

## Die Mikroflora des Sauerteiges

### XXII. Mitteilung: Die in Weizensauerteigen vorkommenden Lactobacillen\*

Gottfried Spicher

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

#### The microflora of sourdough

#### XXII. Communication: The lactobacillus species of wheat sourdough

**Summary.** We investigated the microflora of 26 wheat sourdoughs which are used for the production of "panettone" and wheat bread in bakeries in Italy, Switzerland, Germany and Sweden. The sourdoughs were started in part with a ripe wheat sour (masa madre) which had been propagated for a long time. The microflora of the wheat sourdough (pH 4.4 to 3.8; acidity 6.3 to 22.4) consisted of  $2 \times 10^5$  to  $3 \times 10^9$  lactobacilli/g and  $1 \times 10^3$  to  $4.5 \times 10^7$  yeasts/g. We obtained 388 isolates; all belonging to the genus *Lactobacillus*. In wheat sourdoughs which were started with a spontaneous sour homofermentative lactobacilli (*Lactobacillus plantarum*, *L. casei*, *L. farciminis*, *L. homiohiochii*) are mainly found and also *Lactobacillus brevis*, *L. hildegardii* and some other heterofermentative species. The main sourdough bacteria of wheat sourdoughs which were prepared with a "masa madre" were identified as *Lactobacillus brevis* ssp. *lindneri* resp. *L. sanfrancisco*, which were present in addition to *L. brevis*, *L. hildegardii*, and *L. viridescens*. We also found varying numbers of *Streptococcus* spp. in the wheat sourdoughs. The yeasts which we identified were *Saccharomyces cerevisiae*, *S. servazzi* and *Candida milleri*.

**Zusammenfassung.** Es wurden Untersuchungen angestellt über die Mikroflora von 26 Weizensauerteigen für die Panettone- und Weizenbrotherstellung aus Bäckereien in Italien, der Schweiz, Deutschland und Schweden. Die Sauerteige wurden teils mit einem Spontansauer angestellt, teils mit einem reifen Weizensauer (masa madre), der bereits über längere Zeit fortgeführt wurde. Die Mikroflora der Sauerteige (pH 4,4 bis 3,8, Säuregrad 6,3 bis 22,4) setzte sich aus

$2,5 \times 10^5$  bis  $3 \times 10^9$  Lactobacillen/g und  $1 \times 10^3$  bis  $4,5 \times 10^7$  Hefen/g zusammen. Es wurden insgesamt 388 Isolate gewonnen und als Vertreter der Gattung *Lactobacillus* identifiziert. In Weizensauerteigen, die mit einem Spontansauer angestellt wurden, traten vornehmlich homofermentative *Lactobacillus*-Species auf (*Lactobacillus plantarum*, *L. casei*, *L. farciminis*, *L. homiohiochii*), neben *L. brevis*, *L. hildegardii* und einigen anderen heterofermentativen Spezies. Die Sauerteigbakterien des mit einem „masa madre“ angestellten Weizensauerteig erwiesen sich insbesondere als *Lactobacillus brevis* ssp. *lindneri* resp. *L. sanfrancisco*, neben *L. brevis*, *L. hildegardii* und *L. viridescens*. Daneben kamen in den Weizensauerteigen zu mehr oder minder hohen Anteilen *Streptococcus* spp. vor. Bei den im Weizensauerteig auftretenden Hefen handelt es sich um *Saccharomyces cerevisiae*, neben *S. servazzi* und *Candida milleri*.

#### Einleitung

Die Verwendung eines Sauerteiges bei der Herstellung von weizenmehlhaltigen Backwaren erfolgt teils als Lockerungsmittel (etwa bei dem für das Backwarensortiment des italienischen Bäckers typischen Panettone und den sich von diesem ableitenden Backwaren), teils zur Säuerung des Teiges bzw. Brotes, wie es in einigen Gegenden Frankreichs, Italiens und Spaniens üblich ist. Den Darlegungen verschiedener Autoren zufolge soll aus einer geringen Säuerung des Weizenmehles bzw. -teiges eine Verbesserung der Qualität der aus diesem hergestellten Backwaren resultieren. Hin-  
gewiesen wird auf

– eine Verbesserung der Teigeigenschaften bzw. der viscoelastischen Eigenschaften des Klebers [1], die sich auf die Textur der Krume der Backware auswirkt. Insbesondere wird die Krumenstruktur des Weizenbrotes etwas weicher, bindiger und elastischer [2], das Krumenbild gleichmäßiger und fein-

\* Nr. 5475 der Veröffentlichung der Bundesforschungsanstalt für Getreide- und Kartoffelverarbeitung, Detmold  
Offprint requests to: G. Spicher

poriger bzw. zarter; zudem soll sich ein besseres Volumen herausbilden [3];

- die Erzielung eines ausdrucksvolleren und aromatischen Geschmacks [2, 3];
- eine bessere Frischhaltung [2, 4];
- eine längere Haltbarkeit des Brotes bzw. eine Verzögerung des Verderbs infolge Schimmelbildung.

Bei der Herstellung von Brot unter alleiniger oder anteiliger Verwendung von Roggenmehl finden zur Einleitung der Sauerteiggärung vielfach Starterkulturen Anwendung [5]. Demgegenüber wird bei der Versäuerung von Weizenmehlen teils von einem „spontanen“ Sauerteig ausgegangen, teils von einem „Mutterteig“ (masa madre) der betriebsindividuell unter Bedingungen herangeführt wird, die vielfach als Familien- bzw. Betriebsgeheimnis gewahrt werden.

Über die Mikroflora des Weizensauerteiges liegen bislang nur wenige Angaben vor. Einen ersten Hinweis gab wohl Nicolajeff im Jahr 1938 [6]. Er stellte fest, daß hinsichtlich der Mikroflora von Sauerteigen aus Roggen- und aus Weizenmehl keine nennenswerten Unterschiede bestehen. Gleichwohl traf der Autor keine eindeutige Aussage über die Zusammensetzung der Mikroflora der von ihm untersuchten Sauerteige. Die von nachfolgenden Autoren gegebenen Beschreibungen vermitteln den Hinweis auf ein mehr oder weniger häufiges Auftreten von *Lactobacillus plantarum*, *L. plantarum* var. *arabinosus*, *L. brevis*, *L. brevis-cellobiosus*, *L. sanfrancisco*, *Pediococcus cerevisiae*, *Enterobacter* sp. und *Citrobacter* sp. [7–10]. Um dieses Bild der Mikroflora des Weizensauerteiges zu aktualisieren und damit auch die Bereitung des Weizensauerteiges, der modernen mikrobiologischen Technologie der Anwendung von Starterkulturen zu erschließen, wurden einige vergleichende Untersuchungen über die Mikroflora von Weizensauerteigen verschiedener europäischer Bäckereibetriebe eingeleitet.

## Material und Methoden

Zu den Untersuchungen Weizensauerteige heranziehen, die im Zusammenhang mit der Herstellung von Weizenbrot oder Panettone Verwendung finden.

Die Ermittlung des mikrobiellen Keimgehaltes der Sauerteige, die Isolierung der „Sauerteigbakterien“ und deren Identifizierung in Anlehnung an den früher beschrittenen Weg [11–13] vornehmen.

## Ergebnisse

Die vorliegenden Befunde betreffen Weizensauerteige aus handwerklichen Bäckereien und industriellen Backbetrieben in Deutschland, Italien, Schweden und in der Schweiz. In diesen Betrieben finden die untersuchten Weizensauerteige teils im Zusammenhang mit der Herstellung von Weizenbrot, teils mit der Herstellung von Panettone und dergleichen Backwaren Verwendung. Während einige dieser Sauerteige bereits seit geraumer Zeit in den Betrieben unter Verwendung eines Anteils vom reifen Sauerteig als Anstellgut (masa madre) fortgeführt wurden, leitet sich die Sauerteiggärung anderer Weizensauerteige von einem jeweils neu herangeführten und sodann als Starter eingesetzten Spontansauer ab (Tabelle 1).

Entsprechend ihrer Vorgeschichte und ihrem Verwendungszweck unterscheiden sich die Weizensauerteige in den Kenndaten. Bei einem pH-Wert von 4,4 bis 3,8 liegen Säuregrade zwischen 6,3 und 22,4 vor. Die Mikroflora setzt sich aus  $2 \times 10^5$  bis zu  $3,2 \times 10^9$  Lactobacillen/g und  $1 \times 10^3$  bis  $4,5 \times 10^7$  Hefen/g zusammen. Soweit es den Keimgehalt der Lactobacillen anbelangt, sind größere Schwankungen bei den Weizensauerteigen, die mit Hilfe eines Spontansauers hergestellt wurden, auszumachen, als bei Sauerteigen, die sich von einem bereits seit längerer Zeit weitergeführten Sauerteig (masa madre) ableiten. Andererseits ist zu beobachten, daß die Hefekeimzahlen zumeist größere Schwankungen aufweisen und hinter dem Keimgehalt an Lactobacillen deutlich zurückbleiben.

Aus den Weizensauerteigen wurden insgesamt 388 Isolate gewonnen und als Vertreter der Gattung *Lactobacillus* identifiziert. Es handelt sich überwiegend um Vertreter neun verschiedener homo- oder heterofermentativer Spezies, neben einigen nicht eindeutig zu identifizierenden Isolaten und kokkenförmigen Lactobacillen (Tabelle 2). Je nach der Vorgeschichte der Sauerteige stehen teils homofermentative, teils heterofermentative Milchsäurebakterien im Vordergrund ihrer Mikroflora. Im allgemeinen ist die Mikroflora von Weizensauerteigen, die in den jeweiligen Betrieben bereits seit längerer Zeit fortgeführt werden, durch das Vorherrschen heterofermentativer Milchsäurebakterien geprägt (89 bis 96% der Isolate). Dies wurde zudem durch die Feststellung einer Bakterien-

**Tabelle 1.** Keimgehalt an Lactobacillen und Hefen von Weizensauerteigen

Verwendung des Weizensauerteiges	Säuerung		Keimgehalt/g Weizensauerteig	
	pH	Säuregrad	Lactobacillen	Hefen
Weizen-Sauerteig für Brotherstellung; Starter: Spontansauer	4,40...3,90	6,80...9,90	$2,0 \times 10^5$ ... $3,2 \times 10^9$	$1,6 \times 10^5$ ... $4,5 \times 10^7$
Weizen-Sauerteig für Brotherstellung; Starter: masa madre	4,40...3,80	6,30...22,40	$1,2 \times 10^8$ ... $3,0 \times 10^9$	$1,0 \times 10^3$ ... $2,2 \times 10^7$
Weizen-Sauerteig für Panettone-Herstellung; Starter: masa madre	4,20...3,80	7,40...11,80	$6,0 \times 10^7$ ... $5,4 \times 10^8$	$2,0 \times 10^3$ ... $1,9 \times 10^7$

Tabelle 2. In Weizensauerteigen nachgewiesene *Lactobacillus*-Spezies

Weizensauerteige Verwendungszweck	Herkunft	Anzahl der Sauerteige	Anzahl der Isolate	Häufigkeit des Nachweises von <i>Lactobacillus</i> spp. (%)											
				<i>L. casei</i>	<i>L. plantarum</i>	<i>L. farcininis</i>	<i>L. homohiochi</i>	<i>L. alimentarius</i>	<i>L. brevis</i>	<i>L. brevis</i> ssp. <i>lindneri</i>	<i>L. hildegardii</i>	<i>L. viridescens</i>	Nicht eindeutig identifizierte <i>Lactobacillus</i> spp.	<i>Streptococcus</i> sp.	
Panettone Starter: masa madre	I	5	78	-	-	-	-	-	-	-	80,1	-	-	-	19,9
Panettone Starter: masa madre	CH	8	110	-	1,8	-	-	-	-	-	93,6	-	-	2,7	1,9
Brot Starter: masa madre	I	1	21	-	-	-	-	-	-	-	76,0	-	-	5,0	19,0
Brot Starter: masa madre	CH	2	25	-	-	-	-	-	4,0	76,0	4,0	12,0	4,0	-	-
Brot Starter: Spontansauer	CH	6	70	-	21,4	-	14,3	5,7	7,1	-	18,6	1,4	5,7	25,8	-
Brot Starter: Spontansauer	D	3	55	5,2	49,8	7,3	-	-	13,2	-	-	-	17,2	7,3	-
Brot Starter: Spontansauer	S	1	29	-	89,7	-	-	-	10,3	-	-	-	-	-	-

Tabelle 3. In Weizensauerteigen nachgewiesene Hefe-Spezies

Weizensauerteige Verwendungszweck	Herkunft	Anzahl der Sauerteige	Anzahl der Isolate	Häufigkeit des Nachweises (%)		
				<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	<i>Saccharomyces servazzii</i>	<i>Candida milleri</i>
Panettone Starter: masa madre	I	5	26	100,0	-	-
Panettone Starter: masa madre	CH	8	52	100,0	-	-
Brot Starter: masa madre	I	1	5	100,0	-	-
Brot Starter: masa madre	CH	2	13	53,8	-	46,2
Brot Starter: Spontansauer	CH	6	36	75,0	25,0	-

population unterstrichen, die zu 76 bis 94% aus Vertretern der Spezies *Lactobacillus brevis* ssp. *lindneri* besteht. Demgegenüber zeigt die Mikroflora von Weizenteigen, die sich von einem „spontan“ – durch wiederholtes Anfrischen mit Mehl und Wasser – herangeführten Sauerteig ableiten, ein vielfältigeres Bild. Ihre Mikroflora setzt sich überwiegend aus homofermentativen *Lactobacillen* – vornehmlich *Lactobacillus plantarum* – zusammen.

Neben den *Lactobacillen* traten in den Sauerteigen Hefen auf. Es wurden 132 Isolate gewonnen. Bei entsprechender Nachprüfung ihrer morphologischen, physiologischen und biochemischen Merkmale erwiesen diese sich mehrheitlich als Vertreter der Species *Saccharomyces cerevisiae*, neben *Saccharomyces ser-*

*vazzii* und *Candida milleri* (Tabelle 3). Letztere traten in Weizensauerteigen auf, die im Zusammenhang mit der Herstellung von Weißbrot Verwendung finden.

### Diskussion

Die Bemühungen um eine Verbesserung des Verfahrens der Sauerteigbereitung richten sich nunmehr auch auf den Weizensauerteig. Insbesondere geht es darum, den bislang zur Einleitung der Sauerteiggärung verwendeten „Spontansauer“ bzw. das von einem langfristig fortgeführten Vollsauer abgenommene Anstellgut (masa madre) durch eine Starterkultur definierter Zusammensetzung zu ersetzen. Voraussetzung hierfür ist die Kenntnis der im Weizensauerteig vorliegenden Mikroflora. Den dargelegten Befunden nach zu urteilen findet sich in Weizensauerteigen, die bereits seit längerer Zeit fortgeführt wurden, eine Mikroflora vor, die hinsichtlich ihres zahlenmäßigen Umfangs als auch der unter ihr vertretenen Spezies weitgehend der Mikroflora eines Roggensauerteiges entspricht [5, 11]. In ihrem Vordergrund steht *Lactobacillus brevis* ssp. *lindneri*. Dieses „Sauerteigbakterium“ zeichnet sich durch ein enges Zuckervergärungsspektrum aus, das auf die Vergärung von Glucose, Maltose und zum Teil auch Fructose begrenzt ist. Zudem stellen die Vertreter dieser Spezies einen Anspruch an spezielle Wachstumsfaktoren, der durch die Zugabe von Kleieextrakt oder Frischhefeextrakt zum Kultursubstrat zu befriedigen ist [5, 14]. In diesen Merkmalen ähnelt *Lactobacillus brevis* ssp. *lindneri* weitgehend dem *Lactobacillus sanfrancisco*, der in Weizensauerteigen, die im Gebiet von San Francisco/USA seit über 100 Jahren in laufender Fortzucht bei der Herstellung von „sanfrancisco sourdough

french bread“ Verwendung finden [10]. Ebenso ist unter den im Sauerteig vorkommenden Hefen *Saccharomyces cerevisiae* und *Candida milleri* in gleicher Weise aufzufinden wie unter der Mikroflora von Roggensauerteigen [5]. Darauf hinzuweisen ist, daß *Torulopsis holmii* (eine asporogene Form von *Saccharomyces exiguus*) durch Yarrow [15] reklassifiziert und als *Candida milleri* sp. nov. benannt wurde. Demgegenüber ist die Mikroflora von Weizensauerteigen, die sich von einem Spontansauerteig als Starter ableitet – gleich der Mikroflora von „spontanen“ Roggensauerteigen [5] – durch ein breites Spektrum von *Lactobacillus*-Spezies geprägt, unter denen homofermentative Formen im Vordergrund stehen. Daneben treten zu mehr oder weniger hohen Anteilen auch kokkenförmige Lactobacillen auf. Wie bei der spontanen Heranführung eines Roggensauerteiges zu beobachten, treten mit zunehmender Häufigkeit des Anfrischens und längerfristiger Weiterführung des Sauerteiges zunehmend heterofermentative Lactobacillen in den Vordergrund.

*Danksagung.* Für die stets interessierte Mitarbeit und die mit Sorgfalt und Umsicht durchgeführten Untersuchungen danke ich meiner Mitarbeiterin, Frau Olga Sudwischer.

## Literatur

1. Guillemet R, Sonntag G, Guilbot A (1942) CR Acad Agric Fr 28:491–495
2. Stephan H (1985) Qualitätssteigerung durch Vorteig und Weizensauerteig. Allg Bäcker-Z 40:23, 3–4
3. Wutzel H (1954) Brot Gebäck 4:198–202
4. Sonntag G (1960) Problèmes de la fermentation panaire. La Qualité du Pain, Ed. CNRS, Paris
5. Spicher G, Stephan H (1982) Handbuch Sauerteig – Biologie, Biochemie, Technologie. BBV Wirtschaftsinformationen GmbH Hamburg, 2. Aufl. 351 S
6. Nikolajeff FA (1938) Wiss Forsch Inst UdSSR, Heft 1
7. Barber S, Bagen R, Martinez-Anaya M, Torner MJ (1983) Rev Agroquim Tecnol Aliment 23:552–561
8. Galli A, Ottogalli G (1942) Ann Microbiol Enzimol 23:39–49
9. Ottogalli G, Galli A (1979) Food Microbiol Technol 13:155–160
10. Sugihara TF, Kline L, Miller MW (1971) Appl Microbiol 21:456–458
11. Spicher G (1959) Zentralbl Bakteriol II Abt 113:80–106
12. Spicher G (1984) Z Lebensm Unters Forsch 178:106–109
13. Spicher G, Schröder R (1978) Z Lebensm Unters Forsch 167:342–345
14. Berg RW, Sandine WE, Anderson JW (1984) Appl Environ Microbiol 42:786–788
15. Yarrow D (1978) Int System Bacteriol 28 (4):608–610

Eingegangen am 8. September 1986