

Entwicklung redoxreaktiver Backzutaten zur Verbesserung der Verarbeitbarkeit und Textur von glutenfreien Teigen und Backwaren

Koordinierung:	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI), Bonn
Forschungsstelle I:	Technische Universität München Wissenschaftszentrum Weihenstephan WZW Lehrstuhl für Technische Mikrobiologie Prof. Dr. Rudi F. Vogel/Dr. Jürgen Behr
Forschungsstelle II:	Hans-Dieter-Belitz-Institut für Mehl- und Eiweißforschung e. V. (hdbi) Freising-Weihenstephan Prof. Dr. Dr. Peter Schieberle/Prof. Dr. Peter Köhler
Industriegruppen:	Verein der Förderer des Hans-Dieter-Belitz-Instituts für Mehl- und Eiweißforschung e. V., Freising-Weihenstephan Der Backzutatenverband e. V., Bonn
	Projektkoordinator: Dr. Markus Brandt Ernst Böcker GmbH & Co. KG, Minden
Laufzeit:	2011 – 2014
Zuwendungssumme:	€ 534.850,-- (Förderung durch BMWi via AiF/FEI)

Ausgangssituation:

Die Produktpalette glutenfreier Backwaren am Markt ist derzeit mengenmäßig und qualitativ sehr begrenzt. Sie basiert hauptsächlich auf einer Reis-, Mais- oder Stärkematrix und besitzt neben erheblichen sensorischen Defiziten, unzureichender Krumenstruktur und Volumen eine geringere ernährungsphysiologische Wertigkeit. Eine Alternative stellt die Verwendung von Pseudocerealien dar. Diese sind hinsichtlich essenzieller Aminosäuren und Ballaststoffe glutenhaltigen Getreiden ebenbürtig und teilweise sogar überlegen. Außerdem führt ihre Verwendung zu neuen Geschmacksausprägungen der sensorisch oft wenig attraktiven bisherigen glutenfreien Backwaren. Aus diesen Gründen erfahren Backwaren mit bzw. aus Pseudocerealien derzeit eine zunehmende Attraktivität. Wegen der fehlenden Eigenbackfähigkeit der Pseudocerealien im Vergleich z. B. zu Weizen, ist ihre Verwendung in unbehandelter Form aber

stark eingeschränkt. Verfahrenstechnische Verbesserungen oder der Zusatz von Backmitteln, die diesen Nachteilen entgegenwirken, sind daher von außerordentlichem Interesse. Die voranschreitende Entwicklung von Backmitteln, die vergleichsweise einfache Anwendungsmuster haben, ist für Zöliakieerkrankte und das Bäckereigewerbe gleichermaßen attraktiv und könnte so für beide Seiten vorteilhaft sein.

Umfassende Kenntnisse über die Chemie der Kleberproteine ermöglichen, in direkt geführten Weizenteigen die gezielte Beeinflussung der Klebereigenschaften und damit der Backfähigkeit von Weizenmehlen durch Backmittel, welche die stammabhängige Glutathionreduktase der Mikroorganismen, Peptidasen, Ascorbinsäure, Cystein und andere Oxidations- oder Reduktionsmittel, Lipoxygenase oder Emulgatoren enthalten können. Technologisch relevante Eigenschaften von Kleberproteinen können zudem durch eine

gezielte Auswahl von Mikroorganismen und Backzutaten verbessert werden.

Zum entsprechenden Einfluss des Redoxpotentials auf glutenfreie Teige, die damit eng verbundene reversible Quervernetzung von Proteinen und deren proteolytischer Abbau und die Auswirkungen auf die Struktur von glutenfreien Broten gibt es jedoch bisher keine Untersuchungen.

Ziel des Forschungsvorhabens war es deshalb, den Einfluss von Redoxreagenzien, Enzymen und mikrobiellem Stoffwechsel auf das Redoxpotential glutenfreier Teige aufzuklären. Die damit verbundenen Wechselwirkungen von Proteinen, deren Zugänglichkeit zur Proteolyse bzw. Aggregatbildung und die damit verbundene Freisetzung von strukturbildenden Stärken und Arabinoxylanen sollten näher charakterisiert und damit die Grundlage geschaffen werden, speziell zur Herstellung glutenfreier Backwaren geeignete Backzutaten zu entwickeln.

Forschungsergebnis:

Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurden Teige aus einem Gemisch aus 75 % Reismehl und 25 % Buchweizenmehl untersucht. Als redoxaktive Zusätze wurden u.a. Kaliumbromat, Ascorbinsäure, Lipoxygenase und Glucoseoxidase eingesetzt. Neben dem vernetzenden Enzym Transglutaminase wurde auch die Peptidase Trypsin eingesetzt. Analysiert wurden die Gehalte an Glutathion und Cystein, die quantitative Proteinzusammensetzung in Abhängigkeit der Konzentration des Zusatzes, die rheologischen Teigeigenschaften (Viskosität, Elastizität) und die Backqualität (Brotvolumen, Krumenbeschaffenheit, Porung). Insgesamt zeigte sich, dass durch die Modifikation der Proteinfractionen mittels Redoxreagenzien bzw. Enzymen nur eine begrenzte Verbesserung der Struktureigenschaften und somit der backtechnologischen Eigenschaften der Teige erzielt werden konnte. Buchweizenmehl zeigte eine extrem hohe Konzentration an freiem Glutathion, so dass ein Einsatz als Zutat auch in glutenhaltigen Teigsystemen zur Steuerung der rheologischen Eigenschaften möglich ist. Orientierende Versuche zeigten, dass die Eigenschaften glutenfreier Teigsysteme wesentlich stärker durch modi-

fizierte Polysaccharide beeinflussbar waren als durch eine Proteinmodifizierung.

Es zeigte sich, dass das Redoxpotential in den glutenfreien Teigen einen Einfluss auf den mikrobiellen Stoffwechsel hat. Deshalb kann die Steuerung des Redoxpotentials während der Fermentation eine gute Lösung sein, um den Gehalt bestimmter Metabolite zu erhöhen. Diese Erkenntnisse sind von großer Bedeutung, um die Qualität glutenfreier Sauerteige zu verbessern. Des Weiteren zeigte sich, dass Buchweizensauerteige einen positiven Einfluss auf die Gasbildung der Hefe haben. Das bedeutet, dass der Einsatz geeigneter Starterkulturen die Backeigenschaften des Brotes verbessern kann. Ein PCR-Screening auf Redoxgene, Peptidasen und Dehydrogenasen zeigte, dass die Stämme *L. plantarum*, *L. brevis*, *L. paracasei* und *L. fermentum* die meisten positiven PCR-Signale ergaben. Da die Mehrzahl der getesteten Stämme aus Sauerteigen stammt und isoliert wurden, ist eine Anwendbarkeit in glutenfreien Teigen gegeben. Somit können geeignete Starterkultur/Backhefekompositionen unmittelbar in der Backindustrie eingesetzt werden.

Wirtschaftliche Bedeutung:

Etwa 2 % der europäischen Bevölkerung hat entsprechende Antigene zur Ausbildung einer Glutenunverträglichkeit im Körper. Derzeit sind etwa 2,5 Mio. Menschen in Europa an Zöliakie erkrankt, bis zu 500.000 davon leben in Deutschland. Aufgrund verbesserter Diagnostik steigen diese Zahlen in ganz Europa stetig, mit der Folge eines enormen Nachfrageanstiegs an glutenfreien Backwaren.

Ein an Zöliakie erkrankter Mensch verzehrt etwa 74 kg Backwaren im Jahr. Dies entspricht einem Absatzpotential von jährlich 37 Mio. Tonnen glutenfreier Backwaren. Der Backmittelanteil an Backwaren entspricht derzeit etwa 3 % Zugabe auf das Mehl, bei einer Backausbeute von 133 % bezogen auf die eingesetzte Mehlmenge entspricht dies einer Backmittelmenge von 835.000 kg. Bei einem Durchschnittspreis von 3 €/kg Backmittel entspricht dies einem jährlichen Marktvolumen an Backmitteln von 2,5 Mio. € allein für den deutschen Markt, für Europa entsprechend das Fünffache. Durch die

Verarbeitung zu Backwaren, einen Mindestdurchschnittspreis von 5 €/kg Brot vorausgesetzt, entspricht dies einem jährlichen Gesamtmarktvolumen von € 174 Mio. in Deutschland. Die wirtschaftliche Bedeutung für kleine und mittelständische Unternehmen (KMU) ist gerade bei solchen Nischenprodukten sehr hoch, da diese Märkte traditionell von KMU bedient werden.

Auf der Basis der Ergebnisse können Backmittel- und Starterkulturentwicklungen erfolgen, die eine Umsetzung im Markt voraussichtlich ab 2015 ermöglichen. Bereits während der Projektlaufzeit wurden Versuche in Bezug auf die Präparationen als getrocknete Backzutaten durchgeführt wurden. Die grundsätzlichen technologischen Möglichkeiten einer Umsetzung sind bei Unternehmen der Backmittelindustrie vorhanden und bedürfen voraussichtlich lediglich einer Anpassung an neue Verfahrensparameter und der Nutzung neuer Stämme. Eine schnelle Umsetzbarkeit der Ergebnisse ist damit gegeben.

Publikationen (Auswahl):

1. FEI-Schlussbericht 2014.
2. Capuani, A., Behr, J. und Vogel, R. F.: Elektrochemische Prozessanalytik: Redoxpotentialmessungen als Kontrollparameter in Sauerteigfermentationen. GIT 58, 36-38, (2014).
3. Capuani, A., Werner, S., Behr, J. und Vogel, R. F.: Effect of controlled extracellular oxidation-reduction potential on microbial metabolism and proteolysis in buckwheat sourdough. Eur. Food Res. Technol. 238, 425-434, (2014).
4. Capuani, A., Stetina, M., Gstatenbauer, A., Behr, J. und Vogel, R. F.: Multivariate analysis of buckwheat gluten-free sourdough fermentations for metabolic screening of starter cultures. Int. J. Food Microbiol. 185 C, 158-166, (2014).
5. Lovric, I. und Köhler, P.: Einfluss von Redoxreagenzien und Enzymen auf die Eigenschaften glutenfreier Teige, Lebensmittelchem. 68, 77-78 (2014).
6. Capuani, A., Behr, J., Arendt, E. und Vogel, R.F.: Impact of oxidizing and reducing buckwheat sourdoughs on brown rice and buckwheat batter and bread. Eur. Food Res. Technol. 238, 979-988, DOI 10.1007/s00217-014-2175-2 (2014).
7. Stetina, M., Behr, J. und Vogel, R.F.: The Transcriptional Response of *Lactobacillus sanfranciscensis* DSM 20451 T and Its tcyB Mutant Lacking a Functional Cystine Transporter to Diamide Stress. Appl. Environ. Microbiol. 80 (14), 4114-4125, DOI 10.1128/AEM.00367-14 (2014).
8. Kraus, B., Lovric, I. und Köhler, P.: Quantifizierung von Glutathion und Cystein in glutenfreien Teigen. Deutsche Forschungsanstalt für Lebensmittelchem., Jahresbericht 2013, 132-135, ISBN 978-3-938896-74-7 (2013).
9. Lovric, I. und Köhler, P.: Entwicklung redoxreaktiver Backzutaten zur Verbesserung der Verarbeitbarkeit und Textur von glutenfreien Teigen und Backwaren. Lebensmittelchem. 67, 30 (2013).
10. Capuani, A., Behr, J. und Vogel, R.F.: Influence of lactic acid bacteria on redox status and on proteolytic activity of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) sourdoughs. Intern. J. Food Microbiol. 165 (2) 148-155, DOI: 10.1016/j.ijfoodmicro.2013.04.020 (2013).
11. Capuani, A., Behr, J., und Vogel, R. F.: Influence of lactic acid bacteria on the oxidation – reduction potential of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) sourdoughs. Eur. Food Res. Technol. 235, 1063-1069, DOI: 10.1007/s00217-012-1834-4 (2012).

Weiteres Informationsmaterial:

Technische Universität München
Wissenschaftszentrum Weihenstephan WZW
Lehrstuhl für Technische Mikrobiologie
Gregor-Mendel-Str. 4, 85354 Freising
Tel.: +49 8161 71-3663
Fax: +49 8161 71-3327
E-Mail: Rudi.Vogel@wzw.tum.de

Hans-Dieter-Belitz-Institut für Mehl und
Eiweißforschung e. V. (hdbi)
Lise-Meitner-Straße 34, 85354 Freising
Tel.: +49 8161 71-2928
Fax: +49 8161 71-2970
E-Mail: peter.schieberle@lrz.tum.de

Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI)
Godesberger Allee 142-148, 53175 Bonn
Tel.: +49 228 3079699-0
Fax: +49 228 3079699-9
E-Mail: fei@fei-bonn.de

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

gefördert durch/via:



Das o. g. IGF-Vorhaben der Forschungsvereinigung Forschungskreis der Ernährungsindustrie e. V. (FEI), Godesberger Allee 142-148, 53175 Bonn, wird/wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.