

Matière grasse et protéines du lait: un aperçu de la composition nutritionnelle d'un aliment de base

En plus de 5% de lactose, le lait de consommation habituel contient 3,3% de protéines et 3,5% de matière grasse environ. Ces deux groupes de nutriments se distinguent par une composition originale et des propriétés spéciales qui les rendent intéressants sur le plan physiologique.

Les 13% de matière sèche du lait de vache se composent d'à peu près 4% de matière grasse et de 9% de matière sèche non grasse. Le lait renferme en tout plus de 400 acides gras diffé-



Le lait fait partie d'une alimentation équilibrée, à tout âge.

rents, ce qui en fait déjà un aliment unique en son genre. La plupart des acides gras ne sont présents que sous forme de traces, une quinzaine à des concentrations de plus de 1% [9, 12]. Le profil exact des graisses du lait est notamment influencé par la race, l'affouragement et la composition de la flore ruménique.

La matière grasse du lait se caractérise par une part élevée d'acides gras saturés (env. 70%), et notamment d'acides gras à chaînes courte et moyenne (env. 8% de la graisse lactique et 11% des acides gras saturés). Près de 30% des acides gras du lait sont insaturés: 25% sont monoinsaturés, 2,3% polyinsaturés (1,6% d'acide linoléique, 0,7% d'acide alpha-linolénique, traces d'EPA et de DHA) avec un rapport acides oméga 6-oméga 3 situé entre 1,5 et 3,2 : 1, selon l'affouragement. Près de 2,7% des acides gras du lait sont *trans*-insaturés, dont une partie de production endogène et une partie issue de l'activité des bactéries ruméniques [9, 12, 19].

Matière grasse lactique: digeste et savoureuse

Un millilitre de lait contient cinq à dix milliards de globules gras. Chacun d'eux est entouré d'une membrane composée pour l'essentiel de phospholipides, de cholestérol et de protéines. L'intérieur de chaque globule se compose de matière grasse, dont 98% sous forme de triglycérides, et pour le reste de phospholipides, de diacylglycérol et d'acides gras libres, et notamment de traces de substances aromatiques et de vitamines liposolubles [9, 12].

Une particularité de la graisse lactique est de ne pouvoir être digérée dans l'intestin par la lipase pancréatique qu'après avoir auparavant été exposée à la lipase gastrique [9]. La digestion et la résorption des acides gras à chaînes courte et moyenne ne nécessite même pas de



lipase pancréatique ni d'acides biliaires. Ils sont hydrolysés par la lipase salivaire et gastrique et peuvent être soit utilisés par les cellules de l'intestin grêle ou être directement acheminés via la veine porte jusqu'au foie où ils sont assimilés [9, 12]. La graisse lactique est de ce fait particulièrement digeste.

Vu le nombre des divers acides gras aux différents points de fusion, la graisse lactique libère progressivement ses arômes dans la bouche. C'est pourquoi son goût peut être perçu plus longtemps que celui d'autres graisses. Dans le cas du beurre viennent encore s'ajouter les arômes de la maturation de la crème. Cela donne à la graisse lactique et au beurre une saveur particulièrement délicate.

Acides gras lactiques

Dans le groupe des acides gras à chaîne courte, c'est l'acide butyrique qui domine avec un bon 4%. Il est particulièrement bénéfique pour l'intestin car il est une importante source d'énergie pour les cellules épithéliales du côlon. De plus, l'acide butyrique participe de manière prépondérante à la prévention du cancer vu qu'il est impliqué dans la régulation de nombreux gènes (comme inhibiteur de la histone désacétylase, notamment), et aussi du fait de ses propriétés anti-inflammatoires [9, 12, 13].

Parmi les nombreux acides gras saturés du lait, trois seulement peuvent augmenter le taux de cholestérol: l'acide laurique, l'acide myristique et l'acide palmitique. Tous les autres ont un comportement neutre à cet égard. Quant aux acides gras insaturés du lait, ils peuvent même abaisser le taux de cholestérol. À noter par ailleurs que l'acide laurique augmente en premier lieu le taux du cholestérol HDL, bénéfique, et que la graisse lactique permet d'augmenter globalement le taux du cholestérol HDL. Enfin, il n'y a pas d'augmentation du nombre des petites particules LDL denses et athérogènes. C'est plutôt la taille des particules LDL qui augmente, ce qui les rend moins problématiques [1, 12, 14, 18].

Il n'existe pas non plus d'évidence d'une action néfaste de la graisse lactique sur le cœur ou les vaisseaux. Au contraire, une étude actuelle de longue durée menée au Brésil sur plus de 15 000 adultes a révélé d'autant moins de signes d'un syndrome métabolique que la consommation de produits laitiers (entiers) était élevée [5]. Et dans la cohorte hollandaise de la grande étude européenne EPIC, incluant au moins 35 000 participants, l'ingestion de grandes quantités d'acides gras saturés, en particulier sous forme de graisse lactique, était corrélée avec un risque moindre de maladies cardiaques ischémiques [16].

Plusieurs acides gras sont spécifiques aux graisses des ruminants et donc au lait, p. ex. les acides gras saturés avec un nombre impair d'atomes de carbone que sont l'acide pentadécanoïque (C15:0) et l'acide margarique (C17:0). Leur détection dans le sang facilite la recherche et la mise en évidence d'effets spécifiques au lait sur la santé. Des teneurs plus élevées de ces acides gras étaient associées, dans des études d'observation, à un profil lipidique favorable et à un risque diabétique moindre. De plus, la graisse lactique contient environ 2% d'acides gras à chaîne ramifiée. Ceux-ci sont métabolisés par les entérocytes dans l'intestin, et en expérimentation animale, ils avaient des effets favorables sur la flore intestinale et l'intégrité de l'intestin [14, 16, 17]. La graisse lactique renferme également de petites quantités d'acides

gras oméga 3 hautement insaturés EPA et DHA. Les teneurs varient en fonction de l'affouragement et augmentent en cas de détention au pâturage [2].

L'acide gras *trans* quantitativement le plus important du lait est l'acide vaccénique (C18:1, t11), qui, à la différence des graisses *trans* issues de l'hydrogénation partielle industrielle, n'a pas révélé chez la femme d'effets sur le cholestérol total et LDL [8]. Les acides gras du lait avec des doubles liaisons *cis* et *trans* disposées directement l'une à la suite de l'autre sont les acides linoléiques conjugués (CLA), auxquels on attribue des effets favorables sur les vaisseaux et le poids, ainsi que dans la prévention du cancer [13, 14]. Des études probantes sur l'être humain font toutefois encore défaut. Les teneurs de la graisse lactique en CLA varient également en fonction de l'affouragement, la détention écologique et le pâturage engendrant des teneurs plus élevées [2].

Atouts des protéines lactiques

La matière sèche dégraissée du lait se compose d'en moyenne 4,8% de lactose, 0,8% de substances minérales, 0,1% de vitamines et 3,3% de protéines (cf. tableau). Les deux grands groupes que sont les protéines du lactosérum (18% des protéines du lait) et les caséines (82% des protéines du lait) présentent des séquences différentes d'acides aminés. Le lactosérum est riche en acides aminés à chaîne ramifiée (leucine, isoleucine, valine), alors que la caséine contient beaucoup d'histidine, de méthionine et de phénylalanine [3, 13].

Les caséines précipitent sous l'effet de la présure ou de l'acide. Elles sont donc particulièrement importantes pour la fabrication du fromage. Les protéines du lactosérum ne précipitent pas sous l'effet de la présure ou de l'acide mais restent en solution. Cela révèle déjà les propriétés différentes des deux fractions protéiques. La protéine du lactosérum est ainsi rapidement résorbable, elle provoque une plus forte sécrétion d'insuline et de glucagon que les caséines et favorise par exemple la formation musculaire après l'entraînement physique [4, 7, 20]. Les caséines sont résorbées plus lentement et contribuent plutôt à l'entretien de la masse musculaire sur la durée. Les composants des protéines du lactosérum ont notamment des effets antibiotiques, les glycomacropéptides du lait ont des propriétés antivirales et bifidogènes, et favorisent donc la flore intestinale (cf. tableau). Les caséines transportent des minéraux et stimulent l'absorption de ceux-ci (calcium, fer, phosphates) [10].

Acides aminés du lait

Vu sa teneur élevée – mesurée aux besoins humains – en acides aminés essentiels (cf. tableau), les protéines lactiques présentent une valeur biologique (VB) de 88, les protéines du lactosérum atteignant à elles seules une VB de 104, et les caséines 77. De plus, contrairement à de nombreuses sources de protéines végétales, la graisse lactique est très digeste et biodisponible [3, 10, 11, 21].

De par sa teneur élevée en lysine, la protéine lactique est un excellent complément des protéines issues des produits céréaliers, pauvres en lysine. La lysine est utilisée entre autres pour la synthèse de la carnitine (transport des acides gras dans les mitochondries) et elle entre

dans la composition du collagène. Vu la proportion élevée du tryptophane dans la graisse lactique, celle-ci est le partenaire idéal des aliments pauvres en tryptophane. À partir du tryptophane, l'organisme synthétise de la sérotonine, une substance «antidépresse», et à partir de celle-ci de la mélatonine, l'hormone du sommeil [4]. Cette dernière joue également un rôle important dans le réglage du rythme circadien et la prévention du cancer.

L'histidine, un autre acide aminé essentiel présent dans le lait, est importante non seulement pour la croissance, mais aussi pour la synthèse de l'hémoglobine, le pigment rouge du sang, et par là pour le transport de l'oxygène. L'histidine est transformée en histamine, qui stimule notamment la sécrétion d'acide chlorhydrique dans l'estomac, abaisse la pression sanguine, active le péristaltisme intestinal et déploie une action anti-allergénique [4]. La leucine, un acide aminé essentiel à chaîne ramifiée, est connue pour son effet anabolisant. Elle stimule la formation musculaire, surtout après l'activité physique, et freine la fonte musculaire pendant l'amaigrissement. La leucine active en outre la combustion des graisses, améliore l'effet de l'insuline et abaisse les valeurs des marqueurs de l'inflammation [4, 20, 22].

La glutamine et l'acide glutamique synthétisés à partir de celle-ci jouent notamment un rôle important dans le métabolisme de l'azote et la synthèse des neurotransmetteurs (glutamate à effet stimulant, et GABA, acide gamma-aminobutyrique à effet calmant). La glutamine est nécessaire à la synthèse du glutathion, l'un des principaux antioxydants non enzymatiques de l'organisme. Elle renforce le système immunitaire et l'intégrité fonctionnelle de la barrière intestinale, car elle approvisionne en énergie des cellules de la muqueuse. La tyrosine est non seulement le précurseur des hormones thyroïdiennes, mais aussi du neuromédiateur dopamine, qui stimule notamment la concentration et l'endurance, et qui permet à l'organisme de produire les hormones noradrénaline et adrénaline. La proline est quant à elle importante pour la synthèse du collagène et du tissu conjonctif [4, 22].

Protéine – peptide – acide aminé

Dans cette analyse des acides aminés, il ne faut pas oublier que les protéines sont digérées par étapes. D'abord, il se forme des peptides, c'est-à-dire de courtes chaînes d'acides aminés qui servent de messagers dans l'organisme (cf. tableau). Les peptides bioactifs sont élaborés – sous l'action d'enzymes – aussi bien à partir des protéines du lactosérum que des caséines du lait. Ce processus peut avoir lieu dans l'intestin comme au cours de l'élaboration des produits laitiers [10, 22].

Les peptides, dont certains ne sont composés que de trois acides aminés, peuvent agir localement et être ensuite scindés en leurs acides aminés au cours de la digestion. Cependant, beaucoup de peptides sont absorbés complètement et déploient alors des effets systémiques. Les caséines, par exemple, sont les précurseurs des inhibiteurs de l'enzyme de conversion de l'angiotensine (ECA), qui ont un effet hypotenseur. Des effets antithrombotiques, anti-inflammatoires, antioxydants et antimicrobiens des peptides du lait ont par ailleurs été décrits (cf. tableau). Certains peptides influencent favorablement la sécrétion d'insuline et le contrôle de la glycémie, d'autres ont une action polyvalente et peuvent ainsi agir sur plusieurs systèmes de l'organisme: système vasculaire, digestion, cycles hormonaux ou système immunitaire. Contrairement aux principes actifs pharmacologiques aux effets similaires, les peptides du lait

n'ont pas les effets secondaires indésirables de ceux-ci – pour autant que la personne ne soit pas allergique [6, 10, 15, 22].

La plupart de ces connaissances se basent toutefois sur des essais menés sur des animaux ou en laboratoire, souvent avec des isolats de peptides ou des concentrés. Cela ne veut pas dire que les réactions en question soient de la même ampleur chez l'humain, ce que suggèrent pourtant les nombreuses études humaines, où la consommation régulière de lait ou de produits laitiers était associée à un risque moindre de maladies cardiovasculaires, de diabète de type 2, de syndrome métabolique et de surpoids.

Bibliographie

1. Arnold, C, Jahreis, G: Milchfett und Gesundheit. Ernährungs Umschau 2011;58:177-181
2. Benbrook, CM et al.: Organic production enhances milk nutritional quality by shifting fatty acid composition: a United States-wide, 18 month study. PLoS One 2013;8:382429
3. Biesalski, HK et al.: Ernährungsmedizin. Thieme Verlag, Stuttgart 1999
4. Burd, NA et al.: Differences in postprandial protein handling after beef compared with milk ingestion during postexercise recovery: a randomized controlled trial. American Journal of Clinical Nutrition 2015;102:828-836
5. Drehmer, M et al.: Total and full-fat, but not low-fat, dairy product intakes are inversely associated with metabolic syndrome in adults. Journal of Nutrition 2015;146:81-89
6. Hill, DR, Newburg, DS: Clinical applications of bioactive milk components. Nutrition Reviews 2015;73:463-476
7. Iverson, JF et al.: Ingestion of leucine + phenylalanine with glucose produces an additive effect on serum insulin but less than additive effect on plasma glucose. Journal of Amino Acids 2013; doi: 10.1155/2013/964637
8. Lacroix, E et al.: Randomized controlled study of the effect of a butter naturally enriched in trans fatty acids on blood lipids in healthy women. American Journal of Clinical Nutrition 2012;95:318-325
9. Mansson, HL: Fatty acids in bovine milk fat. Food & Nutrition Research 2008;52
10. Marcone, S et al.: Milk-derived bioactive peptides and their health promoting effects: a potential role in atherosclerosis. British Journal of Clinical Pharmacology 2016; doi:10.1111/bcp.13002
11. Millward, DJ: Amino acid scoring patterns for protein quality assessment. British Journal of Nutrition 2012;108:S31-S43
12. Parodi, PW: Milk fat in human nutrition. Australian Journal of Dairy Technology 2004;59:3-59
13. Parodi, PW: Milk lipids: their role as potential anti-cancer agents. Sciences des Aliments 2008;28:44-52
14. Pereira, PC: Milk nutritional composition and its role in human health. Nutrition 2014;30:619-627
15. Power, O et al.: Antioxidant peptides: enzymatic production, in vitro and in vivo antioxidant capacity and potential applications of milk-derived antioxidant peptides. Amino Acids 2013;44:797-820



16. Praagman, J et al.: The association between dietary saturated fatty acids and ischemic heart disease depends on the type and source of fatty acid in the EPIC Netherlands cohort. *American Journal of Clinical Nutrition* 2015;103:356-365
17. Ran-Ressler, R et al.: Branched-chain fatty acid content of foods and estimated intake in the USA. *British Journal of Nutrition* 2014;112:565-572
18. Sjogren, P et al.: Milk-derived fatty acids are associated with a more favorable LDL particle size distribution in healthy men. *Journal of Nutrition* 2004;134:1729-1735
19. Souci, Fachmann, Kraut: Die Zusammensetzung der Lebensmittel. Nährwert-Tabellen. 8. revidierte und ergänzte Auflage, MedPharm Scientific Publishers, Stuttgart 2016
20. van Vliet, S et al.: The skeletal muscle anabolic response to plant- versus animal-based protein consumption. *Journal of Nutrition* 2015;45:1981-1991
21. WHO (Hrsg.): Protein and amino acid requirements in human nutrition: report of a joint FAO/WHO/UNU expert consultation. WHO Technical Report Series 935, Genf 2007
22. Wu, G: Functional amino acids in nutrition and health. *Amino Acids* 2013;45:407-411

Auteurs

Ulrike Gonder, écotrophologue diplômée
Ernährung und Gesundheit kontrovers
Taunusblick 21, D-65510 Hünstetten
Tél. 0049 6126 95 17 95, mail@ugonder.de

Newsletter pour les professionnel·les de la nutrition, juillet/août 2016



Suisse. Naturellement.

www.swissmilk.ch

Annexe

Profil des acides gras (sélection) du lait de vache, min. 3,5 % de matière grasse

(Source: d'après Souci, Fachmann, Kraut, 2016)

Acide gras	Classification	Teneur par 100 g
Saturés		
Acide butyrique	C4:0, cc	139 mg
Acide caproïque	C6:0, cc	79 mg
Acide caprylique	C8:0, cm	45 mg
Acide caprique	C10:0, cm	98 mg
Acide laurique	C12:0, cm	122 mg
Acide myristique	C14:0, cl	374 mg
Acide pentadécanoïque	C15:0	42 mg
Acide palmitique	C16:0, cl	962 mg
Acide margarique	C17:0	22 mg
Acide stéarique	C18:0, cl	320 mg
Acide arachidique	C20:0, cl	5,4 mg
Acide béhénique	C22:0, cl	2,4 mg
Acide lignocérique	C24:0, cl	2,0 mg
Monoinsaturés		
Acide myristoléique	C14:1	37 mg
Acide palmitoléique	C16:1	53 mg
Acide oléique	C18:1	680 mg
Acide vaccénique	C18:1, <i>trans</i>	122 mg
Acide eicosanoïque	C20:1	5,7 mg
Polyinsaturés		
Acide linoléique	C18:2, O6	42 mg
CLA	C18:2, <i>trans</i>	21 mg
Acide linoléique	C18:3, O3	23 mg
Acide arachidonique	C20:4, O6	3,0 mg
DHA (acide docosahexaéniq ue)	C22:6, O3	< 0,1 mg
Phospholipides		
Teneur totale		33 mg
Phosphatidylcholine		11 mg
Phosphatidyléthanolamine		9 mg
Phosphatidylsérine		1 mg
Phosphatidylinositol		2 mg
Sphingomyéline		9 mg

cc = à chaîne courte, cm = à chaîne moyenne, cl = à chaîne longue

Teneur et fonction biologique des principales protéines du lait

(Source: mod. d'après Pereira, 2014)

Fraction protéique	Teneur dans le lait	Fonctions
Caséines	2,6 %	transport de minéraux (calcium, phosphates, fer, zinc, cuivre)
Protéines du lactosérum	0,63 %	
- Bêta-lactoglobuline	0,32 %	lie le rétinol et les acides gras, probablement antioxydante
- Alpha-lactalbumine	0,12 %	transport du calcium, immunomodulatrice, anticarcinogène
- Immunoglobulines	0,07 %	système immunitaire
- Lactoferrine	0,1 %	antimicrobienne, antioxydante, immunomodulatrice, lie le fer, anticarcinogène
- Lactoperoxydase	0,003 %	antimicrobienne
- Lysozyme	0,00004 %	antimicrobienne, agit en synergie avec les immunoglobulines et les lactoferrines
Glycomacropéptides	0,12 %	antivirale, bifidogène



Suisse. Naturellement.



www.swissmilk.ch

Influence des peptides du lait sur le système cardiovasculaire

(Source: mod. d'après Marcone, 2016)

Effet	Protéine précurseur	Synthèse des peptides par	Effet du peptide
antihypertenseur	alpha _{s1} -caséine et bêta-caséine	bactéries et levures	inhibiteurs de l'ECA
	alpha-lactalbumine, bêta-lactoglobuline	enzymes protéolytiques	inhibiteurs de l'ECA et de l'endothéline 1
	bêta-caséine, alpha-lactalbumine	enzymes protéolytiques	inhibiteurs de l'ECA, opioïdes
antithrombotique	kappa-caséine	enzymes protéolytiques	inhibiteurs de l'agrégation plaquettaire et liaison du fibrinogène
	alpha-lactalbumine	enzymes digestives	inhibiteurs de l'agrégation plaquettaire
antioxydant	caséine	enzymes protéolytiques	capteurs de radicaux (anions de superoxyde, notamment), inhibiteurs de l'ECA
antihyperlipémiant	bêta-lactoglobuline protéines du lactosérum	enzymes protéolytiques	«lactostatine», antihypercholestérolémiants antihypercholestérolémiants
Antiinflammatoire	caséine	bactéries entériques	recrutement de leucocytes et inhibiteurs PPARgamma-dépendants du NF-kappaB
	caséine	enzymes protéolytiques	inhibiteurs du TGF-bêta 1, de la COX-2 et du NF-kappaB
	protéines du lactosérum	hautes pressions	diminution des cytokines
	lactoferrine	protéolyse	anticatabolisants et antiarthritiques



Suisse. Naturellement.



www.swissmilk.ch

Profil des acides aminés du lait de vache, min. 3,5 % de matière grasse

(Source: d'après Souci, Fachmann, Kraut, 2016, WHO-Technical Report Series n° 935, 2007 et propre calcul)

Acide aminé	Classification	Teneurs par 100 g	Recommandation OMS ex.: adulte, 70 kg	500 g de lait couvre la recommandation OMS à
Alanine	n. ess.	123 mg	-	
Arginine	ess. c.	122 mg	-	
Acide aspartique	n.ess.	297 mg	-	
Cystine	ess. c.	29 mg	280 mg / jour	
Acide glutamique	ess. c.	815 mg	-	
Glycine	n. ess.	74 mg	-	
Histidine	ess.	87 mg	700 mg / jour	62 %
Isoleucine	ess., ram.	170 mg	1400 mg / jour	61 %
Leucine	ess., ram.	380 mg	2730 mg / jour	70 %
Lysine	ess.	327 mg	2100 mg / jour	78 %
Méthionine	ess.	111 mg	700 mg / jour	79 %
Phénylalanine	ess.	173 mg	1750 mg / jour	49 %
Proline	n. ess.	373 mg	-	
Sérine	n. ess.	215 mg	-	
Thréonine	ess.	167 mg	1050 mg / jour	80 %
Tryptophane	ess.	42 mg	280 mg / jour	75 %
Tyrosine	ess. c.	183 mg	*	*
Valine	ess., ram.	225 mg	1820 mg / jour	62 %

n. ess. = acide aminé (AA) non essentiel, ess. c. = AA essentiel dans certaines conditions, ess. = AA essentiel, ram. = à chaîne ramifiée

* La quantité de tyrosine recommandée est comprise dans la valeur pour la phénylalanine.