

# Zur Frage der Bewertung von Sauerteig-Starterkulturen, Sauerteigen in Trockenform und sauerteighaltigen Fertigmehlen bzw. Fertigmehlkonzentraten anhand mikrobiologischer Kenndaten

1. Mitteilung: Sauerteig-Starterkulturen\*)

Von Gottfried Spicher

Bundesforschungsanstalt für Getreide- und Kartoffelverarbeitung, Institut für Bäckereitechnologie, Schützenberg 12 – Postfach 23 – D-4930 Detmold

## 1. Einleitung

Die zunehmende Beliebtheit des unter Verwendung von Sauerteig bereiteten Brotes hat Anstoß für eine Weiterentwicklung der Technologie der Sauerteigbereitung gegeben. Dies zeigt sich etwa in dem größer werdenden Angebot von Starterkulturen definierter Zusammensetzung, Sauerteigen in getrockneter Form wie auch von sauerteighaltigen Fertigmehlen für Roggenbrot, Roggen/Weizenmischbrot oder Weizenschrotbrot.

Für den Produzenten wie auch für den Anwender stellt sich die Frage nach der Kontrolle und der Bewertung der Qualität derartiger Erzeugnisse. Der Bäckereitechnologie wird sicherlich versuchen, hierauf anhand eines Teigsäuerungsversuches eine Antwort zu erlangen. Diesbezüglich haben kürzlich *Brümmer* und *Stephan*<sup>1)</sup> erste Untersuchungen vorgenommen und über ihre Erkenntnisse berichtet. Ohne Zweifel ist dies ein gangbarer Weg; allerdings muß dabei ein mehr oder minder wechselnder Einfluß seitens des verwendeten Mehles und der mit diesem eingebrachten Mikroflora in Betracht gezogen werden. Eine wertfreie Aussage wird jedoch nur zu erlangen sein, wenn die erforderlichen Untersuchungen unter definierten Bedingungen vorgenommen werden, insbesondere soweit es die Zusammensetzung des Kultursubstrates anbelangt. Letzterer Vorbehalt bedarf vor allem einer Beachtung, wenn es darum geht zu entscheiden, ob ein Erzeugnis den Anspruch der „Revitalisierbarkeit“ der in ihm enthaltenen Mikroorganismen zu Recht erhebt.

Entsprechend dieser Überlegungen wurde versucht, unter den Standardbedingungen eines Substrates definierter Zusammensetzung und bestimmter Temperaturen einen Vergleich des Wachstums- und Säuerungsverhaltens der Mikroflora der derzeit angebotenen Sauerteig-Starter vorzunehmen. Hierbei sollten Kriterien Berücksichtigung finden, die sich an die kürzlich vorgeschlagene Definition für Sauerteig-Starter anlehnen (*Bode* und *Seibel*<sup>2)</sup>). Dies betrifft den mikrobiellen Keimgehalt, die Zusammensetzung der Mikroflora und die Säuerungsaktivität bzw. die Säuerungscharakteristik der Starter.

## 2. Material und Methoden

Die überprüften Sauerteig-Starter wurden von den jeweiligen Anbietern direkt zur Verfügung gestellt. Ein Teil dieser Erzeugnisse fand gleichfalls im Zusammenhang mit Untersuchungen über den „Einsatz getrockneter Sauerteige und Sauerteig-Starter bei der Herstellung von Brot und Kleingebäck“ Berücksichtigung (*Brümmer* und *Stephan*<sup>1)</sup>).

Die Ermittlung des Keimgehaltes an Bakterien und Hefen erfolgte unter Anwendung des Koch'schen Plattengußverfahrens. Hierbei erfolgte die Kultur im Falle der Lactobacillen auf MRS-Agar bei 30°C für 48 Stunden, im Falle des Hefenachweises unter Verwendung von YGC-Agar bei 25°C für 4 Tage (*Spicher*<sup>4)</sup>).

Zur Bestimmung des pH-Wertes und Säuregrades wurde entsprechend den Empfehlungen der Standardmethoden für Getreide, Mehl und Brot der Arbeitsgemeinschaft Getreideforschung e. V. (1978) vorgegangen.

Zur Erlangung einer Aussage über die Säuerungscharakteristik erfolgte die Ermittlung des Säuerungsverlaufes nach Übertragung der Starterkultur in MRS-Brühe (1000 ml). Hier zu wurde der Ausgangs-pH-Wert des Kulturmediums auf pH 6,5 eingestellt (unter Zugabe von NaOH). Das Animpfen des Kulturmediums erfolgte durch Zugabe von 1% der jeweiligen Starter. Die anschließende Kultur erfolgte bei 15°C, 30°C und 45°C. Zur Darstellung der Säuerungscharakteristik wurden jeweils der pH-Wert kontinuierlich registriert und der Säuregrad des Kulturmediums nach Animpfung sowie nach 24, 48 und 72 Stunden ermittelt.

## 3. Befunde

Bei den in die Betrachtungen einbezogenen Sauerteig-Startern handelt es sich teils um Erzeugnisse, die herkömmlich in halbfleuchter Form vertrieben werden (Starter A-5; A-6), teils um getrocknete Kulturen (Starter A-1; A-2; A-4) oder gefriergetrocknete Kulturen (Starter A-3). Nur in einem Falle werden vom Anbieter nähere Angaben über die Zusammensetzung der Mikroflora des Starters und die Höhe des Gehaltes an aktiven Mikroorganismen gemacht. Dies betrifft den Starter A-3, der sich demnach aus *Lactobacillus plantarum*, *L. brevis* ssp. *lindneri* und *L. fructivorans* zusammensetzt und einen Gesamtkeimgehalt von mindestens  $1 \times 10^{10}$  Mikroorganismen/g aufweisen soll.

### 3.1 Allgemeine Kenndaten der Sauerteig-Starter

Den Befunden der Keimgehaltsbestimmung zufolge weisen die Sauerteig-Starter, die in den Backbetrieben der Bundesrepublik Deutschland derzeit zum Einsatz gelangen, einen Gehalt an lebensfähigen „Sauer-teigbakterien“ in Höhe von  $2,8 \times 10^4$  bis zu  $5,6 \times 10^9$  KBE/g auf (Tab. 1). Dabei kommen erwartungsgemäß den gefriergetrockneten und den trockenen Starterkulturen höhere Keimzahlen zu als den halbfleuchten Kulturen. Neben Lactobacillen bringen die Starter teils keine Hefen, teils zwischen  $1 \times 10^3$ /g und  $1,7 \times 10^5$  Hefen/g in den Ansatz des Sauerteiges ein. Ebenso bestehen Unterschiede im „Eigen“-pH-Wert und -Säuregrad der Starter. Während der pH-Wert in den Grenzen von pH 7,0 bis 3,65 variiert, beläuft sich der Säuregrad der Starterkulturen auf 0,25 bis zu 37,8 Einheiten.

\*) Nr. 5301 der Veröffentlichungen der Bundesforschungsanstalt für Getreide- und Kartoffelverarbeitung, Detmold.

Tab. 1. Kenndaten handelsüblicher Sauerteig-Starters.

Bezeichnung*)	Art des Starters	Mikrobieller Keimgehalt/g		Säuerung	
		Lactobacillen ( $\times 10^6$ )	Hefen	pH	Sr°
A-1 (4)	Getrocknete Kultur	2900	>100 000	5,4	37,8
A-2 (5)	Getrocknete Kultur	4900	1 000	5,9	18,6
A-3	Gefriergetr. Kultur	5600	-	7,0	0,25
A-4	Getrocknete Kultur	75	< 10	6,1	1,4
A-5 (12)	Halbfeuchte Kultur	800	170 000	4,0	28,4
A-6 (13)	Halbfeuchte Kultur	0,028	12 000	3,65	36,6

\*) in Klammern stehende Zahlen entsprechen der Muster-Nr. bei Brümmer und Stephan<sup>1)</sup>.

### 3.2 Säuerungscharakteristik der Sauerteig-Starters

Die „Sauerteigbakterien“ bzw. Lactobacillen weisen unterschiedliche Temperatur-Wachstumsbereiche und Temperaturoptima des Wachstums auf. Daher wurden den Untersuchungen zur Ermittlung von Aussagen über das Wachstumsverhalten und die Säuerungscharakteristik verschiedene Temperaturen zugrundegelegt: (1) 15°C, d. i. eine Temperatur, bei der allgemein Lactobacillen der Untergattung Thermobacterium nicht mehr zur Entwicklung gelangen, jedoch die Streptobakterien; (2) 45°C, d. i. eine Temperatur, bei der noch die Vertreter der Untergattung Thermobacterium zu wachsen vermögen, nicht jedoch Streptobakterien; (3) 30°C, eine Temperatur, die von allen im Sauerteig auftretenden Milchsäurebakterien toleriert wird und ihnen zumeist eine optimale Vermehrung erlaubt.

Wie sich an der Veränderung der Keimzahl der in das Kultursubstrat übertragenen Mikrobenpopulation der Sauerteig-Starters zu erkennen gibt, bestehen hinsichtlich ihres Verhaltens im Bereich von Temperaturen zwischen 15° und 45°C charakteristische Unterschiede (Abb. 1). Während etwa bei den Startern A-1 und A-3 die höchste Vermehrung zu erzielen ist, wenn deren Kultur bei 30°C erfolgt, weist sich die Mikroflora der Starter A-2 und A-5 durch ein Wachstumsoptimum bei 45°C aus. Demgegenüber ist die Mikroflora der Starter A-4 und A-6 anfänglich durch einen breiten Temperaturbereich optimalen Wachstums von 30° bis 45°C geprägt, der sich nach Verlauf von 24 Stunden auf 30°C verlagert. Zudem ist die Mikroflora der Sauerteig-Starters A-2 und A-6 dadurch gekennzeichnet, daß sie bei 15°C nicht zur Entwicklung gelangt. Demgegenüber lassen die Starter A-3, A-5 und insbesondere A-4 selbst bei 15°C mehr oder weniger eine Vermehrung ihrer Keimzahl erwarten. Von diesem Verhalten unterscheidet sich wiederum der Starter A-1, der zu einem gewissen Anteil Hefen enthält. Sowohl bei 15°C als auch bei 45°C zeigte sich nach Übertragung in das Kultursubstrat zunächst ein Rückgang der Keimzahl an „Sauerteigbakterien“, der erst durch eine später einsetzende Vermehrung wieder ausgeglichen wurde. Dies war bei einer Temperatur von 45°C nach Verlauf von 48 Stunden der Fall, hingegen bei 15°C erst nach mehr als 72 Stunden. Gleichfalls weist der Verlauf der in den Säuerungskulturen auftretenden pH-Änderung die Sauerteig-Starters durch gewisse Merkmale aus (Abb. 2). Während in einigen Fällen unmittelbar nach dem Einbringen in das Kultursubstrat eine Säuerung bzw. ein Abfall des pH-

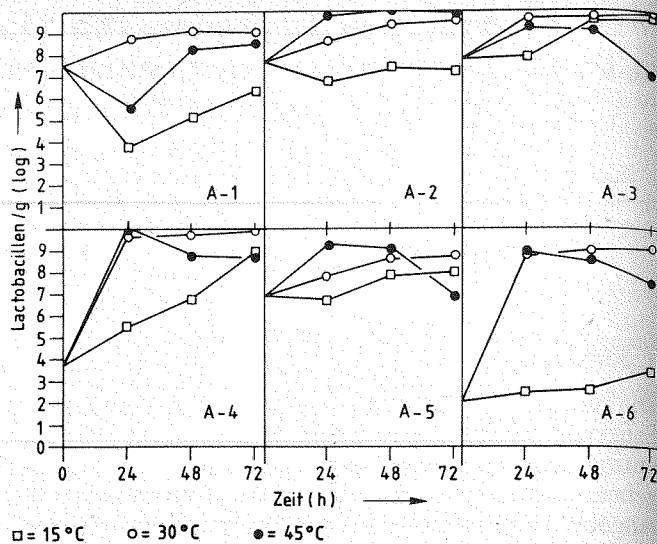


Abb. 1. Die Temperaturabhängigkeit der Vermehrung der Mikroflora handelsüblicher Sauerteig-Starters:

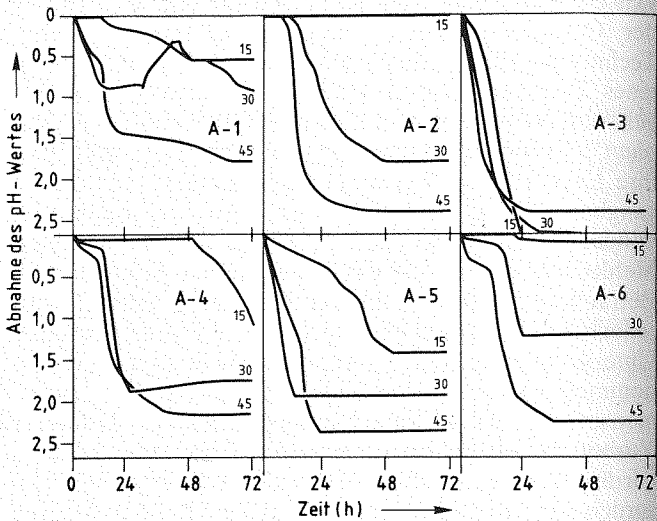


Abb. 2. Die Säuerungscharakteristik (pH-Wert-Abnahme in Abhängigkeit von der Temperatur) handelsüblicher Sauerteig-Starters.

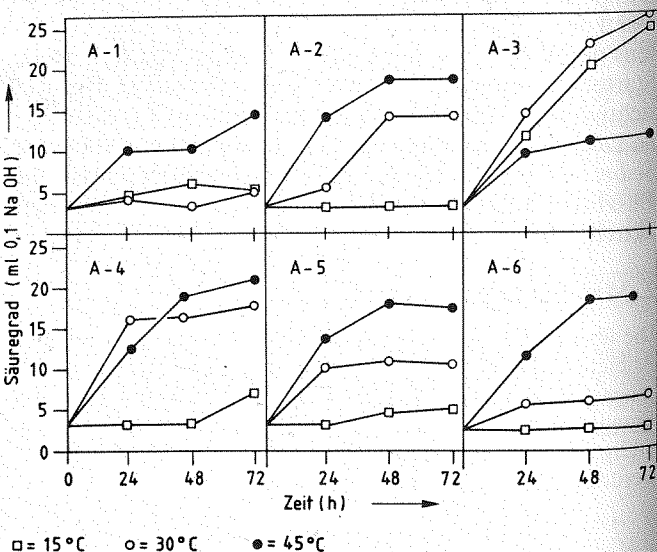


Abb. 3. Die Säuerungscharakteristik (Säuregradzunahme in Abhängigkeit von der Temperatur) handelsüblicher Sauerteig-Starters.

Wertes einsetzte (insbesondere Starter A-3 und A-5), trat in anderen erst nach einer mehr oder weniger langen Phase der Anpassung eine Veränderung des pH-Wertes des Kultursubstrates auf (A-2, A-4 und A-6). Eindeutiger als die Keimzahl läßt der Verlauf des pH-Wertes und der hierauf seitens der Temperatur gegebene Einfluß eine Unterscheidung der Sauerteig-Starter zu. Allerdings zeigt sich auch, daß die Temperaturoptima des Wachstums der Starterkulturen nicht in jedem Fall denen der Säuerung entsprechen. Dies kommt insbesondere bei den Startern A-1, A-4 und A-6 zum Ausdruck. Die größte Veränderung des pH-Wertes trat bei 45°C auf, nicht hingegen bei 30°C, bei der die höchste Zunahme der Keimzahl festzustellen war.

Als weiteres Kriterium kommt der Umfang der Abnahme des pH-Wertes unter optimalen Temperaturbedingungen hinzu. Bezogen auf die nach 48stündiger Kultur vorliegenden Verhältnisse beläuft sich die sodann eingetretene Absenkung des pH-Wertes – ausgehend von pH 6,5 – auf 1,5 Einheiten (Starter A-1) bis zu 2,6 Einheiten (Starter A-3). Wie zudem deutlich wird, ist einzig der Starter A-3 in seiner mikrobiellen Zusammensetzung derart beschaffen, daß im Temperaturbereich von 15° bis 45°C ein weitgehend analoger Verlauf der pH-Änderung des Kultursubstrates auftritt.

In gleicher Weise wie im pH-Wert wird in der Veränderung des Säuregrades des Kulturmediums die unterschiedliche Einflußnahme der Temperatur auf die Entwicklung der Starterkulturen deutlich (Abb. 3). So etwa beläuft sich die unter optimalen Temperaturbedingungen nach 24 Stunden vorliegende Säuerung des Substrates auf 10 Säuregrade (A-1) bis zu 16 Säuregrade (A-4). Nach 48 Stunden hat sich dieser Unterschied auf 10 Säuregrade (A-1) bis zu etwa 24 Säuregrade (A-3) erweitert. Zudem sind diesem Merkmal einige weitere Informationen zur Charakterisierung der Sauerteig-Starter und ihres Säuerungsverhaltens zu entnehmen. Dies betrifft u. a. den Starter A-3 – in gewissem Maße auch den Starter A-4 –, da über den gesamten Zeitraum der Kultur (72 h) eine Zunahme des Säuregrades zu verzeichnen war. Bei den übrigen Startern konnte nach Ablauf von 24 Stunden bis 48 Stunden keine wesentliche Veränderung des Säuregrades mehr festgestellt werden. Zum anderen tritt zum Vorschein, daß die Mikroflora des Starters A-3 bei 45°C trotz nachhaltiger Absenkung des pH-Wertes des Substrates nur eine relativ geringe Zunahme des Säuregrades bedingte. Ähnlich liegen die Verhältnisse bei den Startern A-4 und insbesondere A-5, wenn diese bei 15°C kultiviert werden.

#### 4. Diskussion

Für die Herstellung eines qualitativ einwandfreien Roggenhaltigen Brotes und auch Kleingebäckes ist die Art der Teigsäuerung und Teigführung – neben der Auswahl der Rohstoffe, der Gestaltung der Rezeptur und dem Backprozeß – ein wichtiger Faktor. Die vom Hersteller der Backware anzustellenden Überlegungen bezüglich der Teigsäuerung betreffen nicht nur die Wahl zwischen Sauerteig und Teigsäuerungsmittel bzw. der Kombination beider Verfahren. Ist die Entscheidung für die Anwendung einer biologischen Säuerung gefallen, dann gilt es im weiteren, die hierfür heranzuziehende Starterkultur auszuwählen. Erst kürzlich wurde auf-

gezeigt, daß die derzeit im Handel erhältlichen Sauerteigstarter nicht gleichartig sind (*Spicher* und *Schröder*<sup>6,7</sup>). Diese unterscheiden sich in ihrer Zusammensetzung aus homo- und heterofermentativen Milchsäurebakterien. Zudem ist ihr Gehalt an Bakterien wie auch das Spektrum der vorliegenden „Sauerteigbakterien“ von Charge zu Charge mehr oder weniger großen Schwankungen unterworfen (*Spicher*<sup>5</sup>). Hieraus resultieren bei der Anwendung der Starter Unterschiede im Verhältnis der im Verlaufe der Sauerteiggärung gebildeten Milch- und Essigsäure (bzw. des Gärungsquotienten) als auch der dem Wechsel der Führungsbedingungen einhergehende Änderung des Gärungsquotienten (*Spicher*<sup>3</sup>).

Solange das Angebot der für die Einleitung einer Sauerteiggärung einzusetzenden Kulturen sehr begrenzt war und es sich zudem um Anreicherungskulturen undefinierter Zusammensetzung handelte (sog. Reinzuchtsauerteige), fanden die jeweils vorliegenden mikrobiologischen Gegebenheiten kaum Beachtung. Inzwischen sind jedoch eine Reihe von Starterkulturen unterschiedlichster mikrobieller Zusammensetzung und Handelsform (halbfeucht, getrocknet, gefriergetrocknet bzw. lyophilisiert) entwickelt worden. Um eine einheitliche Regelung für die als Sauerteig-Starter anzuwendenden Kulturen herbeizuführen, wurde bereits eine Begriffsbestimmung in Vorschlag gebracht (*Bode* und *Seibel*<sup>2</sup>). Diese gibt die Definition: „Starter-Kulturen (Anstellsauer) für die Sauerteigbereitung sind aufgrund spezifischer Eigenschaften selektierte Lactobacillen (Milchsäurebakterien) in Reinkultur oder in Mischkultur mit anderen Lactobacillen-Kulturen, mit oder ohne Hefe. Sie werden Teigen aus Mahlerzeugnissen des Getreides – insbesondere Roggenmehlteigen – mit sehr großer Zellzahl in der Absicht zugesetzt, in relativ kurzer Zeit eine Milchsäuregärung (sog. Sauerteiggärung), ggf. auch eine Hefegärung, einzuleiten.“

Mit der Einführung einer Definition sollte auch die Möglichkeit bestehen, die Einhaltung der in ihr festgelegten Kriterien zu überprüfen bzw. zu überwachen. Dies betrifft im vorliegenden Fall insbesondere die den Sauerteigstarter charakterisierende Keimart, die Keimzahl, die Aktivität der Mikroflora bzw. der vorhandenen oder induzierbaren Fermentsysteme (Art, Ausmaß und Geschwindigkeit der Säuerung) sowie das Freisein von Fremdkeimen im Sinne einer Reinkultur. Die dargelegten Befunde geben zu erkennen, daß die neuerdings in getrockneter oder gefriergetrockneter Form angebotenen Sauerteig-Starter, im Gehalt an „Sauerteigbakterien“ den herkömmlichen halbfeuchten Kulturen weitgehend entsprechen, wenn sie nicht gar einen deutlich höheren Keimgehalt aufweisen. Demgegenüber enthalten sie zumeist keine oder nur eine geringe Zahl von Hefen.

Eine Aussage über die „Vitalität“ der Mikroflora dieser Starter läßt die nach deren Übertragung in ein Kultursubstrat einsetzende Vermehrung bzw. Zunahme der Keimzahl zu. In allen Fällen war eine Vermehrung festzustellen, die bei der jeweils optimalen Wachstumstemperatur innerhalb von 24 Stunden ihren höchsten Wert erreichte. Dem Verlauf des mit den einsetzenden Stoffwechselprozessen einhergehenden Abfalls des pH-Wertes des Kultursubstrates zufolge, weisen die Starter jedoch im Verhalten nach Übertragung in das Kultur-

substrat Unterschiede auf. Teils kommt es mehr oder weniger unmittelbar nach Einleitung der Kultur zu einer Veränderung des pH-Wertes bzw. zu einem Wachstum, teils erst nach einer 5- bis zu 10stündigen Phase der Anpassung an die Verhältnisse im neuen Milieu. Dies ist sowohl bei einigen der in halbfeuchter Form gehandelten Sauerteig-Startern als auch bei getrockneten Startern der Fall.

Wird im weiteren das Verhalten der Starter unter dem Einfluß verschiedener Temperaturen und die daraus resultierende zeitliche Änderung des pH-Wertes und des Säuregrades des Kultursubstrates in Vergleich gesetzt, dann erschließt sich offensichtlich eine Handhabe für die Beschreibung bzw. Beurteilung der Sauerungscharakteristik von Sauerteig-Startern als Spiegelbild der Zusammensetzung und des Zustandes ihrer Mikroflora. Als Kriterium hierfür bieten sich insbesondere der Temperaturwachstums- bzw. -sauerungsbereich, das Temperaturoptimum des Wachstums bzw. der Säuerung, der sich einstellende End-pH-Wert und ferner der Verlauf und das Ausmaß der Säuerung unter optimalen Temperaturbedingungen. Die vorliegenden Sauerteig-Starter lassen sich an diesen Merkmalen mehr oder weniger unterscheiden. Soweit die Starter bei der in einem anderen Zusammenhange erfolgten backtechnischen Prüfung Berücksichtigung fanden (A-1, A-2, A-5, A-6), gaben die Befunde zu analogen Beurteilungen bzw. Beanstandungen bezüglich der Säuerung des Brotes und der Ausbildung der geschmacklichen Eigenschaften der Brotkrume Anlaß (*Brümmer* und *Stephan*<sup>1)</sup>). Hier wie dort sind die Starter A-2 und A-5 gegenüber den Startern A-1 und A-6 besser einzustufen.

#### Zusammenfassung

Es wurde der Versuch unternommen, Anhaltspunkte für die Beurteilung der Aktivität und der Sauerungscharakteristik von Sauerteig-Startern zu finden.

Die derzeit angebotenen Sauerteig-Starter in halbfeuchter, trockener und gefriergetrockneter Form enthalten zwischen  $3,0 \times 10^4$  bis zu  $6,0 \times 10^9$  Lactobacillen/g.

Hefen waren in nennenswerten Mengen nur in halbfeuchten Sauerteig-Startern enthalten. Die Keimzahl belief sich auf  $1,0 \times 10^3$  bis zu  $2,0 \times 10^5$  Hefen/g.

Die Sauerteig-Starter besitzen sehr unterschiedliche pH-Werte und Säuregrade. Während bei den gefriergetrockneten Startern ein pH-Wert von 7,0 und ein Säuregrad von 0,25 nachzuweisen waren, lagen bei den getrockneten und den halbfeuchten Startern pH-Werte von 6,1 bis 3,65 und Säuregrade von 1,40 und 37,8 vor.

Entsprechend der unterschiedlichen Zusammensetzung der Mikroflora der Sauerteig-Starter bedingen diese teils bei 30°C, teils bei 45°C eine optimale Säuerung.

Während einige Sauerteig-Starter selbst noch bei 15°C eine Entwicklung der Mikroflora bzw. eine Säuerung zeigen, lassen andere bei dieser Temperatur keine Sauerteiggärung mehr erwarten.

Die Unterschiede zwischen den Sauerteig-Startern betreffen auch die im Verlauf einer mehrstündigen Führung unter optimalen Kulturbedingungen bewirkte Absenkung des pH-Wertes des Sauerteiges (1,5 bis zu 2,6 Einheiten) bzw. Erhöhung seines Säuregrades (10 bis zu 24 Einheiten).

#### Summary

An attempt was made to gain criteria for the evaluation of activity and acidifying characteristics of sourdough starters.

Presently available sourdough starters in semi-moist, dry and freeze-dried form contain from  $3.0 \times 10^4$  up to  $6.0 \times 10^9$  lactobacilli per gram.

Yeasts, in quantities worth mentioning, were contained only in semi-moist sourdough starters. The germ figure amounted to from  $1.0 \times 10^3$  up to  $2.0 \times 10^5$  yeasts per gram.

The sourdough starters have very varying pH values and acid degrees. Whereas we found with freeze-dried starters a pH value of 7.0 and an acid degree of 0.25, the dried and semi-moist starters had pH values of between 6.1 and 3.65 and acid degrees of 1.4 to 37.8.

As a result of different compositions in the microflora of sourdough starters, their optimum in acidifying potential lies partly at 30°C and partly at 45°C.

Whereas some of the sourdough starters show microflora development and thus acidification at temperatures as low as 15°C, no sourdough fermentation can be expected any more from other ones at this temperature.

Differences between individual sourdough starters also refer to the lowering of the sourdough's pH value (1.5 and up to 2.6 units) and the increase in its acid degree (10 and up to 24 units) as effected in several-hour conduct under optimum culturing conditions.

#### Résumé

Les starters de levain proposés actuellement sous forme semi-humide, sèche et lyophilisée contiennent entre  $3,0 \times 10^4$  et  $6,0 \times 10^9$  de bacilles lactiques/g.

Les levures n'étaient contenues dans des quantités appréciables que dans les starters de levain semi-humides. L'indice de germination allait de  $1,0 \times 10^3$  à  $2,0 \times 10^5$  levures/g.

Les starters de levain possèdent des pH et des degrés d'acidité très divers. Alors qu'on a pu déceler dans les starters lyophilisés un pH de 7,0 et un degré d'acidité de 0,25, pour les starters secs et semi-humides les pH se situaient de 6,1 à 3,65 et les degrés d'acidité de 1,40 à 37,8. En fonction de la composition différente de la microflore des starters de levain, ceux-ci conditionnent pour partie à 30°C, pour partie à 45°C, une acidification optimale.

Alors que certains starters de levain présentent même encore à 15°C un développement de la microflore et donc de l'acidification, d'autres ne peuvent plus permettre d'obtenir à cette température une fermentation du levain.

Les différences entre les starters de levain concernent également la baisse du pH du levain (1,5 à 2,6 unités) ou l'augmentation de son degré d'acidité (10 à 24 unités) produite au cours d'une fermentation de plusieurs heures dans des conditions de culture optimales.

#### Literatur

- 1) *Brümmer, J.-M. u. H. Stephan*: Einsatz getrockneter Sauerteige und Sauerteig-Starter bei der Herstellung von Brot und Kleingebäck, Getreide, Mehl, Brot **39** (1985), im Druck.
- 2) *Bode, J. u. W. Seibel*: Säuerung und Führungen – Begriffsbestimmungen, Getreide, Mehl, Brot **36** (1982) 1, S. 11–12.
- 3) *Spicher, G.*: Einige neue Aspekte der Biologie der Sauerteiggärung, Getreide, Mehl, Brot **36** (1982), 1, S. 12–16.
- 4) *Spicher, G.*: Beiträge zur Vereinheitlichung der Ermittlung des Keimgehaltes von Getreide und Getreideprodukten. 5. Mitt.: Einleitende Untersuchungen über die Eignung verschiedener Kultursubstrate zum Nachweis von Milchsäurebakterien des Sauerteiges, Getreide, Mehl, Brot **38** (1984) 9, S. 261–264.
- 5) *Spicher, G.*: Die Mikroflora des Sauerteiges. XVII. Mitt.: Weitere Untersuchungen über die Zusammensetzung und die Variabilität der Mikroflora handelsüblicher Sauerteig-Starter. Ztschr. Lebensm. Unters. Forsch. **178** (1984), S. 106–109.
- 6) *Spicher, G. u. R. Schröder*: Die Mikroflora des Sauerteiges. IV. Mitt.: Untersuchungen über die Art der in „Reinzuchtsauern“ anzutreffenden stäbchenförmigen Milchsäurebakterien (Genus *Lactobacillus* Beijerinck). Ztschr. Lebensm. Unters. Forsch. **167** (1978), S. 342–354.
- 7) *Spicher, G. u. R. Schröder*: Die Mikroflora des Sauerteiges. IX. Mitt.: Vergleichende Untersuchungen über die Säuerungsleistung der in „Reinzuchtsauern“ auftretenden Milchsäurebakterien (Genus *Lactobacillus* Beijerinck). – Z. Lebensm. Unters. Forsch. **170** (1980), S. 262–266.

#### Danksagung

Für die Überlassung von Sauerteig-Startern danke ich den Firmen Ernst Böcker/Minden, Deutsche Hefewerke/Hamburg, Ireks-Arkady/Kulmbach, Molkereitechnisches Laboratorium H. J. Klupsch/Hamm und Rudolf Müller & Co/Giessen. Mein Dank gilt ebenfalls Fräulein Bettina Keil und Herrn Horst Mack für das große Interesse sowie für die sorgfältige und umsichtige Durchführung der Untersuchungen.