

Biokonversion

1 Biokonversion	2
1.1 Einleitung	2
2 Enzyme	3
3 Membrantechnik	3
3.1 Synergie von Reaktion und Trennung	3
3.2 Prozessintensivierung und Anlagenkonzepte	4
4 Anwendungen Lebensmittel- und Biotech	4
4.1 Industriell etablierte Beispiele	4
4.2 Weitere biotechnologische Anwendungen	4
4.3 Bedeutung für zukünftige Prozesse	4

1 Biokonversion

1.1 Einleitung

Unter Biokonversion versteht man die gezielte Umwandlung biologischer Ausgangsstoffe in andere, technisch nutzbare Produkte. Die Umwandlung erfolgt mithilfe biologischer, chemischer oder physikalischer Prozesse. Im Mittelpunkt stehen dabei Enzyme, Mikroorganismen oder Kombinationen aus beiden. Meist – wenn auch nicht ausschliesslich – bezeichnet der Begriff die Umwandlung lignocelluloseischer Biomasse in Treibstoffe, Chemikalien oder höherwertige Zwischenprodukte. In der biotechnologischen Lebensmittelproduktion entstehen zahlreiche funktionelle Komponenten durch die Hydrolyse spezifischer Lebensmittelinhaltsstoffe. Proteolytische, glykolytische und lipolytische Enzymsysteme erzeugen definierte Moleküle mit sensorischen oder technologischen Eigenschaften. Die Biokonversion stützt sich auf Katalysatoren, die komplexe Polymere selektiv in fermentierbare oder chemisch reaktive Moleküle überführen können. Die Leistungsfähigkeit der Biokonversion steht im Zusammenhang mit der angewendeten Vorbehandlung und der strukturellen Beschaffenheit des Ausgangsmaterials. Thermochemisch-biochemische Hybridstrategien stehen als ergänzende Optionen zur Verfügung.

Biokonversion eröffnet neue Wege für die Nutzung pflanzlicher Rohstoffe in der Lebensmittel- und Biotechnologie.

Enzymatisch erzeugte Peptide, Zuckerderivate oder Lipidfraktionen gelangen in funktionelle Lebensmittel. Mikrobielle Systeme ermöglichen die Bildung aromabildender Metabolite.

Biokonversion ermöglicht

- Neuartige, funktionelle Lebensmittelzusatzstoffe
- Neue, natürlichen Farbstoffe, Aromen und Texturmodulatoren
- Biobasierte Verpackungsmaterialien
- Diversifizierung von Rohstoffquellen

Dadurch entstehen **Chancen**

- Entwicklung hochspezifischer Enzymsysteme
- Etablierung robuster mikrobieller Produzenten
- Aufwertung regionaler Biomassequellen
- Etablierung neuer Produktionsplattformen für Nutraceuticals
- Herstellung personalisierter Lebensmittelkomponenten
- Reduktion synthetischer Zusatzstoffe
- Erschliessung fermentativer Alternativen zu petrochemischen Produkten
- Standardisierung funktioneller Moleküle
- Entwicklung innovativer Bioreaktorsysteme

und enorme **Zukunftsperspektiven**

- Integration von KI-gestützten Enzymdesignmethoden
- Nutzung multienzymatischer Kaskaden
- Kombination biologischer und elektrochemischer Prozesse
- Einführung neuartiger Fermentationsregime
- Verwendung extremophiler Mikroorganismen
- Kopplung von Biokonversion und zellfreier Synthese
- Ausweitung auf personalisierte Ernährungsanwendungen

- Entwicklung programmierbarer Biokatalysatoren
- Optimierung der Ressourceneffizienz in der Lebensmittelproduktion
- Stärkere Vernetzung zwischen Biotechnologie, Ernährung und Materialwissenschaften

Biokonversion steht damit als dynamisches Konzept im Zentrum zukünftiger Entwicklungen im Bereich Food und Biotech.

2 Enzyme

Enzyme sind Proteine, die als biologische Katalysatoren wirken. Sie beschleunigen chemische Reaktionen, ohne selbst verbraucht zu werden. Dies geschieht durch die Absenkung der Aktivierungsenergie.

Enzyme arbeiten hochspezifisch und katalysieren meist nur eine einzige Reaktion. Die sogenannte Substratspezifität ist entscheidend für die Selektivität der Biokonversion. Unerwünschte Nebenreaktionen werden dadurch stark reduziert.

Enzyme stammen entweder aus natürlichen Mikroorganismen oder werden rekombinant hergestellt. Ihre Eigenschaften können gezielt an industrielle Anforderungen angepasst werden. Für eine effiziente Biokonversion müssen Temperatur und pH-Wert exakt eingestellt werden. Auch die Substratkonzentration und Inhibitoren beeinflussen die Reaktionskinetik.

3 Membrantechnik

Die in der Biokonversion eingesetzten Enzyme und Mikroorganismen liegen in komplexen, wässrigen Prozessgemischen vor.

Für eine gezielte Nutzung ist eine kontrollierte Trennung und Aufarbeitung erforderlich.

An dieser Stelle kommt die Membrantechnik, insbesondere die Membranfiltration, als zentrales verfahrenstechnisches Werkzeug zum Einsatz.

Membranverfahren ermöglichen die schonende Abtrennung von Enzymen, Zellen oder Biomolekülen unter Erhalt ihrer biologischen Aktivität.

Aufgrund der milden Betriebsbedingungen sind sie besonders gut mit biokatalytischen Prozessen kompatibel.

Gleichzeitig lassen sich Biokonversion und Membrantrennung in integrierten Prozesskonzepten kombinieren.

Beispiele hierfür sind Enzymrückhaltung, Produktanreicherung oder die kontinuierliche Entfernung inhibierender Nebenprodukte.

Dadurch kann die Raum-Zeit-Ausbeute deutlich gesteigert werden.

3.1 Synergie von Reaktion und Trennung

Biokonversionsprozesse profitieren in besonderem Mass von der Membrantechnik. Membranen ermöglichen die gleichzeitige Durchführung von Reaktion und Stofftrennung. Produkte können kontinuierlich aus dem Reaktionsraum entfernt werden.

Dies verhindert eine Hemmung der Enzyme durch Produktanreicherung. Gleichzeitig erhöht sich die erreichbare Ausbeute deutlich. Die Reaktionsbedingungen bleiben stabil und kontrollierbar.

Membranen erlauben eine präzise Trennung auf molekularer Ebene. Enzyme können gezielt im Reaktor zurückgehalten werden. Dies ermöglicht eine Mehrfachnutzung der Katalysatoren. Die Wirt-

schaftlichkeit des Gesamtprozesses wird dadurch verbessert.

3.2 Prozessintensivierung und Anlagenkonzepte

Die Kombination aus Biokonversion und Membranen führt zu einer Prozessintensivierung. Reaktions- und Trennschritte werden in einem System zusammengefasst. Dadurch werden Anlagen kompakter und übersichtlicher.

Der Energieverbrauch sinkt im Vergleich zu mehrstufigen Konzepten. Auch die Automatisierung und Prozessregelung wird vereinfacht. Membranreaktoren sind ein typisches Beispiel für solche integrierten Konzepte. Sie werden kontinuierlich oder semikontinuierlich betrieben. Messinger Engineering beschäftigt sich intensiv mit solchen Systemen.

Der Fokus liegt auf robusten und skalierbaren Lösungen. Insbesondere im Lebensmittel- und Biotech-Bereich bestehen grosse Potenziale.

4 Anwendungen Lebensmittel- und Biotech

4.1 Industriell etablierte Beispiele

Ein klassisches Beispiel ist die Verzuckerung von Stärke. Hierbei wandeln Enzyme wie Amylasen und Glucoamylasen Stärke in Glucose um. Diese Produkte dienen unter anderem zur Herstellung von Sirupen.

Ein weiteres wichtiges Anwendungsfeld sind laktosefreie Milchprodukte. Das Enzym Laktase spaltet Laktose in Glucose und Galactose. Dadurch werden Milchprodukte für laktoseintolerante Personen verträglich.

Auch die Proteinhydrolyse ist von grosser Bedeutung. Proteasen verbessern Textur, Geschmack und Verdaulichkeit von Lebensmitteln.

4.2 Weitere biotechnologische Anwendungen

In der Abwasserbehandlung bauen Enzyme organische Verbindungen ab. Lipasen und Proteasen reduzieren so die Umweltbelastung. Ein weiteres Beispiel ist die Herstellung von Gluconsäure. Dabei wird Glucose enzymatisch zu Gluconaten oxidiert. Auch funktionelle Zucker wie Isomaltulose werden biokonvertiert. Isomaltulose besitzt einen niedrigen glykämischen Index. Sie wird daher in speziellen Lebensmitteln eingesetzt. Ein weiteres Beispiel ist die Herstellung von D-Tagatose. Hierbei wird Fructose enzymatisch isomerisiert. Solche Prozesse zeigen die Vielfalt moderner Biokonversionen.

4.3 Bedeutung für zukünftige Prozesse

Die Biokonversion ist ein dynamisches Forschungsfeld. Neue Enzyme und Prozesskonzepte werden kontinuierlich entwickelt. Membrantechnik spielt dabei eine Schlüsselrolle. Sie ermöglicht effiziente, schonende und selektive Prozesse. Für den Lebensmittelbereich sind hygienische und milde Bedingungen entscheidend. Biokonversionsprozesse erfüllen diese Anforderungen besonders gut. Gleichzeitig lassen sich qualitativ hochwertige Produkte herstellen. Damit ist die Biokonversion ein zukunftsfähiger Ansatz für nachhaltige Produktion. Die Kombination aus Enzymtechnik und Membranen eröffnet neue Möglichkeiten. Sie bildet eine wichtige Grundlage für innovative biotechnologische Anwendungen.