

Dezember 1990/218 PW

Forschungsanstalt
für Milchwirtschaft

CH-3097 Liebefeld-Bern

Zum teilweisen Ersatz von Kochsalz in Halbhartkäse durch Kalium-, Calcium- oder Magnesiumchlorid

R. Sieber und H. Schär

Schweiz. Milchw. Forschung 19, 4, 78-81 (1990)

Zum teilweisen Ersatz von Kochsalz in Halbhartkäse durch Kalium-, Calcium- oder Magnesiumchlorid

R. SIEBER und H. SCHÄR
Eidg. Forschungsanstalt für Milchwirtschaft
3097 Liebefeld-Bern

Eingereicht am 26. September 1990

Bei der Fabrikation von Halbhartkäse nach dem Typ Appenzellerkäse wurde das Kochsalz teilweise durch andere Salze wie Kaliumchlorid, Calciumchlorid und Magnesiumchlorid ersetzt. Dadurch gelang es, den Kochsalzgehalt im Käse zu senken. Die sensorische Analyse wie auch die Bestimmung der Käsekonsistenz zeigten jedoch, dass in Käse der teilweise Ersatz des Kochsalzes durch K-, Ca- oder Mg-Chlorid bei gewissen Parametern zu unbefriedigenden Resultaten führte. Bitterkeit und weichere Teige waren vorherrschend.

1. Einleitung

In den industrialisierten Ländern, auch in der Schweiz (7), liegt die mittlere Kochsalzzufuhr in der Regel bei 10–12 g pro Kopf und Tag. Da diese erhöhte Zufuhr als eine der Ursachen des Bluthochdrucks («essentielle Hypertonie») angesehen wird, fordern die Präventivmediziner eine Reduktion der Kochsalzaufnahme in der menschlichen Ernährung (1). Zu den Lebensmitteln, bei denen eine Kochsalzreduktion ins Auge gefasst wurde, zählt auch der Käse (18). Gewisse Sorten sind nämlich als natriumreich zu bezeichnen (16). In diesem Lebensmittel kommen dem Kochsalz verschiedene Aufgaben zu wie die Beeinflussung der Mikroorganismen, der Käseerzeugung, der Textur und des Geschmacks sowie die Aktivierung und Hemmung der Enzyme (6, 18).

Eine Reduktion des Kochsalzgehaltes ist beim Käse neben der noch nicht praktizierten Möglichkeit der Verwendung von Milchretentat (8) vorwiegend über zwei Verfahren möglich. Erstens kann bei der Fabrikation der Käse entweder kürzere Zeit im Salzbad behandelt werden oder dieses Salzbad bei gleicher Aufenthaltszeit eine geringere Kochsalzkonzentration aufweisen. Zweitens lässt sich das Kochsalz teilweise oder vollständig durch andere Salze ersetzen. Die erste Möglichkeit wurde bereits in einer vorangehenden Arbeit erwähnt. Doch zeigte sich, dass eine gewisse Menge an Kochsalz für die Herstellung von sensorisch befriedigendem Käse unentbehrlich ist (19). Das Natrium teilweise oder ganz durch andere Kationen wie Kalium, Calcium und Magnesium zu ersetzen, wurde bereits bei verschie-

denen Käsesorten versucht. Bei einem vollständigen Ersatz resultierten bei Cheddar extrem bittere und deshalb nicht akzeptable Käse (4). Aber auch ein teilweiser Ersatz des Natriums durch Kalium (11) wie auch durch Calcium oder Magnesium (4) führte bei dieser Käsesorte zu einer bitteren Note, nicht aber in letzterer Arbeit (4) durch Kalium. Ebenfalls zu einem bitteren Geschmack kamen Barth et al. (1) bei Edamer und Tilsiter sowie Delbeke et al. (2) und Martens et al. (13) bei Gouda, bei denen diese Autoren das Natrium durch Kalium und/oder Calcium ersetzten. Lefier et al. (10) haben zur Natriumreduktion von Comté ein Nebenprodukt der Meersalzgewinnung verwendet, das reich an Magnesiumchlorid war. Auch sie stellten in solcherart hergestellten Käsen eine gewisse Bitterkeit fest.

Neuerdings wird das Chlorid als blutdruckerhöhendes Agens angeschuldigt (9). Dieser Hinweis aus dem Jahre 1988, dass nicht so sehr das Natriumion, sondern vielmehr das Chloridion für die Entstehung der essentiellen Hypertonie verantwortlich zu machen ist, muss jedoch noch bestätigt werden. Die Möglichkeiten, bei der Käsefabrikation das Chlorid im Kochsalz zu ersetzen, sind jedoch beschränkt, wie beispielsweise Green (5) gezeigt hat. Die Verwendung von Natrium- und Kaliumphosphat beeinflusste nämlich beim Cheddar Aroma und Textur negativ. Die vorliegenden Untersuchungen hatten zum Ziel, abzuklären, welchen Einfluss ein teilweiser Ersatz des Kochsalzes durch Calcium-, Kalium- oder Magnesiumchlorid auf die Reifung von Halbhartkäse ausübt. Der Einsatz dieser Kationen kann durch ihre zum Natrium nahe Stellung im Periodensystem begründet werden. Ausserdem würde deren Verwendung auch zu einem höheren Gehalt an diesen Elementen im Käse führen, was aus ernährungsphysiologischer Sicht vorteilhaft wäre. Dies gilt vor allem für das Kalium und das Magnesium, weniger für das Calcium, da Käse bereits eine reiche Calciumquelle ist (17). Da Kalium in Käse in geringen Konzentrationen vorhanden ist und diesem Element eine blutdrucksenkende Wirkung zugeschrieben wird, wäre ein Ersatz des Natriums durch Kalium neben anderen Eigenschaften wünschenswert. Das gleiche lässt sich vom Magnesium aussagen, das für verschiedene en-

zymatische Reaktionen im Intermediärstoffwechsel eine Schlüsselrolle spielt und unter anderem stressabschirmend auf die Herzfunktionen wirkt (15).

2. Material und Methoden

Käseherstellung

Die Milch stammte von der Käseerzeugerschaft Uetligen. In der Modellkäserei wurde nach den üblichen Vorschriften ein Halbhartkäse vom Typ Appenzellerkäse hergestellt. Die Fabrikation erfolgte jeweils an drei Tagen in den Monaten April (Dürrfütterung) und Mai (Grünfütterung) 1988. Die Käseerzeugung betrug vier Monate.

Für das Salzbad wurde das üblicherweise in den Käsereien verwendete Speisesalz (Vereinigte Schweizerische Rheinsalinen, Schweizerhalle) als gesättigte Lösung eingesetzt. Das Kochsalz wurde im molaren Verhältnis von 1:1 (gleiche Ionenkonzentration) durch die Salze KCl, CaCl₂ und MgCl₂ (reinst, Lebensmittelqualität; Merck) ersetzt. Weitere Varianten enthielten NaCl und KCl im molaren Verhältnis von 3:1 sowie NaCl, KCl und MgCl₂ (2:1:1) (letzte nur in der Aprilfabrikation). In der Maiproduktion wurde anstelle der letzten Variante ein nicht im Handel erhältliches und von der Firma MSK, Vevey, zur Verfügung gestelltes Salz eingesetzt, dessen Zusammensetzung nicht bekannt ist. Analytisch konnte darin ein erhöhter Gehalt an Kalium und Glutaminsäure nachgewiesen werden. Die entsprechenden Käse werden im folgenden bezeichnet als NaCl normal (Kontrolle), Na-K 3:1, Na-K 1:1, Na-Ca 1:1, Na-Mg 1:1, Na-K-Mg 2:1:1 und MSK. Die Käse wurden nach dem Pressen während 24 Stunden im Salzbad behandelt. Im Verlaufe der Reifung wurde die Oberfläche der Käse mit den entsprechenden Salzlösungen geschmiert.

Analytische Bestimmungsmethoden

Die analytische Bestimmung erfolgte für Wasser, Fett, flüchtige Fettsäuren nach dem Schweizerischen Lebensmittelbuch (14), für Natriumchlorid nach der FIL-Methode Nr. 88 und für Calcium, Kalium und Magnesium mit Hilfe der Atomabsorption (unveröffentlichte Methoden). Die rheologischen Eigenschaften wurden nach Eberhard (3) bestimmt. Die sensorische

Analyse wurde mit dem institutseigenen Panel von 10 geschulten Personen durchgeführt. Es wurden die Salzigkeit, die Textur und der Geschmack verbal bewertet.

Statistik

Die statistische Analyse wurde mit Hilfe des U-Testes nach Mann-Whitney (robuster Rangnummernvergleich) durchgeführt. Signifikante Unterschiede im Vergleich zur Normalfabrikation werden bei $p < 5\%$ angegeben.

3. Ergebnisse und Diskussion

Die Käse, die in der Dürre- und Grünfütterungsperiode hergestellt wurden, unterschieden sich aufgrund der statistischen Analyse in den untersuchten Parametern nicht. Sie wurden deshalb im folgenden zu einer Gruppe zusammengefasst.

Käsezusammensetzung

Die grobchemische Zusammensetzung der mit verschiedenen Kochsalzsubstituten hergestellten Käsen ist in Tabelle 1 zusammengestellt. Im Vergleich zur Kontrolle enthielten die Versuchskäse durchwegs einen höheren Wassergehalt. Entsprechend war der Fettgehalt tiefer. Dies wurde bereits in der Mitteilung über den Vergleich von normalfabrizierten und ohne Kochsalz hergestellten Käsen festgestellt (19). Obwohl die Salzblätter gleiche Molaritäten aufwiesen, war die entwässernde Wirkung der Salze unterschiedlich.

Mineralstoffgehalte

Die teilweise Substitution des Natriums durch andere Kationen veränderte die Mineralstoffanteile (Tabelle 2). So konnte gegenüber der Kontrolle in allen Fällen eine bedeutende Reduktion des Natriumgehaltes erreicht werden, die am ausgeprägtesten bei der Verwendung des MSK-Salzes war. Der Einsatz der Kalium- und Magnesiumsalze erhöhte deutlich die Kalium- und Magnesiumkonzentration im Käse, in geringerem Masse traf dies auch für den Calciumgehalt des Käses nach der Verwendung von Calciumchlorid zu.

Flüchtige Fettsäuren

Die Konzentration der gesamten flüchtigen Fettsäuren war in den Käsen, bei denen das Natrium teilweise ersetzt wurde, mit Ausnahme der Variante mit Calciumchlorid erhöht. Die Unterschiede waren jedoch mit Ausnahme der Varianten Na-K-Mg und MSK statistisch nicht signifikant (Tabelle 3). Unter den verschiedenen Salzkombinationen stach das MSK-Salz mit einem stark erhöhten Gehalt an Propion- und Essigsäure hervor. Auffallend ist auch der hohe Gehalt an n-Butter-

Tabelle 1 **Grobchemische Zusammensetzung von reifem Halbhartkäse nach teilweisem Ersatz des Kochsalzes durch andere Salze (g/kg)**

Salz	N	Wasser		Fett		FIT		Asche	
		$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD
Kontrolle	6	355	9,0	312	5,2	483	3,5	39,8	2,6
Na-K 3:1	6	371	7,5*	303	5,3*	482	5,5	39,9	2,5
Na-K 1:1	6	377	9,8*	299	7,3*	479	9,4	41,7	2,9
Na-Ca 1:1	6	384	12,5*	297	8,3*	482	5,9	35,7	3,4*
Na-Mg 1:1	6	373	9,4*	303	8,1*	484	10,4	34,8	0,9*
Na-K-Mg 2:1:1	3	391	13,9*	296	7,9*	486	7,7	38,7	2,7
MSK	3	385	13,8*	296	14,6*	482	13,1	33,6	1,2*

* signifikant verschieden von der Kontrolle

Tabelle 2 **Mineralstoffgehalte in reifem Halbhartkäse nach teilweisem Ersatz des Kochsalzes durch andere Salze (mol/kg)**

	Chlorid		Natrium		Kalium		Calcium		Magnesium	
	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD
Kontrolle	11,0	2,3	305	74	23,7	1,2	234	10	12,8	0,4
Na-K 3:1	10,2	1,8	225	32*	104,0	14,8*	237	7	12,3	0,2*
Na-K 1:1	11,4	2,2	175	25*	182,0	27,7*	226	16	12,1	0,6*
Na-Ca 1:1	10,4	2,8	158	37*	24,8	2,8	266	18*	14,0	0,6*
Na-Mg 1:1	9,8	1,5	156	20*	27,3	2,9	235	10	58,5	9,8*
Na-K-Mg 2:1:1	12,6	1,5	197	18*	102,0	6,6*	216	22	47,0	6,1*
MSK	7,7	0,5*	133	15*	109,0	23,6*	219	9*	11,9	0,3*

* signifikant verschieden von der Kontrolle

Anzahl Proben: siehe Tabelle 1

Tabelle 3 **Gehalt an flüchtigen Fettsäuren in reifem Halbhartkäse nach teilweisem Ersatz des Kochsalzes durch andere Salze (mmol/kg)**

	Total fl. Fs.		Ameisens.		Essigs.		Propions.		iso-B.	n-B.	n-C.
	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$
Kontrolle	28,4	7,7	4,0	1,2	17,4	4,9	2,8	1,1	0,5	2,6	0,7
Na-K 3:1	32,4	3,3	3,9	0,6	19,0	5,4	5,1	2,0*	0,2	3,3	0,6
Na-K 1:1	35,3	5,8	3,8	0,6	21,2	3,4	4,9	1,8*	0,6	3,2	0,8
Na-Ca 1:1	28,1	10,3	3,8	0,3	15,7	6,9	6,5	3,6*	0,3	1,1	0,1
Na-Mg 1:1	32,1	6,0	3,4	0,9	17,5	4,9	9,3	3,0*	0,3	0,9	0,2
Na-K-Mg 2:1:1	41,9	7,3*	3,9	0,9	18,5	12,7	7,9	0,9*	0,8	8,2	2,0
MSK	44,0	6,0*	3,5	0,4	25,1	1,5*	12,0	1,5*	1,6	1,0	nn

* signifikant verschieden von der Kontrolle

iso-B. = iso-Buttersäure; n-B. = n-Buttersäure; n-C. = n-Caprinsäure; nn = nicht nachweisbar
Anzahl Proben: siehe Tabelle 1

säure bei der Variante Na-K-Mg, die mit einem im Vergleich zu den anderen Varianten erhöhten Gehalt an n-Caprinsäure einhergeht, was möglicherweise auf eine MilCHFetthydrolyse hinweist. Nach Fitzgerald und Buckley (4) war die Konzentration an freien Fettsäuren in den mit CaCl_2 oder MgCl_2 gesalzenen Cheddar am höchsten, gefolgt von der Variante KCl und $\text{CaCl}_2\text{-NaCl}$, während sich die Varianten $\text{MgCl}_2\text{-NaCl}$ und KCl-NaCl von der Kontrolle nicht unterschieden.

Einfluss auf die Textur

Die Textur des Käses ist ein wichtiges Qualitätsmerkmal (3). Zu deren Beschreibung werden wie in der vorangehenden Arbeit (19) die penetrometrisch bestimmte Eindringtiefe, die Deformation beim Bruch, die Kraft beim Stauchbruch und die Druckspannung herangezogen. Der teilweise Ersatz des Natriums durch andere Kationen wirkte sich aufgrund der veränderten Zusammensetzung auch auf die Textur aus, wobei sich alle Varianten

gegenüber der Kontrolle statistisch signifikant unterschieden (Tabelle 4). Dabei zeigte sich bei den verschiedenen Varianten eine deutliche Tendenz zu einem weichen Teig, wahrscheinlich als Folge des höheren Wassergehaltes. Diese Befunde weisen in die gleiche Richtung wie beim Cheddar. Käse, mit CaCl_2 oder MgCl_2 allein gesalzen, wiesen die tiefsten Werte für Härte, Schnitffestigkeit und Teigfestigkeit sowie einen sehr kurzen Teig auf, während sich die Varianten dieser Salze mit NaCl wie KCl alleine oder in Kombination mit NaCl nicht allzu stark oder praktisch nicht von der Kontrolle unterschieden (4).

Sensorik

Die sensorische Analyse der in die Untersuchung einbezogenen Käse bestätigte die in der Literatur beschriebenen Abweichungen (Tabelle 5). Beim Geschmack musste mehrheitlich eine bittere Note festgestellt werden. In Bezug auf die Salzigkeit waren die Unterschiede zu normal

hergestelltem Käse wie bei der Textur nicht allzu gross. Lefier et al. (10) stellten in Comté, der mit unterschiedlichen Mengen an Magnesiumchlorid gesalzen wurde, im Vergleich zu normal fabriziertem Käse eine geringere Salzigkeit, eine stärkere Bitterkeit, eine geringere Aromaintensität und eine vergleichbare Härte fest. Die Käse, die mit einer Magnesiumchloridlösung von 600 g/l gesalzen wurden, waren weniger bitter, weniger fest, etwas stärker fruchtig als diejenigen in einer Magnesiumchloridlösung von 800 g/l behandelten Käse; die Salzigkeit dieser beiden Varianten war vergleichbar. Auch der Geschmack von Gouda, die in einem Salzbad von 2% NaCl + 6% KCl + 1,5% CaCl₂ (geringer Natrium-Gehalt) oder in einer solchen mit 20% Molke + 6,3% KCl + 1,5% CaCl₂ (sehr geringer NaCl-Gehalt) behandelt wurden, musste als ein wenig unrein und bitter beurteilt werden. In den letzteren waren die Fehler ausgeprägter und häufiger feststellbar (2). Cheddar, mit CaCl₂-NaCl oder MgCl₂-NaCl gesalzen, wiesen ein bitteres, metallisches Aroma und eine flockige, krümelige und fettige Textur auf; dagegen unterschieden sich die Varianten mit KCl-NaCl nicht von den Kontrollen (4).

4. Schlussfolgerung

Das durch Kochsalz erzielte Geschmacksprofil wird mit anderen Salzen nicht erreicht. So werden die Varianten Kalium-

chlorid als extrem bitter, die Varianten Calcium- und Magnesiumchlorid als stark bitter empfunden (12). Deshalb schlugen auch die Bemühungen, bei der Käsefabrikation das Natrium im Kochsalz vollständig durch andere Kationen wie Kalium, Calcium und Magnesium zu ersetzen, aus sensorischen Gründen fehl (4). Aus diesen Gründen wurde in dieser Untersuchung nur ein teilweiser Ersatz vorgenommen. Denn ein solcher scheint eine mögliche Alternative zu sein. Doch ist auch dieses Vorgehen nur beschränkt anwendbar und wirkt sich auf verschiedene Parameter aus. Die hier vorliegenden Resultate in Halbhartkäse bestätigen die bei andern Käsen gemachte Feststellung einer bitteren Note im reifen Käse beim Ersatz von Kochsalz.

Bevor an einen teilweisen Ersatz des Kochsalzes in der Käsefabrikation zu denken ist, sind weitere Untersuchungen erforderlich. Dabei sollte abgeklärt werden, ob Probleme mit der Nachgärung auftreten könnten und wie sich mit anderen Salzmischungen der bittere Geschmack reduzieren lässt. Das stärkere Vorkommen der Propionsäure weist bereits auf ein erhöhtes Nachgärungsrisiko hin (20).

Dank

Wir danken allen Mitarbeitern, die zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben. Herr O. Wolf, Vevey, stellte uns das MSK-Salz zur Verfügung.

Tabelle 4 Einfluss des teilweisen Ersatzes von Kochsalz durch andere Salze auf die Konsistenz von reifem Halbhartkäse

Salzkombinationen	Eindringtiefe		Deformation beim Bruch		Kraft beim Stauchbruch		Druckspannung	
	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD
Kontrolle	5,7	0,5	51,9	1,3	42,2	2,8	24,0	1,8
Na-K 3:1	7,8	0,6*	53,6	1,6*	34,9	3,8*	18,6	1,8*
Na-K 1:1	8,0	1,1*	53,0	0,7*	33,8	3,2*	16,2	5,2*
Na-Ca 1:1	10,4	0,6*	60,0	2,0*	35,3	4,8*	13,1	2,4*
Na-Mg 1:1	9,2	1,4*	60,3	2,1*	35,7	2,7*	13,6	1,2*
Na-K-Mg 2:1:1	9,7	0,8*	60,9	2,2*	35,7	2,0*	13,1	1,5*
MSK	11,6	0,9*	60,5	2,9*	27,3	1,4*	10,2	1,2*

* signifikant verschieden zur Kontrolle

Anzahl Proben: siehe Tabelle 1

Tabelle 5 Resultate der sensorischen Analyse

	Salzigkeit	Textur	Geschmack
Kontrolle	normal	leicht hart	leicht sauer
Na-K 3:1	normal bis leicht salzig	normal	bitter, Nachgeschmack
Na-K 1:1	normal bis leicht salzig	normal	bitter
Na-Ca 1:1	leicht salzig bis sehr salzig	normal bis hart	bitter, Abgeschmack
Na-Mg 1:1	normal bis leicht fad	normal	fad, leer
Na-K-Mg 2:1:1	normal bis salzig	normal	bitter
MSK	normal	weich bis normal	Fremdgeschmack, leicht bitter

5. Literatur

- 1 BARTH, C., KRUSCH, U., MEISEL, H., PROKOPEK, D., SCHLIMME, E., DE VRESE, M.: Möglichkeiten und Grenzen der Reduzierung des Kochsalzgehaltes in Schnittkäse. Kieler Milchwirt. Forschungsber. **41**, 105-136 (1989)
- 2 DELBEKE, R., PAELINCK, H., MARTENS, R.: La fabrication de fromage du type Gouda à faible teneur en matière grasse et à faible teneur en matière grasse et en sodium. Revue Agric. **35**, 2717-2735 (1982)
- 3 EBERHARD, P. P.: Rheologische Eigenschaften ausgewählter Käsesorten. Diss. ETH Nr. 7836 (1985)
- 4 FITZGERALD, E., BUCKLEY, J.: Effect of total and partial substitution of sodium chloride on the quality of Cheddar cheese. J. Dairy Sci. **68**, 3127-3134 (1985)
- 5 GREEN, M. L.: Effect of replacing part of the sodium chloride in Cheddar cheese by sodium or potassium phosphates on ripening, flavour and texture. J. Dairy Res. **53**, 329-332 (1986)
- 6 GUINEE, T. P., FOX, P. F.: Salt in cheese: physical, chemical and biological aspects. In FOX, P. F.: Chemistry, physics and microbiology. Vol. 1. General aspects. Elsevier Applied Science, London-New York (1987) 251-295
- 7 KIEFFER, F., SIEBER, R.: Angenährter Verzehr an Mineralstoffen und Spurenelementen. In STÄHELIN, H. B., LÜTHY, J., CASABIANCA, A., MONNIER, N., MÜLLER, H. R., SCHUTZ, Y., SIEBER, R.: Dritter Schweizerischer Ernährungsbericht, im Druck
- 8 KOSIKOWSKI, F. V.: Low sodium Cheddar cheeses through whole milk retentate supplementation. J. Dairy Sci. **66**, 2494-2500 (1983)
- 9 KURTZ, T. W., AL-BANDER, H. A., MORRIS, R. C.: «Salt-sensitive» essential hypertension in men: is the sodium ion alone important? N. Eng. J. Med. **317**, 1043-1048 (1987)
- 10 LEFIER, D., GRAPPIN, R., GROSCLAUDE, G., CURTAT, G.: Qualité gustative et nutritionnelle des gruyères hyposodés. Lait **67**, 451-464 (1987)
- 11 LINDSAY, R. C., HARGETT, S. M., BUSH, C. S.: Effect of sodium/potassium (1:1) chloride and low sodium chloride concentration on quality of Cheddar cheese. J. Dairy Sci. **65**, 360-370 (1982)
- 12 LYNCH, N. M.: In search of the salty taste. Food Technol. **41**, 82-86 (11) (1987)

- 13 MARTENS, R., VANDERPOORTEN, R., NAUDTS, M.: Fabrication, composition et propriétés du fromage Gouda à teneur réduite en sodium. *Revue Agric.* **29**, 681-698 (1976)
- 14 NN: Schweizerisches Lebensmittelbuch Band 2, Kap. 5, 5. Aufl., Eidg. Drucksachen- und Materialzentrale, Bern (1967)
- 15 SHILS, M.E.: Magnesium. in *Nutrition Reviews' Present Knowledge in Nutrition*. Fifth edition. Nutrition Foundation, Washington (1984) 420-438
- 16 SIEBER, R., COLLOMB, M., STEIGER, G.: Natrium- und Kochsalzgehalt von Milch und Milchprodukten, im besonderen in Käse. *Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg.* **78**, 106-132 (1987)
- 17 SIEBER, R., COLLOMB, M., LAVANCHY, P., STEIGER, G.: Beitrag zur Kenntnis der Zusammensetzung schweizerischer konsumreifer Emmentaler, Greyerzer, Sbrinz, Appenzeller und Tilsiter. *Schweiz. Milchwirt. Forschung* **17**, 9-16 (1988)
- 18 SIEBER, R., RÜEGG, M.: Zur Frage einer Kochsalzreduktion in Lebensmitteln, dargestellt am Beispiel des Käses. *Lebensm. Technol.* **21**, 9-11, 34-44 (1988)
- 19 SIEBER, R., SCHÄR, H.: Einfluss einer Kochsalzreduktion auf chemische und sensorische Eigenschaften sowie die Textur bei Halbhartkäse. *Schweiz. Milchwirt. Forsch.* **19**, 74-77 (1990)
- 20 STEFFEN, C., GLÄTTLI, H., STEIGER, G., FLÜCKIGER, E., BÜHLMANN, C., LAVANCHY, P., NICK, B., SCHNIDER, J., RENTSCH, F.: Vergleichende Untersuchungen von Appenzellerkäsen mit und ohne Nachgärung (bakteriologische, biochemische, chemische und rheologische Analysen). *Schweiz. Milchwirt. Forschung* **10**, 51-58 (1981)

Résumé

R. SIEBER et H. SCHÄR:

Substitution partielle du chlorure de sodium par des chlorures de potassium, de calcium et de magnésium dans les fromages à pâte mi-dure

Schweiz. Milchw. Forschung **19** (4), 78-81 (1990)

Dans le but de réduire la teneur en sel de cuisine, celui-ci a été partiellement rem-

placé par d'autres sels tels que les chlorures de potassium, de calcium et de magnésium dans des fromages à pâte mi-dure du type appenzellois. Tant l'analyse sensorielle que les mesures de la consistance des fromages ont montré que les résultats de cette substitution étaient en partie insuffisants. Les fromages présentaient, en particulier, un goût amer et une pâte trop fine.

Summary

R. SIEBER and H. SCHÄR:

Partial substitution of sodium chloride by potassium, calcium or magnesium chloride in semi-hard cheese

Schweiz. Milchw. Forschung **19** (4), 78-81 (1990)

To reduce the sodium chloride content, it has been partly replaced by other salts such as potassium, calcium and magnesium chloride in semi-hard cheese of the Appenzell type. The sensoric analysis as well as the measurement of the cheese consistency however showed partially insufficient results. The taste of the cheese was bitter and the cheese body too soft.