

Zur Frage der mikrobiologischen Qualität von Getreidevollkornenerzeugnissen

2. Mitteilung:

Über das Verhalten der Mikroflora von Speisegetreide und Speisegetreideerzeugnissen bei deren Zubereitung*)

Von Gottfried Spicher

1. Einleitung

Die Beachtung, die die Mikroflora bei der Bewertung der Qualität eines Lebensmittels zu finden hat, ergibt sich nicht nur aus der Kenntnis von Keimzahl und Keimart. Es ist ebenfalls die vom Konsumenten zu handhabende Zubereitung des Lebensmittels und die daraus möglichenfalls resultierende Vermehrung der mit diesem verbundenen Mikroflora in Betracht zu ziehen. Ist eine solche nicht auszuschließen, dann muß der zu duldenende mikrobielle Keimgehalt enger bemessen werden oder es sind dem Konsumenten Richtlinien für die Zubereitung des Lebensmittels zu empfehlen, die eine übermäßige Vermehrung der Mikrobenpopulation ausschließen. Dies gilt auch für das Speisegetreide und die Speisegetreideerzeugnisse, die vom Konsumenten nicht direkt, sondern erst nach Einweichen in Wasser und mehr oder weniger langem Quellen bei Zimmertemperatur verzehrt werden. Eine einleitend durchgeführte Erhebung über die mikrobiologisch-hygienische Qualität der derzeit im Handel befindlichen Produkte hatte erkennen lassen, daß das mikrobiologische Profil des Speisegetreides weitgehend dem des Brotgetreides entspricht (Spicher, 1979).

Dem Verhalten der Mikroflora des Speisegetreides im Verlauf der Zubereitung im Haushalt des Konsumenten sind erstmals Ludwickski und Uhrig (1978) nachgegangen. Die Autoren wiesen aufgrund ihrer Befunde darauf hin, daß beim Überschreiten des „Alarmwasserghaltes“ den Mikroben die Gelegenheit gegeben wird, sich ungehindert zu entwickeln und die Gefahr der Enterotoxinbildung resultiert. Des weiteren geben sie zu bedenken, daß sich auch Aflatoxinbildner entwickeln und die Produkte mit Mykotoxinen kontaminieren könnten. Eine Gefahrenquelle sehen Ludwickski et al. (1978) ferner in dem geschroteten Zustand der Voll-

kornprodukte, da durch die vergrößerte Oberfläche ein hervorragendes Angriffsfeld für Bakterien, Schimmelpilze und Hefen aller Art geschaffen sei. Schlußfolgernd stellen die Autoren fest: es erscheine durchaus vorstellbar, daß „Reformproduktverbraucher“, die Sechskorn und ähnliche Produkte (z. B. Leinsamen) täglich in eingeweichter Form konsumieren (am Abend eingeweicht), systematisch mit Enterotoxinen, Aflatoxinen und ähnlichen mikrobiologischen Stoffwechselprodukten belastet werden und so einen Schaden davontragen. Soweit es das Verhalten der Staphylokokken anbelangt, liegen inzwischen weitere Äußerungen von Untermann (1979) vor. Modellversuchen zufolge kommt es bei 30°C im Verlaufe von 24 Stunden trotz ausreichender Vermehrung von Staphylokokken nicht zur Bildung von Enterotoxin A. Erst unter extremen Bedingungen besteht die Möglichkeit der Enterotoxinbildung. Allerdings entsprechen derartige Verhältnisse – und insbesondere die damit in Zusammenhang stehenden hohen Staphylokokken-Ausgangskeimzahlen – nicht den praktischen Gegebenheiten.

Die Untersuchungen über das Verhalten von *Staphylococcus aureus* beim Einweichen des Speisegetreides geben zwar Antwort auf eine wesentliche Frage im Hinblick auf die Beurteilung der Unbedenklichkeit bzw. Bedenklichkeit dieser Art der Zubereitung des Speisegetreides. Jedoch ist damit nur ein Teilaspekt beleuchtet. Als Kriterium der mikrobiologisch-hygienischen Qualität des Lebensmittels hat auch das Auftreten noch weiterer Keimarten eine Beachtung zu finden. Die nachfolgend erörterten Untersuchungen sind daher aufgenommen worden, um weitere Belege für das Verhalten der Mikroflora des Speisegetreides in Abhängigkeit vom Verfahren bei der Zubereitung bzw. beim Einweichen zu gewinnen.

2. Material und Methoden

Die Untersuchungen wurden 1979/80 und 1980/81 an Erzeugnissen vier verschiedener Firmen vorgenommen. Es handelte sich sowohl um Speisegetreide (8 Speiseweizen und 5 Speise-

*) Nr. 4928 der Veröffentlichungen der Bundesforschungsanstalt für Getreide- und Kartoffelverarbeitung, Postfach 23, 4930 Deltmold.

rogen) als auch um Speisegetreideerzeugnisse (4 Weizenschrote und 3 Roggenschrote).

Die Zubereitung der Produkte (Einweichen) erfolgte zum einen in Leitungswasser, das zuvor abgekocht wurde; zum anderen fand zum Einweichen ein Sauermilcherzeugnis (pH 4,5-4,6) Verwendung. Den Angaben des Herstellers zufolge wurde dieses unter Einsatz von Streptokokken als Starterkultur gewonnen. Es handelt sich dabei um eine Mischkultur aus Varianten der Arten *Streptococcus lactis* und *Streptococcus cremoris*.

Das „Einweichen“ erfolgte unter Zugabe von jeweils 60 ml Flüssigkeit (Wasser bzw. Sauermilcherzeugnis) zu 40 g Speisegetreide bzw. Speisegetreideerzeugnis. Nach dem Einweichen stellte sich im Falle der Verwendung von Leitungswasser ein pH von 5,0 bis 5,2 ein. In den mittels Sauermilcherzeugnis zubereiteten Produkten lag hingegen ein pH von 4,5 bis 4,6 vor. Im Verlauf des 18stündigen Einweichens trat keine Änderung dieser Verhältnisse ein.

Das Einweichen erfolgte bei 5°C und bei 20°C. Hierzu wurden die zubereiteten Produkte in einem Brutschrank aufgestellt. Der Nachweis der auftretenden Veränderung im mikrobiellen Keimgehalt durch die Zubereitung der Produkte erfolgte entsprechend dem in der vorangegangenen Mitteilung beschriebenen Vorgehen (Spicher, 1979).

Zur Darstellung der Befunde werden in den nachfolgenden Abbildungen sowohl die aus den Einzelbefunden der „Einweich“-Versuche der Untersuchungsabschnitte 1979/80 und 1980/81 errechneten Mittelwerte als auch die sich aus sämtlichen Befunden ergebenden Mittelwerte wiedergegeben.

3. Ergebnisse

In der einleitenden Mitteilung war aufgezeigt worden, daß Speisegetreideerzeugnisse, die in geschroteter Form gehandelt werden, z. T. mit einer umfangreicheren Mikroflora behaftet sind als Speisegetreide (Spicher, 1979). Dies betrifft insbesondere das Auftreten von coliformen Bakterien, *Escherichia coli* und faekalen Streptokokken. Dieses Bild spiegelt sich auch in der Mikroflora der zu den vorliegenden Untersuchungen herangezogenen Produkte wider (Tabelle 1). Deren Gesamtkeimzahl bewegte sich zwischen $0,2 \times 10^6$ und $6,00 \times 10^6$ Keimen/g. Unter diesen waren 48 bis 312 hitzeresistente Dauerstadien sporenbildender Bakterien vertreten. Die Feststellungen über die hygienische Qualität der Produkte ergaben den Nachweis von 0,68 bis 360 coliformen Bakterien/g und 4,3 bis 67 faekalen Streptokokken/g Speisegetreide bzw. Speisegetreideerzeugnis. Von den coliformen Bakterien waren 0,15 bis 235 Keime als *Escherichia coli* zu identifizieren. Diese Nachweise betrafen einzig die geschroteten Speisegetreideerzeugnisse. Zudem kamen unter der Mikroflora der untersuchten Produkte 400 bis zu 16 000 Schimmelpilze und/oder Hefen vor (Tab. 1).

3.1 Das Verhalten der Mikroflora des Speisegetreides im Verlaufe der Zubereitung

3.1.1 Mesophile Bakterien

Die mesophilen Bakterien werden weitgehend im Zusammenhang mit der Bestimmung der sog. Gesamtkoloniezahl erfaßt. Vornehmlich handelt es sich um aerobe bis fakultativ anaerobe, mesophile Bakterien. Wie die Befunde erkennen lassen, erfuhr die Gesamtkolonie- bzw. Gesamtkeimzahl von Produkten, die bei 5°C zubereitet wurden, im Verlauf von 18 Stunden keine nennenswerte Veränderung, ganz gleich, ob hierzu Wasser oder das Sauermilcherzeugnis Verwendung fand (Abb. 1). Demgegenüber stieg die Gesamtkeimzahl bei Einhaltung einer Temperatur von 20°C innerhalb von 18 Stunden im Mittel von $2,60 \times 10^6$ auf $1,60 \times 10^7$ an.

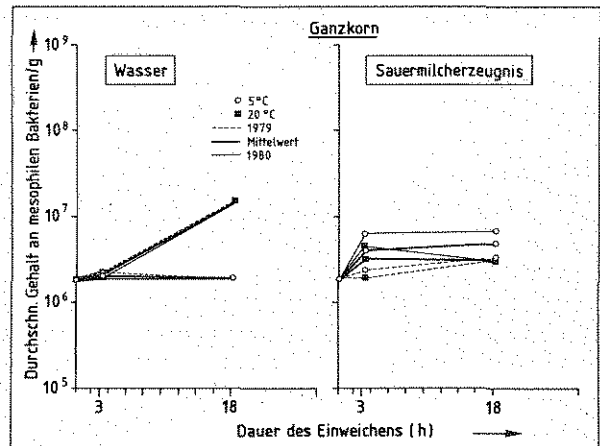


Abb. 1. Veränderung der Gesamtkeimzahl (mesophile Bakterien) bei der Zubereitung von Speisegetreide in Abhängigkeit von dem verwendeten Einweichmittel und der Temperatur.

Das Ansäuern des einzuweichenden Speisegetreides unter Verwendung des Sauermilcherzeugnisses hatte zur Folge, daß sich die „Gesamtkeimzahl“ selbst bei 20°C nur geringfügig änderte und in dem Rahmen blieb, der ihr gesetzt war, wenn die Produkte bei 5°C zubereitet wurden.

3.1.2 Sporenbildner

Die Zahl der in den zubereiteten Produkten nachzuweisenden Sporen mesophiler Bakterien unterlag weder beim Einweichen des Ganzkornes bei 5°C noch bei 20°C einer Veränderung (Abb. 2). Dies traf selbst bei Verwendung von Wasser zu.

Tab. 1. Mikrobieller Keimgehalt der zu den Untersuchungen herangezogenen Speisegetreide und Speisegetreideerzeugnisse.

| Keimart | Mikrobieller Keimgehalt/g Produkt | | | |
|--------------------------------------|-----------------------------------|---|----------------------------------|--|
| | Speisegetreide | | Speisegetreideerzeugnis (Schrot) | |
| | Mittelwert | Extremwert | Mittelwert | Extremwert |
| Mesophile Bakterien (Lebendkeimzahl) | $2,66 \times 10^6$ | $0,28 \times 10^6$. . . $6,01 \times 10^6$ | $0,86 \times 10^6$ | $0,2 \times 10^6$. . . $2,15 \times 10^6$ |
| Mesophile Sporen | 177 | 50 . . . 312 | 117 | 48 . . . 162 |
| Coliforme Bakterien | 134 | 0,68 . . . 360 | 130 | 10,3 . . . 239 |
| <i>Escherichia coli</i> | n.n. | nicht nachzuweisen | 67,4 | 0,15 . . . 235 |
| Faekale Streptokokken | 8,3 | 4,3 . . . 13 | 27 | 5,4 . . . 67 |
| Pilze | 9.927 | 5.925 . . . 16.000 | 4.960 | 400 . . . 8.500 |

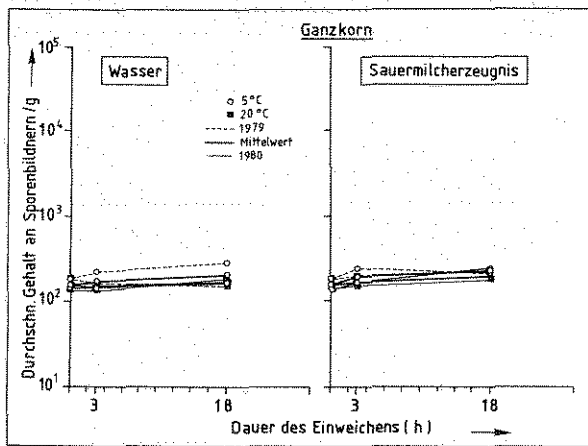


Abb. 2. Veränderung der Sporen-Keimzahl bei der Zubereitung von Speisegetreide in Abhängigkeit von dem verwendeten Einweichmittel und der Temperatur.

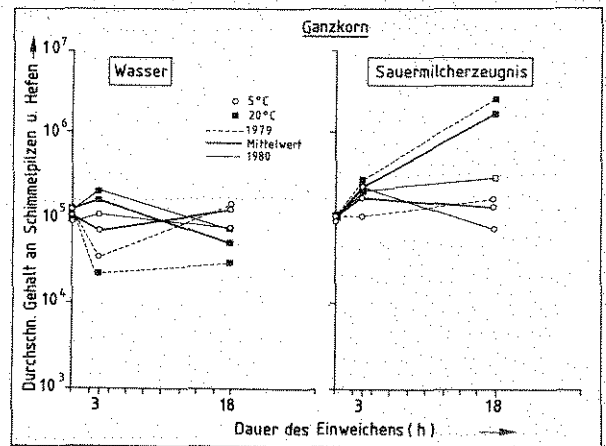


Abb. 5. Veränderungen der Keimzahl der Schimmelpilze und Hefen bei der Zubereitung von Speisegetreide in Abhängigkeit von dem verwendeten Einweichmittel und der Temperatur.

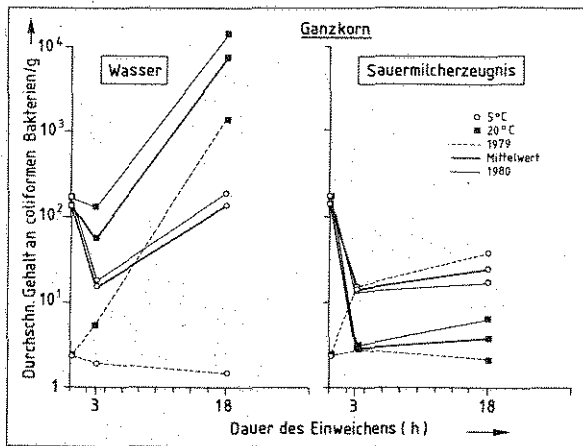


Abb. 3. Veränderung der Keimzahl coliformer Bakterien bei der Zubereitung von Speisegetreide in Abhängigkeit von dem verwendeten Einweichmittel und der Temperatur.

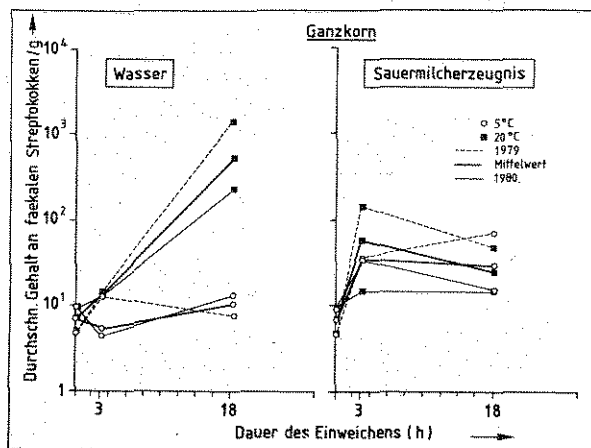


Abb. 4. Veränderung der Keimzahl faekaler Streptokokken bei der Zubereitung von Speisegetreide in Abhängigkeit von dem verwendeten Einweichmittel und der Temperatur.

3.1.3 Coliforme Bakterien

Auch bei coliformen Bakterien zeigte sich deutlich der Einfluß von seiten der Temperatur und des verwendeten Einweichmittels auf deren Verhalten im Verlauf der Zubereitung des Speisegetreides (Abb. 3). Erfolgt dem-

nach das Einweichen bei 5°C, so dürfte mit einer Veränderung der coliformen Keimzahl kaum zu rechnen sein, wengleich bei Ganzkorn-Produkten, die unter Verwendung des Sauermilcherzeugnisses angesetzt wurden, in einigen Fällen eine Zunahme der Keimzahl zu beobachten war. Diese ging jedoch im Durchschnitt über einen Anstieg der Keimzahl von 4 auf 57 coliforme Bakterien/g nicht hinaus. Demgegenüber war bei dem in Wasser eingeweichten und bei 20°C aufgestellten Speisegetreide eine unvergleichlich stärkere Keimvermehrung festzustellen.

3.1.4 Faekale Streptokokken

Im Gegensatz zu den coliformen Bakterien trat bei den faekalen Streptokokken selbst dann ein Anstieg der Keimzahl auf, wenn die Produkte in dem Sauermilcherzeugnis eingeweicht und bei 5°C aufbewahrt wurden (Abb. 4). Allerdings blieb die Entwicklung in Grenzen. Nach 18 Stunden ging der Keimgehalt im Mittel nicht über 46 faekale Streptokokken/g (5°C) bzw. 39 faekale Streptokokken/g Speisegetreide (20°C) hinaus. Demgegenüber waren bei den Produkten, die in Leitungswasser eingeweicht wurden, nach 18stündiger Zubereitung bei 20°C durchschnittlich 704 faekale Streptokokken/g nachzuweisen.

3.1.5 Schimmelpilze und Hefen

Das Bild der hygienisch-mikrobiologischen Qualität eines Lebensmittels rundet sich ab, wenn auch Kenntnis über das Verhalten der kontaminierenden Pilze besteht. Da gewisse Schimmelpilze Stoffwechselprodukte ausscheiden, die hoch toxisch und gleichzeitig thermostabil sind (Mykotoxine), muß das Auftreten dieser Keimarten auch als potentiell gesundheitsgefährdend angesehen werden.

Wird ein Speisegetreide bei 5°C eingeweicht, dann ist offensichtlich eine nennenswerte Entwicklung von Schimmelpilzen und Hefen selbst dann nicht zu erwarten, wenn hierzu Wasser Verwendung finden sollte (Abb. 5). Macht die Temperatur jedoch 20°C aus, dann ist – je nach Art der auftretenden Schimmelpilze – mit deren Wachstum zu rechnen. Dies zeigt sich daran, daß bei den Untersuchungen des Jahres 1979 eine Vermehrung der Schimmelpilze und Hefen auftrat, wohingegen

bei den nachfolgenden Zubereitungsversuchen keine wesentliche Veränderung der Pilzkeimzahl beobachtet werden konnte.

3.2 Das Verhalten der Mikroflora der Speisegetreideerzeugnisse (Schrote) im Verlaufe der Zubereitung

3.2.1 Mesophile Bakterien

Wie beim Speisegetreide trat auch bei Speisegetreideschroten ein Anstieg der Gesamtkoloniezahl auf, wenn zum Einweichen Wasser Verwendung fand und die Produkte sodann bei 20°C aufgestellt wurden (Abb. 6). Es fällt jedoch auf, daß die Zunahme der Keimzahl beim Schrot weitaus höhere Werte erreichte. Im Mittel konnte ein Anstieg von $8,6 \times 10^5$ bis auf $7,18 \times 10^7$ mesophile Bakterien/g Getreideschrot nachgewiesen werden. Eine begrenzte Vermehrung der mesophilen Bakterien war z. T. selbst bei Zubereitung unter Verwendung des Sauermilcherzeugnisses festzustellen.

3.2.2 Sporenbildner

Während beim Ganzkorn im Verlaufe der Zubereitung keine Änderung in der Zahl der Sporen mesophiler Bakterien festzustellen war, ergab sich in den eingeweichten Schroten, sofern diese bei 5°C aufgestellt wurden, eine Zunahme der Keimzahl (Abb. 7). Demgegenüber trat bei Einhaltung einer Temperatur von 20°C eine mehr oder weniger deutliche Abnahme der Sporenzahl auf. Dies ist offensichtlich darauf zurückzuführen, daß die Dauerstadien auskeimen und vegetative Zellen bilden, wohingegen unter ungünstigen Entwicklungsbedingungen (5°C) Dauerstadien gebildet werden.

3.2.3 Coliforme Bakterien

Mit einem Ausbleiben der Entwicklung coliformer Bakterien in eingeweichten Speisegetreideschroten ist nur zu rechnen, wenn die Aufstellung des zubereiteten Erzeugnisses bei 5°C erfolgt (Abb. 8). Bei 20°C tritt hingegen eine Zunahme ihrer Keimzahl auf, insbesondere, wenn als Einweichmittel Wasser Verwendung findet. Zudem erreicht der Anstieg des Keimgehaltes an coliformen Bakterien in eingeweichten Schroten deutlich höhere Werte als in eingeweichten Speisegetreiden. Wenngleich im Mittel aller Untersuchungen der Ausgangs-Keimgehalt der untersuchten Produkte bei 130 coliformen Bakterien/g Schrot bzw. 134 coliformen Bakterien/g Ganzkorn lag, ergab sich nach 18 Stunden zum einen ein durchschnittlicher Keimgehalt von 8.732 coliformen Bakterien/g Ganzkorn (Abb. 3), zum anderen von 75.743 coliforme Bakterien/g (Abb. 8).

3.2.4 Faekale Streptokokken

Das Verhalten der fäkalen Streptokokken in eingeweichten Speisegetreideerzeugnissen (Abb. 9) gleicht weitgehend den Befunden beim Speisegetreide (Abb. 4). Es fällt allerdings auf, daß bei Zubereitung mittels Sauermilcherzeugnis der Anstieg der Keimzahl nach 3 Stunden nicht beendet war, sondern (wenngleich in sehr schwachem Maße) sich über die folgenden 18 Stunden fortsetzte. Damit ergab sich im Verlauf von 18 Stunden, selbst im sauren Milieu, eine Erhöhung des Keimgehaltes faekaler Streptokokken von durchschnittlich 27 auf 298 Keime/g (5°C) bzw. 378 Keime/g (20°C).

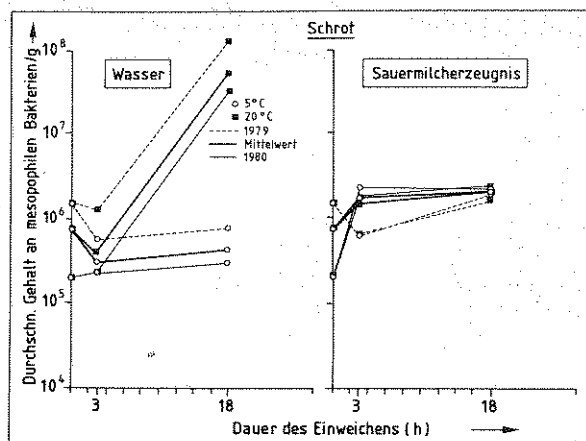


Abb. 6. Veränderung der Gesamtkoloniezahl (mesophiler Bakterien) bei der Zubereitung von Speisegetreideschroten in Abhängigkeit von dem verwendeten Einweichmittel und der Temperatur.

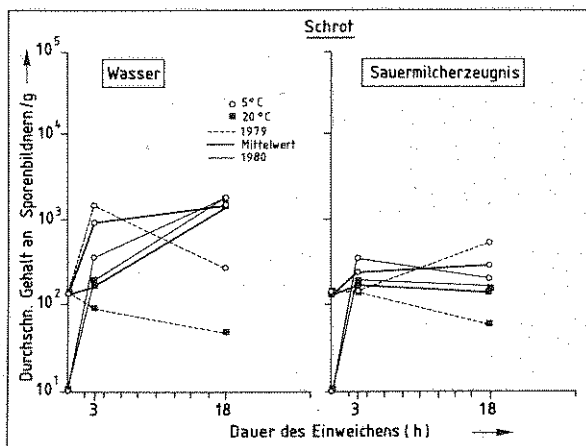


Abb. 7. Veränderung der Sporen-Keimzahl bei der Zubereitung von Speisegetreideschroten in Abhängigkeit von dem verwendeten Einweichmittel und der Temperatur.

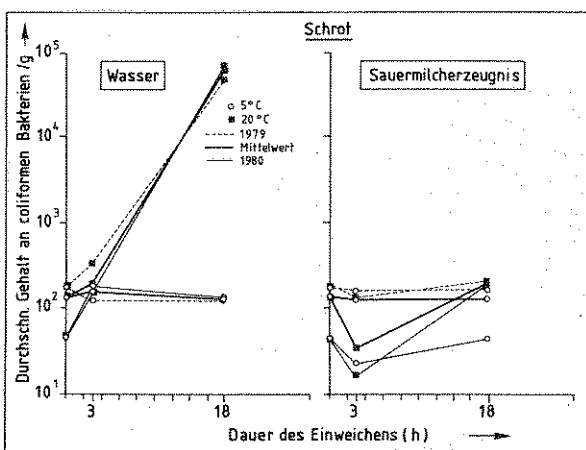


Abb. 8. Veränderung der Keimzahl coliformer Bakterien bei der Zubereitung von Speisegetreideschrot in Abhängigkeit von dem verwendeten Einweichmittel und der Temperatur.

3.2.5 Schimmelpilze und Hefen

Den Befunden nach zu urteilen, ist unter den gewählten Zubereitungsbedingungen, d. h. sowohl bei Verwendung von Wasser als auch eines Sauermilcherzeugnisses und Einhaltung von 5°C oder 20°C keine nennenswerte

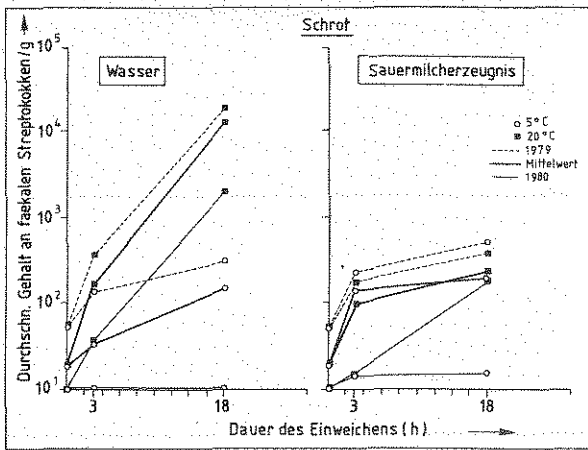


Abb. 9. Veränderung der Keimzahl faekaler Streptokokken bei der Zubereitung von Speisegetreideschrot in Abhängigkeit von dem verwendeten Einweichmittel und der Temperatur.

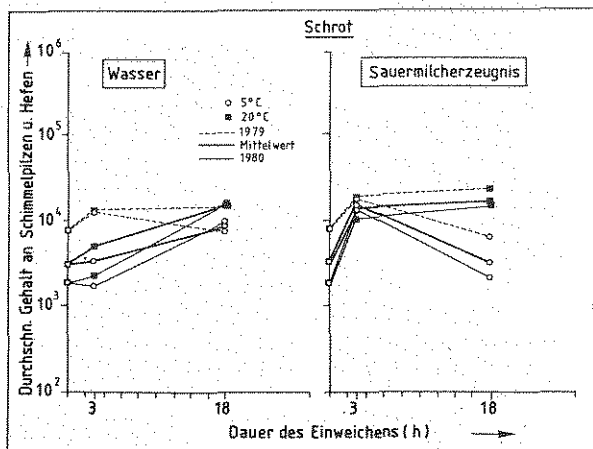


Abb. 10. Veränderung der Keimzahl der Schimmelpilze und Hefen bei der Zubereitung von Speisegetreideschrot in Abhängigkeit von dem verwendeten Einweichmittel und der Temperatur.

Entwicklung der Pilze zu erwarten (Abb. 10). Bei gesäuerten Erzeugnissen wird bei längerfristigem Einweichen (5°C) teils mit einem Rückgang der Pilzkeimzahl zu rechnen sein.

4. Diskussion der Untersuchungsbefunde

Im Zusammenhang mit den Bemühungen um die Sicherung der Qualität des Speisegetreides und der Speisegetreideerzeugnisse stellt sich die Frage, welche Beurteilung deren mikrobielle Kontamination zu finden hat. Die Antwort ergibt sich zum einen aus der Kenntnis der Art und Zahl der an diesem Standort auftretenden Mikroorganismen, zum anderen aus deren Verhalten bei der Zubereitung der Produkte im Haushalt des Konsumenten. Das Verhalten der Mikroflora, die auf einem Substrat oder einem Lebensmittel angesiedelt ist, hängt von verschiedenen Bedingungen ab. Diese stehen zum einen im Zusammenhang mit dem Substrat selbst und den Nähr- und Wirkstoffen, die diese der Mikroflora bieten, zum anderen mit den Bedingungen, unter denen das Produkt lagert bzw. zubereitet wird. Schließlich ist auch der Umfang und die Art der mikrobiellen Kontamination selbst von Einfluß auf ihre weitere Entwicklung. Das Getreidekorn enthält die von den Mi-

kroorganismen benötigten Nähr- und Wirkstoffe in idealer Zusammensetzung. Kommt ein ausreichendes Angebot an Wasser und eine günstige Temperatur hinzu, dann sind alle Voraussetzungen für das Wachstum von Mikroorganismen gegeben. Es überrascht daher nicht, wenn mit der Zubereitung bzw. dem Einweichen des Speisegetreides und der Speisegetreideerzeugnisse auch die Entwicklung der Mikroflora einsetzt und es nach kurzer Zeit zu einem mehr oder weniger weitgehenden Anstieg der Keimzahlen kommt. Sie erreichen innerhalb von 18 bis 20 Stunden z. T. Werte, die allgemein Hinweis auf den einsetzenden Verderb eines Lebensmittels vermitteln und daher Anlaß sind, dieses vom weiteren Verkehr auszuschließen. Hiervon sind die Speisegetreideschrote in stärkerem Maß betroffen als das Speisegetreide. Beim Einweichen des Speisegetreides im sauren Milieu kommt ein weiterer Faktor hinzu, der auf das mikrobielle Geschehen Einfluß nimmt. Während die meisten Bakterien den neutralen bis schwach alkalischen Bereich bevorzugen, finden die Schimmelpilze, Hefen und azidophilen Bakterien (Lactobazillen) die günstigeren Entwicklungsbedingungen im sauren Bereich. Daher kann der mit der Zubereitung des Speisegetreides unter Verwendung eines Sauermilcherzeugnisses angestrebte mikrobiologische Effekt nicht umfassend sein.

Wie ist aufgrund der vorliegenden Befunde das gesundheitliche Risiko bemessen, das der Konsument eingeht, wenn er ein Speisegetreide verzehrt, welches in der beschriebenen Art durch Einweichen in Wasser oder einem Sauermilcherzeugnis zubereitet wurde?

Da bislang keine Anzeichen für eine gesundheitsschädliche Ursache-Wirkung-Beziehung bekannt geworden sind, läßt sich eine Antwort nur auf dem Weg einer indirekten Schlußfolgerung finden. Soweit es die Gefahr einer von dem Speisegetreide ausgehenden Intoxikation des Konsumenten anbelangt, wird die letztgültige Aussage nur aufgrund des Nachweises der für bestimmte Krankheitsbilder verantwortlichen Toxine zu treffen sein. Dennoch gibt es gewisse Erfahrungswerte, die es erlauben, auch aus dem Verlauf der Entwicklung der Mikroflora gewisse Rückschlüsse auf die gesundheitliche Bedenklichkeit eines Lebensmittels zu ziehen. Soweit es etwa das Auftreten von *Staphylococcus aureus* und *Bacillus cereus* anbelangt, ist für die Bildung von Toxinen und das Auftreten von Lebensmittelvergiftungen Voraussetzung, daß der betreffende Erreger Keimzahlen von mindestens 10^5 /g Lebensmittel erreicht hat (Untermann, 1979). Abgesehen von den mesophilen Keimen, deren Zahl sich allgemein auf einem höheren Niveau bewegt, überschritt im Mittel aller Befunde keine der in die Untersuchung einbezogenen Keimgruppen nach der Zubereitung des Speisegetreides bzw. der Speisegetreideerzeugnisse diese Grenze. Dies war selbst dann nicht der Fall, wenn das Einweichen bei 20°C über 18 Stunden erfolgte. Die Vermehrung von Mikroorganismen in einem Produkt bedeutet jedoch nicht nur die Gefahr einer Beeinträchtigung der Gesundheit der Konsumenten, sondern auch einer Minderung der Qualität und des Nährwertes des Produktes selbst. Allein schon aus diesem Grund sollte der Anbieter des Speisegetreides und der Speisegetreideerzeugnisse für die Zubereitung dieser Produkte nur Empfehlungen aussprechen, die den Mikroorganismen weitgehend die Möglichkeit

entziehen, ihre schädigenden Wirkungen zu entfalten. Dies dürfte auf mehreren Wegen zu erreichen sein:

- Sollen die Produkte in Wasser eingeweicht werden, dann kann dies bei Zimmertemperatur (20°C) bis zu 3 Stunden erfolgen, ohne Gefahr zu laufen, daß eine nennenswerte Entwicklung der Mikroflora einsetzt;
- Ist hingegen ein längerer Zeitraum zwischen der Zubereitung und dem Verzehr des Speisegetreides vorgesehen, dann muß eine ausreichende Kühlung bzw. das Einweichen der Körner im Kühlschrank (+5°C) erfolgen;
- Findet anstelle von Wasser ein Sauermilcherzeugnis Verwendung, dann dürfte es erlaubt sein, die Zubereitung selbst bei Einhaltung von 20°C auf eine Zeit von 18 Stunden auszudehnen.

Zusammenfassung

Es wurde der Frage nachgegangen, welche Entwicklung die Mikroflora eingeweichter Speisegetreide und Speisegetreideerzeugnisse im Verlauf deren Zubereitung nimmt.

Die Untersuchungen wurden an 13 Speisegetreiden (Speiseweizen und Speiseroggen) sowie an 7 Speisegetreideerzeugnissen (Weizen- und Roggenschrote) unterschiedlicher Herkunft vorgenommen.

Die Zubereitung erfolgte unter Verwendung von abgekochtem Leitungswasser und einem Sauermilcherzeugnis (pH 4,5 bis 4,6). Das Einweichen der Produkte wurde über eine Zeit von 18 Stunden im Kühlschrank (5°C) und bei Zimmertemperatur (20°C) vorgenommen. Beim Einweichen der Produkte in Wasser von 20°C setzt innerhalb kurzer Zeit eine Entwicklung der Mikroflora ein, und es kommt zu einem Anstieg des Keimgehaltes an mesophilen Bakterien, coliformen Bakterien (einschließlich *Escherichia coli*) und faekalen Streptokokken. Von dieser Zunahme der Keimzahl sind die Dauerstadien der Sporenbildner sowie die Schimmelpilze und Hefen zumeist nicht betroffen.

Werden die zubereiteten Produkte bei 5°C aufbewahrt, dann kann, mit Ausnahme der faekalen Streptokokken, die Entwicklung von Mikroorganismen – zumindest für 18 Stunden – weitgehend unterbunden werden.

Durch Zubereitung der Produkte unter Verwendung eines Sauermilcherzeugnisses gelingt es, die Vermehrung von mesophilen Bakterien, Sporenbildnern, coliformen Bakterien, *Escherichia coli* und *Staphylococcus aureus* für 18 Stunden zu unterbinden, selbst wenn diese einer Temperatur von 20°C ausgesetzt sind. Faekale Streptokokken hingegen vermehren sich in einem solchen Milieu nur in sehr begrenztem Maße; Schimmelpilze und Hefen treten gelegentlich stärker hervor als bei Verwendung von Leitungswasser als Einweichmittel.

Abgesehen von den mesophilen Bakterien, deren Zahl sich allgemein bereits vor der Zubereitung der Produkte auf einem höheren Niveau bewegt, überschritt nach der Zubereitung des Speisegetreides bzw. der Speisegetreideerzeugnisse im Mittel aller jeweiligen Befunde keine der in die Untersuchungen einbezogenen Keimgruppen eine Keimzahl von 10^5 Keimen/g.

Summary

We investigated into the question of what will be the development of the micro-flora of steeped table cereals and table cereal products in the course of their preparation.

Investigations were performed on 13 table cereals (wheat and rye) and on 7 table cereal products (wheat and rye grits) of different origins. Processing used boiled tap water and a sour milk product (pH 4.5 to 4.6). Products were steeped over a period of 18 hours in the refrigerator (5°C) and at room temperature (20°C).

If products are steeped in water of 20°C, a development of the microflora will set in within a very short time, leading to an increased germ content of mesophile bacteria, coliform bacteria (including *Escherichia coli*) and fecal streptococci. This increase in germ quantity does as a rule not apply to the permanent stadia of sporogenous germs and to mould fungi and yeasts.

If the processed products are stored at 5°C, the development of microorganisms, except for fecal streptococci, can largely be eliminated, at least for 18 hours.

If a sour milk product is used in the processing, it will be possible to eliminate for 18 hours the multiplication of mesophile bacteria, sporogenous germs, coliform bacteria, *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*, even if products are exposed to a temperature of 20°C. As for fecal streptococci, they will multiply in such a surrounding on a very limited scale only; mould fungi and yeasts may occasionally occur even more heavily than if tap water is used for the steeping.

With the exception of the mesophile bacteria, where quantities are generally in the higher brackets anyway already before products are prepared, none of the germ groups included in the investigation, as an average of all findings obtained, exceeded a germ figure of 10^5 germs/g after the table cereals and cereal products were finished.

Résumé

On a recherché quel développement prend la microflora de céréales alimentaires et de produits à base de céréales macérés au cours de leur préparation.

Les analyses ont été réalisées sur 13 céréales alimentaires (blé et seigle alimentaires) ainsi que sur 7 produits à base de céréales alimentaires (grau de blé et de seigle) de différentes provenances.

La préparation s'est faite en utilisant de l'eau potable bouillie et un produit à base de lait caillé (pH 4,5 à 4,6). La macération des produits s'est faite pendant 18 heures en chambre froide (5°C) et à température ambiante (20°C).

Dans le cas de macération des produits dans de l'eau à 20°C, il se produit au bout de peu de temps un développement de la microflora et on observe une élévation de la teneur en germes, bactéries mésophiles, bactéries coliformes (y compris *Escherichia coli*) et streptocoques fécaux. Les stades permanents des sporulateurs ainsi que les moisissures et levures ne sont le plus souvent pas atteints par cette augmentation du nombre des germes.

Si l'on conserve à 5°C les produits préparés, on peut, à l'exception des streptocoques fécaux, empêcher dans une large mesure – tout au moins pendant 18 heures – le développement des microorganismes.

Si l'on prépare les produits en utilisant un produit à base de lait caillé, il est possible d'arrêter pendant 18 heures la multiplication des bactéries mésophiles, des sporulateurs, des bactéries coliformes, des *Escherichia coli* et des *Staphylococcus aureus*, même lorsque ceux-ci sont soumis à une température de 20°C. Par contre, les streptocoques fécaux ne se développent dans un tel milieu qu'en quantités réduites; les moisissures et levures apparaissent éventuellement plus abondamment qu'en utilisant de l'eau potable comme émoulinant.

En dehors des bactéries mésophiles dont le nombre se situe généralement déjà avant la préparation des produits à un assez haut niveau, aucun des groupes de germes inclus dans les analyses n'a dépassé, en prenant la moyenne de tous les résultats, un taux de germes de 10^5 germes/g, après préparation des céréales alimentaires ou des produits à base de céréales alimentaires.

Literatur

Ludwichowski, G. und Ch. Uhrig: Mikrobiologische und hygienische Aspekte einiger Reformhausprodukte – Können Reformhausprodukte krank machen?

In: Ludwichowski, G.: Einführung in die Mikrobiologie und Lebensmittelhygiene; München-Gladbach: Selbstverlag, 1978.

Spicher, G.: Zur Frage der mikrobiologischen Qualität von Getreidevollkornerzeugnissen, 1. Mitt.: Der mikrobielle Keimgehalt der als Ganzkorn, Schrot und Flocken gehandelten Erzeugnisse. Dt. Lebensm.-Rdsch. 75 (1979) 9, S. 265–273.

Untermann, F.: Bakterielle Lebensmittelintoxikationen durch eingeweichte Getreidevollkornprodukte. Getreide, Mehl und Brot 33 (1979) 11, S. 294–295.

Danksagung

Für die sehr gewissenhafte und umsichtige Durchführung der Untersuchungen danke ich meiner Mitarbeiterin, Frau Ingeborg Sonntag.