Grün- oder Dürrfutterzusammensetzung und Milchinhaltsstoffe

Isabelle Morel, Ueli Wyss, Marius Collomb und Ueli Bütikofer, Agroscope Liebefeld Posieux, Eidgenössische Forschungsanstalt für Nutztiere und Milchwirtschaft (ALP), CH-1725 Posieux
Auskunft: Isabelle Morel, E-Mail: Isabelle.Morel@alp.admin.ch, Fax +41 (0)26 407 73 00, Tel. +41 (0)26 407 72 46

Zusammenfassung

Zwei Versuche mit jeweils 15 Milchkühen hatten zum Ziel, den Einfluss der botanischen Zusammensetzung von Grün- und Dürrfutter auf die chemische Zusammensetzung der Milch und besonders auf die Zusammensetzung der Fettsäuren in der Milch zu untersuchen. Geprüft wurden Mischungen mit Gräsern, mit Gräsern und Klee sowie mit Gräsern und Luzerne. Der Versuch mit Grünfutter umfasste zusätzlich zwei Gruppen mit je zwei Kühen, an die Wiesenschwingel oder Rotklee eines Reinbestandes verfüttert wurde. Alle Futter stammten vom zweiten Schnitt und waren gleich alt. Sie wurden nur mit einer Mineralstoffmischung ergänzt und im Stall *ad libitum* vorgelegt.

Die Abnahme der Fettsäuren während der Trocknung betrug im Vergleich zum Grünfutter durchschnittlich 20 %. In den Mischungen, welche Leguminosen enthielten und besonders in der luzernehaltigen Mischung, war diese Abnahme am höchsten. Sie betreffen in erster Linie die mehrfach ungesättigten Fettsäuren. In Bezug auf ihre Fettsäurenzusammensetzung wiesen die Grünfutter der verschiedenen botanischen Zusammensetzungen mit Ausnahme des Rotklee-Reinbestandes nur sehr geringfügige Unterschiede auf. Bei den drei verschiedenen Dürrfuttermitteln zeichnete sich die Gras-Luzerne-Mischung durch einen etwas geringeren Anteil an Linolensäure (C18:3) aus.

Beim Grünfutter führten die Mischung mit Gras-Luzerne sowie der Rotklee-Reinbestand tendenziell zu einem anteilmässigen Zuwachs langkettiger ein- und mehrfach ungesättigter Fettsäuren in der Milch. Wurde das Futter hingegen in Form von Dürrfutter verfüttert, wies die Milch der gräserreichen Mischung erhöhte CLA-Gehalte auf.

In einem Versuch wurde die Milchproduktion im Flachland mit der im Berggebiet verglichen. Dabei wurde der Einfluss der botanischen Zusammensetzung verschiedener Wiesen auf die chemische Zusammensetzung der Milch und besonders auf das Fettsäurenmuster untersucht (Jeangros *et al*. 1999 ; Collomb *et al*. 1999 ; Bosset *et al*. 1999). Diese Versuche wurden jedoch nicht unter dem Aspekt der Milchviehfütterung und der Futterkonservierung ausgewertet. In ihrer Untersuchung über die Auswirkungen unterschiedlicher Futterarten auf die Zusammensetzung der Fettsäuren im Milchfett weisen Chilliard *et al*. (2001) auf die wenigen älteren Ergebnisse hin, welche mit auf Dürrfutter basierenden Rationen durchgeführt wurden.

Versuchsdurchführung

Drei verschiedene botanische Zusammensetzungen wurden in den Versuch einbezogen: Eine Gräsermischung (A) aus Raigräsern (90%), Wiesenschwingel (5%), Knaulgras (3%), Timothe (2%), eine Mischung (B) aus Gras und Klee (gleiche Gräser wie A mit 65 bzw. 0, 2 und 2%, Weiss- und Rotklee mit 1 bzw. 30%) und eine Mischung (C) aus Gras und Luzerne (Knaulgras 3%, Italienisches Raigras 49%, Luzerne 31% und Rotklee 16%). Im ersten Versuch mit Grünfutter wurde ausserdem Wiesenschwingel (D) und Rotklee (E) einbezogen, die als Reinbestand angebaut wurden. Alle Futter stammten vom zweiten Schnitt und waren gleich alt. Sie wurden im Stall *ad libitum* vorgelegt, entweder als Grünfutter (1. Versuch) oder als belüftetes Dürrfutter (Versuch 2). Als einzige Ergänzung wurde eine Mineralstoffmischung verabreicht.

Die Versuche wurden mit fünf Kühen pro Variante in den Gruppen A, B und C durchgeführt und mit zwei Kühen pro Variante in den Gruppen D und E (nur Versuch 1). In jeder Variante befand sich eine erstlaktierende Kuh. Zu Beginn der Vorperiode befanden sich die Kühe bei Versuch 1 und 2 im Durchschnitt in der 31. beziehungsweise 33. Laktationswoche und produzierten durchschnittlich 21,9 beziehungsweise 21,5 kg Milch pro Tag. In jedem Versuch wurden die Tiere, es handelte sich zum Teil nicht um dieselben Tiere in beiden Versuchen, je nach Milchleistung und Milchgehalten blockweise auf die drei Varianten A, B und C beziehungsweise auf die zwei Varianten D und E aufgeteilt. Milchmenge und Futteraufnahme wurden täglich erfasst. Der Protein-, Fett-, Laktose- und Harnstoffgehalt der Milch wurde einmal wöchentlich analysiert. Um den Einfluss der botanischen Zusammensetzung auf die Fettsäurenzusammensetzung der Milch zu bestimmen, wurden Milchproben am Ende der Vorperiode und am Ende der Versuchsperiode gezogen. Die Fettsäurenzusammensetzung im Milchfett (MF) wurde nach Collomb und Bühler (2000) bestimmt.

Nach der Vorperiode, während der alle Kühe das gleiche Futter *ad libitum* erhielten, wurden die

Versuchsfutter anschliessend bei den Varianten A, B und C während zwei Wochen und bei den Varianten D und E während einer Woche *ad libitum* verfüttert.

Chemische Zusammensetzung und Nährwert

Die chemische und botanische Zusammensetzung sowie der Nährwert des Grün- und Dürrfutters sind in den Tabellen 1 und 2 dargestellt. Die Fettsäuren des Grün- und des Dürrfutters sind aus den Tabellen 3, 4 und 5 ersichtlich.

Die Gras-Luzerne Mischung weist bei gleichem Alter den geringsten Energiewert auf, da hier die Lignifizierung weiter fortgeschritten ist als bei den übrigen botanischen Zusammensetzungen. Dies ist sowohl beim Grünfutter als auch beim Dürrfutter der Fall (Tab. 1 und 2). Bei den Grünfuttern besitzt der Rotklee-Reinbestand den höchsten Nährwert.

Die Fettsäurenzusammensetzung im Rohfett (RL) des Grünfutters der Vorperiode und der Mischungen A bis D ist relativ ähnlich (Tab. 3). Was den RL-Gehalt des Rotklees (E) betrifft, so lässt sich beobachten, dass der Linolsäuregehalt (C18:2) um ungefähr 20 % höher und der Linolensäuregehalt (C18:3) um etwa 10-20 % tiefer liegt als bei den übrigen Varianten. Die analysierten Werte entsprechen denjenigen, die aus der Literatur bekannt sind. Nach Morand-Fehr und Tran (2001) weisen die Grünfutter einen sehr hohen Prozentsatz an mehrfach ungesättigten Fettsäuren auf, insbesondere an Linolensäure (> 50 % der Gesamtfettsäuren) und in geringerem Ausmass an Linolsäure (15-20 % der Gesamtfettsäuren).

Bei bestimmten Fettsäuren sind beim Dürrfutter variable Gehalte festzustellen (Tab. 4). Die Versuchsvarianten lassen sich diesbezüglich in zwei verschiedene Gruppen einteilen: Die erste beinhaltet das Dürrfutter der Vorperiode und die Gras-Luzerne Mischung, die zweite die Gräser-Mischung sowie die Gras-Klee Mischung. Die erste Gruppe weist etwa 20 % höhere Gehalte an Palmitinsäure (C16:0) und 20 % tiefere Gehalte an Linolensäure (C18:3) auf.

Mit Ausnahme der Docosadiensäure (C22:2) sind alle Fettsäuren, ausgedrückt in g/kg TS, im Dürrfutter in gleichen oder geringeren Mengen (durchschnittlich um etwa 20 %) vorhanden als im Grünfutter. Am meisten ausgeprägt war der Rückgang bei der Linolsäure (C18:2) und der Linolensäure (C18:3) sowie in der Gras-Luzerne Mischung, am schwächsten war er in der Gräsermischung (Tab 5).

Nada und Delic (1976) haben bei der Trockung von Luzerneblättern einen relativen Anstieg der gesättigten Fettsäuren Ölsäure und Linolsäure auf Kosten der Linolensäure beobachtet. Sie stellten fest, dass dieser Effekt bereits nach einer 90-minütigen Vortrocknung sehr deutlich erkennbar war. Outen *et al.* (1974) haben hingegen gezeigt, dass die Fettsäurenzusammensetzung des Futters bei schneller Trocknung (Trocknungsanlage) nur geringfügig verändert wird.

Tab. 1. Chemische und botanische Zusammensetzung sowie Nährwert des Grünfutters (in g/kg TS)

	- Grünfutter Vorperiode	A Gras-mischung	B Gras-Klee-mischung	C Gras-Luzerne-mischung	D Wiesen-schwingel	E Rotklee
Anzahl Proben	1	2	2	2	2	2
Rohasche	113	95	112	108	108	111
Rohprotein	152	113	149	143	167	188
Rohfaser	230	274	269	309	244	216
Rohfett	39	33	34	27	51	29
Zellwände	410	513	470	499	515	407
Lignozellulose	267	304	312	359	277	294
NEL (MJ)	6,0	5,8	5,7	5,4	5,9	6,2
APDE	99	89	95	92	99	106
APDN	101	74	99	94	111	125
Botanische Zusammensetzung (%)						
Gräser	**74,0**	**99,1**	**69,7**	**52,3**	**98,5**	**10,3**
Leguminosen	**14,9**	**0,6**	**30,3**	**47,7**	**1,5**	**87,4**
Kräuter	**11,1**	**0,3**	**0**	**0**	**0**	**2,2**
Typ und Stadium	Gr 4	Gr 5	Gr 4	Ar 4	G 3	L 3

Tab. 2. Chemische und botanische Zusammensetzung sowie Nährwert des Dürrfutters (in g/kg TS)

	- Dürrfutter Vor-periode	A Gras-mischung	B Gras-Klee-mischung	C Gras-Luzerne-mischung
Anzahl Proben	2	2	2	2
Rohasche	120	89	91	100
Rohprotein	176	117	132	122
Rohfaser	224	274	280	332
Rohfett	21	32	27	21
Zellwände	407	511	500	536
Lignozellulose	274	296	305	368
NEL (MJ)	5,5	5,5	5,4	4,9
APDE	97	86	89	83
APDN	111	72	81	75
Botanische Zusammensetzung (%)				
Gräser	44,3	99,9	77,8	50,0
Leguminosen	22,4	0,1	22,2	49,9
Kräuter	33,3	–	–	0,1
Typ und Stadium	A 3	Gr 5	Gr 4	Ar 4

Tab. 3. Fettsäurenzusammensetzung der Grünfutters (in % der Gesamtfettsäuren)

		- Grünfutter Vorperiode	A Gras-mischung	B Gras-Klee-	C Gras-Luzerne-mischung	D Wiesen-schwingel-mischung	E Rotklee
Anzahl Proben		1	2	2	2	2	2
Palmitinsäure	C 16:0	13,3	15,1	15,1	16,2	14,6	16,2
Stearinsäure	C 18:0	1,5	1,4	2,0	2,3	1,8	2,2
Ölsäure	C 18:1	2,6	2,7	2,3	2,3	3,0	2,6
Linolsäure	C 18:2	15,9	15,1	16,1	16,6	16,8	19,9
Linolensäure	C 18:3	66,2	64,4	63,3	61,1	61,5	55,3
Docosadiensäure	C 22:2	<0,1	1,0	1,3	1,5	1,2	3,0

Tab. 4. Fettsäurenzusammensetzung des Dürrfutters (in % der Gesamtfettsäuren)

		- Dürrfutter Vorperiode	A Gras-mischung	B Gras-Klee-mischung	C Gras-Luzerne-mischung
Anzahl Proben		2	2	2	2
Palmitinsäure	C 16:0	18,1	15,3	16,6	19,8
Stearinsäure	C 18:0	2,1	1,6	1,7	2,3
Ölsäure	C 18:1	3,5	3,0	2,6	2,3
Linolsäure	C 18:2	17,4	16,7	16,2	18,1
Linolensäure	C 18:3	50,7	61,7	61,3	55,3
Docosadiensäure	C 22:2	<0,1	1,6	1,7	2,3

Tab. 5. Vergleich der Fettsäurenzusammensetzung des Grün- und Dürrfutters (in g/kg TS)

Fettsäuren			A Gras-mischung	B Gras-Klee-mischung	C Gras-Luzerne-mischung
Palmitinsäure	C 16:0	Grünfutter	2,34	2,45	2,30
		Dürrfutter	2,16	2,04	1,82
Stearinsäure	C 18:0	Grünfutter	0,21	0,32	0,32
		Dürrfutter	0,21	0,21	0,21
Ölsäure	C 18:1	Grünfutter	0,43	0,37	0,32
		Dürrfutter	0,42	0,31	0,21
Linolsäure	C 18:2	Grünfutter	2,34	2,61	2,35
		Dürrfutter	2,31	1,99	1,66
Linolensäure	C 18:3	Grünfutter	9,99	10,28	8,65
		Dürrfutter	8,67	7,53	5,09
Docosadiensäure	C 22 :2	Grünfutter	0,16	0,21	0,21
		Dürrfutter	0,21	0,21	0,21

Futterverzehr und Milchleistung

Das Verfüttern der Gras-Luzerne Mischung als Grün- oder Dürrfutter führte zu einem schnellen und deutlichen Absinken der Trockensubstanzaufnahme ab der ersten Versuchswoche (Grünfutter: 16,4 bis 13,8 kg TS; Dürrfutter: 20,8 bis 15,0 kg TS). In der zweiten Versuchswoche stieg die Trockensubstanzaufnahme beim Dürrfutter wieder an (18.3 kg). Obwohl alle Futter bei der Ernte dasselbe Alter aufwiesen, kommt es bei Luzerne schneller zu einer Lignifizierung, wodurch der Sättigungseffekt des Futters höher und folglich der Verzehr geringer ist (Demarquilly *et al.* 1988). Die Gras-Klee Mischung wurde am besten gefressen, nämlich Grünfutter: 17 kg TS, Dürrfutter: 23 kg TS (Abb. 1).

Die durchschnittliche tägliche Milchproduktion (ECM) sank bei allen Varianten von der Vorperiode bis zur zweiten Versuchswoche kontinuierlich ab. Die deutlichste Verringerung von 6 bis 8 kg wurde bei der Variante C (Gras-Luzerne Mischung) festgestellt (Vorperiode 20,3 kg; Ende Versuch 14,3 kg mit Grünfutter und 22,2 bzw. 13,8 kg mit Dürrfutter), verglichen mit einem Rückgang von 3 bis 5 kg bei den Varianten A und B.

Der Milchfettgehalt blieb tendenziell konstant. Bei den auf Grünfutter basierenden Rationen wurde ein leichter Anstieg verzeichnet. Einzige Ausnahme bildete die Variante B, bei welcher der Fettgehalt innerhalb einer Woche um 0,3 %-Punkte absank. In den auf Dürrfutter basierenden Rationen lässt sich bei allen Varianten ein Anstieg des Fettgehaltes von mehr als 0,2 %-Punkten feststellen, worauf ein starker Abfall von 0,4 (A und B) bis 0,6 %-Punkten (C) im Verlauf der zweiten Versuchswoche folgt.

Fettsäuren in der Milch

Fett im Allgemeinen wird in der Öffentlichkeit häufig als «ungesund» angesehen. Dies betrifft besonders Fett tierischen Ursprungs, da hier die gesättigten Fettsäuren dominieren. Die-

se vereinfachenden Aussagen beruhen auf der Wirkung bestimmter gesättigter Fettsäuren wie der Laurinsäure (C12:0), der Myristinsäure (C14:0) und der Palmitinsäure (C16:0), welche in der Milch enthalten sind und zu einer Erhöhung des Gesamtcholesterins im Blut führen. Tatsache ist, dass in ungefähr gleichem Masse wie der «ungünstige» Cholesteringehalt LDL aber auch das HDL ansteigt, welches in Bezug auf Koronarerkrankungen eine präventive Rolle spielt (Katan *et al*. 1994).

Anderen Fettsäuren werden häufig ernährungswissenschaftlich interessante Eigenschaften zugesprochen, wie beispielsweise die präventive Wirkung gegen bestimmte Koronarerkrankungen oder gegen Krebs. Hier sind die einfach und mehrfach ungesättigten Fettsäuren zu nennen, besonders die Omega-3 Fettsäure und die konjugierten Linolsäuren (CLA).

In unserem Versuch wurde das Verhältnis dieser verschiedenen Fettsäuren im Milchfett von der botanischen Zusammensetzung der Futter beeinflusst. Zusammen mit Referenzwerten von Collomb *et al*. (2002a, 2000) sind verschiedene Fettsäuren in den Abbildungen 2 und 3 dargestellt. Bei den drei gleichzeitig als Grünfutter und Dürrfutter vorgelegten botanischen Zusammensetzungen (A, B und C) zeigte sich, dass die Gras-Luzerne Mischung (C) tendenziell eine Verringerung der Summe an gesättigten Fettsäuren zu Gunsten der einfach und mehrfach ungesättigten Fettsäuren bewirkte. Hier war bei Verfütterung der Mischung C die Summe der Omega-6 Fettsäure und besonders der α-Linolsäure (C18:2 c9c12) sowohl als Grünfutter als auch als Dürrfutter signifikant erhöht. Bei Verfütterung dieser Mischung als Grünfutter ist die α-Linolensäure (C18:3 c9c12c15, ω-3) ebenfalls in signifikant höheren Konzentrationen in der Milch enthalten. Hingegen sind die CLA und die trans-Vaccensäure, die Vorstufe der Haupt CLA cis-9, trans-11 verhältnismässig weniger stark präsent in der Milch als bei den anderen Futtermischungen.

Die Milch der Variante Rotklee-Reinbestand weist ähnliche Eigenschaften auf wie die Gras-Luzerne Mischung, wohingegen die Milch der Kühe, an welche der Wiesenschwingel-Reinbestand verfüttert worden war, die geringsten Gehalte an einfach und mehrfach ungesättigten Fettsäuren enthielt, gefolgt von der Gräsermischung, welche als Grünfutter vorgelegt worden war.

Dewhurst *et al*. (2003) haben auch eine positive Wirkung der Leguminosen und vor allem des Rotklees in Form von Silage auf die Erhöhung der mehrfach ungesättigten Fettsäuren und vor allem auf die α-Linolensäure in der Milch nachweisen können. Darüber hinaus zeigten Collomb *et al*. (2002b) Wechselwirkungen zwischen den verfütterten Pflanzenarten und der Fettsäurenzusammensetzung der Milch auf.

In der mit Dürrfutter produzierten Milch traten zwischen den Varianten signifikante Unterschiede bezüglich der Anteile an CLA und trans-Vaccensäure (C18:1 t11) auf, wobei die Gräservariante die höchsten Konzentrationen aufwies (Abb. 3).

Vergleich Grünfutter - Dürrfutter

Der Vergleich der Fettsäurenzusammensetzung der Milch von Kühen, welche mit Grün- oder Dürrfutter gefüttert wurden, ist schwierig, da es sich um zwei aufeinander folgende Versuche handelte (Grünfutter und anschliessend Dürrfutter), welche mit zum Teil unterschiedlichen Kühen durchgeführt wurden. Abgesehen vom Einfluss des genetischen Materials schliessen verschiedene Faktoren wie das Laktationsstadium oder die unterschiedliche botanische Zusammensetzung des Dürrfutters, welches in der Vorperiode verwendet wurde, eine zuverlässige statistische Auswertung aus.



Abb. 1. Die höchsten Futteraufnahmen mit der Gras-Klee-Mischung wurden sowohl als Gras wie auch als Heu beobachtet.

Vergleicht man allerdings die Werte der Kühe, die in beiden Versuchen in den gleichen Varianten blieben, lassen sich bestimmte Tendenzen erkennen. Bei der Verfütterung von Grünfutter im Vergleich zum Dürrfutter waren höhere Gehalte an ungesättigten, einfach ungesättigten und Omega-6 Fettsäuren in der Milch festzustellen sowie tiefere Gehalte an gesättigten und Omega-3 Fettsäuren. Bei der Verfütterung von Grünfutter ist die Summe der kurz- und mittelkettigen Fettsäuren in der Milch verglichen mit dem Dürrfutter tiefer und die Summe der langkettigen Fettsäuren höher, während die mehrfach ungesättigten Fettsäuren in gleichen Mengen vertreten sind. Mit Ausnahme der Omega-3 Fettsäuren, die bei Grünfutter generell in höheren Konzentrationen als bei Dürrfutter in der Milch zu finden sind (Hebeisen *et al*. 1993), bestätigen diese Ergebnisse zu einem grossen Teil die Resul-

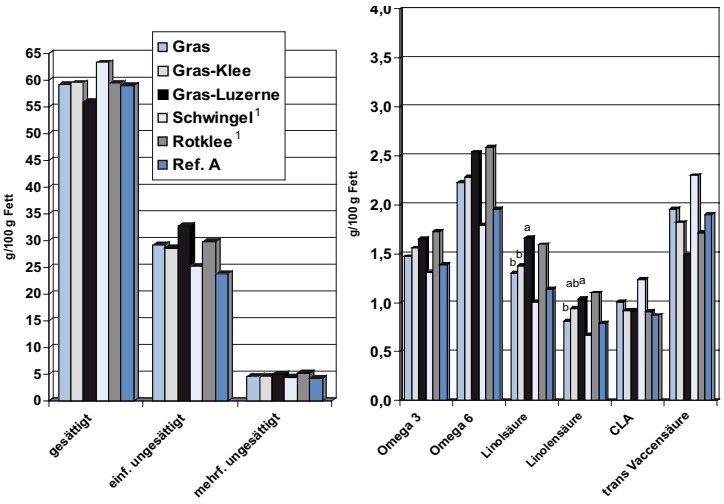

Abb. 2. Fettsäuren und Fettsäuregruppen im Fett der Milch der Varianten mit Grünfutter.

[1] Statistisch nicht erfasste Varianten. Ref. A = Collomb et al. (2002a). a,b,c: ungleiche Buchstaben bezeichnen signifikant unterschiedliche Werte ($p<0.05$). Legende: trans Vaccensäure = C18:1 t11 (berechnet als 90 % von C18:1 t10-11 (Precht und Molkentin, 1996))

tate von Chenais *et al.* (2004), welche sie beim Vergleich von Winterrationen und auf Weidegras basierenden Rationen erhielten.

Schlussfolgerungen

Die Futter (zweiter Schnitt) wiesen hinsichtlich ihrer Fettsäurenzusammensetzung nur geringfügige Unterschiede auf. Allein der Rotklee-Reinbestand unterschied sich durch höhere Anteile an Linolsäure und Docosadiensäure, während die Linolensäure in geringerer Mengen enthalten war.

Auch im Dürrfutter der Gras-Luzerne Mischung (C) kommt es zu einem Anstieg des Linolsäuregehaltes auf Kosten der Linolensäure.

Vom Grünfutter hin zum Dürrfutter ist generell ein Verlust an ungesättigten Fettsäuren von durchschnittlich ungefähr 20% festzustellen, wobei diese Verluste in der Gras-Luzerne Mischung am deutlichsten und in der Gräsermischung am geringsten sind.

Grünfuttermischungen, welche Luzerne enthalten, sowie der Rotklee-Reinbestand führen tendenziell zu einer Erhöhung der Gehalte an einfach und mehrfach ungesättigten Fettsäuren in der Milch.

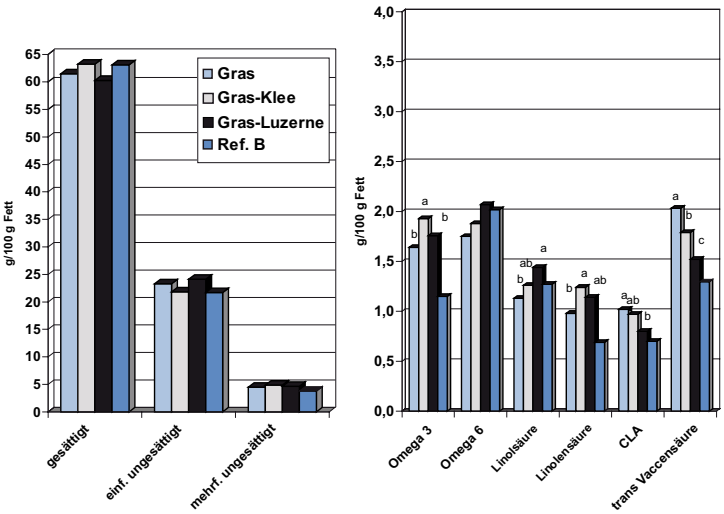

Abb. 3. Fettsäuren und Fettsäuregruppen im Fett der Milch der Varianten mit Dürrfutter.

Ref. B = Collomb *et al.* (2000)
a,b,c : ungleiche Buchstaben bezeichnen signifikant unterschiedliche Werte ($p<0.05$)
Legende siehe Abbildung 2.

Mit der gräserreichen Dürrfutter-Mischung kommt es zu einem Anstieg der CLA Summe im Vergleich zur Gras-Luzerne Mischung, bei deren Verfütterung diese Inhaltsstoffe in geringeren Mengen in der Milch enthalten sind.

Im Vergleich zu Dürrfutter ist die mit Grünfutter produzierte Milch insgesamt vorteilhafter, da sie durch einen höheren Anteil langkettiger ungesättigter, einfach ungesättigter und Omega-6 Fettsäuren sowie einen geringeren Anteil an kurz- und mittelkettigen gesättigten Fettsäuren gekennzeichnet ist. Einzig die Omega-3 Fettsäuren, die hier – im Gegensatz zu den Angaben in der Literatur – bei Dürrfutter in grösserer Menge vorhanden waren, stehen im Widerspruch zu diesen Tendenzen.

In Bezug auf die Milchleistung und die Milchgehalte lassen sich keine allgemeinen Schlüsse ziehen, da die Anzahl an Kühen für diesen Datentyp nicht ausreichend war. Die Gras-Klee Mischung wurde am besten verzehrt und die Gras-Luzerne Mischung wurde trotz niedrigem Nährwert und geringem Produktionspotenzial von den Kühen gut verwertet.

Literatur

Bosset J.O., Jeangros B., Berger Th., Bütikofer U., Collomb M., Gauch R., Lavanchy P., Scehovic J., Troxler J. & Sieber R. 1999. Comparaison de fromages à pâte dure de type Gruyère produits en région de montagne et de plaine. *Revue suisse d'agriculture* **31** (1), 17-22.

Chenais F., Richoux R. & Houssin B. 2004. Nature des fourrages et qualité nutritionnelle de la matière grasse du lait. Proceedings 11e Rencontres Recherches Ruminants 2004, Paris 8 et 9 décembre 2004, 412 p.

Chilliard Y., Ferlay A. & Doreau M. 2001. Effect of different types of forages, animal fat and marine oils in cow's diet on milk fat secretion and composition, especially conjugated linoleic acid (CLA) and poly-

unsaturated fatty acids. *Livestock Production Science* **70**, 31-48.
- Collomb M., Bütikofer U., Spahni M., Jeangros B. & Bosset J.O. 1999. Composition en acides gras et en glycérides de la matière grasse du lait de vache en zones de montagne et de plaine. *Sci. Aliments* **19** (1), 97-110.
- Collomb M. & Bühler T. 2000. Analyse de la composition en acides gras de la graisse de lait. I Optimisation et validation d'une méthode générale à haute résolution. *Mitt. Lebensm. Hyg.* **91**, 306-332.
- Collomb M., Eyer H. & Sieber R. 2000. Structure chimique et importance physiologique des acides gras et d'autres composants de la graisse de lait. FAM-Information 410 P/W.
- Collomb M., Bütikofer U., Sieber R., Jeangros B. & Bosset J.O. 2002a. Composition of fatty acids in cow's milk fat produced in the lowlands, mountains and highlands of Switzerland using high-resolution gas chromatography. *Intern, Dairy J.*, **12**, 649-659.
- Collomb M., Bütikofer U., Sieber R., Jeangros B. & Bosset J.O. 2002b. Correlation between fatty acids in cows' milk fat produced in the lowlands, mountains and highlands of Switzerland and botanical composition of the fodder. *Intern, Dairy J.*, **12**, 661-666.
- Demarquilly C., Andrieu J. 1988. Les fourrages. Dans : Alimentation des bovins, ovins et caprins. R. Jarrige Ed. INRA, Paris, 315-335.
- Dewhurst R.J., Fisher W.J., Tweed J.K.S. & Wilkins R.J. 2003. Comparison of grass and legume silages for milk production. 1. Production responses with different levels of concentrate. *J. Dairy Sci.* **86**, 2598-2611.
- Hebeisen D. F., Hoeflin F., Reusch H.P., Junker E. & Lauterburg B.H. 1993. Increased concentrations of omega-3-fatty acids in milk and platelet rich plasma of grass-fed cows. *Int. J. Vitam. Nutr. Res.* **63** (3), 229-233.
- Jeangros B., Scehovic J., Troxler J., Bachmann H.J. & Bosset J.O. 1999. Comparaison des caractéristiques botaniques et chimiques d'herbages pâturés en plaine et en montagne. *Fourrages* **159**, 277-292.
- Katan M. B., Zock P. L. & Mensink R. P. 1994. Effects of fats and fatty acids on blood lipids in humans: an overview. *Am. J. Clin. Nutr.* **60**, 1017-1022.
- Morand-Fehr P. & Tran G. 2001. La fraction lipidique des aliments et les corps gras utilisés en alimentation animale. INRA Prod. Anim. 14 (5), 285-302.
- Nada, V. & Delic, I. 1976. The changes of lipids and amino-acids in leaves of wilting green alfalfa. *Veterinaria* **25**, 137-140
- Outen, G.E., Beever, D.E., Osbourn, D.F. 1974. Digestion and absorption of lipid by sheep fed chopped and ground dried grass, *J. Sci. Fd Agric.* **25**, 981-987.
- Precht, D. & Molkentin, J. 1996. Rapid analysis of the isomers of trans-octadecenoic acid in milk fat. *Int. Dairy J.* **6** (9), 791-809.

RÉSUMÉ

Influence de la composition botanique de l'herbe ou du foin sur la composition du lait

Deux essais regroupant chacun au total 15 vaches laitières réparties en 3 variantes avaient pour objectif d'évaluer l'effet de la composition botanique de l'herbe (1er essai) et du foin (2e essai) sur la composition chimique du lait, et plus particulièrement la composition en acides gras dans la matière grasse du lait. La comparaison portait sur (A) un mélange de graminées (ray-grass, fétuque, dactyle, fléole), (B) un mélange de graminées et trèfles (mêmes graminées que A, trèfles blanc et violet) et (C) un mélange de graminées et luzerne (dactyle, ray-grass italien et fléole, luzerne et trèfle violet). Le 1er essai comptait également 2 groupes de chacun 2 vaches auxquelles des cultures pures de fétuque des prés (D) et de trèfle violet (E) ont été données. Tous les fourrages ont été récoltés au 2e cycle et au même âge. Ils ont été distribués à volonté à la crèche avec comme unique complément un aliment minéral.

La perte d'acides gras lors de la dessiccation de l'herbe s'est montée en moyenne à env. 20% avec des pertes plus importantes dans les mélanges contenant des légumineuses et en particulier de la luzerne. Ces pertes concernent essentiellement les acides gras polyinsaturés. A l'exception de la culture pure de trèfle violet, les herbages des diverses compositions botaniques ne se différencient que très peu dans leur composition en acides gras. Parmi les 3 foins de composition botanique différente, le mélange graminées-luzerne se distingue par une proportion légèrement plus faible d'acide linolénique (C18:3).

La présence de luzerne dans les herbages, de même que le trèfle violet en culture pure, ont eu tendance à accroître la proportion d'acides gras à chaînes longues mono- et polyinsaturés dans le lait. Donné sous forme de foin en revanche, le mélange riche en graminées engendre une augmentation de la somme des CLA dans le lait.

SUMMARY

Influence of the botanical composition of grass or hay on milk composition

Two trials, each including 15 dairy cows divided into three variants, were conducted with the purpose to assess the effect of botanical composition of grass (first trial) and hay (second trial) on the chemical composition of milk, especially on the fatty acid profile of milk fat. The comparison included (A) a grass mixture (ray-grass, meadow fescue, cocksfoot, timothy), (B) a grass-clover mixture (same grasses as A, white and red clover) and (C) a grass-alfalfa mixture (cocksfoot, Italian ray-grass and timothy, alfalfa and red clover). The first trial also included two groups of two cows, each fed, respectively, with whole crop meadow fescue forage (D) and pure red clover forage (E). All forages were harvested in the second cycle and at the same age, and they were given *ad libitum* in the rack to the cows, with only a mineral complementation being added.

The average loss of fatty acids during hay drying was about 20%, with greater losses for the mixtures containing leguminous species, and especially alfalfa. These losses mainly affect the poly-unsaturated fatty acids. Except for the pure red clover crop, the herbages of the different botanical compositions show very little differences with regard to their fatty acid profile. Among the 3 hays with different botanical composition, the grass-alfalfa mixture stands out with a slightly lower ratio of linolenic acid (C18:3).

The presence of alfalfa in the herbages and pure red clover crop tend to increase the proportion of mono-unsaturated and poly-unsaturated long chain fatty acids in the milk. On the other hand, the grass-rich mixture leads to an overall raise of the CLA in the milk.

Key words: botanical composition, grass, hay, milk, fatty acids, CLA, dairy cows