

La valeur nutritive des protéines concentrées de lait

par

S. POZNANSKI, W. CHOJNOWSKI, J. JAKUBOWSKI, R. CICHON,
W. BEDNARSKI* et B. WITUSZYNSKA**

On a pris récemment intérêt à faire augmenter l'utilisation des protéines de lait en technologie alimentaire [2, 4]. La demande croissante pour des concentrés divers de protéines a forcé les technologues à mettre au point des préparations de protéines ayant des propriétés physico-chimiques déterminées.

La transformation des protéines de lait, en vue de leur donner des propriétés convenables et la stabilité, entraîne quelquefois des altérations de leur valeur nutritive [17, 18]. La tâche de l'industrie alimentaire moderne est pourtant de produire la nourriture qui aurait non seulement des qualités sensorielles désirées, mais aussi une valeur nutritive élevée [16, 21].

Les plus grandes altérations de la valeur nutritive des protéines sont provoquées par leur traitement aux températures élevées ou par traitement chimique [7, 16, 18].

Des altérations particulièrement importantes de la valeur biologique des protéines de lait ou des protéines végétales ont été observées au cours de leur chauffage dans une ambiance alcaline [7, 13], ce qui peut avoir lieu au cours de la fabrication des protéines concentrées solubles [1, 3, 5].

En ce cas, le procédé technologique doit se dérouler de telle manière que les altérations de la valeur biologique soient aussi négligeables que possible, parce que toute altération de la qualité des protéines se reflète lors de l'utilisation réelle de ces protéines par l'organisme vivant.

* Institut du Génie et de la Biotechnologie Alimentaire, Université Agrotechnique d'Olsztyn (Pologne).

** Etablissement de Bromatologie de l'Ecole des Hautes Etudes Médicales à Gdansk.

Dans notre Institut, une technique a été mise au point pour fabriquer des concentrés de toutes les protéines du lait, sous forme de protéinates de sodium, de calcium, de sodium et calcium et d'ammonium, ainsi que le concentré de protéines de lait n'ayant pas subi le traitement alcalin (Brevet de la République populaire polonaise n° 167 094 [14]). Cette technique permet d'obtenir des protéines concentrées aux propriétés variées [5].

L'objectif de ce travail est de présenter la composition des acides aminés, la teneur en vitamine du groupe B et la valeur biologique des protéines concentrées de lait, en question.

EXPERIMENTATION

Les concentrés de toutes les protéines de lait ont été fabriqués dans une usine laitière qui disposait d'un séchoir atomiseur, type A, produit par la Compagnie danoise Niro-Atomizer.

L'analyse de la composition en acides aminés des concentrés divers a été effectuée à l'aide d'un analyseur automatique d'acides aminés de la Compagnie Microtechna, Prague (Tchécoslovaquie). L'hydrolyse des protéines a été effectuée par la méthode de Moore et *al.* [11]. Les vitamines du groupe B étaient déterminées par la méthode microbiologique [20], en se servant de la souche de *Lactobacillus fermenti* 36 ATCC 9338 pour la vitamine B₁, de celle de *Lactobacillus casei* ATCC 7469 pour la vitamine B₂, de la levure *Saccharomyces carlsbergensis* ATCC 9080 pour la vitamine B₆ et d'une souche de *Lactobacillus arabinosus* ATCC 8014 pour la détermination de l'acide nicotinique.

La valeur biologique des protéines dans des concentrés individuels, exprimée par le coefficient d'utilisation de la protéine nette (NPU), était déterminée par le procédé de Miller et Bender [10].

Pour comparaison, de semblables déterminations ont été effectuées en utilisant le caséinate de soude, produit, dans la même laiterie, à partir de la caséine séchée précédemment.

RESULTATS ET DISCUSSION

La caractéristique des propriétés physico-chimiques et la composition chimique des concentrés en question ont été décrites dans notre publication précédente [5]. L'analyse de la composition en acides aminés, que nous avons présentée dans ce rapport, a démontré que les concentrés que nous avons produits de toutes les protéines de lait, ne différaient pas essentiellement entre eux par leur teneur en acides aminés (tab. 1). Par contre, la comparaison de la compo-

TABLEAU 1. — Composition en acides aminés de protéines concentrées diverses (en g/16 g N)

N°	Acides aminés	Caséinate de sodium	Protéinate de sodium	Protéinate de calcium	Protéinate de sodium et calcium	Protéinate d'ammonium	Concentré de protéines de lait n'ayant pas subi de traitement alcalin
1	Alanine	3,83	2,19	2,20	2,42	2,81	2,76
2	Arginine	4,69	4,55	4,80	4,75	5,13	5,21
3	Cystine	0,10	2,09	1,94	2,01	1,97	2,06
4	Phénylalanine	4,31	3,76	3,96	3,84	4,18	4,15
5	Glycine	1,25	1,41	1,34	1,46	1,47	1,51
6	Histidine	3,25	3,75	3,31	3,78	3,86	4,11
7	Acide aspartique	7,04	6,76	7,32	6,98	7,06	6,92
8	Acide glutamique	22,30	23,42	23,90	22,54	22,60	22,08
9	Leucine	11,40	11,50	10,86	11,30	10,74	10,86
10	Isoleucine	5,38	5,88	5,20	5,60	5,41	5,38
11	Lysine	7,08	9,22	9,95	9,47	9,83	9,96
12	Méthionine	2,10	2,87	2,68	2,71	2,60	2,36
13	Proline	9,57	9,70	9,55	9,45	8,21	8,14
14	Sérine	4,12	3,59	3,70	3,63	3,62	3,92
15	Thréonine	3,28	4,64	3,81	4,12	3,96	4,07
16	Tryptophane	1,25	1,77	1,68	1,71	1,64	1,76
17	Tyrosine	4,14	3,57	4,07	3,84	3,92	3,77
18	Valine	4,70	5,09	4,03	4,88	4,58	4,91

sition en acides aminés de ces concentrés avec celle du caséinate de sodium a révélé des différences assez considérables quant à la teneur en cystine, lysine, méthionine et tryptophane. La teneur du caséinate de sodium s'est montrée moins élevée de 95 p.100 en cystine, de 27 p.100 en lysine et tryptophane et de 21 p.100 en méthionine.

Les teneurs réduites du caséinate de sodium en ces acides aminés sont probablement dues au fait que ce n'est que la caséine de lait qui est dégagée au cours de la fabrication de cette préparation, ainsi qu'aux conditions drastiques qui en accompagnent la dissolution. La caséine desséchée étant bien difficile à dissoudre et surtout dans la période initiale, on applique, au cours de ce procédé, une température et une concentration élevée en ions d'hydrogène et d'oxygène (90° C-95° C, pH 8,5-9,5).

Nos suggestions sont confirmées par les travaux de Myszkowska et Pijanowski ou bien par ceux de De Groot et Slump [7, 12] qui ont constaté que les protéines qui étaient retenues dans un milieu alcalin à une température élevée subissaient une réduction de leur valeur biologique ainsi que la diminution de leur teneur en certains acides aminés exogènes, et surtout en celle de lysine, méthionine, cystine et tryptophane.

La teneur élevée des protéinates obtenus, en acides aminés exogènes est due au fait que, non seulement la caséine mais aussi des protéines de lactosérum sont utilisées pour leur production. Ces derniers font augmenter d'une manière considérable le taux des acides aminés en question dans le produit fini. Outre cela, au cours de la fabrication des protéinates, des protéines sont dissoutes à une température bien moins élevée (70° C-75° C) et, en même temps, la réaction du milieu ne dépasse pas la valeur de pH 6,8.

L'indice d'un acide aminé qui limite la cotation chimique (Chemical score) des protéines concentrées diverses a été calculé par Mitchel et Bloch [15]. Des valeurs ont été obtenues qui indiquaient que c'était la valine qui limitait la valeur biologique de la plupart des concentrés étudiés (fig. 1). La cystine et la méthionine (acides aminés sulfuriques) jouaient le même rôle pour le caséinate de sodium, tandis que la phénylalanine limitait partiellement le protéinate de sodium.

On a également constaté que les protéines concentrées diverses différaient par leur teneur en vitamines du groupe B, le caséinate de sodium ayant la teneur la moins élevée en chaque vitamine déterminée (fig. 2). La teneur en vitamines du groupe B était presque égale à celle de la caillebotte maigre [13] et un peu plus élevée que celle du lait en poudre [6]. C'est surtout la teneur élevée en vitamine B₂ qui mérite un intérêt particulier (fig. 2). Les protéinates fabriqués présentaient une teneur en cette vitamine plus de deux fois plus élevée que celle de l'isolat de la protéine de soja qui, de l'avis des

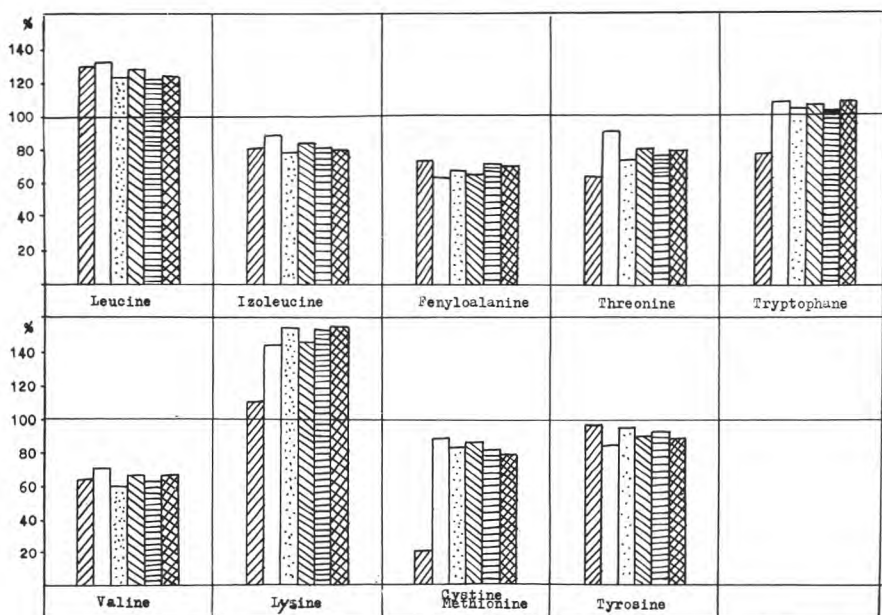


fig. 1

Teneur en acides aminés nécessaires des protéines concentrées, exprimée en pourcentage de la teneur en l'acide aminé en question du glaïre d'œuf de poule, considérée comme 100 p. 100 [15].



caséinate de sodium.



protéinate de sodium et calcium.



protéinate de sodium.



protéinate d'ammonium.



protéinate de calcium.



concentré de protéines de lait n'ayant pas subi de traitement alcalin.

producteurs, est caractérisée par une teneur élevée en vitamines du groupe B [8]. En comparant leur teneur en ces vitamines avec celle des muscles frais de bœuf, on peut constater que l'introduction des protéines concentrées de lait aux produits de viande n'en fera pas trop diminuer la teneur en vitamines du groupe B. La teneur en vitamine B₁ de la viande de bœuf est de 70-100 µg/100 g, tandis que celle des protéines concentrées de lait est de 70-130 µg/100 g. Les chiffres correspondants pour la teneur en vitamine B₂ sont : 150 µg/100 g et 850-1000 µg/100 g ; pour celle en vitamine B₆ : 350 µg/100 g environ et 150-210 µg/100 g ; pour l'acide nicotinique : 4500 µg/100 g et 360-1000 µg/100 g.

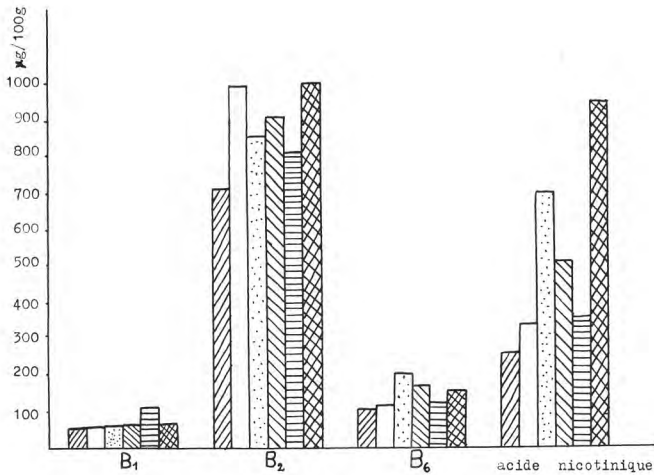
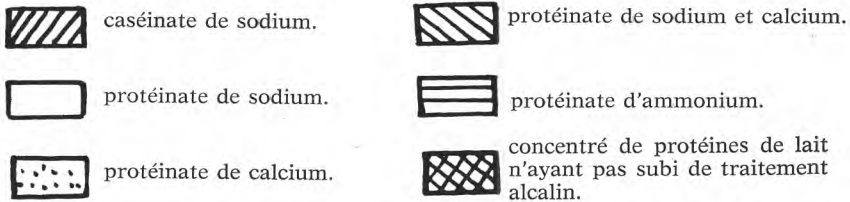


fig. 2

Teneur en vitamines du groupe B des protéines concentrées de lait



La valeur biologique élevée des protéines concentrées mérite de même quelque intérêt (tab. 2). La valeur NPU variait pour des concentrés divers de 69,2 à 74,4, c'est-à-dire qu'elle était bien proche du coefficient de l'utilisation protéique pour le lait en poudre, séché par atomisation [19]. La valeur du coefficient d'utilisation protéique, déterminée pour le caséinate de sodium, était en moyenne de 20 unités moins élevée que celle du coefficient NPU des protéines concentrées qui avaient été obtenues de toutes les protéines de lait. La valeur NPU des protéines du caséinate de sodium était même moins élevée que celle de la caséine témoin, ce qui indique que la valeur biologique des protéines de caséinate de sodium a été diminuée en raison des techniques drastiques qui étaient employées dans le procédé de dissolution de la caséine (pH et températures trop élevés).

TABLEAU 2

Valeur biologique des protéines concentrées de lait, exprimée par le coefficient d'utilisation des protéines (NPU)

Sorte de concentré	Valeur NPU des protéines			
	de deux séries	Différence absolue	Différence relative	Moyenne
Caséinate de sodium	51,5 52,5	1,0	1,9	52,0
Protéinate de sodium	70,8 73,6	2,8	3,9	72,2
Protéinate de calcium	72,4 74,3	1,9	2,6	73,4
Protéinate de sodium et calcium	69,8 71,0	1,2	1,7	70,4
Protéinate d'ammonium	73,2 76,1	2,9	3,9	74,7
Concentré de protéines de lait n'ayant pas subi de traitement alcalin	68,2 70,2	2,0	2,9	69,2
Caséine témoin	59,7 61,3	1,6	2,6	60,5

Nous disposons de données, non publiées encore, qui démontrent que tout produit de protéine obtenu par nous de toutes les protéines de lait, révèle un coefficient PER extrêmement élevé : 3,4 environ, par comparaison à 2 pour la caséine et 2,5 pour les protéines de fromage fabriqué par le procédé traditionnel.

En comparant la composition en acides aminés, la teneur en vitamines du groupe B et la valeur biologique des protéines concentrées de lait, que nous avons produites, on peut constater que ces valeurs dépendent avant tout d'un degré d'utilisation des protéines de lait (c'est-à-dire de la caséine et des protéines de lactosérum) au cours de la fabrication de ces concentrés, ainsi que de la technique de transformation des protéines.

Résumé

Nous avons déterminé la valeur biologique de protéines (NPU), la composition en acides aminés et la teneur en vitamines du groupe B de concentrés solubles des protéines du lait. Nous avons démontré que la valeur nutritive des protéines concentrées dépendait du degré d'utilisation de toutes les protéines de lait, ainsi que des valeurs de pH et des températures employées au cours de la conversion des protéines en forme soluble.

Summary

Biological values of protein (NPU), amino acid composition and vitamin B contents were determined in solubles concentrates of milk proteins. It was shown that the nutritive value of protein concentrates depended on an extent to which all milk proteins were utilized, as well as on pH values and temperatures as used while converting proteins into soluble form.

Reçu pour publication en février 1976.

Bibliographie

- [1] ADAMIK (K.) (1968). — Kazeina i kazeiniany. *Przegląd Mleczarski*, 17, 18 et 17, 17.
- [2] BORST (J. R.) (1971). — Milk proteins for use in the food industry. *Food Technol. Austr.*, 23, 544.
- [3] BUCHANAN (R. A.) (1967). — Caseins and caseinates. *Dairy Industries*, 32, 594.
- [4] BUCHANAN (R. A.) (1970). — Dairy products in other food industry. *Milk Ind.*, 67, 38.
- [5] CHOJNOWSKI (W.) et al. (1975). — Characterization of concentrates of all milk proteins. *Milchwissenschaft*, 30, 407.
- [6] FORD (J. E.), KON (S. K.) and THOMPSON (S. Y.) (1958). — Effects of processing on vitamins of the β -complex in milk. XV Int. Dairy Congr., 1, 429.
- [7] DE GROOT (A. B.), SLUMP (P.) (1969). — Effects of severe alkali treatment of proteins on amino acid composition and nutritive value. *J. Nutrition*, 98, 45.
- [8] KELLOR (R. L.) (1974). — Defatted soy flour and grits. *J. Am. Oil. Chem.*, 15, 77.
- [9] KUNACHOWICZ (H.), GRABAREK (Z.), SZKILLADZIOWA (W.) (1974). — Charakterystyka wartości odżywczej białek preparatów białkowych. *Roczniki PZH*, 25, 171.
- [10] MILLER (D. S.), BENDER (A. E.) (1955). — The determination of the net utilization of proteins by a shortened method. *Brit. J. Nutr.*, 12, 382.
- [11] MOOR (S.), SPACKMAN (D. H.), STEIN (W. H.) (1958). — Chromatography of amino acids on sulphonated polystyrene reins. *Anal. Chem.*, 30, 1185.
- [12] MYSZKOWSKA (K.), PIJANOWSKI (E.) (1971). — Effects of alkaline treatment on the nutritive value of casein food products. *Protectio Vitae*, 1, 127.

- [13] PIJANOWSKI (E.) (1971). — Zarys chemii i technologii mleczarstwa, T.I, Mleko surowe, spozywcze i konserwy mleczne. PWRiL, Warszawa.
- [14] POZNANSKI (S.) et al. (1973). — Sposob produkcji rozpuszczalnych bialek mleka w proszku. Patent PRL Nr.
- [15] RAKOWSKA (M.) KUNACHOWICZ (H.), SZKILLADZIOWA (W.) (1971). — Ocena wartosci odzywczej bialek i mozliwosci wzajemnego uzupelniania sie produktow spozywczych na podstawie zawartosci aminokwasow egzogennych. *Przemysl Spoz.*, 25, 114.
- [16] RAFALSKI (H.) (1973). — Biologiczna jakosc bialek produktow spozywczych po obrobce technologicznej. *Przemysl Spoz.*, 27, 424.
- [17] SECOMSKA (B.) (1973). — Wplyw obrobki technologicznej na zachowanie witamin rozpuszczalnych w wodzie. *Przemysl Spoz.*, 27, 394.
- [18] SZKILLADZIOWA (W.), KUNACHOWICZ (H.) (1973). — Wplyw obrobki technologicznej zywnosci na wartosc odzywcza bialka. *Przemysl Spoz.*, 27, 414.
- [19] SZKILLADZIOWA (W.) et al. (1970). — Badania wartosci odzywczej krajowego mleka w proszku. Wplyw ogrzewania mleka na strawnosc i wykorzystanie jego bialka. *Przem. Spoz.*, 2^d, 7.
- [20] WITUSZYNSKA (B.) (1968). — Oznaczanie witamin z grupy B w produktach rybnych. *Zesz. Gdanskiego Tow. Nauk.*, 5, 171.
- [21] ZOLTOWSKA (A.), BALICKI (B.) (1971). — Dodatki bialkowe i charakterystyka ich przydatnosc w przetwerstwie miesnym. *Gosp. Miesne*, 23, 7.
-