

Nutztiere

Leinsamen und Sonnenblumenkerne in der Milchviehfütterung

Fredy Schori, Cédric Fragnière, Walter Schaeren und Walter Stoll, Agroscope Liebefeld-Posieux, Eidgenössische Forschungsanstalt für Nutztiere und Milchwirtschaft (ALP), CH-1725 Posieux und CH-3003 Bern

Auskünfte: Fredy Schori, E-Mail: fredy.schori@alp.admin.ch, Fax: +41(0)26 407 73 00, Tel. +41 (0)26 407 72 15

Zusammenfassung

Drei Gruppen mit je 11 Milchkühen erhielten dieselbe Ration, bestehend aus Dürrfutter *ad libitum*, 15 kg Futterrüben und Kraftfutter. Während der Versuchsphase wurden zusätzlich 500 g Fett in Form von Sonnenblumenkernen, Leinsamen unbehandelt oder extrudiert verabreicht.

Die Dürrfutter- und Gesamtfuttermittelaufnahmen wiesen je nach Variante keine Unterschiede auf. Keine signifikanten Unterschiede wurden auch bei den durchschnittlichen Milchleistungen und -gehalten festgestellt. Mit der Zufütterung von Sonnenblumenkernen, Leinsamen unbehandelt und extrudiert verbesserte sich die Milchfettzusammensetzung in technologischer (C18:1 zu C16:0 > 0,8) und in ernährungsphysiologischer Hinsicht: Abnahme an kurz- beziehungsweise mittellangkettigen und gesättigten Fettsäuren; Zunahme an langkettigen und mehrfach ungesättigten Fettsäuren wie Linol- und Linolensäure. Mit extrudierten Leinsamen wurden im Vergleich zu unbehandelten Leinsamen höhere Gehalte an Linol- und Linolensäure (+11 % bzw. +52 %) in der Milch beobachtet. Obwohl der Gehalt an Linolensäure mit der Zufütterung von extrudierten Leinsamen in der Milch mehr als verdoppelt wurde, lag die berechnete Übertrittsrate der Linolensäure vom Futter in die Milch bei nur 6,8 %. Die Suche nach einem noch effizienteren Schutz vor der mikrobiellen Hydrierung im Pansen könnte sinnvoll sein.

Im frischen Käse sind im Vergleich zur Milch die Anteile an interessanten Fettsäuren CLA, Omega-3 und -6 sowie die ungesättigten Fettsäuren leicht tiefer. Die Käseerzeugung sowie die Verarbeitung zu Butter beeinflussen den Anteil dieser Fettsäuren kaum. Aus der Milch der Variante mit extrudierten Leinsamen gingen die Modellkäse (Tilsiter und Emmentaler) mit den besten Teigeigenschaften hervor.

Mit Beginn der Winterfütterung treten in der Käsefabrikation (Emmentaler, Gruyère, Tilsiter usw.) öfters Probleme mit einem zu harten Käseteig auf. Dies ist darauf zurückzuführen, dass bei der Umstellung von Gras auf Dürrfutter eine Abnahme an ungesättigten und eine Zunahme an gesättigten Fettsäuren im Milchfett zu beobachten ist. Die Verarbeitung solcher Milch führt zu

harter Butter oder zu hartem Käseteig. Für den Käseproduzenten bedeutet dies eine wirtschaftliche Einbusse, da als Folge des zu harten Käseteiges die Käsequalität und damit der Übernahmepreis vermindert sind.

In früheren Versuchen von Stoll *et al.* (2001, 2002 und 2003) konnte gezeigt werden, dass die negativen Auswirkungen auf die

Konsistenz des Milchfettes Heu betonter Winterrationen durch Zugabe von Rapssamen, Sonnenblumenkernen und Leinsamen minimiert werden konnten. Weiter wurde festgestellt, dass einzelne Ölsaaten den Anteil an ernährungsphysiologisch interessanten Fettsäuren in der Milch erhöhen. So erhöhen zum Beispiel Sonnenblumenkerne den Anteil an konjugierter Linolensäure (CLA) und Leinsamen den Anteil an Omega-3 Fettsäuren im Milchfett.

Im In- und Ausland werden zunehmend Lebensmittel angeboten, welche speziell reich an CLA beziehungsweise Omega-3 Fettsäuren sind. Der Frage, ob die ernährungsphysiologisch interessanten Fettsäuren auch in den Milchprodukten Butter und Käse wiederzufinden sind, wurde in einem ALP-Versuch nachgegangen. Im Weiteren wurde abgeklärt, wie gross der Einfluss einer technologischen Verarbeitung (Extrusion) der Leinsamen auf das Fettsäuremuster der Milch, der Butter und des Käses ist.

Versuchsaufbau

Während einer zweiwöchigen Vorperiode erhielten drei Gruppen mit je elf Milchkühen die gleiche Grundration, bestehend aus 15 kg Futterrüben und Dürrfutter *ad libitum*. Nach der Vorperiode wurde den Milchkühen während den vier Wochen der Versuchsperiode je nach Variante 500 g Fett in Form von gemahlene Sonnenblumenkernen, gemahlene Leinsamen unbehandelt oder extrudiert zur

Tab. 1. Versuchsaufbau

Periode	Dauer	Ration		
		Variante A	Variante B	Variante C
Vorperiode	2 Wochen	Dürrfutter <i>ad lib.</i> und 15 kg Futterrüben Getreidemischung, Proteinkonzentrat und Mineralstoffmischung		
Versuchsperiode	4 Wochen	Sonnenblumenkerne (500 g Fett)	Leinsamen (500 g Fett)	Extrudierte Leinsamen (500 g Fett)

Verfügung gestellt (Tab. 1). Die Rationen wurden aufgrund der individuellen durchschnittlichen Milchleistung, des Milchgehalts, des Lebendgewichts und der Nährstoffaufnahme der vorangegangenen Woche mit einer Getreidemischung und einem Proteinkonzentrat ergänzt. Die Nährwerte der Futtermittel der Grundration und der Ergänzungsfutter sind in den Tabellen 2 und 3 ersichtlich. In Tabelle 4 ist das Fettsäuremuster der einzelnen Ölsaaten dargestellt.

Zwölf erstlaktierende und 21 mehrlaktierende Kühe wurden aufgrund ihrer Laktation, Milchleistung und -gehalte blockweise auf die drei Varianten verteilt. Im Mittel befanden sich die Kühe zu Beginn der Vorperiode in der 14. Laktationswoche. Die Milchleistung und der Verzehr wurden täglich erhoben, die Milchgehalte wöchentlich. Während der 2. Vorversuchswoche sowie der 2. und 4. Versuchswoche wurden Einzelmilchproben zur Untersuchung des Fettsäureprofils genommen.

Zu Beginn der 4. Versuchswoche wurde während drei aufeinanderfolgenden Tagen ein Teil der Milch in der Versuchskäserei Liebefeld zu Modellemmentaler und pasteurisiertem Modelltilsiter verarbeitet. Fettsäureprofile wurden von der Kessmilch, vom Käse 1. Tag und nach der Reifung (Tilsiter 120 Tage bzw. Emmentaler 150 Tage) erstellt. Butter wurde aus süßem und angesäuertem Rahm an zwei aufeinander folgenden Tagen produziert. Ein Fachpanel führte die Käsebeurteilung durch.

Kein Unterschied im Futterverzehr

Die Dürrfutter-, Ergänzungsfutter- und Gesamtfutteraufnahme (Tab. 5) unterschieden sich nicht. Mit 4 bis 4,3 % Gesamtfett in der Ration auf Trocken-

substanz-Basis beziehungsweise 875 bis 949 g Gesamtfettaufnahme pro Kuh und Tag war die Fettzufuhr in einem Bereich, in welchem keine negativen Auswirkungen auf die Futteraufnahme zu erwarten waren. Stoll *et al.* (2003) stellten auch keine Unterschiede bezüglich Dürrfutter- und Gesamtfutteraufnahme bei der Verfütterung von 1 kg Rapsamen, Sonnenblumenkernen oder Leinsamen fest. Die unterschiedliche Aufnahme an Sonnenblumenkernen im Vergleich zu den Leinsamen war bedingt durch das Versuchsziel, die gleiche Fettmenge über die Ölsaaten in jeder Variante zu verfüttern und den unterschiedlichen Fettgehalt der Ölsaaten. Um in allen Varianten eine bedarfsgerechte Proteinzufuhr zu gewährleisten, musste bei der Sonnenblumenvariante mehr Proteinkonzentrat, bedingt durch den tieferen Rohproteingehalt der Sonnenblumenkerne, zugefüttert werden.

Zur Berechnung der täglichen Fettaufnahme (Tab. 6) durch die Ölsaaten wurden die Analysenresultate der Eingangskontrolle und die während des Versuches gezogenen Proben berücksichtigt. Die signifikant tiefere Fettaufnahme der Milchkühe der Variante Leinsamen unbehandelt ist auf die höheren Fettanalysenresultate der Leinsamen-Kleiemischung bei der

Berechnung der Ration und den tieferen Fettanalysenwerten während des Versuches zurückzuführen.

Kein Unterschied in der Milchleistung

Die effektive und Energie korrigierte Milchleistung, die durchschnittlichen Gehalte an Milchfett und -protein wiesen keine signifikanten Unterschiede auf (Tab. 7). Bei der Variante mit Sonnenblumenkernen war das Absinken des Milchfettgehaltes während der Versuchsperiode betonter, aber nicht signifikant. Stoll *et al.* (2003) stellten einen tendenziell tieferen Milchfettgehalt fest, wenn die Verfütterung von 1 auf 1,5 kg pro Kuh und Tag erhöht wurde. Baumann und Griinari (2001) zeigten, dass das Isomer trans-10, cis 12

Tab. 2. Nährwerte der Futtermittel der Grundration (Gehalte in g/kg TS)

	Dürrfutter	Futterrüben
Rohprotein	147	45
Rohfett	22	4
Rohfaser	250	41
Rohasche	100	73
NEL ¹ [MJ]	5,6	7,7
APDE ²	93	83
APDN ³	91	26

¹Nettoenergie Laktation

²Absorbierbares Protein im Darm, das aus der fermentierbaren Energie aufgebaut werden kann

³Absorbierbares Protein im Darm, das aus dem abgebauten Rohprotein aufgebaut werden kann

Tab. 3. Nährwerte der Ergänzungsfutter (Gehalte in g/kg TS)

	Getreidemischung	Proteinkonzentrat	Mineralstoffmischung	Sonnenblumenkerne*	Leinsamen*	Leinsamen extrudiert*
Rohprotein	122	560	48	157	207	215
Rohfett	29	71	68	281	226	242
Rohfaser	28	40	60	128	74	76
NEL [MJ]	8,0	8,8	4,5	10,1	9,3	9,7
APDE	105	334	41	74	91	91
APDN	84	430	31	101	133	138
Ca	9,8	2,5	98,0	2	2,1	2,1
P	3,8	5,9	57,2	9,9	9,1	8,8
Mg	2,0	2,2	18,3	4,1	4,1	4,1

* Um Problemen bei der Verarbeitung der Ölsaaten vorzubeugen, wurden diese vorgängig im Verhältnis 1:1 mit Weizenkleie vermischt.

Tab. 4. Fettsäuremuster der Sonnenblumenkerne und der Leinsamen (in % der Gesamtfettsäuren)

		Sonnenblumenkerne*	Leinsamen*	Leinsamen extrudiert*
Palmitinsäure	C 16:0	6,81	6,54	6,21
Stearinsäure	C 18:0	4,10	3,38	3,48
Ölsäure	C 18:1	18,02	19,00	18,87
Linolsäure	C 18:2	68,92	19,86	18,73
Linolensäure	C 18:3	0,59	50,17	51,75

* Um Problemen bei der Verarbeitung der Ölsaaten vorzubeugen, wurden diese vorgängig im Verhältnis 1:1 mit Weizenkleie vermischt.

Tab. 5. Futteraufnahme während der Versuchsperiode (kg TS pro Tag) **und Lebendgewicht in kg**

	Sonnenblumenkerne	Leinsamen	Leinsamen extrudiert	p-Wert	S _x
Dürrfutter	14,9	14,6	14,9	0,85	0,39
Futtermühen	3,1	3,0	3,5	0,13	0,2
Total Grundration	18,0	17,6	18,4	0,44	0,44
Ölsaatenmischung	1,84 ^a	2,05 ^{ab}	2,18 ^b	0,02	0,07
Proteinkonzentrat	0,61 ^a	0,49 ^{ab}	0,44 ^b	0,03	0,05
Getreidemischung	1,28	1,35	1,22	0,87	0,18
Mineralstoffmischung	0,3	0,3	0,3	0,52	<0,01
Total Ergänzungsfutter	4,0	4,2	4,1	0,93	0,24
Total Verzehr	22,0	21,8	22,5	0,34	0,36
Lebendgewicht	660	662	686	0,43	15,12

Tab. 6. Fettaufnahme pro Tag

	Sonnenblumenkerne	Leinsamen	Leinsamen extrudiert	p-Wert	S _x
Fett [g]	949 ^a	875 ^b	937 ^a	0,01	17,36
durch Ölsaaten	523 ^a	462 ^b	526 ^a	0,02	16,73
Fett [% / kg TS]	4,32	4,04	4,17	0,12	0,09

Tab. 7. Milchleistung und -gehalte

	Sonnenblumenkerne	Leinsamen	Leinsamen extrudiert	p-Wert	S _x
Milch [kg / Tag]	31,1	30	29,9	0,43	0,72
Milch ECM** [kg / Tag]	32,1	32,0	31,9	0,99	0,79
Fettgehalt [%]	4,34	4,54	4,52	0,46	0,12
Fettmenge [g / Tag]	1343	1347	1339	0,99	40
Proteingehalt [%]	3,16	3,32	3,36	0,02*	0,05
Proteinmenge [g / Tag]	977	980	998	0,79	23
Laktosegehalt [%]	4,97	5,05	4,99	0,10	0,03
Harnstoff [mg / l]	185	198	206	0,36	10,5

* Kovarianzanalyse mit Einbezug des prozentualen Proteingehaltes der Vorversuchsperiode zeigt keinen signifikanten Unterschied zwischen den Varianten auf (p-Wert = 0,53 mit einem Standardfehler von 0,03).

** Energie korrigierte Milch

C18:2 (CLA) die Milchfettsynthese hemmt. Gleichzeitig mit dem Absinken des Milchfettes stellten Baumann und Griinari

(2001) immer eine Zunahme der trans-10 C18:1 (Zwischenprodukt der mikrobiellen Hydrierung von trans-10, cis-12 C18:2)

und trans-10, cis-12 C18:2 im Milchfett fest. Diese Zunahme konnte im vorliegenden Versuch nicht beobachtet werden, weil diese Isomere nicht einzeln analysiert wurden. Aber es könnte ein Erklärungsansatz für das betontere Abfallen des Milchfettes mit grösseren Mengen Sonnenblumenkernen sein. Der Gehalt an Laktose und Harnstoff wurde durch die verschiedenen Varianten nicht beeinflusst. Auch Soita *et al.* (2003) erhielten vergleichbare Milchleistungen, Fett- und Proteingehalte beim Einsatz von 1 kg unbehandelten oder mikronisierten Leinsamen, die 1 kg Gerste der Kontrollration ersetzten. In der Studie von Mustafa *et al.* (2003), in der eine Kontrollration mit unbehandelten und mikronisierten Leinsamen verglichen wurde, wurde festgestellt, dass die effektive Milchleistung, Protein- und Laktosemenge nicht beeinflusst wurden. Jedoch waren die Energie korrigierte Milchleistung und die Fettmenge bei der Variante mikronisierte Leinsamen höher als mit unbehandelten Leinsamen.

Veränderungen der Milchfettzusammensetzung

Durch die Zufütterung von Sonnenblumenkernen, Leinsamen und extrudierten Leinsamen sank der Anteil im Milchfett an kurz- beziehungsweise mittelkettigen, gesättigten Fettsäuren (Laurin-, Myristin- und Palmitinsäure). Hingegen nahm der Anteil an langkettigen und/oder ungesättigten Fettsäuren (Stearin-, Öl-, Linol- und Linolensäure) zu. Die Zunahme an Linolensäure wurde, bedingt durch das Fettsäuremuster der zugefütterten Ölsaaten, nur bei den Leinsamenvarianten beobachtet. Ähnliche Verschiebungen der Milchfettzusammensetzung wurden durch eine Vielzahl von Studien (Mustafa *et al.* 2003, Soita *et al.* 2003, Stoll *et al.* 2003, Schingoethe *et*

al. 1996) geschildert. Durch die Zufütterung der Ölsaaten wurde das Verhältnis Ölsäure zu Palmitinsäure, welches ein Qualitätsmerkmal des Milchfettes in der Käsefabrikation ist, von 0,49 respektive 0,54 während der Vorperiode auf mindestens die erwünschten 0,8 während der Versuchsperiode angehoben (Tab. 8). Diese Verbesserung der Milchfettkonsistenz kann auch durch die Zufütterung von 1 kg Rapssamen pro Kuh und Tag bewirkt werden (Stoll *et al.* 2001, 2002 und 2003). Weiter kann mit der Zufütterung von Sonnenblumenkernen, unbehandelten Leinsamen oder extrudierten Leinsamen die Milchfettzusammensetzung in ernährungsphysiologischer Hinsicht (Abnahme der kurz- bzw. mittellangkettigen und gesättigten Fettsäuren; Zunahme an langkettigen und mehrfach ungesättigten Fettsäuren, wie Linol und Linolensäure) verbessert werden (Kris-Etherton *et al.* 2000).

Durch die Verfütterung von Leinsamen wurde generell der Gehalt an Linol- und Linolensäure in der Milch angehoben. Der Gehalt an Linol- und Linolensäure in der Milch war bei der Variante mit extrudierten Leinsamen (+ 11 % bzw. + 52 %) signifikant höher als mit den unbehandelten Leinsamen. Weil der Übertritt der Linolensäure von den Leinsamen in die Milch niedrig ist, kann die Differenz zwischen unbehandelten und extrudierten Leinsamen, obwohl die Kühe mehr Fett durch die extrudierten Leinsamen aufnahmen, durch die technologische Behandlung (Extrusion) der Leinsamen erklärt werden.

257 g beziehungsweise 293 g Linolensäure nahmen die Kühe pro Tag im Mittel über die unbehandelten beziehungsweise extrudierten Leinsamen und weniger als 1 g über die Sonnenblumenkerne auf. Wird eine Über-

Tab. 8. Milchfettzusammensetzung (% der Gesamtfettsäuren)

	Sonnenblumenkerne		Leinsamen		Leinsamen extrudiert	
	ohne	mit	ohne	mit	ohne	mit
C 12:0	4,7 ^a	4,0 ^b	4,4 ^c	3,9 ^d	4,6 ^e	4,1 ^f
C 14:0	13,4 ^a	12,4 ^b	12,8	12,3	13,1 ^e	12,3 ^f
C 16:0	37,4 ^a	28,1 ^b	38,3 ^c	30,6 ^d	35,8 ^e	26,8 ^f
C 18:0	7,5 ^a	10,7 ^{b,AB}	6,9 ^c	9,6 ^{d,B}	7,7 ^e	11,7 ^{f,A}
C 18:1	17,9 ^a	24,4 ^b	18,4 ^c	23,4 ^d	19,0 ^e	23,7 ^f
C 18:2	2,1 ^a	3,7 ^{b,A}	2,1 ^c	2,8 ^{d,B}	2,3 ^e	3,1 ^{f,C}
C 18:3	0,92	0,95 ^A	0,89 ^c	1,59 ^{d,B}	1,08 ^e	2,42 ^{f,C}
Verhältnis						
C18:1 zu C16:0	0,49 ^a	0,89 ^b	0,49 ^c	0,80 ^d	0,54 ^e	0,90 ^f

Werte auf einer Linie innerhalb einer Variante, welche unterschiedliche Kleinbuchstaben tragen, unterscheiden sich signifikant voneinander (P<0,05). Werte auf einer Linie der Varianten mit Verfütterung von Ölsaaten, welche unterschiedliche Grossbuchstaben tragen, unterscheiden sich signifikant voneinander.

trittsrate der Linolensäure in die Milch berechnet, erhält man für unbehandelte Leinsamen einen Wirkungsgrad von 3,3 % und 6,8 % für extrudierte Leinsamen. Obwohl die Übertrittsrate niedrig ist, wurde mit den extrudierten Leinsamen der Linolensäuregehalt in der Milch mehr als verdoppelt. Dennoch wäre die Suche nach einem noch effizienteren Schutz vor der mikrobiellen Hydrierung im Pansen sinnvoll. In den Untersuchungen von Mustafa *et al.* (2003) und Soita *et al.* (2003) wurden keine höheren Gehalte an Linol- beziehungsweise Linolensäure in der Milch mit thermisch behandelten Leinsamen (Mikronisation) festgestellt. Chouinard *et al.* (1997) fanden bei extrudierten Sojabohnen sogar tiefere Gehalte an Linol- und Linolensäure im Vergleich mit mikronisierten beziehungsweise gerösteten Sojabohnen. Die extrudierten Sojabohnen wurden vorgängig gemahlen, wodurch das Fett der mikrobiellen Hydrierung im Pansen zugänglicher gemacht wurde. Bei den Verfahren Mikronisation und Rösten wurden die Sojabohnen nachträglich nur gewalzt. Dies erklärt möglicherweise die unterschiedlichen Gehalte an Linol- und Linolensäure. Mit unterschiedlichen Extrusionstemperaturen zwischen 120 bis 140 °C konnten

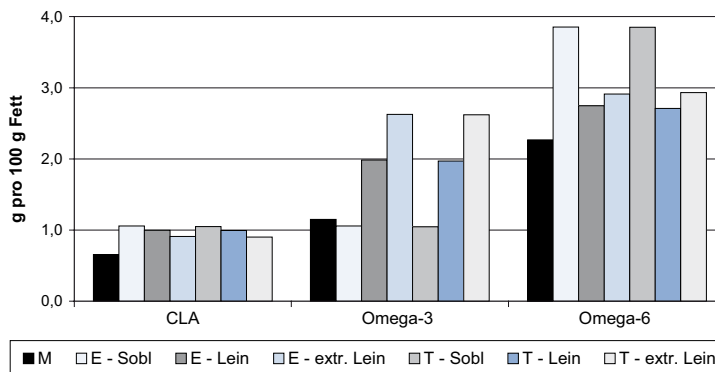
Chouinard *et al.* (1997b) den Gehalt an Linol- und Linolensäure in der Milch nicht beeinflussen.

Übertritt interessanter Fettsäuren in Käse und Butter

Im frischen Käse am Herstellungstag wurden signifikant tiefere Gehalte an CLA (-6,7 %), Omega-3 (-3 %) und ungesättigten Fettsäuren (- 2 %) im Vergleich zur Kessmilch gefunden. Diese signifikanten, aber geringeren Werte lassen sich durch Verluste über die Molke während des Herstellungsprozesses erklären. Nach 120 Tagen für Tilsiter beziehungsweise 150 Tagen für Emmentaler wurde nur ein leicht, aber signifikant tieferer Wert an CLA (-0,9 %) im gereiften Käse gefunden. In Abbildung 1 sind die Anteile an CLA, Omega-3 und -6 Fettsäuren in der Milch der Vorperiode, im gereiften Emmentaler und Tilsiter in Abhängigkeit der verschiedenen Ölsaaten dargestellt.

Zwischen der Milch und der daraus gewonnenen Butter gab es keine signifikanten Unterschiede bezüglich CLA, Omega-3 und Omega-6 Fettsäuren, ebenso wenig beim Anteil an ungesättigten Fettsäuren. Dies gilt für Butter, die aus nicht angesäuertem, wie auch aus an-

Abb. 1. Anteil an CLA, Omega-3 und -6 Fettsäuren in der Milch der Vorperiode (M), im gereiften Emmentaler (E) und Tilsiter (T) in Abhängigkeit der verschiedenen Ölsaaten.



gesäuertem Rahm hergestellt wurde. Somit treten die aus ernährungsphysiologischer Sicht interessanten Fettsäuren in die Verarbeitungsprodukte Butter und Käse über, wenn auch beim Käse in etwas tieferer Masse.

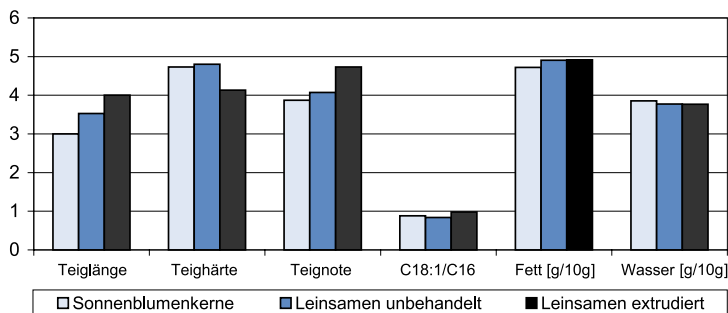
Käsequalität von Emmentaler und Tilsiter

Die Unterschiede in der Käsequalität zwischen den Varianten für beide Käsesorten liegen in den Eigenschaften des Käseteiges (Länge, Härte und Note), im wasserlöslichen Stickstoff und als Konsequenz in der Aromanote beziehungsweise in der Beliebtheit.

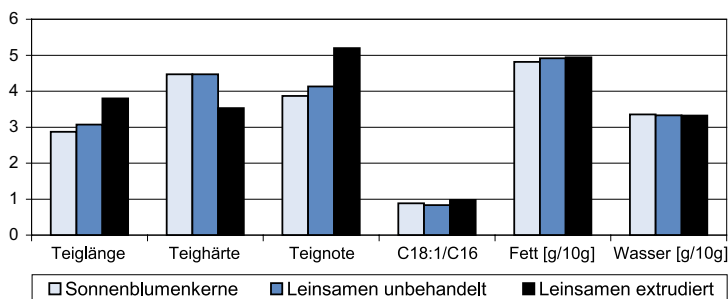
Der beste Käseteig beim Tilsiter wurde mit den extrudierten Leinsamen erzielt, an zweiter Stelle, dicht gefolgt von der Variante mit Sonnenblumenkernen, lag die Variante mit unbehandelten Leinsamen (Abb. 2). Die Tilsiter der Variante mit Sonnenblumenkernen sind leicht benachteiligt bei der Käseteigbeurteilung, weil diese Käse etwas weniger Fett (-1,7 Prozentpunkte) und dafür etwas mehr Wasser (0,8 Prozentpunkte) enthielten.

Beim Emmentaler waren die Gehaltsunterschiede gering und bringen somit den Einfluss der verschiedenen Versuchsvarian-

Abb. 2. Teigbeurteilung und Zusammensetzung der Modelltilsiter.



Bewertung : Teiglänge : 1 bis 7 (1 = sehr kurz, 4 = normal, 7 = sehr lang)
 Teighärte : 1 bis 7 (1 = sehr weich, 4 = normal, 7 = sehr fest)
 Teignote : 1 bis 6 (1 = sehr schlecht, 4 = genügend, 6 = sehr gut)



Bewertung :
 Teiglänge : 1 bis 7 (1 = sehr kurz, 4 = normal, 7 = sehr lang)
 Teighärte : 1 bis 7 (1 = sehr weich, 4 = normal, 7 = sehr fest)
 Teignote : 1 bis 6 (1 = sehr schlecht, 4 = genügend, 6 = sehr gut)

Abb. 3. Teigbeurteilung und Zusammensetzung der Modellemmentaler.

ten auf die Käsequalität deutlicher hervor. Der Emmentaler Käseteig der Variante mit extrudierten Leinsamen schnitt am besten ab, gefolgt von den Varianten Leinsamen unbehandelt und Sonnenblumenkerne (Abb. 3). Abbildungen 4 und 5 zeigen die Schnittfläche der Modelltilsiter bei der Degustation mit 120 Tagen beziehungsweise Modellemmentaler mit 150 Tagen.

Folgerungen

- Die Dürrfutter- und Gesamtfuttermittelaufnahme wies keine Unterschiede zwischen den verschiedenen Varianten auf.
- Es wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen den Varianten bei den durchschnittlichen Milchleistungen und -gehalten festgestellt.
- Mit der Zufütterung von Sonnenblumenkernen sowie Leinsamen unbehandelt und extrudiert verbesserte sich die Milchlaktosezusammensetzung in technologischer Hinsicht mit einem Ölsäure-Palmitinsäure-Verhältnis über 0,8. Auch in ernährungsphysiologischer Hinsicht tritt eine Verbesserung ein.
- Bei der Variante mit extrudierten Leinsamen wurden im Vergleich zur Variante mit unbehandelten Leinsamen höhere Linol- und Linolensäuregehalte in der Milch festgestellt (+ 11 % bzw. + 52 %).
- Obwohl der Gehalt an Linolensäure mit der Zufütterung von extrudierten Leinsamen in der Milch mehr als verdoppelt wurde, lag die berechnete Übertrittsrate der Linolensäure vom Futter in die Milch bei nur 6,8 %. Die Suche nach einem noch effizienteren Schutz vor der mikrobiellen Hydrierung im Pansen könnte sinnvoll sein.
- Im frischen Käse sind die Anteile an CLA, Omega-3 und -6 sowie die ungesättigten Fettsäuren leicht tiefer als in der Milch. Der Reifeprozess beeinflusst den Anteil dieser Fettsäuren

kaum. Auch die Verarbeitung der Milch zu Butter beeinflusste das Fettsäuremuster kaum.

■ Aus der Milch der Variante mit extrudierten Leinsamen gingen die Modellkäse mit den besten Teigeigenschaften hervor.

Literatur

- Baumann D.E. & Griinari J.M., 2001. Regulation and nutritional manipulation of milk fat: low fat milk syndrome. *Live-stock Production Science* **70**, 15-29.
- Chouinard P.Y., Girard V. & Brisson G.J., 1997a. Performance and profiles of milk fatty acids of cows fed full fat, heat treated soybeans using various processing methods. *Journal of Dairy Science* **80** (2), 334-342.
- Chouinard P.Y., Lévesque J., Girard V. & Brisson G.J., 1997b. Dietary Soybeans extruded at different temperatures: Milk composition and in situ fatty acid reactions. *Journal of Dairy Science* **80** (11), 2913-2924.
- Kris-Etherton P.M., Zhao G. & Ether-ton T.D., 2000. Individual fatty acids and esterification effects on blood lipids. *Bulletin of the International Dairy Federation* **353**, 26-30.
- Mustafa A.F., Chouinard P.Y. & Christensen D.A., 2003. Effects of

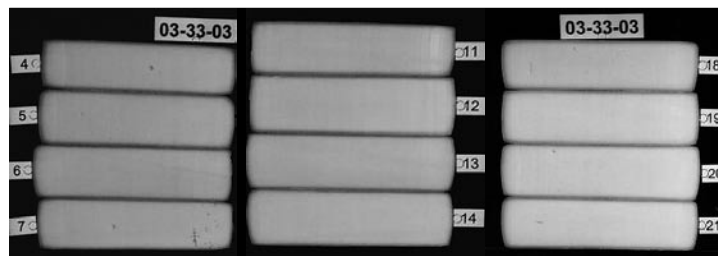


Abb. 4. Modelltilsiter (4, 11, 18 Sonnenblumen, 5, 12, 19 unbehandelte Leinsamen, 6, 13, 20 extrudierte Leinsamen und 7, 14, 21 mit Milch aus der Versuchskäserei Uettligen).

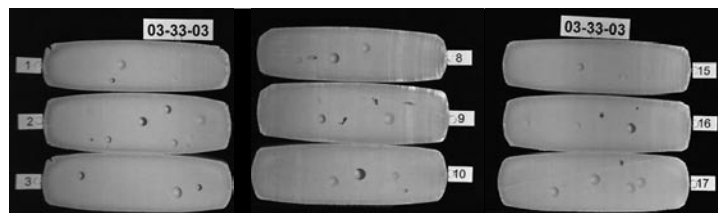


Abb. 5. Modellemmentaler (1, 8, 15 Sonnenblumen, 2, 9, 16 unbehandelte und 3, 10, 17 extrudierte Leinsamen).

feeding micronised flaxseed on yield and composition of milk from Holstein cows. *Journal of the Science of Food and Agriculture* **83** (9), 920-926.

■ Schingoethe D.J., Brouk M.J., Lightfield K.D. & Baer R.J., 1996. Lactational responses of dairy cows fed unsaturated fat from extruded soybeans or sunflower seeds. *Journal of Dairy Science* **79** (7), 1244-1249.

■ Soita H.W., Meier J.A., Fehr M., Yu P., Christensen D.A., Mckinon J.J. & Mustafa A.F., 2003. Effects of flaxseed supplementation on milk production, milk fatty acid composition and nutrient

utilization by lactating dairy cows. *Archives of Animal Nutrition* **57** (2), 107-116.

■ Stoll W., Sollberger H., Collomb M. & Schaeren W., 2003. Raps- und Leinsamen sowie Sonnenblumenkerne in der Milchviehfütterung. *Agrarforschung* **10** (9), 354-359

■ Stoll W., Sollberger H. & Schaeren W., 2002. Raps- und Leinsamen sowie in der Milchviehfütterung. *Agrarforschung* **9** (11-12), 518-520.

■ Stoll W., Sollberger H. & Schaeren W., 2001. Rapsamen in der Milchviehfütterung. *Agrarforschung* **8** (10), 426-431.

RÉSUMÉ

Graines de lin et de tournesol dans l'alimentation de la vache laitière

Trois groupes constitués chacun de 11 vaches laitières ont reçu la même ration composée de fourrage sec à volonté, de 15 kg de betteraves fourragères et d'aliment concentré. Pendant l'essai, 500 g de matière grasse ont été distribués soit sous la forme de graines de tournesol soit sous forme de graines de lin non traitées ou extrudées.

Aucune différence entre les variantes au niveau de la consommation de fourrage sec et de la consommation totale n'a été relevée. De même, aucune différence significative n'a été observée au niveau de la production laitière moyenne et des teneurs du lait. La distribution de graines de tournesol et de graines de lin non traitées ou extrudées a amélioré la composition de la matière grasse du lait tant du point de vue technologique (C18:1 : C16:0 > 0,8) que nutritionnel (réduction des acides gras saturés à chaînes courtes et moyennes ainsi qu'augmentation des acides gras à longues chaînes et polyinsaturés, tels que l'acide linoléique et l'acide linoléique). L'extrusion des graines de lin a engendré une augmentation des teneurs en acides linoléique et linoléique dans le lait (+11% et +52%). Bien que la teneur en acide linoléique dans le lait ait pu être plus que doublée avec les graines de lin extrudées, le taux de transfert du fourrage au lait reste faible avec seulement 6,8%. La recherche d'une protection encore plus efficace contre l'hydrogénation microbienne dans la panse semble donc judicieuse.

Dans le fromage frais, la proportion des acides gras intéressants du point de vue nutritionnel (CLA, oméga-3, oméga-6 et acides gras insaturés) est légèrement plus basse que dans le lait. La maturation du fromage de même que la transformation en beurre influencent à peine la proportion de ces acides gras. C'est avec le lait de la variante contenant les graines de lin extrudées que les fromages expérimentaux (tilsit et emmentaler) ont présenté les meilleures propriétés de pâte.

SUMMARY

Linseed and sunflower seed in dairy cow feeding

Three groups of 11 dairy cows each received the same ration composed of hay *ad libitum*, fodder beet and concentrate. During the experimental period 500 g fat contained in either sunflower seed, untreated and extruded linseed were distributed. Forage- and total intake were not influenced by the different oilseeds. No significant differences were detected by the milk yield and -contents. With the distribution of sunflower seed, linseed untreated and extruded the milk fat composition was improved in technological (C18:1 vs. C16:0 > 0.8) and nutritional terms: Decrease of short- respectively mid-chain and saturated fatty acids; increase of long chain and polyunsaturated fatty acids e.g. linoleic and linolenic acid. Higher contents of linoleic and linolenic acids (+11 % respectively +52 %) were observed in extruded linseed compared with untreated linseed. Even if the content of linolenic acid in the milk with extruded linseed more than doubled, the calculated passage rate from feed in the milk was only 6.8 %. The search for a still better protection against microbial hydrogenation in the rumen could make sense. In the fresh cheese compared to the milk the proportion of valuable fatty acids as CLA, Omega-3 and -6 as well as unsaturated fatty acids were slightly lower. The cheese maturation as well as the processing to butter hardly affected the fatty acid profile. Milk from the extruded linseeds generated the best dough of the model-cheeses (Tilsiter and Emmentaler).

Key words: linseed, sunflower seed, dairy cows, feeding, fatty acids, extrusion, cheese quality, butter quality