

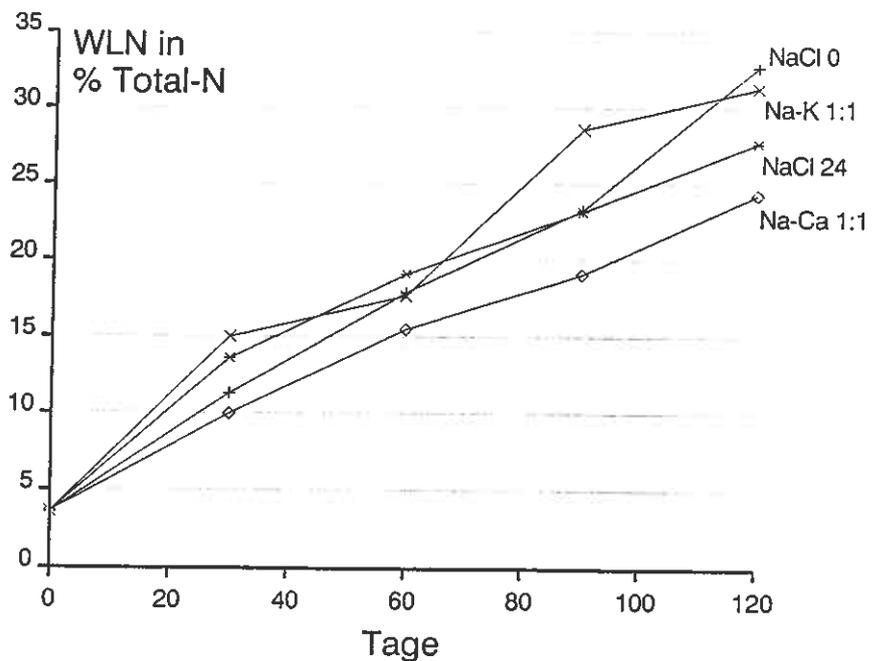


April 1991/225 PW

Forschungsanstalt  
für Milchwirtschaft  
CH-3097 Liebefeld

## Einfluss einer Reduktion und eines teilweisen Ersatzes von Kochsalz auf die Proteolyse bei Halbhartkäse

R. Sieber, J.O. Bosset und P. Bican





# Einfluss einer Reduktion und eines teilweisen Ersatzes von Kochsalz auf die Proteolyse bei Halbhartkäse

R. SIEBER, J. O. BOSSET und P. BICAN  
Eidg. Forschungsanstalt für Milchwirtschaft  
3097 Liebefeld-Bern

Eingereicht am 7. 1. 1991

Halbhartkäse vom Typ Appenzellerkäse wurden unterschiedlich lange im Salzbad behandelt (24, 12 und 0 Std.) oder das Natriumchlorid teilweise durch andere Salze wie Kalium-, Calcium-, Magnesiumchlorid ersetzt. Es wurde der Einfluss dieser Massnahmen auf verschiedene analytische Parameter der Proteolyse wie der Gehalt an Stickstofffraktionen, freien Aminosäuren und biogenen Aminen studiert. Die verschiedenen Herstellungsverfahren unterscheiden sich in einzelnen Punkten voneinander. Im allgemeinen erhöhte sich bei vermindertem Natriumchloridgehalt die Proteolyse.

## 1. Einleitung

Die Proteolyse, die bei der Käseherstellung und -reifung eine wichtige Rolle spielt (7), kann durch verschiedene physikalische und chemische Faktoren wie pH-Wert, Temperatur, Wasseraktivität, Ionenstärke und Kochsalz beeinflusst werden. Einige Autoren haben bei einer Erniedrigung des Kochsalzgehaltes oder beim Ersatz des Natriums durch andere Elemente keinen oder nur einen geringen Einfluss auf die Proteolyse festgestellt (1, 11). Andere haben dagegen bei einer Reduktion des Kochsalzgehaltes eine erhöhte Proteolyse beobachtet (5, 6, 9, 14, 18, 19). Thakur et al. (18) haben beispielsweise im Verlaufe der Reifung von ungesalzenem Cheddar ein stärkeres Ansteigen des wasserlöslichen Stickstoffgehaltes beobachtet als im gesalzene Käse. Auch bei

der Proteolyse von Caseinen wurde der Einfluss des Kochsalzes festgestellt (8, 13).  $\beta$ -Casein unterliegt einer leicht erhöhten Proteolyse, wenn der Salzgehalt reduziert war,  $\alpha_s$ -Casein dagegen nicht (8).

Über den Einfluss einer verminderten Kochsalzbehandlung wie auch eines teilweisen Ersatzes des Kochsalzes durch andere Salze auf verschiedene chemische, sensorische und rheologische Messgrössen von Halbhartkäse wurde bereits in zwei Mitteilungen berichtet (15, 16). Diese Vorgehensweise hat auch Auswirkungen auf einige für die Proteolyse charakteristische Parameter, die im folgenden beschrieben werden.

## 2. Material und Methoden

### Käseherstellung

Die Fabrikation des Halbhartkäses vom Typ Appenzellerkäse wurde bereits beschrieben (15). Die traditionell hergestellten Käselaike wurden in verschiedenen Salzbadern aufbewahrt (Tab. 1) und im Verlaufe der Käsereifung mit den entsprechenden Salzlösungen gepflegt. Die Käse wurden nach einer Reifungszeit von vier Monaten analytisch untersucht.

### Bestimmungsmethoden

#### Stickstofffraktionen und -haltige Komponenten

Die Bestimmung des Gesamtstickstoffs (TN), des wasserlöslichen Stickstoffs

(WLN) und des Nicht-Protein-Stickstoffs (NPN) erfolgte nach Collomb et al. (4), diejenige des phosphorwolframlöslichen Stickstoffs nach Stadhouders (17). Die biogenen Amine wurden mit Hilfe einer neuen RP-HPLC-Methode nach Bütikofer et al. (3) bestimmt, die freien Aminosäuren mit Hilfe der klassischen Ionenaustausch-Chromatographie.

### Andere chemische Bestimmungen

Die anderen chemischen Analysenmethoden wurden bereits beschrieben (15).

### Polyacrylamid-Gelelektrophorese

2 g Käse wurden in 25 ml einer 30 mmol/l Tris-hydroxymethyl-aminomethan-, 190 mmol/l Glycin- und 5 mol/l Harnstoff-Pufferlösung (pH 8,3) bei 4 °C in einem Polytren-Kinematica-Gerät homogenisiert. Die Suspension wurde 30 min bei 9900 x g zentrifugiert, die schwimmende Fettschicht beseitigt, der Überstand aufgenommen und filtriert (Schleicher Schuell Nr. 595 1/2-Filter). Die so erhaltenen Käseextrakte wurden bei -20 °C aufbewahrt. Ihr Proteingehalt wurde nach Peterson (12) bestimmt, damit gleiche Proteinmengen für die elektrophoretische Auftrennung aufgetragen werden können. Die Ausführung der Elektrophorese wurde bereits an anderer Stelle beschrieben (2). Die Elektrophoregramme wurden mit Hilfe eines Ultrascan-Laser-Densitometers (LKB) ausgewertet. Um die reifungsbedingten Umwandlungen der  $\alpha_{s1}$ - und  $\beta$ -Caseine teilweise quantitativ zu erfassen, wurde nur die Intensität dieser unhydrolysierten Fraktionen berücksichtigt und im folgenden als  $\alpha$ - und  $\beta$ -Wert bezeichnet.

### Statistische Methoden

Die statistische Analyse der Daten erfolgte mit dem U-Test nach Mann-Whitney (robuster Rangnummernvergleich) und bei geringer Probenzahl mit dem t-Test (Mittelwertvergleich). Signifikante Unterschiede werden bei  $p < 0,05$  % im Vergleich zur Normalfabrikation angegeben.

## 3. Resultate und Diskussion

### Proteinfraktionen

Die Zusammensetzung der Proteinfraktionen von konsumreifem Käse (120 Tage) ist in Tab. 2 zusammengestellt. Die meisten Varianten zeigten im Vergleich zur

Tabelle 1 Salzbehandlung der Käse

Variante Nr.	Zusammensetzung <sup>1</sup> der Salzbadern und der Salzwasserlösung (bei der Reifung)	Aufbewahrungszeit im Salzbad (Std.)	Lieferant
1	Leitungswasser gesättigt mit iodiertem NaCl (3,76 mol/l)	24	Vereinigte Schweiz. Rhein-salinen
2	dito	12	
3	nur Leitungswasser		Wassernetz
4	Leitungswasser mit jeweils 3,76 mol/l:		KCl, CaCl <sub>2</sub>
5	NaCl+KCl (3:1)	24	MgCl <sub>2</sub>
6	NaCl+KCl (1:1)	24	reinst,
7	NaCl+CaCl <sub>2</sub> (1:1)	24	Lebensmittel-
8a <sup>3</sup>	NaCl+MgCl <sub>2</sub> (1:1)	24	qualität
	NaCl+KCl+MgCl <sub>2</sub> (2:1:1)	24	Merck
8b <sup>4</sup>	MSK-Salzmischung	24	Fa. MSK, Vevey

<sup>1</sup> molare Verhältnisse der angegebenen Salze

<sup>2</sup> Standardbedingungen als Referenz (Kontrolle)

<sup>3</sup> nur für die Aprilfabrikation

<sup>4</sup> nur für die Maiabfabrikation; kommerziell nicht erhältlich; unbekannte Zusammensetzung (neben einem niedrigen Natriumgehalt wurden auch Kalium und Glutaminsäure nachgewiesen)

Kontrolle (NaCl 24 Std.) einen tieferen Gehalt an Total-N (TN) auf. Bezogen auf die Trockenmasse wies der TN-Gehalt bei den verschiedenen Varianten keine statistisch signifikanten Unterschiede auf. Beim wasserlöslichen N (WLN, ausgedrückt in % TN), beim Nicht-Protein-N (NPN, ausgedrückt in % WLN) und beim phosphorwolframlöslichen N konnten in einzelnen Fällen Unterschiede beobachtet werden.

Zu ähnlichen Resultaten kamen Thakur et al. (18), die in ungesalzenem Käse einen tieferen Total-N und einen höheren Gehalt an wasserlöslichem N feststellten. Sie führten dies auf eine stärkere bakteriologische Aktivität, bedingt durch den höheren Wassergehalt und die Abwesenheit der bakteriostatischen Wirkung des Kochsalzes, zurück. Fitzgerald und Buckley (6) haben bei ihren Versuchen an Cheddar, in denen sie das Natriumion ganz oder teilweise durch Calcium-, Kalium- oder Magnesiumionen ersetzten, einen deutlichen Einfluss auf die Proteolyse festgestellt. Dabei schwankte der Anteil an wasserlöslichem Stickstoff zwischen 240 (nur beim Kochsalz) und 404 g/kg (nur beim Magnesiumchlorid).

Im Verlaufe der Reifung nahmen bei allen Varianten WLN und NPN deutlich zu (Tab. 3). Verglichen mit der Kontrolle bildete sich mehr WLN bei den Varianten ohne NaCl, Na-K 1:1 und Na-K-Ca 2:1:1, jedoch bei Na-Ca 1:1 deutlich weniger. Bei letzterer Variante war dagegen der NPN deutlich erhöht.

### Polycrylamid-Gelelektrophorese

In Abbildung 1 sind als Beispiel die elektrophoretischen Auftrennungen der Caseine von Käse, der ohne Kochsalz fabriziert wurde, im Verlaufe der Reifung dargestellt. Es ist ersichtlich, dass, verglichen mit der Probe vom 1. Tag, deutliche Veränderungen im Caseinspektrum der  $\alpha$ - und  $\beta$ -Caseinfraktionen entstanden sind. Zwischen den verschiedenen Varianten ließen sich jedoch von Auge keine Unterschiede feststellen. Die densitometrische Auswertung der Elektrophoregramme vom 30., 60., 90. und 120. Tage, die in Tab. 4 wiedergegeben wurden, zeigten einige Unterschiede auf. Im Verlaufe der Reifung nahmen die  $\alpha$ - und  $\beta$ -Caseinfraktionen kontinuierlich ab, wobei durch die Wirkung von Plasmin und anderer proteolytischer Enzyme das  $\beta$ -Casein in  $\gamma$ -Casein und Proteose-Pepton-Fractionen umgewandelt wird. Diese Umwandlung spiegelte sich in einem Anstieg des WLN wider (Tab. 2). Lag das Verhältnis von  $\alpha$  zu  $\beta$  bei der einen Tag alten Probe noch bei 1,2, fiel es im Verlaufe der Reifung bei der Variante: NaCl 24 Std. auf 0,9, bei der Mehrzahl der anderen Varianten auf unter 0,8 und erreichte bei der Variante: NaCl 0

Std. und NaCl-KCl-MgCl<sub>2</sub> 0,6 und bei NaCl-CaCl<sub>2</sub> beinahe 0,5 (Tab. 4).

In Cheddar wurde die Proteolyse von  $\alpha$ <sub>s1</sub>- und  $\beta$ -Casein durch die Kochsalzkonzentration beeinflusst (19). So verblieben, gemessen durch Densitometrie von Elektrophoresegelelen, in einem einen Monat alten Käse bei einem auf den Wassergehalt bezogenen Salzgehalt (salt-in-moisture, S/M) von 40 g/kg ungefähr 5%  $\alpha$ <sub>s1</sub>- und 50% des  $\beta$ -Caseins unhydrolysiert. Bei steigender Kochsalzkonzentration (6% S/M) waren es 30 und 80%, während es

bei 8% S/M für das  $\alpha$ <sub>s1</sub>-Casein gar 60% und für das  $\beta$ -Casein 95% waren.

### Freie Aminosäuren und biogene Amine

Bei der Proteolyse entstehen freie Aminosäuren, aus denen sich dann im Verlaufe der Reifung biogene Amine bilden können. Da die Bestimmungen dieser Substanzen zeitaufwendig sind, wurden bei den Varianten 1–7 nur je zwei Proben untersucht. Die Resultate sind in Tabelle 5 zusammengestellt. Es zeigten sich in einzelnen Varianten beim Asparagin, bei der Glutaminsäure, beim Glutamin, Valin und

Tabelle 2 Gehalt an Proteinfractionen von reifem Käse (120 Tage alt) nach unterschiedlicher Kochsalzbehandlung (Mittelwerte und Standardabweichungen)

Probe	Anzahl Proben	TN mol/kg		TN mol/kg TS		WLN mol/kg		NPN mol/kg		Pwolfrl.N mol/kg	
		$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD
NaCl 24 Std.	6	3,08	0,07	4,78	0,11	0,85	0,08	0,51	0,03	0,26	0,015
NaCl 12 Std.	6	3,08	0,05	4,77	0,08	0,84	0,05	0,51	0,01	0,26	0,009
ohne NaCl	6	3,03	0,05	4,93	0,08	0,99	0,13*	0,55	0,05*	0,24	0,015*
Na-K 3:1	6	3,01	0,07	4,79	0,11	0,88	0,07	0,50	0,03	0,25	0,018
Na-K 1:1	6	2,97	0,08*	4,77	0,13	0,93	0,11	0,51	0,05	0,25	0,012
Na-Ca 1:1	6	3,00	0,05*	4,87	0,08	0,73	0,05*	0,52	0,02*	0,23	0,012*
Na-Mg 1:1	6	3,04	0,08	4,85	0,13	0,82	0,08	0,51	0,02*	0,24	0,012*
Na-K-Mg 2:1:1	3	2,91	0,06*	4,78	0,10	1,01	0,10*	0,53	0,03*	0,23	0,017*
MSK	3	3,04	0,04	4,94	0,07	0,98	0,15	0,56	0,08	0,26	0,012

\* statistisch signifikant verschieden (U-Test) von der Kontrolle (NaCl 24 Std.)

TN = Total-Stickstoff

WLN = wasserlöslicher Stickstoff

Pwolfrl. N = phosphorwolframlöslicher Stickstoff

NPN = Nicht-Protein-Stickstoff

Tabelle 3 Veränderungen des WLN und NPN im Verlaufe der Käseerzeugung nach unterschiedlicher Kochsalzbehandlung

Variante	WLN (in % TN)					NPN (in % WLN)				
	1 d	30 d	60 d	90 d	120 d	1 d	30 d	60 d	90 d	120 d
Probe Tag 1	3,6					36,4				
NaCl 24 Std.		13,6	19,1	23,2	27,7		47,1	51,2	55,1	59,6
NaCl 12 Std.		13,0	18,6	22,8	27,3		47,5	54,8	55,8	60,3
ohne NaCl		11,3	17,9	23,3	32,7*		57,4	57,6	58,7	55,9
Na-K 3:1		13,7	20,5	27,1	29,2		45,3	49,5	48,5	57,0
Na-K 1:1		15,0	17,7	28,6	31,3*		40,9	57,7	47,1	55,3*
Na-Ca 1:1		10,0	15,5	19,1	24,3*		64,4	66,4	69,3	71,5*
Na-Mg 1:1		11,5	16,9	21,5	26,9		53,7	59,2	59,9	62,8
Na-K-Mg 2:1:1		13,0	21,0	24,8	34,8*		46,2	50,0	52,8	52,6*
MSK		11,7	20,2	32,3	32,3		54,3	50,8	42,7	57,2

\* statistisch signifikant verschieden (U-Test) von der Kontrolle (NaCl 24 Std.)

Anzahl Proben: für Tag 30, 60 und 90 je 2, für Tag 120 je 6 (Ausnahmen: Na-K-Mg und MSK je 3)  
d = Reifungstage

Tabelle 4 Densitometrische Auswertung der PAG-Elektrophoregramme von Käsen mit unterschiedlicher Kochsalzbehandlung im Verlaufe der Reifung (rel. %; N = 2; Mischproben von drei Produktionstagen)

Variante	$\alpha$ -Wert				$\beta$ -Wert				$\alpha/\beta$ bei 120 d
	30 d	60 d	90 d	120 d	30 d	60 d	90 d	120 d	
NaCl 24 Std.	31,0	23,8	20,5	18,3	31,4	30,8	23,8	19,8	0,92
NaCl 12 Std.	31,4	21,9	19,2	16,8	32,3	31,0	23,6	22,9	0,73
ohne NaCl	29,3	20,0	13,6	12,3	31,2	27,7	22,5	20,3	0,61
NaCl-KCl 3:1	32,9	22,2	17,6	15,1	34,2	27,0	23,5	20,8	0,73
NaCl-KCl 1:1	31,7	20,1	17,2	15,6	32,2	32,5	24,8	20,0	0,78
NaCl-CaCl <sub>2</sub> 1:1	30,9	26,7	15,5	12,6	32,6	27,4	25,1	24,9	0,51
NaCl-MgCl <sub>2</sub> 1:1	30,1	21,8	17,2	13,7	30,3	32,1	25,5	21,7	0,63
NaCl-KCl-MgCl <sub>2</sub> 2:1:1	33,5	21,7	17,2	17,2	31,9	26,3	20,3	24,0	0,72
MSK-Salz	31,9	22,3	18,8	13,7	31,8	31,6	26,2	18,4	0,74
Vergleichsprobe*	44,3*				36,6*				1,21*

\* Käse 1 Tag alt

Tabelle 5 Gehalt an freien Aminosäuren von vier Monate altem Halbhartkäse nach unterschiedlicher Kochsalzbehandlung (N = 2, mmol/kg)

Aminosäure	NaCl 24 Std.	NaCl 12 Std.	NaCl ohne	Na-K 3:1	Na-K 1:1	Na-Ca 1:1	Na-Mg 1:1
Asparaginsäure	2,5	3,6	2,1	3,5	3,6	2,6	3,0
Threonin	4,0	5,7	4,2	5,5	5,3	4,7	4,5
Serin	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,3	0,4
Asparagin	7,8	7,6	5,6*	7,2*	6,9	6,4	6,2*
Glutaminsäure	28,7	28,2	26,9	28,2	29,4	21,1*	24,0
Glutamin	4,1	3,8*	3,2*	3,8*	3,8	4,0	3,4*
Prolin	20,3	18,2	11,6	17,9	19,1	12,8	13,1
Glycin	6,4	6,0	5,3	6,1	6,2	4,9	5,2
Alanin	6,2	5,9	7,6	5,9	5,8	5,1	5,5
Valin	15,1	14,7	13,8	14,8	15,0	13,5	13,1*
Methionin	4,0	3,9	3,7	3,8	4,0	3,6	3,8
Isoleucin	8,2	7,8	6,8	8,1	8,3	7,0	7,1
Leucin	23,3	22,6	23,0	22,5	22,5	22,7	22,2
Tyrosin	3,2	3,2	3,0	3,2	3,5	3,3	3,2
Phenylalanin	9,0	9,1	8,9	8,9	9,5	8,8	8,9
Lysin	23,1	21,8	19,6	21,8	21,9	19,7	20,4
Histidin	4,2	4,0	2,7*	4,3	4,5	3,4	3,6*
Arginin	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2

\*statistisch signifikant verschieden (t-Test; p = 0,95) von der Kontrolle (NaCl 24 Std.)

Tabelle 6 Gehalt an biogenen Aminen von vier Monate altem Halbhartkäse nach unterschiedlicher Kochsalzbehandlung (Mittelwerte und Standardabweichungen)

Probe	Anzahl Proben	Histamin mmol/kg		Tyramin mmol/kg		Cadaverin mmol/kg		Putrescin mmol/kg	
		$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD
NaCl 24 Std.	2	1,10	0,35	1,13	0,79	0	—	0,11	—
NaCl 12 Std.	2	1,15	0,20	1,16	0,93	0	—	0,08	0,03
ohne NaCl	2	0,77	0,21	1,97	1,27	0,34	0,04	0,10	0,06
Na-K 3:1	2	1,15	0,28	1,30	0,83	0	—	0,09	0,05
Na-K 1:1	2	1,28	0,55	1,17	0,91	0	—	0,09	0,05
Na-Ca 1:1	2	1,02	0,30	1,55	0,96	0,36	0,23	0,16	0,01
Na-Mg 1:1	2	0,97	0,40	1,61	0,96	0,34	0,04	0,15	0,04
Na-K-Mg 2:1:1	1	1,15	—	1,73	—	0,17	—	0,21	—
MSK	1	0,73	—	1,48	—	2,79	—	0,60	—

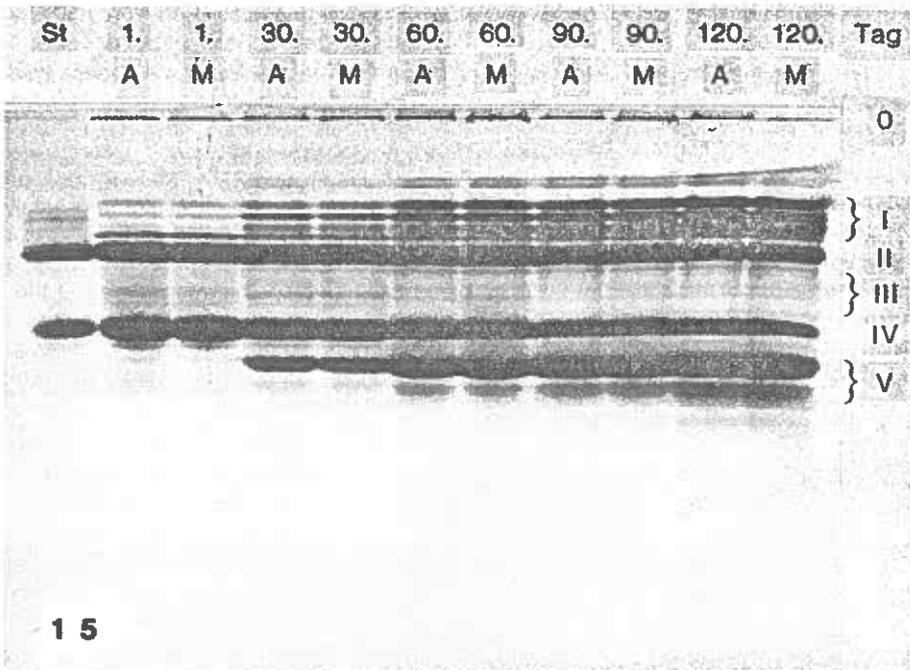


Abb. 1 Elektrophoretische Auftrennung der Caseinfractionen von Käse, ohne Kochsalz fabriziert, im Verlaufe der Reifung

A = Aprillfabrikation, M = Maifabrikation; St = Standard

0 Auftragungsort

I γ-Casein

II β-Casein

III Abbauprodukte von β-Casein

IV α<sub>s1</sub>-Casein

V Abbauprodukte von α<sub>s1</sub>-Casein

Histidin signifikante Unterschiede im Vergleich zur Kontrolle.

Unter den biogenen Aminen konnten Histamin, Tyramin, Putrescin bei allen Käsen festgestellt werden, Cadaverin jedoch nur teilweise, Phenethylamin dagegen in keiner Probe (Tab. 6).

#### 4. Schlussfolgerung

Die vorliegenden Untersuchungen zeigen den Einfluss von Kochsalz und von Kochsalzsubstituten auf die Proteolyse von Halbhartkäse. Dabei veränderten sich im Verlaufe der Reifung der Gehalt an WLN und NPN. Im reifen Käse unterscheiden sich die verschiedenen Käse sowohl im Caseinspektrum als auch im Gehalt an den freien Aminosäuren und biogenen Aminen. Im allgemeinen erhöhte sich die Proteolyse während der Käseerzeugung bei einer Kochsalzreduktion oder -substitution. Dies ist unter anderem auf eine höhere Wasseraktivität und den damit verbundenen geringeren hemmenden Einfluss auf Enzyme und Mikroorganismen zurückzuführen. Keinen klaren Zusammenhang konnte zwischen dem Proteolysegrad und den verschiedenen eingesetzten Salzen beobachtet werden. Ob während der Reifung bittere Peptide gebildet werden, die für den in der sensorischen Analyse festgestellten bitteren Geschmack bei den mit Kochsalzsubstituten hergestellten Käsen (16) verantwortlich sind, müsste in weiteren Untersuchungen noch genauer abgeklärt werden.

#### Dank

H. Schär und A. Wüthrich wird für die Herstellung der Käse und U. Bütikofer, Doris Fuchs und A. Spahni für die Durchführung der Analysen gedankt.

#### 5. Literaturverzeichnis

- 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)
- BICAN, P., SPAHNI, A.: Low molecular mass nitrogen components in ripening cheese Lebensm. Wiss. u. -Technol. im Druck
- BÜTIKOFER, U., FUCHS, D., HURNI, D., BOSSET, J. O.: Beitrag zur Bestimmung biogener Amine in Käse. Vergleich einer verbesserten HPLC mit einer IC-Methode und Anwendung bei verschiedenen Käsesorten. Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. **81**, 120–133 (1990)

- 4 COLLOMB, M., SPAHNI-REY, M., STEIGER, G.: Dosage de la teneur en azote selon Kjeldahl de produits laitiers et de certaines de leurs fractions azotées à l'aide d'un système automatisé. *Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg.* **81**, 499–509 (1990)
- 5 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)
- 6 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)
- 7 FOX, P. F.: Proteolysis during cheese manufacture and ripening. *J. Dairy Sci.* **72**, 1379–1400 (1989)
- 8 FOX, P. F., WALLEY, D. B. F.: Influence of sodium chloride on the proteolysis of casein by rennet and by pepsin. *J. Dairy Res.* **38**, 165–171 (1971)
- 9 GODINHO, M., FOX, P. F.: Ripening of Blue cheese. Influence of salting rate on proteolysis. *Milchwissenschaft* **37**, 72–75 (1982)
- 10 KATO, I., MIKAWA, K., KIM, Y.K., YASUI, T.: Action of rennin on casein. I. Effect of salts on the primary phase. *Men. Fac. Agric. Hokkaido Univ.* **7**, 477 (1970), zit. nach FOX, P. F. (7)
- 11 LEFIER, D., GRAPPIN, R., GROSCLAUDE, G., CURTAT, G.: Qualité gustative et nutritionnelle des gruyères hyposodés. *Lait* **67**, 451–464 (1987)
- 12 PETERSON, G. L.: A simplification of the protein assay method of Lowry et al. which is more generally applicable. *Anal. Biochem.* **83**, 346–356 (1977)
- 13 PHELAN, J. A., GUINEY, J., FOX, P. F.: Proteolysis of  $\beta$ -casein in Cheddar cheese. *J. Dairy Res.* **40**, 105–112 (1973)
- 14 SCHROEDER, C. L., BODYFELT, F. W., WYATT, C. J., Mc DANIEL, M. R.: Reduction of sodium chloride in Cheddar cheese: effect on sensory, microbiological, and chemical properties. *J. Dairy Sci.* **71**, 2010–2020 (1988)
- 15 SIEBER, R., SCHÄR, H.: Einfluss einer verkürzten Salzbehandlung auf den Kochsalzgehalt und weitere chemische und sensorische Eigenschaften sowie die Textur bei Halbhartkäse. *Schweiz. Milchw. Forschung* **19**, 74–77 (1990)
- 16 SIEBER, R., SCHÄR, H.: Zur teilweisen Substitution von Kochsalz in Halbhartkäse durch Kalium-, Calcium- und Magnesiumchlorid. *Schweiz. Milchw. Forschung* **19**, 78–81 (1990)
- 17 STADHOUDERS, J.: [The hydrolysis of protein during the ripening of Dutch cheese. The enzymes and bacteria involved. *J. Neth. Milk Dairy J.* **14**, 83–110 (1960)
- 18 THAKUR, M. K., KIRK, J. R., HEDRICK, T. I.: Changes during ripening of unsalted Cheddar cheese. *J. Dairy Sci.* **58**, 175–1809 (1975)
- 19 THOMAS, T. D., PEARCE, K.N.: Influence of salt on lactose fermentation and proteolysis in Cheddar cheese. *New Zeal. J. Dairy Sci. Technol.* **16**, 253–259 (1981)

## Résumé

SIEBER, R., BOSSET, J. O. et BICAN, P.: **Influence d'une réduction du temps de saumurage et d'une substitution partielle de ce composé par d'autres chlorures sur la protéolyse d'un fromage à pâte mi-dure** *Schweiz. Milchw. Forschung* **20** (1), 9–12 (1991)

Le présent travail étudie l'influence du

temps de saumurage (24, 12 et 0 h) ainsi que l'influence d'une substitution partielle du chlorure de sodium par des chlorures de potassium, de calcium ou de magnésium sur la protéolyse d'un fromage à pâte mi-dure de type appenzell. Divers critères analytiques tels que la teneur en diverses fractions azotées, en acides aminés libres et en amines biogènes ont été utilisés pour suivre cette protéolyse. Les résultats obtenus montrent que les différentes variantes de fabrication envisagées ne se différencient statistiquement que selon certains critères analytiques. De façon générale, on remarque qu'une diminution de la teneur en chlorure de sodium accroît la protéolyse, ce composé inhibant l'activité microbienne du fromage.

## Summary

SIEBER, R., BOSSET, J. O. and BICAN, P.:

**Influence of reduction and partial substitution of sodium chloride by other chlorides on proteolysis in semi-hard cheese**

*Schweiz. Milchw. Forschung* **20** (1), 9–12 (1991)

Semi-hard cheese loaves of the Appenzell type were submitted to brining of different durations (24, 12 and 0 h). In another group of loaves of the same cheese type the sodium chloride was partly replaced by other salts such as potassium, calcium and magnesium chlorides. The influence of these measures on different proteolytic parameters was studied: contents of nitrogen fractions, free amino acids and biogenic amines. The cheeses of the diverse productions showed several differences. As a basic result, the sodium chloride reduction intensified protein breakdown.