

# Lebensmit

## Saisonale Veränderungen der Fettsäuren in Alpbutter

Marius Collomb, Pius Eberhard, Daniel Wechsler und Robert Sieber, Agroscope Liebefeld-Posieux, Eidgenössische Forschungsanstalt für Nutztiere und Milchwirtschaft (ALP), CH-3003 Bern

Auskünfte: Marius Collomb, E-Mail: marius.collomb@alp.admin.ch, Tel. +41 (0)31 323 81 33, Fax +41 (0)31 323 82 27

### Zusammenfassung

Nach einer früheren Studie verändert sich die Konzentration von konjugierten Linolsäuren (CLA) in alpiner Milch und Milchprodukten während der Alpsaison geringfügig. Mit der vorliegenden Arbeit werden die Kenntnisse hinsichtlich des Einflusses der Alpsaison auf die Konzentration anderer Fettsäuren erweitert. Die Fettsäurezusammensetzung von Butter während der Alpsaison ist relativ stabil. Trotzdem verhalten sich einzelne Fettsäuren während der Alpsaison nicht gleich. So sinkt die Konzentration von Palmitinsäure zu Beginn langsam ab und jene der Stearinsäure erhöht sich tendenziell. Die Konzentration der nicht trennbaren Fettsäuren C18:1 t10-11 erhöht sich am Anfang der Alpsaison, bleibt dann stabil und sinkt am Ende der Alpsaison. Dasselbe Verhalten wurde schon für die CLA beobachtet.

Milch von Kühen, die auf Alpen gehalten werden, unterscheidet sich in ihrer Zusammensetzung deutlich von solcher, die von Kühen im Talgebiet stammt. Dies zeigt sich bei verschiedenen Parametern wie Keimzahl, Zellzahl, Fett, Protein, Laktose, Thiocyanat, Citrat, Orotsäure, Hippursäure, Chlorid, Fettsäurespektrum (Tschager *et al.* 1994). Untersuchungen an unserer Forschungsanstalt haben diese Beobachtungen bestätigt und erweitert (Bossset *et al.* 1999; Collomb *et al.* 2001; Kraft *et al.* 2003; Mariaca *et al.* 1997). So können beispielsweise Terpene als Biomarker für in den Alpen produzierte Milchprodukte verwendet werden (Buchin *et al.* 2002; Mariaca *et al.* 1997). Dies konnte auch am Beispiel der konjugierten Linolsäuren (CLA) gezeigt werden (Collomb *et al.* 2001; Kraft *et al.* 2003). Daneben gibt es auch Unterschiede in der Zusammensetzung weiterer Fettsäuren (Collomb *et al.* 2002a), wobei sich diese Veränderungen mit einer stärkeren Vielfalt der in

den Alpen vorhandenen Futterpflanzen korrelieren liessen (Collomb *et al.* 2002b). Weitere Beobachtungen haben dies auch in daraus hergestellten Produkten wie Butter und Käse bestätigt (Eyer *et al.* 2002; Innocente *et al.* 2002; Zeppa *et al.* 2003). Der höhere Gehalt von Alpkäse an n-3 Fettsäuren<sup>1</sup> veranlassten Hauswirth *et al.* (2004) von einem «alpinen Paradox» zu sprechen. Die Gründe, die zu einer veränderten Fett- und Fettsäurezusammensetzung in Alpmilch führen, sind am ehesten in der Vielfalt der botanischen Zusammensetzung der Alpweiden (Collomb *et al.* 2002b), in der durch die alpine Lage bedingten Mobilisierung des Körperfettes und bei spezifischen sekundären Pflanzeninhaltsstoffen zu suchen (Leiber *et al.* 2004).

Aus Interesse an der Milch aus den Alpregionen zeigen wir hier auf, wie sich die Fettsäurezusammensetzung in Alpbutter

<sup>1</sup> auch als  $\omega$ -3 Fettsäuren bezeichnet

während einer Sömmerungs-saison veränderte. Zu diesem Zwecke bezogen wir im Jahre 2003 Alpbutter von einer im Kanton Graubünden gelegenen Alp und bestimmten darin mit einer gaschromatografischen Methode bis zu 70 Fettsäuren. In dieser Arbeit klammern wir die Resultate der CLA aus, da wir darüber bereits berichteten (Wechsler *et al.* 2004).

### Fast konstantes Fettsäuremuster in der Alpsaison

Die an den verschiedenen Untersuchungstagen erhaltenen Resultate der Fettsäuren und deren verschiedenen Gruppen sind in Tabelle 1 und 2 zusammengestellt. Es werden jedoch nicht alle analysierten 70 Fettsäuren aufgeführt, sondern nur diejenigen, die mehr als 1 g/100 g Käse enthielten, sowie die mehrfach ungesättigten Fettsäuren.

Die Zusammensetzung des Milchfettes wird von der Öl- (C18:1 c9), Palmitin- (C16) und Stearinsäure (C18) dominiert. Die ersten beiden Fettsäuren weisen mit je etwa 21 g den gleichen Anteil auf, während Letztere bei etwa 11 g/100 g Fett liegt. Bei der Palmitin- und Ölsäure lässt sich ein praktisch gleichmässiges Verhalten während der Alpsaison aufzeigen. Nach einem anfänglichen leichten Absinken verharren die Gehalte praktisch auf dem gleichen Niveau. Bei der Stearinsäure sind keine allzu grossen Veränderungen festzustellen (Abbildung 1). Der Gehalt der Palmitinsäure schwankt

**Tab. 1. Fettsäurezusammensetzung von Alpbutter während der Alpsaison 2003 (g/100 g Fett)**

Fettsäure	Produktionsdatum												$\bar{X}$	Min.	Max.
	23.6.	28.6.	1.7.	19.7.	22.7.	25.7.	3.8.	15.8.	22.8.	26.8.	30.8.	2.9.			
C4	3,06	3,25	3,24	3,21	3,11	2,97	3,12	2,99	3,04	3,06	2,94	2,77	3,06	2,77	3,25
C6	1,52	1,54	1,53	1,53	1,50	1,49	1,49	1,46	1,49	1,47	1,41	1,38	1,48	1,38	1,54
C8	0,80	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,76	0,72	0,75	0,73	0,70	0,70	0,74	0,70	0,80
C10	1,52	1,41	1,40	1,43	1,42	1,44	1,46	1,38	1,44	1,38	1,32	1,37	1,42	1,32	1,52
C12	1,66	1,55	1,54	1,65	1,65	1,66	1,70	1,61	1,67	1,60	1,53	1,58	1,62	1,53	1,70
C14	6,76	6,72	6,66	7,16	7,20	7,13	7,22	7,04	7,20	6,97	6,66	7,01	6,98	6,66	7,22
C16	22,49	21,48	21,23	20,23	20,38	20,01	19,84	20,43	20,16	20,18	19,69	21,40	20,63	19,69	22,49
C18	10,96	11,89	11,76	11,49	11,57	11,65	10,97	11,10	11,21	11,00	11,39	11,55	11,38	10,96	11,89
C18:1 t10-11	3,68	4,64	4,65	4,97	4,87	4,91	5,09	4,80	5,01	4,65	4,87	4,25	4,70	3,68	5,09
C18:1 c9	21,62	22,47	22,22	20,89	21,24	21,18	20,68	21,26	20,28	20,56	20,83	21,45	21,22	20,28	22,47
C18:2 c9c12	1,98	1,78	1,77	1,55	1,57	1,52	1,57	1,72	1,65	1,71	1,61	1,69	1,68	1,52	1,98
C18:3 c6c9c12	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,03	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,04
C18:3 c9c12c15	1,35	1,35	1,34	1,28	1,29	1,23	1,31	1,64	1,60	1,67	1,51	1,59	1,43	1,23	1,6
C19	0,12	0,14	0,09	0,13	0,15	0,15	0,15	0,14	0,16	0,15	0,13	0,16	0,14	0,09	0,16
C20	0,20	0,19	0,19	0,24	0,26	0,26	0,25	0,26	0,25	0,26	0,26	0,27	0,24	0,19	0,27
C20:1 c9	0,15	0,14	0,14	0,21	0,21	0,21	0,21	0,22	0,20	0,21	0,22	0,21	0,19	0,14	0,22
C20:1 c11	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,04	0,04	0,05
C20:2 c,c (n-6)	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03
C20:3 (n-6)	0,05	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,05	0,04	0,06
C20:3 (n-3)	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	< 0,01	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	< 0,01	0,03
C20:4 (n-6)	0,12	0,10	0,11	0,12	0,12	0,13	0,12	0,13	0,14	0,13	0,13	0,14	0,12	0,10	0,14
C22	0,08	0,06	0,06	0,10	0,11	0,10	0,09	0,20	0,10	0,09	0,10	0,11	0,10	0,06	0,20
C22:5 (DPA) (n-3)	0,11	0,10	0,10	0,12	0,12	0,12	0,12	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,12	0,10	0,13
C20:5 (EPA) (n-3)	0,08	0,06	0,07	0,08	0,08	0,08	0,07	0,09	0,08	0,09	0,08	0,09	0,08	0,06	0,09
C22:6 (DHA) (n-3)	0,01	< 0,01	0,01	0,01	< 0,01	0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,01	0,01	0,01	0,01	< 0,01	0,01

$\bar{X}$  : Mittelwert; DPA = Docosapentaensäure; EPA = Eicosapentaensäure; DHA = Docosahexaensäure

zwischen 19,7 und 22,5, jener der Ölsäure zwischen 20,3 und 22,5 und jener der Stearinsäure zwischen 11,0 und 11,9 g/100 g Fett.

Zu den weiteren Fettsäuren, die einen Gehalt von mehr als 1 g/100 g Fett aufweisen, zählen die Myristin- (C14), die Vaccen- (in unserem Falle als C18:1 t10-11 bestimmt, wovon die Vac-

censäure 90 % ausmacht), die Butter- (C4), die Linol- (C18:2 c9c12), die Laurin- (C12), die Caprin- (C6), die Capron- (C10) und die  $\alpha$ -Linolensäure (C18:3 c9c12c15). Von diesen zeichnet sich die trans-Vaccensäure durch eine grössere Variation aus (Wechsler *et al.* 2004). Das Verhältnis der n-6 zu den n-3 Fettsäuren beträgt 1,03 : 1 und ist damit günstiger als das in den

D-A-CH-Empfehlungen (D-A-CH<sup>2</sup>, 2000) vorgeschlagene Verhältnis von 5 : 1 (Tabelle 2).

### Vergleich mit anderen Studien

Angaben zur Fettsäureverteilung in Alpmilchprodukten existieren nur wenige. Innocente

<sup>2</sup>D-A-CH steht als Abkürzung für die deutschsprachigen Ernährungsgesellschaften.

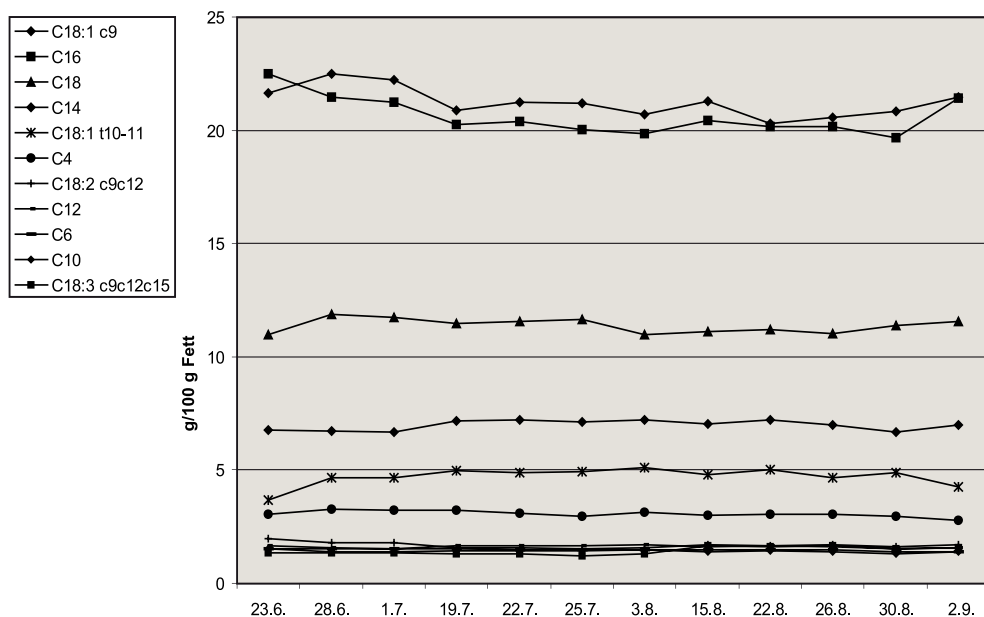


Abb. 1. Verlauf verschiedener Fettsäuren (g/100 g Fett) in Alpbutter während der Alpsaison 2003. Die Fettsäuren sind nach ab-steigender Konzentration angeordnet. Die fünf letzten Fettsäuregehalte (C18:2 c9c12 bis C18:3 c9c12c15) liegen im gleichen Konzentrationsbereich.

*et al.* (2002) haben über das Fettsäureprofil von Käse aus dem Nordosten Italiens, Zeppa *et al.* (2003) von Käse aus dem Piemont (Tabelle 3) und Hauswirth *et al.* (2004) über einige Fettsäuren von Käse aus dem Saanenland berichtet. Diese Autoren haben den Gehalt der Fettsäuren meist auf 100 g Fettsäuremethylester (FAME) bezogen. In Tabelle 3 sind auch Werte einer früheren Studie zur Fettsäurezusammensetzung von Milch aus den Waadtländer Alpen (Collomb *et al.* 2002a) sowie eines Versuches zur Beeinflussung der Fettsäurezusammensetzung von Milch durch die Fütterung (Collomb *et al.* 2004) integriert. Die Angaben von Innocente *et al.*

Tab. 2. Zusammenstellung der Gruppen von Fettsäuren in Alpbutter während der Alpsaison 2003 (g/100 g Fett)

Fettsäure	Produktionsdatum												$\bar{X}$	zum Vergleich Collomb (2002a)
	23.6.	28.6.	1.7.	19.7.	22.7.	25.7.	3.8.	15.8.	22.8.	26.8.	30.8.	2.9.		
Summe kurzkettinge Fs <sup>1</sup>	7,07	7,12	7,09	7,11	6,98	6,83	7,01	6,75	6,96	6,83	6,55	6,39	6,89	8,11
Summe mittellange Fs <sup>2</sup>	36,47	35,18	34,78	34,95	35,27	34,91	34,70	35,48	35,36	34,97	34,09	36,56	35,23	36,71
Summe langkettige Fs <sup>3</sup>	46,90	49,74	49,11	48,89	49,30	49,28	48,61	49,49	48,78	48,07	48,87	48,66	48,81	42,44
Summe gesättigte Fs <sup>4</sup>	54,06	53,56	52,98	53,14	53,39	53,06	52,18	53,03	53,07	52,38	51,74	54,23	53,07	52,71
Summe C18:1	27,57	29,39	29,01	28,39	28,73	28,65	28,35	28,58	27,88	27,60	28,13	27,95	28,35	25,01
Summe C18:2	4,63	4,93	4,88	5,31	5,28	5,23	5,58	5,48	5,62	5,29	5,27	4,89	5,20	5,27
Summe ungesättigte Fs <sup>5</sup>	36,30	38,40	37,92	37,69	38,05	37,84	38,03	38,58	37,91	37,37	37,67	37,28	37,75	34,42
Summe einfach- ungesättigte Fs <sup>6</sup>	29,82	31,71	31,29	30,61	30,99	30,91	30,66	30,92	30,17	29,88	30,36	30,25	30,63	27,56
Summe mehrfach- ungesättigte Fs <sup>7</sup>	6,45	6,66	6,61	7,05	7,03	6,91	7,35	7,64	7,72	7,46	7,28	7,00	7,10	6,86
Summe C18:1t <sup>9</sup>	4,77	5,77	5,65	6,24	6,24	6,26	6,44	6,06	6,41	5,83	6,09	5,34	5,93	6,53
Summe C18:2t ohne CLA t <sup>10</sup>	1,11	1,26	1,24	1,58	1,56	1,55	1,68	1,57	1,67	1,50	1,51	1,32	1,46	1,54
Summe Trans Fs ohne CLA <sup>11</sup>	6,16	7,37	7,22	8,17	8,13	8,15	8,48	7,99	8,46	7,66	7,94	6,98	7,73	8,44
Summe n-3 <sup>12</sup>	2,12	2,20	2,18	2,35	2,33	2,24	2,44	2,76	2,77	2,74	2,57	2,55	2,44	2,09
Summe n-6 <sup>13</sup>	2,79	2,53	2,47	2,41	2,47	2,43	2,47	2,56	2,55	2,52	2,44	2,50	2,51	2,23

Legende

<sup>1)</sup> C4 bis C10:1; <sup>2)</sup> C12 bis C16:1 c; <sup>3)</sup> C17 bis C22:6; <sup>4)</sup> C4 bis C10, C12, C12 iso, C12 aiso, C13 iso, C14, C14 iso, C14 aiso, C15, C15 iso, C16, C16 iso, C16 aiso, C17, C17 iso, C17 aiso, C18, C19, C20, C22; <sup>5)</sup> C10:1, C14:1 ct, C16:1 ct, C17:1 t, C18:1 t4 bis c14t16, C18:2 ttNMID bis C18:2 c9c15, C20:1 t bis C20:2 cc, C20:3 (n-6) bis C22:6 (n-3); <sup>6)</sup> C10:1, C14:1 ct, C16:1 ct, C17:1 ct, C18:1 t4 bis c14-16, C20:1 t bis C20:1 c11; <sup>7)</sup> C18:2 -ttNMID bis -c9c15, C18:3 -c6c9c12 + -c9c12c15, C18:2 -c9t11 à C20:2 cc, C20:3 bis C22:6; <sup>8)</sup> C18:1 -t4 bis -t13-14; <sup>9)</sup> C18:2 trans (Summe -ttNMID, -t9t12, -c9t13 + (t8c12), -c9t12 + (ccMID + t8c13), -t11c15 + t9c12); <sup>10)</sup> C18:2 trans (Summe -ttNMID, -t9t12, -c9t13 + (t8c12), -c9t12 + (ccMID + t8c13), -t11c15 + t9c12); <sup>11)</sup> C14:1t, C16:1t, C17:1 t, C20:1t, C18:1 trans + C18:2 trans (ohne CLA trans); <sup>12)</sup> C18:2 -t11c15 + c9c15, C18:3 c9c12c15, C20:3 n-3, C20:5, C22:5 und C22:6; <sup>13)</sup> C18:1 -t12 + -c12, C18:2 -t9t12 + c9t12 + c9c12, C18:3 c6c9c12, C20:2 cc, C20:3 n-6 und C20:4 n-6

**Tab. 3. Vergleich der Fettsäurezusammensetzung von Alpmilchfett mit anderen Arbeiten**

Fettsäure	diese Studie	Collomb (2002a)	Innocente (2002)	Zeppa (2003)	Collomb (2004)		
Produkt	Alpbutter	Alpmilchfett	Alpkäse	Alpkäse	Milchfett		
Einheit	g/100 g Fett	g/100 g Fett	% FAME	% FAME	g/100 g Fett	1 kg Rapssamen	1,4 kg Leinsamen, 1,4 kg Sonnenblumen
C4	3,06	3,14		3,11	3,09	3,34	3,31
C6	1,48	1,74	1,59	1,73	2,25	2,16	2,05
C8	0,74	0,95	1,03	0,99	1,43	1,29	1,20
C10	1,42	1,96	2,35	1,92	3,33	2,76	2,49
C12	1,62	2,13	2,47	2,07	3,77	3,01	2,76
C14	6,98	7,92	8,73	8,32	11,32	9,83	9,58
C14:1	0,54	0,71	1,51	0,67	1,03	0,82	0,99
C15	1,33	1,14	1,18	1,48	1,16	0,90	0,88
C16	20,63	20,83	23,46	24,26	24,45	22,11	20,74
C16:1	1,02	1,04	2,57	1,65	1,09	0,90	0,93
C17	0,80	0,66	1,32	0,93	0,43	0,42	0,41
C18	11,38	9,02	10,67	12,72	9,05	10,68	9,83
C18:1 t10-11	4,70	5,10			1,59	2,18	4,23
C18:1 c9	21,22	17,42	33,80	29,37	16,61	17,11	17,85
C18:2 c9c12	1,68	1,33	2,84		1,62	1,57	2,56
C18:2 c9t11	1,85	2,18	1,63	2,23	0,62	0,82	1,71
C18:3 c9c12c15	1,43	1,15	1,10	1,30	0,74	1,62	0,72
C20	0,24	0,16		0,28	0,17	0,24	0,12
C20:1 c9	0,19	0,15		0,19	0,16	0,10	0,12
C20:3 (n-6)	0,05	0,05			0,07	0,06	0,08
C20:3 (n-3)	0,02	0,05			0,01	0,03	0,01
C20:4 (n-6)	0,12	0,11			0,11	0,09	0,10
C20:5 (EPA) (n-3)	0,08	0,08			0,07	0,09	0,05
C22:5 (DPA) (n-3)	0,12	0,11			0,10	0,11	0,09
C22:6 (DHA) (n-3)	0,01	0,02			0,01	0,01	0,01

(2002) und Zeppa *et al.* (2003) sind in etwa vergleichbar, auch wenn nicht die gleichen Fettsäuren analysiert wurden (Tabelle 3). Diese beiden Arbeiten sind jedoch mit den Resultaten der vorliegenden Studie nicht direkt vergleichbar, da der Fettsäuregehalt auf die gesamten FAME bezogen sind. Es handelt sich also um relative Angaben, wobei die FAME-Werte etwa 10 bis 15 % höher liegen. Es zeigen sich dennoch Unterschiede. Der Gehalt an Ölsäure ist in unseren Untersuchungen deutlich geringer als in den italienischen Käsen. Der Vergleich zu unserer früheren Studie an Milch aus den Waadtländer Alpen (Collomb *et al.* 2002a) zeigt nur bei wenigen Fettsäuren wie Butter- und Palmitinsäure eine Überein-

stimmung. Andere Fettsäuren wie die Stearin- und Ölsäure unterscheiden sich in den Gehalten jedoch recht deutlich (Tabelle 3).

In Alpkäse aus dem Saanenland haben Hauswirth *et al.* (2004) dagegen nur über den Gehalt von Palmitinsäure und n-3 Fettsäuren berichtet. In Alpkäse (n=12) wiesen sie 24,7±0,5 g Palmitinsäure/100 g FAME, 495±73 mg α-Linolensäure, 39±4 mg Eicosapentaensäure und 37±10 mg Arachidonsäure/100 g Käse nach, während das Total der n-3 Fettsäuren 1,6±0,2 g/100 g FAME ausmachte. Das Verhältnis der n-6 zu n-3 Fettsäuren betrug 1,1±0,07 : 1. In Alpkäse, der im gleichen Gebiet aus Milch mit teilweiser Silageverfütterung hergestellt wurde

(n=8), fanden diese Autoren einen höheren Palmitinsäuregehalt (26,5±1,9 g/100 g FAME) und einen tieferen Gehalt an Linolensäure (305±55 mg/100 g Käse), Eicosapentaensäure (24±6 mg/100 g Käse) und Arachidonsäure (23±12 mg/100 g Käse). Das Verhältnis von n-6:n-3 blieb ungefähr gleich (1,2±0,2 : 1).

#### Zufuhr an n-6 und n-3 Fettsäuren durch Alpprodukte

Nach Hauswirth *et al.* (2004) enthält Alpkäse aus dem Saanenland im Vergleich zu industriell hergestelltem Emmentaler-Typ-Käse doppelt so viel Linolensäure und um ein Drittel mehr gesamte n-3 Fettsäuren. Verglichen mit Cheddar weist er viermal mehr Linolensäure, doppelt so viel gesamte n-3

Fettsäuren und ein tieferes Verhältnis der n-6 zu n-3 Fettsäuren auf. Auf Grund ihrer Resultate zu den n-3 Fettsäuren in den Alpkäsen und der Tatsache, dass die schweizerische wie auch die französische Bevölkerung trotz ihres Fettkonsums eine erniedrigte Mortalität an koronaren Krankheiten aufweisen, sprechen diese Autoren in Analogie zum French Paradox von einem «Alpinen Paradox». Die n-6 und n-3 Fettsäuren zählen zu den mehrfach ungesättigten Fettsäuren und weisen unterschiedliche Funktionen im menschlichen Organismus auf. Unter den n-6 Fettsäuren sind die wichtigsten Vertreter die Linolsäure (C 18:2) und die aus ihr gebildete Arachidonsäure (C 20:4) sowie unter den n-3 Fettsäuren die  $\alpha$ -Linolensäure und ihre Abkömmlinge Eicosapentaen- (EPA, C 20:5) und Docosahexaensäure (DHA, C 22:6). Da die heutige Ernährung in Bezug auf diese Fettsäuren zu stark auf die n-6 Fettsäuren ausgerichtet ist, wird in den D-A-CH-Empfehlungen ein wünschenswertes Verhältnis der n-6 zu n-3 Fettsäuren von 5:1 vorgeschlagen (D-A-CH 2000).

Über den Verzehr von 10 g Alpbutter (Fettanteil 85,7 g/100 g) werden 144 mg Linolsäure, 122 mg  $\alpha$ -Linolensäure, 10 mg Arachidonsäure, 7 mg EPA und 209 mg gesamte n-3 Fettsäuren aufgenommen (Tabellen 1 und 2). Im Vergleich dazu sind es mit 30 g Alpkäse aus dem Saanenland 149 mg  $\alpha$ -Linolensäure, 11 mg Arachidonsäure, 12 mg EPA und 130 mg gesamte n-3 Fettsäuren<sup>3</sup> (Hauswirth *et al.* 2004). Die empfohlene Zufuhr an n-3 Fettsäuren (die D-A-CH-Empfehlungen gelten für  $\alpha$ -Linolensäure; D-A-CH 2000)

beträgt 0,5 Energie-Prozent. Bei einem D-A-CH-Richtwert für die durchschnittliche Energiezufuhr von 2400 kcal (erwachsene Person von 25 bis unter 51 Jahren und einem PAL (physical activity level = körperliche Aktivität)-Wert von 1,4) entspricht dies einer Menge von 1330 mg  $\alpha$ -Linolensäure. Damit wird mit 10 g Alpbutter etwa 11 % der empfohlenen Zufuhr an der  $\alpha$ -Linolensäure aufgenommen. Wird davon ausgegangen, dass diese Empfehlung auf die gesamten n-3 Fettsäuren anwendbar sei, so erhöht sich mit den 10 g Alpbutter die empfohlene Zufuhr auf etwa 15 %. Im Vergleich dazu werden mit dieser Menge etwa 3 % der empfohlenen Energie aufgenommen.

Insgesamt zeichnet sich Alpmilchfett definierter Herkunft im Vergleich zu herkömmlichem Sommermilchfett durch ein günstigeres Fettsäurespektrum aus, das während der Alpsaison relativ stabil bleibt.

### Auswahl der Proben

Von der Muttner Alp (2126 m über Meer, die dazugehörigen Weiden reichen von etwa 2000 bis 2300 m über Meer), Gemeinde Muttten im Domleschg (Kanton Graubünden), wurden 12 Butterproben während der Alpsaison 2003 bezogen und bis zur Analyse tiefgefroren. Die Milch zur Herstellung von Butter stammte von 42 Kühen der Rasse Braunvieh, die am 20. Juni 2003 vom Maiensäss, auf dem nicht gebuttert wird, auf die Muttner Alp kamen. Diese mussten die Kühe bereits anfangs September wegen des durch die Sommerhitze und Trockenheit bedingten Grasmangels wieder verlassen. Während der ganzen Alpsaison wurde kein Heu zugefüttert. Die meisten Kühe waren in der zweiten bis fünften Laktation und befanden sich in der Mitte der Laktation.

### Bestimmung der Fettsäuren

Die Bestimmung der Fettsäuren wurde mit Hilfe der Gaschromatografie unter Verwendung eines Agilent 6890 Gaschromatografen durchgeführt, der mit einem on column-Injektor und einem Flammenionisationsdetektor ausgerüstet war (Collomb und Bühler 2000). Nach Auflösung des reinen Milchfettes in Hexan werden die Glyceride mit Hilfe von KOH in Methanol (2 mol/L) zum entsprechenden Methylester umgeestert. Die Fettsäuremethylester werden auf einer Kapillarsäule CP-Sil 88 (100 m x 0,25 mm x 0,20  $\mu$ m) aufgetrennt und mit Hilfe von Nonansäure als internem Standard quantifiziert. Ungefähr 70 Fettsäuren können analysiert werden. Die Resultate werden in absoluten Werten angegeben, als g Fettsäure pro 100 g Fett.

### Literatur

- Bosset J.O., Jeangros B., Berger T., Bütikofer U., Collomb M., Gauch R., Lavanchy P., Scehovic J., Troxler J. & Sieber R., 1999. Comparaison de fromage à pâte dure de type Gruyère produits en région de montagne et de plaine. (Comparison of Swiss hard cheese Gruyère-type produced in highland and lowland). *Rev. Suisse Agric.* **31**, 17-22.
- Buchin S., Salmon J.C., Carnat A.P., Berger T., Bugaud C. & Bosset J.O., 2002. Identification de composés monoterpéniques, sesquiterpéniques et benzéniques dans un lait d'alpage très riche en ces substances. *Mitt. Geb. Lebensm.-Unters.-Hyg.* **93**, 199-216.
- 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. *Trav. Chim. Aliment. Hyg.* **91**, 306-332.
- Collomb M., Bütikofer U., Sieber R., Bosset J.O. & Jeangros B., 2001. Conjugated linoleic acid and trans fatty acid composition of cows'

<sup>3</sup> Bei Annahme eines Fettgehaltes von 30 g/100 g Käse und unter Reduktion von 10 %, da als FAME angegeben.

milk fat produced in lowlands and highlands. *J. Dairy Res.* **68**, 519-523.

■ 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. *Int. 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. *Int. Dairy J.* **12**, 661-666.

■ Collomb M., Sollberger H., Bütikofer U., Sieber R., Stoll W. & Scharen W., 2004. Impact of a basal diet of hay and fodder beet supplemented with rapeseed, linseed and sunflowerseed on the fatty acid composition of milk fat. *Int. Dairy J.* **14**, 549-559.

■ D-A-CH (Deutsche Gesellschaft für Ernährung, Österreichische Gesellschaft für Ernährung, Schweizerische Gesellschaft für Ernährungsforschung, Schweizerische Vereinigung für Ernährung), 2000.

Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr. Umschau/Braus, Frankfurt, 240 S.

■ Eyer H., Collomb M. & Sieber R., 2002. Alpsommerung führt zu wertvollem Milchfett. *Agrarforschung* **9**, 50-53.

■ Hauswirth C.B., Scheeder M.R.L. & Beer J.H., 2004. High  $\omega$ -3 fatty acid content in alpine cheese. The basis for an alpine paradox. *Circulation* **109**, 103-107.

■ Innocente N., Praturlon D. & Corradini C., 2002. Fatty acid profile of cheese produced with milk from cows grazing on mountain pastures. *Ital. J. Food Sci.* **14**, 217-224.

■ Kraft J., Collomb M., Möckel P., Sieber R. & Jahreis G., 2003. Differences in CLA isomer distribution of cow's milk lipids. *Lipids* **38**, 657-664.

■ Leiber F., Scheeder M.R.L., Wettstein H.R. & Kreuzer M., 2004. Die besondere Zusammensetzung der Alpmilch: Was sind die Ursachen? In: Lipide in Fleisch, Milch und Ei. Herausforderung für die Tierernährung. (Eds. M. Kreuzer, C. Wenk und T. Lanzini). Schriftenreihe aus dem Institut für Nutztierwissenschaften ETH Zürich, 69-80.

■ Mariaca R.G., Berger T.F.H., Gauch R., Imhof M.I., Jeangros B. & Bosset J.O., 1997. Occurrence of volatile mono- and sesquiterpenoids in highland and lowland plant species as possible precursors for flavor compounds in milk and dairy products. *J. Agric. Food Chem.* **45**, 4423-4434.

■ Tschager E., Zangerl P., Sebastian H.J., Kneifel W., Lang E.C. & Legner F., 1994. Organoleptische, technologische und ernährungsphysiologische Eigenschaften von Almmilch. *Milchwirt. Ber. Wolfpassing Rotholz* (120), 152-157.

■ Wechsler D., Collomb M., Eberhard P. & Sieber R., 2004. Über den saisonalen Verlauf von CLA in Alpbutter. *Agrarforschung* **11**, 516-519.

■ Zeppa G., Giordano M., Gerbi V. & Arlorio M., 2003. Fatty acid composition of Piedmont Ossolano cheese. *Lait* **83**, 167-173.

## RÉSUMÉ

### Variation saisonnière des concentrations en acides gras dans le beurre alpin

Une précédente étude a démontré une faible variation des teneurs en acides linoléiques conjugués (CLA) du lait et des produits laitiers alpins durant la période d'estivage. Le présent travail permet d'élargir nos connaissances sur les concentrations d'autres acides gras. D'une manière générale, ces concentrations sont aussi restées relativement stables durant toute la saison sauf pour des acides gras particuliers. Ainsi, en début de saison, la concentration en acide palmitique diminue et celle en acide stéarique augmente. On observe également une augmentation des teneurs en acides gras C18:1t10-11 en début de saison, une variation relativement faible durant l'ensemble de la saison suivie d'une diminution en fin de période d'estivage. Une tendance similaire avait déjà été observée pour les CLA.

## SUMMARY

### Seasonal variation of fatty acids in alpine butter

A previous study has shown the small variation in the concentration of conjugated linoleic acids (CLA) in alpine dairy products during the grazing period. The present study complements our knowledge of the influence of grazing period on the concentration of other fatty acids in alpine dairy products. Generally, the concentration of these fatty acids was also relatively stable during all the period except for a few particular fatty acids. For instance, the concentration of palmitic acid decreases and that of stearic acid increases at the beginning of the grazing period. It was also found that there was an increase in the concentration of C18:1 t10-11 fatty acids at the beginning of the season, a relatively small variation during the whole season followed by a decrease in these concentrations at the end of the summer. A similar trend was observed for the CLA.

**Key words:** alpine butter, season, fatty acid