

INNOVATIVE ASEPTISCHE TECHNOLOGIEN FÜR LEBENSMITTEL UND BIOTECHNOLOGIE

HYGIENISIERUNG – ZELLAUFSCHLUSS – GEWINNUNG FUNKTIONELLER
INHALTSSTOFFE – PROZESSINTENSIVIERUNG





NEUE VERFAHREN ZUR HALTBARMACHUNG

Herausforderung – Konservierung ohne Funktionsverlust

Längere Haltbarkeit bei gleicher Qualität der Produkte – die Lebensmittelindustrie beispielweise steht vor der Herausforderung, Nahrungsmittel zu konservieren oder zu stabilisieren, ohne dabei den Geschmack zu beeinträchtigen oder gesunde Inhaltsstoffe zu schädigen. Auch Kosmetikerhersteller oder Pharmaunternehmen kennen diese Problematik. Biogene Wertstoffe müssen schonend behandelt werden, damit ihre Funktion erhalten bleibt.

Folglich sind innovative aseptische Verarbeitungsverfahren gefragt, die das Produkt haltbar machen, ohne die Qualität zu beeinträchtigen. Herkömmliche Verfahren wie die Hitze-sterilisierung können das nicht immer leisten, da hier wärmeempfindliche Inhaltsstoffe wie Vitamine und Enzyme zerstört werden. Auch die Zugabe chemischer Konservierungsstoffe oder eine Vielzahl von aufeinander folgenden Verarbeitungsschritten können negative Auswirkungen auf das Produkt nach sich ziehen. Hieraus ergibt sich die Aufgabe, alternative Entkeimungsverfahren zu entwickeln, um einerseits dem gestiegenen Gesundheitsbewusstsein der Verbraucher, andererseits den strenger werdenden Regularien durch den Gesetzgeber Rechnung zu tragen.

Physikalische, produktschonende Verfahren zur Entkeimung

Daher entwickeln wir am Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB in Stuttgart neue Verfahren zur schonenden Entkeimung und Hygienisierung auf physikalischer Basis. In der Arbeitsgruppe »Aseptische Technologien« der Abteilung Physikalische Prozesstechnik ergänzen sich unter anderem Lebensmitteltechnologien und Verfahrenstechniker gegenseitig mit ihrer Expertise. Durch diese interdisziplinäre Arbeitsweise werden neue technologische Lösungen zur produktschonenden Inaktivierung kontaminierender Mikroorganismen erarbeitet, die ohne den Einsatz von Konservierungsstoffen auskommen. Nahrungsmittel behalten so ihre Vitamine und kosmetische oder pharmazeutische Grundstoffe bewahren ihre Wirkkraft.

- 1 *Bei der Kosmetikerherstellung bedarf es schonender Verarbeitungsverfahren.*
- 2 *Inhaltsstoffe wie Vitamine sollen bei der Konservierung erhalten bleiben.*
- 3 *Neue Verfahren reduzieren den hohen Wasserverbrauch bei der Mozzarellaherstellung.*

Von Inaktivierungsmechanismen bis zur industriellen Umsetzung

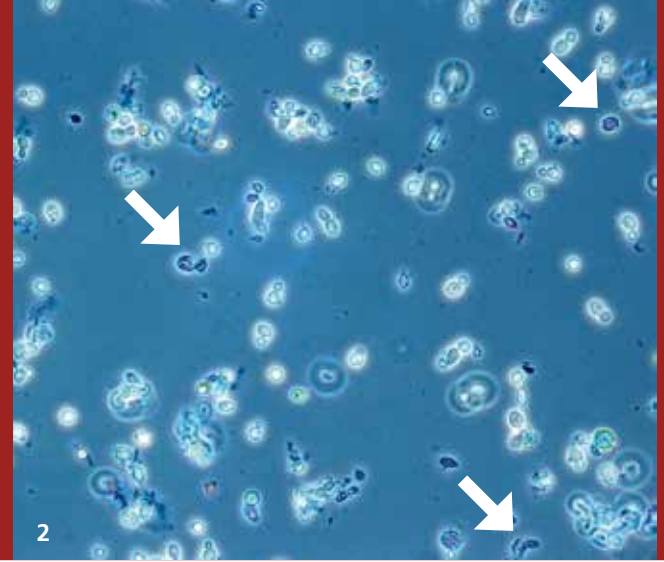
Ein Fokus unserer Arbeiten liegt darauf, einerseits die Mechanismen zu verstehen und zu beschreiben, durch die kontaminierende Mikroorganismen im Zuge der Verfahren inaktiviert werden, andererseits aber auch die Wechselwirkungen der verschiedenen Parameter im System (z. B. Temperatur, Druck, Viskosität, pH-Wert). So lassen sich die Verfahren technologisch optimieren und in einen Produktionsprozess umsetzen.

Zwei technologische Ansätze stehen derzeit im Mittelpunkt unserer Entwicklungen: die Mikrowellen- und die Druckwechseltechnologie, kurz PCT (pressure change technology). Die Konzeption, Entwicklung und Erprobung dieser Prozesse vom Technikumsmaßstab bis zur Pilotierung im großtechnischen Maßstab erfolgt dabei stets in enger Zusammenarbeit mit Industriepartnern. Unsere Wissenschaftler können so direkt auf die Bedürfnisse der Verfahrensanwender eingehen.

Auf diese Weise konnten bereits zahlreiche Innovationen in die Praxis umgesetzt werden, etwa neue Methoden zur Milchpasteurisierung mit Mikrowellen oder zur Konservierung von Wein ohne Sulfite mithilfe der Druckwechseltechnologie.

Darüber hinaus können die neuen, am Fraunhofer IGB entwickelten Verfahren neben den produktbezogenen Effekten auch eine Steigerung der Prozesseffizienz erreichen. Herkömmliche Prozesse sind oft mit einem unverhältnismäßig hohen Verbrauch an Energie und Wasser verbunden. In einem Forschungsprojekt konnten wir beispielhaft zeigen, wie sich bei der bei der Mozzarella- und Milchpulverherstellung Wasser und Energie einsparen und damit auch die Kosten senken lassen.





DRUCKWECHSELTECHNOLOGIE

Die Druckwechseltechnologie (pressure change technology, PCT) ist ein nicht-thermisches und nicht-chemisches Verfahren zur Behandlung von Flüssigkeiten mit suspendierten mikrobiellen Partikeln.

Prinzip

Das auch als »kalte Pasteurisierung« bezeichnete Verfahren wird vorzugsweise zwischen 5 °C und 40 °C bei Drücken bis ca. 50 MPa angewendet. Die zu behandelnde Flüssigkeit bzw. Suspension sowie das Arbeitsgas (z. B. Argon oder Stickstoff) werden jeweils unter Arbeitsdruck gesetzt und danach homogen vermischt. Bei Mikroorganismen diffundiert das Gas über die Zellmembran in die Zellen, bis das Zytoplasma mit Gas gesättigt ist. Wenn das Gemisch anschließend abrupt auf Umgebungsdruck abgesenkt wird, nimmt das Gas wieder seinen ursprünglichen, gasförmigen Aggregatzustand an und dehnt sich aus. Hierdurch werden die Zellen eruptiv zerstört. Durch kavitative Effekte können auch Schädigungen an den Partikeloberflächen entstehen.

Konservierung flüssiger Lebensmittel

Die Druckwechseltechnologie entwickeln wir am Fraunhofer IGB für die Konservierung von flüssigen Lebensmitteln wie Fruchtsäften oder Wein weiter. Ziele eines aktuellen Projekts zur Haltbarmachung von Wein ohne Konservierungsstoffe sind die Inaktivierung von an der Gärung beteiligten Mikroorganismen. Durch die Verwendung inerter Prozessgase wie Argon oder Stickstoff wird eine Oxidation von sensitiven Inhaltsstoffen vermieden. Das Verfahren wurde zunächst als Batch-Prozess realisiert und validiert, wobei Parameter wie Temperatur, Retentionszeit, Gastyp und die Wirkung auf die beteiligten Mikroorganismen (Hefen, Milchsäurebakterien), aber auch physikalisch-chemische und sensorische Eigenschaften des Produkts untersucht werden. Derzeit demonstrieren wir die Technologie in einer mobilen Anlage unter realen Bedingungen bei Endanwendern.

- 1 *Demonstrationsanlage für Druckwechseltechnologie.*
- 2 *Inaktivierung von Mikroorganismen durch Zellzerstörung.*
- 3+4 *Durch die PCT lässt sich Wein mit stark reduzierter Sulfitzugabe herstellen.*



3



4

Zellaufschluss für die Aufarbeitung in der Biotechnologie

Die Druckwechseltechnologie eignet sich auch dazu, pflanzliche oder mikrobielle Zellen aufzuschließen, um intrazelluläre Metabolite zu gewinnen. So konnten wir den Aufschluss von Mikroalgenzellen mit PCT demonstrieren, um hochwertige Inhaltsstoffe für die Nahrungsergänzung oder Kosmetik zu extrahieren. Durch die Kombination des PCT-Verfahrens mit der Hochdruckextraktion und dem Einsatz verschiedener Prozessgase kann beispielsweise die Gewinnung von Omega-3-Fettsäuren energetisch effizienter als bisher gestaltet werden. Vorteile der Hochdruckextraktion gegenüber herkömmlichen Extraktionsmethoden sind weiterhin, dass sie ohne jegliche Lösungsmittel auskommt und eine Belastung des Prozesswassers vermieden wird. Dies wiederum erleichtert die Aufbereitung und Wiederverwendung des Prozesswassers.

Vorteile

- Inhaltsstoffschonende Konservierung ohne chemische Zusätze
- Geschmacksstoffe, Aromen und ernährungsphysiologische Eigenschaften bleiben bei der Konservierung flüssiger Lebensmittel erhalten
- Schutz vor Oxidationen durch den Einsatz inerter Prozessgase
- Flexibel im Prozess einsetzbar
- Inaktivierung oxidativer Enzyme (Polyphenol-Oxidase, Peroxidase)
- (Rück-)Gewinnung wertvoller zellulärer Inhaltsstoffe unter milden Bedingungen
- Umweltfreundlich – kein Einsatz von Chemikalien, Rückgewinnung des Prozessgases
- Energieeffizient

Anwendungen

- Konservierung von Flüssigkeiten durch Inaktivierung von Mikroorganismen und Enzymen (»kalte Pasteurisierung«)
 - Stabilisierung von alkoholischen und nicht-alkoholischen Getränken, Milchprodukten, pflanzlichen Extrakten
 - Stabilisierung von Suspensionen oder flüssigen Präparaten für Pharma- und Kosmetikanwendungen
- Schonender Zellaufschluss zur Gewinnung intrazellulärer Produkte
 - Freisetzung hochwertiger, thermolabiler Inhaltsstoffe aus pflanzlichen, tierischen oder mikrobiellen Zellen





PROZESSINTENSIVIERUNG MIT MIKROWELLEN

Die Erwärmung von Lebensmitteln im Haushalt oder in industriellen Produktionsprozessen durch Energieeintrag aus einem Hochfrequenz-Energiefeld – wie beispielsweise Mikrowellen – ist ein gängiges Verfahren. Die Weiterentwicklung der Technologie im Sinne einer kontinuierlichen Prozessführung mit einer möglichst schnellen und gleichzeitig homogenen Erwärmung für die Konservierung oder Weiterverarbeitung flüssiger und hochviskoser Produkte (z. B. Milchkonzentrate oder Lebensmittel mit stückigen Anteilen) ist Gegenstand aktueller Forschungsarbeiten.

Die besondere Kompetenz des Fraunhofer IGB liegt hierbei in der Auslegung der Reaktoren und der homogenen Einkopplung des Energiefeldes. Basierend auf der Analytik der produktspezifischen Energieabsorption entwickeln wir Modelle für Applikationen von Mikrowellenreaktoren in der Lebensmittelproduktion weiter und untersuchen sie wissenschaftlich.

Ferner unterstützt die Hochfrequenztechnik thermische Extraktionsverfahren und steigert damit die Prozesseffizienz, beispielsweise durch die Minimierung der Extraktionszeit oder des Lösungsmitelesatzes.

Vorteile

- Kontinuierliches System
- Gezielter Energieeintrag durch spezifische Auslegung von Antennen
- Verkürzte Erhitzungszeit
- Verbesserte sensorische Produkteigenschaften
- Reduziertes Fouling

1 *Molkereien – Anwendungsmöglichkeiten für Mikrowellentechnologie.*

2 *Im EU-Projekt MicroMilk wird ein neues Pasteurisierungsverfahren entwickelt.*

3 *Inhaltsstoffe von Milch werden geschont.*

Mikrowellenpasteurisierung von Milch

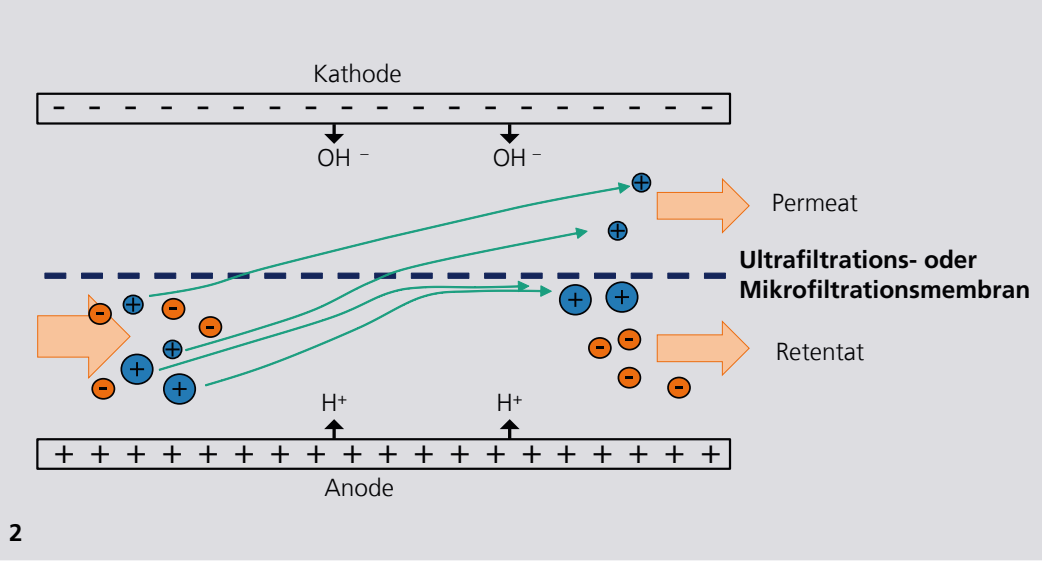
In dem von der EU geförderten Projekt MicroMilk hat das Fraunhofer IGB gemeinsam mit der Universität Hohenheim und weiteren Partnern ein neuartiges Verfahren zur Pasteurisierung von Milch mit Mikrowellen entwickelt. Das System schont die Inhaltsstoffe der Milch, spart Reinigungsmittel und eignet sich auch dazu, konzentrierte, hochviskose Milchprodukte schneller als bisher zu erhitzen. Kernstück des Mikrowellenverfahrens und Ergebnis umfangreicher Simulationen ist ein Kompaktreaktor, der in verschiedene Kompartimente unterteilt ist. Die Mikrowellen werden in einen Hohlleiter eingekoppelt, der gleichzeitig als Reaktionsraum fungiert. Im Folgeprojekt MicroMilk-Demo wird das System nun industriell umgesetzt.

Anwendungen

- Mikrowellenpasteurisierung von Milch und viskosen Milchprodukten (z. B. Joghurt)
- Mikrowellenpasteurisierung von Fruchtsaft und Saftkonzentraten
- Erhitzung oder Vorbehandlung von Zwischenprodukten



1



2

EXTRAKTION UND SELEKTIVE TRENNVERFAHREN

Die produktschonende, umweltverträgliche und effiziente Gewinnung funktioneller Inhaltsstoffe aus biogenen Roh- oder Reststoffen sowie Zwischenprodukten der Agrar- und Lebensmittelproduktion ist ein weiterer Schwerpunkt der Arbeitsgruppe »Aseptische Technologien«.

Im Mittelpunkt stehen die Entwicklung von Verfahren zur Extraktion und Fraktionierung mittels Hochdrucktechnik in der Kombination mit der Druckwechseltechnik (PCT) und die Anwendung elektrophoretischer und mechanischer Trennverfahren für die Aufreinigung der Inhaltsstoffe. Durch die Integration von Hochdruckprozessen lassen sich beispielweise wertvolle Inhaltsstoffe aus Mikroalgen ohne den Einsatz von Lösungsmitteln und energieeffizient gewinnen.

Freigesetzte Proteine, Peptide und auch andere geladene Biomoleküle lassen sich durch Elektromembranfiltration selektiv trennen bzw. anreichern, da die Moleküle in nur einem Verfahrensschritt konzentriert und nach funktionellen Fraktionen aufgetrennt werden können. Die Elektromembranfiltration kombiniert die mechanische Druckfiltration über eine poröse Membran mit der Bewegung von Ionen und Molekülen in einem elektrischen Feld. Die Trennung erfolgt daher nicht nur nach ihrer Größe, sondern gleichzeitig auch nach der Ladung. Im Vergleich zur klassischen Ultrafiltration erhöht dies die Ausbeute und reduziert den Reinigungsaufwand der Anlagen.

Anwendungen

- Extraktion funktioneller Inhaltsstoffe (z. B. Fettsäuren, ätherische Öle)
- Selektive Anreicherung von Proteinen und Peptiden zur Nahrungsergänzung
- Abtrennung unerwünschter Biomoleküle



INTEGRIERTER PROZESSANSATZ

Um geeignete, praxistaugliche Alternativen zu gängigen Prozessen entwickeln zu können, müssen unsere Verfahren in ihrer Konzeption auf die Anforderungen eines Produktionsprozesses für beispielsweise Lebensmittel oder Wirkstoffe angepasst werden. Dafür ist es erforderlich, den Gesamtprozess zu analysieren und zu validieren – von der Produktentwicklung, Verarbeitung und Stabilisierung bis zur Anlagentechnik und Verpackung.

Konzepte des Hygienic Design und der CIP-Reinigung (cleaning in place, CIP) spielen dabei eine zentrale Rolle. Darüber hinaus wird die Weiterentwicklung und prozesstechnische Optimierung produktschonender, alternativer Verfahren und ihre Integration in den Produktionsprozess unter Berücksichtigung gängiger Standards der Lebensmittelproduktion und Risikoanalysenverfahren wie HACCP (hazard analysis and critical control points) durchgeführt.

Bei der Konzeption und Umsetzung betrachten wir die entwickelten Systeme ebenfalls im Hinblick auf ihre Ressourcen- und Energieeffizienz.

- 1 *Proteinfractionierung durch Elektromembranfiltration.*
- 2 *Funktionsprinzip des Elektromembranverfahrens.*
- 3 *Prozessanalyse in einer Demonstrationsanlage.*



LEISTUNGSANGEBOT

Wir arbeiten in einem interdisziplinären Team und etablieren neue Verfahren für die Hygienisierung und Entkeimung biogener Produkte, beispielsweise die Pasteurisierung mittels Druckwechslerverfahren und die Mikrowellenerhitzung, oder für die Gewinnung funktioneller Inhaltsstoffe aus biogenen Roh- oder Reststoffen mittels elektrophoretischer, Hochdruckextraktions- und Fraktionierungsverfahren – von der Konzeption, über Versuche im Labormaßstab und Anlagen im Technikumsmaßstab bis zur Pilotierung im großtechnischen Maßstab.

Dabei richten wir unsere Arbeiten auf die speziellen Anforderungen der Bereiche Lebensmittel, Kosmetik und Pharmazie aus und konzipieren Prozesse und Anlagen unter dem Aspekt des Hygienic Design und im Hinblick auf eine Herstellung nach internationalen Richtlinien. Für die Realisierung der entwickelten Anlagenkonzepte arbeiten wir in einem Netzwerk mit qualifizierten Firmen aus dem Bereich des Maschinen- und Anlagenbaus zusammen.

Leistungen im Überblick

- Kundenspezifische Prozessentwicklung inklusive Validierung und betriebliche Implementierung
- Wissenschaftliche Beratung und Untersuchungen zur mikrobiologischen und chemisch-physikalischen Stabilisierung flüssiger oder pastöser Produkte mittels Hochdruck und Mikrowellenerhitzung
- Wissenschaftliche Beratung und Untersuchungen zur selektiven Gewinnung bzw. Anreicherung funktioneller Zutaten aus biogenen Roh- oder Reststoffen mittels elektrophoretischer oder Hochdruckverfahren
- Optimierung von Prozessen unter Berücksichtigung von mikrobieller Stabilität, Erhaltung hochwertiger Inhaltsstoffe sowie Energieeffizienz und Reduktion des Wasserverbrauchs
- Technikumsanlagen für Vorversuche und Machbarkeitsstudien
- Konstruktive Spezifizierung des Prozesses und der Anlagenkomponenten, u. a. mit der integrierten Kombination aus 3D-CAD-Konstruktion und numerischer Simulation von Strömungen, elektromagnetischen Feldern und Wärmeübertragung mit neuester Software
- Entwicklung hygienegerechter Prozesse und Anlagen inkl. Risikoanalyse der Prozesse

1 *Demonstrationsanlage im Rahmen des EU-Projekts »MicroMilk«.*

Kontakt



Dr. Ana Lucía Vásquez Caicedo

Gruppenleiterin

Aseptische Technologien

Telefon +49 711 970-3669

analucia.vasquez@igb.fraunhofer.de



Dipl.-Ing. Siegfried Egner

Abteilungsleiter

Physikalische Prozesstechnik

Telefon +49 711 970-3643

siegfried.egner@igb.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut

für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB

Nobelstraße 12
70569 Stuttgart

Telefon +49 711 970-4401

Fax +49 711 970-4200

info@igb.fraunhofer.de

www.igb.fraunhofer.de

Fraunhofer IGB Kurzprofil

Das Fraunhofer IGB entwickelt und optimiert Verfahren und Produkte für die Geschäftsfelder Medizin, Pharmazie, Chemie, Umwelt und Energie. Wir verbinden höchste wissenschaftliche Qualität mit professionellem Know-how in den Kompetenzfeldern Grenzflächentechnologie und Materialwissenschaft, Molekulare Biotechnologie, Physikalische Prozesstechnik, Umweltbiotechnologie und Bioverfahrenstechnik sowie Zellsysteme – stets mit Blick auf Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit. Komplettlösungen vom Labor- bis zum Pilotmaßstab gehören dabei zu den Stärken des Instituts. Kunden profitieren auch vom konstruktiven Zusammenspiel der verschiedenen Disziplinen am Fraunhofer IGB, das in Bereichen wie Medizintechnik, Nanotechnologie, industrieller Biotechnologie oder Umwelttechnologie neue Ansätze eröffnet. Das Fraunhofer IGB ist eines von 66 Instituten und selbstständigen Forschungseinrichtungen der Fraunhofer-Gesellschaft, Europas führender Organisation für anwendungsorientierte Forschung.

www.igb.fraunhofer.de

Bleiben Sie mit uns in Verbindung:

