

Einfluss von Gras-Konservierungsverfahren auf das Milch-Fettsäurenmuster

Impact of grass conservation methods on milk fatty acid profile

Margit Velik^{1*}, Leonhard Gruber¹ und Josef Kaufmann¹

Zusammenfassung

Fettsäuren (FA) in Milch haben eine ernährungsphysiologische und gesundheitliche Bedeutung und sind auch dazu geeignet den Wert der grünlandbasierten Milchproduktion hervorzuheben. Studien, die das FA-Muster von aus Heu bzw. aus Grassilage produzierter Milch vergleichen, gibt es – auch international – bisher nur in sehr begrenztem Umfang. Im vorliegenden Beitrag wurde in drei Milchkuh-Fütterungsversuchen das FA-Muster von Heu-Milch und Grassilage-Milch über drei Erntejahre verglichen. Das Heu wurde mit drei unterschiedlichen Trocknungsverfahren (Bodentrocknung, Kaltbelüftung, Entfeuchtertrocknung) produziert.

Zwischen den drei Heutrocknungsverfahren zeigten sich im Milch-FA-Muster keine statistisch signifikanten Unterschiede. Die aus Grassilage produzierte Milch unterschied sich jedoch in bestimmten FA signifikant von der Heu-Milch. Es waren jedoch in den drei untersuchten Erntejahren nicht immer die gleichen FA betroffen. In der Gesamtauswertung unterschied sich die Grassilage-Milch im Gehalt an mehrfach ungesättigten FA (PUFA) von der Heu-Milch. Die Grassilage-Milch hatte mit durchschnittlichen Omega-3 FA-Gehalten von 0,9 g/100 g FAME signifikant niedrigere Gehalte als die Milch der drei Heutrocknungsvarianten (1,0 bis 1,1 g). Mit einem Durchschnittsgehalt von 1,7 g Omega-6 FA unterschied sich die Grassilage-Milch signifikant von der Heu-Milch aus Bodentrocknung und Entfeuchtertrocknung (jeweils 1,8 g). Grassilage- und Heu-Milch unterschieden sich nicht im Gehalt an gesättigten und einfach ungesättigten FA.

Wenngleich die numerischen Unterschiede im Milch-FA-Muster zwischen Heu- und Grassilage-Milch klein sind, sind sie auf alle Fälle von hohem wissenschaftlichen Wert. Das Milch-FA-Muster wird jedoch von zahlreichen anderen Faktoren (z.B. botanische Zusammensetzung und Vegetationsstadium von Grünland, Kraftfutteranteil der Ration, Tierfaktoren, Umweltfaktoren etc.) beeinflusst. Daher dürften die Projektergebnisse für die landwirtschaftliche Praxis (z.B. Differenzierung der Heu-Milch von Milch, die aus grassilagebasierter Milchproduktion stammt) nur begrenzt nutzbar sein.

Schlüsselwörter: Heutrocknung, Silage, Omega-3 Fettsäuren, Milchkuh

Summary

Fatty acids in milk have positive effects regarding nutritional physiology and human health and are suitable to emphasise the value of grassland based milk production systems. Studies, comparing the milk fatty acid profile of hay and grassilage based milk production, are rare. In the present study, hay and grass silage was produced in 3 consecutive years. Each year, a feeding trial with dairy cows was undertaken. Hay was produced with 3 hay drying methods (field drying without ventilation, air ventilation, dehumidification drying).

Hay drying method had no significant impact on milk fatty acid profile. However, milk from grass silage based diets (grass silage milk) significantly differed in some fatty acids compared to milk from hay based diets (hay milk). In the 3 feeding trials, not always the same milk fatty acids were affected. Overall, grass silage milk significantly differed in PUFA contents compared to hay milk. Omega-3 FA contents of grass silage milk were at 0.9 g/100 g FAME significantly lower compared to all 3 hay conservation methods (1.0 to 1.1 g omega-3 FA). Moreover, grass silage milk differed at 1.7 g omega-6 FA contents significantly from hay milk produced by field drying without ventilation and dehumidification drying (1.8 g omega-6 FA each). Contents of saturated and monounsaturated milk fatty acids were not affected by grass conservation method.

Although observed milk fatty acid differences in hay and grass silage produced milk are small, they are definitely valuable for the scientific community. However, several other factors affect milk fatty acid profile (e.g. botanical composition and vegetative stage of green forage, concentrate content of diets, animal intrinsic factors, environmental factors etc.). Hence, for practical use (e.g. differentiation of hay from grass silage milk), suitability of results is limited.

Keywords: hay conservation, silage, omega-3 fatty acids, dairy cow

¹ HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Nutztierforschung, Stabstelle Analytik, A-8952 Irdning-Donnersbachtal

* Ansprechpartner: Dr. Margit Velik, email: margit.velik@raumberg-gumpenstein.at



1. Einleitung

In den letzten Jahren wird der ernährungsphysiologische und gesundheitliche Wert von Lebensmitteln ein immer bedeutenderer Qualitätsfaktor für den Konsumenten. In diesem Zusammenhang werden häufig der Fettgehalt und die im Fett enthaltenen Fettsäuren (FA) von Lebensmitteln genannt. FA werden in gesättigte und ungesättigte FA unterteilt. Die ungesättigten FA werden wiederum in einfach und mehrfach ungesättigte FA eingeteilt. In Hinblick auf die menschliche Ernährung sind die Omega-3 FA und die Omega-6 FA sowie die konjugierten Linolsäuren (CLA) – alle drei sind mehrfach ungesättigte FA – von zentraler Bedeutung, da sie vom menschlichen Organismus nicht selbst synthetisiert werden können und über die Nahrung aufgenommen werden müssen. Insbesondere die Omega-3 FA und die CLA können sich in folgenden Bereichen positiv auf den Gesundheitsstatus des Menschen auswirken: Herz-Kreislauf-Erkrankungen (senken Blutfette), Hauterkrankungen (z.B. Neurodermitis), Rheumatismus sowie entzündungshemmende, antikarzinogene, antidiabetogene, anabole, antithrombotische und antiarteriosklerotische Wirkungen (MacRAE et al. 2005, DEWHURST et al. 2006).

Zahlreiche Studien belegen, dass die Grundfutterbasis (Gras und Graskonserven, Maissilage, Leguminosen) sowie die Kraftfuttermenge und -zusammensetzung das FA-Muster in Milch von Wiederkäuern beeinflussen. Durch grünlandbetonte Futterationen werden die ernährungsphysiologisch wertvollen ungesättigten FA erhöht und die bei zu hoher Aufnahme gesundheitsgefährdenden gesättigten FA reduziert (JAHREIS et al. 1997, LEIBER et al. 2005, COUVREUR et al. 2006, DEWHURST et al. 2006, ELGERSMA et al. 2006, VLAEMINCK et al. 2006, WYSS et al. 2007, BISIG et al. 2008, BUTLER et al. 2008, DGE et al. 2008). Neben der Fütterung wird das Milch-FA-Muster auch von Tierfaktoren (z.B. Rasse, Genetik, Laktationszahl, Laktationsstadium etc.) sowie Umweltfaktoren (Jahreszeit, Herdenmanagement etc.) beeinflusst (KALAC und SAMKOVA 2010).

Im vorliegenden Beitrag wird das Milch-FA-Muster von Grassilage-Milch sowie von Milch dreier Heu-Konservierungsverfahren (Bodentrocknung, Kaltbelüftung, Entfeuchtertrocknung) beleuchtet.

2. Material und Methodik

Die genaue Versuchsanordnung sowie die Ergebnisse zu Futtermittelanalysen, Futter- und Nährstoffaufnahmen, Milchleistung etc. des Fütterungsversuches wurden von anderen Autoren beschrieben und sind im Tagungsband der 42. Viehwirtschaftlichen Fachtagung (2015) nachzulesen (PÖLLINGER 2015, RESCH und GRUBER 2015, GRUBER et al. 2015, FASCHING et al. 2015). Heu und Grassilage stammten von denselben Versuchswiesen und wurden am gleichen Tag/im gleichen Vegetationsstadium geschnitten. In allen drei Versuchsjahren wurde am Ende jeder Erhebungsperiode (4 Erhebungsperioden pro Versuchsjahr) pro Kuh eine Milchprobe zur Milch-FA-Bestimmung gezogen. Im Erntejahr 2011 wurde in der ersten Erhebungsperiode versehentlich keine Milchprobe gezogen; insgesamt wurden 176 Milchproben untersucht. Die zur FA-Untersuchung herangezogenen Milchproben stammten jeweils aus einer Sammelprobe (insgesamt 100 ml)

aus Morgen- und Abendmilch und wurden bis zur Analyse tiefgekühlt (ca. -18 °C) gelagert.

2.1 Fettsäureanalytik

Die FA-Untersuchungen wurden an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein durchgeführt. Die Extraktion des Fettes für die FA-Untersuchung erfolgte nach der von FOLCH et al. (1957) entwickelten Methode mit leichter Modifikation. Die Derivatisierung zu FA-Methylester (FAME) erfolgte nach DGF (2006). Die Bestimmung der Einzel-FA erfolgte mittels Gaschromatograph (Varian, Modell 3900) ausgestattet mit einem Flammen-Ionisierungs-Detektor, einem automatischen Injektor, einem Split-Injektor sowie mit der Säule Supelco SPTM 2380 (100 m × 0,25 mm × 0,2 µm Filmdicke). Die Injektions- und Detektionstemperatur betragen 250 bzw. 260 °C. Als Trägergas diente Helium; es wurde eine konstante Druck-Methode (Säulendruck 3,4 bar) verwendet. Die Säulentemperatur wurde zu Beginn für 1 Minute bei 60 °C gehalten; dann wurde die Temperatur mit 8 °C pro Minute bis auf 120 °C und anschließend mit 1,5 °C pro Minute bis auf 240 °C erhöht. Für die Peak-Identifikation wurde ein Standardmix von 37 FAME (Supelco Inc.) verwendet sowie individuelle Standards von Supelco, Matreya und Larodan. Jede Einzel-FA wurde als g/100 g Gesamt-FA ausgedrückt.

2.2 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung erfolgte mit SAS (Statistical Analysis System, Version 9.4, 2013) als Change-over Design mit mehreren lateinischen Quadraten nach KAPS und LAMBERSON (2007). Die drei Erntejahre wurden getrennt (*Tabelle 2*) und gemeinsam (*Tabelle 3*) ausgewertet. Die Auswertungen erfolgten mit der Prozedur GLM und Kuh, Erhebungsperiode, Konservierungsverfahren und Square als fixe Effekte. In jedem Versuchsjahr wurden jeweils die 4 Kühe mit dem gleichen Kraftfuttermittelanteil zu einem Square zusammengefasst; dies ergab bei 16 Kühen pro Versuch vier Squares. Im Modell wurden als unabhängige Variablen Square, Erhebungsperiode innerhalb Square, Tier innerhalb Square und Konservierungsverfahren definiert. Die Unterschiede zwischen den LSMs wurden mit einem Tukey-Test getestet. Das Signifikanzniveau wurde bei 0,05 angesetzt. In den Ergebnistabellen sind die Least Square Means (LSMeans), Standardfehler (StErr) und P-Werte dargestellt.

Da im Modell nach KAPS und LAMBERSON (2007) aufgrund einer fehlenden Erhebungsperiode im Erntejahr 2011 die Wechselwirkung Erntejahr*Konservierungsverfahren nicht ausgewertet werden konnte, wurde zusätzlich in einem "herkömmlichen" 3-faktoriellen GLM-Modell die Wechselwirkung Erntejahr*Konservierungsverfahren ausgewertet. Die Wechselwirkung war für keine FA-Gruppe signifikant.

2.3 Untersuchte Fettsäuren

Im Ergebnisteil werden folgende sechs FA-Gruppen dargestellt: (1) gesättigte FA (SFA), (2) einfach ungesättigte FA (MUFA), (3) mehrfach ungesättigte FA (PUFA), (4) konjugierte Linolsäure (CLA), (5) Omega-3 FA, (6) Omega-6 FA. *Tabelle 1* zeigt welche Einzel-FA in den jeweiligen FA-Gruppen enthalten sind.

Tabelle 1: Zusammensetzung der FA-Gruppen

SFA	C4:0, C5:0, C6:0, C7:0, C8:0, C10:0, C11:0, C12:0, C13:0anteiso, C13:0, C14:0, C15:0iso, C15:0anteiso, C15:0, C16:0iso, C16:0, C17:0iso, C17:0anteiso, C17:0, C18:0, C19:0anteiso, C19:0, C20:0, C21:0, C22:0, C23:0, C24:0
MUFA	C14:1, C15:1, C16:1cis9, C17:1, Σ C18:1trans, C18:1cis9, C18:1cis11, C20:1, C22:1, C24:1
PUFA	Σ CLA+Omega-3+Omega-6
CLA	CLAcis9trans11
Omega-3 FA	C18:3cis9,12,15, C20:3cis11,14,17, C20:5, C22:5cis7,10,13,16,19, C22:6
Omega-6 FA	C18:2trans9,12, C18:2cis9,12, C18:3cis6,9,12, C20:2, C20:3cis8,11,14, C20:4, C22:2

Tabelle 2: Milch-FA-Muster der vier Gras-Konservierungsverfahren der Erntejahre 2010, 2011 und 2012 (Erntejahre getrennt ausgewertet)

g/100 g FAME	Bodentrocknung	Kaltbelüftung	Entfeuchtertrocknung	Silierung	StdErr	P-Wert
Erntejahr 2010						
SFA	76,5 ^{ab}	77,9 ^a	76,9 ^{ab}	76,1 ^b	0,44	0,032
MUFA	19,7 ^{ab}	18,4 ^b	19,2 ^{ab}	20,2 ^a	0,38	0,015
PUFA	3,78	3,58	3,81	3,64	0,09	0,270
CLA	0,76	0,71	0,75	0,86	0,04	0,068
Omega-3 FA	1,17	1,09	1,17	1,01	0,06	0,200
Omega-6 FA	1,85 ^{ab}	1,79 ^{ab}	1,89 ^a	1,77 ^b	0,03	0,019
Omega-6:Omega-3 FA	1,72	1,81	1,68	1,85	0,11	0,694
Erntejahr 2011						
SFA	78,7	78,8	78,5	78,8	0,49	0,977
MUFA	17,9	17,8	17,9	18,2	0,44	0,944
PUFA	3,32 ^{ab}	3,36 ^a	3,53 ^a	3,04 ^b	0,07	0,001
CLA	0,58 ^b	0,66 ^{ab}	0,72 ^a	0,60 ^b	0,02	0,001
Omega-3 FA	1,06 ^a	1,03 ^a	1,10 ^a	0,89 ^b	0,03	<0,001
Omega-6 FA	1,69 ^{ab}	1,67 ^{ab}	1,70 ^a	1,55 ^b	0,04	0,032
Omega-6:Omega-3 FA	1,60 ^b	1,63 ^b	1,56 ^b	1,76 ^a	0,02	<0,001
Erntejahr 2012						
SFA	76,5	78,2	76,4	77,8	0,62	0,101
MUFA	20,1	18,6	20,3	19,1	0,59	0,138
PUFA	3,38 ^a	3,21 ^{ab}	3,34 ^{ab}	3,11 ^b	0,06	0,019
CLA	0,61	0,61	0,71	0,63	0,03	0,042
Omega-3 FA	1,00 ^a	0,95 ^{ab}	0,95 ^{ab}	0,86 ^b	0,03	0,035
Omega-6 FA	1,77 ^a	1,65 ^{ab}	1,68 ^{ab}	1,62 ^b	0,03	0,028
Omega-6:Omega-3 FA	1,87	1,90	1,86	1,99	0,07	0,628

3. Ergebnisse

Tabelle 2 zeigt die getrennte Milch-FA-Auswertung für die Erntejahre 2010, 2011 und 2012. Zwischen den drei Heutrocknungsverfahren zeigten sich im Milch-FA-Muster keine statistisch signifikanten Unterschiede. Einzige Ausnahme war der CLA-Gehalt der Heu-Milch im Jahr 2011, der bei der Bodentrocknung signifikant niedriger war als bei der Entfeuchtertrocknung.

Die aus Grassilage produzierte Milch unterschied sich in bestimmten FA signifikant von der Heu-Milch; es waren jedoch in den drei untersuchten Erntejahren nicht immer die gleichen FA-Gruppen betroffen. So unterschied sich die Grassilage-Milch der Ernte 2010 in den SFA-, MUFA- und Omega-6 FA-Gehalten signifikant von jeweils einem Heutrocknungsverfahren. Im Erntejahr 2011 waren bei Silierung die CLA-, Omega-3 FA-, Omega-6 FA- und PUFA-Gehalte der Milch im Vergleich zu einem, zwei oder allen Heutrocknungsverfahren signifikant niedriger. Die Grassilage-Milch der Ernte 2012 hatte signifikant niedrigere

Omega-3 FA-, Omega-6 FA- und PUFA-Gehalte als die Milch aus Bodentrocknungs-Heu (Tabelle 2).

Vergleicht man die drei Versuchsjahre miteinander, so wurden in bestimmten Milch-FA-Gruppen zwischen den Heutrocknungsverfahren Unterschiede von bis zu 25 % (CLA-Gehalt) gefunden (berechnet als niedrigsten LS-Means-Wert der Heutrocknungsverfahren durch höchsten Wert) (Tabelle 2).

Tabelle 3 beschreibt das Milch-FA-Muster der gemeinsamen Auswertung der drei Erntejahre. In der Tabelle sind zusätzlich noch jene Einzel-FA aufgelistet, deren Anteil über 1 g/100 g FAME lag sowie bestimmte wichtige Einzel-FA. In der Gesamtauswertung enthielt die Grassilage-Milch mit durchschnittlichen Omega-3 FA-Gehalten von 0,9 g/100 g FAME signifikant weniger Omega-3 FA als die Milch der 3 Heutrocknungsvarianten (1,0 bis 1,1 g). Mit einem Durchschnittsgehalt von 1,7 g Omega-6 FA und 3,3 g PUFA/100 g FAME unterschied sich die Grassilage-Milch signifikant von der Milch aus Bodentrocknung und Entfeuchtertrocknung (jeweils 1,8 g Omega-6 FA bzw. 3,5 g PUFA).

Tabelle 3: Milch-FA-Muster aus den vier Gras-Konservierungsverfahren (Erntejahre gemeinsam ausgewertet)

g /100 g FAME	Erntejahre 2010 – 2012				StdErr	P-Wert
	Bodentrocknung	Kaltbelüftung	Entfeuchtertrocknung	Silierung		
SFA	77,2	78,4	77,3	77,5	0,38	0,090
MUFA	19,3	18,2	19,2	19,2	0,35	0,110
PUFA	3,47 ^a	3,34 ^{ab}	3,52 ^a	3,25 ^b	0,05	<0,001
CLAc9t11	0,64	0,64	0,71	0,69	0,02	0,048
Omega-3 FA	1,05 ^a	0,99 ^a	1,05 ^a	0,90 ^b	0,03	<0,001
Omega-6 FA	1,78 ^a	1,71 ^{ab}	1,77 ^a	1,66 ^b	0,02	<0,001
Omega-6:Omega-3 FA	1,80	1,85	1,77	1,93	0,05	0,152
C4:0	6,3 ^{ab}	6,2 ^b	6,1 ^b	6,5 ^a	0,09	0,006
C6:0	3,18	3,25	3,15	3,25	0,03	0,052
C8:0	1,79	1,86	1,80	1,79	0,02	0,114
C10:0	3,82 ^{ab}	4,09 ^a	3,95 ^{ab}	3,72 ^b	0,08	0,007
C12:0	4,17 ^{ab}	4,49 ^a	4,35 ^a	4,02 ^b	0,09	0,004
C14:0	13,3 ^{ab}	13,7 ^a	13,6 ^a	13,0 ^b	0,15	0,006
C14:1	1,02	1,08	1,08	1,04	0,02	0,144
C15:0	1,16	1,18	1,16	1,19	0,02	0,593
C16:0	31,7	32,5	32,0	32,5	0,29	0,147
C16:1c9	1,42	1,47	1,49	1,44	0,03	0,483
C17:0	1,01 ^b	0,93 ^c	0,96 ^c	1,06 ^a	0,02	<0,001
C18:0	7,9	7,4	7,4	7,8	0,17	0,031
C18:1t	1,24	1,17	1,29	1,23	0,04	0,232
C18:1c9	15,1	14,0	14,8	15,0	0,32	0,077
C18:2c9,12	1,32 ^a	1,26 ^a	1,30 ^a	1,17 ^b	0,02	<0,001
C18:2t9,12	0,271 ^b	0,263 ^b	0,278 ^b	0,316 ^a	0,004	<0,001
C18:3c9,12,15	0,868 ^a	0,819 ^a	0,867 ^a	0,728 ^b	0,02	<0,001
C20:3c8,11,14	0,061 ^a	0,060 ^{ab}	0,058 ^{ab}	0,054 ^b	0,002	0,029
C20:4	0,098	0,094	0,098	0,093	0,002	0,181
C20:5	0,079 ^a	0,077 ^a	0,079 ^a	0,068 ^b	0,002	<0,001
C24:1	0,049	0,045	0,057	0,054	0,005	0,239
C22:5c7,10,13,16,19	0,076	0,071	0,070	0,073	0,002	0,225

4. Diskussion

Aus der Literatur ist bekannt, dass das FA-Muster der Milch durch die botanische Futterzusammensetzung (Anteil an Gräsern, Kräutern und Leguminosen), die Pflanzenarten, das Vegetationsstadium und den Fettgehalt des Futters bestimmt wird. Weiters ist aus der Literatur bekannt, dass Blätter einen höheren Fettgehalt und mehr ungesättigte Fettsäuren enthalten als Stängel und dass es durch Bröckelverluste bei der Graskonservierung zu FA-Verlusten kommen kann (DEWHURST et al. 2006, MOREL et al. 2006, DOHME 2007, WYSS et al. 2007b, HUHTANNEN et al. 2010, BRAACH 2012). Es gibt nur wenige Publikationen, die den Einfluss der Futterkonservierung auf das FA-Muster der Milch untersuchten. Darüber hinaus wurde in den vorhandenen Publikationen großteils Weide/Gras mit Heu bzw. Weide/Gras mit Grassilage verglichen (z.B. MOREL et al. 2006, MOHAMMED et al. 2009, KALAC und SAMKOVA 2010). Es gibt bisher kaum Studien, die Heu- und Grassilage-Milch vergleichen.

WYSS und COLLOMB (2011) führten einem Milchkuh-Fütterungsversuch durch, in dem das Milch-FA-Muster bei heu- bzw. grassilagebasierter Fütterung (Grassilage mit 39 bzw. 57 % TM) verglichen wurde. In ihrer Arbeit waren nur die MUFA-Gehalte der Grassilage-Milch (Grassilage mit 39 % TM) signifikant niedriger als in der Heu-Milch. Ein signifikanter Unterschied in den MUFA-Gehalten wurde in unserer Arbeit nur im ersten Versuchsjahr gefunden (Tabelle 2), nicht jedoch in der Gesamtauswertung (Tabelle 3). HUHTANNEN et al. (2010) kommen anhand einer Literaturübersicht zu dem Schluss, dass Milch aus Heu-Rationen

tendenziell höhere PUFA-Gehalte enthält als Milch aus Grassilage-Rationen, was sich mit unseren Ergebnissen deckt (Tabelle 3). Auch SHINGFIELD et al. (2005) fanden in aus Heu produzierter Milch höhere PUFA-Gehalte als in Grassilage-Milch sowie keine Unterschiede in den SFA- und MUFA-Gehalten. In SHINGFIELD et al. (2005) waren im Heu deutlich niedrigere PUFA-Gehalte als in der Grassilage enthalten, weshalb die höheren PUFA-Gehalte der Heu-Milch auf einen höheren Transfer von C18:3 (Omega-3 FA) und C18:2 (Omega-6 FA) von der Futterration über den Pansen in die Milch zurückzuführen sein dürften.

Im vorliegenden Projekt hatte die Grassilage einen signifikant höheren Fettgehalt als das Heu der drei Heutrocknungsvarianten. Im Fütterungsversuch hatten die mit Grassilage gefütterten Milchkühe – im Vergleich zu den mit Heu gefütterten – eine signifikant niedrigere Grund- und Gesamtfutteraufnahme sowie Milchleistung, jedoch einen signifikant höheren Milchfettgehalt (siehe Beitrag GRUBER im Tagungsband der 42. Viehwirtschaftlichen Fachtagung, 2015). Über die Gründe wies sich in unserer Studie Heu- und Grassilage-Milch in den PUFA-Gehalten unterscheiden, kann nur spekuliert werden, zumal das FA-Muster von Heu und Grassilage nicht untersucht wurde. Im vorliegenden Versuch wurde das Gras aller Konservierungsverfahren von der gleichen Fläche und am gleichen Tag geschnitten, weshalb Unterschiede in der botanischen Zusammensetzung sowie im Vegetationsstadium zwischen Heu und Grassilage ausgeschlossen werden können. Prinzipiell könnten die Unterschiede im PUFA-Gehalt der Heu- und Grassilage-Milch daher auf folgendes zurückzuführen sein (SHINGFIELD et al. 2005, DEWHURST et al. 2006, HUHTANNEN et al.

2010, KALAC und SAMKOVA 2010): (1) Unterschiede in den oxidativen FA-Verlusten (vor allem ungesättigte FA) während dem Trocknen des Heus bzw. dem Anwelken und Verfüttern der Grassilage, (2) Unterschiede in den Bröckelverlusten/Blattverlusten während der Heu- bzw. Silageerzeugung, (3) Veränderungen im FA-Muster während des Silier-/Gärvorgangs oder (4) Unterschiede im Fettstoffwechsel im Pansen. SHINGFIELD et al. (2005) nehmen an, dass bei Heu-Rationen die Lipolyse (hydrolytische Spaltung von Fetten durch Enzyme) und die Biohydrierung (bakterieller Stoffwechselvorgang von Wiederkäuern) von Futterfetten im Pansen niedriger sind als in Grassilage und dadurch mehr PUFA in die Milch gelangen.

SEIZ (2012) untersuchte in ihrer Masterarbeit das Milch-FA-Muster von österreichischen Heumilch-Betrieben. SEIZ (2012) fand auch bei im Winter produzierter Heumilch deutlich niedrige SFA- (71,5 g/100 g FAME) und höhere MUFA-Gehalte (21,0 g) als in der vorliegenden Arbeit. Mögliche Ursachen für die zwischen den beiden Arbeiten gefundenen Unterschiede könnten niedrigere Kraftfuttermengen der Heumilchbetriebe in SEIZ (2012), erhebliche Unterschiede im Pflanzenbestand oder Vegetationsstadium oder auch Unterschiede in der Fettsäureanalytik sein.

Abschließend wird das Milch-FA-Muster der Heu- und Grassilage-Milch mit den Ergebnissen aus VELIK et al. (2013) verglichen (in VELIK et al. (2013) sind die Milch-FA-Gehalte in g/100 g Milchfett und nicht in g/100 g FAME dargestellt). Die Heu- und Grassilage-Milch (ca. 20 % Kraftfutter in der Ration) hatte ähnliche SFA- und MUFA-Gehalte wie die Maissilage-Kraftfutter-Milch (Ration aus 70 % Maissilage, 20 % Kraftfutter, 10 % Heu). Die Heu- und Grassilage-Milch hatte jedoch deutlich höhere CLA-, Omega-3 FA- und PUFA-Gehalte als die Maissilage-Kraftfutter-Milch. Die CLA-Gehalte der Heu- und Grassilage-Milch waren mit dem Durchschnittsgehalt von 13 österreichischen Supermarkt-Milchmarken vergleichbar. Auch die Omega-3 FA-Gehalte der Heu-Milch lagen ähnlich wie der Durchschnitt der Supermarkt-Milch; die Omega-3 FA-Gehalte der Grassilage-Milch lagen um rund 0,1 g darunter. Die in VELIK et al. (2013) untersuchte Weide- und Alm-Milch hatte deutlich höhere CLA- und Omega-3 FA-Gehalte als die in der vorliegenden Arbeit untersuchte Heu- und Grassilage-Milch. Im Gehalt an Omega-6 FA konnten bei der Heu- und Grassilage-Milch im Vergleich zu VELIK et al. (2013) keine wesentlichen Unterschiede festgestellt werden.

5. Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie zeigen, dass unterschiedliche Heutrocknungsverfahren prinzipiell keinen Einfluss auf das Milch-FA-Muster haben. Milch, die in grassilagebasierten Milchproduktionssystemen erzeugt wird, hat einen statistisch signifikant niedrigeren Gehalt an mehrfach ungesättigten FA (Omega-3 FA, Omega-6 FA) als Heu-Milch, wenngleich die numerischen Unterschiede gering sind. Die Studienergebnisse sowie die Literatur legen nahe, dass nicht nur die botanische Zusammensetzung und das Vegetationsstadium von Grünlandfutter das Milch-FA-Muster bestimmen, sondern auch Unterschiede in den Produktionsverfahren von Heu bzw. Grassilage sowie der

Fettstoffwechsel im Pansen (Lipolyse, Biohydrierung von Fettsäuren) des Rindes daran beteiligt sind.

6. Literatur

- BISIG, W., M. COLLOMB, U. BÜTIKOFER, R. SIEBER, M. BREGY und L. ETTER, 2008: Saisonale Fettsäurezusammensetzung von Schweizer Bergmilch. *Agrarforschung* 15, 38-43.
- BRAACH, J., 2012: Spezielle Milchinhaltsstoffe bei unterschiedlichen Futterrationen im Vergleich zu graslandbasierter Milch. Universität für Bodenkultur, Wien, Masterarbeit.
- BUTLER, G., J.H. NIELSEN, T. SLOTS, C. SEAN, M.D. EYRE, R. SANDERSON und C. LEIFERT, 2008: Fatty acid and fat-soluble antioxidant concentrations in milk from high- and low-input conventional and organic systems: seasonal variation. *J. Sci. Food Agric.* 88, 1431-1441.
- COUVREUR, S., C. HURTAUD, C. LOPEZ, L. DELABY und J.L. PEYRAUD, 2006: The linear relationship between the proportion of fresh grass in the cow diet, milk fatty acid composition, and butter properties. *J. Dairy Sci.* 89, 1956-1969.
- DEWHURST, R.J., K.J. SHINGFIELD, M.R.F. LEE und N.D. SCOLLAN, 2006: Increasing the concentrations of beneficial polyunsaturated fatty acids in milk produced by dairy cows in high-forage systems. *Anim. Feed Sci. Technol.* 131, 168-206.
- DGE, ÖGE, SGE und SVE (eds.), 2008: Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr. Neuer Umschau Buchverlag, Frankfurt/Main.
- DGF – Deutsche Gesellschaft für Fettwissenschaft (eds.), 2006: Methode C-VI 11 (98) – Fettsäurenmethylester (TMSH-Methode). In: DGF-Einheitsmethoden: Deutsche Einheitsmethoden zur Untersuchung von Fetten, Fettprodukten, Tensiden und verwandten Stoffen. 2. Auflage, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft Stuttgart, Stuttgart.
- DOHME, F., 2007: Fettsäurenmuster von Milch aus reiner Grasfütterung und Gras-Heufütterung. In: Der besondere Wert graslandbasierter Milch (eds: W. Stoll, E. Frioud und M. Lobsiger), Tagungsband, Forschungsanstalt Agroscope Liebefeld-Posieux ALP, 8. November 2007, 108-110.
- DEWHURST, R.J., K.J. SHINGFIELD, M.R.F. LEE und N.D. SCOLLAN, 2006: Increasing the concentrations of beneficial polyunsaturated fatty acids in milk produced by dairy cows in high-forage systems. *Anim. Feed Sci. Technol.* 131, 168-206.
- ELGERSMA, A., S. TAMMINGA und G. ELLEN, 2006: Modifying milk composition through forage. *Anim. Feed Sci. Technol.* 131, 207-225.
- FASCHING, C., L. GRUBER, B. MIETSCHNIG, A. SCHAUER, J. HÄUSLER und A. ADELWÖHRER, 2015: Einfluss verschiedener Heutrocknungsverfahren auf Futteraufnahme und Milchproduktion im Vergleich zu Grassilage. 42. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 25.-26. März 2015, Bericht HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 67-74.
- FOLCH, J., M. LEES und G.H. SLOANE STANLEY, 1957: A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.* 226, 497-509.
- GRUBER, L., R. RESCH, A. SCHAUER, B. STEINER und C. FASCHING, 2015: Einfluss verschiedener Heutrocknungsverfahren auf den Futterwert von Wiesenfutter im Vergleich zur Silierung. 42. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 25.-26. März 2015, Bericht HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 57-66.
- HUHTANEN, P., K.H. SÜDEKUM, J. NOUSIAINEN und K.J. SHINGFIELD, 2010: Forage conservation, feeding value and milk quality. *Grassland Science in Europe* Vol. 15, 379-399.
- JAHREIS, G., J. FRITSCHKE und H. STEINHART, 1997: Monthly variations of milk composition with special regard to fatty acids depen-

- ding on season and farm management systems - conventional versus ecological. *Lipid* 98, 356-359.
- KALAC, P. und E. SAMKOVA, 2010: The effect of feeding various forages on fatty acid composition of bovine milk fat: a review. *Czech. J. Anim. Sci.* 55, 521-537.
- KAPS, M. und W. LAMBERSON, 2007: *Biostatistics for animal science*. CABI Publishing, Oxfordshire, UK, Cambridge, USA.
- LEIBER, F., 2005: Causes and extent of variation in yield, nutritional quality and cheese-making properties of milk by high altitude grazing of dairy cows. ETH-Zürich, Dissertation.
- MacRAE, J., L. O'REILLY und P. MORGAN, 2005: Desirable characteristics of animal products from a human health perspective. *Livest. Prod. Sci.* 94, 95-103.
- MOHAMMED, R., C.S. STANTON, J.J. KENNELLY, J.K.G. KRAMER, J.F. MEE, D.R. GLIMM, M. O'DONOVAN und J.J. MURPHY, 2009: Grazing cows are more efficient than zero-grazed and grass silage-fed cows in milk rumenic acid production. *J. Dairy Sci.* 92, 3874-3893.
- MOREL, I., U. WYSS und M. COLLOMB, 2006: Grünfütter- oder Silagezusammensetzung und Milchinhaltsstoffe. *Agrarforschung* 13, 228-233.
- PÖLLINGER, A., 2015: Technische Kennzahlen zu verschiedenen Heutrocknungsmethoden. 42. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 25.-26. März 2015, Bericht HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 41-48.
- RESCH, R. und L. GRUBER, 2015: Proteinfractionen von Dauerwiesenfutter in Abhängigkeit von Konservierungsverfahren und Lagerungsdauer. 42. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 25.-26. März 2015, Bericht HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 49-55.
- SEIZ, M. 2012: Fettsäureverteilung in österreichischer Heumilch – Einfluss der silagefreien Fütterung im Jahresverlauf. Masterarbeit Universität Wien, 132 S.
- SHINGFIELD, K.J., P. SALO-VÄÄNÄNEN, E. PAHKALA, V. TOIVONEN, S. JAAKKOLA, V. PIIRONEN und P. HUHTANEN, 2005: Effect of forage conservation method, concentrate level and propylen glycol on the fatty acid composition and vitamin content of cows milk. *J. Dairy Res.* 72, 349-361.
- VELIK, M., S. BREITFUSS, M. URDL, J. KAUFMANN, A. STEINWIDDER und A. HACKL, 2013: Fettsäurenmuster von österreichischer Alm-, Vollweide- und Trinkmilch sowie von Milch aus Maissilage-Ration. 40. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 18.-19. April 2013, Bericht LFZ Raumberg-Gumpenstein, 23-35.
- VLAEMINCK, B., V. FIEVEZ, A.R.J. CABRITA, A.J.M. FONSECA und R.J. DEWHURST, 2006: Factors affecting odd- and branched-chain fatty acids in milk: a review. *Anim. Feed Sci. Technol.* 131, 389-417.
- WYSS, U., I. MOREL und M. COLLOMB, 2007: Einfluss der Verfütterung von Grünfütter und dessen Konserven auf das Fettsäurenmuster von Milch. 13. Alpenländisches Expertenforum - Milch und Fleisch vom alpenländischen Grünland, 29. März 2007, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irdning, 15-20.
- WYSS, U. und M. COLLOMB, 2011: Influence of hay or silage on cow-milk fatty acid composition. *Grassland Science in Europe* Vol. 16, 100-102.