

25 Neuartige Lebensmittel

R. GEISEN und W. H. HOLZAPFEL

25.1 Einleitung und Begriffsbestimmung

Der Begriff neuartige Lebensmittel oder im englischen Sprachgebrauch „Novel Foods“ bezeichnet nach der „Novel Food Verordnung“ der EU Lebensmittel, die im Raum der europäischen Union bisher nicht oder nur in einem sehr geringen Umfang verzehrt wurden, oder Produkte, die durch Verfahren hergestellt wurden, die eine bedeutende Veränderung der Zusammensetzung des Lebensmittels und damit evtl. des Nährwerts zur Folge haben. Nach dieser Definition fallen darunter Produkte, die einen auf molekularer Ebene modifizierten neuen Bestandteil besitzen (z. B. Fettersatzstoffe), weiterhin auch Produkte, die Organismen oder Teile von Organismen enthalten, die noch nicht in größerem Umfang für die Produktion von Lebensmitteln eingesetzt wurden (z. B. exotische Organismen, gentechnisch veränderte Organismen), sowie Produkte, die durch neuartige Verfahren hergestellt oder konserviert wurden (Hochdrucksterilisation, ohmsche Erhitzung).

Da der Begriff „neuartig“ eine drastische Veränderung gegenüber den herkömmlichen Lebensmitteln bedeutet, fallen Veränderungen in der Rezeptur eines

Tab. 25.1 Gliederung potentieller neuartiger Lebensmittel und Zusatzstoffe

Fettsubstituenten	Olestra, Simplese (mikropartikuliertes Protein), EPG (modifiziertes Triglycerid) Paselli SA2 (Kartoffelmaltodextrin), STA Slim 143 (modifizierte Stärke aus Kartoffeln), DDM (Dialkyldihexadecylmalonate), Trehalose (Disaccharid aus Glukose)
SCP	Pruteen (<i>Methylophilus methylotrophus</i>), Pekilo (<i>Paecilomyces varioti</i>), Zyest (<i>Candida utilis</i>), Probion (<i>Methylomonas clara</i>), Quorn (<i>Fusarium graminearum</i>)
Chymosin	gentechnisch hergestellt: Maxiren (<i>Kluyveromyces lactis</i>), Chymogen (<i>Aspergillus niger</i>), Chy-Max (<i>Escherichia coli</i>)
Mikroorganismen	Mikroorganismen mit gentechnisch optimierten technologischen Eigenschaften, optimierten antagonistischen Eigenschaften oder inaktivierten unerwünschten Eigenschaften für die Herstellung von Lebensmitteln; auch neuartige, „natürliche“ Starterkulturen bzw. probiotische Kulturen mit funktionellen Eigenschaften
Pflanzen	Pflanzen mit erhöhter Herbizidresistenz, veränderter Ölsäurezusammensetzung, inaktivierten Reifegenen.

Lebensmittels nicht darunter. Beispiele für neuartige Lebensmittel sind in Tab. 25.1 aufgeführt.

25.2 Mikrobiologische Aspekte

Die Mikrobiologie neuartiger Lebensmittel umfaßt einerseits die Ökologie und Physiologie natürlicher Mikroorganismen im neuartigen Lebensmittel, andererseits die Mikrobiologie der genetisch veränderten Mikroorganismen, die als Starter- oder Schutzkulturen den Lebensmitteln zugesetzt oder als Produzentenstämme für die Herstellung von Single Cell Protein (SCP) bzw. Enzymen eingesetzt werden. Auch sogenannte funktionelle Lebensmittel („functional foods“), die für die menschliche Gesunderhaltung förderliche Mikroorganismen enthalten, werden diesem Themenbereich zugeordnet.

25.3 Geänderte Substratbedingungen in neuartigen Lebensmitteln

Das Wachstum von Mikroorganismen in Lebensmitteln wird neben externen Faktoren, wie Erhitzung, Kühlung, MA-Verpackung, Bestrahlung, hauptsächlich durch einige wenige intrinsische Faktoren bestimmt, wie Nährstoffgehalt, verfügbarer Wassergehalt (a_w -Wert), pH-Wert und dem Vorhandensein von Konservierungstoffen. Diese Faktoren können einzeln oder in Kombination eingesetzt werden, um das Lebensmittel mikrobiologisch abzusichern [18]. In den meisten Lebensmitteln sind ausreichend Nährstoffe zur Förderung des Wachstums einer Vielzahl von Mikroorganismen vorhanden. Wenn die pH- und a_w -Werte eines Lebensmittels allerdings außerhalb der Wachstumsgrenzen eines Mikroorganismus liegen, wird dessen Wachstum in diesem Lebensmittelsubstrat unterdrückt. Wird nur einer dieser Faktoren zur mikrobiologischen Absicherung eines Lebensmittels angewandt, müssen extremere Werte eingehalten werden als bei der Kombination von mehrerer Faktoren.

Bei neuartigen Lebensmitteln, die im Gegensatz zu den herkömmlichen Lebensmitteln eine geänderte Zusammensetzung aufweisen, können diese Faktoren geändert sein und somit die Physiologie und die Wachstumsrate der Mikroorganismen beeinflussen. Der Austausch von Lebensmittelinhaltsstoffen durch Ersatzstoffe, wie z. B. Fettersatzstoffe oder Zuckerersatzstoffe, reduziert deren Verwertbarkeit durch Mikroorganismen, was sich zwangsläufig auf deren Wachstumsrate auswirkt. SCHAFFER et al. [23] zeigten, daß Käse, der mit modifiziertem Milchfett hergestellt wurde, eine höhere mikrobiologische Sicherheit aufwies, da die in diesem modifizierten Milchfett vorkommenden Fettsäuren C_{12} , C_{14} , $C_{18:1}$, $C_{18:2}$ inhibitorische Aktivität gegenüber *Salmonella typhimurium* und *Listeria monocytogenes* besaßen. Die gleichen Fettsäuren, die im modifizierten Käse in erhöhter Menge oder Konzentration vorkommen, führen in vitro, d. h. in einem definier-

ten Kulturmedium, zur Hemmung sowohl von *S. typhimurium* als auch von *L. monocytogenes*. Diese Ergebnisse machen deutlich, daß die veränderte Zusammensetzung eines neuartigen Lebensmittels zu einem veränderten Verhalten der Mikroorganismen führen kann, was sich sowohl positiv, wie in dem beschriebenen Fall, als auch negativ, z. B. durch das Auftreten neuartiger mikrobiologischer Probleme, auswirken kann. Insgesamt kann eine Veränderung der Substratparameter zu einem völlig anderen Verderbsmuster („spoilage pattern“) eines Lebensmittels führen.

Neben dem Einfluß auf die Nährstoffzusammensetzung kann die veränderte Zusammensetzung neuartiger Lebensmittel einen Einfluß auf den pH- bzw. a_w -Wert haben und somit einen Einfluß auf das Wachstum der Mikroorganismen ausüben. Fett- oder Zuckeraustauschstoffe besitzen ein vollkommen anderes Wasserbindungsvermögen als die herkömmlichen Bestandteile, was sich stark auf den a_w -Wert und damit auf das mikrobielle Wachstum auswirken kann. Bei fett- und salzreduzierten Lebensmitteln fällt der a_w -Wert als eine wesentliche „Hürde“ oder Sicherheitsfaktor im Vergleich zu den herkömmlichen Erzeugnissen weg, und es entsteht damit ein erhöhtes Gefährdungspotential. Eine ähnliche Situation entsteht bei „milden“ bzw. mildgesäuerten Produkten, bei denen der höhere pH-Wert den Verderb durch Hefen und Schimmelpilze beschleunigen kann.

25.4 Funktionelle Metaboliten von Mikroorganismen zur Herstellung oder Konservierung von Lebensmitteln

Verschiedene physiologische Metaboliten von Mikroorganismen besitzen das Potential, als funktionelle Substanzen in Lebensmitteln Anwendung zu finden. Beispiele sind die antagonistisch wirkenden Bacteriocine von Milchsäurebakterien sowie extrazelluläre Substanzen verschiedener Mikroorganismen, die als Emulgatoren oder Stabilisatoren wirken.

Der Zusatz von Bacteriocinen, Bacteriocin-bildenden Milchsäurebakterien oder anderen inhibitorischen Metaboliten von Mikroorganismen kann eine starke, aber auch selektive Reduktion des Wachstums unerwünschter Mikroorganismen bedingen. Bacteriocine sind Peptide oder kleine Proteine, die u. a. von Milchsäurebakterien gebildet werden und meist nah verwandte Arten im Wachstum hemmen können. Einige dieser Bacteriocine sind allerdings auch in der Lage, pathogene oder toxische gram-positive Bakterien, wie *L. monocytogenes*, *S. aureus* oder *Clostridium botulinum*, zu hemmen. Der Einsatz von Bacteriocinen als biologische Konservierungsstoffe wird in der Literatur intensiv diskutiert [16, 28], aber bisher wird nur Nisin, das von *Lactococcus lactis* gebildet wird (und in begrenztem Umfang auch Pediocin, von *Pediococcus acidilactici*), in verschiedenen Ländern zur Konservierung eingesetzt [5].

SHEPHERD et al. [25] beschrieben die Möglichkeit, extrazelluläre hochmolekulare Substanzen, die von verschiedenen Mikroorganismen gebildet werden, als Bio-

emulgatoren in Lebensmitteln zu benutzen. Die meisten Bioemulgatoren werden von Bakterien und Hefen gebildet [17], wie das Glykolipid Rhamnolipid R3 von *Pseudomonas aeruginosa*, der Polysaccharidkomplex Emulsan von *Acetobacter calcoaceticus* und der Polysaccharid/Protein Komplex Liposan von *Yarrowia lipolytica*. Besonders der Bioemulgator, der von *Candida utilis* gebildet wird, erwies sich z. B. zur Stabilisierung von Mayonnaise als geeignet.

25.5 Mikrobiologie genetisch veränderter Mikroorganismen

Die Herstellung von vielen traditionellen, fermentierten Lebensmitteln ist auch heute noch in vielerlei Hinsicht ein empirisches Verfahren, wobei aber in kommerziellen Betrieben die Prozeßparameter präzise gesteuert und eingehalten werden, um somit die Dominanz der erwünschten Mikroorganismen zu sichern. Im Gegensatz zum heutigen Kenntnisstand kannte man früher nicht den Zusammenhang zwischen Stoffwechselaktivität der Mikroorganismen und den charakteristischen Produktänderungen, wie Konservierung, Aromabildung oder Texturveränderung. Seit der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts sind die entsprechenden Mikroorganismen sowie ihre technologisch wichtigen Stoffwechselleistungen Bestandteil wissenschaftlich fundierter Untersuchungen, die wesentliche Informationen u. a. zur intrazellulären Steuerung technisch wichtiger Stoffwechseltätigkeiten vermittelten. Mikroorganismen, die typisch mit fermentierten Lebensmitteln assoziiert sind, werden als sogenannte „GRAS“-Organismen eingestuft (generally recognized as safe), d. h., sie zeigen keinerlei negative Auswirkungen auf die Gesundheit des Menschen. Zur Entwicklung von Starterkulturen wurden die Mikroorganismen üblicherweise aus dem natürlichen Habitat isoliert, charakterisiert und auf ihre technologische Eignung überprüft. Die physiologischen Eigenschaften dieser Stämme sind daher relativ gut bekannt, sie entsprechen aber nicht immer allen Anforderungen, die an Starterkulturen gestellt werden. Die Molekularbiologie bietet heute jedoch die Möglichkeit, Stämme gezielt an bestimmte Aufgaben anzupassen. Durch das Einbringen bestimmter Gene können Starterkulturen mit definierten Eigenschaften entwickelt werden. Durch das spezifische Abschalten bestimmter Gene lassen sich auf der anderen Seite gezielt unerwünschte Eigenschaften inaktivieren. Diese Möglichkeiten sind für Milchsäurebakterien [8], Hefen [3] und Schimmelpilze [11] beschrieben worden.

Die Wachstumseigenschaften dieser gentechnisch veränderten Stämme können gegenüber den Wildtyp-Stämmen stark verändert sein. Sie können sich also in einem komplexen Ökosystem, wie in Lebensmitteln, anders verhalten als die entsprechenden Wildtyp-Stämme. Die Produktion eines zusätzlichen heterologen Proteins, besonders in größeren Mengen, durch einen Mikroorganismus bedeutet eine zusätzliche Bürde für diesen Organismus, d. h., er wächst meist langsamer als der entsprechende Wildtyp. In der Regel ist der Stoffwechsel der Mikroorganismen so angepaßt, daß nur die lebensnotwendigen Enzyme und Proteine gebil-

det werden. Dies spiegelt sich auch in der Induzierbarkeit verschiedener katabolischer Enzymsysteme wider (z. B. β -Galactosidase), d. h., sie werden nur gebildet, wenn das entsprechende Substrat (z. B. Lactose) im Medium vorhanden und gleichzeitig kein leichter verwertbares Substrat (z. B. Glucose) verfügbar ist. Daher ist die Bildung eines heterologen Proteins vom Standpunkt der Mikroorganismenzelle aus unnötig, verbraucht zusätzliche Energie und führt damit meist zu einem langsameren Wachstum. Diese Verringerung der Wachstumsrate kann zur Folge haben, daß die Durchsetzungsfähigkeit der gentechnisch veränderten Mikroorganismen im Ökosystem des Lebensmittels im Vergleich zum Wildtyp herabgesetzt ist. VOGEL et al. [32] konnten zeigen, daß sich ein plasmidfreier *Lb. curvatus*-Stamm in einem Lebensmittelsystem besser durchsetzen konnte als Transformanten dieses Stammes, die verschiedene Plasmide enthielten. Andererseits kann bei Expression von heterologen, antagonistischen Proteinen, die einen Einfluß auf die Ökologie eines Systems besitzen und kompetitive Mikroorganismen unterdrücken können, die Konkurrenzfähigkeit eines Stammes auch erhöht werden. So zeigte sich ein Bacteriocin-produzierender (*Curvacin A*) *Lactobacillus sake*-Stamm wesentlich durchsetzungsfähiger als die Bacteriocin-negative Mutante [33]. Dieser Stamm war in der Lage, sich gegenüber seiner Bacteriocin-negativen Mutante sowie einem anderen Bacteriocin-negativen *Lb. sake*-Stamm, der sehr gut an das Lebensmittel adaptiert war, durchzusetzen. Auch bei unterschiedlichen Anfangszellzahlen bestand die Lactobacillenpopulation nach einer Fermentation von wenigen Tagen fast ausschließlich aus dem Bacteriocin-bildenden Stamm.

25.6 Starter- und Schutzkulturen nach neuen Gesichtspunkten

Starterkulturen sollen ein Lebensmittel, z. B. durch Bildung von Milchsäure und Aromakomponenten, gezielt verändern. Sie fördern damit grundsätzlich das ursprüngliche Ziel der Fermentation, die Konservierung. Demgegenüber werden Schutzkulturen in erster Linie eingesetzt, um das Wachstum bestimmter pathogener oder toxinogener Mikroorganismen zu unterdrücken und möglichst auch das Verderbrisiko zu verringern. Aufgrund dieses Konzeptes sollten sie daher einen entscheidenden, positiven Einfluß auf die mikrobiologische Ökologie eines Lebensmittels ausüben. Wenn die antagonistische Aktivität durch ein oder wenige Gene bedingt ist, kann sie mit Hilfe gentechnischer Verfahren auf geeignete Stämme übertragen werden (Tab. 25.2). Der Einsatz solcher genetisch veränderten Schutzkulturen sollte wesentlich zur besseren hygienischen Absicherung eines Lebensmittels beitragen. In der Literatur [9, 10, 12, 14, 29, 31] findet man verschiedene Beispiele, die die Anwendung der Gentechnik zur Erhöhung der antagonistischen Aktivität beschreiben, und die zeigen, daß genetisch veränderte Schutzkulturen durch die Erhöhung ihrer antagonistischen Aktivität einen entscheidenden Einfluß auf die mikrobiologischen Verhältnisse in einem Lebensmittel haben können.

Tab. 25.2 Antagonistische Faktoren, die durch einzelne Gene kodiert werden

Gen	Produkt	Aktivität	Produzent
<i>bac</i>	Bacteriocine	Membran	MSB ¹
<i>hel</i>	Lysozym	Zellyse	Huhn
<i>lys</i>	Lysostaphin	Zellyse	<i>Staph. simulans</i>
<i>god</i>	Glucose oxidase	H ₂ O ₂ , pH	<i>Asp. niger</i>
<i>kil</i>	Killertoxin	Membran	<i>Sacch. cerevisiae</i>

¹ MSB = Milchsäurebakterien

25.7 Probiotische Kulturen und „funktionelle“ Lebensmittel

Manche Milchsäurebakterien sind typische Bewohner des menschlichen Verdauungstraktes. Aufbauend auf der Anfang des Jahrhunderts von METSCHNIKOFF vertretenen Theorie der Gesundheitsförderung durch Joghurtbakterien, haben gezielte Forschungsarbeiten in den jüngsten Jahren wertvolle Informationen über die Rolle und Wirkung typischer, mit dem Intestinaltrakt assoziierten Milchsäurebakterien geliefert. Insbesondere scheinen Vertreter der Gattungen *Lactobacillus* (wie *Lb. acidophilus*, *Lb. johnsonii*, *Lb. gasseri*, *Lb. casei* und *Lb. reuteri*) und *Bifidobacterium* (wie *B. longum* und *B. infantis*) durch besondere Stoffwechselleistungen zur Gesunderhaltung des menschlichen Wirtes beizutragen. Diese, allgemein als „probiotisch“ bezeichnete Wirkung bezieht sich nach neueren Erkenntnissen auf Aspekte wie die Hemmung von pathogenen Mikroorganismen [13], antimutagene und antigenotoxische (vermutlich auch anticarcinogene) Wirkung [1, 21], erhöhte Immunresistenz [20], Erhöhung der Phagozytenzahl und des IgA [24] und die Reduzierung des Serumcholesterinspiegels [4, 15]. Wie in der Tab. 25.3 (ergänzend zur Tab. 5.12 im Band „Milch und Milchprodukte“ dieser Reihe) beispielhaft aufgeführt, enthalten neuartige, joghurt-ähnliche Produkte vermehrt Stämme, die nach diesen Gesichtspunkten ausgewählt wurden. Dabei handelt es sich meist um Vertreter von Arten wie *Lb. acidophilus*, *Lb. johnsonii* und *Bifidobacterium longum*, die im Milchsubstrat technisch nur schwer kultivierbar sind und die nur geringfügig zum Fermentationsablauf beitragen. Für die grundsätzliche in situ-Fermentation werden Kulturen von *Streptococcus thermophilus* eingesetzt, die jedoch, gegenüber herkömmlichen Joghurtkulturen (die zusätzlich auch *Lb. delbrueckii* ssp. *bulgaricus* enthalten), eine geringere Säuerung herbeiführen. Auf Kap. 5 (Mikrobiologie der Sauermilcherzeugnisse) im Band „Milch und Milchprodukte“ dieser Reihe wird in diesem Zusammenhang hingewiesen.

Da einige dieser „probiotischen“ Milchsäurebakterien am Milchsubstrat schlecht adaptiert sind, werden sie auch in lyophilisierter Form als pharmazeutische Präparate vertrieben. Außerdem stehen Entwicklungen zur Fermentation anderer, insbes. pflanzlicher Lebensmittelsubstrate an.

Tab. 25.3 Neuartige „Joghurt“-Erzeugnisse, die probiotische Milchsäurebakterien enthalten

Produkt	Mikroorganismus	Herkunft
A-38	Buttermilch + <i>Lb. acidophilus</i> (9:1)	Dänemark
ACO-Joghurt	<i>Sc. thermophilus</i> <i>Lb. bulgaricus</i> <i>Lb. acidophilus</i>	Schweiz
Actimell	<i>Lb. casei</i> <i>Sc. thermophilus</i>	Deutschland
Bifidus-Milch	<i>Bifidobacterium bifidum</i> oder <i>B. longum</i>	Mehrere Länder
„Biogarde“	<i>Lb. acidophilus</i> <i>B. bifidum</i> <i>Sc. thermophilus</i>	Deutschland
Bioghurt	<i>Lb. acidophilus</i> <i>Sc. thermophilus</i>	Deutschland
Biokys	<i>B. bifidum</i> <i>Lb. acidophilus</i> <i>Ped. acidilactici</i>	Tschechien
Biolact	<i>Lb. acidophilus</i>	Rußland
Cultura AB	<i>Lb. acidophilus</i> <i>B. bifidum</i>	Dänemark
„Dietary yogurt“	Joghurt + <i>Lb. acidophilus</i>	England
Gefilac	<i>Lb. casei</i> subsp. <i>rhamnosus</i>	Finnland
LC1	<i>Lb. johnsonii</i> <i>Sc. thermophilus</i>	Deutschland
Ofilus	<i>Lb. bulgaricus</i> <i>Lb. acidophilus</i> <i>Sc. thermophilus</i> <i>B. bifidum</i> und/oder <i>B. longum</i>	Frankreich
Vifit	<i>Lb. casei</i> <i>Sc. thermophilus</i>	Deutschland
Yakult	<i>Lb. casei</i>	Japan

25.8 Zur Mikrobiologie von SCP (Mykoprotein)-Produktionsstämmen

Das bedeutendste Mikrobenprotein („Single Cell Protein“), das für die Herstellung von Lebensmitteln eingesetzt wird, ist das Zellprotein aus *Fusarium graminearum*. Die daraus hergestellten Produkte werden seit 1985 unter dem Markennamen Quorn® in England vertrieben. Zur Herstellung von Mykoprotein aus *F. graminearum* wird der Pilz in kontinuierlich betriebenen 40 l Fermentern in Glucose-Ammonium-Biotin-Mineralsalzmedium angezogen. Der RNA-Gehalt der Biomasse wird durch Aktivierung eigener RNAsen reduziert. Aufgrund der langsameren Wachstumsgeschwindigkeit eines filamentösen Pilzes gegenüber Hefen und Bakterien besitzt die Biomasse einen wesentlich geringeren Nukleinsäuregehalt und damit einen entscheidenden Vorteil gegenüber anderen Mikroorganismen. Nukleinsäuren werden im menschlichen Metabolismus in Harnsäure umgewandelt, die in zu hoher Konzentration zu Harnsäureablagerungen führen kann. Der filamentöse Charakter des erhaltenen Mykoproteins, hervorgerufen durch die Hyphen des Pilzes, bedingt im fertigen Produkt eine faserähnliche Struktur, die der Textur des Fleisches sehr nahe kommt. Das erhaltene Mykoprotein kann texturiert und als Alternative für Fleisch bzw. Geflügel für die Herstellung von küchenfertigen Lebensmitteln eingesetzt werden. Mykoprotein-Produkte aus *F. graminearum* besitzen natürlicherweise kein Cholesterin bzw. tierische Fette.

Mikroorganismen, die zur Herstellung von SCP eingesetzt werden, müssen eine Reihe von Anforderungen erfüllen: Sie dürfen keinerlei Toxine bilden, das gebildete Protein muß ernährungsphysiologisch wertvoll sein, und das SCP muß organoleptischen Ansprüchen genügen. Für die Isolierung eines geeigneten Mikroorganismus zur Herstellung von Mykoprotein wurden ursprünglich 3000 Pilzisolat toxikologisch untersucht. Zwanzig Stämme erwiesen sich als nichttoxisch. Erstaunlicherweise gehörten von diesen 20 Isolaten 8 zur Gattung *Fusarium*. Aus diesen 8 Isolaten wurde ein *F. graminearum*-Stamm zur Produktion von Mykoprotein ausgewählt. Dieser Stamm ist in der Lage, pro kg angebotenen Kohlenhydrat 136 g Protein zu bilden, gegenüber 49, 41 und 14 g bei Huhn, Schwein und Rind.

Die Herstellung von Mykoprotein erfolgt in Fermentern im kontinuierlichen („continuous flow“) Verfahren mit dem Vorteil einer höheren Produktausbeute, dem aber die Gefahr einer evtl. Mutation während der Kultivierung gegenübersteht, wie für *Byssoschlamys nivea*, *Paecilomyces variotii*, *Paecilomyces puntonii*, *Gliocladium virens*, *Trichoderma viride* [7], *Pen. chrysogenum* [22] und *F. graminearum* [26] beobachtet. Zur Optimierung der Stämme wurde von WIEBE et al. [34] ein evolutives Verfahren beschrieben, mit Hilfe dessen *F. graminearum*-Varianten erhalten wurden, die wesentlich länger in einem kontinuierlichen System eingesetzt werden konnten als der Wildtyp.

Aus den wenigen veröffentlichten Arbeiten über die mikrobiologischen Eigenschaften von Produkten aus Mykoprotein ist nach SOLOMONS [27] zu schließen, daß deren mikrobiologische Sicherheit vergleichbar mit der von Geflügel- oder Fischprodukten ist.

25.9 Zusammenfassung und Schlußfolgerung

Die Entwicklung neuartiger Lebensmittel, auch solcher mit geänderter Substratzusammensetzung, ist ein rasch voranschreitender Prozeß. Eine evtl. Veränderung der typischen, intrinsischen Produktparameter muß immer gegen den Hintergrund einer evtl. Erhöhung des Gefährdungspotentials, d. h., auch unter einer Zugrundelegung des HACCP-Konzepts, abgewogen werden. Dabei sollen auch stets die Möglichkeit eines neuen Verderbsmusters („spoilage pattern“) und die evtl. Dominanz anderer Verderbniserreger (Verderbsassoziation; eng.: „spoilage association“) in Betracht gezogen werden. Gegen diesen Hintergrund ist die Einbeziehung mikrobiologischer Grundüberlegungen bei der konzeptionellen Planung und Entwicklung neuartiger Lebensmittel notwendig.

Literatur

- [1] ADACHI, S.: Lactic acid bacteria and the control of tumours. In B.J.B. Wood (Hrsg.): The Lactic Acid Bacteria in Health and Disease. London, New York: Elsevier Applied Science, 1992, pp. 233–262.
- [2] BESTER, B. H., LOMBARD, S. H.: Influence of lysozyme on selected bacteria associated with gouda cheese. *J. Food Prot.* **53** (1990) 306–311.
- [3] CHAPMAN, J. W.: The development and use of novel yeast strains for food and drink manufacture. *Trends in Food Science and Technology* **2** (1991) 176–179.
- [4] DANIELSON, A. D., PEO, E. R., SHAHANI, K. M., LEWIS, A. J., WHALEN, P. J., AMER, M. A.: Anticholesteremic property of *Lactobacillus acidophilus* yoghurt fed to mature boars. *J. Anim. Sci.* **67** (1989) 966–974.
- [5] DELVES-BROUGHTON, J.: Nisin and its use as a food preservative. *Food Technol.* **44** (1990) 100–117.
- [6] EL-KEST, S. E., MARTH, E. H.: Lysozyme and lipase alter unfrozen and frozen/thawed cells of *Listeria monocytogenes*. *J. Food Prot.* **55** (1992) 777–781.
- [7] FORSS, K. G., GADD, G. O., LUNDELL, R. O., WILLIAMSON, H. W.: Process for the manufacture of protein containing substances for fodder, foodstuffs and technical application. U.S. Patent Office, Patent No. 3 808 614, 1974.
- [8] GASSON, M. J.: Progress and potential in the biotechnology of lactic acid bacteria. *FEMS Microbiol. Rev.* **12** (1993) 3–20.
- [9] GAIER, W., VOGEL, R. F., HAMMES, W. P.: Cloning and expression of the lysostaphin gene in *Bacillus subtilis* and *Lactobacillus casei*. *Let. Appl. Microbiol.* **14** (1992) 72–76.
- [10] GEISEN, R., STÄNDNER, L., LEISTNER, L.: New mould starter cultures by genetic modification. *Food Biotechnology* **4** (1990) 497–504.
- [11] GEISEN, R.: Fungal starter cultures for fermented foods: molecular aspects. *Trends in Food Science and Technology* **4** (1993) 251–256.
- [12] GEISEN, R.: Expression of the *Aspergillus niger* glucose oxidase gene in *Penicillium nalgiovense*. *World Journal of Microbiology & Biotechnology* **11** (1995) 322–325.
- [13] HAVENAAR, R., HUIS IN'T VELD, J. H. J.: Probiotics: A general view. In B.J.B. Wood (Herausg.): The Lactic Acid Bacteria in Health and Disease. London, New York: Elsevier Applied Science, 1992, pp. 151–170.
- [14] HEINRICH, P., ROSENSTEIN, R., BÖHMER, M., SONNER, M., GÖTZ, F.: The molecular organization of the lysostaphin gene and its sequences repeated in tandem. *Mol. Gen. Genet.* **209** (1987) 563–569.
- [15] HOLUND, U.: Cholesterol-lowering effect of a new fermented milk product. *Scand. Dairy Ind.* **4** (1993) 10–11.
- [16] KLAENHAMMER, T. R.: Bacteriocins of lactic acid bacteria. *Biochimie* **70** (1988) 337–349.

Literatur

- [17] KOSARIC, N.: Biosurfactants. New York: Marcel Dekker, 1993.
- [18] LEISTNER, L., GORRIS, L. G. M.: Food Preservation by hurdle technology. *Trends in Food Science & Technology* **6** (1995) 41–46.
- [19] NAKAMURA, S., KATO, A., KOBAYASHI, K.: New antimicrobial characteristics of lysozyme-dextran conjugate. *J. Agric. Food Chem.* **39** (1991) 647–750.
- [20] PERDIGON, G., ALVAREZ, S., NADER DE MACIAS, M. E., ROUX, M. E., PESCE DE RUIZ HOLLGADO, A.: The oral administration of lactic acid bacteria increase the mucosal immunity response to enteropathogens. *J. Food Prot.* **53** (1990) 404–410.
- [21] POOL-ZOBEL, B. L., BERTRAM, B., KNOLL, M., LAMBERTZ, R., NEUDECKER, C., SCHILLINGER, U., SCHMEZER, P., HOLZAPFEL, W. H.: Antigenotoxic properties of lactic-acid-bacteria *in vivo* in the gastro-intestinal tract of rats. *Nutr. Canc.* **20** (1993) 271–282.
- [22] RIGHELATO, R. C. (1976): Selection of strains of *Penicillium chrysogenum* with reduced penicillin yields in continuous cultures. *J. Appl. Biochem. Biotechnol.* **26** (1976) 153–159.
- [23] SCHAFFER, S. M., TATINI, S. R., BAER, R. J.: Microbial safety of blue and cheddar cheeses containing naturally modified milk fat. *J. Food Prot.* **58** (1995) 132–138.
- [24] SCHIFFRIN, E. J., ROCHAT, F., LINK-AMSTER, H., AESCHLIMANN, J. M., DONNET-HUGHES, A.: Immunomodulation of human blood cells following the ingestion of lactic acid bacteria. *J. Dairy Sci.* **78** (1995) 491–497.
- [25] SHEPHERD, R., ROCKEY, J., SUTHERLAND, I. W., ROLLER, S.: Novel bioemulsifiers from microorganisms for use in foods. *J. Biotechnol.* **40** (1995) 207–217.
- [26] SOLOMONS, G. L., SCAMMELL, G. W.: Production of edible protein substances. U.S. Patent Office, Patent No. 3 937 654, 1976.
- [27] SOLOMONS, G. L.: Microbial proteins and regulatory clearance for RHM myco-protein. In Moo-Young, M., Gregory, K. F. (Hrsg.): *Microbial Biomass Protein*. London: Elsevier, 1986, pp. 19–29.
- [28] STILES, M. E.: Potential for biological control of agents of foodborne disease. *Food. Res. Int.* **27** (1994) 245–250.
- [29] TIINA, M., SANDHOLM, M.: Antibacterial effect of the glucose oxidase-glucose system on food-poisoning organisms. *Int. J. Food Microbiol.* **8** (1989) 165–174.
- [30] TRINCI, A. P. J.: Myco-protein: a twenty-year overnight success story. *Mycol. Res.* **1** (1992) 1–13.
- [31] VAN DE GUCHTE, M., VAN DER WAL, F. J., KOK, J., VENEMA, G.: Lysozyme expression in *Lactococcus lactis*. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* **37** (1992) 216–224.
- [32] VOGEL, R. F., BECKE-SCHMID, M., ENTGENS, P., GAR, W., HAMMES, W. P.: Plasmid transfer and segregation in *Lactobacillus curvatus* LTH 1432 in vitro and during sausage fermentations. *System. Appl. Microbiol.* **15** (1992) 129–136.
- [33] VOGEL, R. F., POHLE, B. S., TICHACZEK, P. S., HAMMES, W. P.: The competitive advantage of *Lactobacillus sake* LTH 1174 in sausage fermentations is caused by formation of curvacin A. *System. Appl. Microbiol.* **16** (1993) 457–462.
- [34] WIEBE, M. G., ROBSON, G. D., OLIVER, S. G., TRINCI, A. P. J.: Use of a series of chemostat cultures to isolate „improved“ variants of the Quorn® mycoprotein fungus, *Fusarium graminearum* A3/5. *Microbiology* **140** (1994) 3015–3021.

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme
Mikrobiologie der Lebensmittel. – Hamburg : Behr.

Lebensmittel pflanzlicher Herkunft / hrsg. von G. Müller
... – 1. Aufl. – 1997
ISBN 3-86022-246-5
NE: Müller, Gunther [Hrsg.]



Nur für persönlichen Gebrauch

© B. Behr's Verlag GmbH & Co., Awerhoffstraße 10, 22085 Hamburg

1. Auflage 1997

Satz und Druck: Fischer Druck + .
38300 Wolfenbüttel

Alle Rechte – auch der auszugsweisen Wiedergabe – vorbehalten. Autoren und Verlag haben das Werk mit Sorgfalt zusammengestellt. Für etwaige sachliche und drucktechnische Fehler kann jedoch keine Haftung übernommen werden.

Geschützte Warennamen (Warenzeichen) werden nicht besonders kenntlich gemacht. Aus dem Fehlen eines solchen Hinweises kann nicht geschlossen werden, daß es sich um einen freien Warennamen handelt.

MIKROBIOLOGIE DER LEBENSMITTEL
LEBENSMITTEL
PFLANZLICHER HERKUNFT

Herausgegeben von
G. Müller / W. Holzapfel / H. Weber

BEHR'S...VERLAG