

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

3. Mitteilung: Sauerteighaltige Fertigmehle und Fertigmehlkonzentrate*)

Von Gottfried Spicher

Bundesforschungsanstalt für Getreide- und Kartoffelverarbeitung, Institut für Bäckereitechnologie, Schützenberg 12, Postfach 23, D-4930 Detmold 1

1. Einleitung

Die Bemühungen um eine Vereinfachung der Sauerteigführung bei der Herstellung Roggenmehlhaltiger Brote und Kleingebäcke haben in jüngster Zeit zur Entwicklung von Sauerteigen in Trockenform geführt. Ein weiterer Schritt auf diesem Wege ist die Einarbeitung von getrockneten Sauerteigen in Fertigmehle bzw. Fertigmehlkonzentrate. In gleicher Weise wie bei den Sauerteigen in Trockenform stellt sich sodann die Frage nach der Beurteilung dieser Erzeugnisse hinsichtlich ihres Gehaltes an einem „Säuerungsmittel“, das auf biologischem Wege gewonnen wurde und dementsprechend – neben der mehleigenen Mikroflora – die Mikroflora eines Sauerteiges enthält. In Ergänzung der vorangegangenen Untersuchungen an Sauerteigstarterkulturen (Spicher, 1985a) und Sauerteigen in Trockenform (Spicher, 1985b) sollen daher auch die sauerteighaltigen Fertigmehle einer entsprechenden Betrachtung unterworfen werden. Dabei ist es wiederum wesentliches Anliegen, eine Aussage über die Vitalität bzw. „Revitalisierbarkeit“ der Mikroflora der Erzeugnisse zu erlangen und Anhaltspunkte über deren Zusammenhang bzw. Säuerungscharakteristik zu gewinnen.

2. Material und Methoden

Die in die Untersuchungen einbezogenen sauerteighaltigen Fertigmehle bzw. Fertigmehlkonzentrate wurden von den Herstellern bzw. Anbietern zur Verfügung gestellt. Diese Erzeugnisse fanden z.T. gleichfalls im Zusammenhang mit Untersuchungen über den „Einsatz getrockneter Sauerteige und Sauerteigstarter bei der Herstellung von Brot und Kleingebäck“ Berücksichtigung (Brümmer und Stephan, 1986).

*) Nr. 5350 der Veröffentlichungen der Bundesforschungsanstalt für Getreide- und Kartoffelverarbeitung, Detmold.

Der Nachweis des Keimgehaltes der Erzeugnisse an Bakterien und Hefen sowie die Ermittlung von deren pH-Wert und Säuregrad erfolgte entsprechend dem in der vorangegangenen Mitteilung beschriebenen Vorgehen (Spicher, 1985a).

Zur Erlangung einer Aussage über die „Säuerungscharakteristik“ wurde der Säuerungsverlauf in MRS-Brühe (1000 ml) nach Übertragung der zu prüfenden Fertigmehle bzw. der in diesen vorliegenden Mikroorganismen ermittelt. Hierzu wurde der Ausgangs-pH-Wert des Kulturmediums durch Zugabe von NaOH auf pH 6,5 eingestellt. Die Impfmenge betrug jeweils 1% des betreffenden Fertigmehles. Die anschließende Kultur erfolgte bei 15, 30 und 45°C. Zur Darstellung der „Säuerungscharakteristik“ wurde jeweils die Änderung des pH-Wertes kontinuierlich registriert und der Säuregrad des Kulturmediums nach Animpfen sowie nach 24, 48 und 72 Stunden ermittelt.

3. Befunde

In die Untersuchungen wurden 8 sauerteighaltige Fertigmehle bzw. Fertigmehlkonzentrate dreier verschiedener Anbieter einbezogen (Tab. 1). Während es sich bei den Erzeugnissen C-4 bis C-8 um Fertigmehle handelt, sind die Erzeugnisse C-1 bis C-3 als Fertigmehlkonzentrate zu bezeichnen. Soweit es die jeweils eingearbeiteten Sauerteige in Trockenform anbelangt, wurden deren Kenndaten in der vorangegangenen Mitteilung unter der Bezeichnung B-1, B-2 sowie B-7/8 beschrieben (Spicher, 1985b).

3.1 Allgemeine Kenndaten der sauerteighaltigen Fertigmehle und Fertigmehlkonzentrate

Die Verwendung eines Sauerteiges in Trockenform als Bestandteil der Rezeptur der Fertigmehle bzw. Fertigmehlkonzentrate fand in ihrem Keimgehalt an Lactobacillen und Hefen nur einen geringen Niederschlag

Tab. 1. Kenndaten handelsüblicher sauerteighaltiger Fertigmehle und Fertigmehlkonzentrate.

Bezeichnung*)	Mikrobieller Keimgehalt/g		pH	Säuerung Sr°	Herkunft der den Erzeugnissen zugesetzten Sauerterteige in Trockenform**)
	Lactobacillen	Hefen			
C-1 (14)	< 200	< 10	4,35	45,5	B-1
C-2 (15)	200	< 10	4,70	44,5	B-1
C-3	< 100***)	<100****)	4,50	42,5	B-1
C-4 (16)	140	< 10	5,20	9,9	B-2
C-5	< 100***)	<100****)	4,80	9,2	B-2
C-6 (17)	1000	< 10	4,50	14,5	B-7/8
C-7 (18)	< 100***)	<100****)	5,30	6,3	B-7/8
C-8 (20)	< 100***)	<100****)	4,60	5,4	B-7/8

*) in Klammern stehende Zahlen entsprechen den Muster-Nummern bei Brümmer und Stephan, 1986
 **) vgl. Spicher, 1985b
 ***) Bacillus-Species
 *****) überwiegend Schimmelpilz-Species

(Tab. 1). Die Zahl der auf kulturellem Wege nachzuweisenden Lactobacillen ging über 1.000 KBE/g nicht hinaus; diese belief sich vorwiegend auf < 100 und 200 KBE/g. Ebenso lag der Keimgehalt an Hefen zumeist unter 10 KBE/g. Herauszustellen ist im weiteren, daß es unter den gegebenen Bedingungen der Keimgehalts-Ermittlung allein bei vier Erzeugnissen weder gelang, Lactobacillen noch Hefen nachzuweisen (C-3, C-5, C-7 und C-8). An deren Stelle traten auf den Kulturplatten Kolonien zutage, die aufgrund ihres morphologischen Bildes wie auch der Befunde weiterer differenzierender Untersuchungen auf den Nachweis von Bacillen bzw. deren Dauerstadien und Schimmelpilzen schließen ließen. Soweit es das Roggenmehl (Type 997) anbelangt, das im Zusammenhang mit den nachfolgend zu erörternden Säuerungsversuchen eingesetzt wurde (vgl. C-0 in Abb. 1 bis 3), wies sich dieses durch eine Lactobacillen-Keimzahl von weniger als 10 KBE/g aus. Ein sehr unterschiedliches Bild zeigte ebenfalls die Säuerung dieser Erzeugnisse. Während sich die pH-Werte zwischen 5,3 und 4,35 bewegten, lagen die Säuregrade teils zwischen 5,4 und 14,5, teils zwischen 42,5 und 45,5 (Tab. 1).

3.2 Säuerungscharakteristik der sauerteighaltigen Fertigmehle und Fertigmehlkonzentrate

Wurden die Fertigmehle in bestimmten Anteilen (10 g/ 1.000 ml Substrat) in ein Kulturmedium übertragen, dann kam es zu einer Vermehrung von Bakterien, die bei der jeweils optimalen Temperatur innerhalb von 24 Stunden zu einem Keimgehalt von 1×10^8 bis 1×10^9 Lactobacillen/g führte (Abb. 1). Im Gegensatz zu den Feststellungen bei den Sauerterteigstartern und den Sauerterteigen in Trockenform (Spicher, 1985a, b) weist das Wachstumsverhalten der Mikroflora der Fertigmehle und Fertigmehlkonzentrate im Temperaturbereich von 30°C bis 45°C kaum Unterschiede auf. Einzige Ausnahme stellt das Fertigmehl C-6 dar, dessen Mikroflora bei 45°C eine deutlich bessere Entwicklung zeigt als bei 30°C. Demgegenüber verlief bei 15°C die Zunahme der Keimzahl im allgemeinen sehr langsam, und es stellte sich frühestens nach Verlauf von 72 Stunden eine Population von mehr als 1×10^7 KBE/g ein. Setzt man das Wachstumsverhalten der Mikroflora von Erzeugnissen ein und desselben Anbieters in Vergleich,

dann ist festzustellen, daß ein bei der Ermittlung ihres mikrobiellen Keimgehaltes ausgebliebener Nachweis von Lactobacillen in den Temperaturwachstumskurven des Kulturversuches entweder nicht zum Ausdruck kommt (vgl. C-3 mit C-1) oder sich nur andeutungsweise – insbesondere bei 15°C – zu erkennen gibt (vgl. C-5 mit C-4 bzw. C-7 und C-8 mit C-6). Andererseits tritt auch die Wachstumscharakteristik der Mikroflora der in den Fertigmehlen enthaltenen Sauerterteige in Trockenform (Spicher, 1985b) nur im Kurvenbild des Erzeugnisses C-1 in Erscheinung, wohingegen sich im Falle der Erzeugnisse C-4 (bzw. C-5) und C-6 (bzw. C-7 und C-8) ein mehr oder weniger abweichender Verlauf der Wachstumskurven einstellte.

Um zudem einen Hinweis zu erlangen, welches Wachstumsverhalten die Mikroflora eines Mehles unter den vorliegenden Bedingungen erwarten läßt, wurde in entsprechender Weise die „Säuerungscharakteristik“ von Roggenmehlen der Type 997 ermittelt (Abb. 1). Demnach verläuft die Entwicklung der mehleigenen Mikroflora bei Temperaturen von 15°C bis 45°C weitgehend gleichartig. Zudem stellte sich – übereinstimmend mit der Mikroflora der sauerterteighaltigen Fertigmehle – innerhalb von 24 Stunden ein Keimgehalt von mehr als 10^7 KBE/g ein.

Die im Verlaufe der Versuchsanstellung aufgetretene Änderung des pH-Wertes des Kulturmediums läßt erkennen, daß die Vermehrung der Mikroflora der sauerterteighaltigen Fertigmehle mit einer mehr oder weniger langen Verzögerung eingesetzt hat (Abb. 2). Die letztendliche Abnahme des pH-Wertes beläuft sich bei der jeweils optimalen Temperatur auf 2,0 (C-1) bis 2,5 Einheiten (C-6). Demgegenüber machte die Abnahme im Falle der von der Mehlfloora ausgehenden Säuerung nur bis zu 1,5 pH-Einheiten aus; zudem trat die Veränderung des pH-Wertes nur zögernd ein. Soweit es sich bei den Fertigmehlen um Erzeugnisse ein und desselben Herstellers handelte, ist das Bild der pH-Kurven teils einander ähnlich, teils mehr oder weniger abweichend. Abweichungen sind vor allem festzustellen, wenn der Hinweis auf das Auftreten von „Sporenbildnern“ gegeben war. Dies betrifft insbesondere die Erzeugnisse C-3 (vgl. C-1) sowie C-5 (vgl. C-4) und C-8 (vgl. C-6). Soweit es die zur Bereitung der Fertigmehle herangezogenen Sauerterteige in Trockenform anbelangt, lassen die

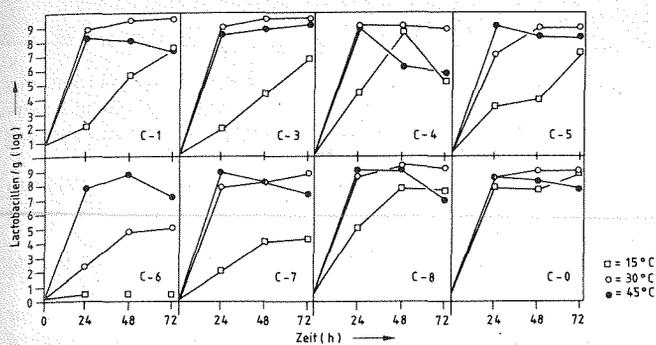


Abb. 1. Die Temperaturabhängigkeit der Vermehrung der Mikroflora handelsüblicher, sauerteighaltiger Fertigmehle, Fertigmehlkonzentrate und Roggenmehle der Type 997.

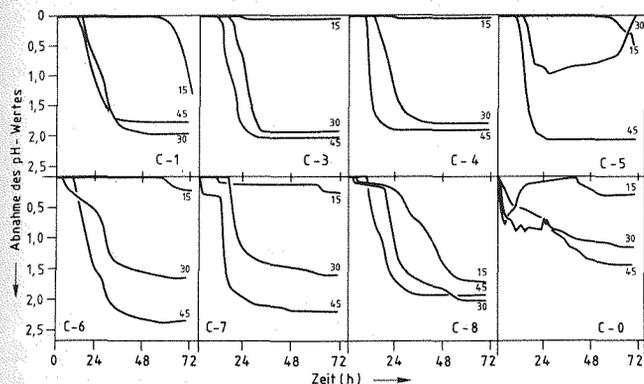


Abb. 2. Die Säuerungscharakteristik (pH-Wert-Abnahme in Abhängigkeit von der Temperatur) der Mikroflora handelsüblicher, sauerteighaltiger Fertigmehle, Fertigmehlkonzentrate und Roggenmehle der Type 997.

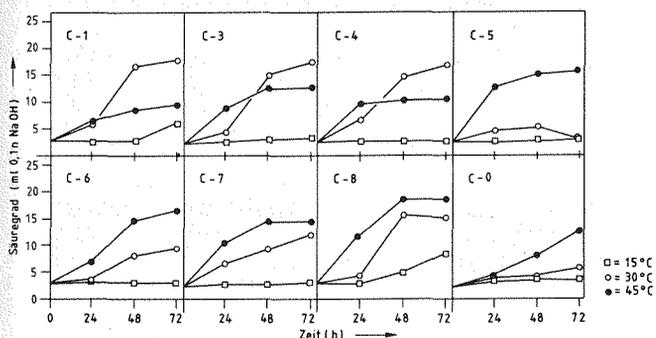


Abb. 3. Die Säuerungscharakteristik (Säuregradzunahme in Abhängigkeit von der Temperatur) der Mikroflora handelsüblicher, sauerteighaltiger Fertigmehle, Fertigmehlkonzentrate und Roggenmehle der Type 997.

vorliegenden Kurvenbilder in keinem Falle eine eindeutige Beziehung zu deren „Säuerungscharakteristik“ erkennen (Spicher, 1985).

In der Veränderung des Säuregrades des Kultursubstrates und den hierauf von seiten der Temperatur bestehenden Einfluß zeigte sich bei den sauerteighaltigen Fertigmehlen gleichfalls ein Bild, das von dem der Säuerung durch die Mikroflora des Mehles abweicht (Abb. 3). Während die Mehlfloora einzig bei 45°C einen nennenswerten Anstieg des Säuregrades bedingte, der erst nach Verlauf von 72 Stunden zu einem Wert zwischen 13,0 und 14,0 führte, war eine solche Säuerung in den übrigen Versuchsreihen bereits nach 48 Stunden erreicht bzw. bereits überschritten. Die durch die Mikro-

flora der sauerteighaltigen Fertigmehle bedingte Säuerung ging in keinem Falle über 18,0 Säuregrade hinaus. Wie bezüglich des pH-Wertes, so zeigen auch die aus der Veränderung des Säuregrades resultierenden Kurvenzüge bei Erzeugnissen gleicher Anbieter kaum eine Übereinstimmung. Soweit es die Säuerungscharakteristik der den Fertigmehlen jeweils zugrundeliegenden Sauerteige in Trockenform anbelangt, findet sich diese wiederum nur bei dem Erzeugnis C-1 wieder (vgl. B-1).

4. Diskussion

Unter den Kriterien der backtechnischen Eigenschaften von sauerteighaltigen Fertigmehlen und der Bewertung ihrer Qualität steht deren mikrobieller Keimgehalt sicherlich nicht im Mittelpunkt des Interesses. Die Frage nach den mikrobiologischen Gegebenheiten stellt sich vornehmlich bei der Suche nach einem Beleg für die Verwendung von Sauerteig als Bestandteil der Rezeptur dieser Erzeugnisse.

Soweit es die diesbezügliche Beurteilung der im vorliegenden Zusammenhänge zu betrachtenden Erzeugnisse anbelangt, vermitteln die Befunde über den Gehalt an Lactobacillen und Hefen keine eindeutige Aussage. Unter den gegebenen methodischen Voraussetzungen ließen sich bei den sauerteighaltigen Fertigmehlen und Fertigmehlkonzentraten nur wenig mehr vermehrungsfähige „Sauerteigbakterien“ nachweisen, als diese in der Regel bereits unter der Mikroflora eines Roggenmehles mittlerer Ausmahlung vorhanden sind. Zieht man daher in Betracht, daß in einem reifen Sauerteig 1×10^8 bis 1×10^{10} Lactobacillen/g und 1×10^6 bis 1×10^7 Hefen/g vorkommen (Spicher, 1984), dann liegt es nahe zu folgern, daß der Anteil des Sauerteiges an der Rezeptur dieser Erzeugnisse zu gering war, um sich in deren mikrobiellem Keimgehalt niederzuschlagen – oder gar in Zweifel zu ziehen ist. Gemäß den jüngsten Erkenntnissen über den mikrobiellen Keimgehalt handelsüblicher Sauerteige in Trockenform (Spicher, 1985) wäre ebenfalls die Verwendung von Sauerteigen anzunehmen, die sich aufgrund einer unzulänglichen Trocknung oder infolge ungünstiger Lagerungsbedingungen durch einen verminderten Gehalt an aktiven Lactobacillen ausgewiesen hatten. Geht man hingegen von der Übertragung einer adäquaten Zahl von „Sauerteigbakterien“ in diese Erzeugnisse aus, dann ist ebenfalls zu erwägen, ob die Bedingungen der Lagerung der Fertigmehle, bzw. Fertigmehlkonzentrate und das sich in diesen einstellende Milieu geeignet waren, die Vitalität ihrer Mikroflora zu erhalten.

Bei der Übertragung der sauerteighaltigen Fertigmehle – und damit der in diesen vorliegenden Populationen an „Sauerteigbakterien“ – in ein Kulturmedium, zeigte sich in der Veränderung der Keimzahl zumeist ein Verhalten, das der Mikroflora eines Roggenmehles weitgehend entsprach. Demgegenüber vermittelte die mit der Verwendung der Bakterienflora einsetzende Säuerung des Substrates (insbesondere soweit diese in der Veränderung des pH-Wertes in Vorschein tritt) schon eher einen gewissen Hinweis auf die Verwendung eines Sauerteiges mit einer vitalen Population von Lactobacillen als Bestandteil der Rezeptur der Fertigmehle bzw. der Fertigmehlkonzentrate. Dabei ist das Augenmerk insbesondere auf das Verhalten der Mikrobenpopulation

nach Einleitung des Kulturversuches zu lenken. Soweit die Säuerung von der Mikroflora des Mehles ausgeht, tritt eine Abnahme des pH-Wertes unmittelbar nach Einleitung des Kulturversuches ein. Offensichtlich resultiert diese aus Vorgängen, die in Analogie zur Heranführung eines Sauerteiges auf „spontanem“ Wege zu sehen sind. Dabei wird in den ersten Stadien der Gärung nicht unbedingt die einsetzende Vermehrung von Vertretern der Gattung *Lactobacillus* der Anlaß für die Veränderung des pH-Wertes des Substrates sein. Ein entsprechender Verlauf des Säuerungsversuches deutete sich mehr oder weniger auch an, wenn der Nachweis des mikrobiellen Keimgehaltes bei einem Erzeugnis keinen Beleg für die Anwesenheit von vermehrungsfähigen „Sauerteigbakterien“ erbracht hatte. Während sich bei der Überprüfung von Sauerteigen in Trockenform im Kulturversuch die den Erzeugnissen zugrundeliegende Starterkultur am Verlauf des Wachstums sowie insbesondere der resultierenden Säuerung des Kultursubstrates zu erkennen gab (*Spicher*, 1985b), trat dies in vorliegendem Zusammenhang nur bei einem Fertigmehl in Vorschein. Diese Feststellung kann ebenfalls für die Aussage herangezogen werden, daß offensichtlich der mit dem Sauerteig in Trockenform in die Fertigmehle und Fertigmehlkonzentrate eingebrachte Anteil an vitalen „Sauerteigbakterien“ – bzw. die zum Zeitpunkt der Untersuchung noch vorhandenen *Lactobacillen*, insofern man von dem Einsatz einer einem Sauerteig angemessenen Anzahl von „Sauerteigbakterien“ ausgeht – zu gering war, um sich gegenüber der mehleigenen Mikroflora vollauf durchzusetzen. Hiermit wird in Zusammenhang stehen, daß bei der Überprüfung des backtechnischen Verhaltens dieser Erzeugnisse „eine zweifelsfreie Erhöhung des Säuregrades der Teigführung durch die in den Fertigmehlen enthaltenen Mikroorganismen nicht festgestellt werden konnte“ (*Brümmer* und *Stephan*, 1986). Eine abschließende Bewertung der Befunde – insbesondere soweit es eine Aussage über die Verwendung von Sauerteig in die Rezeptur dieser Erzeugnisse anbelangt – wird sich erst treffen lassen, wenn Einblick in das Verhalten der Mikrobenpopulation von sauerteighaltigen Fertigmehlen und Sauerteigen in Trockenform unter dem Einfluß der Lagerungsbedingungen gegeben ist.

Zusammenfassung

An acht Erzeugnissen dreier Anbieter wurde die Mikrobiologie sauerteighaltiger Fertigmehle und Fertigmehlkonzentrate untersucht, um Grundlagen für deren Bewertung zu gewinnen.

Diese Produkte wiesen einen Keimgehalt an *Lactobacillen* von 140 bis 1000 KBE/g und Hefen von nicht mehr als 10 KBE/g auf.

Der pH-Wert der Erzeugnisse bewegte sich zwischen 4,35 und 5,3 bei einem Säuregrad von 5,4 bis 45,5.

Im Kulturversuch zeigte die Mikroflora der Produkte zumeist eine optimale Vermehrung bei Temperaturen von 30 bis 45°C. Unterschiede zum Verhalten zur Mikroflora eines Roggenmehles der Type 997 zeigten sich nur bei 15°C, da diese bei letzteren ebenfalls zu einer optimalen Keimzahl-Vermehrung führte.

Die mit der Entwicklung der Mikroflora einsetzende Säuerung – insbesondere die Veränderung des pH-Wertes – vermittelt einen gewissen Hinweis auf „Sauerteigbakterien“ in dem betreffenden Erzeugnis.

Die im Kulturversuch ermittelte Säuerungscharakteristik der überprüften Erzeugnisse bzw. ihrer Mikroflora ließ nur in einem Falle eine Beziehung zu dem jeweils in der Rezeptur verwandten Sauerteig in Trockenform bzw. der diesem zugrundeliegenden Starterkultur erkennen.

Summary

An investigation was carried out, based on eight products stemming from three different suppliers, with the aim of providing insight into the micro-biology of presently available sourdough-holding ready-made flours and flour concentrates together with criteria for their evaluation.

The sourdough-holding flours and flour concentrates were found to have a germ content of lacto-bacilli of between 140 and 1000 KBE/g and of yeasts of not more than 10 KBE/g.

The pH value of the products was between 4.35 and 5.3, with an acid degree of 5.4 to 45.5.

In culture tests, the micro-flora of sourdough holding flours and flour concentrates mostly showed optimal propagation at temperatures of 30 to 45°C. Differences as compared to the behaviour of a rye flour of type 997 occurred only at 15°C, which is this latter's optimal germ propagation temperature.

The acidification setting in with the development of the micro-flora – particularly where it becomes evident in a modification of the pH value of the substrate – gives certain hints as to the presence of „sourdough bacilli“ in a sourdough-holding flour or flour concentrate. The acidifying characteristics, as determined in culture tests, of the products examined and of their micro-flora has in only one case revealed a relation to the dry-form sourdough used in the recipe and to the starter culture it came from.

Résumé

Sur huit produits de trois fournisseurs différents, on a effectué une analyse qui doit permettre de jeter un regard sur la microbiologie des farines prêtes à l'emploi, contenant du levain et actuellement proposées, et sur les concentrés de farines prêtes à l'emploi, ainsi que de donner la façon de les évaluer.

Les farines contenant du levain prêtes à l'emploi et les concentrés de farines prêtes à l'emploi présentaient une teneur en germes de lactobacilles de 140 à 1000 KBE/g et de levures ne dépassant pas 10 KBE/g. Le pH des produits se situait entre 4,35 et 5,3 pour un degré d'acidité de 5,4 à 45,5.

Dans l'essai de culture, c'est à des températures de 30 à 45°C que la microflore de ces farines et de ces concentrés a présenté le plus souvent une augmentation optimale. Il n'y a eu des différences de comportement vis à vis de la microflore d'une farine de seigle du type 997 qu'à 15°C, étant donné que celles-ci sur cette dernière conduisaient également à une augmentation optimale de la teneur en germes. L'acidification qui se produit avec le développement de la microflore – en particulier, pour autant que cette acidification apparaît dans la modification du pH du substrat – donne une indication certaine sur la présence de „bactéries de levain“ dans une farine prête à l'emploi contenant du levain et dans un concentré de farine prête à l'emploi. La caractéristique d'acidification, détectée dans l'essai de culture, des produits contrôlés ou de leur microflore, n'a permis que dans un seul cas de reconnaître une relation avec le levain sous forme sèche utilisé à chaque fois dans la formulation, ou avec la culture starter ayant celui-ci pour base.

Literatur

- 1) *Brümmer, J.-M.* u. *H. Stephan*: Einsatz getrockneter Sauerteige und Sauerteig-Starter bei der Herstellung von Brot und Kleingebäck. Getreide Mehl u. Brot **39** (1986), im Druck.
- 2) *Spicher, G.*: Zur Frage der Bewertung von Sauerteig-Starterkulturen, Sauerteigen in Trockenform und sauerteighaltigen Fertigmehlen und Fertigmehlkonzentraten anhand mikrobiologischer Kenndaten. 1. Mitteilung: Sauerteig-Starterkulturen. Dtsch. Lebensmittel-Rdsch. **81** (1985a) 6, S. 177–180.
- 3) *Spicher, G.*: Zur Frage der Bewertung von Sauerteig-Starterkulturen, Sauerteigen in Trockenform und sauerteighaltigen Fertigmehlen und Fertigmehlkonzentraten anhand mikrobiologischer Kenndaten. 2. Mitteilung: Sauerteige in Trockenform. Dtsch. Lebensmittel-Rdsch. **81** (1985b) 7, S. 205–209.

Danksagung

Für die kostenlose Überlassung der Erzeugnisse danke ich den Firmen *Abel & Schäfer/Völklingen*, *Diamalt/München* und *Plange/Düsseldorf*. Für das große Interesse sowie die sorgfältigen, umsichtigen Untersuchungen danke ich *Fräulein Bettina Keil* und *Herrn Horst Mack*.