

Die Mikroflora des Sauerteiges

XVII. Mitteilung: Weitere Untersuchungen über die Zusammensetzung und die Variabilität der Mikroflora handelsüblicher Sauerteig-Starter *

Gottfried Spicher

Bundesforschungsanstalt für Getreide- und Kartoffelverarbeitung, Schützenberg 12, D-4930 Detmold, Bundesrepublik Deutschland

The Microflora of Sourdough

XVII. Communication: Bacterial Composition of Commercial Sourdough Starters

Summary. Adding to a previous communication we report on some sourdough starters and their microflora which recently came in the market of the Federal Republic of Germany. Previous results could be confirmed. Different species of homo- and heterofermentative lactic acid bacteria of the genus *Lactobacillus* occur in sourdough starters. The most numerous *lactobacilli* in the starters are *Lactobacillus plantarum*, *L. casei*, *L. brevis*, *L. fructivorans* and *L. fermentum*. In two sourdough starters *Streptococcus* spp. could be found. The composition of the microflora in sourdough starters varied more or less from charge to charge. The differing composition of the microflora affects the acidification characteristics of sourdough starters (progress of pH change and increase in acidity).

Zusammenfassung. Ergänzend zu einer vorangegangenen Mitteilung wird über einige neuerdings in der Bundesrepublik Deutschland im Handel erhältlichen Sauerteig-Starter und deren Mikroflora berichtet. Die bisherigen Befunde konnten bestätigt werden. In den Sauerteig-Startern kommen verschiedene Species homo- und heterofermentativer Milchsäurebakterien des Genus *Lactobacillus* vor. Am häufigsten wurden in den Startern *Lactobacillus plantarum*, *L. casei*, *L. brevis*, *L. fructivorans* und *L. fermentum* nachgewiesen. In zwei Sauerteigstartern traten auch *Streptococcus* spp. auf. Die Zusammensetzung der Mikroflora der Sauerteigstarter war von Charge zu Charge mehr oder weniger großen Änderungen unterworfen. Die Unterschiede in der Zusammensetzung der Mikroflora finden ihren Niederschlag in den Säuerungseigenschaften der Sauerteig-Starter (Verlauf der Änderung von pH und Säuregrad in Sauerteigen).

* Nr. 5146 der Veröffentlichungen der Bundesforschungsanstalt für Getreide- und Kartoffelverarbeitung, Detmold

Einleitung

In den Ansprüchen des Konsumenten an die Qualität des Roggenmehlhaltigen Brotes hat sich in den zurückliegenden Jahren ein gewisser Wandel vollzogen. Der Konsument bevorzugt immer häufiger das „Sauerteigbrot“ gegenüber einem Brot, bei dem das Roggenmehl unter Heranziehung eines Säuerungsmittels gesäuert wurde. Zudem versucht sich eine zunehmende Zahl von Konsumenten mit Erfolg in der Fertigkeit, das benötigte Brot im eigenen Herd zu backen – und zugleich auch den Sauerteig selbst anzusetzen bzw. heranzuführen. Zur gleichen Zeit hat sich die Zahl der angebotenen Starterkulturen und der Anbieter erweitert. Diese Beobachtung gab zu der von verschiedener Seite vorgebrachten Anregung Anlaß, gleich der in einem früheren Zusammenhang dargelegten Untersuchung [1] die Mikrobiologie der neuen Starter zu beschreiben. In Verfolgung dieser Anregung bot sich zudem die Gelegenheit zu prüfen, inwieweit die Zusammensetzung der Mikroflora der Sauerteig-Starter gleichbleibend ist bzw. im Verlaufe einer längeren Beobachtungszeit Änderungen unterliegt.

Material und Methoden

Zu den Untersuchungen *Sauerteig-Starter* heranziehen, die in der Bundesrepublik Deutschland im Handel erhältlich sind. Die Untersuchungen über die Zusammensetzung der Mikroflora dieser Sauerteigstarter viermal im Abstand von jeweils 4–5 Wochen wiederholen.

Das Vorgehen bei der *Isolierung der „Sauerteigbakterien“* und Hefen aus den Sauerteigstartern und deren *Identifizierung* in Anlehnung an den bei früheren Untersuchungen beschrittenen Weg vornehmen [1–4].

Zur Ermittlung der *Säurungscharakteristik* die Sauerteigstarter zur Bereitung von Detmolder Einstufensauerteigen (T.A. 180, Anstellgutmenge 5%; 30 °C; 18 h) und Berliner Kurzsauerteigen (T.A. 190, Anstellgutmenge 20%; 35 °C; 3 h) heranziehen [5]. Hierzu Roggenmehl der Type 997 verwenden (Asche: 1,03%, Rohprotein: 9,9% i. Tr., Maltosezahl: 1,1% i. Tr., ges. red. Maltose: 2,1% i. Tr., Anfangviskosität: 60 AE, Maximumviskosität: 370 AE, Maximumtemperatur: 67 °C, Verflüssigungswert: 125, Fallzahl: 168).

Ergebnisse

In die vergleichende Überprüfung wurden insgesamt sieben Sauerteig-Starter verschiedener Anbieter einbe-

Tabelle 1. Kriterien der Sauerteigstarter

Sauerteigstarter	Mittlerer pH-Wert	Mittlerer Säuregrad	Durchschnittlicher Keimgehalt			
			Lactobacillen		Hefen	
			Direkter Nachweis	Indirekter Nachweis	Direkter Nachweis	Indirekter Nachweis
A	3,95	28,9	$2,45 \times 10^9$	$1,2 \times 10^9$	$5,0 \times 10^7$	$2,5 \times 10^6$
B	3,90	29,3	$2,90 \times 10^9$	$4,0 \times 10^8$	$1,9 \times 10^7$	$7,0 \times 10^5$
C	4,10	22,2	$2,10 \times 10^9$	$7,9 \times 10^7$	$2,8 \times 10^8$	$5,3 \times 10^6$
D	3,80	30,8	$2,30 \times 10^9$	$4,9 \times 10^8$	$8,0 \times 10^7$	$2,5 \times 10^7$
F	3,60	29,8	$1,90 \times 10^9$	$3,3 \times 10^8$	$1,0 \times 10^8$	$4,9 \times 10^6$
G	4,35 ^a	13,9 ^a	$7,40 \times 10^{8b}$	$3,5 \times 10^{8b}$	$2,0 \times 10^{7b}$	$3,2 \times 10^{6b}$
L	3,55	30,8	$2,50 \times 10^9$	$1,2 \times 10^9$	$6,2 \times 10^7$	$1,8 \times 10^7$

Ø Werte aus allen Untersuchungen (Originalproben)

^a Starter, aktiviert

^b Starter in trockener (handelsüblicher) Form

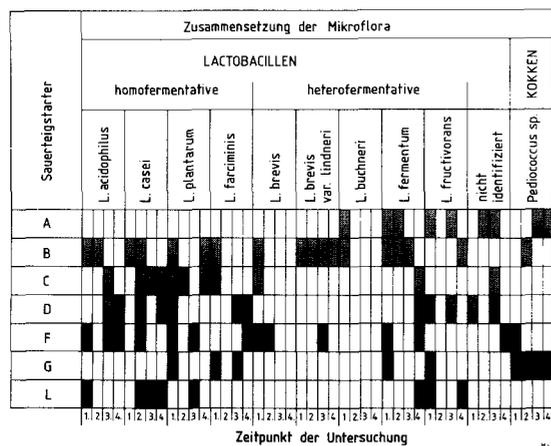


Abb. 1. Die in Sauerteig-Startern nachgewiesenen Milchsäurebakterien

zogen. Es handelte sich dabei zum größten Teil um Starter, die für den Einsatz in Bäckereibetrieben vorgesehen sind (Starter A, B, C, D und L). Der Starter G ist ebenfalls für die Verwendung in Bäckereibetrieben, aber auch bei der häuslichen Bäckerei vorgesehen, jedoch vornehmlich für Backerzeugnisse, die unter Heranziehung von „alternativen“ Rohstoffen hergestellt werden. Nach Angaben des Herstellers enthält dieser Starter „Hefen und Säurebildner in wilder, naturbelassener Form“. Bei dem Starter F handelt es sich um einen reifen Sauerteig, der der Hausfrau zur Verwendung nach Art eines Säuerungsmittels angeboten wird. Da dieses Präparat je nach Alter in mehr oder weniger großer Zahl „Sauerteigbakterien“ enthält, findet es beim Konsumenten nicht selten eine Anwendung nach Art eines Sauerteig-Starters.

Allgemeine Merkmale der Sauerteig-Starters

Eine erste Überprüfung der Qualitätskriterien der Sauerteig-Starters zeigte, daß diese sich im pH-Wert und im

Säuregrad allgemein wenig unterscheiden. Während sich die pH-Werte zwischen 3,55–4,10 bewegen, schwanken die Säuregrade in Grenzen von 22,2–30,8. Einzig der Starter G wies sich durch einen relativ hohen pH-Wert und niedrigen Säuregrad aus.

Ebenfalls ließen die Sauerteig-Starters im „Gesamtgehalt“ an Bakterien und Hefen (Tabelle 1), wenn dieser direkt, d. h. durch Auszählen unter Zuhilfenahme einer Zählkammer und des Mikroskops, ermittelt wurde, kaum Unterschiede erkennen ($1,9 \times 10^9$ bis $2,9 \times 10^9$ Bakterien/g; $1,9 \times 10^7$ bis $2,8 \times 10^8$ Hefen/g). Demgegenüber ergab der Nachweis der auf einem festen Kultursubstrat vermehrungsfähigen Keime (indirekte Keimgehaltsermittlung) größere Unterschiede, dies sowohl hinsichtlich der Zahl der Bakterien ($7,9 \times 10^7$ bis $1,2 \times 10^9$ /g) als auch der Hefen ($7,0 \times 10^5$ bis $2,5 \times 10^7$ /g).

Mikroflora der Sauerteigstarter

In den Sauerteig-Starters fanden sich unterschiedliche Gruppierungen von Lactobacillen vor. Wie die Identifizierung ausweist, handelte es sich bei ihnen zum überwiegenden Teil um stäbchenförmige homo- und heterofermentative Lactobacillen (Abb. 1). Daneben traten in einigen Starters kugelförmige Milchsäurebakterien auf, die der Gattung *Pediococcus* zuzuordnen sind. Zudem wurden in einigen Fällen Bakterien isoliert, die mittels der im vorliegenden Zusammenhänge herangezogenen Nachweise nicht eindeutig identifiziert werden konnten.

Zum anderen zeigt der Befund, daß die mikrobielle Zusammensetzung der Starter im Verlaufe des Untersuchungszeitraumes mehr oder weniger großen Schwankungen unterworfen war. Nur in wenigen Fällen gelang es, über den gesamten Zeitraum das vollständige Spektrum der jeweils angeführten Arten zu isolieren bzw. zu identifizieren, wie etwa *Lactobacillus*

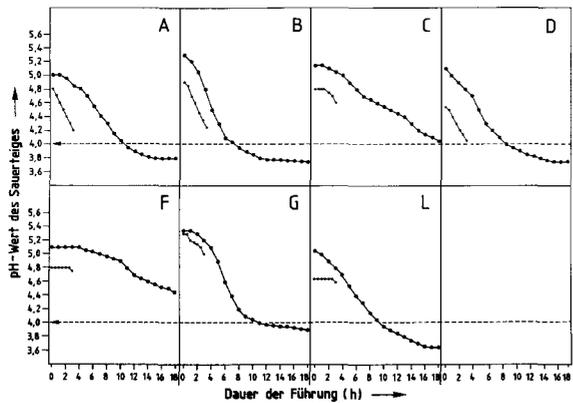


Abb. 2. Verlauf des pH-Wertes von Detmolder Einstufen-Sauerteigen und Berliner Kurzsauerteigen bei Verwendung von Sauerteig-Startern verschiedener Anbieter

brevis var. *lindneri* im Starter B oder *Pediococcus* sp. im Starter G (Abb. 1). In der Mehrzahl der Fälle waren die bezeichneten Arten jedoch zumindest bei 2 bzw. 3 Nachprüfungen wiederzufinden. Demgegenüber traten gewisse „Sauerteigbakterien“ nur als Einzelbefund in Erscheinung.

Säuerungscharakteristik der Sauerteig-Starters

Säuerungsversuche auf der Grundlage der Detmolder Einstufensauer-Führung (30 °C, 18 h) und der Berliner Kurzsauerführung (35 °C, 3 h) ließen erkennen, daß von den Sauerteigstartern ein unterschiedliches Säuerungsverhalten des mit ihnen angestellten Sauerteiges ausgeht (Abb. 2). Dies kommt u. a. in der Geschwindigkeit der Änderung des pH-Wertes der Sauerteige, wie auch in den erreichten End-pH-Werten zum Ausdruck. Während sich z. B. bei Verwendung der Starter B, D, G und L im Zusammenhange mit einer Einstufen-Führung innerhalb von 8 h ein pH-Wert von 4,2–4,0 einstellt, verläuft die Säuerung von Sauerteigen, zu denen der Starter C oder F herangezogen wurde, nur sehr verzögert; ein pH-Wert von 4,0 wird erst nach Verlauf von 18 h (Starter C) oder in viel späterer Zeit erreicht (Starter F).

Eine weitergehende Differenzierung der Säuerungscharakteristik der Sauerteigstarter ergibt sich aus dem erzielten Säuregrad des Sauerteiges (Abb. 3). Demnach können Starter, die unter bestimmten Führungsbedingungen eine gleichartige Säuerungscharakteristik aufweisen, unter anderen Führungsbedingungen ein voneinander abweichendes Verhalten zeigen. Hinsichtlich des Ergebnisses der Säuerung (pH-Wert und Säuregrad) bei Anwendung im Zusammenhang mit einer Detmolder Einstufensauerführung könnten die Starter A, B, D und L als gleichwertig angesehen werden (Abb. 3). Unter den Bedingungen einer Kurzsauerführung

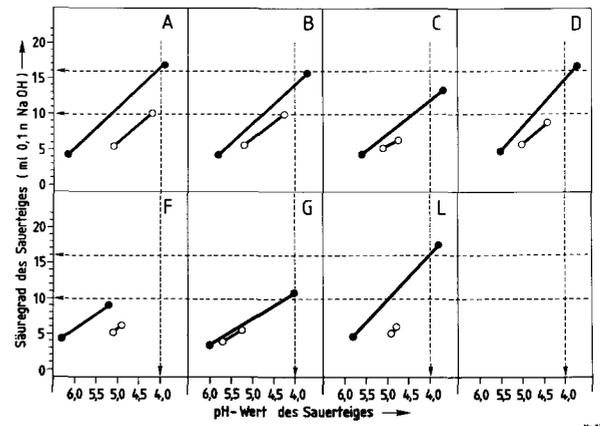


Abb. 3. Säuregrad und pH-Wert von Detmolder Einstufen-Sauerteigen (●—●) und Berliner Kurzsauerteigen (○—○) bei Verwendung von Sauerteig-Startern verschiedener Anbieter

bewirken jedoch nur die Starter A und B gleichartige Veränderungen; ihnen gegenüber fällt der Starter D in seiner Säuerungsleistung zurück, während vom Starter L nur eine sehr mäßige Säuerung des Kurzsauerteiges ausgeht. Soweit es den Starter F angeht, erwies sich die von ihm hervorgerufene Säuerung von Einstufensauerteigen in keinem Fall als ausreichend, um die Herstellung eines qualitativ einwandfreien Brotes zu gewährleisten.

Diskussion

Die mikrobiellen Gegebenheiten der Sauerteiggärung – d. s. die Zusammensetzung der Mikroflora, der Verlauf und das Ausmaß der resultierenden Säuerung – sind von wesentlichem Einfluß auf die Qualität (u. a. Porung und Elastizität der Krume, Geruch und Geschmack) des roggenmehlhaltigen Brotes. Vorangegangene Untersuchungen haben gezeigt, daß sich in dem zum Anstellen der Sauerteiggärung verwendeten Sauerteig-Startern in unterschiedlicher Zusammensetzung ein mehr oder weniger breites Spektrum von homo- und heterofermentativen *Lactobacillus*-Species vorliegt. Jede Species zeichnet sich hinsichtlich des Verlaufes und des Ausmaßes der Säuerung des Sauerteiges durch eine bestimmte Säuerungscharakteristik aus. Die im vorliegenden Zusammenhang gewonnenen Befunde unterstreichen diese Feststellung. Wie sich zudem herausstellte, ist die Zusammensetzung der Starter von Charge zu Charge mehr oder weniger großen Veränderungen unterworfen. Dies belegt, daß es sich auch bei den neuerdings in den Handel gelangten Startern nicht um Kulturen definierter Zusammensetzung handelt. Wie zudem die Untersuchungen erkennen ließen, ist nicht ein jeder dieser Starter im gleichen Maße für eine allgemeine Anwendung zur Einleitung einer Sauerteiggärung geeignet.

Danksagung. Für die stets interessierte und zuverlässige Mitarbeit danke ich meinem Mitarbeiter, Herrn H. Mack.

Literatur

1. Spicher G, Schröder R (1978) Die Mikroflora des Sauerteiges. IV. Mitt.: Untersuchungen über die Art der in „Reinzuchtsauern“ anzutreffenden stäbchenförmigen Milchsäurebakterien (Genus *Lactobacillus* Beijerinck) *Z Lebensm Unters Forsch* 167:342–354
2. Spicher G (1959) Die Mikroflora des Sauerteiges. I. Mitt.: Untersuchungen über die Art der in Sauerteigen anzutreffenden stäbchenförmigen Milchsäurebakterien Genus *Lactobacillus* Beijerinck) *Zbl Bakt II Abt* 113:80–106
3. Spicher G, Fouda MA (1958) Die Erreger der Sauerteiggärung: die Methoden ihrer Isolierung aus Sauerteigen Brot Gebäck 12:27–30
4. Spicher G, Schröder R, Schöllhammer K (1979) Die Mikroflora des Sauerteiges. VII. Mitt.: Untersuchungen über die Art der in „Reinzuchtsauern“ auftretenden Hefen. *Z Lebensm Unters Forsch* 169:77–81
5. Spicher G, Schröder R (1980) Die Mikroflora des Sauerteiges. IX. Mitt.: Vergleichende Untersuchungen über die Säuerungsleistung der in „Reinzuchtsauern“ auftretenden Milchsäurebakterien (Genus *Lactobacillus* Beijerinck) *Z Lebensm Unters. Forsch* 170:262–266

Eingegangen am 18. Oktober 1983.

Aus der Industrie

BCMA-JNI HPLC-System

Hersteller: ERC × D-8401 Alteglofsheim bei Regensburg, Waldstr. 18

Eine Steigerung der Nachweisgrenzen mit der HPLC-Analytik in dem unteren Pikomolbereich ist durch die Verringerung der Trennsäulen-Volumina mit entsprechenden Detektoren zu erreichen. In Abstimmung mit der Säulenabmessung (Länge/Durchmesser) und der richtigen Wahl von Trägermaterialien wird eine bestmögliche Bandentrennung erzielt.

Mikrosäulen mit Innendurchmessern von 1 mm bis 3 mm und einer Länge von 5 cm bis 15 cm gefüllt mit 3 µ sphärischen Trägermaterialien bieten hierfür optimale Bedingungen.

Eine essentielle Voraussetzung für den Einsatz von Mikrosäulen in Kombination mit hochempfindlichen Detektoren ist ein Eluenten-Fördersystem, das die Elutionslösungen mit Flußraten unterhalb 250 µl/min transportiert und außerdem eine absolute Pulsationsfreiheit gewährleistet.

Mit konventionellen Pumpensystemen lassen sich diese wichtigen Spezifikationen, wenn überhaupt, nur unter großem Aufwand mit den daraus resultierenden Störanfälligkeiten sowie erhöhten Anschaffungs- und Betriebskosten realisieren.

Das BCMA-JNI HPLC-System beinhaltet ein Gasdruck-Eluentenfördersystem, das den herkömmlichen Pumpensystemen in vieler Hinsicht überlegen ist. Es wurde in mehrjähriger Zusammenarbeit mit dem Max-

Planck-Institut für Experimentelle Medizin in Göttingen, Deutschland, und mit dem Nuffield Laboratory of Ophthalmology in Oxford, England, entwickelt und hat sich bereits in jahrelangem Einsatz in der medizinischen und biochemischen Analytik bewährt.

Vorteile: Ausgezeichnete Basislinien-Stabilität bei extrem hoher Detektions-Empfindlichkeit. – Geringer Eluentenverbrauch. Kapazität des Eluentenspeichers (1,7 l) reicht für ca. 1 Woche bei kontinuierlichem Betrieb. – Bei normaler Anwendung ist die Dauer der Säulen-Standzeiten bis zu einem halben Jahr und länger. – Während des Betriebs keine mechanisch beweglichen Teile – bedingt verschleißfreie und absolute Laufruhe. – Fertige Eluentensysteme und Mikrosäulen sind für die Routine-Analytik erhältlich.