

Die Mikroflora des Sauerteiges *

XXI. Mitteilung: Die in Sauerteigen schwedischer Bäckereien vorkommenden *Lactobacillen*

Gottfried Spicher und Clas Lönner

Bundesforschungsanstalt für Getreide- und Kartoffelverarbeitung, Schützenberg 12, D-4930 Detmold, Bundesrepublik Deutschland und Avdelningen för Teknisk Mikrobiologi, Kemicentrum, Lunds Universitet, Box 740, S-22007 Lund, Sweden

The Microflora of Sourdough. XXI. Communication: The *Lactobacillus* Species of Sourdough from Swedish Bakeries

Summary. We investigated the bacterial flora of 9 sourdoughs which are used for the preparation of mixed breads (rye/wheat flour) and wheat breads in Swedish bakeries. These sourdoughs were employed as starter and some of them have been propagated for more than ten years. 238 isolates were obtained and speciated as *Lactobacillus*. 31 of the isolates belonged to the subspecies *Thermobacterium* (*Lactobacillus delbrueckii*, *L. delbrueckii* ssp. *bulgaricus*, *L. acidophilus*), 40 to the subspecies *Streptobacterium* (*Lactobacillus plantarum*, *L. casei rhamnosus*, *L. farciminis*) and 112 isolates to the subspecies *Betabacterium* (*Lactobacillus fermentum*, *L. brevis* ssp. *lindneri*, *L. viridescens*, *L. brevis*). A further isolates 55 of homo- and heterofermentative sourdough bacteria did not clearly belong to any species of the genus *Lactobacillus*. Because of the frequency of occurrence and the behaviour in the acidification test *Lactobacillus fermentum* and the "not identified sourdough bacteria" of group "h" are typical for the investigated sourdoughs.

Zusammenfassung. Es wurden Untersuchungen angestellt über die Bakterienflora von 9 Sauerteigen, die in schwedischen Bäckereien bei der Bereitung von Roggen/Weizen-Mischbrot und Weizenbrot Anwendung finden. Bei diesen Sauerteigen fanden als Starter Sauerteige Anwendung, die z. T. seit mehr als 10 Jahren fortgeführt werden. Es wurden insgesamt 238 Isolate gewonnen und als Vertreter der Gattung *Lactobacillus* identifiziert. Von den Isolaten waren 31 der Untergattung *Thermobacterium* (*Lactobacillus delbrueckii*, *L. delbrueckii* ssp. *bulgaricus*, *L. acidophilus*) zuzu-

ordnen, 40 Isolate der Untergattung *Streptobacterium* (*Lactobacillus plantarum*, *L. casei rhamnosus*, *L. farciminis*) und 112 Isolate der Untergattung *Betabacterium* (*Lactobacillus fermentum*, *L. brevis* ssp. *lindneri*, *L. viridescens*, *L. brevis*). Weitere 55 Isolate homo- und heterofermentativer „Sauerteigbakterien“ waren nicht eindeutig einer Art des Genus *Lactobacillus* zuzuordnen. Aufgrund der Verbreitung, der Häufigkeit des Auftretens und des Verhaltens im Säuerungsversuch sind für die untersuchten Sauerteige *Lactobacillus fermentum* sowie die „nicht identifizierten Sauerteigbakterien“ der Gruppierung „h“ als typisch anzusehen.

Einleitung

Der Sauerteig ist als Mittel zur Säuerung Roggenmehlhaltiger Teige in den Bäckereien Mittel- und Osteuropas weit verbreitet. In jüngster Zeit hält der Sauerteig auch in den Bäckereien der angrenzenden Länder Nord- und Westeuropas Einzug. Hierfür gibt die Nachfrage des Konsumenten Anlaß, der während seiner Reisen durch Mitteleuropa die Vorzüge des gesäuerten Brotes kennen- und schätzengelernt hat. Manche schwedische Bäckereien bieten bereits seit längerem sowohl ein gesäuertes Roggen- und Roggenmischbrot als auch ein gesäuertes Weizenbrot an. Bei der Bereitung der Sauerteige findet zumeist ein Anstellgut Verwendung, das innerbetrieblich als sog. Spontansauer herangeführt wurde. Dieses Anstellgut wird täglich neu gewonnen oder durch „Anfrischen“ weitergeführt und ist in einigen Fällen seit einer Vielzahl von Jahren in Gebrauch. Im Zusammenhang mit dem Bestreben, zur Optimierung des Verfahrens der Sauerbereitung einen speziellen Sauerteigstarter auf der Basis von Reinkulturen zu entwickeln, der den Anforderungen bzw. Belangen der schwedischen Bäckereien gerecht wird, stellte sich die Aufgabe, die Zusammensetzung der Mikroflora der in diesen Bäckereien verwendeten Sauerteige zu ermitteln.

* Nr. 5237 der Veröffentlichungen der Bundesforschungsanstalt für Getreide- und Kartoffelverarbeitung, Detmold

Offprint requests to: G. Spicher

Material und Methoden

Zu den Untersuchungen *Sauerteige* aus schwedischen Bäckereien heranziehen, die bei der Herstellung von Roggen-, Roggenmisch- und Weizenbrot Verwendung finden.

Zur *Charakterisierung der Sauerteige* bzw. ihrer Mikroflora deren Säuerungscharakteristik ermitteln. Hierzu ein schwedisches Roggenmehl verwenden (Steingemalt Roggenmehl: Skåne-Mollan AB, Tågarp/Schweden; Fallzahl 125, Feuchtigkeitsgehalt 13,5%). Sauerteige in Anlehnung an die Detmolder Einstufen-Sauerführung (Anstellgutanteil 2,7%, Teigausbeute 225) bei 30 °C über 18 Std heranzuführen [1].

Die *Ermittlung des mikrobiellen Keimgehaltes* der Sauerteige, die Isolierung der „Sauerteigbakterien“ und deren *Identifizierung* in Anlehnung an den früher beschrittenen Weg [2–4] vornehmen.

Die *Säuerungscharakteristik* der „Sauerteigbakterien“ anhand einer Detmolder Einstufen-Sauerführung ermitteln. Dabei die Heranzuführung der Vorkultur, die Bereitung des Anstellguts und die Führung des Einstufen-Sauers entsprechend den früher beschriebenen Bedingungen vornehmen [1].

Ergebnisse

Die untersuchten Sauerteige stammen teils aus handwerklichen Betrieben, teils aus Brotfabriken in verschiedenen Landesteilen Schwedens (Tabelle 1). Nur bei zwei Sauerteigen leitet sich die Mikroflora von einer handelsüblichen Starterkultur ab. Im übrigen diente zur Einleitung der Sauerteiggärung teils ein Spontansauer, der täglich neu bereitet wird, teils ein Spontansauer, der seit ein bis zwei Jahren oder gar 10 bis zu 25 Jahren durch fortlaufendes Anfrischen weitergeführt wird. Diese Sauerteige finden überwiegend im Zusammenhang mit der Herstellung von Roggenmischbrot Anwendung. Soweit dies nicht der Fall ist, handelt es sich um Weizen-Sauerteige, die zur Säue-

rung von Weizenteigen herangezogen werden (Sauerteig A) oder um Roggen-Sauerteig, der zur Geschmacksabrundung eines Weizenbrotes dient (Sauerteig I).

Allgemeine Charakteristik der Sauterteige

Die Sauerteige sind unter sehr unterschiedlichen Bedingungen herangeführt worden (Tabelle 2). Diese sind gekennzeichnet durch Teigausbeuten (Mehl-/Wasser-Verhältnis) von 150 bis 250 sowie Temperaturen 28 bis 53 °C. Zudem wurden Reifezeiten von 6 bis zu 44 Std eingehalten. Dementsprechend variiert die Säuerung der Sauerteige zwischen einem Säuregrad von 5,7 bei pH 5,0 (Herkunft A) und einem Säuregrad von 36,5 bei einem pH von 3,3 (Herkunft H). Der Keimgehalt an „Sauerteigbakterien“, soweit dieser nach dem Kulturverfahren zu ermitteln ist, bewegt sich zwischen $1,0 \times 10^7$ und $2,0 \times 10^9$ KBE/g Sauerteig (Kolonie bildende Einheiten).

Eine weitere Charakterisierung der Sauerteige läßt der Säuerungsversuch zu. Die am Ende der Führung ermittelten Säuerungsverhältnisse ordnen sich zwischen pH 5,6 und 3,7 bzw. Säuregraden von 5,3 bis 19,9 ein (Abb. 1). Die Gegenüberstellung mit einem Sauerteig, der mittels einer handelsüblichen Starterkultur („Reinzuchtsauerteig Böcker“ angestellt wurde zeigt, daß die Mikroflora der Sauerteige B, C, G und I eine entsprechende Sauerteiggärung bedingt. Es handelt sich mit einer Ausnahme (B) um Sauerteige, die in den schwedischen Bäckereien seit zehn Jahren und länger fortgeführt werden. Die übrigen Sauerteige erzielten teils einen pH-Wert, der zwar für die Bereitung eines Brotes unter Verwendung von Roggenmehl noch ausreichend ist, nicht hingegen einen entsprechenden Säuregrad, teils war die Säuerung (pH-Wert als auch Säuregrad) vollauf unzureichend. Die letztere Feststellung betraf Sauerteige (F und H), deren Mikroflora sich von einer handelsüblichen Starterkultur herleitet (Tabelle 1).

Mikroflora der Sauerteige

Im Zusammenhang mit der Ermittlung des mikrobiellen Keimgehaltes und der Herstellung von „Kulturen in hoher Schicht“ wurden unter Beachtung des Erscheinungsbildes der auftretenden Kolonien jeweils 25 bis 30 Abimpfungen vorgenommen und von diesen Reinkulturen angelegt. Insgesamt wurden 238 Isolate gewonnen und als Vertreter der Gattung *Lactobacillus* identifiziert (stäbchenförmig, nicht sporenbildend, unbeweglich, gram-positiv, katalasenegativ, negative Nitratreduktion).

Die weitergehende Untersuchung bezüglich der Gasbildung bei Vergärung von Glucose, des Wachstums in MRS-Bouillon bei 15 und 45 °C sowie der

Tabelle 1. Herkunft der Sauerteige schwedischer Bäckereien

| Bezeichnung | Verwendungszweck | Herkunft des Sauerteigstarters |
|-------------|--|---|
| A | Wz-Brot | Spontansauer; täglich herangeführt |
| B | Rg/Wz-Mischbrot (70/30) | Innerbetrieblich; ca. 1 Jahr in Gebrauch |
| C | Mischbrot | Innerbetrieblich; ca. 10 Jahre in Gebrauch |
| D | Wz-Brot Rg/Wz-Mischbrot (70/30) | Innerbetrieblich; ca. 2 Jahre in Gebrauch |
| E | Rg/Wz-Mischbrot (70/30) | Innerbetrieblich; ca. 2 Jahre in Gebrauch |
| F | Rg/Wz-Mischbrot (70/30) | Handelsüblicher Starter; Dänemark |
| G | Rg/Wz-Mischbrot (70/30) | Innerbetrieblich; ca. 10 Jahre in Gebrauch |
| H | Rg/Wz-Mischbrot (70/30) | Handelsüblicher Starter; Bundesrepublik Deutschland |
| I | Rg/Wz-Mischbrot Wz-Brot (als Aromageber) | Innerbetrieblich; ca. 25 Jahre in Gebrauch |

Tabelle 2. Qualitätskriterien von Sauerteigen schwedischer Bäckereien

| Bezeichnung | Zusammensetzung des Sauerteigs | Führungsbedingungen | | | Kriterien des Sauerteiges | | | |
|-------------|--------------------------------|---------------------|----------|----------|---------------------------|-----------------|---------------------------------|---------------------|
| | | T.A. ^a | Temp. °C | Zeit Std | Säuerung | | Keimgehalt (× 10 ⁷) | |
| | | | | | pH | Sr ^o | Direkter Nachweis | Indirekter Nachweis |
| A | Weizenmehl und Hefe (1%) | 150 | ~30 | ~ 6 | 5,0 | 5,7 | 110 | 1,2 |
| B | Roggen- und Weizenmehl (50:50) | 160 | ~40 | ~18 | 3,7 | 22,1 | 300 | 1,8 |
| C | Roggen- und Weizenmehl (40:60) | 170 | 28-30 | 10-12 | 3,9 | 15,4 | 250 | 170 |
| D | Gesichtetes Roggenmehl | 250 | 33 | ~15 | 3,5 | 24,0 | 250 | 80 |
| E | Gesichtetes Roggenmehl | 250 | 30-32 | 18-20 | 3,4 | 32,5 | 440 | 27 |
| F | Roggenmehl und Malz (3-4%) | 250 | 53 | 16 | 3,2 | 19,8 | 100 | 30 |
| G | Gesichtetes Roggenmehl | 150 | 28-30 | 12 | 3,7 | 23,7 | 290 | 100 |
| H | Roggenmehl (ungesichtet) | 180 | 29-30 | 44 | 3,3 | 36,5 | 300 | 120 |
| I | Gesichtetes Roggenmehl | 200 | 35-37 | 3×8 | 3,4 | 26,6 | 310 | 24 |

^a Teigausbeute

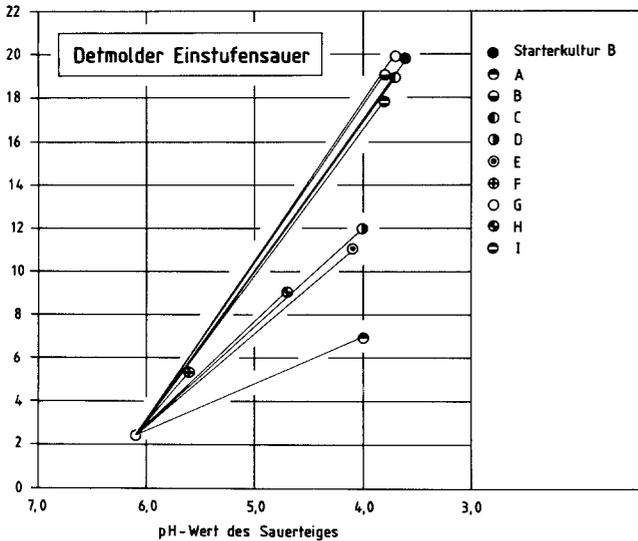


Abb. 1. Säuerungscharakteristik schwedischer Sauerteige bei Fortführung als Detmolder Einstufen-Sauerteig. — ● Starterkultur B, ● A, ● B, ● C, ● D, ● E, ● F, ● G, ● H, ● I

Vergärung verschiedener Zucker und Zuckeralkohole (Tabelle 3) ermöglichte eine Einteilung in 23 Gruppen einander ähnlicher „Sauerteigbakterien“. Von diesen konnten 10 (183 Isolate) eindeutig einer Species der Gattung *Lactobacillus* zugeordnet werden, während bei den weiteren 13 Gruppen mit insgesamt 55 Isolaten eine abschließende Identifizierung noch nicht zu erreichen war. Soweit eine Identifizierung gelang, ordnen sich die Isolate den Untergattungen *Thermobacterium* (31 Isolate), *Streptobacterium* (40 Isolate) und *Betabacterium* (112 Isolate) zu (Tabelle 3).

Der Untergattung *Thermobacterium* zuzuordnende „Sauerteigbakterien“

Von den Isolaten waren 31 aufgrund ihrer morphologischen Merkmale (lange Stäbchen, die nur ausnahmsweise längere Ketten bilden), ihres Temperaturanspruchs (Wachstum bei 45 °C, nicht bei 15 °C) und der fehlenden Gasbildung bei Vergärung von Glucose als Vertreter der Untergattung *Thermobacterium* aus-

Tabelle 3. In Sauerteigen schwedischer Bäckereien nachgewiesene *Lactobacillus*-Species

| Bezeichnung der Sauerteige | Anzahl der Isolate | <i>Lactobacillus</i> spp. | | | | | | | | | | Nicht identifizierte Species ^a | |
|----------------------------|--------------------|---------------------------|----------------------|-----------------------|---------------------------------|-----------------------|---------------------------|-------------------|---------------------------------------|---------------------|-----------------------|---|--------------------|
| | | Homofermentativ | | | | | | Heterofermentativ | | | | Homofermentative | Heterofermentative |
| | | <i>L. plantarum</i> | <i>L. farciminis</i> | <i>L. delbrueckii</i> | <i>L. delb. spp. bulgaricus</i> | <i>L. acidophilus</i> | <i>L. casei rhamnosus</i> | <i>L. brevis</i> | <i>L. brevis</i> spp. <i>lindneri</i> | <i>L. fermentum</i> | <i>L. viridescens</i> | | |
| A | 29 | 26 | — | — | — | — | — | 3 | — | — | — | — | — |
| B | 11 | — | — | 1 | — | — | — | — | 9 | — | — | 1/a | — |
| C | 28 | — | — | — | — | — | — | — | 1 | 12 | — | — | 11/h; 2/i; 2/k |
| D | 30 | — | — | — | — | — | — | — | — | 30 | — | — | — |
| E | 27 | — | — | — | — | — | — | — | — | 21 | 5 | — | 1/l |
| F | 32 | — | 1 | 21 | 6 | — | — | — | — | — | — | 4/c | — |
| G | 28 | — | — | — | — | — | — | — | — | 18 | — | 2/d | 4/h; 1/k; 2/m; 1/n |
| H | 29 | — | 1 | — | — | 2 | 12 | — | — | — | 1 | 1/e; 1/f | 3/i; 8/o |
| I | 24 | — | — | 1 | — | — | — | — | — | 12 | — | 1/g | 9/h; 1/m |

^a Vgl. Tabelle 4

zumachen (Tabelle 3). Bei den nachfolgenden Untersuchungen zur Feststellung ihrer Artzugehörigkeit ergab sich eine Zuordnung zu *Lactobacillus delbrueckii* (23 Isolate), *L. delbrueckii* ssp. *bulgaricus* und *L. acidophilus*.

Der Untergattung Streptobacterium zuzuordnende „Sauerteigbakterien“

Bei den der Untergattung *Streptobacterium* zugeordneten Isolaten (40 Stämme) handelte es sich um kürzere Stäbchen, die zum Teil zur Kettenbildung neigen. Sie wachsen bei 15 °C, nicht jedoch bei 45 °C (Tabelle 3). Gleichfalls tritt bei der Vergärung von Glucose kein Gas auf (homofermentativ). Das Spektrum vergärbare Zucker erlaubt eine Identifizierung als *Lactobacillus plantarum* (26 Isolate), *L. casei rhamnosus* und *L. farciminis*.

Der Untergattung Betabacterium zuzuordnende „Sauerteigbakterien“

Der größte Teil der nachgewiesenen Lactobacillen (112 Isolate) erwies sich als heterofermentativ, d. h. sie waren in der Lage, neben Milch- auch Essigsäure und CO₂ zu bilden (Tabelle 3). Die unterschiedlichen Wachstumsansprüche wie auch die Fermentationscharakteristik ermöglichte eine Einteilung in vier Gruppen und ihre Identifizierung als Vertreter der Arten *Lactobacillus fermentum* (93 Isolate), *L. brevis* ssp. *lindneri*, *L. viridescens*, sowie *L. brevis*.

Nicht endgültig identifizierte „Sauerteigbakterien“

Die Isolate, die zwar als Lactobacillen anzusprechen waren, jedoch hinsichtlich ihrer Artzugehörigkeit

noch nicht sicher identifiziert werden konnten, ließen sich entsprechend ihrer biochemischen Merkmale in 13 Gruppen einteilen (Tabelle 4). Von diesen erwiesen sich 6 Gruppen (a bis g) bzw. 10 Isolate als homofermentativ, die weiteren Gruppen (h bis o) bzw. 45 Isolate als heterofermentativ. Den Gruppen ordnen sich – mit Ausnahme der Gruppe „h“ – 1 bis 8 Isolate zu; diese wiederum traten jeweils in bis zu drei Sauerteigen auf (Tabelle 3). Nur im Fall der Sauerteige C, H und I setzten sich die Isolate zu etwa gleichen Teilen aus „nicht identifizierten“ und „identifizierten“ Sauerteigbakterien zusammen (Tabelle 3).

Zur Erlangung einer ersten Aussage über die technologische Bedeutung der „nicht identifizierten Sauerteigbakterien“ und das Erfordernis, diese bei weiterführenden Untersuchungen zu berücksichtigen, wurden sie einem Säuerungsversuch unterworfen. Hierbei fand entsprechend dem Vorgehen zur Charakterisierung der Sauerteige (Abb. 1) die Detmolder Einstufen-Sauerführung Anwendung. Soweit es die Vertreter der homofermentativen Gruppen anbelangt, rufen sie teils eine kräftigere (d, g), teils eine schwächere Säuerung (a, e, c, f, g) hervor als *Lactobacillus plantarum* (pH 3,65, Sr° 14,0). Die heterofermentativen „nicht identifizierten Sauerteigbakterien“ weisen unter den gegebenen Bedingungen mit einer Ausnahme (k) eine dem *Lactobacillus brevis* ssp. *lindneri* entsprechende Absenkung des pH-Wertes (pH 3,65) bei einem um eine bis vier Einheiten höheren Säuregrad (18,0–20,0) auf.

Diskussion

Zur Einleitung der Sauerteiggärung werden in den Bäckereien Mitteleuropas fast ausschließlich handels-

Tabelle 4. Biochemische Charakteristik der „nicht identifizierten Sauerteigbakterien“. – Zeichenerklärung: + = Vergärung, (+) = schwache Vergärung, ∓ bzw. ± = Vergärung bzw. keine Vergärung (nicht einheitlich), 0 = keine Vergärung

| Bezeichnung der Isolate | Anzahl der Isolate | Wachstum in MRS-Bouillon | | Fermentation von Kohlenhydraten | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|--------------------|--------------------------|-------|---------------------------------|-----------|--------|-----------|---------|----------|---------|----------|------------|---------|---------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|--------|--------|---------|---|
| | | 15 °C | 45 °C | Gasbildung aus Glucose | Arabinose | Ribose | Galaktose | Glucose | Fructose | Mannose | Rhamnose | Cellobiose | Maltose | Lactose | Melibiose | Saccharose | Trehalose | Melezitose | Raffinose | Mannit | Sorbit | Salicin | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| a | 1 | + | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| c | 4 | 0 | + | 0 | 0 | 0 | 0 | + | + | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| d | 2 | 0 | + | 0 | 0 | + | 0 | ± | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| e | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | + | (+) | + | + | + | 0 | (+) | 0 | 0 | (+) | (+) | + | 0 | 0 | + | 0 | + | + |
| f | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | + | (+) | + | + | + | + | (+) | + | 0 | (+) | + | + | 0 | 0 | + | 0 | + | + |
| g | 1 | (+) | + | 0 | 0 | + | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| h | 24 | 0 | + | + | ± | + | ± | + | ± | 0 | 0 | 0 | (±) | (±) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| i | 5 | + | + | + | 0 | 0 | + | + | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | + | ± | + | 0 | 0 | 0 | + | 0 | 0 | 0 |
| k | 3 | 0 | + | + | 0 | 0 | + | + | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | + | 0 | 0 | 0 |
| l | 1 | 0 | + | + | 0 | 0 | + | + | 0 | 0 | 0 | + | + | (+) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| m | 3 | 0 | + | + | 0 | + | + | (+) | ± | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | (±) | 0 | 0 | 0 |
| n | 1 | 0 | + | + | 0 | + | + | + | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| o | 8 | 0 | + | + | (±) | 0 | + | + | ± | 0 | (±) | 0 | + | ± | + | 0 | ± | 0 | + | 0 | 0 | 0 | 0 |

übliche Starterkulturen eingesetzt [5]. Bei ihnen handelt es sich um Anreicherungskulturen von recht konstanter Zusammensetzung [3]. Demgegenüber geht die Säuerung der untersuchten Sauerteige schwedischer Bäckereien zumeist von einem Spontansauerteig aus, der in den jeweiligen Betrieben bereitet wird. Zudem erfolgt die Heranführung der Spontansauerteige unter recht unterschiedlichen Bedingungen bezüglich der Temperatur, der Teigausbeute und der Dauer der Führung. Dies bleibt erwartungsgemäß nicht ohne Auswirkung auf die Zusammensetzung der Mikroflora der sich von ihnen ableitenden Sauerteige. Zwar finden sich weitgehend Milchsäurebakterien vor, die ebenfalls in Sauerteigen deutscher Bäckereien auftreten, jedoch in einer anderen Verteilung und Häufigkeit.

Den Befunden nach zu urteilen, stehen im Vordergrund der Mikroflora der in schwedischen Bäckereien verwendeten Sauerteige vornehmlich Milchsäurebakterien der Art *Lactobacillus fermentum*. Der für die Sauerteige mitteleuropäischer Bäckereien als typisch anzusehende *Lactobacillus brevis* ssp. *lindneri* tritt hingegen nur in zwei Sauerteigen hervor. Für das abweichende Bild wird die Herkunft der „Starterkultur“ Veranlassung sein. Hierfür spricht die bereits früher getroffene Feststellung, daß *Lactobacillus fermentum* ein wesentliches Element der Mikroflora von Spontansauerteigen ist, die sich aus der Mikroflora des Mehles ableitet [6]. Soweit im vorliegenden Fall *Lactobacillus fermentum* nicht aufzufinden war, liegen die Zusammenhänge auf der Hand. Als Beispiel ist auf den Sauerteig des Betriebes F hinzuweisen. Infolge der Wahl einer extremen Temperatur und Teigausbeute zur Heranführung des Sauerteiges treten zwangsläufig unter seiner Mikroflora „Sauerteigbakterien“ mit höheren Temperaturansprüchen – d. s. *Lactobacillus delbrueckii* und *L. delbrueckii* ssp. *bulgaricus* – in den Vordergrund. Zudem findet zur Einleitung der Sauerteiggärung ein handelsüblicher Starter Verwendung, der ebenfalls das Bild der Mikroflora des Sauerteiges geprägt haben könnte. Dies gilt in gleicher Weise für den Sauerteig des Betriebes H (Vorherrschen von *Lactobacillus casei rhamnosus*), wobei die Einflußnahme eher auf der Seite der verwendeten Starterkultur als

der Bedingung der Führung des Sauerteiges liegen wird. Schließlich handelt es sich bei dem Sauerteig der Bäckerei A um einen Weizenmehl-Sauerteig, der unter Verwendung eines täglich aus Weizenmehl bereiteten Spontansauers angestellt wird (Tabelle 1). Die Mikroflora dieses Sauerteiges ist durch *Lactobacillus plantarum* geprägt, eines typischen Vertreters der Mikroflora des Getreides bzw. Mehles. Inwieweit das Auftreten von *L. plantarum* möglicherweise für den Weizen-Sauerteig typisch ist, kann noch nicht beurteilt werden, da diesbezügliche Untersuchungen bislang nicht vorliegen.

Als weitere Besonderheit der Mikroflora schwedischer Sauerteige ist auf „Sauerteigbakterien“ hinzuweisen, deren Artzugehörigkeit sich anhand der beurteilten morphologischen und biochemischen Merkmale nicht eindeutig identifizieren ließ. Es handelt sich um eine Vielfalt von Formen, die zum größten Teil nur vereinzelt auftreten. Soweit diese als homofermentativ anzusprechen waren, erbrachten sie im Säuerungsversuch z. T. kein befriedigendes Ergebnis. Demgegenüber fanden sich unter den heterofermentativen Formen einige Gruppierungen (insbesondere „h“ und „o“), die in einigen Sauerteigen stärker hervortreten und im Säuerungsversuch dem Verhalten von *Lactobacillus brevis* ssp. *lindneri* entsprechen.

Danksagung. Für die stets interessierte Mitarbeit und die sorgfältige Durchführung der Untersuchungen danken wir Frau Olga Sudwischer und Herrn Horst Mack.

Literatur

1. Spicher G, Schröder R (1980) Z Lebensm Unters Forsch 170:262–266
2. Spicher G, Schröder R (1978) Z Lebensm Unters Forsch 167:342–354
3. Spicher G (1948) Z Lebensm Unters Forsch 178:106–109
4. Spicher G, Fouda MA (1958) Brot Gebaeck 12:27–30
5. Spicher G, Stephan H (1982) Handbuch Sauerteig – Biologie, Biochemie und Technologie, 1. Aufl., BBV Wirtschaftsinformation GmbH, Hamburg
6. Spicher G, Stephan H (1966) Zentralbl Bakteriol Parasitenk Infektionskr Hyg Abt 2: 120:685–702

Eingegangen am 5. November 1984

Angenommen am 7. Januar 1985