

Prom.-Nr. 2393

**Grundlagen
zur qualitativen Verbesserung
der Käseibutter**

Von der
EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN
HOCHSCHULE IN ZÜRICH
zur Erlangung
der Würde eines Doktors der technischen Wissenschaften
genehmigte
PROMOTIONSARBEIT

vorgelegt von
FRITZ HOFMANN
von Worb (Kt. Bern)

Referent: Prof. Dr. E. Zollikofer; Korreferent: Prof. T. O. Wikén

6. Das Auftreten der Butterfehler scharf bis ranzig war in allen von uns untersuchten Fällen mit einem Ansteigen des Fettsäuregrades und einem Absinken des pH-Wertes des Butterplasmas verbunden. Diese Änderungen waren jedoch gering. Bei Süßrahmbutterproben, die in frischem Zustande geschmacklich rein, nach 7-tägiger Lagerung bei +17° C bzw. 30-tägiger Lagerung bei +4° C jedoch scharf bis ranzig waren, konnten wir folgende Veränderungen feststellen:

	während 7-tägiger Lagerung bei +17° C (3 Proben)	während 30-tägiger Lagerung bei +4° C (6 Proben)
Zunahme des Fettsäuregrades	0,33—0,42	0,10—0,35
Abnahme des pH-Wertes des Butterplasmas	0,22—0,61	0,10—0,43

Man kann somit das Auftreten geschmacklich bereits wahrnehmbarer, jedoch nicht hochgradiger Fettspalungen auf Grund von Säuregradbestimmungen nur erkennen, wenn man sowohl den Säuregrad des Frischbutter- als auch des Lagerbutterfettes kennt. Erst aus der Differenz dieser beiden Werte können diesbezügliche Schlüsse gezogen werden.

7. Bei Süßrahmbutter war auch das Auftreten eines nicht näher definierbaren unreinen Geschmacks sowie des Altgeschmacks mit einer Zunahme des Fettsäuregrades verbunden, meistens dagegen nicht bei Sauerrahmbutter. Bei letzterer kann ein unreiner Geschmack auf rein oxydativem Wege entstehen.

V. Zusammenfassung und Schlußbetrachtungen

Zweck der vorliegenden Untersuchungen war es, wissenschaftliche Grundlagen für eine Verbesserung der Käseireibutter (Butter aus Satten- und Molkenrahm) zu schaffen. Dazu wurden genaue Parallelversuche sowie Periodenversuche in verschiedenen Käseereien durchgeführt. Neben der Anwendung umfassender wissenschaftlicher Kontrollen erfolgte die qualitative Beurteilung der Butter durch eine mindestens sechsgliedrige Taxationskommission. Diese war jeweils über die Art der Butter-

proben nicht näher orientiert. Als Bewertungsgrundlage diente ein im Jahre 1953 von den zuständigen Verbänden (ZVSM und SMKV) als offiziell erklärtes Bewertungsschema. Die Beurteilung der Butter fand in frischem sowie in gelagertem Zustande statt. Bei der Beurteilung wurde streng vergleichend vorgegangen. Von der gleichen Fabrikation stellten wir jeweils sovielen Butterstöcke her, als es die verschiedene Art der Lagerung, etc. erforderte, so daß für jede Taxation und die damit im Zusammenhang stehenden Untersuchungen ein neuer, unberührter Stock zur Verfügung stand. Als besondere Ziele wurden in Aussicht genommen:

1. Erzielung einer geschmacklich reinen Käsereibutter, bzw. Bekämpfung des sog. Sirtengeschmackes;
2. allgemeine hygienische Verbesserung der Käsereibutter;
3. Erhöhung der Haltbarkeit der Käsereibutter.

Dies wurde hauptsächlich zu erreichen gesucht durch:

1. Zurückdämmung des nachteiligen Einflusses der Kupferinfektion;
2. völlige Ausschaltung der Kupferinfektion;
3. Pasteurisation des Butterungsgutes (Mehrzweckerhitzer);
4. Reinsäuerung des pasteurisierten Rahmes mittelst Säurewecker;
5. Vermeidung von mikrobiellen Nachinfektionen der Butter;
6. Erzielung einer möglichst feinen Wasserverteilung in der Butter.

Ergebnisse

A. Frischbutter

Verschiedene Pasteurisationsarten (Erhitzung des Rahmes auf 75, 85 und 90° C) erleichtern die Fabrikation einer reinschmeckenden Käsereibutter. Bei Gewinnung von geschmacklich reinem Sattenrahm kann durch die Pasteurisation des Butterungsgutes vermieden werden,

daß Käseireibutter bereits in frischem Zustande mikrobiologische Geschmacksfehler aufweist. Dagegen genügt die Pasteurisation des Rahmes bei KK-Butter allein nicht, um den Sirtengeschmack zum Verschwinden zu bringen. Bei Dauerpasteurisation des Butterungsgutes (65° C, 30 Min.) neigt KK-Butter sogar vermehrt zur Bildung eines schmirgelig-metallischen Geschmacks, und zwar sowohl bei Nichtansäuerung wie bei Ansäuerung des pasteurisierten Rahmes.

Durch genügende Beimischung von Satten- zum Molkenrahm und anschließende Hochpasteurisation (85—90° C) des Butterungsgutes gelang es bei der Fabrikation von KK-Butter im allgemeinen, die Intensität des Sirtengeschmacks zu vermindern. Bei KK-Butter, die an aufeinanderfolgenden Tagen in verschiedenen Betrieben aus einer Mischung von Satten- und Molkenrahm fabriziert wurde, die weniger als 40 Gewichtsprozent Molkenrahm enthielt, war jedoch keine direkte Beziehung mehr nachweisbar zwischen der Intensität des Sirtengeschmacks und dem Anteil Molkenrahm, Molkenfett und Molkenplasma im Gesamtbutterungsrahm. Auch bei sehr konzentrierter Gewinnung und geringem gewichtsprozentischem Anteil des Molkenrahmes (18—20%) im Gesamtbutterungsrahm wies KK-Butter zum Teil einen Sirtengeschmack auf.

Bei pasteurisierter (75, 85 und 90° C) reingesäuerter KK-Butter war der Sirtengeschmack weniger häufig und meist auch weniger ausgeprägt festzustellen als bei solcher aus pasteurisiertem nichtangesäuertem Rahm. In ersterer ist er zum Teil überdeckt, in letzterer trat er neben dem sonst reinen Geschmack mehr hervor.

Im Parallelversuch Stahl-/Kupferkessi gelang es mit Hilfe des Stahlkessels, aus reinem Molkenrahm (d. h. ohne Beimischung von Sattenrahm) pasteurisierte nicht-angesäuerte Käseireibutter ohne jeden Sirtengeschmack herzustellen. Während bei KK-Butter der Sirtengeschmack als häufigster Geschmacksfehler festzustellen war, konnte man bei der im Parallelversuch fabrizierten pasteurisierten SK-Butter aus Satten- und SK-Molkenrahm nie einen Sirtengeschmack erkennen, und zwar sowohl bei Verbutterung von Süß- wie auch von Sauerrahm. Dieser Erfolg konnte nur so gedeutet werden, daß er durch möglichste Ausschaltung der Kupferinfektionen zustande

kam. Der Kupfergehalt der SK-Butter war dabei stets bedeutend geringer als derjenige der KK-Butter. In den meisten Fällen war der Kupfergehalt von SK-Butter nicht größer als bei reiner Milchzentrifugenbutter.

Zahlreiche Kupferbestimmungen an Käseireibutter aus verschiedenen, unter unserer Kontrolle geführten Betrieben zeigten, daß der Kupfergehalt von KK-Butter relativ große Schwankungen aufweist. Bei Reinansäuerung des Butterungsgutes war der Kupfergehalt der Butter in der Regel durchschnittlich höher als bei Nichtansäuerung.

Es gelang durch besonders sorgfältige Fabrikation unter möglichster Vermeidung einer unerwünschten mikrobiologischen Nachinfektion bei sämtlichen angewendeten Pasteurisationstemperaturen (30 Min. 65° C, Kurzzeiterhitzung auf 75 und 90° C) sowohl bei Nichtansäuerung als auch bei Reinansäuerung SK- und KK-Butter mit einem Fremdkeimgehalt herzustellen, wie er für beste, hygienisch einwandfreie Tafelbutter toleriert wird. Dies ist bei Reinansäuerung des Butterungsgutes leichter als ohne diese.

B. Lagerbutter

1. Dauerlagerung (—20° C)

Sowohl SK- als auch KK-Butter aus pasteurisiertem unangesäuertem Rahm wies bei Tiefkühlagerung (—20° C) größtenteils eine Haltbarkeit von 6 Monaten auf. SK-Butter wurde nach dieser Lagerungszeit stets als geschmacklich besser erkannt als die im Parallelversuch fabrizierte KK-Butter.

Die Reinansäuerung des pasteurisierten Rahmes verkürzte bei KK-Butter die Haltbarkeit. Bei SK-Butter war dies nicht der Fall, sofern sie aus hochpasteurisiertem und nicht unter pH 4,7 angesäuertem Rahm fabriziert wurde.

Im Gegensatz zu bisherigen Annahmen wurde auch angesäuerte SK-Butter aus niederpasteurisiertem Rahm (30 Min. 65° C und kurzzeiterhitzt auf 75° C) während der Lagerung deutlich fischig, nicht hingegen bei Hochpasteurisation (90° C). Bei KK-Butter aus reingesäuertem

Rahm trat dieser Fehler bei sämtlichen geprüften Pasteurisationsarten (30 Min. 65° C, Kurzzeiterhitzung auf 75° C, Hochpasteurisation auf 85 und 90° C) häufig auf. Demgegenüber zeigte Süßrahmbutter (SK und KK) bei allen Pasteurisationsarten nach 6-monatiger Tiefkühlagerung in keinem Fall einen ölig-tranigen oder fischigen Geschmack.

Bei den angesäuerten SK-Butterproben waren es hauptsächlich die dauerpasteurisierten, die bei normalem Ansäuerungsgrad (pH 4,7—4,8) zum Fischigwerden neigten. Bei gleicher Intensität der Ansäuerung genügte eine Pasteurisationstemperatur von 75° C, um ein Fischigwerden der SK-Butter zu vermeiden, nicht aber um den Fehler schmirgelig-metallisch mit Sicherheit auszuschließen. Bei gleichzeitiger Übersäuerung des Rahmes (pH 4,38) konnte unter sonst gleichen Bedingungen (Pasteurisationstemperatur 75° C) bei einer Probe der Geschmacksfehler fischig festgestellt werden. Alle diese Fehler konnte man bei SK-Butter aus hochpasteurisiertem (90° C), bis auf maximal pH 4,7 angesäuertem Rahm nach 6-monatiger Lagerung (—20° C) nie beobachten.

Bei KK-Butter genügte eine weit schwächere Ansäuerung des Rahmes, um das Auftreten des ölig-tranigen bzw. fischigen Geschmackes zu fördern. Mit steigender Pasteurisationstemperatur war jedoch ein höherer Säuregrad des Rahmplasmas erforderlich, um das Fischigwerden der Butter zu bewirken. Bei nur sehr schwacher Ansäuerung des Rahmes (unter 11° SH bezogen auf das Rahmplasma) wurde KK-Butter aus Rahm, der auf 75 bis 90° C erhitzt worden war (Mehrzweckerhitzer), in keinem Falle während der 6-monatigen Lagerung fischig.

Es ist infolgedessen hauptsächlich das Zusammenreffen der beiden Faktoren Kupferinfektion und Ansäuerung, welche das Auftreten des fischigen Geschmackes bei kaltgelagerter Butter fördert, während die Entstehung dieses Geschmacksfehlers durch die Hochpasteurisation gehemmt wird.

Die ungenügende Haltbarkeit pasteurisierter KK-Butter wurde zur Hauptsache bedingt:

- bei Süßrahmbutter: durch das Auftreten mikrobiologisch-enzymatischer Fehler,
bei Sauerrahmbutter: durch sogenannte chemische Fehler (schmirgelig-metallisch-fischig).

Bei 77,8% der deklassierten KK-Butterproben aus reingesäuertem Rahm war das Fischigwerden der Butter die Ursache der Deklassierung. Es gelang auch nicht durch Waschen des Molkenrahmes mit Wasser, das Fischigwerden von angesäuerter KK-Butter zu verhüten.

Hinsichtlich des Sirtengeschmackes bei dauergelagerter Käseireibutter (-20° C) zeigte sich folgendes:

Bei reingesäuerter und nichtangesäuerter KK-Butter trat der Sirtengeschmack oft erst nach längerer Lagerung erkennbar auf oder nahm während dieser an Intensität deutlich zu. Namentlich bei angesäuerter KK-Butter ging der Sirtengeschmack während der Dauerlagerung zum Teil in den Fehler «schmirgelig-metallisch» und «fischig» über. Es ergab sich vielfach folgende Geschmacksfehlerentwicklung:

- a) Kein bis leichter Sirtengeschmack \longrightarrow schmirgelig-metallisch \longrightarrow fischig.
- b) Kein bis leichter Sirtengeschmack \longrightarrow unrein \longrightarrow fischig.

Zwischen starkem Sirten- und metallischem Geschmack war es oft schwer, eine sichere Grenze zu ziehen. Es handelte sich hier somit nicht um grundverschiedene Geschmacksfehler.

Mit der Intensitätszunahme des Sirtengeschmackes und dem Auftreten des fischigen Geschmackes war stets auch ein Ansteigen der Peroxydzahl des Butterfettes verbunden.

Peroxydbestimmungen an SK- und KK-Butterproben, die im Parallelversuch fabriziert worden waren, bestätigten, daß der erhöhte Kupfergehalt von KK-Butter die Oxydation des Butterfettes während der Dauerlagerung fördert.

Bemerkenswert ist auch, daß die verschiedenen Gruppen von Mikroorganismen, die in pasteurisierter und unpasteurisierter KK-Butter mit hohem Fremdkeimgehalt

zu finden sind, nicht genügend reduzierend wirken, um bei Ansäuerung des Rahmes das Auftreten des fischigen Geschmacks zu vermeiden.

Während der Kaltlagerung (-20°C) pasteurisierter Käsereibutter traten in dieser auch bei sehr niederem Fremdkeimgehalt Geschmacksfehler auf, die man sonst rein mikrobiologischen Ursachen zuschreibt. Dies dürfte in solchen Fällen auf rein enzymatische Verderbnis zurückzuführen sein.

Der Geschmacksfehler «rächelig» bis ranzig (hydrolytische Fettzersetzung) trat bei Erhitzung des Rahmes auf $75-90^{\circ}\text{C}$ (Mehrzweckerhitze) nur bei relativ hohem Gehalt der Butter an hydrolytischen Fettzetzern auf. Dies ist wohl ein Zeichen dafür, daß die eventuell ursprünglich, d. h. vor der Pasteurisation im Butterungut vorhandenen Lipasen durch letztere genügend inaktiviert werden.

2. Begrenzte Lagerung

(7 Tage bei $+17^{\circ}\text{C}$ resp. 30 Tage bei $+4^{\circ}\text{C}$)

Pasteurisierte angesäuerte KK-Butter zeigte bei den Lagerungstemperaturen $+17$ und $+4^{\circ}\text{C}$ durchschnittlich eine längere Haltbarkeit als pasteurisierte unangesäuerte.

Eine 30-tägige Lagerung bei $+4^{\circ}\text{C}$ führte im allgemeinen in höherem Maße zur Verderbnis der Butter als eine 7-tägige Aufbewahrung bei Zimmertemperatur ($+17^{\circ}\text{C}$).

Für die Haltbarkeit der Butter bei $+4$ und $+17^{\circ}\text{C}$ spielt die Art der Wasserverteilung in der Butter eine ausschlaggebende Rolle. Die Fremdkeimvermehrung und damit das mikrobiologische Verderben der Butter waren weitgehend von dieser abhängig. So erfolgte selbst bei geringem anfänglichem Fremdkeimgehalt aber schlechter Wasserverteilung das mikrobiologische Verderben der Butter rascher, als wenn ein relativ hoher anfänglicher Fremdkeimgehalt, jedoch eine feine Wasserverteilung vorlagen.

Bei 30-tägiger Lagerung bei $+4^{\circ}\text{C}$ zeigte nichtangesäuerte KK-Butter nur in jenen Fällen eine ungenügende Haltbarkeit, bei denen entweder die Wasserverteilung

ungenügend oder der anfängliche Fremdkeimgehalt zu hoch war. Hinsichtlich der reingesäuerten KK-Butter waren auch Proben mit feiner Wasserverteilung und tiefem Fremdkeimgehalt ungenügend lagerfähig, was durch das Auftreten chemischer Fehler verursacht wurde.

Folgende, mehr wissenschaftliche Fragen wurden einer Abklärung näher geführt:

1. Der Sirtengeschmack der Käseireibutter ist zur Hauptsache das Ergebnis eines Kontaktes von Milch und Molke mit Kupfer.
2. Er stellte eine Stufe — bei geringer Intensität die unterste — einer Geschmacksentwicklung dar, die sich in der Richtung schmirgelig-metallisch und eventuell auch fischig (Sauerrahmbutter) fortsetzt.
3. Mit der Entwicklung dieser Geschmacksstufen geht eine fortschreitende Fettoxydation (Erhöhung der Peroxydzahl) einher.
4. Diese Geschmacksentwicklungen können durch fehlerhafte Pasteurisation (niedere Temperaturen) sowie durch zu hohe Reinansäuerung des Butterungsgutes gefördert werden.
5. Im Gegensatz zu bisherigen Auffassungen zeigte sich, daß angesäuerte Butter bei hohem Kupfergehalt auch fischig wird, wenn der pH-Wert des durch Ausschmelzen gewonnenen Butterplasmas über 6,0 liegt.
6. Selbst Käseireibutter mit relativ hohem Fremdkeimgehalt enthält nicht genügend Antioxydantien, um einer einmal vorhandenen Tendenz zum Fischigwerden genügend entgegenzuwirken.
7. Der relativ hohe Kupfergehalt der Käseireibutter stammt hauptsächlich vom Kupferkessi her.
8. Bei Verwendung eines Käsekessels aus nichtrostendem Stahl weist Käseireibutter einen entsprechend geringeren Kupfergehalt auf.
9. Damit im Zusammenhang stehend gelingt es mit einer Einführung des Stahlkessels, Käseireibutter ohne jeglichen Sirtengeschmack herzustellen.

10. Die Entkupferung der Käserei ermöglicht ferner bei Hochpasteurisation und Reinansäuerung des Butterungsgutes, möglichster Verhinderung von Reinfektionen und Bearbeitung der Butter bis zur Erzielung einer einwandfreien Konsistenz und feinen Wasser-
verteilung eine Käsereibutter zu fabrizieren, deren geschmackliche Eigenschaften und Haltbarkeit höchsten Anforderungen genügen.
 11. Andererseits läßt sich auch in Betrieben mit kupfernen Käsekesseln bei Anwendung folgender Maßnahmen eine erstklassige und lagerfähige Tafelbutter herstellen:
 - a) Gewinnung von geschmacklich einwandfreiem Sattenrahm.
 - b) Konzentrierte Gewinnung des Molkenrahmes.
 - c) Vermischung des Molkenrahmes mit genügend Sattenrahm bzw. Voll- oder Magermilch.
 - d) Sorgfältige Hochpasteurisation von Satten- und Molkenrahm unmittelbar nach der Gewinnung des letzteren.
 - e) Verhütung von Reinfektionen nach der Pasteurisation.
 - f) Gründliches Waschen des Butterkornes.
 - g) Herstellung einer Butter von normaler Konsistenz und feinsten Wasserverteilung.
 12. Reinsäuerung des Butterungsgutes hat sich in Betrieben mit kupfernen Käsekesseln nur für die Herstellung von Frischbutter bewährt. Sie erwies sich diesbezüglich als wirksamste Maßnahme, die Erkennbarkeit des Sirtengeschmackes zu verhüten.
-