomalie peut résulter en partie du fait que les teneurs en vitamines du contenu des 5 pots de yoghourt, préparés à partir de chaque échantillon de lait, n'évoluent pas nécessairement de manière absolument identique au cours du séjour à l'étuve.

D'autre part, nos expériences ne mettent en évidence aucune influence nette de la teneur du yoghourt en matière grasse sur la stabilité de la thiamine et de la riboflavine au cours du stockage du produit, non plus d'ailleurs que d'une conservation de 24 heures à 20°, et sans protection contre la lumière. Cependant, il faut se garder de tirer de ce dernier fait une conclusion générale : on sait en effet, que l'influence de la lumière sur la teneur du lait en riboflavine varie considérablement en fonction de son intensité.

Contrairement aux vitamines citées précédemment, l'axérophthol paraît peu stable au cours du stockage du yoghourt. Après 2 jours de conservation dans les conditions les plus favorables (basse température et obscurité), les pertes sont déjà de 25 % dans un cas et de 70 % dans les deux autres ; après 5 jours, elles atteignent dans les 3 cas, 60 à 90 %.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

La thiamine, la riboflavine, l'axérophthol et le carotène ont été dosés dans des échantillons de yoghourt du commerce de quatre marques différentes et dans des échantillons préparés au laboratoire par la méthode ménagère. Les résultats obtenus ont été les suivants :

1° Les yoghourts du commerce fraîchement préparés ont des teneurs en thiamine et en riboflavine sensiblement égales à celles du lait. Par contre, leur activité vitaminique A est relativement faible, en raison principalement de leur teneur généralement réduite en matière grasse (0,8 à 1,7 % dans les échantillons étudiés).

2° Les yoghourts préparés par la méthode ménagère ont des teneurs en thiamine en riboflavine, en axérophthol et en carotène, sensiblement égales à celles du lait utilisé pour leur obtention. Mais si l'on tient compte de la concentration qui se produit au cours du chauffage du lait, on peut conclure que la préparation du yoghourt entraîne une perte vitaminique moyenne de 20 à 30 %.

En ce qui concerne les vitamines B1 et B2, il ne semble pas qu'il existe de différence de comportement entre yoghourts de lait entier et yoghourts de lait écrémé.

3° Au cours du stockage des échantillons précédents, la thiamine, la riboflavine et le carotène paraissent assez stables : même après 5 jours de conservation, dont 4 au frais et à l'obscurité,

suivis d'un dernier jour à 20° et sans protection contre la lumière solaire, les pertes sont le plus souvent négligeables et atteignent au plus 30 % dans certains échantillons. Seul, l'axérophtol disparaît rapidement : dans les yoghourts de lait entier, les pertes sont déjà de 25 à 70 % après deux jours de stockage au frais et à l'obscurité, et atteignent 60 à 90 % après 5 jours, dont 4 au frais et à l'obscurité, suivis d'un dernier jour à 20° et sans protection contre la lumière.

En ce qui concerne les vitamines B1 et B2, il ne semble pas que la teneur du yoghourt en matière grasse influe sur leur stabilité.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] ASSOCIATION OF VITAMIN CHEMISTS. *Methods of Vitamin Assay. Inter-science Publ.*, Londres, 1947.
- [2] J. CAUSERET et D. HUGOT. *Le lait*, 1955, **35**, 129.
- [3] Y. RAOUL et M.-M. JANOT. *Bull. Soc. Chim. Biol.*, 1941, **23**, 78.

L'INSPECTION SANITAIRE DU LAIT

par

G. THIEULIN et D. BASILLE

L'organisation de l'hygiène du lait implique d'abord — ce que l'on ne saurait trop répéter — une production satisfaisante basée sur l'état sanitaire des femelles laitières, l'alimentation et les conditions de vie de ces animaux, une récolte du lait caractérisée par la propreté et, si possible, la réfrigération.

A ces critères fondamentaux devant être constamment observés, et à défaut de mesures extrêmement rigoureuses qui entraîneraient un prix de revient très élevé, la pasteurisation apportera la garantie complémentaire indispensable, en vue de l'obtention du lait « hygiénique », dans des conditions économiques socialement nécessaires. A fortiori, peut-il sembler, la stérilisation est à même de permettre un résultat également favorable.

L'expérience montre que si, dès le stade initial, toutes précautions sont prises, l'objectif fixé est fatalement atteint.

Ainsi, le respect constant de conditions préalables établies à bon escient, tant à l'étable que tout au long du circuit commercial (transports, pasteurisation ou stérilisation, distribution, vente au détail), rendrait pratiquement inutile tout contrôle ultérieur. Quelques vérifications par sondage suffiraient pour confirmer que la sécurité est réelle.

Faute de prescrire de telles conditions préalables et de veiller à leur mise en œuvre, il ne reste plus que la ressource d'apprécier, le mieux et le plus vite possible, la qualité hygiénique du lait livré