

Weniger Kalzium – besseres Schmelzen

In Untersuchungen von ALP hatte sich herausgestellt, dass der Kalziumgehalt eine Rolle für die Schmelzeigenschaften von Raclette spielt. Ein tieferer Gehalt bewirkte bessere Schmelzeigenschaften, bei zu viel gebundenem Kalzium wurden die Käse gummig.

MARIE-THERESE FRÖHLICH-WYDER, UELI BÜTIKOFER*. Die Schmelzeigenschaften des Raclettekäse gehören zu seinen wesentlichsten Produkteigenschaften. In den vergangenen Jahren hat die Bedeutung von Raclettekäse stark zugenommen. Die jährliche Produktion beläuft sich zurzeit auf etwa 13 000 t Käse, wovon etwa 2000 t Walliser Raclettekäse sind. Ziel industrieller Raclettekäsefabrikanten ist es, auch mit relativ kurzen Reifungszeiten (12–14 Wochen) ein möglichst gut schmelzendes Produkt herzustellen. Zu den wichtigsten Faktoren, die die Schmelzeigenschaften beeinflussen, gehören der Wassergehalt, der Säuerungsverlauf und die Proteolyse. In mehreren Untersuchungen von ALP hatte sich gezeigt, dass der Kalziumgehalt eine wichtige Rolle für die Schmelzeigenschaften spielt. Ein tieferer Gehalt steht immer in Zusammenhang mit besseren Schmelzeigenschaften. Vor allem das gebundene Kalzium beeinflusst das Schmelzen negativ.

Versuche in der Modellkäseerei

In einem multifaktoriellen Versuch mit Modell-Raclettekäse aus pasteurisierter Milch (70 l Milch pro Kessi) wurden zur Beeinflussung des Kalziumgehaltes im Käse vier Faktoren getestet: Erstens die Pasteurisationstemperatur von 70 bzw. 75 °C, zweitens der Temperaturverlauf während der Fabrikation (Standardfabrikation bzw. konstant bei 35 °C), drittens die Zugabe von Zitronensäure mit dem Waschwasser (keine bzw. 50 g) und viertens die Salzbadtemperatur von 11 bzw. 16 °C. Nach einer Reifung von 14 Wochen wurden die 16 Raclettekäse einer sensori-

schen Prüfung unterzogen. Um diese möglichst konsumentennah vorzunehmen, wurden die Käseproben in einem Stöckli Cheeseboard V8 1100 W auf maximaler Leistungsstufe während genau 2 Minuten und 15 Sekunden geschmolzen, anschliessend auf einen Keramikteller abgestrichen und nach 30 Sekunden beurteilt. Die Käseinnentemperatur lag nun ca. 15 bis 20 °C tiefer als im Pfännchen, was einen erheblichen Einfluss auf die Beurteilung der Schmelzeigenschaften hat.

Zitronensäure bindet Kalzium

Der Kalziumgehalt und seine Zustandsform in den Versuchskäsen wurden hauptsächlich durch die Zugabe von Zitronensäure beeinflusst. Einerseits bindet die Zitronensäure das Kalzium komplex, andererseits resultierte aus der Zugabe eine starke pH-Absenkung, was zu einem vermehrten Herauslösen von Kalzium aus der Proteinmatrix beitrug (Tabelle 1). Infolgedessen war der Kal-

ziumverlust mit der Molke hoch und der Kalziumgehalt im Käse deutlich tiefer. Das Ziel – weniger Kalzium in der Käsematrix – konnte damit erreicht werden. Auffällig ist auch das Gleichgewicht zwischen gelöstem und gebundenem Kalzium: In den gereiften Käsen mit Zitronensäure war der Anteil an gebundenem Kalzium deutlich tiefer, was in direktem Zusammenhang mit dem tieferen pH-Wert steht. Ebenso konnte mit der konstanten Temperaturführung bei 35 °C ein geringerer Kalziumgehalt und ein kleinerer Anteil an gebundenem Kalzium im reifen Käse erzielt werden. Dies ist ein Resultat des tieferen pH-Wertes nach 20 Stunden und des höherem Wassergehaltes im reifen Käse.

Chemische und sensorische Analyse

Auch die chemischen Parameter wurden in den reifen 14-wöchigen Käsen am stärksten durch die Zugabe von Zitronensäure beeinflusst. Der pH-

Résumé

Moins de calcium favorise la fonte

Le fromage à raclette est principalement consommé sous forme fondue. Son aptitude à la fonte est donc l'une de ses principales propriétés. La teneur en eau, le déroulement de l'acidification et la protéolyse sont les principaux facteurs qui influencent ce caractère. Dans de nombreux essais de l'ALP, il a été constaté qu'une faible teneur en calcium est toujours coréélée par une bonne aptitude à la fonte et que le calcium lié est particulièrement négatif.

Un essai multifactoriel en chaudière de 70 litres a ainsi été mis en place. La température de pasteurisation, 70 ou 75°C, la température pendant la fabrication, soit standard, soit constante à 35°C, l'adjonction ou pas d'acide citrique et la température du bain de sel à 11 ou 16°C étaient les facteurs variables. Après une maturation de 14 semaines, les 16 fromages ont subi une analyse sensorielle. La fonte a eu lieu dans un Stöckli

cheeseboard V8 1100 W sur puissance maximale pendant 2 minutes et 15 secondes, le fromage versé sur une assiette en céramique et dégusté après 30 secondes.

L'adjonction d'acide citrique lie d'une part le complexe de calcium et provoque une plus forte chute du pH, ce qui renforce la libération du calcium de la matrice protéique (tab.1). La teneur en calcium du petit-lait est donc plus élevée. La part de calcium lié dans le fromage est nettement plus basse, ce qui dépend directement de la valeur pH. L'adjonction d'acide citrique a également abaissé la teneur en eau et le pH, la protéolyse a été plus intense. Ce procédé engendre par contre également des modifications négatives au niveau du goût. Les facteurs technologiques ont montré peu d'effet, il faut préciser que le raclette fabriqué par l'ALP a, de façon générale, une teneur en calcium assez basse et donc plus difficile à réduire. (ALP)

Wert und der Wassergehalt waren signifikant tiefer, und die Proteolyse verlief intensiver. Es ist bekannt, dass mit sinkendem Gehalt an gebundenem Kalzium die proteolytische Aktivität steigt, denn das Kasein-Netzwerk ist aufgrund der geringeren Anzahl Kalzium-Phosphat-Brücken weniger stabil und für die Enzyme zugänglicher. Möglicherweise wird auch das Chymosin durch den tieferen pH-Wert stärker aktiviert.

Die Pasteurisation bei der höheren Temperatur von 75 °C führte zu einer stärkeren Proteolyse in die Tiefe. Dies ist einerseits mit dem leicht höheren Wassergehalt erklärbar und andererseits mit der stärkeren Aktivierung von Plasminogen.

Die Salzbadtemperatur beeinflusste vor allem die Salzaufnahme im Käse: Die tiefere Temperatur von 11 °C führte im Vergleich zur Variante mit 16 °C zu einer verstärkten Salzaufnahme.

Die Zugabe von Zitronensäure hatte die grösste Wirkung und führte vor allem bei der Beurteilung der Käseschmelze auf dem Teller zu besseren Noten bei den Parametern Viskosität, fadenziehend, gummig und Hautbildung (Tab. 2). Die tiefere Pasteurisationstemperatur von 70 °C führte ebenfalls zu weniger viskosen und weniger fadenziehenden Käsen, die Fettabscheidung war hingegen stärker als bei 75 °C. Die Temperaturführung bei 35 °C und die höhere Salzbadtemperatur von 16 °C führten tendenziell zu einer leicht besseren Beurteilung der Schmelzeigenschaften.

Technologisch noch mehr machbar?

Die wichtige Rolle des Kalziums konnte bestätigt werden. Die Zugabe von Zitronensäure beeinflusste die Schmelzeigenschaften am stärksten, und zwar positiv. In geschmacklicher Hinsicht traten aber auch negative Veränderungen auf. Die Variation technologischer Faktoren zeigte deutlich weniger ausgeprägte Effekte. Die Versuchskäse an ALP wiesen generell einen bedeutend tieferen Kalziumgehalt auf als Raclettekäse aus der Praxis. Dies ist eine mögliche Erklärung, wieso der Einfluss der technologischen Faktoren weniger stark ausgefallen ist, als dies möglicherweise in der Praxis der Fall gewesen wäre. Denn ein bereits tiefer Kalziumgehalt kann weniger gut noch weiter abgesenkt werden.

*Forschungsanstalt Agroscope Liebefeld-Posieux ALP, 3003 Bern-Liebefeld

Faktor (N=8)/ Facteur (N=8)	Stufe/ Etape	Kalzium Molke (mg/kg)/Calcium de petit-lait	Kalzium total/Cal- cium total	gebundenes Kalzium (%)/ Calcium liée	pH	Wasser (g/kg)/ Eau
Pasteurisation/ Pasteurisation	70 °C	356	4,99	24,2	5,36	451
	75 °C	367	4,85	22,5	5,40	453
Temperaturführung/ Suivi de température	Standard	366	5,03	24,4	5,39	445
	konstant/ constant	358	4,82	22,2	5,36	459
Zugabe Zitronensäure/ Ajout d'acide citrique	0 g	291	5,64	30,7	5,47	460
	50 g	433	4,21	16,0	5,29	444
Temperatur Salzbad/ Température bain de sel	11 °C	359	4,86	22,8	5,40	454
	16 °C	365	4,98	23,8	5,36	450
ANOVA		*	n.s.	n.s.	*	n.s.
Pasteurisation/Pasteurisation						
Temperaturführung/ Suivi de température		n.s.	*	n.s.	n.s.	*
Zitronensäure/Acide citrique		***	***		***	*
Temperatur Salzbad/ Température bain de sel		n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.

Tabelle 1: Kalziumgehalt in der Molke, sowie Kalzium-, Wassergehalt und pH im 14-wöchigen Käse.

*: $p \leq 0.05$; **: $p \leq 0.01$; ***: $p \leq 0.001$; n.s.: nicht signifikant. SB = Salzbad; normal = gemäss Standardrezeptur; konstant = bei 35 °C; ANOVA = Varianzanalyse.

Teneur de calcium du petit-lait, ainsi que teneur en calcium, en eau et pH du fromage de 14 semaines.

*: $p \leq 0.05$; **: $p \leq 0.01$; ***: $p \leq 0.001$; n.s.: non significatif. SB = bain de sel; normal = selon recette standard; constant = à 35 °C; ANOVA = analyse de la variance.

Faktoren (N=8)/ Facteur (N=8)	Stufe/ Etape	Fettabschei- dung/Sépara- tion de graisse	Viskosität/ Viscosité	Fadenzie- hend/Produc- tion de fils	Gummigkeit/ Sensation ca- outchouqueu	Hautbildung/ Apparition d'une peau
Pasteurisation/ Pasteurisation	70 °C	3,96	3,33	3,84	3,49	4,04
	75 °C	4,50	2,80	2,83	3,09	3,76
Temperaturführung/ Suivi de température	Standard	4,19	2,86	3,24	3,18	3,78
	konstant/ constant	4,28	3,26	3,43	3,40	4,03
Zugabe Zitronensäure/ Adjonction d'acide citrique	0 g	4,32	2,80	2,78	2,85	3,70
	50 g	4,14	3,33	3,89	3,73	4,10
Salzbad/ Bain de sel	11 °C	4,30	3,06	3,14	3,09	3,85
	16 °C	4,16	3,06	3,53	3,49	3,95
ANOVA		n.s.	*	***	n.s.	n.s.
Pasteurisation/ Pasteurisation						
Temperaturführung/ Suivi de température		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Citrat/Citrate		n.s.	*	***	**	*
Salzbad/Bain de sel		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Tabelle 2: Noten der sensorischen Beurteilung der geschmolzenen Raclette auf dem Teller (14 Wochen).

*: $p \leq 0.05$; **: $p \leq 0.01$; ***: $p \leq 0.001$; n.s.: nicht signifikant. ANOVA = Varianzanalyse; normal = gemäss Standardrezeptur; konstant = bei 35 °C. Beurteilung: 5 = leicht, 3 = mittel, 1 = stark.

Notes à l'analyse sensorielle d'un raclette fondu sur l'assiette (14 semaines).

*: $p \leq 0.05$; **: $p \leq 0.01$; ***: $p \leq 0.001$; n.s.: non significatif. ANOVA = analyse de la variance; normal = selon recette standard; constant = à 35 °C. Appréciation: 5 = léger, 3 = moyen, 1 = fort.