

Gezielte enzymatische und mikrobielle Modifikation von Stärke in Sauerteig



Koordinierung: Forschungskreis der Ernährungsindustrie e. V. (FEI), Bonn

Forschungsstelle(n): Universität Halle-Wittenberg

Institut für Chemie

Bereich Lebensmittelchemie

AK Prof. Wefers

Prof. Dr. Daniel Wefers/Nele Brand

Industriegruppe(n): Der Backzutatenverband e. V., Berlin

Projektkoordinator: Dr. Markus Brandt

Ernst Böcker GmbH & Co. KG, Minden

Laufzeit: 2021 – 2024

Zuwendungssumme: € 117.305,--

Ausgangssituation

Kohlenhydrate sind ein essentieller Bestandteil des humanen Energiestoffwechsels, wobei Verbraucher in Deutschland einen Großteil der Kohlenhydrate über Brot und Backwaren und somit Stärke aufnehmen. Diese dient in Pflanzen als Speicherkohlenhydrat und setzt sich aus den beiden Polysacchariden Amylose und Amylopektin zusammen. Liegen diese Polysaccharide unmodifiziert und in gelöster Form vor, können ihre glykosidischen Bindungen von den Verdauungsenzymen im menschlichen Dünndarm gespalten werden. Dies resultiert in der Freisetzung von energetisch verwertbarer Glucose und somit in einem Anstieg des Blutglucosespiegels. Jedoch besteht in den westlichen Industrienationen zunehmend das Problem, dass ein Übermaß an verfügbaren Kohlenhydraten aufgenommen wird, was mit verschiedenen Krankheiten, wie Übergewicht und Diabetes Typ 2, assoziiert wird. Dementsprechend bestehen Bestrebungen, den Gehalt an verfügbaren Kohlenhydraten in Lebensmitteln zu senken oder den Ballaststoffgehalt von Lebensmitteln zu erhöhen, um einen geringeren Anstieg des Blutglucosespiegels zu gewährleisten.

Eine Möglichkeit zur Erhöhung des Ballaststoffgehalts von Brot- und Backwaren stellt der Zusatz von Vollkornmehl dar, der allerdings aufgrund der Auswirkungen auf die sensorischen Eigenschaften und damit auf die Verbraucherakzeptanz dieser Produkte limitiert ist. Durch eine Modifikation von Stärke im Rahmen einer Sauerteigführung könnte der Ballaststoffgehalt dagegen ohne eine Rezepturänderung erhöht werden. Hierdurch könnte für milde Brotsorten (Weizenbrot, Weizenmischbrot) ohne sensorische Einbußen eine höhere Nutriscore-Punktzahl erreicht werden. Zur gezielten und selektiven Modifikation von Stärke bieten sich verschiedene kohlenhydratspaltende Enzyme, wie Pullulanase, oder das Glykogen-Verzweigungsenzym an. Neuartige Vertreter derartiger Enzyme, wie die 4,6- α -Glucanotransferasen, verwenden Stärke als Substrat und katalysieren eine Disproportionierungsreaktion, durch die Stärke- bzw. Maltodextrinmoleküle entstehen, die mit langen Dextransketten substituiert sind. Für die gebildeten Isomalto-/Malto-Polysaccharide (IMMPs) wurde bereits gezeigt, dass sie im Dünndarm kaum gespalten werden, potenziell präbiotische Eigenschaften besitzen und als

Ballaststoffe detektiert werden. 4,6- α -Glucanotransferasen werden von verschiedenen Milchsäurebakterien gebildet, welche ein zentraler Bestandteil von Sauerteigen sind und durch ihre Stoffwechselprodukte für eine Säuerung und Lockerung des Teiges sorgen. Dementsprechend besteht durch eine Sauerteigführung mit entsprechenden Starterkulturen die Möglichkeit, eine *in-situ*-Bildung von IMMPs und damit eine Erhöhung des Ballaststoffgehalts zu erzielen.

Ziel des Forschungsvorhabens war es, Bedingungen zu ermitteln, mit denen eine möglichst hohe IMMP-Synthese in Sauerteigen ermöglicht wird. Da sich verschiedene Milchsäurebakterien sowie deren Glucanotransferasen signifikant in ihrer Befähigung zur IMMP-Synthese unterscheiden können, sollten verschiedene als Sauerteigstarterkultur geeignete Milchsäurebakterien zum Einsatz kommen. Die Ergebnisse sollten im Anschluss auf die Herstellung von Sauerteigen mit entsprechenden Starterkulturen übertragen werden. Abschließend wurden die technofunktionellen Effekte einer erhöhten IMMP-Bildung in verschiedenen Backversuchen ermittelt. Durch diese systematische Untersuchung sollten Bedingungen aufgezeigt werden, die eine Herstellung von Backwaren oder vorfermentierten Teigen mit einem erhöhten IMMP- bzw. Ballaststoffgehalt erlauben.

Forschungsergebnis

Im Rahmen des Projektes konnten 11 Milchsäurebakterienstämme ausgewählt werden, die fermentativ aus Maltodextrinen IMMPs bilden können und sich als Starterkulturen für Sauerteige eignen. Dabei wurde festgestellt, dass das Substrat und die Fermentationstemperatur in Abhängigkeit vom Bakterienstamm Einfluss auf die Ausbeute an α -1,6-glucosidischen Bindungen und die Größenverteilung der 1,6-verknüpften Abschnitte haben. Auch die Struktur der 1,6-verknüpften Abschnitte unterscheidet sich je nach Bakterienstamm.

Von den vielversprechendsten Milchsäurebakterienstämmen wurden 8 ausgewählt, dessen 4,6- α -Glucanotransferasen rekombinant gewonnen wurden. Von diesen Enzymen zeichneten sich drei durch eine hohe Transferaseaktivität bei ausgewählten pH-Werten und Temperaturen aus und zeigten somit Potential für die Anwendung im Brotteig. Als besonders gutes Substrat hat sich entzweigte Stärke herausgestellt, mit der Anteile von über 36 % an neugebildeten 1,6-Verknüpfungen erreicht werden konnten.

Für den Nachweis von IMMPs in Brot wurde erfolgreich eine enzymatisch-chromatographische Methode entwickelt. Daraufhin wurden verschiedene Sauerteige und Brot mit variierenden Enzymen, Starterkulturen und Zusätzen hergestellt und untersucht. Dabei erwies sich die *In situ*-Bildung von IMMPs im Sauerteig durch ausgewählte Starterkulturen als die vielversprechendste Methode für eine hohe Ausbeute an IMMPs. Die höchsten Gehalte an IMMPs wurden dabei i.d.R. in den ersten 24 Stunden der Sauerteigführung gebildet. Durch einen Einsatz von Quellmehl oder vorgequollenem Altbrot in Kombination mit Pullulanase konnte der Gehalt an IMMPs im Sauerteig noch einmal deutlich gesteigert werden und lag letztendlich > 1 %. Die im Rahmen des Projektes hergestellten Modellbrote haben gezeigt, dass durch die erhöhte IMMP-Bildung keine negativen Auswirkungen auf die backtechnischen Eigenschaften der Brote zu erwarten sind.

Die erhaltenen Ergebnisse bieten eine Grundlage zur Übertragung in die industrielle Praxis und zeigen Möglichkeiten auf, mit einfachen Mitteln und auf der Basis bestehender Produkte bzw. Zutaten innovative Produkte mit einem erhöhten Gehalt an IMMPs zu entwickeln. Dies ist insbesondere für die in der Branche tätigen KMU von großer Relevanz.

Wirtschaftliche Bedeutung

Brot und Backwaren gehören zu den am häufigsten konsumierten Lebensmitteln; allein in Deutschland werden jährlich rd. 6,2 Mio. Tonnen Brotgetreide und rd. 77 kg Brot pro Haushalt verbraucht. Die Herstellung von Brot und Backwaren gehört zu den wichtigsten Teilbereichen der deutschen Lebensmittelindustrie und wird von einer Vielzahl von kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) geprägt.

Im Rahmen dieses Projektes wurde gezeigt, dass eine gezielte Produktion von IMMPs in Sauerteig möglich ist und dass durch eine Anpassung der Fermentationsbedingungen signifikante Mengen dieser unverdaulichen Kohlenhydrate gebildet werden. Durch die Ergebnisse des Projektes können die Starterkulturen der Sauerteige gezielt ausgewählt werden, sodass eine erhöhte *in situ*-Bildung von IMMPs stattfindet. Anhand der gewonnenen Erkenntnisse über die optimalen Substrate ist es möglich, die Stärke im Brot-/Sauerteig gezielt zu modifizieren, um eine möglichst hohe Ausbeute an IMMPs zu generieren. Das Projekt hat gezeigt, dass für die *in situ*-Bildung von IMMPs keine speziellen, neuartigen Kulturen oder Zutaten benötigt werden. Daher ist ein Transfer in die Praxis auch für KMU möglich. Durch eine Erhöhung des Ballaststoffgehalts von Brot und eine damit verbundene Möglichkeit zur Verbesserung des Nutriscores ließen sich deutliche Umsatzsteigerungen erzielen. In verschiedenen Umfragen zu den Kriterien beim Lebensmittelkauf zeigte sich der gesundheitliche Wert bzw. die Nährwertzusammensetzung neben dem Geschmack, dem Preis und der Herkunft als einer der wichtigsten Faktoren für viele Verbraucher. Zudem spielt gesunde Ernährung für eine Mehrheit der Deutschen eine zunehmend wichtige Rolle. Der Verbrauchs- und Medienanalyse 2022 zufolge legen 28,5 Millionen Deutsche Wert auf gesunde Ernährung, auch wenn es mehr kostet. Da durch die *in-situ*-Produktion eine Kennzeichnungspflicht entfällt, könnten durch entsprechend hergestellte Backwaren zudem auch Verbrauchergruppen angesprochen werden, die Wert auf wenig Zusatzstoffe legen. Durch eine fermentative Produktion von IMMPs im Rahmen einer Sauerteigführung ist mit keinerlei Mehrkosten bei der Lebensmittelproduktion zu rechnen, so dass dieser Ansatz sowohl wirtschaftlich ist als auch ohne Hürden von backwarenherstellenden KMU umgesetzt werden kann. Die Charakterisierung der rekombinanten Glucanotransferasen liefert zudem einen Ansatzpunkt für die Hersteller technischer Enzyme. Für die Hersteller von Getreideerzeugnissen eröffnen die Untersuchungen zur Stärkemodifikation in verschiedenen Mehlen zudem zusätzliche Absatzmöglichkeiten für bestimmte Produkte, wie z. B. vorbehandelte Mehle.

Publikationen

1. FEI-Schlussbericht 2024.
2. Brand, N., Müller, O. & Wefers, D.: Characterization and monitoring of isomalto/malto-polysaccharide formation by different 4,6- α -glucanotransferases. *J. Agric. Food Chem.* 73, 26276-26286 (2025).
3. Brand, N., Stadler, F. M., Hahn, L., Borisova, Z. & Wefers, D.: Fermentative *in situ* synthesis of isomalto/malto-polysaccharides in sourdough. *Food Chem.* 488, 144846 (2025).
4. Brand, N. & Wefers, D.: Screening of 14 lactic acid bacteria for fermentative isomalto/malto-polysaccharide synthesis. *J. Agric. Food Chem.* 73, 2970–2977 (2025).

Weiteres Informationsmaterial

Universität Halle-Wittenberg
Institut für Chemie
Bereich Lebensmittelchemie
AK Prof. Wefers - Funktionelle Lebensmittel
Kurt-Mothes-Straße 2, 06120 Halle
Tel.: +49 345 55-25772
Fax: +49 345 55-27040
E-Mail: daniel.wefers@chemie.uni-halle.de

Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI)
Godesberger Allee 125, 53175 Bonn
Tel.: +49 228 3079699-0
Fax: +49 228 3079699-9
E-Mail: fei@fei-bonn.de

Förderhinweis

... ein Projekt der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF)

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Das o. g. IGF-Vorhaben der Forschungsvereinigung Forschungskreis der Ernährungsindustrie e. V. (FEI), Godesberger Allee 125, 53175 Bonn,
wird/wurde im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom
Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Bildnachweis - Seite 1: © Sascha Kreklau - Verband Deutscher Großbäckereien e.V.

Stand: 11. Februar 2026