

Trocknung von mizellarem Casein – Optimierung der Pulverrehydra- tisierbarkeit unter Erhalt der Mizellstruktur und -funktionalität durch prozesstechnische Maßnahmen



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/Michael Reitmaier
Industriegruppe(n):	Milchindustrie-Verband e.V. (MIV) Berlin Vereinigung zur Förderung der Milchwissenschaftlichen Forschung an der TU München in Freising-Weihenstephan e. V.
Projektkoordinator:	Dr. Christiane Schmidmeier Milei GmbH, Leutkirch
Laufzeit:	2025 – 2028
Zuwendungssumme:	€ 273.994,--

Forschungsziel

Die aus Milch mittels Mikrofiltration isolierte Caseinfraktion findet immer breiteren Einsatz in Lebens- und Nahrungsergänzungsmitteln. Zur Verbesserung der Lager- und Transportfähigkeit wird flüssiges Konzentrat für den globalen Handel häufig mittels Sprühtrocknung (ST) in den pulverförmigen Zustand überführt. Aufgrund der schlechten Löslichkeit des erzeugten Milchpulverderivates „Mizellares Casein“ (MCP) befasste sich in der Vergangenheit eine Vielzahl an Studien mit der Vorbehandlung des Konzentrats zur Optimierung seiner Rehydratisierungseigenschaften zur Verbesserung der Einsatzfähigkeit, nicht aber mit dem Einfluss der Trocknungsbedingungen. Es ist bekannt, dass die Krustenbildung während der Trocknung für die Benetzbarkeit mit Wasser als initialen Schritt der Rehydratisierung von MCP nachteilig ist. Ferner ist die Löslichkeit der Pulverpartikel durch während der Trocknung induzierte Wechselwirkungen der eng aneinander liegenden Caseinmizellen reduziert. In der Folge kann eine vollständige Rehydratisierung zu vereinzelt Caseinmizellen im Sinne der Rekonstitution des Zustandes vor der ST bei Weiterverarbeitern bei Anwendern kaum erzielt werden. Bisherige Ansätze zur Optimierung der Rehydratisierbarkeit von MCP konzentrieren sich auf die Reduktion des Kalziumgehalts in den Caseinmizellen im flüssigen Konzentrat (MCC) vor der ST. Diese z. T. patentierten Verfahren zur Verbesserung der Rehydratisierbarkeit von MCP sind jedoch mit zusätzlichem Aufwand sowie Änderung der Produktzusammensetzung und Anwendungsfunktionalität in Lebensmitteln verbunden. Im Gegensatz zu diesen Ansätzen ist das Wissen über die Auswirkungen verschiedener Trocknungsparameter und Anlagensetups auf die Pulverstruktur und die damit verbundene Eigenschaften von Caseinmizellen im gelösten Zustand begrenzt. Dies liegt unter anderem daran, dass bei der Sprühtrocknung die Trocknungskinetik auf der Einzelpartikelebene nicht kontrolliert werden kann und zudem stark von der Konfiguration des Sprühtrockners und dessen Verweilzeitverteilungscharakteristik abhängt. Bei der ST wird die Partikelmorphologie, welche eng

mit der Rehydratisierbarkeit verknüpft ist, jedoch neben der Produktzusammensetzung auch signifikant von der Tropfengröße sowie den Prozessparametern beeinflusst. Aus den wenigen verfügbaren Untersuchungsergebnissen zur Beeinflussung der Rehydratisierbarkeit durch Variation der Trocknungsbedingungen kann bisher kein klarer Optimierungsansatz abgeleitet werden. Nach aktuellem Wissensstand sind für MCP bisher keine Ansätze zur Vermeidung einer Krustenbildung oder gezielten Beeinflussung der Wechselwirkungen der enthaltenen Caseinmizellen durch Steuerung der Trocknungskinetik untersucht. Für die Erarbeitung einer Optimierungsstrategie fehlt systematisches Wissen über die Zusammenhänge zwischen der Trocknungskinetik, der Partikelmorphologie und der Rehydratisierbarkeit von MCP.

Eine systematische Charakterisierung der Trocknungskinetik von MCC unter Variation der Trocknungsbedingungen ist aus unserer Sicht von fundamentalem Interesse für eine Optimierung der Rehydratisierbarkeit von MCP bei gleichzeitigem Erhalt der originären Mizelleigenschaften und Funktionalität für den weiteren Einsatz. Für die Untersuchung des Einflusses der Trocknungsbedingungen auf die Oberflächeneigenschaften und die Rehydratisierbarkeit ist die Kombination von Dünnschicht- und Tropfentrocknung ideal geeignet. Hier kann die Trocknungskinetik entkoppelt von der Verweilzeitverteilung in Abhängigkeit relevanter Prozessparameter experimentell präzise und online ermittelt werden. Gleichzeitig kann an einer sehr definierten Oberfläche die Krustenbildung verfolgt werden. Durch eine dynamische Anpassung der Bedingungen während der Trocknung ist es möglich, gezielt in den Prozess einzugreifen. Ziel ist hierbei die Minimierung struktureller Veränderungen, die mit reduzierter Rehydratisierbarkeit einhergehen. Wir sehen die Aufklärung der trockenungskinetisch beeinflussbaren Vorgänge als vielversprechende Grundlage, um in der Folge zielgerichtet Ansätze zur Optimierung der Partikeleigenschaften und damit einhergehend eine Erhöhung der Rehydratisierbarkeit von MCP abzuleiten. Die im Labormaßstab gewonnenen Erkenntnisse sollen auf die Sprühtrocknung in unterschiedlichen Anlagensetups übertragen werden.

Wirtschaftliche Bedeutung

MCC findet zunehmend Anwendung in Nahrungsergänzungsmitteln, Säuglingsnahrung, klinischer Ernährung sowie zur Erzeugung proteinreicher Milchfrischprodukte. Vorteile gegenüber anderen Proteinquellen ergeben sich dabei daraus, dass Casein in Milchprodukten keinen produktfremden Zusatz darstellt und dort häufig als Hauptstrukturkomponente fungiert. Ferner bietet es als langsam verdauliche Proteinquelle mit allen essenziellen Aminosäuren nutritive Vorteile gegenüber potenzieller Alternativen. Laut aktuellen Marktdaten wird der stark wachsende globale Markt für MCC und MCP bis Ende 2026 voraussichtlich 1.023,6 Mio. USD erreichen und stellt somit ein lukratives Zukunftssegment am Milchmarkt dar. Europa bildet dabei den größten Markt, welcher wiederum von Deutschland dominiert wird. Momentan bedarf es zur Erzeugung von gut löslichem MCP aufwendiger und zum Teil patentierter Vorbehandlungsmethoden. Dieser Zusatzaufwand stellt insbesondere in Verbindung mit dem beschriebenen Mangel an Kenntnissen zu idealer Prozessgestaltung bei der ST ein Hemmnis für den Markteintritt bzw. die Eigenproduktion von KMU dar. In der Folge wird MCP bisher vornehmlich von global agierenden sowie spezialisierten Unternehmen hergestellt und vermarktet.

Nachteil bisheriger Verfahren zur Löslichkeitsverbesserung für Anwender von MCP ist dabei, dass die Funktionalität für die weitere Verwendung in Lebensmitteln dabei gegenüber MCC modifiziert ist. Sowohl die induzierte Modifizierung der Struktur der in MCP enthaltenen Caseinmizellen als auch die in Einzelprodukten vorliegende Zusammensetzung sind dabei stark von der Prozessführung im herstellenden Unternehmen abhängig. In der Folge variieren derzeit erhältliche Produkte durch unterschiedliche Prozesshistorie zusätzlich in ihrer Funktionalität. Dies macht bei deren Verwendung unterschiedliche Adaptionen von Rezepturen oder Prozessführungen an die gegenüber Milch veränderte Caseinfraktion notwendig und kann die Nutzbarkeit im Rahmen bestimmter Zielsetzungen behindern. Ferner begünstigt dies die Schaffung von Abhängigkeiten bei Auswahl eines Zulieferers durch KMU.

Die Erkenntnisse aus den beschriebenen Untersuchungen können somit einen wichtigen Beitrag zur stärkeren Beteiligung von KMU an einem zukunftssträchtigen Markt, einer Reduzierung ihrer Abhängigkeit von einzelnen Großunternehmen sowie einer optimierten Nutzbarkeit von MCP durch KMU führen. Neue Erkenntnisse zur

Übertragung von Ergebnissen aus Trocknungsversuchen im Labormaßstab auf die industrielle ST können durch die Reduzierung großtechnischer Versuche auch den Entwicklungsaufwand für zukünftige Produktentwicklungen und -optimierungen senken.

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

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:



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: ©Toh Kheng Guan - stock.adobe.com #8412359

Stand: 27. Oktober 2025