

Feine Backwaren sicher genießen

Veränderte Rezepte verringern das Wachstum von Salmonellen

Reiner Held, Günter Brack, Ines Maeting (Detmold)

Feine Backwaren mit nicht durchgebackenen Füllungen bieten Mikroorganismen, darunter auch pathogenen Keimen wie Salmonellen, gute Lebensbedingungen. Sie zählen deshalb aus mikrobiologischer Sicht zu den Risiko-Lebensmitteln. Sowohl der pH-Wert als auch das verfügbare Wasser liegen in einem für mikrobielles Wachstum optimalen Bereich. Wird aus sensorischen Gründen für einige Produkte die Kühlung unterlassen, so ermöglicht dies eine rasante Vermehrung der Mikroorganismen. An der Bundesanstalt für Getreide-, Kartoffel- und Fettforschung (BAGF) in Detmold wurde nach Möglichkeiten gesucht, das Risiko lebensmittelbedingter Infektionen und Vergiftungen durch Veränderungen der Backrezepte zu verringern, ohne auf Konservierungsstoffe zurückzugreifen. Beispielhaft werden hier Ergebnisse, die das Wachstum von Salmonellen in Vanillecreme beschreiben, vorgestellt (Modellorganismus: *Salmonella choleraesuis* var. *enteritidis* DSM 9898).

Die als 'Feine Backwaren' bezeichnete Produktgruppe ist sehr heterogen. Viele dieser Produkte bieten Mikroorganismen aufgrund ihrer Zusammensetzung nur schlechte Wachstumsbedingungen. Andere Produkte wie beispielsweise Bienenstich, die aus einem Hefengebäck und Vanillecreme bestehen, begünstigen das Wachstum von Keimen. So stellten im Jahr 1994 die Feinen Backwaren mit nicht durchgebackenen Füllungen mit 27 % einen hohen Anteil an den Lebensmitteln, die aufgrund von nachgewiesenen Salmonellen beanstandet wurden (Abb. 2). Für Creme-füllungen oder -auf-

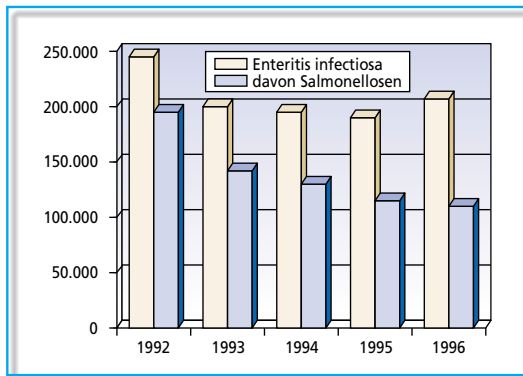


Abb. 1: Gemäß §3 Bundesseuchengesetz gemeldete Enteritis infectiosa-Fälle (Statistisches Bundesamt, 1998)

Zu Beginn der 90er Jahre hatte die Zahl der durch Mikroorganismen verursachten Lebensmittelvergiftungen mit 250.000 Fällen pro Jahr einen Höchststand erreicht und stabilisierte sich in den folgenden Jahren auf einen Wert von ca. 200.000 gemeldeten Fällen von Enteritis infectiosa pro Jahr (Abb. 1). Es wird davon ausge-

gangen, dass die Dunkelziffer um den Faktor 10 bis 15 höher liegt. Ausgelöst werden diese Erkrankungen durch verschiedene Mikroorganismen, von denen die Salmonellen in der Öffentlichkeit am bekanntesten sind.



lagen werden auf Basis verschiedener Grundpulver sowohl kalt angerührte Creme als auch auf traditionelle Weise hergestellte Kochcreme verwendet. Nachfolgende Untersuchungen beschränken sich auf letztere Variante, die durch Erhitzen von Milch und Cremepulver hergestellt wird.

Einfluss der Umweltbedingungen

Das Wachstum von Mikroorganismen kann durch eine Vielzahl von Faktoren wie Temperatur, pH-Wert oder verfügbares Wasser beeinflusst werden.

In gekühlten Produkten vermehren sich Erreger in der Regel langsamer. Temperaturen unter 10 °C bewirken bei den meisten Mikroorganismen einen fast vollständigen Wachstumsstopp. Jedoch können sich niedrige Temperaturen auf bestimmte Backwaren nachteilig auswirken, da sich deren Konsistenz und Geschmackseindruck verändern.

Der pH-Wert kann durch den Einsatz von organischen Säuren, zum Beispiel Zitronensäure, reduziert werden. Zusätzlich

wirkt der undissoziierte Anteil organischer Säuren, der in Abhängigkeit der Art der Säure und des pH-Werts variiert, hemmend auf den Stoffwechsel der Mikroorganismen.

Ein weiterer Wachstumsfaktor ist das verfügbare Wasser, das aufgrund unterschiedlicher Wirkmechanismen durch andere Lebensmittelbestandteile gebunden sein kann und deshalb den Mikroorganismen nicht vollständig zur Verfügung steht. Der Grad der Verfügbarkeit wird durch den a_w -Wert beschrieben. Die Senkung des a_w -Wertes, beispielsweise durch den Zusatz von Zuckern oder Salzen, bewirkt eine Verschlechterung der Lebensbedingungen für Mikroorganismen. Bekannt ist dieser Effekt aus der Herstellung von Konfitüre, bei der zur Haltbarmachung über 50 % Zucker zugesetzt werden. Die Zuckerkonzentration, die bei der Herstellung von Backwaren verwendet werden kann, liegt aus geschmacklichen Gründen deutlich niedriger. Da Monosaccharide den a_w -Wert deutlich stärker senken als Disaccharide, wurde in den Experimenten zusätzlich zu dem üblicherweise beim Backen verwendeten Disaccharid Saccharose (Rübenzucker) auch ein Gemisch aus den Monosacchariden Fruktose (Fruchtzucker) und Glukose (Traubenzucker) eingesetzt. Die Zugabe von Ethanol kann ebenfalls zu einer Senkung des a_w -Wertes führen, jedoch überwiegt hierbei die direkte Wirkung des Alkohols auf den Stoffwechsel der Mikroorganismen.

Substanzen, die das Wachstum der Mikroorganismen über Änderungen des Sauerstoffgehalts oder des Redoxpotentials beeinflussen, wurden ebenso wie Konservierungsstoffe in den Untersuchungen nicht berücksichtigt. Eine Veränderung der erstgenannten Faktoren ist aufgrund der handwerklich



orientierten Herstellungspraxis schlecht realisierbar; Konservierungsstoffe weisen dagegen nur eine geringe Verbraucherakzeptanz auf.

Lösung des Problems: Der Hürdeneffekt

Aus der Fachliteratur ist bekannt, dass sich bei einer kombinierten Verwendung von wachstumshemmenden Faktoren, die als Hürden bezeichnet werden, die Wirkungen der Einzelsubstanzen gegen-

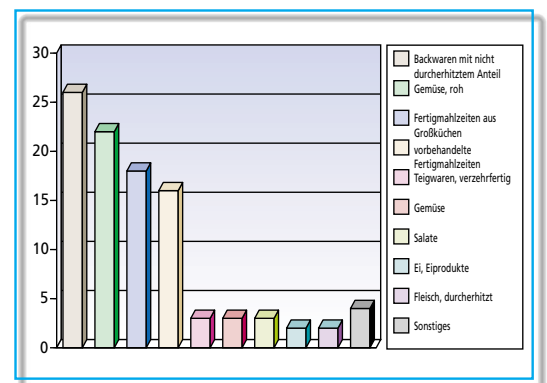


Abb. 2: Aufgrund des Nachweises von Salmonellen im Jahr 1994 beanstandete Lebensmittel – Prozentuale Verteilung (Verbraucherdienst, 1996)

seitig verstärken. Dieser Hürdeneffekt erlaubt es, die verschiedenen Parameter wie Temperatur, pH-Wert oder a_w -Wert nur geringfügig zu verändern und trotzdem das Wachstum von Mikroorganismen deutlich zu reduzieren. Dies ist im Bereich Feine Backwaren von Bedeutung, da sich hohe Konzentrationen einzelner Zusätze nachteilig auf die geschmackliche Qualität auswirken können.

In Voruntersuchungen wurden 30 verschiedene Substanzen auf ihre antimikrobielle Wirkung sowie technologische und sensorische Eignung für eine Verwendung in Vanillecreme geprüft. In den weiteren Untersuchungen wurden als Zusätze Saccharose, ein Fruktose/Glukose-Gemisch, Ethanol und Zitronensäure eingesetzt. Die maximale Konzentration der Zusätze wurde – ebenso wie das Mischungsverhältnis zwischen Fruktose und Glukose – aufgrund sensorischer Voruntersuchungen unter Berücksichtigung einer Sicherheitsmarge festgelegt (Tabelle 1).

Tab. 1: Maximale Konzentrationen der verwendeten Substanzen

Substanz	Maximale Konzentration [g/100g Creme]
Fruktose/Glukose (Verhältnis 1:1)	52,5
Saccharose	15,0
Ethanol (96%ig)	4,5
Zitronensäure	0,75

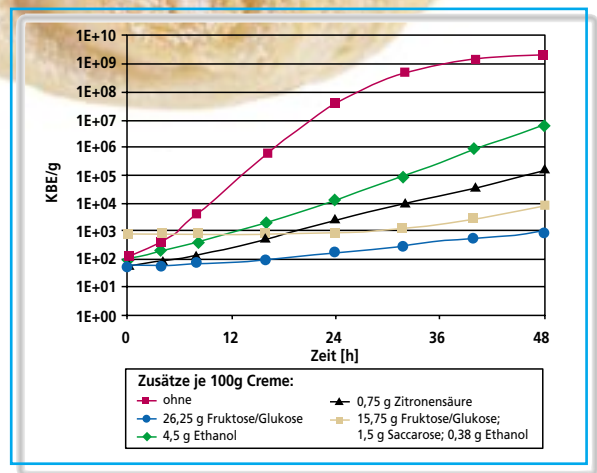
Wirkungen der Rezeptzusätze

Bei der Vielzahl der betrachteten Parameter, die verändert werden können, ist es sinnvoll, ein Modellverfahren zu nutzen, mit dem der Aufwand – also Backversuche und deren Auswertung – in Grenzen gehalten wird. Wir verwendeten in diesem Fall das Verfahren des 'Predictive Modelings'. Es hat den Vorteil, dass Versuchspläne mit verhältnismäßig geringer Versuchszahl ausreichen, um mit Hilfe statistischer Verfahren eine Modellierung der Daten durchzuführen.

Sowohl die Einzelsubstanzen als auch zahlreiche Kombinationsmöglichkeiten wurden bezüglich des Wachstums der Salmonellen geprüft (Abb. 3). Es zeigte sich, dass der Keimgehalt an Salmonellen schon bei einer Zugabe von 26,25 g Fruktose/Glukose (Verhältnis 1:1) auf 100 g Creme wirkungsvoll gesenkt werden konnte (Abb. 3). Dagegen zeigten sich keine Effekte bei einer Verwendung von 15 g Saccharose/100 g Creme. Die für Ethanol beobachteten Effekte waren unter gleichen Versuchsbedingungen eben-



Abb. 3: Wirkungen der Zusätze Fruktose/Glukose (1:1), Ethanol und Zitronensäure zu Vanillecreme auf das Wachstum von *Salmonella choleraesuis* var. *enteritidis* bei 25 °C



falls relativ niedrig. Eine mittlere Wirkung konnte durch Zugabe von 0,75 g Zitronensäure erzielt werden.

Abbildung 3 zeigt weiter, dass die Kombination deutlich verringerter Konzentrationen an Fruktose/Glukose (15,25 g/100 g), Saccharose (1,5 g/100 g) und Ethanol (0,38 g/100 g) – selbst bei einer um den Faktor 10 höheren Ausgangs-

keimzahl – nach 48 Stunden nur zu einem sehr geringen Keimgehalt an Salmonellen führte.

Das aus den vollständigen experimentellen Daten der Salmonellen-Untersuchungen entwickelte Wachstumsmodell (Gleichung 1) erwies sich als eine gute Arbeitsgrundlage für die nachfolgende Produktoptimierung mit Blick auf die mikro-

Gleichung 1: Modell zur Berechnung des nach 48 Stunden Kultivierung in Creme erreichten *Salmonella choleraesuis* var. *enteritidis* Keimgehaltes

$$\ln_2(KBE_{48}) = 2,1802 + 0,6272 \cdot FruGlu + 1,2616 \cdot Sacch - 1,6571 \cdot Eth - 5,2444 \cdot Zitro + 0,4843 \cdot IO - 0,4927 \cdot Temp - 0,0739 \cdot FruGlu \cdot Sacch - 0,0492 \cdot FruGlu \cdot Temp - 0,0398 \cdot Sacch \cdot Temp + 0,0643 \cdot Temp^2$$

- Variablen:
- FruGlu Fruktose/Glukose-Gehalt [g/100g Grundmasse]
 - Eth Ethanol (96%ig) [g/100g Grundmasse]
 - Zitro Zitronensäure [g/100g Grundmasse]
 - IO Inokulum [KBE/g]
 - Temp Kultivierungstemperatur [°C]

biologische Stabilität und die sensorische Qualität.

Produktoptimierung durch Mikrobiologie und Sensorik

Die Ergebnisse zeigten, dass die mikrobiologische Stabilität Feiner Backwaren mit nicht durchgebackenen Füllungen durch die verwendeten Zusätze deutlich erhöht werden kann. Zur Produktoptimierung ist es zunächst notwendig, den Bereich der mikrobiologischen Sicherheit festzulegen. Die in der Fachliteratur genannten Keimzahlen, die bei dem Bevölkerungsdurchschnitt zu einer Enteritis infectiosa-Erkrankung führen, liegen für Salmonellen bei rund 10^6 Koloniebildenden Einheiten (KBE) pro Gramm. Demzufolge wurden diejenigen Rezeptvariationen als mikrobiologisch sicher definiert, bei denen nach 48 Stunden bei 25 °C und einer Ausgangskeimzahl von 100 KBE/g Creme die Endkeimzahlen unter 10^6 Salmonellen pro Gramm Creme lagen.

Die Auswertung des mikrobiologischen Modells ergab unter anderem, dass durch Kombination der Zusätze Fruktose/Glukose, Saccharose und Zitronensäure selbst bei den relativ hohen Temperatu-

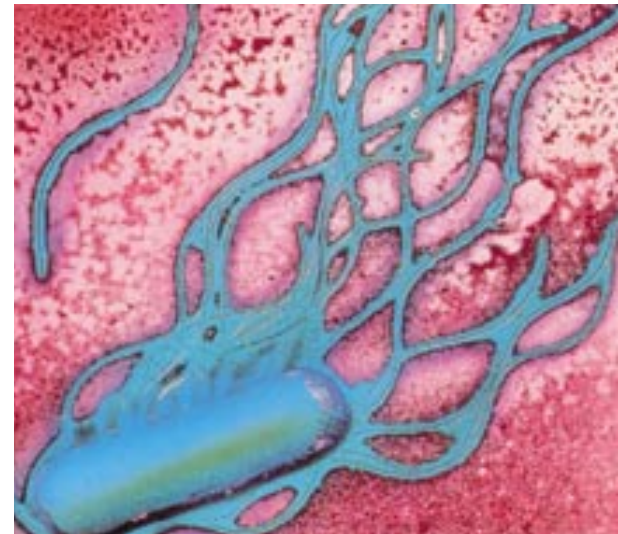
ren von 25 °C auf eine Verwendung von Ethanol zur mikrobiologischen Stabilisierung der Vanillecreme verzichtet werden kann. Dies ist in Hinblick auf den Verzehr der entsprechenden Backwaren durch Kinder und Suchtkranke wünschenswert und zu begrüßen.

Damit die Backwarenhersteller die Ergebnisse auch in der Praxis umsetzen ist es notwendig, die geschmackliche Akzeptanz eines Produktes mit „rezeptveränderter“ Vanillecreme zu gewährleisten. Es muss also ein optimales Verhältnis zwischen höchstmöglicher mikrobiologischer Sicherheit und sensorischer Qualität gefunden werden. Dabei darf die Creme durch die für eine mikrobiologische Stabilisierung notwendigen Maßnahmen nur soweit verändert werden, dass die typischen geschmacklichen Eigenschaften erhalten bleiben.

Um den Bereich der Rezeptveränderungen, die sensorisch akzeptabel sind, definieren zu können, wurde ähnlich wie bei den mikrobiologischen Prüfserien ein Modell entwickelt. Dazu beurteilten eine Expertengruppe sowie rund 100 ungeschulte Prüfer die verschiedenen Rezeptvarianten und bewerteten sie in einem 5-stufigen Schema. Abbildung 4 zeigt das Ergebnis der sensorischen Untersuchungen von Rezeptvariationen, die Frukto-

se/Glukose und Saccharose enthielten. Die höchsten Punktzahlen erreichten Cremes mit 7 bis 20 g Fruktose/Glukose und 0 bis 5 g Saccharose.

Kombiniert man das sensorische Modell (farbige Linien) und das mikrobiologische Modell (rote Fläche) in einem Diagramm (Abb. 4), kann eine Schnittmenge aus sensorischer Qualität und mikrobiologischer Stabilität in Bezug auf Salmonellen abgelesen werden. Da die optimalen



Salmonellen unter dem Elektronenmikroskop. Die Zellen sind stäbchenförmig und begeißelt.

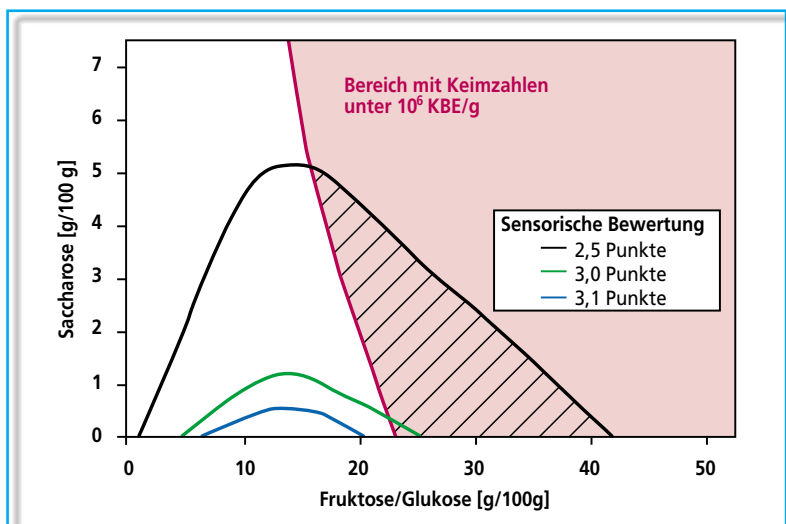


Abb. 4: Sensorische Bewertung von Creme in Abhängigkeit von den Konzentrationen an Fruktose/Glukose (1:1) und Saccharose. Sensorische Bewertung nach einem 5-stufigen Schema: 4 = sehr gut, 0 = mangelhaft. Farblich hinterlegt ist der mikrobiologisch stabile Bereich mit Keimzahlen $<10^6$ Salmonellen/g. Der schraffierte Bereich kennzeichnet die Schnittmenge aus sensorischer Qualität und mikrobiologischer Stabilität.

Bereiche beider Modelle nicht deckungsgleich sind, ist eine Vielzahl von Rezeptzusammensetzungen allein hinsichtlich des Verhältnisses von Fruktose/Glukose zu Saccharose möglich. Durch den zusätzlichen Einsatz von Zitronensäure und/oder Ethanol erhöht sich die Zahl der Kombinationsmöglichkeiten um ein Vielfaches. So kann durch die Verwendung von Zitronensäure der mikrobiologisch stabile Bereich vergrößert und die erforderliche Zuckermenge reduziert werden.

Dass die auf der Basis veränderter Rezepte hergestellten Cremeproben gute sensorische Eigenschaften aufweisen, wurde durch eine Verkostung von fertigen Gebäcken durch Vertreter der Backbranche bestätigt. ■

Dipl.-Ing. Reiner Held, Dr. Günter Brack, Dr. Ines Maeting, Bundesanstalt für Getreide-, Kartoffel- und Fettforschung, Institut für Getreide-, Kartoffel- und Stärketeknologie, Postfach 1354, 32703 Detmold.

Die Arbeiten wurden im Rahmen eines FEI-Projektes gefördert.