



Hartkäse Typ Gruyère des Berg- und Talgebietes im Vergleich

Jacques Olivier BOSSET, Thomas BERGER, Ulrich BÜTIKOFER, Marius COLLOMB, Roland GAUCH, Pierre LAVANCHY und Robert SIEBER, Eidgenössische Forschungsanstalt für Milchwirtschaft, Liebefeld (FAM), CH-3003 Bern

Bernard JEANGROS, Station fédérale de recherches en production végétale de Changins (RAC), CH-1260 Nyon

Hartkäse vom Typ Gruyère wurde an vier unterschiedlichen Produktionsorten während des Sommers 1995 (anfangs Juni bis Mitte September) hergestellt: L'Etivaz-Käse von zwei verschiedenen Orten (L'Etivaz 1 und L'Etivaz 2, 1300-2100 m ü. M.) sowie Gruyère-Käse von Montbovon (1000 m ü. M.) und Posieux (600 m ü. M.). Diese Arbeit zeigt verschiedene statistisch signifikante Unterschiede in der chemischen Zusammensetzung der Fettsäuren, Triglyzeride, Spurenelemente und den flüchtigen Verbindungen wie Terpene, polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe sowie im Geruch und Geschmack zwischen den Milchprodukten des Berg- und Talgebietes.

In Gegenden mit hohen Produktionskosten ist die Landwirtschaft bestrebt, Lebensmittel von hoher Qualität zu produzieren. Diese Produkte können aufgrund ihrer spezifischen Eigenschaften, welche die Herkunft und Herstellungsverfahren charakterisieren, mit einem Label versehen werden. In solch eng umschriebenen Gebieten können beispielsweise Rahm, Butter, Joghurt und Käse die Kennzeichnung der Geschützten Ursprungsbezeichnung oder Geschützten Geographischen Angabe erhalten (GUB oder GGA, im Französischen bezeichnet als Appellation d'origine contrôlée, AOC oder Appellation d'origine protégée, AOP). Für den Hartkäse L'Etivaz, einem typischen Vertreter des Käsetyps Gruyère, sind Bestrebungen im Gang, ein solches Label zu erlangen. Doch sind bei diesem Käse die Beziehungen zwischen der Zusammensetzung des Wiesenfutters und dem Käse noch ungenügend bekannt. Das Gras auf den Alpweiden weist eine sehr vielfältige botanische Zusammensetzung wie auch das Vorkommen von sekundären Pflanzeninhaltsstoffen auf, welche die Qualität von Milch und auch des Käses beeinflussen können. Dabei sind die Alpweiden reich an Kräutern, während im Talgebiet die Gräser und die Leguminosen vorherrschen (Jeangros *et al.* 1998). In den Pflanzen sind als Produkte des sekundären Stoffwechsels Terpene vorhanden, die als mögliche biochemische Indikatoren oder Marker zur Charakterisierung von Bergkäse genutzt werden können (Dumont und Adda 1978; Dumont *et al.* 1981). Diese an französischen Bergkäsen gewonnenen Resultate konnten in einer früheren Studie (Bosset *et al.* 1994) bestätigt werden, in-

dem ein stärkeres Vorkommen von Terpenen und aliphatischen Kohlenwasserstoffen in Alpgruyère des Freiburgerlandes und in L'Etivaz-Käse nachgewiesen wurde als in den Gruyère-Käsen des Talgebietes.

Um die Fragen der Beziehung zwischen dem Ausgangsprodukt Gras und dem Endprodukt Käse eingehender zu studieren, haben wir vier Standorte im Berg- und Talgebiet ausgewählt: L'Etivaz (Pays d'Enhaut, Kanton Waadt), wo an zwei Produktionsorten (nachstehend als L'Etivaz 1 und 2 bezeichnet) in einer Höhe von 1300 bis 2100 m ü.M. L'Etivaz-Käse produziert wurde, sowie Montbovon (1000 m ü.M.) und Posieux (600 m ü.M., beide Kanton Freiburg), wo Gruyère-Käse hergestellt wurde. Gras und Milch wurde zwischen Anfang Juni bis Mitte September 1995 untersucht, Käse nach einer Reifungszeit von acht bis neun Monaten. Dabei wurden die Käse nach traditionellem Herstellungsverfahren produziert: über offenem Feuer in L'Etivaz und in dampferhitztem Kessi in Montbovon und Posieux. Sämtliche Käselaike (n = 49) konnten im gleichen Reifungskeller unter identischen Bedingungen gelagert und gereift werden. Die Ziele dieser Studie, deren Versuchsanordnung, die ausgewählten Produktionsorte, die meteorologischen Bedingungen, die Eigenschaften der Weiden und Kuhherden, die angewendeten Verfahren zur Käseherstellung wie auch die zur Analyse ausgewählten Parameter sind bereits detailliert beschrieben: Bosset *et al.* 1997a; Jeangros *et al.* 1997.

Verschiedene Resultate zu diesem Projekt sind inzwischen in der Fachliteratur publiziert. In einer ersten Arbeit wurde das

Vorkommen der Terpene in verschiedenen Pflanzenarten beschrieben (Mariaca *et al.* 1997). Eine weitere Arbeit zeigte, dass die in den Alpkäsen nachgewiesenen polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe aus dem Rauch stammen (Bosset *et al.* 1997b und 1998). Weitere Arbeiten sind im Druck, so zur botanischen und chemischen Zusammensetzung des Wiesenfutters (Jeangros *et al.* 1998), zum Einfluss der botanischen Zusammensetzung auf einige Verbindungen im Käse (Scehovic *et al.* 1998) sowie zur Zusammensetzung der Milch und der Käse an Fettsäuren und Triglyzeriden (Collomb *et al.* 1998). In dieser vorliegenden Arbeit werden die wichtigsten Resultate dieses Projektes zusammenfassend dargestellt.

Vielfältige Zusammensetzung der Weiden

Aufgrund der pflanzenbaulichen Massnahmen ist zu erwarten, dass die Struktur der Weiden zwischen dem Tal- und dem Berggebiet unterschiedlich sind. Bei den beiden Produktionsorten L'Etivaz 1 und 2 sowie Montbovon wurden eine deutlich höhere Vielfalt an Pflanzen in den untersuchten Wiesen und Weiden nachgewiesen als in Posieux (Tab. 1). Dabei herrschten dort vor allem Kräuter vor, während im Talgebiet praktisch nur Gräser und Leguminosen vorkamen. Unter den Pflanzen des Berggebietes konnten Vertreter folgender Kräuterfamilien nachgewiesen werden (Jeangros *et al.* 1998; Mariaca *et al.* 1997): Korbblütler, Dolden-, Glockenblumen-, Storchschnabel-, Wegerich-, Hahnenfuss-, Rosengewächse und andere. Von diesen verschiedenen Pflanzen sind jedoch einige für die Kühe nicht schmackhaft und werden von ihnen nach Möglichkeit gemieden. Bei den Pflanzen des Talgebietes handelt es sich um Vertreter der Leguminosen (*Trifolium pratense* = Rotklee, *Trifolium repens* = Weissklee) und der Gräser (*Dactylis glomerata* = Knaulgras, *Phleum pratense* = Timothee, *Festuca pratensis* = Wiesenschwingel,

Tab. 1. Botanische Zusammensetzung¹ der Wiesen und Weiden in den vier Produktionsorten (Jeangros et al. 1998)

Beobachtungsort Höhe m ü.M.		L'Étivaz 1 1400-1920	L'Étivaz 2 1275-2120	Montbovon 900-1250	Posieux 600-650
Anzahl der Arten	n	49	56	54	6
Anzahl der Pflanzenfamilien	n	17	19	18	2
Gräser	%	41	39	63	53
Sauergräser und Simsengewächse	%	7	6	1	0
Leguminosen	%	7	11	7	47
Kräuter	%	43	43	27	0
- Korbblütler	%	14	17	6	0
- Hahnenfussgewächse	%	6	3	6	0
- Rosengewächse	%	7	5	2	0
- Wegerichgewächse	%	5	6	2	0
- Doldengewächse	%	4	4	2	0
- Andere Kräuterfamilien	%	7	8	9	0
Andere Familien	%	2	1	2	0

¹Die botanische Zusammensetzung wird als Mittelwert der gesamten Beobachtungen an jedem Beobachtungsort angegeben.

Lolium perenne = Englisches Raigras), die von den Kühen gern gefressen werden.

Vorkommen von Terpenen in Pflanzen

Bereits Dumont und Adda (1978) haben Sesquiterpene nur in Beaufort-Käse nachgewiesen, der im Sommer im Berggebiet produziert wurde. Nach Dumont et al. (1981) wird das Aroma von Bergkäse durch die Anwesenheit von Terpenen und Sesquiterpenen beeinflusst. Die Untersuchung der gefundenen Pflanzen auf ihren

Gehalt an Terpenen zeigt, dass vor allem verschiedene Pflanzen des Berggebietes reich an diesen sekundären Pflanzeninhaltsstoffen sind, so *Carum carvi* (Echter Kümmel), *Heracleum sphondylium* (Wiesen-Bärenklau), *Ligusticum mutellina* (Alpen-Mutterwurz), *Aposeris foetida* (Stinkender Hainlattich), *Aster bellidiflorus* (Alpenmasslieb), *Leucanthemum vulgare* (Wiesen-Margerite), *Campanula barbata* (Bärtige Glockenblume), *Anthyllis vulneraria* (Echter Wundklee), *Lotus alpinus* (Alpen-Schotenklee), *Geranium silvaticum* (Wald-Storchschnabel), *Ajuga*

reptans (Kriechender Günsel), *Mentha longifolia* (Langblättrige Minze), *Prunella vulgaris* (Gewöhnliche Brunelle), *Dactylis glomerata* (Knaulgras), *Phleum pratense* (Timothe), *Rumex alpestris* (Aronstabblättriger Ampfer), *Ranunculus acrifolius* (Eisenhutblättriger Hahnenfuss), *Alchemilla xanthochlora* (Gewöhnlicher Frauenmantel) und *conjecta* (Silbermantel), *Potentilla erecta* (Aufrechtes Fingerkraut) sowie *Galium anisophyllum* (Ungleichblättriges Labkraut). Von den sechs oben erwähnten Pflanzen des Talgebietes enthielten jedoch nur Knaulgras und Timothe ein einziges Terpen in niedriger Konzentration. Abbildung 1 zeigt die Verteilung der häufigsten Monoterpene, die in den verschiedenen Pflanzenarten gefunden wurden. Es handelt sich dabei um insgesamt 54 flüchtige Terpene, die mit einer automatischen GC/MSD-FID-Analyse unter Zuhilfenahme einer Massenspektren-Bibliothek, von Retentionszeiten und von authentischen Substanzen identifiziert werden konnten (Mariaca et al. 1997).

Zusammensetzung der Milch

Bei den verschiedenen Parametern, die in der Milch als Zwischenprodukt untersucht

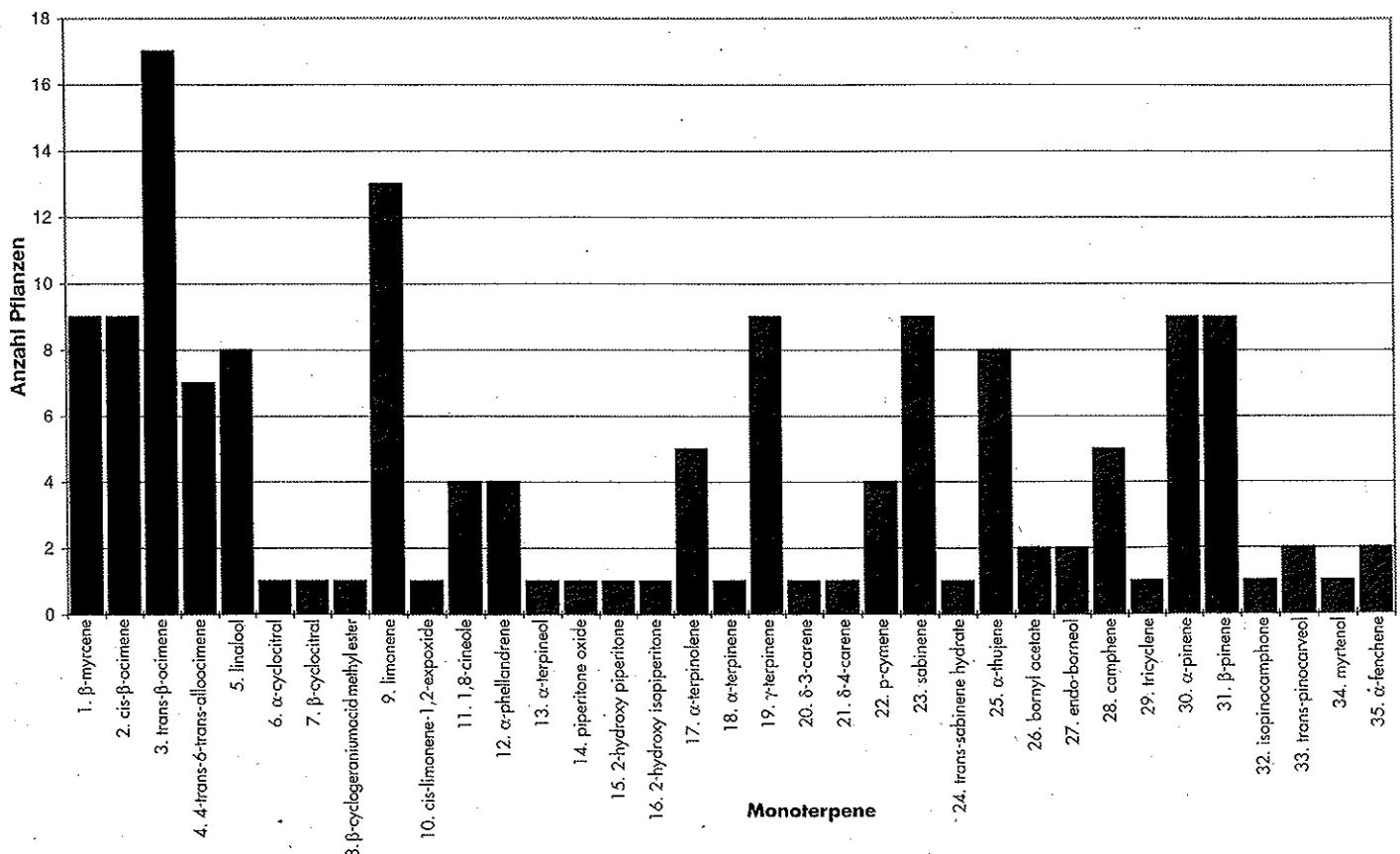


Abb. 1. Verteilung der Monoterpene in sämtlichen gesammelten Pflanzen (n = 21) (Mariaca et al. 1997).



wurden, fanden sich an den vier Standorten Unterschiede beim Gehalt an Spurenelementen sowie in der Zusammensetzung der Fettsäuren und der Triglyzeride des Milchfettes (Tab. 2). Im Vergleich mit dem Milchfett des Talgebietes konnte in demjenigen des Berggebietes einerseits ein höherer Gehalt an langkettigen, einfach- und mehrfach-ungesättigten Fettsäuren sowie an langkettigen Triglyzeriden und andererseits ein niedrigerer Gehalt an kurzkettigen, gesättigten Fettsäuren sowie an kurz- und mittelkettigen Triglyzeriden festgestellt werden (Collomb *et al.* 1998).

Diese Unterschiede in der Zusammensetzung des Milchfettes könnten auf der Art der Fütterung beruhen: nur Grünfütter in den drei Berggebieten - in Posieux dagegen Grünfütter und ein Gemisch von ganzen Maispflanzen und Kraftfutter (Jean-gros *et al.* 1997). Ähnliche Unterschiede in der Zusammensetzung des Milchfettes beim Wechsel von Dürr- zur Grünfütterung (Berg- ≈ Grünfütterung, Tal- ≈ Dürrfütterung) wurden in der Literatur schon beschrieben (Collomb *et al.* 1998).

Zusammensetzung und Aroma der Käse

Die an den verschiedenen Produktionsorten hergestellten Käse unterscheiden sich voneinander vorwiegend in den Stoffwechselprodukten Essig- und Ameisensäure sowie in der Summe der freien Aminosäuren (Tab. 3). Weitere Unterschiede wurden bei verschiedenen Verbindungen des Käses festgestellt, wie den löslichen Phenolen, den flüchtigen Substanzen (Ether, phenolische Ester, Acetaldehyd, flüchtige schwefelhaltige Verbindungen), den höheren Aldehyden und höheren Terpenen (Sehovic *et al.* 1998). Darüber hinaus lässt sich durch das angewendete Erhitzungsverfahren die Anwesenheit von einigen charakteristischen Verbindungen wie Anthracen, Phenanthren, Pyren erklären (polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe, aus dem Rauch des offenen Feuers stammend). Diese Substanzen wurden nicht in den Käsen aus Montbovon und Posieux gefunden, da bei deren Produktion die Milch im Kessi mit heissem Dampf erhitzt wird (Bossset *et al.* 1997b und 1998). Das Vorhandensein dieser Substanzen wurde bereits in einer früheren Arbeit beschrieben (Dafflon *et al.* 1995).

Weitere flüchtige Verbindungen, die sich bei den Berg- und Talkäsen sowie bei den

Tab. 2. Chemische Zusammensetzung der Milch und des Milchfettes (Bossset *et al.* 1997c; Collomb *et al.* 1998)

Parameter	n=	L'Etivaz 1		L'Etivaz 2		Montbovon		Posieux	
		11		13		12		13	
		\bar{x}	s_x	\bar{x}	s_x	\bar{x}	s_x	\bar{x}	s_x
Zink	mg/kg	3,51 ^B	0,28	3,39 ^B	0,34	3,13 ^A	0,12	3,13 ^A	0,34
Mangan	mg/kg	21,1 ^B	6,6	19,8 ^{AB}	3,9	21,1 ^B	4,8	15,1 ^A	2,4
Eisen	g/kg	210,6 ^B	43,0	184,1 ^B	39,3	202,0 ^B	43,9	149,0 ^A	39,8
Capronsäure	%	2,21 ^A	0,16	2,28 ^A	0,11	2,27 ^A	0,10	2,62 ^B	0,14
Caprylsäure	%	1,19 ^A	0,11	1,22 ^A	0,09	1,20 ^A	0,10	1,44 ^B	0,11
Caprinsäure	%	2,42 ^A	0,30	2,44 ^A	0,24	2,34 ^A	0,23	2,95 ^B	0,30
Laurinsäure	%	2,74 ^A	0,32	2,70 ^A	0,24	2,65 ^A	0,24	3,30 ^B	0,40
Myristinsäure	%	9,82 ^A	0,70	9,58 ^A	0,49	9,42 ^A	0,44	10,77 ^B	0,70
Palmitinsäure	%	24,8 ^A	1,2	25,2 ^A	1,1	25,2 ^A	0,6	28,4 ^B	1,3
Stearinsäure	%	10,6 ^A	0,9	10,7 ^{AB}	1,0	12,1 ^B	0,6	11,1 ^B	0,9
Ölsäure	%	29,3 ^B	1,8	29,1 ^B	1,3	29,2 ^B	1,1	24,1 ^A	1,7
Linolsäure	%	2,56 ^C	0,22	2,92 ^D	0,24	2,33 ^B	0,10	1,92 ^A	0,23
Linolensäure	%	1,51 ^B	0,19	1,58 ^B	0,25	1,07 ^A	0,07	1,01 ^A	0,23
Arachidonsäure	%	0,10 ^A	0,0	0,11 ^A	0,03	0,17 ^B	0,05	0,13 ^A	0,05
TG 34	%	5,08 ^A	0,42	5,06 ^A	0,37	5,13 ^A	0,30	6,23 ^B	0,49
TG 36	%	9,74 ^A	0,42	9,70 ^A	0,39	9,89 ^A	0,35	11,56 ^B	0,60
TG 50	%	12,4 ^B	0,8	12,2 ^B	0,65	11,8 ^B	0,37	10,5 ^A	0,57
TG 52	%	12,6 ^B	1,25	12,8 ^B	0,97	12,6 ^B	0,92	9,6 ^A	1,23
TG 54	%	7,48 ^B	0,93	7,78 ^B	0,84	7,64 ^B	0,73	4,83 ^A	0,87

Abkürzungen: \bar{x} = Mittelwert; s_x = Standardabweichung;

Produktionsorte: A<B<C<D (= signifikant verschieden) oder AB = A und B überlappend; % = Prozent der Summe aller freien Fettsäuren (als Fettsäuremethylester bestimmt);

TG = Triglyzeride (Anzahl der Kohlenstoffatome in den Seitenketten); % = Prozent der Summe aller Triglyzeride (Fettzusammensetzung).

Tab. 3. Chemische und sensorische Parameter der Käse (Bossset *et al.* 1997c)

Parameter	n=	L'Etivaz 1		L'Etivaz 2		Montbovon		Posieux	
		11		13		12		13	
		\bar{x}	s_x	\bar{x}	s_x	\bar{x}	s_x	\bar{x}	s_x
Essigsäure	mmol/kg	22,4 ^B	3,80	18,2 ^B	5,25	34,7 ^C	9,38	6,4 ^A	1,34
Ameisensäure	mmol/kg	2,52 ^C	0,46	1,85 ^B	0,61	1,77 ^B	0,55	0,98 ^A	0,40
Summe der freien Aminosäuren	g/kg	49,7 ^{BC}	3,22	49,2 ^B	4,69	53,9 ^C	4,15	40,7 ^A	7,71
Geruchsintensität	7 P.	3,71 ^B	0,21	3,51 ^{AB}	0,31	3,53 ^A	0,37	3,26 ^A	0,18
tierischer Geruch	% S.P.	73 ^B	47	62 ^B	51	42 ^A	51	8 ^A	28
Geschmacksinten.	7 P.	4,11 ^B	0,28	4,11 ^B	0,34	4,01 ^A	0,41	3,61 ^A	0,25
tierischer Geschm.	% S.P.	82 ^B	40	62 ^B	51	67 ^B	49	23 ^A	44
salzig	7 P.	3,77 ^B	0,37	3,62 ^A	0,33	3,47 ^A	0,37	3,21 ^A	0,40
süss	7 P.	1,78 ^A	0,21	1,82 ^{AB}	0,17	2,44 ^C	0,37	1,95 ^B	0,21
sauer	7 P.	3,16 ^B	0,19	3,15 ^B	0,19	2,87 ^A	0,28	2,94 ^{AB}	0,35
pikant	% S.P.	73 ^B	47	54 ^B	52	42 ^A	51	15 ^A	38

7 P. = 7 Punkte-Sk. (= Skala) mit 1 = tiefster Wert und 7 = höchster Wert für Geschmack und Geruch; S.P. = Sensorikpanel, Anteil positiver Antworten

Produktionsorte: A<B<C<D (= signifikant verschieden) oder AB = A und B überlappend

entsprechenden Rahmproben voneinander signifikant unterscheiden, sind auf zwei unterschiedliche Herkunftswege zurückzuführen: für das Vorkommen der bereits erwähnten Terpene (insbesondere α - und β -Pinen, p-Cymen und Limonen) sind die Pflanzen auf den Alpen verantwortlich und die Produktion von Alkoholen kann der Rohmilchflora wie auch den spezifisch lokal gezüchteten Starterkulturen zugeschrieben werden (Tab. 4).

Summarisch können die Geschmacks- und Geruchsunterschiede (Tab. 3) der Käse aus dem Berg- und Talgebiet auf zahlreiche chemische, biochemische, mikrobiologische und technologische Faktoren zurückgeführt werden.

Folgerung

Kühe, die auf botanisch vielfältigen Alpweiden grasen, produzieren eine Milch mit spezifischen chemischen Inhaltsstoffen (Terpene, Kohlenwasserstoffe). Auch die extensive Fütterung im Berggebiet (ohne Kraftfutter) führt gegenüber der intensiven Haltung im Talgebiet zu einer unterschiedlichen Zusammensetzung der Milch (Fettgehalt, Fettsäuren, Triglyzeride, Spurenelemente). Bei der Käseherstellung auf dem offenen Feuer gelangen zusätzlich charakteristische Rauchverbindungen wie zum Beispiel Anthracen, Phenanthren und Pyren zuerst in die Kessimilch und schliesslich in den Käse. Die-

Tab. 4. Flüchtige Verbindungen von Käsen (Peakhöhe, willkürliche Einheiten), ermittelt mit einer multivariaten Rückwärts-Diskriminanzanalyse (Bosset et al. 1997c)

flüchtige Verbindung	L'Etivaz 1		L'Etivaz 2		Montbovon		Posieux	
	n=	11	13	13	12	13	13	13
	\bar{x}	s_x	\bar{x}	s_x	\bar{x}	s_x	\bar{x}	s_x
2-Butanol	6900 ^C	7450	1180 ^B	1410	253 ^A	250	369 ^A	1027
Benzol	287 ^B	139	365 ^{AB}	193	167 ^A	102	143 ^A	77
Heptan	319 ^A	79	333 ^A	62	282 ^A	161	302 ^A	89
2-Methyl-1-butanol	568 ^B	244	704 ^{AB}	466	3490 ^C	1500	234 ^A	74
Hexanal	946 ^A	361	1400 ^A	443	1260 ^A	827	2010 ^A	870
(E)-3-Octen	492 ^A	170	867 ^B	255	861 ^B	244	1420 ^B	823
Octan	513 ^A	118	517 ^A	71	539 ^A	167	566 ^A	170
α -Pinen	2110 ^C	1410	1330 ^C	478	590 ^B	266	n.n. ^A	
β -Pinen	3280 ^C	3980	1100 ^C	1480	194 ^B	103	n.n. ^A	
p-Cymen	170 ^B	125	95 ^A	74	94 ^{AB}	43	n.n. ^A	
Limonen	235 ^{AB}	224	197 ^{AB}	116	84 ^{AB}	58	n.n. ^A	

Abkürzungen: n.n. = nicht nachweisbar.

Produktionsorte: A<B<C<D (= signifikant verschieden) oder AB = A und B überlappend

se Unterschiede können unter anderen für eine Charakterisierung der Geschützten Ursprungsbezeichnung oder Geschützten Geographischen Angabe (GUB / GGA / AOC / AOP) der Milchprodukte (Milch, Rahm, Joghurt und Käse) aus dem Berggebiet herbeigezogen werden. Zusätzliche Unterschiede, insbesondere bei weiteren flüchtigen Verbindungen, lassen sich hauptsächlich auf die leicht unterschiedlichen Herstellungsparameter, die Erfahrung der Käser, die Rohmilchflora sowie die lokal produzierten Impfkulturen zur Käseherstellung auf Fettsirtenbasis und die in diesem Versuch standardisierten Bedingungen im Reifungskeller zurückführen. Die in L'Etivaz hergestellten Käse sind sowohl im Geruch als auch im Geschmack prägnanter und weisen auch bei den Attributen «pikant», «salzig», «säuerlich» und «tierisch» eine intensivere Note auf als die in Posieux hergestellten Käse.

LITERATUR

- Bosset J.O., Bütikofer U., Gauch R. et Sieber R., 1994. Caractérisation de fromages d'alpages subalpins suisses: mise en évidence par GC-MS de terpènes et d'hydrocarbures aliphatiques lors de l'analyse par «Purge and Trap» des arômes volatils de ces fromages. *Schweiz. Milchw. Forsch.* 23, 37-41.
- Bosset J.O., Bütikofer U., Gauch R., Mariaca R., Pauchard J.-P., Sieber R., Jeangros B., Conod D., Troxler J. und Scehovic J., 1997a. Vorstellung der Studie: Einfluss von Gras auf L'Etivaz- und Gruyère-Käse. *Agrarforschung* 4 (2), 101-104.
- Bosset J.O., Bütikofer U., Sieber R., Dafflon O., Koch H. und Scheurer L., 1997b. Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe in Käse. *Agrarforschung* 4 (10), 411-414.
- Bosset J.O., Berger T., Bühler-Moor U., Bütikofer U., Collomb M., Dafflon O., Gauch R., Jeangros B., Lavanchy P., Mariaca R., Scehovic J., Sieber R. und Troxler J., 1997c. Comparison of some highland and lowland Gruyère-type cheese of Switzerland: a study

of their potential PDO/AOC/AOP characteristics. Authenticity and Adulteration of Food - the Analytical approach. *Proceedings of Euro Food Chem IX*, Vol 2, FECS-Event No 220, pp. 395-400.

- Bosset J.O., Bütikofer U., Dafflon O., Koch H., Scheurer L. et Sieber R., 1998. Teneur en hydrocarbures aromatiques polycycliques de fromages avec et sans saveur de fumée. *Sci. Alim.*, im Druck.
- Collomb M., Bütikofer U., Spahni M., Jeangros B. et Bosset J.O., 1998. Composition des acides gras et triglycérides dans la graisse de laits de régions de montagne et de plaine, soumis pour publication.
- Dafflon O., Gobet H., Koch H. et Bosset J.O., 1995. Le dosage des hydrocarbures aromatiques polycycliques dans le poisson, les produits carnés et le fromage par chromatographie liquide à haute performance. *Trav. chim. aliment. hyg.* 86, 534-555.
- Dumont J. P. et Adda J., 1978. Occurrence of sesquiterpenes in mountain cheese volatiles. *J. Agric. Food Chem.* 26, 364-367.
- Dumont J.P., Adda J. et Rousseaux P., 1981. Exemple de variation de l'arôme à l'intérieur d'un même type de fromage: Le Comté. *Lebensm.-Wiss. - Technol.* 14, 198-202.
- Jeangros B., Conod D., Scehovic J., Troxler J., Bosset J.O., Bütikofer U., Gauch R., Mariaca R., Pauchard J.-P. et Sieber R., 1997. Etude des relations entre les caractéristiques des herbages et celles du lait, de la crème et du fromage de type Gruyère et L'Etivaz. I. Présentation du projet. *Rev. Suisse Agric.* 29, 23-34.
- Jeangros B., Scehovic J., Troxler J. et Bosset J.O., 1998. Relations entre les caractéristiques des herbages et celles du fromage de type L'Etivaz ou Gruyère. II. Compositions botanique et chimique des herbages. *Rev. Suisse Agric.*, im Druck.
- Mariaca R., Berger T., Gauch R., Imhof M., Jeangros B. et Bosset J.O., 1997. Occurrence of volatile mono- and sesquiterpenoids in highland and lowland plant species as possible precursors for flavour compounds of milk and dairy products. *J. Food Agric. Chem.* 45, 4423-4434.
- Scehovic J., Jeangros B., Troxler J. et Bosset J.O., 1998. Effet de la composition botanique des herbages sur quelques composants des fromages de type L'Etivaz ou Gruyère. *Rev. Suisse Agric.*, im Druck.

RÉSUMÉ

Comparaison de fromages à pâte dure de type Gruyère produits en régions de montagne et de plaine

Des fromages à pâte dure ont été fabriqués pendant un estivage (de début juin à mi-septembre 1995) en 4 lieux différents, soit des „L'Etivaz“ produits sur deux sites (L'Etivaz 1 et L'Etivaz 2, 1300-2100 m d'altitude) et des „Gruyère“ produits à Montbovon (1000 m) et à Grangeneuve/Posieux (600 m). Diverses observations et analyses y ont été effectuées: composition botanique des prairies, composition chimique des herbages, des laits, des crèmes (produits intermédiaires) et des fromages (produits finis) ainsi que des analyses sensorielles et rhéologiques de ces derniers après 8-9 mois d'affinage. Si les prairies se différencient de façon significative quant à leur composition botanique, les procédés de fabrication étaient les mêmes à l'exception du chauffage du lait (sur feu de bois ouvert à L'Etivaz, dans des cuves chauffées à la vapeur vive à Montbovon et Posieux). Toutes les meules (n = 49) ont été affinées de façon identique dans la même cave. Cette étude actuellement en cours révèle des différences significatives tant dans la composition chimique (acides gras, triglycérides, éléments de trace, composés volatils tels que terpènes et hydrocarbures aromatiques polycycliques) que dans la saveur desdits produits laitiers selon qu'ils proviennent de régions de montagne ou de plaine.

SUMMARY

Comparison of Swiss hard cheese Gruyère-type produced in highland and lowland

This study compares the specificity and characteristics of two Swiss hard (Gruyère) cheese varieties manufactured at different altitudes: i) L'Etivaz cheese manufactured at L'Etivaz with 2 production sites (L'Etivaz 1 & L'Etivaz 2, 1300-2100 m); ii) Gruyère cheese manufactured at Montbovon (1000 m) and at Grangeneuve/Posieux (600 m). These four production sites were studied during the summer 1995, from the beginning of June until mid-September. Observations were carried out at each site: botanical composition of the pastures, chemical composition of the grass, chemical composition of milk, cream and cheese which was ripened over 8-9 months, as well as sensory and rheology properties of cheese. The botanical composition was markedly different but the cheese production methods were similar excepted for milk heating (with open log fire producing some smoke in L'Etivaz or in steam heated vats in Montbovon and Posieux). All cheese loaves (n = 49) matured in the same ripening cellar under identical conditions. This study clearly highlights numerous differences of composition (fatty acids, triglycerides, trace elements, volatile components including terpenoids, polyaromatic hydrocarbons) as well as flavour between highland and lowland milk products.

KEY WORDS: highland, lowland, cheese, Swiss Gruyère cheese type, AOC, AOP, PDO