

Optimierung der Proteinquervernetzung durch Transglutaminase in gerührtem Joghurt

Koordinierung:	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI), Bonn
Forschungsstelle:	Technische Universität München Zentralinstitut für Ernährungs- und Lebensmittelforschung Abt. Technologie, Freising-Weihenstephan Prof. Dr. U. Kulozik
Industriegruppe:	Vereinigung zur Förderung der Milchwissenschaftlichen Forschung an der TUM Freising-Weihenstephan Projektkoordinator: Hr. Margreiter Alpenhain Camembert Werk, Pfaffing
Laufzeit:	2007 – 2009
Zuwendungssumme:	€ 254.200,-- (Förderung durch BMWi via AiF/FEI)

Ausgangssituation:

Zur Gelbildung in Milchdesserts und Rührjoghurt, das bedeutendste Marktsegment aller fermentierten Milcherzeugnisse, ergeben sich in der Milchindustrie bisher nicht genutzte Optionen, um auf molekularer bzw. mikrostruktureller Ebene neue Gelstrukturen durch enzymatische Quervernetzung von Proteinen mittels Transglutaminase (TG) zu erzeugen. Die aus vernetzten Proteinen erzeugten Gele zeigen deutlich verbesserte Textureigenschaften sowie eine erhöhte Stabilität. Bisherige Ansätze dazu beschränken sich allerdings im Wesentlichen auf stichfesten Joghurt, d.h. auf eine nach der Gelbildung mechanisch unbelastete Struktur von relativ geringer Marktrelevanz.

Ziele des Forschungsvorhabens waren daher:

- Die Ermittlung optimaler Prozess- und Milieubedingungen für durch gleichzeitige Zugabe von TG und Starterkultur hergestellten Joghurt unter dem Einfluss von Scherbelastungen.
- Die Bestimmung der TG-bedingten Effekte einerseits in Rührjoghurt und andererseits in Casein-Modellsystemen über die Lagerzeit.
- Die Übertragung und kausale Klärung des Einflusses thermischer Vorbehandlungen auf den TG-Effekt ausgehend von Modellversu-

chen mit Caseinlösungen auf das Produktsystem Milch, am Beispiel Rührjoghurt.

- Die Ermittlung des Protein- und Fettgehalts, der Enzymkonzentration und der Inkubationsbedingungen für den Einsatz eines Glutathion-haltigen TG-Präparats bei der Vorinkubation der Joghurtmilch.
- Die Ermittlung hinsichtlich des Einbindens der TG-Reaktion auf die Frage hin, ob ein Enzymeinsatz mit nachfolgender thermischer Enzyminaktivierung vor der Fermentation bzw. der Einsatz während der Fermentation mit Inaktivierung infolge pH-Absenkung die besseren Struktureffekte (Viskosität, Serumbindevermögen, sensorischer Eindruck) ergibt.

Forschungsergebnis:

Die enzymatische Proteinquervernetzung durch Transglutaminase bei der Herstellung von gerührtem Joghurt ermöglicht einerseits eine Verbesserung der Struktureigenschaften und des Mundgefühls bei fettarmen oder fettfreien Produkten, andererseits ist es möglich, bei vergleichbaren rheologischen Eigenschaften die benötigte Proteinerhöhung der Joghurtherstellung zu reduzieren.

Durch die Optimierung der prozesstechnischen Parameter, wie geeignete Enzymkonzentration, Inkubationsdauer, Zusammensetzung und Art der Milchproteine, kann die TG-Reaktion gezielt und effektiv in den Prozess der Joghurtherstellung integriert werden. Hier zeigte sich, dass ein mittels Größenausschluss-Chromatographie bestimmter, enzymatisch induzierter Protein-Vernetzungsgrad von 10-15 % ausreichend ist für eine Verbesserung der Joghurtstruktur. Dieser wird - abhängig von den Fermentationsbedingungen - i. d. R. bereits bei niedrigen Enzymkonzentrationen (ca. 0,5 U/g Protein) erreicht. Bei höheren Vernetzungsgraden kommt es zu unerwünschten Strukturänderungen im Joghurt, wie z. B. der Bildung von Klumpen oder einem rauen Mundgefühl.

Die ermittelten Ergebnisse tragen somit zu einem verbesserten Verständnis der TG-Reaktion bei und vermindern TG-bedingte Fehlstrukturen und Produktionsausfälle. So konnten z. B. die Hintergründe der bei simultaner Zugabe von TG und Starterkultur auftretenden negativen Strukturveränderungen während der Lagerzeit geklärt und mögliche Alternativen zu ihrer Vermeidung eruiert werden. Hierbei wurde ermittelt, dass die bei der Joghurtfermentation stattfindende pH-Absenkung nicht ausreichend ist, um das Enzym vollständig zu inaktivieren. So kommt es während der Lagerung bei 4 °C noch zu einem sehr geringen Anstieg des Vernetzungsgrads, der zusammen mit einer gesteigerten Caseinreassoziatio auf Grund der höheren Proteinnetzwerkdichte im TG-behandelten Joghurt zur Verschlechterung der Joghurteigenschaften führt. Diese negativen Veränderungen können sowohl beim simultanen Enzymsatz durch die Verschiebung des Casein-Molkenprotein-Verhältnisses zu höheren Molkenprotein-Anteilen, als auch durch die Verwendung einer vor der mikrobiellen Fermentation mittels des Glutathion-haltigen TG-Präparats durchgeführten Vorinkubation mit anschließender thermischer Enzyminaktivierung oder dem Einsatz von bereits vorher TG-behandelten Milchproteinpulvern reduziert oder sogar vollkommen verhindert werden.

Wirtschaftliche Bedeutung:

Der optimierte Einsatz von Transglutaminase ermöglicht ein Verfahren, das ohne wesentlichen prozesstechnischen Zusatzaufwand auskommt und zudem die Prozesszeit zur Enzymwirkung bzw. -dosage minimiert. Neben dem Kosteneinsparungspotential besteht die zusätzliche Aus-

sicht auf das Erzeugen von speziellen TG-zugänglichen Proteinpräparaten. Diese können sich durch eine für die Proteinvernetzung optimierte Zusammensetzung, der Anteile an Caseinen und Molkenproteinen oder eine optimierte Proteinstruktur auszeichnen. Auch können TG-vernetzte, konfektionierte Proteinpulver für den Export hergestellt werden, um daraus unabhängig von der lokalen Verfügbarkeit von Frischmilch oder mittels neuer Produktionsverfahren fermentierte Milcherzeugnisse herzustellen.

Von den Ergebnissen des Vorhabens profitieren zunächst vorrangig die Joghurt- bzw. Milchdessert-herstellenden Unternehmen sowie die Hersteller von Proteinspezialprodukten. Einerseits kann aus dem neuartigen, optimierten Prozess zur effizienteren Herstellung von Rührjoghurt ein erheblicher wirtschaftlicher Vorteil resultieren. Dies ist von besonderer Bedeutung in Hinblick auf die Tatsache, dass die Joghurtherstellung als ein bereits seit langem etablierter und gut charakterisierter Herstellungsprozess eigentlich nur noch einen sehr geringen Optimierungsspielraum bietet. Insgesamt kann durch die Möglichkeit einer Trockenmassereduktion um ca. 1,5 % in Rührjoghurt bei einem Preis von ca. 2,5 € je kg Magermilchpulver insgesamt eine Einsparung von ca. 132.500 €/a bei einer fiktiven Produktionsmenge an fettarmem und entrahmtem Joghurt von 5.000 t/a erreicht werden. Jede weitere, durchaus realistische Reduktion erbringt einen entsprechend höheren Betrag. Darüber hinaus kann eine verbesserte Struktur, zugleich eines der wichtigsten Qualitätsmerkmale bei Rührjoghurt, von entscheidendem wirtschaftlichen Vorteil sein. Dies betrifft die Mehrzahl der insgesamt 118 Milch-verarbeitenden Unternehmen mit 258 Betriebsstätten.

Publikationen (Auswahl):

1. FEI-Schlussbericht 2009.
2. Guyot, U. und Kulozik: Effect of transglutaminase-treated milk powders on the properties of skim milk yoghurt. *Int. Dairy J.* 21, 628-635 (2011).
3. Guyot, C., Lauber, S. und Kulozik, U.: Effect of transglutaminase-treated milk powders on the properties of skim milk yoghurt. 5th intern. Symp. Food Rheol. Struct., Zürich, Proc. 400-404 (2009).
4. Bönisch, M. P. und Kulozik, U.: Verstärkung der Geleigenschaften Teil 1. *DMZ* 8, 20-23 (2008).

5. Bönisch, M. P. und Kulozik, U.: Verstärkung der Geleigenschaften Teil 2. DMZ 9, 24-26 (2008).
6. Guyot, C. Vokrouhlik, T und Kulozik, U.: Einfluss der Transglutaminase-Konzentration auf die enzymatische Proteinquervernetzung während der Joghurtfermentation. (Posterabstract) Tagungsband 65. FEI-Jahrestagung 2007, 111 (2008).
7. Bönisch, M. P. und Kulozik, U.: Verstärkung der Geleigenschaften. DMZ 21, 36-40 (2007).

Weiteres Informationsmaterial:

Technische Universität München
Zentralinstitut für Ernährungs- und Lebensmittel-
forschung, Abt. Technologie
Weihenstephaner Berg
85350 Freising-Weihenstephan
Tel.: 08161/71-4205, Fax: 08161/71-4384
E-Mail: ulrich.kulozik@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:

