



Alimentation de la vache laitière et acide folique dans le lait

I. MOREL, Station de recherche Agroscope Liebefeld-Posieux ALP, Tioleyre 4, 1725 Posieux

@ E-mail: isabelle.morel@alp.admin.ch
Tél. (+41) 26 40 77 246.

Résumé

Un essai regroupant au total 36 vaches laitières en milieu de lactation réparties en trois variantes avait pour objectif d'évaluer la possibilité d'accroître la concentration en acide folique dans le lait grâce à une ration naturellement riche en acide folique. Cette ration expérimentale contenait en plus du foin et de la betterave donnés à l'ensemble des vaches, des drêches de brasserie, des cubes de luzerne, de la levure de bière et des germes de blé.

Durant la période expérimentale de quatre semaines, la variante témoin (T) a reçu la ration standard, la variante AFO-S a reçu cette même ration additionnée de 2 g d'acide folique synthétique par vache et par jour alors que la variante AFO-N recevait la ration expérimentale. Ni l'adjonction d'acide folique synthétique ni la ration AFO-N n'ont permis d'augmenter significativement la concentration en folates totaux dans le lait. Seule une fraction des folates, le tétrahydrofolate, a vu sa concentration dans le lait des vaches de la variante AFO-N augmenter au terme des quatre semaines expérimentales. Cette même ration a engendré une augmentation du niveau d'ingestion de plus de un kilogramme MS et de la production laitière journalière de plus de 2 kg.



Fig. 1. Les drêches fraîches, obtenues trois fois par semaine auprès de la Brasserie Cardinal à Fribourg, ne contenaient pas autant d'acide folique que prévu.

Introduction

Le 5^e Rapport suisse sur la nutrition (2005) a révélé qu'une grande partie de la population ne couvre que 70% environ de ses besoins quotidiens en acide folique, estimés à 400 microgrammes. Outre le fait que l'acide folique est un élément indispensable à la division cellulaire, à la formation des cellules sanguines et donc au développement normal du tube neural du fœtus, d'autres fonctions lui sont également attribuées. Grâce au contrôle qu'il exerce sur le taux sanguin d'homocystéine lorsqu'il est apporté en quantité suffisante, l'acide folique aurait également des effets bénéfiques

dans la prévention des maladies cardiovasculaires et du cancer (Morrisson *et al.*, 1996; Jennings, 1995).

L'enrichissement d'un produit de consommation de base comme le lait ou le pain avec de l'acide folique peut contribuer à en améliorer l'approvisionnement auprès de la population. Toutefois, l'idée d'ajouter systématiquement de l'acide folique dans les farines au même titre que l'iode dans le sel n'est pas toujours bien accueillie, notamment par des associations de consommateurs qui souhaitent garder une liberté de choix parmi les produits de consommation. Le projet présenté ici avait ainsi pour objectif d'évaluer dans quelle mesure

la teneur en acide folique peut être accrue dans le lait de vache en faisant appel uniquement à des sources naturelles d'acide folique. Selon McDowell (1989), les levures de bière, les drêches de brasserie et la farine de luzerne sont des aliments riches en acide folique. Elles ont été intégrées dans la ration expérimentale examinée dans cet essai, avec des germes de blé qui contiennent également beaucoup de cette vitamine. Dans le lait de vache, la teneur naturelle en acide folique se situe entre 30 et 40 microgrammes par litre. Girard et Matte (1998) sont parvenus à passer de 37,9 à 56,1 et 48,2 microgrammes d'acide folique par litre de lait en ajou-

tant respectivement 2 et 4 mg d'acide folique par kg de poids vif (PV) à la ration de vaches multipares.

Matériel et méthodes

L'essai s'est déroulé sur huit semaines selon le dispositif expérimental décrit dans le tableau 1. Au total, 36 vaches étaient à disposition, réparties en trois variantes: **T** (témoin), **AFO-S** (apport d'acide folique sous forme synthétique) et **AFO-N** (apport d'acide folique sous forme naturelle). Chaque variante comptait trois primipares. Au début de la période d'adaptation, les vaches étaient entre la 7^e et la 41^e semaine de lactation, en moyenne à la 19^e, 15^e et 19^e semaine respectivement pour les variantes T, AFO-S et AFO-N. Le nombre moyen de lactations par vache se situait selon les variantes à 2,7, 2,6 et 2,3. Elles produisaient en moyenne 27,5 kg de lait par jour au début de la période d'adaptation. Dans la variante AFO-S, l'acide folique est ajouté à l'aliment minéral. Dans la variante AFO-N, les fourrages de la ration de base (drêches de brasserie, luzerne déshydratée en cubes) et les composants du minéral spécial distribué à raison de 800 g par vache et par jour (germes de blé et levure de bière) constituent la source naturelle d'acide folique. L'apport en nutriments était défini en fonction du besoin d'entretien et de la production laitière. La complémentation des rations avec le mélange de céréales E 100 et le concentré protéique M 500 a été calculée chaque semaine en fonction de la production laitière, des teneurs du lait, de l'ingestion de nutriments et du poids vif moyens de la semaine précédente. La production laitière, le poids vif et l'ingestion ont été enregistrés quotidiennement et les teneurs du lait en protéines, matière grasse, lactose et urée une fois par semaine. Pour évaluer l'effet des différents apports nutritionnels sur la concentration en acide folique dans le lait et son évolution éventuelle, des échantillons de lait ont été prélevés à la fin de la période d'adaptation, au milieu et à la fin de la période expérimentale ainsi qu'à la fin de la période post-expérimentale. Les résultats ont été traités statistiquement avec le programme NCSS 2000. Pour les paramètres distribués normalement, une analyse de variance suivie d'un test de Newman-Keuls a été effectuée alors que les paramètres non distribués normalement faisaient l'objet d'un test de Friedman ou de Kruskal-Wallis.

Résultats et discussion

Aliments et valeurs nutritives

La concentration en acide folique (acide ptéroylmonoglutaminique) dans les aliments est donnée dans le tableau 2. Le résultat est celui de l'analyse de l'acide folique total (folates). Pour la plupart des aliments utilisés, la valeur obtenue

Tableau 1. Dispositif expérimental.

PÉRIODE	DURÉE	RATION JOURNALIÈRE		
		Variante T (témoin)	Variante AFO-S (acide folique synthétique)	Variante AFO-N (acide folique naturel)
Adaptation	2 semaines	Foin <i>ad libitum</i> 15 kg betteraves Concentré protéique (M 500) Mélange de céréales (E 100) 300 g aliment minéral (MIN T)		
Période expérimentale	4 semaines	Foin <i>ad libitum</i> 15 kg betteraves M 500 E 100 300 g MIN T	Foin <i>ad libitum</i> 15 kg betteraves M 500 E 100 300 g MIN AFO-S (= 2 g/j d'acide folique)	Foin <i>ad libitum</i> 15 kg betteraves 16 kg drêches 2 kg luzerne desh. E 100 800 g MIN-AFO-N ¹
Période post-expérimentale	2 semaines	Foin <i>ad libitum</i> 15 kg betteraves Concentré protéique (M 500) Mélange de céréales (E 100) 300 g aliment minéral (MIN T)		

¹Min-AFO-N: concentré avec 61% de germes de blé et 14% de levures de bière.

Tableau 2. Concentration en acide folique dans les aliments.

Aliment (n échantillons)	Acide folique total (mg/kg MS)
Foin adaptation (1)	2,1
Foin expérimental (1)	2,2
Foin post-expérimental (1)	1,9
Betteraves (3)	2,1
Drêches (6)	0,4
Luzerne (2)	3,7
Germes de blé (2)	2,8
Levures de bière (2)	15,3
Concentré E 100 (2)	0,4
Concentré M 500 (2)	2,2
Minéral T (2)	0,7
Minéral AFO-S (2)	6072
Minéral AFO-N (2)	115

correspond à celles que mentionne la littérature. Ce n'est pas le cas toutefois pour les drêches de brasserie avec moins de 1 mg/kg MS au lieu des 7 à

8 mg prévus (fig.1). De façon un peu moins marquée, la luzerne déshydratée présente des valeurs légèrement moins élevées que prévu avec 3,7 mg/kg MS au lieu des 5 à 6 mg/kg MS estimés. A l'inverse, les levures de bière ont réservé une bonne surprise avec plus de 15 mg/kg MS contre 10 mg/kg MS dans la littérature. Dans l'aliment minéral AFO-S, la teneur calculée se situe à 7100 mg/kg MS. Compte tenu du fort effet électrostatique de la substance pure utilisée pour le mélange, les quelque 6000 mg obtenus dans le minéral sont satisfaisants. En revanche, le minéral AFO-N, avec env. 115 mg/kg MS, a probablement été contaminé lors du pressage des granulés puisque la teneur attendue se situe à maximum 4 mg/kg MS.

Ingestion d'acide folique

L'ingestion d'acide folique moyenne par variante et par période expérimentale est donnée dans le tableau 3. Après des apports équilibrés en acide folique pendant la période d'adaptation, les trois variantes se sont bien distinguées durant la période expérimentale. L'apport de 2 g par jour planifié pour la

Tableau 3. Ingestion d'acide folique par jour ou par kg poids vif (PV).

	T	AFO-S	AFO-N	s _x	Valeur P
Acide folique adaptation (mg/j)	36,7	36,1	37,8	1,06	0,53
Acide folique essai (mg/j)	43,0 ^c	1663,5 ^a	128,9 ^b	50,0	0,04*
Acide folique, post-expérimental (mg/j)	34,5 ^b	35,4 ^b	38,9 ^a	0,98	0,01
Acide folique essai (mg/kg PV)	0,06 ^c	2,56 ^a	0,19 ^b	0,11	< 0,01*

*Test non paramétrique.
a,b,c: des lettres non identiques indiquent des valeurs significativement différentes (p < 0,05).

variante AFO-S n'a pas été tout à fait atteinte tandis que, pour la variante AFO-N, un peu plus de la moitié de l'acide folique apporté n'était pas d'origine naturelle comme prévu, mais provenait probablement d'une contamination d'acide folique synthétique. Exprimé par rapport au poids vif, l'apport d'acide folique synthétique atteint 2,6 mg par kg PV durant la période expérimentale. Cela correspond aux apports appliqués dans les essais de Girard et Matte (1998), de 2 ou 4 mg par kg PV. Dans ce cas, il s'agissait cependant d'un apport de longue durée (depuis un mois avant le vêlage jusqu'à la fin de la lactation).

Concentrations en acide folique dans le lait

Dans le lait, les folates natifs sont pour la plupart liés à une protéine. Quantitativement, la principale vitamère est le 5-méthyl-tétrahydrofolate (5-CH₃THF) (Wigertz *et al.*, 1997).

Les teneurs en différentes vitamères d'acide folique dans le lait sont représentées sur les figures 2 à 5. Pour le 5-formyl-tétrahydrofolate, treize valeurs sur 144 étaient indiquées comme inférieures à 10 µg/kg. Pour le calcul des moyennes et des totaux, la valeur moyenne de 5 µg/kg a été prise en con-

sidération pour ces treize données. De plus, l'acide folique, qui fait partie des folates, était également une des différentes vitamères analysées. La précision de l'analyse se situant à 25 µg/kg et comme seules cinq des 144 valeurs étaient supérieures à la limite de détection (25 à 39 µg/kg), cette fraction n'a pas été comprise dans le calcul des folates totaux.

Contrairement aux résultats obtenus par Girard et Matte (1998), l'apport d'acide folique synthétique (2 g par vache et par jour) n'a pas permis d'accroître la concentration en folates dans le lait, et ce pour aucune des vitamères analysées. Au contraire, pour le 5-méthyl-THF (fig. 3), les concentrations dans le lait ont chuté en passant de 35,6 µg/kg pendant la période d'adaptation à 10 en moyenne durant la période expérimentale avant de remonter à environ 25 µg/kg deux semaines après la fin de l'interruption de la distribution d'acide folique. Comme aucune augmentation n'est observée entre les périodes d'adaptation et expérimentale pour les autres vitamères, ce même effet rejaillit sur les folates totaux (fig. 5). Cette diminution nette du 5-méthyl-THF dans le lait dès le début de la distribution de l'acide folique puis l'augmentation à nouveau dès l'arrêt de l'apport pourraient s'expliquer par une métabolisation de cette vitamère dans la panse.

Pour le groupe témoin T, les concentrations en différentes vitamères ont eu tendance à baisser de façon régulière au cours des six semaines qui séparent la première de la dernière analyse de lait, en passant pour les folates totaux de 70 à 53 µg/kg. Selon Singh et Sharma (1984), la concentration en folates totaux dans le lait de vache diminue avec l'avancement de la lactation en passant de 132 ng/ml dans le colostrum à 57 ng/ml après 55 jours.

Enfin, pour le groupe expérimental AFO-N, les courbes de concentration ont évolué parallèlement à celles du groupe T, soit légèrement en dessous (5-formyl-THF), soit en dessus (5-méthyl-THF et THF). Pour ce dernier, la concentration a augmenté d'environ 6 µg/kg entre la fin de la deuxième semaine et la fin de la quatrième semaine d'essai. Ainsi, la teneur en THF dans le lait à la fin des quatre semaines d'essai se distingue de manière significative de celle des deux autres groupes. Concernant les folates totaux, la concentration dans le lait à la fin des quatre semaines d'essai (75,3 µg/kg) reste malgré tout semblable à la moyenne des trois variantes après la période d'adaptation (75,9 µg/kg).

Ainsi, l'intérêt de poursuivre les investigations sur ce thème s'avère plutôt faible. De plus, les essais de fabrication de yoghourt avec le lait prélevé dans le

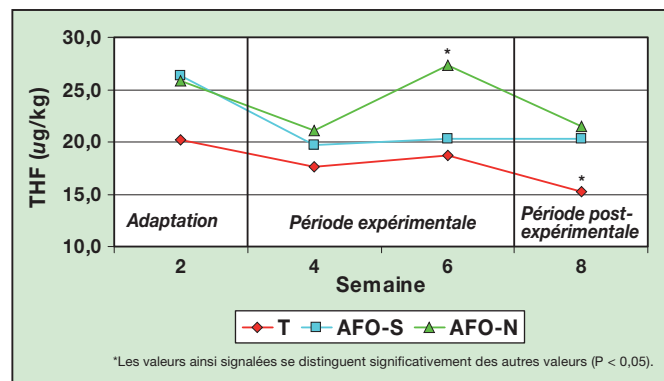


Fig. 2. Concentration (µg/kg) en tétrahydrofolates (THF) dans le lait.

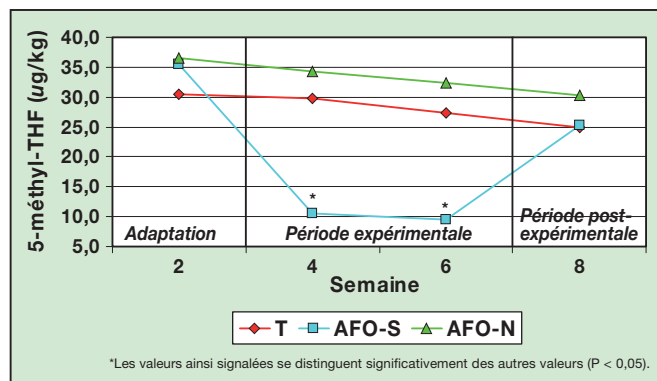


Fig. 3. Concentration (µg/kg) en 5-méthyl-tétrahydrofolates dans le lait.

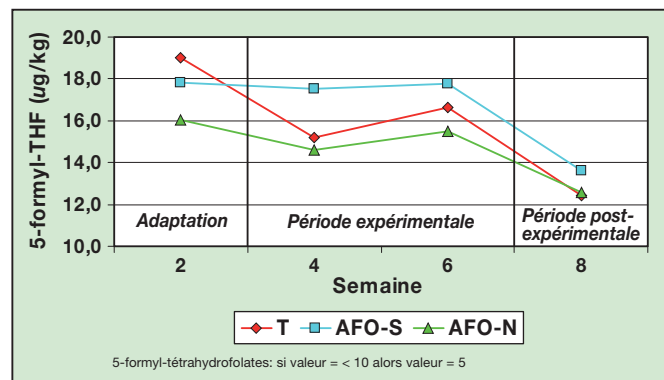


Fig. 4. Concentration (µg/kg) en 5-formyl-tétrahydrofolates dans le lait.

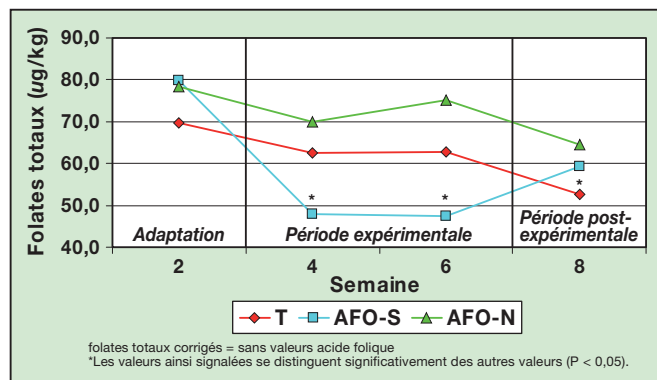


Fig. 5. Concentration (µg/kg) en folates totaux dans le lait.

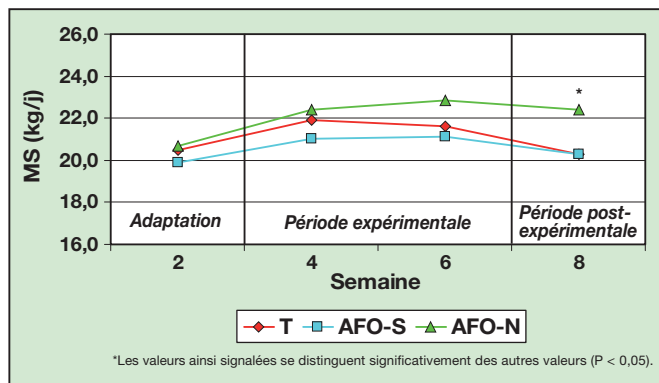


Fig. 6. Evolution de l'ingestion de MS.

cadre de cet essai ne sont pas non plus concluants quant à la possibilité de développer un nouveau produit naturellement riche en acide folique (Schaeren *et al.*, 2005).

Selon Girard (comm. pers., 2005), différentes hypothèses peuvent expliquer l'absence d'effet favorable sur la concentration en acide folique dans le lait. Le stade de lactation peut avoir joué un rôle, la réponse à la supplémentation en acide folique étant surtout marquée en début de lactation (< 16 semaines). Cet effet avait déjà été mentionné par Singh et Sharma (1984). La présence d'un quart de primipares dans les variantes peut également être relevée, car celles-ci réagissent moins fortement à l'apport alimentaire d'acide folique. Toutefois, en ne prenant en compte que les multipares en début de lactation dans cet essai, les résultats ne sont pas modifiés.

La concentration en folates totaux dans le lait des vaches d'ALP durant la période d'adaptation (75,9 µg/kg) était deux fois plus élevée que celle rapportée par Girard et Matte (1998) dans leur essai (37,9 µg/kg) et dans la littérature; cela pourrait expliquer l'absence de réaction positive chez les vaches utilisées dans cet essai. La sécrétion des folates dans le lait dépend de la sécrétion de protéines «lieuses de folates» et il est possible que, une fois la capacité de liaison saturée, la concentration en folates dans le lait ne puisse augmenter davantage. Du reste, comme mentionné dans l'introduction à propos de l'essai de Girard et Matte (1998), la distribution de 4 mg/kg de PV d'acide folique dans la ration a entraîné une concentration dans le lait nettement inférieure à celle obtenue avec 2 mg/kg PV.

La proportion de fourrages dans la ration ne semble pas jouer de rôle, puisque selon Santschi *et al.* (2005), une proportion élevée (60% au lieu de 40%) de fourrages dans la ration ne modifie pas le contenu en folates du fluide ruminal ou du plasma. En outre, le fait d'avoir

mélangé l'acide folique à un aliment minéral et de l'avoir granulé peut avoir provoqué d'une part des interactions avec des oligo-éléments et d'autre part des pertes dues à la chaleur (McDowell, 1989). Dans leur essai, Girard et Matte (1998) l'avaient mélangé directement à une portion de 500 g d'ensilage d'herbe donnée avant le reste de la ration.

Ingestion et production laitière

Durant la période expérimentale, le niveau d'ingestion a augmenté d'un peu plus de 1 kg de MS dans les variantes T et AFO-S et de 2 kg dans la variante AFO-N par rapport à la période d'adaptation (fig. 6). Cette augmentation s'explique essentiellement par la plus haute valeur nutritive du foin utilisé durant l'essai (1^{re} coupe, composition botanique ER 3) par rapport à celui de la période d'adaptation (1^{re} coupe, G 3). Pour la variante AFO-N, la composition de la ration différait en outre par la présence de drêches et de cubes de luzerne ainsi que de 0,8 kg par jour d'un aliment minéral contenant des germes de blé et de la levure de bière.

L'apport d'acide folique synthétique (AFO-S) n'a eu aucune influence sur les paramètres de production laitière au cours de la période expérimentale; les variantes T et AFO-S ont évolué de la même manière durant ces quatre semaines, de même que durant les deux semaines suivantes. En revanche, la ration expérimentale à base de drêches et de cubes de luzerne, en plus d'être mieux ingérée, a engendré une différence positive de la production laitière effective (P = 0,03; fig. 7), la production ECM n'étant que légèrement supérieure (non significatif). En tant que source de protéines intéressante pour la vache laitière, les drêches de brasserie peuvent également avoir contribué à l'augmentation de la production laitière (Münger et Jans, 1997).

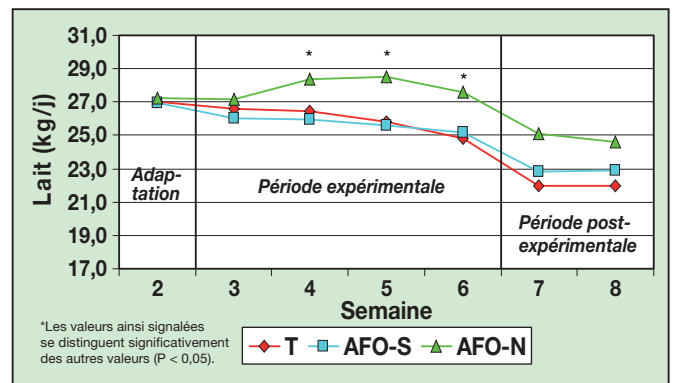


Fig. 7. Production laitière effective durant les différentes périodes de l'essai.

Dans leur essai avec un apport de longue durée en acide folique, Girard et Matte (1998) ont mis en évidence un effet positif de cet apport (respectivement tendanciel et significatif avec 2 et 4 mg d'acide folique par kg PV) sur la quantité de lait produite par les vaches multipares durant les deux premiers tiers de la lactation. Cette observation n'a pas été vérifiée dans notre essai, même en ne tenant compte que des multipares en début de lactation.

Les teneurs du lait en matière grasse, protéines et lactose n'ont pas été influencées par les traitements. Les teneurs en urée, situées dans les normes au cours de la période d'adaptation, ont chuté à partir de la période expérimentale, et cela plus fortement pour les variantes T et AFO-S que pour la variante AFO-N. Les teneurs en protéines dans le lait étant malgré tout assez élevées (3,7-3,8), ces valeurs d'urée tendraient à indiquer un apport insuffisant en APDN, ce qui au vu des indices de consommation (> 50 g APDN/kg ECM) n'était pas le cas.

Conclusions

- ❑ La concentration en folates dans le lait avant le début de l'essai était environ deux fois supérieure aux valeurs indiquées dans la littérature.
- ❑ L'apport de 2 g par jour d'acide folique synthétique n'a permis d'accroître la concentration en folates dans le lait pour aucune des vitamines analysées.
- ❑ La ration naturellement riche en acide folique n'a pas non plus permis d'accroître la concentration en folates dans le lait, excepté pour les tétrahydrofolates, significativement plus élevés à la fin de la 4^e semaine expérimentale.

❑ Cette augmentation ne se répercutant pas par une progression de la concentration en folates totaux dans le lait par rapport aux valeurs de la période d'adaptation, l'intérêt de poursuivre ces investigations est faible.

❑ La ration naturellement riche en acide folique contenant, en plus du foin et de la betterave, également des drêches de brasserie, des cubes de luzerne, de la levure et des germes de blé, a contribué à augmenter le niveau d'ingestion ainsi que la production laitière dans la variante correspondante.

Bibliographie

- Eichholzer M., Camenzind-Frey E., Matzke A., Amadò R. & Ballmer P. E. *et al.* (eds.), 2005. Fünfter Schweizerischer Ernährungsbericht. Bern: Bundesamt für Gesundheit, 1076 p.
- Girard C. L. & Matte J. J., 1998. Dietary supplements of folic acid during lactation: effects on the performance of dairy cows. *J. Dairy Sci.* **81**, 1412-1419.
- Jennings E., 1995. Folic acid as a cancer-preventing agent. *Med. Hypotheses* **45**, 297-303.
- McDowell L. R., 1989. Vitamins in animal nutrition. Comparative aspects to human nutrition. Academic Press Inc., San Diego, CA, 486 p.
- Morrison H. I., Schaubel D., Desmeules M. & Wigle D. T., 1996. Serum folate and risk of fatal coronary heart disease. *JAMA* **275**, 1893-1896.
- Münger A. & Jans F., 1997. Drêches de brasserie ensilées: une source de protéines pour la vache laitière. *Revue suisse Agric.* **29** (3), 121-124.
- Santschi D. E., Chiquette J., Berthiaume R., Martineau R., Matte J. J., Mustafa A. F. & Girard C. L., 2005. Effects of the forage to concentrate ratio on B-vitamin concentrations in different ruminal fractions of dairy cows. *Can. J. Anim. Sci.* **85**, 389-399.
- Schaeren W., Morel I. & Bütikofer U., 2005. Milchprodukte mit mehr Folsäure durch gezielte Fütterung? *Alimenta* **25**, 4-5.
- Singh V. & Sharma M. K., 1984. Factors influencing folate content and folate-binding capacity of milk. *Asian J. Dairy Res.* **3** (2), 70-74.
- Wigertz K., Svensson U. K. & Jägerstad M., 1997. Folate and folate-binding protein content in dairy products. *Journal of Dairy Research* **64**, 239-252.

Zusammenfassung

Fütterung der Milchkuh und Folsäuregehalt in der Milch

In einem Milchviehversuch mit drei Varianten und insgesamt 36 Tieren in der Mitte der Laktation wurde untersucht, ob sich die Folsäurekonzentration in der Milch durch eine Ration mit einem hohen natürlichen Folsäuregehalt erhöhen lässt. Diese Versuchsration enthielt zusätzlich zum Heu und den Futterrüben (Standardration) Biertreber, Luzernewürfel, Bierhefe und Weizenkeime.

Während der vierwöchigen Versuchsperiode wurde der Kontrollgruppe (T) die Standardration vorgelegt, die Gruppe AFO-S erhielt die gleiche Ration und zusätzlich täglich 2 g synthetische Folsäure pro Kuh, während die Gruppe AFO-N die Versuchsration erhielt. Weder der Zusatz synthetischer Folsäure noch die Verfütterung der Ration AFO-N erhöhte die Gesamtfolatkonzentration in der Milch signifikant. Nur eine Folatfraktion, das Tetrahydrofolat, wurde in der Milch der AFO-N Gruppe am Ende der vierwöchigen Versuchsperiode in höherer Konzentration gefunden. Die Verfütterung dieser Ration führte ausserdem zu einer Erhöhung der täglichen Futteraufnahme um 1 kg TS und zu einer um 2 kg höheren Tagesmilchproduktion.

Summary

Dairy cow feeding and folic acid in milk

A trial with 36 dairy cows in mid-lactation was divided into three groups with the aim of evaluating the possibility of increasing the concentration of folic acid in milk by feeding rations naturally rich in folic acid. This experimental ration contained brewery waste, cubes of alfalfa, brewers' yeast and wheat germ in addition to the hay and beet given to all cows. Over the four week experimental period, the control group (T) received the standard ration, the AFO-S group received an added 2 g of synthetic folic acid per cow per day and the AFO-N group received the experimental ration. Neither the addition of synthetic folic acid, nor the AFO-N ration led to a significant increase in the concentration of total folates in milk. However, there was an increase in the concentration of tetrahydrofolate in the milk of the AFO-N group after four weeks. This same ration also brought about an increase in daily ingestion by more than 1 kg dry matter and an increase in daily milk production by more than 2 kg.

Key words: dairy cow, folic acid, brewery waste, cubes of alfalfa, brewers' yeast, wheat germ.

Riassunto

Alimentazione della vacca lattifera e acido folico nel latte

È stato condotto un esperimento su 36 vacche in lattazione suddivise in tre varianti con l'obiettivo di valutare la possibilità di aumentare la concentrazione di acido folico nel latte grazie ad una razione di foraggio che ne contenesse naturalmente un'elevata quantità. La razione sperimentale, oltre a fieno e barbabietole, somministrati a tutte le vacche, prevedeva anche trebbie di birra, erba medica pellettata, lievito di birra e germi di grano.

Durante le quattro settimane sperimentali, alla variante testimone (T) è stata somministrata la razione standard, alla variante AFO-S la stessa razione con aggiunta di due grammi di acido folico sintetico per vacca al giorno ed, infine, alla variante AFO-N la razione sperimentale. Né l'aggiunta di acido folico sintetico né la razione AFO-N hanno determinato un incremento significativo della concentrazione di folati totali nel latte. Soltanto il tenore di una frazione, i tetraidrofolati, è aumentato nel latte delle vacche della variante AFO-N al termine delle quattro settimane sperimentali. La stessa razione ha indotto un aumento del livello d'ingestione di oltre un kilogrammo SS e della produzione lattiera giornaliera di oltre due kilogrammi.