Zeitschrift: Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene = Travaux de chimie alimentaire et d'hygiène

Herausgeber: Bundesamt für Gesundheit

Band: 25 (1934)

Heft: 1

Artikel: Die an der Bildung des Butteraromas beteiligten Bakterien

Autor: Burri, R.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-983247

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 10.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

MITTEILUNGEN
AUS DEM GEBIETE DER
LEBENSMITTELUNTERSUCHUNG UND HYGIENE
VERÖFFENTLICHT VOM EIDG. GESUNDHEITSAMT IN BERN

TRAVAUX DE CHIMIE ALIMENTAIRE ET D'HYGIÈNE
PUBLIÉS PAR LE SERVICE FÉDÉRAL DE L'HYGIÈNE PUBLIQUE A BERNE

ABONNEMENT:
Schweiz Fr. 10.—; für Mitglieder des Schweiz. Vereins analytischer Chemiker Fr. 5.— per Jahrgang.
Suisse fr. 10.—; pour les membres de la Société suisse des Chimistes analystes fr. 5.— par année.
Preis einzelner Hefte Fr. 1. 80. — Prix des fascicules fr. 1. 80.

BAND XXV 1934 HEFT 1

Die an der Bildung des Butteraromas beteiligten Bakterien.

Von Prof. Dr. R. BURRI (Liebefeld).*

Einleitung.

Als die Milchwirtschaft noch auf primitiver Stufe stand, musste alle Butter notwendigerweise den Charakter von Sauerrahmbutter aufweisen. Denn vor Einführung der Zentrifuge benötigte die Trennung von Rahm und Magermilch durch den natürlichen Aufrahmungsprozess eine beträchtliche Zeit, während welcher die schon in der frischen Milch vorhandenen Mikroorganismen sich vermehren und verschiedene Umsetzungen der leicht angreifbaren Milchbestandteile bewirken konnten. Im Vordergrunde dieser Umsetzungen stand jedenfalls die Vergärung eines Teiles des Milchzuckers unter Bildung von Milchsäure und einigen andern Stoffen. Mit der Einführung der Zentrifuge war die Möglichkeit gegeben, vollständig frische, von Bakterien noch nicht beeinflusste Milch in kürzester Zeit in Rahm und Magermilch zu trennen und die Verarbeitung eines solchen Rahms musste eine Butter liefern, die ebensowenig wie die als Ausgangsmaterial benützte frische Milch die Kennzeichen einer bakteriellen Einwirkung an sich trug. Geschmack und Aroma einer solchen Butter sind ausschliesslich durch die aus der Milch übernommenen Bestandteile, in erster Linie durch das an Menge weitaus überwiegende Milchfett bestimmt.

Es ist bemerkenswert, dass sich die Butterindustrie den erwähnten, durch die Einführung der Milchzentrifuge ermöglichten Vorteil nicht zu

*) Anschliessend an den Bericht über die 45. Jahresversammlung des Schweizerischen Vereins analytischer Chemiker in Sitten, veröffentlicht in diesen Mitteilungen, **24**, 351 (1933), folgen im vorliegenden Heft auf Seite 1—47 Vorträge, welche an dieser Versammlung gehalten worden sind.

Nutzen gemacht hat. So sehr man süssen Zentrifugenrahm, hergestellt aus vollständig frischer Milch, schätzt, so wenig bevorzugt man heute Butter, die aus solchem Rahm genommen wurde. Die herrschende Geschmacksrichtung verlangt eine Butter, die neben dem etwas faden Eigenaroma des Butterfettes noch einen etwas ausgeprägteren aromatischen Komplex enthält und dieser kommt zustande, indem der Rahm vor der Verbutterung zum Zwecke der «Reifung» eine bestimmte Zeit dem Einflusse der Mikroorganismen überlassen wird. Auf diese Weise entstehen schon während der Rahmreifungsperiode infolge bestimmter Gärungsvorgänge aus einzelnen Rahmbestandteilen charakteristische Umsetzungsprodukte, die zum Teil in die Butter übergehen und, was ebenso wichtig ist, die im Rahm zu starker Vermehrung gelangten Bakterien werden mehrheitlich der Butter einverleibt und bewirken dort eine Fortsetzung der im Rahm begonnenen biochemischen Prozesse.

Die Rahmsäuerung mit Reinkulturen ausgewählter Milchsäurebakterien.

Die Aufsehen erregenden Erfolge von *Emil Christ. Hansen* in Kopenhagen, welcher schon in den achtziger Jahren des abgelaufenen Jahrhunderts durch Verwendung reingezüchteter Heferassen das Brauereigewerbe auf eine sichere, wissenschaftliche Grundlage stellen konnte, hatten den Gedanken nahegelegt, auch die in der Milchwirtschaft so wichtigen Gärungsvorgänge vom Zufall unabhängiger zu machen, d. h. durch Verwendung reingezüchteter Gärungserreger beherrschen zu lernen. Ein dankbares Feld für solche Bestrebungen schien der Rahmsäuerungsprozess, die sogenannte Rahmreifung, zu sein. Um die Säuerung rasch und kräftig in Gang zu bringen, hatte man schon seit langer Zeit Zusätze von an Milchsäurebakterien reichen Flüssigkeiten wie Buttermilch, saure Milch und dergleichen benützt. Dieses Verfahren erfüllt seinen Zweck, solange als die betreffenden Flüssigkeiten frei von schädlichen Gärungserregern sind, also gewissermassen eine natürliche Kultur von nützlichen Organismen darstellen. Ist das nicht der Fall, so kann das Verfahren Schaden stiften, indem allfällig vorhandene Schädlinge nicht nur nicht ausgeschaltet, sondern systematisch im Betrieb fortgepflanzt werden.

Die Reinkultur geeigneter Gärungserreger sollte diese Unsicherheit beseitigen. *Storch* in Kopenhagen und bald nachher *Weigmann* in Kiel haben schon anfangs der neunziger Jahre solche Kulturen in die Praxis eingeführt. Isoliert wurden die verwendeten Stämme aus Betrieben, welche sich durch regelmässige Herstellung einer Butter mit vorzüglichen Eigenschaften auszeichneten. Bei der Auswahl, die man unter den verschiedenen im natürlich gesäuerten Rahm vorkommenden Mikroorganismenarten zu treffen hatte, wurden jedenfalls typische Milchsäurebakterien, welche Milch unter Bildung mehr oder weniger ausgeprägter Aromastoffe rasch koagulieren, in erster Linie berücksichtigt. Bezeichnender Weise waren die Vertreter des But-

terhandels mit dem Erfolg des Eingreifens der Wissenschaft in das Buttereigewerbe im Anfang gar nicht zufrieden. Sie behaupteten, dass die Butter aus natürlich gereiftem Rahm aromatischer sei als die Butter aus künstlich, d. h. mit Hilfe von Reinkulturen gereiftem Rahm. Die Vertreter der Wissenschaft mussten die Berechtigung des Vorwurfes zugeben und machten sich mit Eifer an die Verbesserung der Kulturen. Die Lösung des Rätsels vermutete man in einer bestimmten Zusammenwirkung verschiedener Mikroorganismen bei der natürlichen Säuerung, welche Zusammenwirkung mit Hilfe von Reinkulturen, auch wenn solche in Mischung verwendet wurden, offenbar schwierig zu verwirklichen war. Die Studien in dieser Richtung erstreckten sich über Jahrzehnte und man hat ausser den eigentlichen Milchsäurebakterien noch verschiedene andere mit Aromaproduktionsvermögen ausgestattete Organismen in den Kreis der Untersuchungen gezogen, ohne zu einem befriedigenden Ergebnis zu gelangen. Im Laufe der Zeit hatte sich auf Grund von Untersuchungen und Erfahrungen die Ueberzeugung festgesetzt, dass bei nach Wunsch verlaufender Rahmsäuerung nicht der Erreger der spontanen Milchgerinnung, der *Strept. lactis*, sondern ein naher Verwandter, der von *Orla-Jensen* als *Strept. cremoris* bezeichnete Organismus eine Hauptrolle spielt. Dieser bildet bei der Impfung auf Milch oder Rahm ein sehr angenehmes säuerliches Aroma, das jedoch nicht identisch ist mit dem typischen Aroma, durch welches die Butter der nordischen Länder, z. B. Dänemarks, im allgemeinen ausgezeichnet ist. Man sah sich demnach nach Studien und Versuchen, die auf 30 Jahre zurückreichten, genötigt anzuerkennen, dass eine Reinkultur von Strept. cremoris oder auch eine Kombination von cremoris-Stämmen noch nicht alle jene biologischen Elemente enthält, die in einem natürlich säuernden Rahm wirksam sind.

Die Erreger des eigentlichen Butteraromas.

Eine Wendung in dieser Angelegenheit brachte das Jahr 1919. Fast gleichzeitig und unabhängig voneinander erschienen Mitteilungen von *Boekhout* und *de Vries* (Holland), *Storch* (Dänemark) und *Hammer* (U. S. A.), welche darauf hinwiesen, dass in guten Säureweckern ausser den als Aromabakterien bekannten Organismen noch ein weiterer Typus vorhanden sei, der bisher übersehen worden war. Dieser neue Typus, zusammen mit den längstbekannten Milchsäurebakterien *Strept. lactis* und namentlich *Strept. cremoris* sei für die Entstehung des eigentlichen Butteraromas verantwortlich zu machen, wie sich durch kombinierte Impfung der genannten Organismen leicht beweisen lasse. Dass die neuen Aromabildner so lange der Beobachtung der Forscher entgehen konnten, erklärt sich aus dem Umstand, dass es sich bei ihnen ebenfalls um Streptokokken handelt, die wie die Milchsäurestreptokokken in kürzeren und längeren Ketten auftreten können. Ferner wachsen sie im allgemeinen langsamer und in kleineren Kolonien, was ebenfalls dazu beiträgt, die Aufmerksamkeit des Untersuchers abzu-

lenken. Viel mag zur verspäteten Erkenntnis des Sachverhalts der Umstand beigetragen haben, dass die neuen Aromabildner die Milch gar nicht oder nur nach einer langen Reihe von Tagen zur Gerinnung bringen. Ein solches Verhalten kann dazu verleitet haben, die betreffenden Organismen als indifferent gegenüber der Milch von weiteren Untersuchungen auszuschliessen. In der Angabe über die ausbleibende oder erschwerte Milchgerinnung sind sich die erwähnten Autoren einig, während im übrigen noch manche Unterschiede aus den Beschreibungen zu entnehmen sind, die zu zeigen scheinen, dass es sich bei den neuen Organismen jedenfalls nicht um einen einheitlichen, scharf umgrenzten Typus handelt.

Besonders interessant ist es, die Arbeiten von *Hammer* und seinen Mitarbeitern zu verfolgen, welche dem Problem von der chemischen Seite her zu Leibe rückten. Sie hatten beobachtet, dass gute Säurewecker aus Buttereibetrieben immer einen verhältnismässig hohen Gehalt an flüchtigen Säuren aufwiesen, deren Bestimmung durch Destillation mit Wasserdampf erfolgte. Stellte man sich im Laboratorium unter Verwendung sterilisierter Milch Säurewecker durch Impfung mit *Strept. lactis* oder *Strept. cremoris* her, so erhielt man niemals so beträchtliche Mengen flüchtiger Säuren. Diese Beobachtung führte zur Ueberzeugung, dass in den Säureweckern des praktischen Betriebes noch andere als die eben erwähnten Organismen wirksam sein mussten und erneute Untersuchung solcher Flüssigkeiten nach bakteriologischen Methoden führte dann zur Isolierung von Streptokokken, welche die Milch gar nicht oder nur sehr spät koagulierten und bei der Destillation mit Wasserdampf grössere Mengen flüchtiger Säuren lieferten, besonders grosse Mengen, wenn eine kombinierte Impfung mit lactis- bezw. cremoris-Stämmen stattgefunden hatte. Da es sich zeigte, dass bei Verimpfung der alten und neuen Aromabildner auf sterilisierte Milch Kulturen erhalten wurden, die sich den natürlichen Säureweckern bezüglich Produktion flüchtiger Säuren ebenbürtig erwiesen und die ausserdem bei Einführung in den praktischen Betrieb als Säurewecker durchaus befriedigten, indem eine Butter mit dem gewünschten Aroma erhalten wurde, so war das Problem, aus bekannten biologischen Elementen einen vollwertigen Rahm-Säurewecker aufzubauen und damit gewisse Unregelmässigkeiten in der Rahmsäuerung der Buttereibetriebe zu vermeiden, im Prinzip gelöst. Damit ist aber die Frage der nach wissenschaftlichen Grundsätzen geleiteten Rahmsäuerung in den Buttereibetrieben noch lange nicht erledigt, denn die in angedeuteter Weise aufgebaute Laboratoriumskultur hat sich nach ihrer Einführung in den praktischen Betrieb mit allerlei Einflüssen und nicht zuletzt mit konkurrierenden Mikroorganismen abzufinden und die Frage ist immer berechtigt, ob nach Verwendung eines auf Laboratoriumskulturen basierten Säureweckers nach einiger Zeit wirklich nur die zugeführten Bakterienarten oder auch andere, deren Hinzutritt nicht ver-

hindert werden konnte, am Werke und für die Qualität der Butter verantwortlich sind.

Vom chemischen Standpunkt bieten die *Hammer*'schen Arbeiten auch aus dem Grunde besonderes Interesse, weil aus ihnen hervorging, dass die durch die neuen Aromabakterien in grosser Menge gebildeten flüchtigen Säuren jedenfalls zum Teil auf Vergärung der in der Milch enthaltenen Citronensäure zurückzuführen sind. Dem entsprechend wird durch einen Citronensäurezusatz zur Milch nach Impfung mit den genannten Organismen die Menge der gebildeten flüchtigen Säuren unter Umständen verdoppelt. Dieser Eigentümlichkeit wegen hat *Hammer* seine Aromabildner, von denen er vorläufig 2 Arten unterscheidet, mit den Namen *Strept. citrovorus* und *Strept. paracitrovorus* bezeichnet.

Zurückführung des spezifischen Buttergeruches auf Diacetyl.

Hand in Hand mit den Bestrebungen zur Ermittlung der Erreger des spezifischen Buttergeruches gingen solche zur Feststellung seiner chemischen Natur. Aus einer im Jahr 1929 in der Biochemischen Zeitschrift (Bd. 210) erfolgten Mitteilung der holländischen Forscher *van Niel, Kluyver* und *Derx* geht unzweifelhaft hervor, dass nun auch dieses Problem als gelöst bezeichnet werden darf. Den Ausgangspunkt der entscheidenden Untersuchungen bildete eine Beobachtung *van Niels* an gewissen Kulturen von *Propionsäurebakterien.* Diese wiesen im Gegensatz zu andern Kulturen derselben Art einen stark an Butter erinnernden Geruch auf und waren gleichzeitig dadurch ausgezeichnet, dass sich unter den Stoffwechselprodukten in beträchtlicher Menge *Acetylmethylkarbinol* nachweisen liess. Diese Tatsache legte den Gedanken nahe, es möchten zwischen Acetylmethylkarbinol und Butteraroma gewisse Beziehungen bestehen. In der Tat ergab die Untersuchung einer Reihe von Butterproben, Buttermilch- und Säureweckerproben einen gewissen Zusammenhang in dem Sinne, dass die von Fachleuten als gut aromatisch bezeichneten Proben einen verhältnismässig hohen, die an Aroma armen Proben hingegen einen niedrigen Gehalt an Acetylmethylkarbinol aufwiesen. Inzwischen konnte aber festgestellt werden, dass gar nicht das Acetylmethylkarbinol, sondern sein Oxydationsprodukt, das *Diacetyl,* als mutmasslicher Träger des Butteraromas in Frage kommt, denn als Ergebnis von besondern Reinigungsversuchen war hervorgegangen, dass die erstgenannte Verbindung überhaupt geruchlos ist. Das Diacetyl aber teilt mit vielen andern organischen Verbindungen die Eigenschaft, in starken Konzentrationen entschieden unangenehm zu riechen, in hohen Verdünnungen aber die Geruchsnerven in einer Art zu beeinflussen, die angenehm d. h. als Wohlgeruch oder Aroma empfunden wird. Nun kann man sich leicht überzeugen, dass Diacetyl in starker Verdünnung einen Geruch gibt, der demjenigen gut aromatischer Butter täuschend ähnlich ist. Die holländischen Forscher konnten auch in allen untersuchten Butter-

proben, sofern die in Arbeit genommenen Mengen 500 bis 1000 g betrugen, das Diacetyl annähernd quantitativ bestimmen. Nach ihren Angaben enthält eine gut aromatische Butter 2 bis 4 g Diacetyl auf 1000 kg, was 0,0002 bis 0,0004% entspricht.

Es ist begreiflich, dass diese Befunde den Gedanken wachriefen, Diacetyl in den Dienst der künstlichen Aromatisierung von Nahrungsmitteln zu stellen. Nach *Schmalfuss* und *Barthmeyer* (Biochem. Zeitschrift 1929, Bd. 216) ist dies bei Margarine schon seit einiger Zeit der Fall. Auch für Butter wurde von Seite der mehrfach erwähnten holländischen Forscher ein entsprechender Vorschlag gemacht. Doch scheint hier eine Schwierigkeit in dem Sinne vorzuliegen, dass der Butter bei der Fabrikation einverleibtes Diacetyl bald wieder verschwindet. Ein Versuch, den wir in Verbindung mit einem westschweizerischen Grossbetrieb durchführen konnten, hat diese auch anderwärts gemachte Erfahrung bestätigt. Die Ueberlegenheit der Aroma produzierenden Bakterien über das chemische Präparat beruht offenbar darauf, dass eine Umwandlung des letztern durch irgendwelche Ursachen zu einer Desaromatisierung führt, während die gleichen Ursachen bei dem durch Bakterien gebildete Diacetyl ohne Zweifel auch wirksam sind, aber durch anhaltende Neubildung von Diacetyl unschädlich gemacht werden.

Diacetyl als bakterielles Stoffwechselprodukt.

Die Erkenntnis, dass Diacetyl entweder das Butteraroma selbst oder wenigstens die Hauptkomponente des Butteraromas ist, hat einerseits etwas Ueberraschendes an sich, liegt aber anderseits durchaus im Bereich des Wahrscheinlichen. Acetylmethylkarbinol ist seit langer Zeit als Stoffwechselprodukt gewisser Bakterien bekannt. Sein Nachweis durch die *Voges-Proskauer* Reaktion dient z. B. zur Unterscheidung der Vertreter der *aerogenes*-Gruppe von den Vertretern der *coli*-Gruppe. Nach *van Niel, Kluyver* und *Derx* soll *Strept. cremoris* Acetylmethylkarbinol bilden, *Strept. lactis* hingegen nicht. Damit hätte die in der Buttereipraxis gemachte Erfahrung, dass sich *Strept. lactis* nicht zur Herstellung von guten Säureweckern eignet, eine Bekräftigung erfahren. Nun ist für das Auftreten des Butteraromas nicht die Bildung von Acetylmethylkarbinol massgebend, sondern die Bildung des Diacetyls, und obwohl das letztere nichts anderes ist als das Oxydationsprodukt des erstern, so ist damit noch nicht gesagt, dass Bildung von Acetylmethylkarbinol ohne weiteres Bildung von Diacetyl bedeutet. Der zur Bildung des letztern notwendige Oxydationsvorgang ist sehr wahrscheinlich nicht rein chemischer, sondern biologisch-katalytischer Natur. Es kommt daher vor allem darauf an, ob bestimmte Bakterien imstande sind, allein in Reinkultur oder kombiniert mit andern Bakterien, vielleicht auf Grund eines echt symbiotischen Vorganges, in Milch, Rahm und Butter Diacetyl zu bilden. Was in der neueren Literatur in dieser Richtung enthalten ist, würde eher dafür sprechen, dass Diacetyl nicht im

Stoffwechsel einer einzelnen Bakterienart entsteht, sondern immer als Produkt des Zusammenwirkens mindestens zweier Arten, z. B. des Strept. cremoris und des Strept. citrovorus entsteht. Nach unseren beim Studium von verschiedenen Säureweckern des Handels gemachten Erfahrungen besteht aber kein Zweifel, dass es Streptokokken gibt, die in Reinkultur, ohne Mitwirkung anderer Organismen, kräftig Diacetyl entwickeln. Ob *Diacetylbildner* dieser Art sich gut zur Herstellung von Säureweckern eignen oder ob für diesen Zweck besser jene Typen gewählt werden, die in Zusammenwirkung mit *Strept. cremoris* ihre diacetylbildende Tätigkeit entfalten, ist eine Frage, die nur durch Versuche in Anlehnung an die praktische Butterei beantwortet werden kann.

Die neuzeitlichen Säurewecker des Handels.

In den Ländern mit ausgedehnter Butterfabrikation hat die gewerbsmässige Herstellung von mehr oder weniger haltbaren Kulturen der bei der Rahmreifung benützten wichtigen Organismen von jeher eine wichtige Rolle gespielt. Mit der Einführung der Rahmpasteurisierung, wobei ein grosser Teil der im Rahm ursprünglich enthaltenen Organismen vernichtet wird, hat die Verwendung einer passenden Kultur zur Wiederimpfung nach erfolgter Pasteurisierung und Kühlung eine erhöhte Bedeutung erreicht.

Diese Handelskulturen, welche heute einen hohen Stand der Vollkommenheit aufweisen, haben entsprechend dem Entwicklungsgang der einschlägigen Wissenschaften im Laufe der Zeit mannigfache Wandlungen durchgemacht. Es war ohne weiteres zu erwarten, dass die bekanntesten und über die ganze Welt verbreiteten Produkte dieser Art nach dem heutigen Stande unserer Kenntnisse nicht nur Rassen des *Strept. cremoris*, sondern auch Rassen des *Diacetylbildners* enthalten, welche Erwartung sich durch unsere Untersuchungen bestätigt fand.

Zum Schlusse bleibe nicht unerwähnt, dass eine nach bester wissenschaftlicher Einsicht noch so sorgfältig kombinierte Kultur nicht unbedingt den Erfolg bei der Anwendung in der Praxis verbürgt. Die Kultur muss sich in den Betrieb einleben, sich ihm anpassen. Zur Sicherung des guten Betriebes wird im allgemeinen Erneuerung der Kultur nach verhältnismässig kurzen Perioden, z. B. alle 2 Wochen, empfohlen. Dem gegenüber steht die Erfahrung dänischer Buttermeister, welche viele Monate bis über ein Jahr ihren eigenen Säurewecker ohne Erneuerung oder Auswechslung mit ausgezeichnetem Erfolge weitergezüchtet haben. Es würde sich in diesem Fall um eine Kultur handeln, die lediglich auf Grund von Anpassung und geeigneten Züchtungsbedingungen unter praktischen Verhältnissen fortdauernd im gewünschten reinen Zustand verblieb, also um jenes Ideal, was der frühere Direktor des Instituts für Gärungsgewerbe in Berlin, Prof. *Delbrück*, vor 40 Jahren als natürliche Reinzucht bezeichnet hat.