

Juni 2000 / 398 P/W

Eidg. Forschungsanstalt
für Milchwirtschaft, Liebefeld
CH-3003 Bern

Proteinase-bildende Kulturen verbessern Schmelzverhalten von Raclette-Käse

H.-P. Bachmann



Hans-Peter Bachmann, Eidgenössische Forschungsanstalt für Milchwirtschaft Liebefeld (FAM), CH-3003 Bern

Auskünfte: Hans-Peter Bachmann, e-mail: hans-peter.bachmann@fam.admin.ch, Fax +41 (0)31 323 82 27, Tel. +41 (0)31 323 84 91

Der Proteinabbau während der Reifung (Proteolyse) beeinflusst das Schmelzverhalten von Raclette-Käse stark. Mit einem multifaktoriellen Versuch wurde der Einfluss der Proteinase (Protein-spaltendes Enzym) der Laktokokken-Kultur und der Folienreifung auf das Schmelzverhalten von Raclette-Käse untersucht. Es konnte gezeigt werden, dass die Proteinase eine Möglichkeit ist, um die Proteolyse im Käse zu steuern. Beim Raclette-Käse im ungeschmolzenen Zustand scheint die Proteinase negativ für die Textur und den Geschmack zu sein. Die Proteinase kann hingegen das Schmelzverhalten verbessern. Die Folienreifung beeinflusste die Proteolyse und das Schmelzverhalten nur unwesentlich.

Der Raclette-Käse zählt zu den traditionsreichsten Käsesorten der Schweiz und ist gleichzeitig eines der beliebtesten Schweizer Nationalgerichte. Er ist in den vergangenen Jahren zum be-

deutendsten Halbhartkäse avanciert (Jahresproduktion 1998: 11'033 t). Heute weist Raclette im Inland mit rund 2 kg pro Kopf und Jahr hinter dem Gruyère den zweitgrössten Konsum auf.

Das Schmelzverhalten ist beim Raclette-Käse natürlich von fundamentaler Bedeutung. Raclette mit guter Schmelzbarkeit hat im Durchschnitt einen höheren Wassergehalt, einen höheren Fettgehalt, weniger Kalzium und eine stärkere Proteolyse (Eberhard *et al.* 1988 a+b).

Schlüsselrolle der Proteolyse

Für den Abbau der Proteine im Käse zu grossen Peptiden (=Pro-

teolyse in die Breite) sind Proteinasen verantwortlich. Diese Proteinase stammen aus der Milch (Plasmin), von der Rohmilchflora (v.a. psychrotrophe Keime), vom Lab (Chymosin) und auch von den Starterkulturen (v.a. bei mesophilen Kulturen). Die Peptidasen der Starterkulturen spalten anschliessend die Peptide in Aminosäuren (Proteolyse in die Tiefe). In der Literatur sind viele Arbeiten dokumentiert, die zeigen, dass die Proteinase der Laktokokken-Kultur einen wesentlichen Einfluss auf die Proteolyse in die Breite und auch in die Tiefe hat (Farkye *et al.* 1990; Juillard *et al.* 1996; Sorensen *et al.* 1996; Lane und Fox 1997). Die Proteolyse in die Breite verbessert beim Raclette-Käse die Schmelzbarkeit, erhöht aber das Risiko des Auftretens von Bitterkeit. Starterkulturen mit unterschiedlicher Proteinase-Aktivität sind demnach eine Möglichkeit die Proteolyse in die Breite zu steuern. An der FAM wurden in einem Versuch Raclette-Käse mit zwei verschiedenen *Lactococcus lactis ssp. cremoris* Stämmen fabriziert, wobei der eine Stamm (UC 317) Proteinase bildete und der andere (FH 041) nicht. Die beiden Stämme wurden bereits von Lane und Fox (1997) verwendet und uns durch Paul McSweeney, UCC Cork, zur Verfügung gestellt. Die Züchtung der beiden Kulturen erfolgte in steriler Pulvermagermilch (Impfmenge: 1 % / Bebrütung: 20 Std. bei 30 °C / Schüttmenge in die Kessmilch: 2 %). Zur Sicherstellung einer vollständigen Milch-

Das Schmelzverhalten ist beim Raclette-Käse sehr wichtig.



säuregärung wurde zusätzlich ein *Lactobacillus delbrueckii ssp. lactis* Stamm der FAM (EK 5160) ausgewählt (Impfmenge: 2 % / Bebrütung: 20 Std. bei 38 °C / Schüttmenge in die Kes-similch: 5 %).

Proteolyse lässt sich lenken

Die Gehaltswerte nach 120 Tagen (Tab. 1) zeigten keinerlei Unterschiede zwischen den beiden Starterkulturen. Erwartungsgemäss war der Wassergehalt in den foliengereiften Käsen höher.

Bei der Proteolyse (Tab. 2) konnten zwischen den beiden Kulturen nur kleinere Unterschiede ermittelt werden. Die Proteolyse in die Breite - beurteilt aufgrund des LN 4,6 (% von TN) - war in den Käsen mit den Kulturen ohne Proteinase signifikant kleiner, wenn auch der Unterschied sehr minim ausfiel. Dies spricht dafür, dass im Raclette-Käse das Lab für den Primärabbau des Proteins hauptverantwortlich ist und die Proteinase der Laktokokken-Kulturen nur von einer untergeordneten Bedeutung sind. Deutlicher fielen die Unterschiede bei der Proteolyse in die Tiefe (NPN) aus. Die Proteinase-bildende Kultur wies offensichtlich auch eine höhere Peptidase-Aktivität auf. Die Fraktion LN 4,6 - NPN, die ein Mass für wasserlösliche Peptide ist, war in den Käsen mit der Proteinase-bildenden Kultur kleiner. Dies bestätigt, dass diese Kultur auch über eine höhere Peptidase-Aktivität verfügt.

Tab. 1. Gehaltswerte nach 120 Tagen (Mittelwerte und Varianzanalyse)

| Faktoren | Stufen | N | Prüfmerkmale | | | | |
|--------------------|--------------------------|---|----------------|--------------|-------------|-------------|--------------|
| | | | Wasser g/kg | Fett g/kg | FIT g/kg | Wff g/kg | Salz g/kg |
| <i>Lactococcus</i> | mit Proteinase | 8 | 407 | 285 | 483 | 571 | 15,7 |
| | ohne Proteinase | 8 | 408 | 285 | 481 | 571 | 15,3 |
| Reifung | Schmiere | 8 | 402 | 290 | 485 | 566 | 16,7 |
| | Folien | 8 | 412 | 281 | 480 | 574 | 14,3 |
| Block | Tag 1 | 8 | 406 | 285 | 481 | 568 | 15,6 |
| | Tag 2 | 8 | 410 | 285 | 483 | 573 | 15,4 |
| Varianzanalyse | <i>Lactococcus</i> | | | | | | |
| | Reifung | | * | * | | * | * |
| | Block | | | | | | |
| | <i>Lactoc.</i> x Reifung | | | | | | |

FIT = Fett in der Trockenmasse, Wff = Wasser in der fettfreien Käsemasse

* signifikanter Effekt ($p \leq 0,05$)

Tab. 2. Proteolyse nach 120 Tagen (Mittelwerte und Varianzanalyse)

| Faktoren | Stufen | N | Prüfmerkmale | | | | | | |
|--------------------|--------------------------|---|--------------|----------------|--------|-------------|--------|----------------------|--------|
| | | | TN g/kg | LN 4,6 g/kg | % v.TN | NPN g/kg | % v.TN | LN 4,6 - NPN g/kg | % v.TN |
| <i>Lactococcus</i> | mit Proteinase | 8 | 39,8 | 7,7 | 19,3 | 4,5 | 11,4 | 3,2 | 8,0 |
| | ohne Proteinase | 8 | 39,9 | 7,7 | 19,2 | 4,2 | 10,6 | 3,4 | 8,6 |
| Reifung | Schmiere | 8 | 40,5 | 7,8 | 19,2 | 4,4 | 10,9 | 3,4 | 8,3 |
| | Folien | 8 | 39,3 | 7,5 | 19,1 | 4,3 | 10,9 | 3,2 | 8,3 |
| Block | Tag 1 | 8 | 40,0 | 7,7 | 19,2 | 4,4 | 11,0 | 3,3 | 8,1 |
| | Tag 2 | 8 | 39,7 | 7,7 | 19,4 | 4,3 | 10,9 | 3,4 | 8,5 |
| Varianzanalyse | <i>Lactococcus</i> | | | | | * | | ** | ** |
| | Reifung | | * | * | | | | | |
| | Block | | | | | | | ** | ** |
| | <i>Lactoc.</i> x Reifung | | | | | | | | |

TN = Total-Stickstoff, LN 4,6 = bei pH 4,6 löslicher Stickstoff, NPN = Nicht-Protein Stickstoff

* signifikanter Effekt ($p \leq 0,05$)

** signifikanter Effekt ($p \leq 0,01$)

Abb. 1. Einfluss der Proteinase der Starterkultur auf das Schmelzverhalten von Raclette-Käse im Alter von 120 Tagen (N=8).

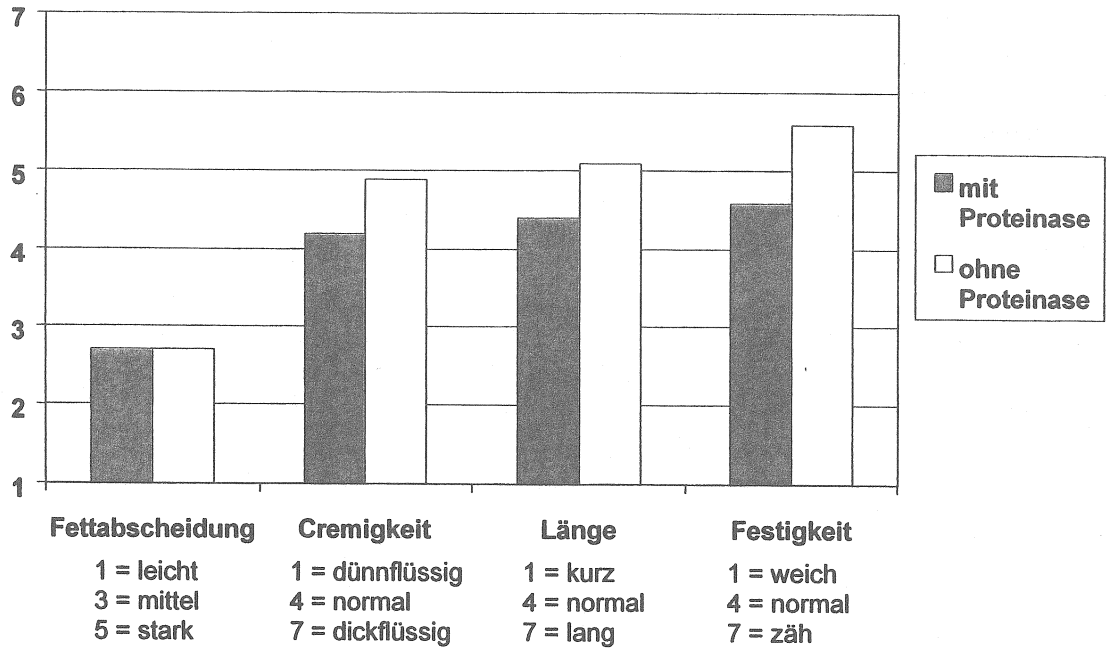
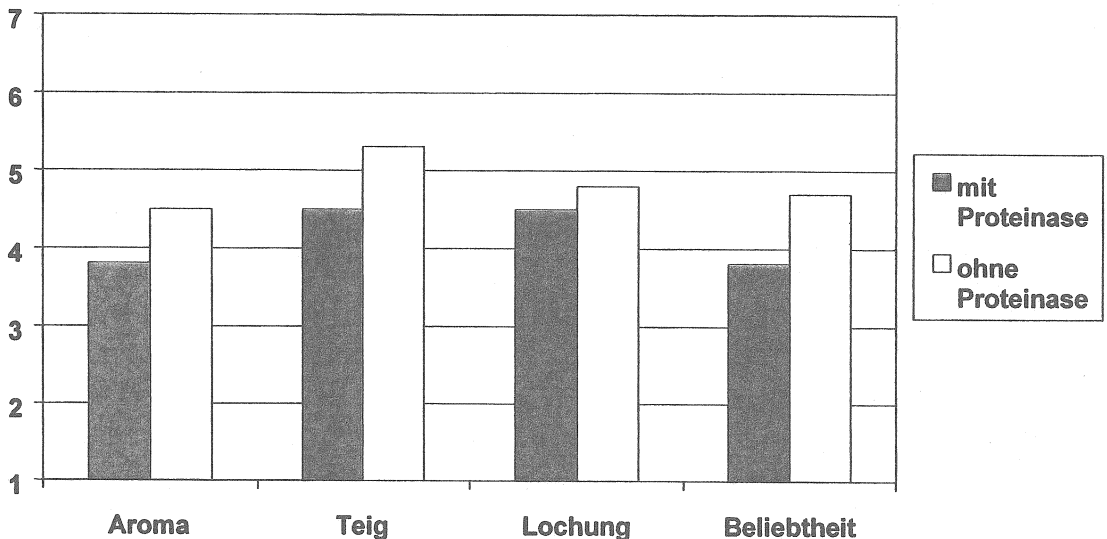


Abb. 2. Einfluss der Proteinase der Starterkultur auf die Qualität (1 = sehr schlecht, 4 = genügend, 6 = sehr gut) der ungeschmolzenen Raclette-Käse im Alter von 120 Tagen (N=8).



Der Einfluss der Folienreife auf die Stickstoff-Fractionen war, wie schon in früheren Versuchen, sehr klein (nicht publizierte Ergebnisse der FAM). Dies ist durch den gegenläufigen Effekt eines höheren Wassergehaltes (beschleunigt Proteolyse) und eines tieferen pH-Wertes (bremst Proteolyse) erklärbar.

Zielkonflikt

Die graphische Darstellung (Abb. 1) verdeutlicht den Einfluss der Kultur auf das Schmelzverhalten der Raclette-

Käse. Die Proteinase-bildende Starterkultur beeinflusste das Schmelzverhalten positiv: sie führte dazu, dass die Käse im geschmolzenen Zustand weniger dickflüssig, weniger fadenziehend und weniger zäh waren.

Die ungeschmolzenen Käse, die mit der Proteinase-bildenden Starterkultur fabriziert wurden, wiesen eine leicht höhere Bitterkeit auf, was im Einklang mit der geringfügig stärkeren Proteolyse in die Breite steht. Zudem bewirkte die stärkere Proteolyse in

die Tiefe in den Käsen mit der Proteinase-bildenden Kultur einen kürzeren und festeren Teig. Die signifikant weniger gute Bewertung des Aromas und des Teiges führte dazu, dass die Käse mit der Proteinase-bildenden Laktokokken-Kultur auch bei der Beliebtheit signifikant und relevant weniger gut bewertet wurden (Abb. 2).

Die Aromaintensität war bei den foliengereiften Käse erwartungsgemäss kleiner, wenn auch der Unterschied nur klein aus-

fiel. Die Unterschiede zwischen den schmiere- und foliengereiften Käse waren generell überraschend klein.

Es kann gefolgert werden, dass die Proteinase der Starterkultur eine Möglichkeit ist, um die Proteolyse im Käse zu steuern. Beim Raclette-Käse im ungeschmolzenen Zustand scheint die Proteinase negativ für die Textur und den Geschmack zu sein. Die Proteinase kann hingegen das Schmelzverhalten verbessern.

Literatur

■ Eberhard P., Moor U. und Rüegg M., 1988a. Zusammensetzung und physikalische Eigenschaften gut und ungenügend schmelzender Raclettekäse. I. Raclettekäse aus pasteurisierter Milch. *Schweiz. Milchw.Forschung* 17 (1), 3-6.

■ Eberhard P., Moor U. und Rüegg M., 1988b. Zusammensetzung und physikalische Eigenschaften gut und ungenügend schmelzender Ra-

clettekäse, II. Walliser Raclettekäse. *Schweiz.Milchw.Forschung* 17 (3), 47-52.

■ Farkye N.Y., Fox P.F., Fitzgerald G.F. and Daly C., 1990. Proteolysis and flavor development in Cheddar cheese made exclusively with single strain proteinase-positive or proteinase-negative starters. *Journal of Dairy Science* 73, 874-880.

■ Juillard V., Furlan S., Foucaud C. and Richard J., 1996. Mixed cultures of proteinase-positive and proteinase negative strains of *Lactococcus lactis* in milk. *Journal of Dairy Science* 79, 964-970.

■ Lane C.N. and Fox P.F., 1997. Role of starter enzymes during ripening of Cheddar cheese made from pasteurized milk under controlled microbiological conditions. *International Dairy Journal* 7, 55-63.

■ Sorensen N.K., Qvist K.B. and Mulholland F., 1996. Significance of low molecular weight nitrogen constituents in cheese milk and of proteinase-negative variants of a *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* strain on the production and maturation of Danbo cheese. *International Dairy Journal* 6, 113-128.

RÉSUMÉ

Les cultures protéinase-positives améliorent la qualité de fonte du fromage à raclette

La protéolyse a une grande influence sur l'aptitude à la fonte du fromage à raclette. Au travers d'une recherche à plan factoriel, on a analysé l'impact de l'activité de la protéinase de la culture de lactocoques (protéinase-positif / protéinase-négative) et de la maturation (emmorgement / maturation en sachet plastique sous vide) sur l'aptitude à la fonte du fromage à raclette. On a pu démontrer que l'activité de la protéinase du starter représente une possibilité pour influencer la protéolyse dans le fromage. Une faible activité de la protéinase semble être avantageuse pour la pâte et le goût du fromage à raclette à l'état non fondu. Par contre, on peut s'attendre une meilleure aptitude à la fonte lors d'une activité de la protéinase plus élevée.

Il a été conclu que la maturation en sachet plastique sous vide a un effet non-significatif sur la protéolyse et sur l'aptitude à la fonte.

SUMMARY

Proteinase-positive cultures lead to better melting properties of Raclette cheese

Proteolysis has a strong influence on the melting properties of Raclette cheese. In a multifactorial cheesemaking trial the influences of the proteinase-activity of the lactococci-culture (proteinase-positive / proteinase-negative) and the type of ripening (smear ripening / foil ripening) on the melting properties of Raclette cheese were investigated. The trial showed that the proteinase-activity of the starter culture may be used to control proteolysis. A low proteinase-activity is advantageous for texture and taste of Raclette cheese in the unmelted form. However a high proteinase-activity improved the melting properties of the cheeses.

The type of ripening had only non-significant effects on proteolysis and melting properties.

Key words: raclette, proteolysis, melting properties, proteinase-activity