Effiziente Trocknung von Tenebrio Molitor (Mehlwürmern) zur Erhaltung funktioneller Eigenschaften



Koordinierung:	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e. V. (FEI), Bonn
Forschungseinrichtung(en):	Technische Universität München - School of Life Sciences Forschungsdepartment Life Science Engineering Professur Food Process Engineering Prof. Dr. Petra Först Universität Magdeburg Institut für Verfahrenstechnik (IVT) Lehrstuhl für Thermische Verfahrenstechnik Prof. Dr. Evangelos Tsotsas/Dr. Nicole Vorhauer-Huget
Industriegruppe(n):	Vereinigung zur Förderung der Milchwissenschaftlichen Forschung an der TU München in Freising-Weihenstephan e.V.
Projektkoordinator:	Lucas Hartmann Ceprico GmbH, Dielheim
Laufzeit:	2026 – 2028
Zuwendungssumme:	€ 523.803,--

Forschungsziel

Insekten wie *Tenebrio molitor* (Mehlwürmer) gelten als vielversprechende alternative Proteinquelle, da sie ressourcenschonend kultiviert werden können, wenig Wasser benötigen und ein geringes bis nahezu kein Treibhauspotenzial aufweisen. Mit einem Proteingehalt von rund 25-75 % bieten sie ernährungsphysiologisch hochwertige Eigenschaften. Für eine wettbewerbsfähige industrielle Nutzung ist jedoch die Trocknung als zentraler Verarbeitungsschritt entscheidend, da sie sowohl die Haltbarkeit als auch die funktionellen Eigenschaften des Proteins maßgeblich beeinflusst und den Hauptanteil der Energiekosten an den Herstellungskosten ausmacht. Konventionelle Trocknungsverfahren wie die Heißluft-/Konvektionstrocknung führen im Allgemeinen zu qualitativ minderwertigen Produkten mit eingeschränkter Funktionalität und sind energieintensiv. Die Vakuumgefriertrocknung erlaubt zwar eine schonende Prozessierung, verbraucht jedoch sehr viel Energie und ist aus diesem Grund nicht wettbewerbsfähig. Als alternative Trocknungsverfahren sind für die Industrie deshalb Mikrowellen- und Wirbelschichttrocknung von großem Interesse, da sie einerseits theoretisch eine bessere Steuerung und damit Produktqualität erlauben und andererseits eine signifikante Energieeinsparung ermöglichen. Sie können die Produktion daher wettbewerbsfähiger machen. Die Auswirkungen verschiedener Trocknungsprozesse und deren Prozessparameter sind für Mehlwürmer jedoch bisher unbekannt. Die prozesstechnische Auslegung dieser Verfahren muss gezielt auf eine angestrebte Produktqualität und gleichzeitig auf die Energieeffizienz abgestimmt sein.

Die beiden in der Industrie als am besten geeignet bewerteten alternativen Trocknungsverfahren (Mikrowellen- und Wirbelschichttrocknung) sollen in Abhängigkeit der temperatur- und wassergehaltsabhängigen Nativität der Proteine ausgelegt werden. Prozesstemperatur, Trocknungsluftströme und Prozessdauer sollen derart minimiert werden, dass der Energieverbrauch deutlich sinkt. Beide Ziele können nicht unabhängig voneinander erreicht, sondern müssen gekoppelt betrachtet werden. Hierfür ist der Zusammenhang zwischen der Denaturierung und der Temperatur sowie des Wassergehaltes eine grundlegende Voraussetzung. Dieser ist nicht bekannt und soll im Projekt ermittelt werden. Außerdem müssen die Abläufe im Trockner auf Basis leicht zugänglicher Daten erfassbar und vorhersagbar sein, um eine dynamische Anpassung der Prozessparameter zu erzielen. Dies kann auf Basis eines handhabbaren Berechnungswerkzeugs erfolgen und ist wesentliche Voraussetzung für die Erzielung einer möglichst großen Energieeffizienz.

Da die Proteinnativität vom Wassergehalt und der Temperatur abhängt, soll diese zunächst mittels DSC in einem breiten Parameterbereich bestimmt werden. Die Produkteigenschaften sollen dann für die beiden Referenzprozesse Vakuumgefriertrocknung und Heißlufttrocknung zeitabhängig erfasst werden. Diese zwei Prozesse bilden jeweils das „upper“ und das „lower Limit“ ab. Mit Hilfe der reaktionskinetischen Daten sollen mikrowellenbasierte und Wirbelschicht-Trocknungsverfahren zielgerichtet weiterentwickelt werden. Mit Kenntnis der Abhängigkeit der Proteinnativität von der Temperatur und der Produktfeuchtigkeit kann ein Vorhersagemodell etabliert werden, mit welchem die Prozesse auf Grundlage von wenigen Messdaten (Abluft-temperatur und -feuchtigkeit) dynamisch angepasst werden können. Dies ermöglicht die Einstellung der Produktqualität und die Reduzierung des Gesamtenergieverbrauchs für die Trocknung.

Wirtschaftliche Bedeutung

Der Markt für insektenbasierte Proteine wächst rasant – laut aktuellen Prognosen soll das globale Marktvolumen von 153,92 Mio. US-Dollar im Jahr 2021 auf über 856 Mio. US-Dollar bis 2029 steigen. Europa hatte 2021 bereits einen Marktanteil von rund 34 % und gilt damit als führende Region. Insbesondere für Deutschland wird ein starkes Wirtschaftswachstum durch alternative Proteine prognostiziert. Für die noch junge deutsche Insektenproteinbranche ergibt sich daraus ein erhebliches wirtschaftliches Potenzial, das bisher nicht ausgenutzt wird. Das im Projekt generierte Wissen wird insbesondere KMU und Start-ups zugutekommen, die nicht über Ressourcen verfügen, um eigene Forschung in diesem Umfang durchzuführen. Sie profitieren von den Erkenntnissen zur Produktqualität, Energieeffizienz und zur Anwendung neuer Technologien. Diese Innovationen stärken ihre Wettbewerbsfähigkeit und erleichtern den Markteintritt. Durch die verbesserte Produktqualität kann das Mehlwurmpulver in einer breiten Produktpalette (Pasta, Riegel, Käse, Backwaren) eingesetzt werden und erlaubt dadurch Produktinnovationen.

Das im Projekt generierte Wissen wird in mehreren Industriezweigen zu Innovativen führen und die Wettbewerbsfähigkeit steigern. Darunter sind Züchter und Produzenten von *Tenebrio molitor* und Mehlwurmprodukten (z.B. proteinreiches Mehl) sowie Lebensmittelhersteller, aber auch Anlagenbauer. Am meisten werden davon die KMU, vielmehr noch die Start-Ups in der Branche, profitieren, deren wirtschaftliche Leistungsfähigkeit begrenzt und FuE-Möglichkeiten daher eingeschränkt sind. Diese Unternehmen sind nicht in der Lage, Untersuchungen im Umfang des vorliegenden Vorhabens eigenständig zu finanzieren und durchzuführen. Die Erkenntnisse zur Produktqualität und Energieeffizienz sowie die Etablierung innovativer Technologien werden für die New-Comer in der Branche ein wichtiger Ausgangspunkt sein.

Ein zentrales Thema ist die Energieeffizienz der Trocknung: Bei einem Wassergehalt von ca. 60 % (bezogen auf die Gesamtmasse) liegt der theoretische Energiebedarf für die vollständige Trocknung bei etwa 1 kWh pro Kilogramm getrocknetes Produkt – realistisch werden jedoch im allerbesten Fall mind. 1,5-2,5 mal (für die hier vorgeschlagene Mikrowellen- und Wirbelschichttrocknung), im schlechtesten Fall >>10-mal (Vakuumgefriertrocknung) so viel Energie benötigt. Angesichts eines prognostizierten Produktionsvolumens von über 367.000 Tonnen Mehlwürmern bis 2030 könnten durch die effizienteren Trocknungsverfahren weltweit mind. 150.000 Terajoule eingespart werden –

allein in Europa etwa 30 % davon. Das zeigt das enorme wirtschaftliche und ökologische Einsparpotenzial, das durch die Projektergebnisse erschlossen werden kann.

Weiteres Informationsmaterial

Technische Universität München - School of Life Sciences
Forschungsdepartment Life Science Engineering
Professur Food Process Engineering
Weihenstephaner Berg 1, 85354 Freising
Tel.: +49 8161 71-4205
Fax: +49 8161 71-4384
E-Mail: petra.foerst@tum.de

Universität Magdeburg
Institut für Verfahrenstechnik (IVT)
Lehrstuhl für Thermische Verfahrenstechnik
Universitätsplatz 2, 39106 Magdeburg
Tel.: +49 391 67-58784
Fax: +49 391 67-41160
E-Mail: evangelos.tsotsas@ovgu.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: © WORMM

Stand: 2. November 2026