



Gottfried Gehrig



Albrecht Wüthrich



Hans Kaufmann



Jean Marc Hofmann

(Eidg. Forschungsanstalt für Milchwirtschaft, Liebefeld-Bern, Schweiz)

Über die Temperaturverhältnisse im jungen Emmentalerkäse und ihre Auswirkungen

1. Einleitung

Die Temperatur, als Maß des Wärmezustandes, wird bei der Käseherstellung mit großer Sorgfalt unter Kontrolle gehalten. Beinahe mühelos gelingt es dem erfahrenen Berufsmann innerhalb vorgeschriebener Zeiten große Milchmengen gleichmäßig zu erwärmen, bei der Milchgerinnung die Wärme zu speichern und schließlich das Molken/Bruch-Gemisch auf die notwendige Brenntemperatur zu erhitzen. Anschließend kommt der Käse mit einer bestimmten Temperatur auf die Presse — und gibt außer Molke auch Wärme ab. Der Wärmeaustausch zwischen dem Käse und der ihn umgebenden Luft-hülle führt zur Abkühlung der Käsemasse. Das Abkühlen des Emmentalerkäses auf der Presse war Gegenstand unserer Untersuchungen. Es darf zum voraus angenommen werden, die große Emmentalerkäsemasse kühle wegen ihrer schlechten Temperaturleitfähigkeit (1) ungleich ab und sie verhalte sich ähnlich wie beim Greyerzer- und Sbrinkkäse (2). Es war das Ziel unserer Versuche, die Temperaturen an verschiedenen Stellen des Käses zu erfassen, ihre Beeinflussung durch die Preßraumtemperatur festzustellen und speziell die Auswirkung der Käsetemperatur auf die Milchsäuregärung zu beobachten.

2. Material und Methoden

2.1 Käse

Die Temperaturmessungen führten wir in zahlreichen Emmentalerkäsen verschiedener Käseereien der Schweiz durch. Wir versuchten, die durch die Jahreszeiten und durch die Art der Heißwasseraufbereitung bedingten Temperaturschwankungen im Käseereibetrieb zu erfassen, in dem die Messungen im Winter und im Sommer in Betrieben mit Dampfkessel (Dampfbetrieb) bzw. Elektroboiler (Elektrobetrieb) vorgenommen wurden.

Die Käseherstellungstechnik war den gegebenen Verhältnissen angepaßt. Sie wurde durch unsere Versuche nicht beeinflusst.

Bakterienkulturen

Alle Betriebe verwendeten selbst zubereitete, in Molke gezüchtete, Milchsäurebakterienkulturen. Die Propionsäurebakterienkulturen wurden in der Eidg. Forschungsanstalt für Milchwirtschaft, Liebefeld, hergestellt.

2.2 Temperaturmessungen

Für die Temperaturmessungen verwendeten wir bewegliche Philips-Thermocoax-Thermoelemente. Diese wurden über ein Temperatur-Kompensationsgerät mit einem Zwölfarbenpunktschreiber (Philips Transkomp) verbunden. Die Thermoelemente setzten wir zur Temperaturmessung an den mit

Nr. 1—9 bezeichneten Stellen im Käse ein (Abb. 1). Die Meßstellen Nr. 1, 2, 3 (Järbseite) und 1, 4, 7 bzw. 3, 6, 9 (Flachseiten) befanden sich 3 cm unter der Käseoberfläche. Nr. 8 lag im Käsezentrum. Als Raumtemperatur bezeichnen wir jene Temperatur, die ca. 20 cm über der Käseoberfläche gemessen wurde.

Die Temperaturmessung begann und endete mit dem Pressen des Käses.

2.3 Chemische Untersuchungen

Den Verlauf der Milchsäuregärung kontrollierten wir anhand der Milchsäure- und Glukosebestimmung mit enzymatischen Methoden (3) und durch Ermittlung der pH-Werte und des Wassergehaltes nach den einschlägigen Methoden des Schweizerischen Lebensmittelbuches (4).

2.4 Radiologische Untersuchungen der Käse

Der Zeitpunkt des Lochansatzes im Käse wurde radiologisch ermittelt (5).

3. Versuchsergebnisse und Diskussion

3.1 Die Temperaturverhältnisse im Emmentalerkäse auf der Presse

Die Ergebnisse zahlreicher Temperaturmessungen im jungen Emmentalerkäse an neun verschiedenen Meßstellen lassen erkennen, daß bereits nach einer Stunde Preßzeit Temperaturunterschiede von über 5°C innerhalb des Käses vorhanden sind. Mit zunehmender Preßzeit vergrößert sich der Temperaturunterschied und kann nach 20 Stunden 12—15°C betragen. Mehrmals wiederholte Temperaturmessungen in

Temperaturverhältnisse im Emmentalerkäse auf der Presse

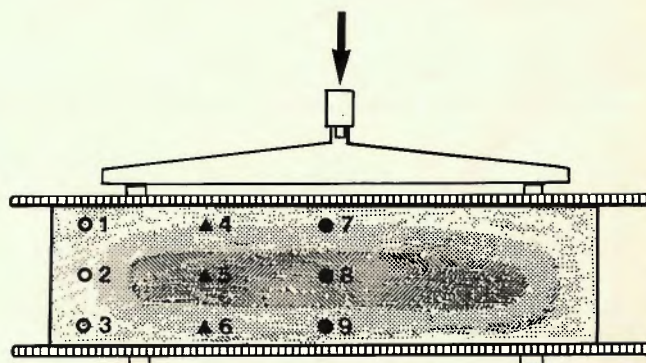


Abb. 1: Temperaturmeßstellen im Käse

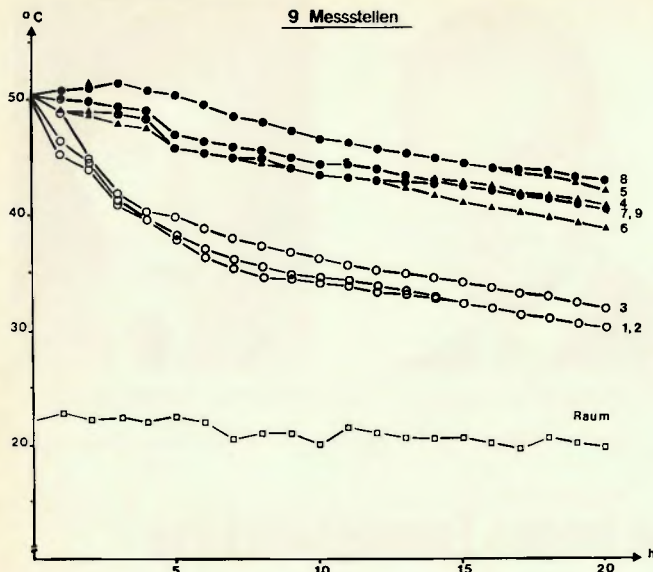


Abb. 2: Temperaturverlauf im Emmentalerkäse auf der Presse an neun verschiedenen Meßstellen

einem Käsereibetrieb mit klimatisiertem Preßraum zeigen die in Abbildung 2 dargestellten Temperaturkurven. Diese geben Auskunft über den Temperaturverlauf an den mit Nr. 1—9 bezeichneten Meßstellen. Die Kurven verlaufen in 2 Bündel, das eine (Meßstellen Nr. 1—3, Rand oder Järbseite!) zeigt vor allem in den ersten 5 Stunden eine starke Temperaturabnahme und verläuft dann parallel zum zweiten Bündel (Nr. 4—9, Flachseiten und Zentrum!), welches eine ziemlich konstante Temperatur darstellt. Innerhalb der einzelnen Bündel sind deutliche Unterschiede festzustellen: der Käse kühlt am Rand (Järbseite), in der Mitte und unten (Nr. 1, 2) rascher ab als oben (Nr. 3); im Zentrum zeigen die Stellen Nr. 8 und 5 in den ersten Stunden einen Temperaturanstieg und lassen später einen langsamen Temperaturrückgang beobachten. In der Nähe der Flachseiten (Nr. 4, 7, 6, 9) nimmt die Temperatur schnell ab als in der Kernzone.

Aus diesen Ergebnissen darf geschlossen werden: der Käse kühlt in der Randzone (Järbseite) rascher ab als auf den Flachseiten und im Zentrum. Der Käse gibt demnach an der Randzone mehr Wärme ab als auf den Flachseiten, er ist also auf der Järbseite am schlechtesten isoliert. Im weiteren übt das verwendete Preßmaterial (Järb, Deckel, Preßtisch etc. aus Holz oder Metall) wegen der spezifischen Wärme-

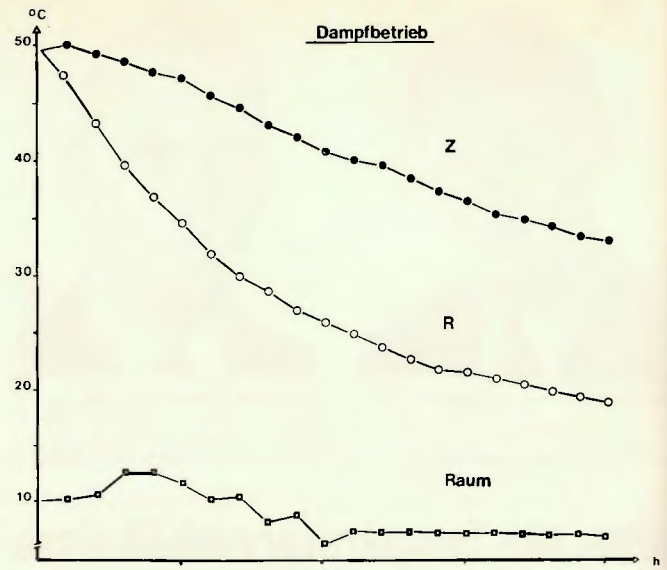


Abb. 3: Temperaturverlauf im Emmentalerkäse auf der Presse bei tiefer Raumtemperatur (Winter, Dampfbetrieb). Z = Zentrum; R = Randzone (Järbseite)

leitfähigkeit einen wesentlichen Einfluß auf die Temperatur des Käses aus. Wir haben diesen berücksichtigt und werden später darüber kurz berichten. Im Verlaufe unserer Messungen konnte im Zusammenhang mit dem tuchlosen Preßsystem festgestellt werden, daß das Wechseln der Käsetücher beim Käsewenden unter Umständen zu einem großen Wärmeverlust (Abkalten der Oberfläche) führen kann.

Gesamthaft gesehen sei festgestellt, daß größere Temperaturunterschiede zwischen Randzone und Zentrum bestehen, und es sollen im folgenden nur die durchschnittlichen Meßergebnisse der Randzone (Nr. 1, 2, 3) und des Zentrums (Nr. 5 und 8) diskutiert werden.

3.2 Einfluß der jahreszeitlichen Temperaturschwankungen und des Heizsystems auf den Temperaturverlauf im jungen Emmentalerkäse

Die großen Temperaturunterschiede zwischen Winter und Sommer haben ihre Auswirkungen auf die Temperatur der Käsefabrikations- und Preßräume. Bei Außentemperaturen von unter 0°C maßen wir in älteren Käsereien mit Dampfkesselheizung häufig Temperaturen über dem Preßtisch von 10—13°C zu Beginn — und von 5—8°C am Ende der Preßzeit. Eine beträchtliche Temperatursenkung im Preßraum, der übrigens in den meisten Emmentalerkäsereien der

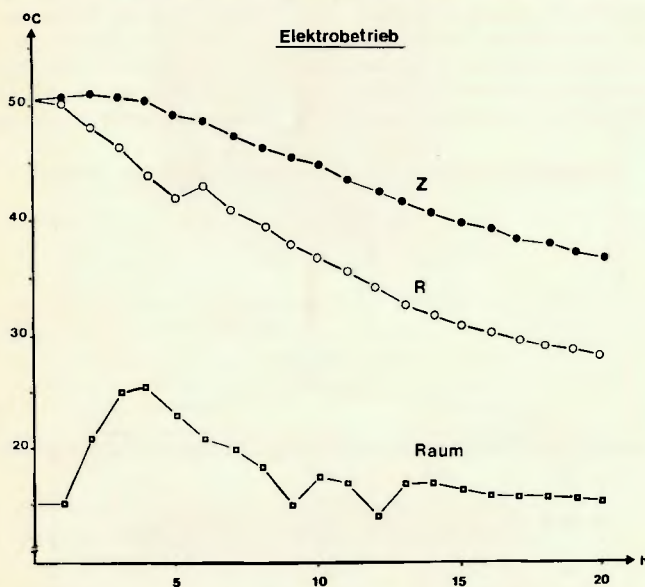


Abb. 4: Temperaturverlauf im Emmentalerkäse auf der Presse bei tiefer Raumtemperatur (Winter, Elektrobetrieb). Z = Zentrum; R = Randzone (Järbseite)

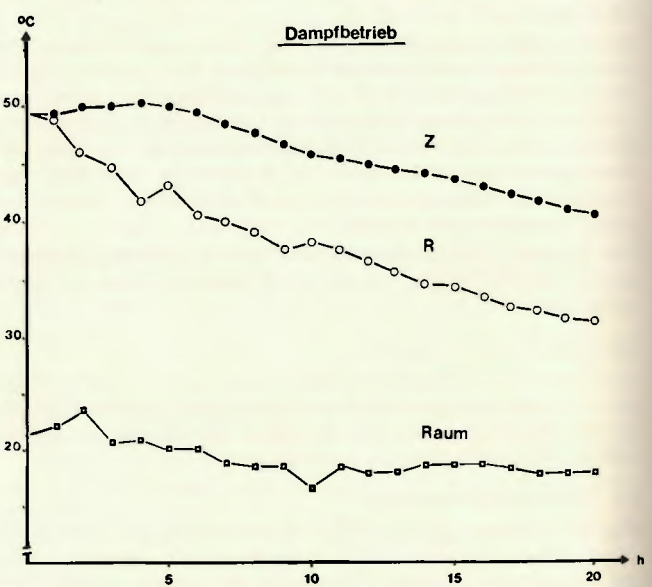


Abb. 5: Temperaturverlauf im Emmentalerkäse auf der Presse bei hoher Raumtemperatur (Sommer, Dampfbetrieb). Z = Zentrum; R = Randzone (Järbseite)

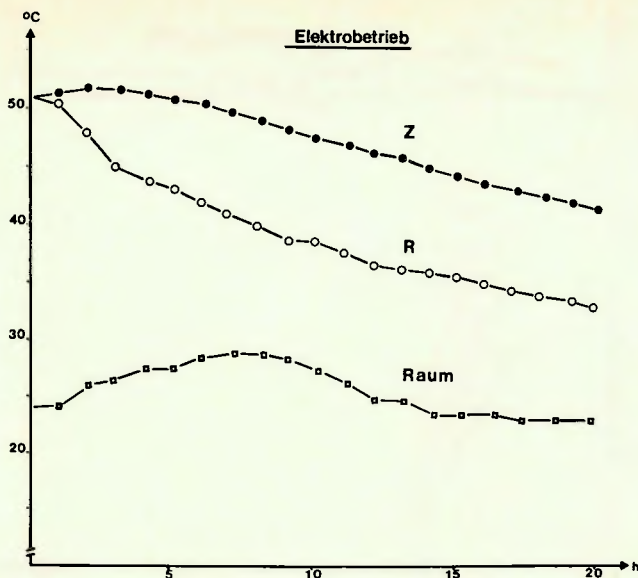


Abb. 6: Temperaturverlauf im Emmentalerkäse auf der Presse bei hoher Raumtemperatur (Sommer, Elektrobetrieb). Z = Zentrum; R = Randzone (Järbseite)

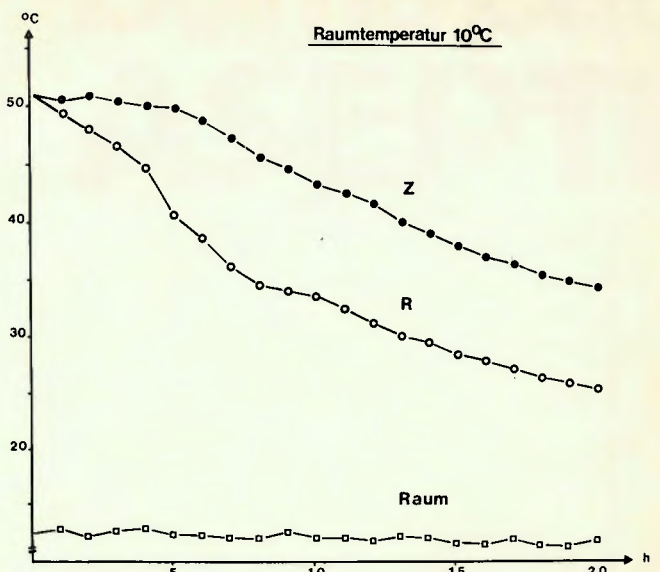


Abb. 7: Temperaturverlauf im Emmentalerkäse auf der Presse bei 10°C Raumtemperatur. Z = Zentrum; R = Randzone (Järbseite)

Schweiz mit dem Fabrikationsraum zusammenfällt, konnte beim Zutritt von kalter Außenluft in den Raum beobachtet werden. So ist beispielsweise die Milchannahme am Abend häufig Ursache für die Raumabkühlung (siehe Abb. 3 und 4). Die tiefe Raumtemperatur wirkt sich unmittelbar auf den Temperaturverlauf im Käse aus. Im Dampfbetrieb hatten wir bei einer Raumtemperatur von 12°C nach 5 Stunden bereits einen Temperaturunterschied von 12°C zwischen Zentrum und Randzone und nach 20 Stunden von 14°C. Es konnte festgestellt werden, daß die Raumtemperatur im Elektrobetrieb konstanter gehalten werden kann. So verlief im Elektrobetrieb (Abb. 4), trotz Außentemperaturen unter dem Gefrierpunkt, die Raumtemperatur weit über 10°C, die Temperaturunterschiede zwischen Zentrum und Rand waren entsprechend kleiner, und der Käse kühlte sich während der Preßzeit langsamer ab.

Bei hohen Außentemperaturen, wie sie in unserer Gegend im Sommer anzutreffen sind, kann die Raumtemperatur mühelos während der ganzen Preßzeit zwischen 20 und 25°C gehalten werden (Abbildung 5). Die Temperaturunterschiede zwischen Rand und Zentrum im Käse aus dem Dampfbetrieb (Abb. 5) waren etwa 8°C; die Abkühlung der Käse auf der Presse verlief langsamer als bei tiefen Außentemperaturen.

Da die Raumtemperatur im Elektrobetrieb wegen der speziellen Lage des Preßtisches höher war als bei allen andern in unsere Untersuchung eingeschlossenen Betrieben, kühlten sich die Käse entsprechend langsamer ab (Abb. 6).

Ein Unterschied zwischen Dampf- und Elektrobetrieb war bezüglich Preßraum — und Käsetemperatur bei hoher Außentemperatur nicht festzustellen.

Aus den bisherigen Ergebnissen scheinen uns folgende Punkte wesentlich zu sein:

- Die Außentemperatur hat einen großen Einfluß auf die Raumtemperatur.
- In nichtklimatisierten Preßräumen ist bei tiefen Außentemperaturen mit zunehmender Preßzeit ein Absinken der Preßraumtemperatur festzustellen.
- Tiefe Raumtemperaturen führen zu raschem Abkühlen der Käse und zu großen Temperaturunterschieden zwischen Zentrum und Randzone.

3.3 Einfluß extremer Raumtemperaturen auf den Temperaturverlust im Käse und ihre Auswirkungen auf die Milchsäuregärung

Der Temperaturverlauf im Käse wurde in einem klimatisierten Preßraum unseres Emmentalerversuchsbetriebes ermit-

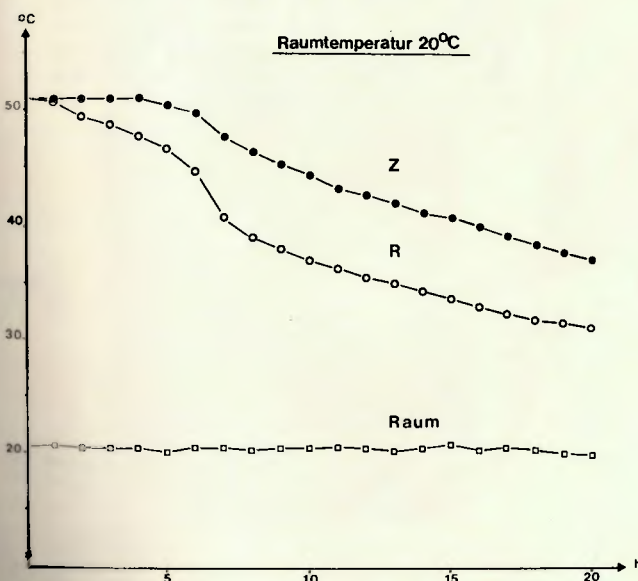


Abb. 8: Temperaturverlauf im Emmentalerkäse auf der Presse bei 20°C Raumtemperatur. Z = Zentrum; R = Randzone (Järbseite)

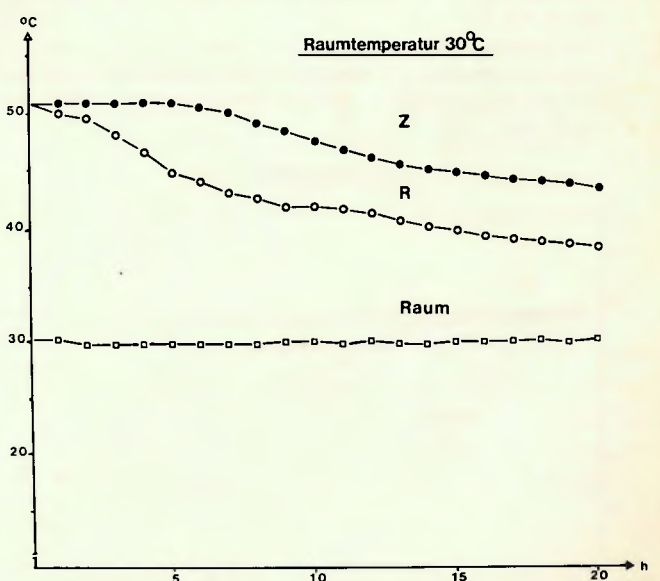


Abb. 9: Temperaturverlauf im Emmentalerkäse auf der Presse bei 30°C Raumtemperatur. Z = Zentrum; R = Randzone (Järbseite)

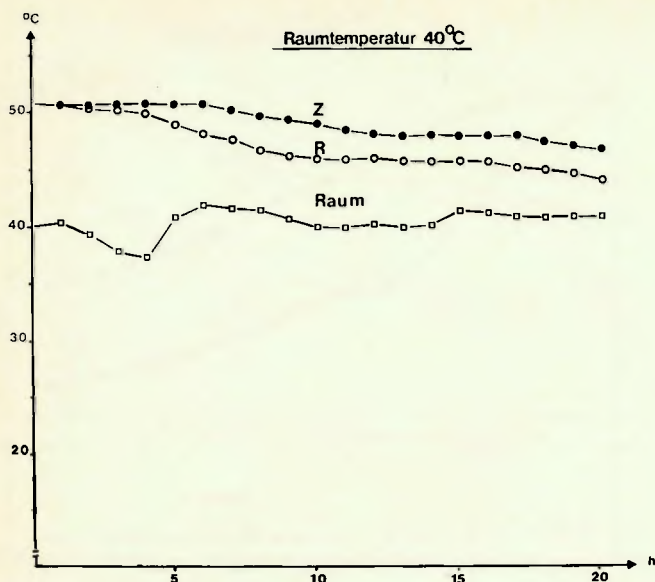


Abb. 10: Temperaturverlauf im Emmentalerkäse auf der Presse bei 40°C Raumtemperatur. Z = Zentrum; R = Randzone (Järbseite)

telt. Die Käse preßten wir tuchlos (Guérin-Preßsystem) bei konstanten Raumtemperaturen von ca. 10, 20, 30, 40 und 50°C. (Die Preßraumtemperaturen konnten aus technischen Gründen bei den extremen Varianten 10 und 50°C nicht genau auf den beabsichtigten Stufen gehalten werden. Bei der Stufe 40°C wurde die Klimaanlage wegen einer Panne in der Stromversorgung kurze Zeit ausgeschaltet.) Den Käsen entnahm man an den Meßstellen im Alter von 6, 12, 20 und 44 Stunden Proben, die auf Wassergehalt, pH-Wert, Milchsäure- und Glukosegehalt untersucht wurden.

Die Meßergebnisse, auf den Abbildungen 7 bis 11 dargestellt, bestätigen frühere Beobachtungen (6) und Erfahrungen in der Praxis:

- Größe und Geschwindigkeit der Temperaturabnahme im jungen Emmentalerkäse werden vor allem durch die gegebene Raumtemperatur bestimmt. Bei einer Preßraumtemperatur von 10°C ist ein starker und rascher Wärmeverlust der Käsemasse zu erwarten (Abb. 7). Dem kann entgegnet werden, indem der Käse entsprechend gegen Wärmeverlust geschützt wird, entweder durch eine bessere „Verpackung“ oder durch Erhöhung der Raumtemperatur. Wie zu erwarten war, konnte in einem kleinen Tastversuch festgestellt werden, daß die Käsemasse in Metallformen viel rascher abkaltet als in Holzformen. Bei 50°C Raumtemperatur kaltet der Käse nicht ab (Abb. 11).

- Die Temperaturunterschiede im Käse zwischen Rand und Zentrum werden mit abnehmender Raumtemperatur größer und wirken sich vor allem in den ersten Preßstunden stark aus.

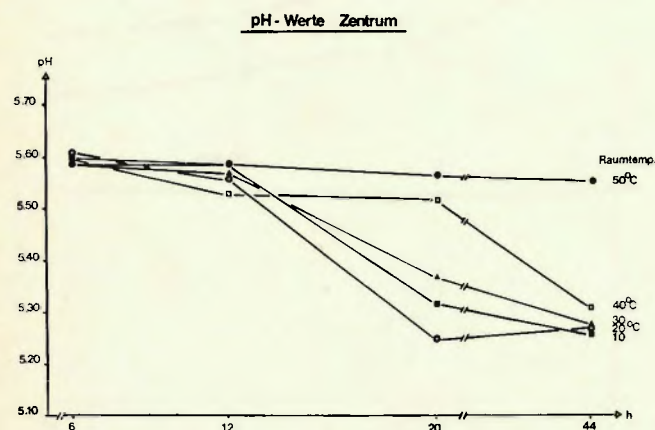


Abb. 12: pH-Werte im Zentrum der bei verschiedenen Temperaturen gepreßten Emmentalerkäse

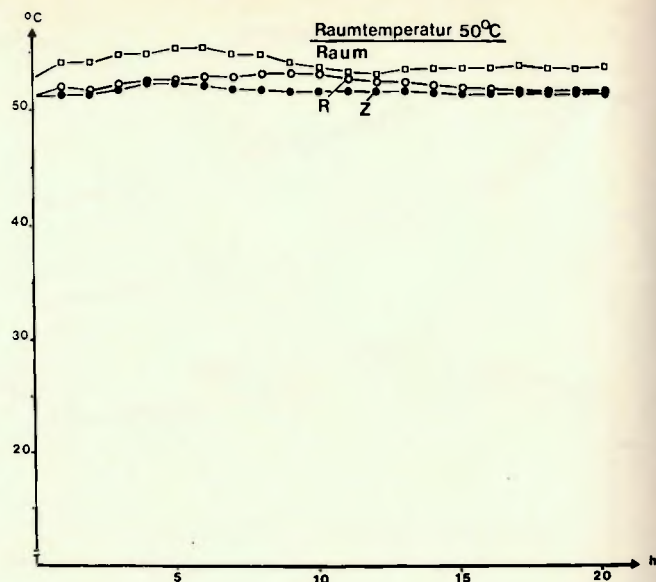


Abb. 11: Temperaturverlauf im Emmentalerkäse auf der Presse bei 50°C Raumtemperatur. Z = Zentrum; R = Randzone (Järbseite)

— Nach den ersten 4—6 Preßstunden verläuft die Temperaturabnahme an der Randzone und im Zentrum parallel.

Welche Auswirkungen hat nun der Temperaturverlauf in der Käsemasse auf den Wassergehalt im Käse, auf das Wachstum der Bakterien und speziell auf die Milchsäuregärung?

Ein bestimmter Wassergehalt im jungen Käse auf der Presse ist durch die Fabrikationstechnik gegeben. Mit zunehmender Preßzeit nimmt der Wassergehalt im Käse ab. Bekanntlich ist das Abfließen der Molke im wesentlichen abhängig vom Zusammenpressen der Käsemasse und vom Verlauf der Milchsäuregärung. In unseren Versuchen war mit zunehmender Preßzeit eine Abnahme des Wassergehaltes festzustellen. Die 44 Stunden alten Käse zeigten die in Tabelle 1 zusammengestellten Wassergehalte.

Tabelle 1:

Wassergehalte in der Randzone und im Zentrum der 44stündigen Käse, die bei 10, 20, 30, 40 und 50°C Raumtemperatur gepreßt wurden

Preßraumtemperatur °C	% Wasser	
	Randzone	Zentrum
10	36,6	36,9
20	37,0	37,6
30	37,5	37,8
40	37,8	38,2
50	38,2	38,6

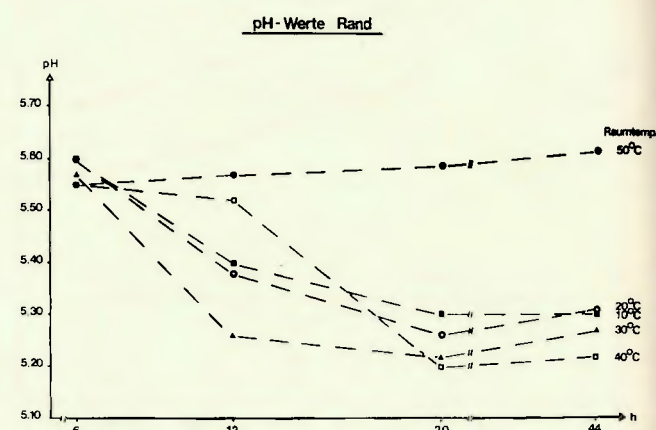


Abb. 13: pH-Werte in der Randzone der bei verschiedenen Temperaturen gepreßten Emmentalerkäse

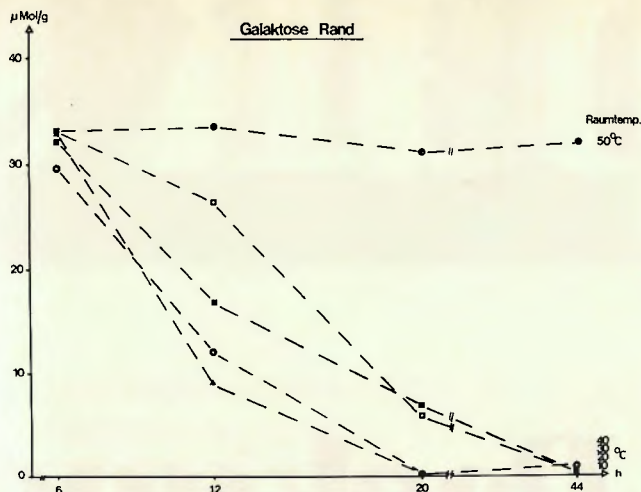


Abb. 14: Galaktosegehalt in der Randzone der bei verschiedenen Temperaturen gepreßten Emmentalerkäse

Bei allen Preßraumtemperaturstufen wiesen die 44stündigen Käse im Zentrum einen leicht höheren Wassergehalt auf als in der Randzone. Mit ansteigender Preßraumtemperatur nahm auch der Wassergehalt im Käse zu; bei einer Raumtemperatur von 10° C war der Wassergehalt im Käse am tiefsten, bei 50° C am höchsten!

Der pH-Wert sank in den ersten 6 Preßstunden in allen Käsen auf ca. 5,5 bis 6,0 und war in der Randzone tiefer als im Zentrum. Während im Zentrum der pH-Wert bei allen Temperaturstufen von der 6. bis zur 12. Preßstunde nur sehr langsam abnahm (Abb. 12), war in der Randzone während der gleichen Zeitperiode bei den Temperaturstufen 10, 20

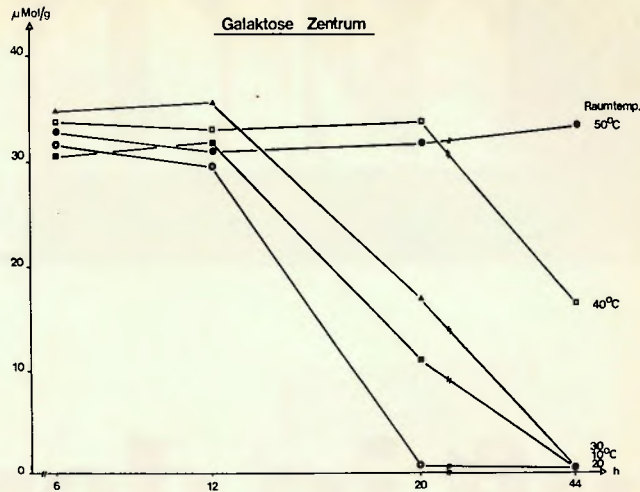


Abb. 15: Galaktosegehalt im Zentrum der bei verschiedenen Temperaturen gepreßten Emmentalerkäse

und 30° C ein starker Abfall des pH-Wertes zu beobachten (Abb. 13), der nach 20 Stunden bereits den tiefsten Wert erreichte. Bei 40° C sank der pH-Wert im Zentrum des Käses nur langsam und erreichte nach 44 Stunden 5,32, während zur gleichen Zeit an der Randzone 5,22 gemessen wurde.

Bei 50° C Preßraumtemperatur blieb der pH-Wert im ganzen Käse von der 6. bis zur 44. Preßstunde auf 5,6 stehen.

Der Galaktosegehalt (Abb. 14 und 15) betrug nach 6 Preßstunden bei allen Käsen im Zentrum und am Rand um 30–35 µ Mol/g. In der Randzone nahm der Galaktose-

Hygienisch saubere Butterungsmaschinen – ein Problem für Sie?

Die schnellste Lösung: Ihr heißer Draht zu Benckiser.

BENCKISER

Joh. A. Benckiser GmbH
6700 Ludwigshafen/Rhein
Benckiserplatz

0621/5 90 3473

Denn Benckiser hat mit CALGONIT für alle Probleme die richtige Lösung. Deshalb – rufen Sie uns an und Ihr Problem ist auch unser Problem.

Ob in Butterungsmaschinen oder Butterfertigern, CALGONIT löst sämtliche Reinigungs- und Desinfektionsprobleme. Individuell! Je nach Betriebsbedingungen! Fett und Eiweiß werden sicher entfernt, Ausfällungen sowie ein Kleben der Butter auf Maschinenteilen verhindert. Das Ergebnis: Hygienisch saubere Butterungsmaschinen!

CALGONIT – alkalisch, mit und ohne Desinfektion – trägt den individuellen Kundenwünschen Rechnung und garantiert wirtschaftliche Reinigungs- und Desinfektionsabläufe. Sie haben die Reinigung Ihrer Butterungsmaschinen stets sicher im Griff! CALGONIT arbeitet sicher, rationell und sparsam bei schonender Behandlung der zu reinigenden Objekte.

Zögern Sie nicht – informiert sein ist alles. Rufen Sie uns an oder füllen Sie den Coupon aus und ab damit in die Post.

calgonit
reinigt und desinfiziert zugleich.

Senden Sie uns Ihre Produktinformation
☐ Reinigung und Desinfektion nach Maß in der Molkerei
☐ Erbitten Besuch Ihres Fachmannes

Firma

Name

Ort

Straße

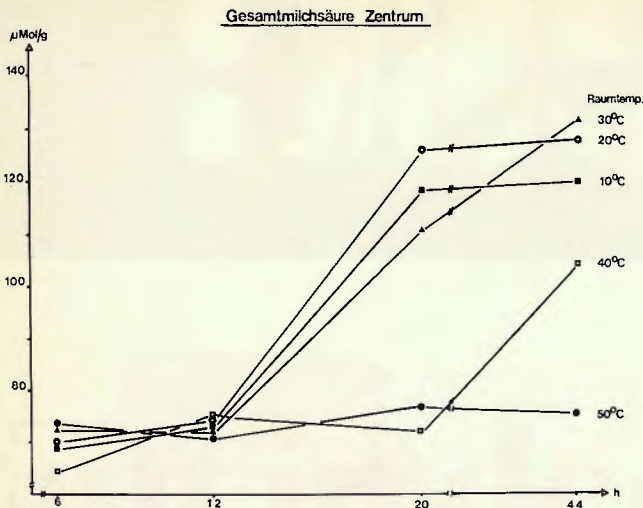


Abb. 16: Gesamtmilchsäuregehalt im Zentrum der bei verschiedenen Temperaturen gepreßten Emmentalerkäse

gehalt nach der 6. Stunde bei 10, 20 und 30°C sehr rasch ab und erreichte nach 20 bzw. 40 Stunden den Nullwert. Im Zentrum der Käse wurde die Galaktose langsamer abgebaut als am Rand.

Bei den Preßraumtemperaturen 40 und 50°C war nach 44 Stunden nur ein kleiner Rückgang bzw. überhaupt kein Rückgang des Galaktosegehaltes zu beobachten.

Die Gesamtmilchsäure (Abb. 16 und 17) erreichte bei allen Käsen in den ersten 6 Preßstunden Werte zwischen 65 und 80 $\mu\text{Mol/g}$. Während im Zentrum der Käse der Gesamtmilchsäuregehalt bei allen Temperaturstufen bis zur 12. Stunde nur wenig anstieg, nach der 12. Stunde bei den Raumtemperaturen 10, 20 und 30°C dann aber rasch zunahm, war in der Randzone eine fortlaufend starke Säureentwicklung bei den Raumtemperaturen 30, 20, 10 und 40°C vorhanden, die teilweise bereits nach ca. 20 Stunden das Maximum von ca. 120–130 $\mu\text{Mol/g}$ erreichte.

Die bei 40 und 50°C gepreßten Käse zeigten zwischen der 6. und 44. Stunde eine sehr langsame bzw. überhaupt keine Säurezunahme.

Der Gehalt an L(+)-Milchsäure war nach den ersten 6 Preßstunden bei allen Käsen zwischen 50 und 65 $\mu\text{Mol/g}$ (Abb. 18 und 19). Auch hier stellte man in der Randzone, namentlich bei den Temperaturstufen 30 und 20°C, zwischen der 6. und 12. Stunde eine raschere Zunahme fest als im Zentrum.

Keine Erhöhung der L(+)-Milchsäure stellte man bei der Temperaturstufe 50°C fest.

D(–)-Milchsäure konnte in allen Käsen nach 6 Stunden zwischen 10 und 18 $\mu\text{Mol/g}$ nachgewiesen werden

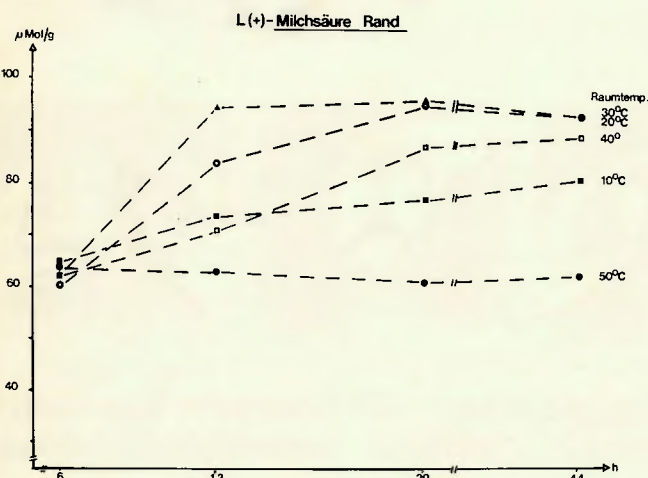


Abb. 18: L(+)-Milchsäuregehalt in der Randzone der bei verschiedenen Temperaturen gepreßten Emmentalerkäse

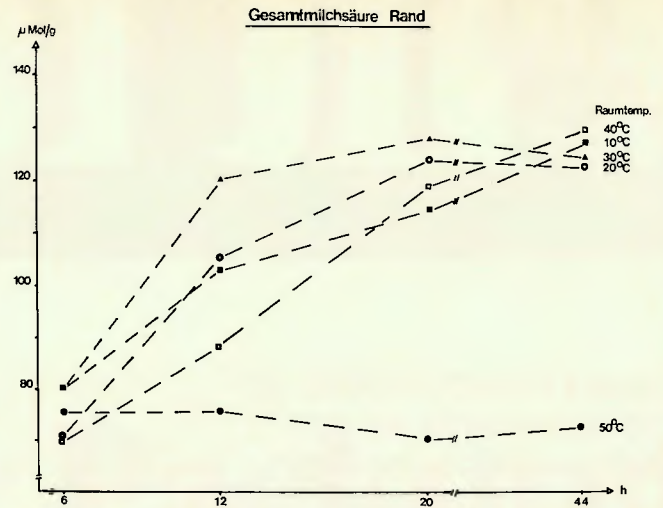


Abb. 17: Gesamtmilchsäuregehalt in der Randzone der bei verschiedenen Temperaturen gepreßten Emmentalerkäse

(Abb. 20 und 21). Auch hier kann eine stärkere Zunahme der D(–)-Milchsäure vor allem in der Randzone bei den Temperaturen 10, 20 und 30°C beobachtet werden. Es fällt auf, daß der bei 10°C gepreßte Käse den höchsten D(–)-Milchsäuregehalt aufweist.

Im Zentrum haben wir eine langsame Zunahme des D(–)-Milchsäuregehaltes.

Bei 50°C wird nach der 6. Stunde keine D(–)-Milchsäure mehr gebildet.

Diskussion

Die erhaltenen Ergebnisse lassen interessante Beziehungen zwischen Käsetemperatur und Milchsäuregärung erkennen. Der zeitliche Verlauf der Milchsäuregärung sowie Konfiguration und Konzentration der entstehenden Milchsäure werden durch die Milchsäurebakterien und ihre Aktivität festgelegt. In Abhängigkeit von der Höhe der Temperatur und ihrer Einwirkungsdauer auf die Bakterienzelle wird das Wachstum stimuliert oder gehemmt und der Stoffwechsel geändert. Die Temperatur greift bekanntlich in die Entwicklung ein, wirkt als konservierender oder, im umgekehrten Falle, als sterilisierender Faktor. Im wesentlichen hat eine Temperaturerhöhung auf die Tätigkeit der Bakterien eine doppelte Wirkung. Die Stoffwechselreaktionen werden beschleunigt, und zwar nicht nur die Syntheseprozesse, sondern auch die des Abbaus, und es steigt die Inaktivierung der Enzyme, die diese Prozesse katalysieren.

Die in der Emmentalerkäseerei verwendeten Milchsäurebakterien setzen sich aus den thermophilen Stämmen *Str. thermophilus* sowie *L. helveticus* und *L. lactis* zusammen. Diese

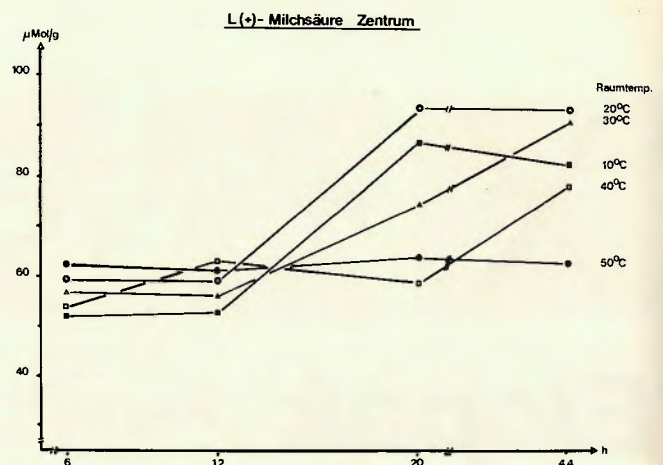


Abb. 19: L(+)-Milchsäuregehalt im Zentrum der bei verschiedenen Temperaturen gepreßten Emmentalerkäse

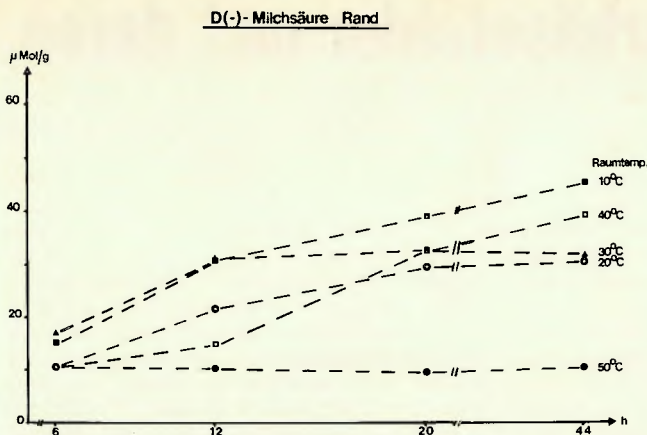


Abb. 20: D(-)-Milchsäuregehalt in der Randzone der bei verschiedenen Temperaturen gepreßten Emmentalerkäse

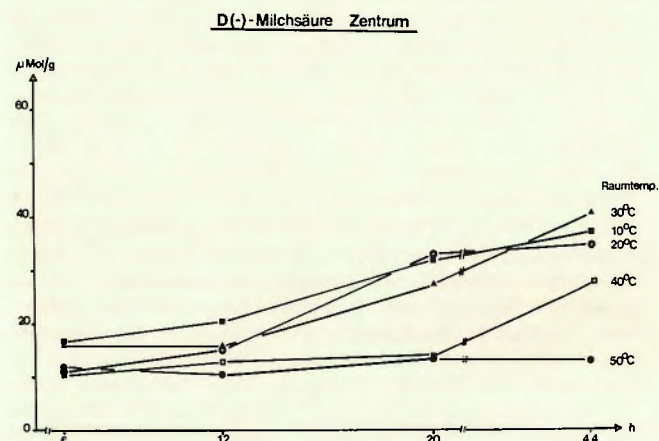


Abb. 21: D(-)-Milchsäuregehalt im Zentrum der bei verschiedenen Temperaturen gepreßten Emmentalerkäse

werden als sog. Rohkulturen auf Molke gezüchtet und in einem bestimmten Verhältnis (Str.:L.) angewendet. Aus früheren Untersuchungen (7) ist bekannt, daß Str.-thermophilus-Stämme fast ausschließlich L(+)-Laktat, L.-lactis-Stämme über 90 % D(-)-Laktat und L.-helveticus-Stämme beide Milchsäuresomere bilden, wobei der L(+)-Laktatanteil an der Gesamtmilchsäure ca. $\frac{2}{3}$ beträgt.

Unsere Versuchsergebnisse zeigen, daß in den ersten 6 Preßstunden bei Temperaturen von ungefähr 50°C bereits die Hälfte der am Ende der Milchsäuregärung vorhandenen Milchsäure gebildet wird und bestätigen damit zahlreiche frühere Untersuchungen (6, 7). Die Gesamtmilchsäure setzt sich mehrheitlich aus der L(+)-Milchsäure zusammen und stammt deshalb vor allem von Str.-thermophilus-Stämmen. Für einen günstigen Verlauf der Milchsäuregärung ist ein normales gleichmäßiges Abkühlen der Käsemasse notwendig (Preßraumtemperatur 20 und 30°C!). Extreme Preßraumtemperaturen (50, 40, 10°C) lassen die Käsemasse zu langsam bzw. zu rasch abkühlen, die Bakterien, speziell die Lactobacillen-Stämme, werden in ihrem Wachstum stark gehemmt, die Stoffwechselreaktionen werden verlangsamt oder eingestellt.

Bei zu tiefen Preßraumtemperaturen (z. B. 10°C) entstehen innerhalb des Käses große Temperaturdifferenzen, die zu unterschiedlicher Bakterienvermehrung, zu ungleichmäßigem Verlauf der Milchsäuregärung, zu ungleicher Entmolkung und zu Unterschieden im Eiweißabbau führen können.

Zu hohe Preßraumtemperaturen (z. B. 50°C) haben eine schleppende Milchsäuregärung zur Folge, eine schlechte Entmolkung und führen zur Inaktivierung der Lactobacillen. Unser Versuchskäse, der bei 50°C gepreßt wurde, setzte mit der Lochbildung sehr früh ein und zeigte im konsumreifen Alter neben Putrificusstellen (Cl. sporogenes!) allgemein einen fehlerhaften Eiweißabbau.

Spezial - Käsewaxse

unübertroffen in Elastizität und Glanz

H.A. van STOCKUM-

2 Hamburg 93, Stenzelring 13, Telefon 756355

Beim bei 10°C gepreßten Käse begann die Lochbildung spät, der konsumreife Käse war im Lochansatz und im Teig unbefriedigend.

Abschließend kann festgestellt werden, daß eine Preßraumtemperatur zwischen 20 und 30°C anzustreben ist. Auch bei diesen Raumtemperaturen lassen sich kleinere Temperaturunterschiede im Käse nicht vermeiden. Die praktische Erfahrung lehrt, daß die in der schweizerischen Emmentalerkäseerei hergestellten Rohkulturen aus Milchsäurebakterien zusammengesetzt sind, die in der Regel über einen großen biokinetischen Temperaturbereich verfügen.

4. Zusammenfassung

Temperaturmeßversuche im Emmentalerkäse auf der Presse haben gezeigt, daß der Wärmeverlust der Käsemasse vor allem von der Preßraumtemperatur abhängt: Tiefe Raumtemperaturen führen zu raschem Abkühlen des Käses und ergeben große Temperaturdifferenzen innerhalb der Käsemasse. Mit zunehmender Preßraumtemperatur werden die Temperaturunterschiede im Käse kleiner.

Die Preßraumtemperatur wird wesentlich beeinflusst durch die jahreszeitlichen Temperaturschwankungen.

Es konnten interessante Beziehungen zwischen Käsetemperatur und Milchsäuregärung festgestellt werden. Trotz hoher Käsetemperaturen (50°C) ist in den ersten 6 Stunden eine gute Anfangssäuerung im Käse festzustellen. Die Aktivität der Milchsäurebakterien wird jedoch gehemmt, wenn eine zu hohe Käsetemperatur beibehalten wird oder eine zu rasche Abkühlung der Käsemasse stattfindet. Zu extreme Preßraumtemperaturen und zu große Temperaturdifferenzen im Käse können zu unbefriedigender Entmolkung und zu Käsefehlern führen. (BL 55)

Literatur

- (1) KOSTAROPOULES, A. E. et al.: Lebensmittel-Wiss. u. Technol. 8, 108—110 (1975).
- (2) STEFFEN, C. et al.: Schweiz. Milchzeitung 72, 558 (1972) und 53, 357—358 (1974).
- (3) STEFFEN, C.: Schweiz. Milchzeitung 97, 1073 (1971).
- (4) „Schweizerisches Lebensmittelbuch“, zweiter Band, Kapitel 5: Käse. Eidg. Drucksachen- und Materialzentrale Bern (1967).
- (5) BLANC, B. et al.: Schweizerische Milchwirtschaftliche Forschung 2, 1—16 (1973).
- (6) BURKEY, L. A. et al.: J. Dairy Sci. 18, 719—731 (1935).
- (7) STEFFEN, C.: Diss. Nr. 4630 ETHZ (1971).

Teststreifen zum Nachweis coliformer Keime in

Trinkmilch
Kesselmilch
Rohmilch
Butterungsrahm (Süßrahm)
Schlagsahne
Speise-Eis
Trinkwasser

Einfache und zeitsparende Handhabung

Erhöhung der Probenzahl bei geringerem Arbeitszeitaufwand

Genauere Ergebnisse

Auswertung der Coli-Streifen bereits nach 8 bis 10 Stunden



Bezug durch den Fachhandel

Bactiastrip® SA
8702 Zollikon/Schweiz
Auslieferungslager München