

## Prozessoptimierung zur Herstellung von länger haltbarer Frischmilch (ESL) unter Verwendung von thermischen und Membranverfahren

<b>Koordinierung:</b>	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI), Bonn
<b>Forschungsstelle I:</b>	Technische Universität München Zentralinstitut für Ernährungs- und Lebensmittelforschung Abt. Technologie, Freising-Weihenstephan Prof. Dr. U. Kulozik/Dipl.-Oec.troph. V. Kaufmann
<b>Forschungsstelle II:</b>	Technische Universität München Zentralinstitut für Ernährungs- und Lebensmittelforschung Abt. Mikrobiologie, Freising-Weihenstephan Prof. Dr. S. Scherer
<b>Industriegruppen:</b>	VDMA Fachverband Nahrungsmittel- und Verpackungsmaschinen, Frankfurt Vereinigung zur Förderung der Milchwissenschaftl. Forschung an der TUM
	Projektkoordinator: H. Kulmus, VA GmbH Gesellschaft für Food-Processing, Stuttgart
<b>Laufzeit:</b>	2007 - 2009
<b>Zuwendungssumme:</b>	€ 329.350,-- (Förderung durch BMWi via AiF/FEI)

### Ausgangssituation:

E(xtended) S(helf) L(ife)-Milch, die sich durch eine Haltbarkeit von mehreren Wochen (unter Kühlagerung) und einen frischmilchähnlichen Geschmack auszeichnet, hat sich in den letzten Jahren auf dem Milchsektor immer weiter etabliert. Qualität und Stabilität dieser länger haltbaren Frischmilch hängen von Faktoren, wie Rohmilchqualität, Verpackungs- und Lagerungsbedingungen sowie dem eigentlichen Herstellungsprozess, ab. Als Herstellungsvarianten stehen unterschiedliche thermische (Hoherhitzen: HE) und/oder damit kombinierte membran-technische Verfahren (Mikrofiltration mit nachgeschalteter Pasteurisierung: MF+ PAST) zur Auswahl. Die Optimierung der bereits bestehenden ESL-Verfahrens- und Produktkonzepte erfolgte bislang empirisch, da Einfluss und Zusammenspiel der prozesstechnischen sowie der vor- und nachgelagerten Faktoren auf spezifische, wertgebende Produkteigenschaften oder insbesondere auch auf haltbarkeitsrelevante und

-begrenzende Veränderungen der Milch nur ansatzweise geklärt waren.

Ziel des Forschungsvorhabens war es daher, Aus- und Zusammenwirkung der verschiedenen (wert- und haltbarkeitslimitierenden) Einflussfaktoren auf herstellungs- und lagerungsbedingte Produktveränderungen systematisch zu eruieren.

### Forschungsergebnis:

#### Forschungsstelle 1:

Das ESL-Konzept bringt im Vergleich zum herkömmlich pasteurisierten Produkt entscheidende Vorteile hinsichtlich der Haltbarkeit der (kühlgelagerten) Milch mit sich, wirkt sich aber kaum oder nur geringfügig auf die wertrelevanten Produkteigenschaften (Vitamingehalt, Geschmack) aus.

Verfahrensabhängig ergeben sich allerdings zunächst (v.a. thermisch induzierte) Unterschiede

in den (sensorischen) Eigenschaften der frisch hergestellten MF+PAST- und HE-Produkte (Kochgeschmack), des Weiteren aber auch bezüglich der Qualität und Stabilität im Lagerungsverlauf sowie bezüglich der haltbarkeitsbegrenzenden Kriterien und Faktoren. Die HE resultiert im Vergleich zur MF+PAST in geringeren Keimgehalten (aber keiner vollständigen Sporeninaktivierung) sowie (Rest-)Aktivitäten der lipolytischen/proteolytischen Enzyme, geht jedoch anfänglich mit einem (leichten) Kochgeschmack der Milch einher. Lipolyse und Proteolyse sowie deren physiko-chemische Folgereaktionen, die sich beim MF+PAST-Produkt als geschmacks- und haltbarkeitsbeeinträchtigend erweisen, finden bei HE-Milch im Lagerungsverlauf kaum statt. Die demzufolge vergleichsweise etwas längere Haltbarkeit der HE-Milch wird aber durch andere biochemische (z.T. in Zusammenwirken mit thermisch induzierten) Reaktionen limitiert. Die (verfahrens-)spezifischen, enzymatisch verursachten, sensorischen Veränderungen während der Lagerung und somit die Produkthaltbarkeit hängen dabei – je nach Herstelloption unterschiedlich stark – von weiteren, sich wechselseitig beeinflussenden Faktoren bzw. der mikrobiologischen/enzymatischen Rohmilchqualität, Enzymaktivität und Keimgehalt/-flora im Endprodukt sowie den (Kühl-)Lagerbedingungen ab.

Demnach resultiert die ESL-Technologie (auch bei standardisierten Herstellungsprozessen) nicht unmittelbar in Produkten mit gleichen, eindeutig definierbaren bzw. spezifizierbaren Eigenschaften oder Haltbarkeiten. Unter Berücksichtigung der im Rahmen dieses Forschungsvorhabens eruierten, komplexen Zusammenhänge zwischen verfahrenstechnischen und vor- bzw. nachgelagerten Faktoren lassen sich jedoch Qualität und Stabilität der ESL-Produkte gezielt ableiten.

#### Forschungsstelle 2:

Neben geringen Keimzahlen (29 KbE/Liter) weisen die nur aus sporenbildenden Bakterien bestehenden HE-Milchflora eine geringe Biodiversität auf. Die thermophile Flora bestand nur aus *Anoxybacillus flavithermus*, die mesophile Flora war aus *Brevibacillus agri*, *Bacillus subtilis* und *Bacillus licheniformis* zusammengesetzt. Während Kühlung bei 10°C kam es in den HE-Milchen nicht zum Wachstum und somit nicht zu einem mikrobiell verursachten Verderb.

Die Mikrofiltration führte zu einer Keimzahlreduktion um 3-5 log Einheiten und neben Milch-

säurebakterien, Staphylokokken und *Microbacterium* spp., bestanden die Floren der mikrofiltrierten Milchproben auch aus gramnegativen Bakterien. Diese wurden jedoch durch die nachgeschaltete Pasteurisation vollständig eliminiert. Die Mikrobiota der MF+PAST-Milchen setzten sich direkt nach der Behandlung sowie während der Lagerung bei 4°C, 8°C bzw. 10°C bis zum MHD-Ende (20/22 Tage) hauptsächlich aus *Microbacterium* spp. zusammen. Jedoch konnte ein vorzeitiger Verderb einzelner Milchpackungen durch *Paenibacillus amylolyticus*/*glucanolyticus* festgestellt werden.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass aufgrund der stärkeren Abtötungswirkung die Keimzahlen der HE-Milch nach der Behandlung um den Faktor 100 - 1.000 geringer sind als in MF+PAST-Milch (29 KbE/Liter vs. 2 - 2 x 10<sup>1</sup> KbE/ml). Während der Lagerung der HE- bzw. der MF+PAST-Milch bei 10°C bis zum MHD-Ende (33 bzw. 20/22 Tage) kam es nur in der MF+PAST Milch zu einem Keimzahlanstieg um 4 log Einheiten auf 4 x 10<sup>4</sup> - 4 x 10<sup>5</sup> KbE/ml, die Keimzahlen der HE-Milch dagegen blieben konstant. Somit können sich mikrobiologische Faktoren nur bei MF+PAST- und nicht bei HE-Milch als haltbarkeitsrelevant erweisen.

#### **Wirtschaftliche Bedeutung:**

Der Absatz von länger haltbarer Frischmilch in Deutschland hat sich in den letzten Jahren nahezu verdoppelt und wird voraussichtlich auch in den nächsten Jahren weiter ansteigen. Daraus lässt sich für die ca. 250 Unternehmen der deutschen Milchindustrie (mit insgesamt etwa 40.000 Beschäftigten), deren Gesamtumsatz im Jahr 2005 rund 22 Milliarden Euro betrug und von denen in etwa 80 % als kmU eingestuft werden können, gerade auf diesem Sektor ein weiter wachsendes Marktsegment ableiten.

Das bessere Verständnis der herstellungsbedingten und haltbarkeitslimierenden Produktveränderungen bei ESL-Milch in Abhängigkeit von verfahrenstechnischen sowie von vor- und nachgelagerten Einflüssen ermöglicht eine systematische Prozess- und Produktoptimierung.

Die Eigenschaften und Haltbarkeiten der verschiedenen ESL-Produkte lassen sich unter Berücksichtigung der im Vorhaben ermittelten Zusammenhänge besser ab- und einschätzen sowie entsprechende (prozesstechnische oder produktspezifische) Maßnahmen gezielt ableiten, was

für die Molkereibetriebe gleichermaßen eine höhere Sicherheit und Verbraucherakzeptanz der Produkte mit sich bringt.

Neben der Optimierung bereits bestehender ESL-Verfahrens- und Produktkonzepte kann nunmehr auch die Implementierung neu(artiger) Verfahrensansätze unternehmensspezifischer gestaltet werden. Basierend auf den Projektergebnissen können die Maschinen- und Anlagenhersteller die zur Herstellung von ESL-Milch benötigten Anlagen gezielt auslegen und in optimierter Form anbieten oder die bereits bestehenden Anlagensysteme verbessern.

#### Publikationen (Auswahl):

1. FEI-Schlussbericht 2009.
2. Schmidt, V., Kaufmann, V., Kulozik, U., Scherer, S. und Wenning, M.: Microbial biodiversity, quality and shelf life of microfiltered and pasteurized ESL milk from Germany, Austria and Switzerland. *Int. J. Food Microbiol.* 154, 1-9 (2012).
3. Kaufmann, V., Scherer S. und Kulozik, U.: Stoffliche Veränderungen in Konsummilch durch haltbarkeitsverlängernde Verfahren: Fakten zur Frage der Kennzeichnung von ESL-Milch. *Dt. Milchwirt.* 7, 34-37 (2009).
4. Kaufmann, V., Scherer, S. und Kulozik, U.: Stoffliche Veränderungen in Konsummilch durch haltbarkeitsverlängernde Verfahren. *Dt. Milchwirt.* 7, 262-266 (2009).
5. Kaufmann, V. und Kulozik, U.: Verfahrenstechnische Einflussfaktoren auf die Qualität und Stabilität von ESL-Milch. *Dt. Molkerei Z.* 24, 28-30 (2008).
6. Kaufmann, V., Schmidt, V., Scherer, S. und Kulozik, U.: Prozessoptimierung zur Entkeimung von Milch mittels Membrantechnik. (Posterabstract) Tagungsband 65. FEI-Jahrestagung 2007, 110 (2008).
7. Kaufmann, V. und Kulozik, U.: Sterilfiltration und Keimabreicherung durch Mikrofiltration und Kombinationsverfahren. *Dt. Milchwirt.* 7, 234-236 (2008).
8. Kaufmann, V. und Kulozik, U.: Haltbarkeitsverlängerung von Milch. *Steriltechnik* 1, 37-39 (2007).
9. Kaufmann, V. und Kulozik, U.: Verfahrenskonzepte zur Herstellung von ESL-Milch. *Dt. Milchwirt.* 8, 268-271, (2007).
10. Kaufmann, V. und Kulozik, U.: Kombination von Mikrofiltration und thermischen Verfahren zur Haltbarkeitsverlängerung von Lebensmitteln. *Chemie Ingenieur Technik* 78, 1647-1653 (2006).

#### Weiteres Informationsmaterial:

Technische Universität München  
Zentralinstitut für Ernährungs- und  
Lebensmittelforschung, Abt. Technologie  
Weihenstephaner Berg 1  
85350 Freising-Weihenstephan  
Tel.: 08161/71-3535, Fax: 08161/71-4384  
E-Mail: ulrich.kulozik@wzw.tum.de

Technische Universität München  
Zentralinstitut für Ernährungs- und  
Lebensmittelforschung, Abt. Mikrobiologie  
Weihenstephaner Berg 3  
85354 Freising-Weihenstephan  
Tel.: 08161/71-3516, Fax: 08161/71-4512  
E-Mail: siegfried.scherer@wzw.tum.de

Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI)  
Godesberger Allee 142-148, 53175 Bonn  
Tel.: 0228/372031, Fax: 0228/376150  
E-Mail: fei@fei-bonn.de

... ein Projekt der **Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF)**

gefördert durch/via:

