Minimierungsansätze der Glycoalkaloidbildung in Kartoffeln und Kartoffelprodukten unter Berücksichtigung von Aspekten der Glycoalkaloidstabilität



Koordinierung:	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e. V. (FEI), Bonn
Forschungseinrichtung(en):	Max-Rubner-Institut (MRI) Bundesforschungsinstitut für Ernährung und Lebensmittel Institut für Sicherheit und Qualität bei Getreide (Detmold) Dr. Bertrand Matthäus/Dr. Inga Smit Technische Universität Berlin Institut für Lebensmitteltechnologie und Lebensmittelchemie FG Lebensmittelchemie und Analytik Prof. Dr. Sascha Rohn
Industriegruppe(n):	Bundesverband der obst-, gemüse- und kartoffelverarbeitenden Industrie e.V. (BOGK), Bonn
Projektkoordinatorin:	Dr. Katja Muders Bundesverband der obst-, gemüse- und kartoffelverarbeitenden Industrie e.V. (BOGK), Bonn
Laufzeit:	2022 – 2025
Zuwendungssumme:	€ 444.379,--

Ausgangssituation

Die am 11. August 2020 durch die Europäische Lebensmittelsicherheitsbehörde (European Food Safety Authority, EFSA) veröffentlichte Risikobewertung von Glycoalkaloiden in Kartoffeln und Kartoffelprodukten zeigt den noch großen Bedarf an Daten zum Vorkommen von Glycoalkaloiden im Rohstoff Kartoffel und in den daraus hergestellten Produkten. Anhand der durchgeführten Risikobewertung wurde der Richtwert dieser Stoffe von 200 auf 100 mg/kg Frischmasse reduziert.

Obwohl es zahlreiche Übersichtsarbeiten zum Vorkommen ausgewählter Glycoalkaloide in Kartoffelknollen während der Lagerung (durch Keimen, Ergrünen oder mechanische Belastung) gibt, fehlen Studien zur Stabilität und Transformation der GA während der Verarbeitung der Kartoffeln zu Kartoffelprodukten. Die von der EFSA zusammengetragenen bisherigen Untersuchungsergebnisse zu den α-Solanin- und α-Chaconingehalten im Verarbeitungsprozess ergeben eine durchschnittliche Reduktion der Gesamt-Glycoalkaloide von 25–75 % durch den Schälprozess, von 5–65 % durch das Garen und Blanchieren in Wasser sowie von 20–90 % durch das Frittieren. Die Daten weisen somit hohe Schwankungen auf. Weitere systematische, praxisnahe Studien zum Verhalten der Glycoalkaloide im industriellen Verarbeitungsprozess von Wirtschaftskartoffeln sind notwendig. Ein Szenario, das weitere Zwischenschritte und Optimierungen in der Prozessierung unter Worst-Case-Bedingungen abbildet, fehlt bislang. Durch hohe Temperaturen bei der Verarbeitung, insbesondere beim Frittieren, kann es durch den Wasserentzug zu einer Aufkonzentrierung der endogenen Kontaminanten kommen, zudem

muss mit chemischen Transformationen zu Abbau- und Reaktionsprodukten gerechnet werden. Die Kenntnis solcher Verbindungen könnte deren Verwendung als Markerverbindungen ermöglichen, anhand derer eine Optimierung der Prozesse erfolgen kann.

Hauptziele des Forschungsvorhabens waren vor diesem Hintergrund (i) die Erfassung der Glycoalkaloid-Bildung in Wirtschaftssorten hervorgerufen durch Nacherntefaktoren und Lagerbedingungen, (ii) die Beurteilung der Degradation im Verarbeitungsprozess unter Berücksichtigung von Glycoalkaloid-Abbauprodukten sowie (iii) die Weiterentwicklung der analytischen Methoden zur Identifizierung weiterer in Kartoffeln und Kartoffelprodukten nachweisbarer Alkaloide (Solanidin, β- und γ-Formen des Solanins und Chaconins). Ein wesentlicher Teil der Arbeiten sollte dabei auf einem Worst-Case-Szenario (forcierte Glycoalkaloid-Bildung durch Lichtexposition, mechanische Belastung und Wärmeeinfluss) beruhen. Angestrebt wurden als Ergebnis der Untersuchungen eine optimierte Analytik, die Bewertung der Eignung etwaiger Abbauprodukte als Prozessmarker sowie eine Optimierung der Prozesse durch Ausarbeitung entsprechender Empfehlungen zur Minimierung der Glycoalkaloid-Gehalte.

Forschungsergebnisse

Durch die Untersuchung eines großen Sortensets konnten Sortenunterschiede im Glycoalkaloid-Gehalt ermittelt werden. Die Auswahl geeigneter Rohstoffe ist ein erster Schritt in der Minimierung von Glycoalkaloiden im Herstellungsprozess. Von den getesteten Stressfaktoren Lagerung unter Licht, mechanische Beschädigung und Warmlagerung wurde die Lichtexposition als relevantester Faktor, der Einfluss auf den Glycoalkaloid-Anstieg hat, ermittelt. Kontakt mit Licht sollte somit vermieden und ergrünte Knollen im Prozess aussortiert werden. Durch die Verarbeitung zu Pommes frites oder Kartoffelchips kommt es zu einer prozessbedingten Reduktion der Glycoalkaloide. Wird jedoch berücksichtigt, dass ein großer Teil des vorhandenen Wassers verdampft, kommt es beim Frittierschritt zu einer Aufkonzentrierung der Glycoalkaloide. Dieser Effekt ist bei der Kartoffelchipsherstellung noch deutlicher aufgrund des fast vollständigen Wasserentzugs. Die Untersuchung verschiedener Prozessvariationen zeigte, dass der größte Einfluss davon ausging, ob die Kartoffeln mit oder ohne Schale verarbeitet wurden. Andere Prozessänderungen hatten nur geringe Auswirkungen, die sich hauptsächlich auf Veränderungen im Fett- und Feuchtegehalt zurückführen ließen – diese beeinflussten lediglich den relativen Anteil der Verbindungen im Produkt. Um niedrige Glycoalkaloid-Gehalte im Produkt zu erreichen, sollten die Kartoffeln somit geschält werden. Im Modellsystem wie auch in Lebensmittelproben konnten Abbauprodukte der α-Glycoalkaloide und neue Reaktionsprodukte mittels LC-MS/MS nachgewiesen werden. Unter den hohen Temperaturen beim Frittieren oxidieren die Glycoalkaloide und/oder reagieren mit kartoffeleigenen Lipiden oder mit Aminosäuren unter Bildung von Kondensationsprodukten bzw. oxidierten Kondensationsprodukten. Ebenso wurden die Hydrolyseprodukte (Solanidin, β- und γ-Formen des Solanins und Chaconins) gefunden, welche jedoch auch natürlich in den Knollen vorkommen. Darüber hinaus konnte gezeigt werden, dass die Reaktion über mehrere der Reaktionswege möglich ist, und es konnten Reaktionsprodukte nachgewiesen werden, die durch die Kombination zweier dieser Reaktionswege gebildet werden. In der Theorie könnten sich ausgewählte dieser Reaktionsprodukte als Prozessmarker eignen. Dazu müsste es jedoch weiterführende Untersuchungen mit realen Industrieproben geben, um die Eignung in der Praxis zu bestätigen.

Wirtschaftliche Bedeutung für KMU:

In Hinblick auf einen vorbeugenden Verbraucherschutz, dem die Hersteller von Kartoffelprodukten verpflichtet sind, ist das im Projekt generierte Wissen um den Einfluss gängiger Kartoffelsorten und verschiedener Nacherntefaktoren auf den Glycoalkaloid-Gehalt maßgeblich für eine höhere Entscheidungssicherheit bei der Verwendung des jeweiligen Rohstoffes. Diese Kenntnisse sind für alle Vermarkter und Verarbeiter von Kartoffeln von hoher wirtschaftlicher Relevanz; insbesondere kleine und mittelständische Unternehmen (KMU) sind nicht in der Lage, die hierfür nötigen Untersuchungen selbst durchzuführen.

Da auch die Derivate der Glycoalkaloide zur toxikologischen Gefährdung beitragen können, sind zudem die Kenntnisse des Abbauverhaltens von großer Bedeutung und die Verbindungen könnten zukünftig als

Markerverbindungen dienen. Jedoch wurde sich im Projektzeitraum auf den umfangreichen, qualitativen Nachweis der Derivate und Reaktionsprodukte konzentriert. Eine Bewertung des toxikologischen Gefährdungspotenzials benötigt weiterführende Studien sowie toxikologische Expertise. Ebenso sind weiterführende Untersuchungen gemeinsam mit der Industrie notwendig, um die Eignung der Reaktionsprodukte als Markersubstanzen in der Produktionspraxis zu ermitteln.

Die Effizienz einer Minimierung von Glycoalkaloiden durch die wichtigsten Schritte im Verarbeitungsprozess konnte im Rahmen des Vorhabens bestätigt werden. Insbesondere die Verwendung geeigneter Sorten mit niedrigem Glycoalkaloid-Bildungspotential, das Vermeiden von Lichtkontakt, das Aussortieren von ergrünten Knollen sowie das Schälen der Kartoffeln wurden als wichtige Maßnahmen zur Erhöhung der Produktsicherheit identifiziert. Die im Projekt gewonnenen Erkenntnisse können schnell und ohne gerätetechnische Investitionen umgesetzt werden. Sie werden deshalb insbesondere KMU die Möglichkeit eröffnen, ihre Herstellungsprozesse im Sinne des vorbeugenden Gesundheitsschutzes zu optimieren und in die Lage versetzen, künftige Richtwerte einzuhalten.

Veröffentlichungen (Auswahl)

1. FEI-Schlussbericht 2025.

Weiteres Informationsmaterial

Max-Rubner-Institut (MRI)
Bundesforschungsinstitut für Ernährung und Lebensmittel
Institut für Sicherheit und Qualität bei Getreide (Detmold)
Schützenberg 12, 32756 Detmold
Tel.: +49 5231 741-303
Fax: +49 5231 741-200
E-Mail: bertrand.matthaeus@mri.bund.de

Technische Universität Berlin
Institut für Lebensmitteltechnologie und Lebensmittelchemie
FG Lebensmittelchemie und Analytik
Gustav-Meyer-Allee 25, 13355 Berlin
Tel.: +49 30 314-72583
Fax: +49 30 314-72823
E-Mail: rohn@tu-berlin.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 Energie

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

FORSCHUNGSKREIS DER ERNÄHRUNGSINDUSTRIE E.V.

INDUSTRIELLE GEMEINSCHAFTSFORSCHUNG

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 Energie (BMWE) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Bildnachweis - Seite 1: © Marc Dietrich - www.stock.adobe.com - #4974049

Stand: 16. März 2026