

Mechanische Beanspruchung als Vorbehandlungsschritt zur Separation EPS-produzierender bakterieller Starterkulturen: Einfluss auf Effizienz und Skalierbarkeit des Zentrifugationsschrittes

Koordinierung:	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI), Bonn
Forschungsstelle I:	Karlsruher Institut für Technologie (KIT) Institut für Mechanische Verfahrenstechnik und Mechanik (MVM) Lehrstuhl Verfahrenstechnische Maschinen (VM) Prof. Dr Hermann Nirschl/M.Sc. Florian Häffele
Forschungsstelle II:	Technische Universität Dresden Institut für Naturstofftechnik Professur für Lebensmitteltechnik Prof. Dr. Harald Rohm/PD Dr. Doris Jaros
Industriegruppe:	Kompetenznetz Verfahrenstechnik Pro3 e.V., Stuttgart Projektkoordinator: Dr. Karsten Hellmuth Chr. Hansen GmbH, Nienburg
Laufzeit:	2015 - 2017
Zuwendungssumme:	€ 279.590,-- (Förderung durch BMWi via AiF/FEI)

Ausgangssituation:

Bei der Herstellung von flüssigen fermentierten Milchprodukten sind Milchsäurebakterien von essentieller Bedeutung. Die großtechnische Produktion von kommerziellen Starterkulturen erfolgt bei definierter Temperatur, Nährmedienzusammensetzung und pH. An die Fermentation schließt sich ein Separationsschritt mittels Zentrifugation an, der zur Ernte der Zellen aus dem umgebenden Medium dient. Um diese Abtrennung für Exopolysaccharid (EPS)-bildende Kulturen, die vermehrt in der Milchindustrie eingesetzt werden, zu verbessern, wurden die fermentierten Substrate im industriellen Maßstab vor der Zentrifugation homogenisiert. Einige Kulturen zeigten nach dieser Scherbeanspruchung eine deutliche Verbesserung des Sedimentations- und Kompressionsverhaltens. Diese Aussagen waren jedoch sowohl aus wirtschaftlicher als auch aus wissenschaftlicher Sicht wenig zufriedenstellend, da

die Maßnahmen unsystematisch und ohne nähere Informationen zu den jeweiligen Eigenschaften der EPS erfolgten.

Ziel des Forschungsvorhabens war es, den Einfluss unterschiedlicher EPS-Arten ausgewählter *Streptococcus-thermophilus* (ST)-Stämmen auf den Separationsschritt systematisch aufzuklären und mittels der Erweiterung bestehender Skalierungsmodelle eine Maßstabsübertragung des Separationsschrittes von Laborversuchen auf den industriellen Prozess zu ermöglichen.

Forschungsergebnis:

Mit definierten Scherprozeduren (Ultra-Turrax) beanspruchte Fermentationsmedien unterschieden sich in der Sedimentationsgeschwindigkeit (v_{Sed}) der Zellen, die in einer analytischen Zentrifuge (LUMiSizer) ermittelt wurde. Stamm ST-D und Stamm ST-E, die viskositätsrelevante freie EPS bilden, zeigten

dabei nur geringe Veränderungen in der Sedimentationsgeschwindigkeit, was vor allem für ST-D durch eine Zellkettenverkürzung hervorgerufen wurde. Für die kapsuläre EPS (CPS) bildenden Stämme ST-C, ST-G, ST-H und ST-I war eine Erhöhung von v_{Sed} zu beobachten, die für Stämme mit besonders dicken Kapseln um die Zellen (ST-H, ST-G) geringer war. Die scherinduzierte Zellkettenzerstörung war für diese Stämme vernachlässigbar. Die Ergebnisse führen zu der Hypothese, dass das Abscheren der CPS zu einer Verringerung der Zellviskosität führt (geht mit Erhöhung der Sedimentationsgeschwindigkeit einher) und die CPS als eine Art ‚Fallschirm‘ wirken, der das Absinken der Zellen verlangsamt, so dass ihr Abscheren auch zu einer Erhöhung von v_{Sed} beiträgt. Mit Ausnahme eines Stammes zeigten alle Kulturen ein kompressibles Sediment, wobei die jeweiligen Sedimenthöhen durch die Scherbeanspruchung deutlich reduziert wurden. Vergleichbare Ergebnisse wurden nach Scherbeanspruchung mit einem Hochdruckhomogenisator ermittelt. Mit Lebend/Tot-Färbungen im Durchflusszytometer und Fermentationsexperimenten konnte gezeigt werden, dass die Zellvitalität durch die Scherbeanspruchung nicht beeinflusst wurde. Scale-Up-Versuche mit einem Tellerseparator wurden beispielhaft für die Stämme ST-C und ST-E erfolgreich durchgeführt. Anhand der gewonnenen Erkenntnisse wurde ein Leitfaden für die Industrie zur optimalen Vorbehandlung EPS-produzierender bakterieller Starterkulturen erstellt.

Wirtschaftliche Bedeutung:

Im Rahmen des Vorhabens wurde (in AP 7) ein Leitfaden zur Optimierung des Separationsprozesses erstellt, der nunmehr nach Projektabschluss allen interessierten Unternehmen zu Verfügung steht. Der primäre Wert der Ergebnisse liegt für Industrieunternehmen in der Vertiefung des Verständnisses bereits genutzter Verfahren und deren Optimierung. Das bedeutet, dass in den meisten Fällen eine Kostenreduktion ohne größere Investitionen erreicht werden kann. Der zeitliche Horizont für eine zielgerichtete Umsetzung der Ergebnisse der Ergebnisse liegt im Bereich von wenigen Monaten bis maximal zwei Jahren.

Aus wissenschaftlich-technischer Sicht dürften die Ergebnisse dazu beitragen, dass Separationstechnikhersteller ihre Trennverfahren stärker an die Anforderungen biotechnologischer Produkte anpassen können. Die derzeit verwendeten verfahrenstechnischen Apparate haben ihren Ursprung mehrheitlich in der Abtrennung anorganischer partikulärer Systeme. Den Ansprüchen und Problemstellungen biotechnologischer Produkte hinsichtlich Kompressibilität, Scherempfindlichkeit, Problemen bei hohem Temperatureintrag usw. werden sie jedoch nur selten gerecht. Die im Rahmen des Vorhabens gewonnenen Erkenntnisse erleichtern Separationstechnikherstellern die Anpassung ihrer verfahrenstechnischen Apparate an die Bedürfnisse der Biotechnologie.

Publikationen (Auswahl):

1. FEI-Schlussbericht 2017.
2. Häftele, F. et al: Separation von Starterkulturen nach Hochdruck-Homogenisierung. Chem. Ing. Techn. 90, 1016 - 1020 (2018).
3. Häftele, F. et al.: Relationship between shear energy input and sedimentation properties of exopolysaccharide producing *Streptococcus thermophilus* strains. Sep. Pur. Technol. 202, 21-26, DOI: 10.1016/j.seppur.2018.03.031 (2018).
4. Jaros, D. et al.: Shear treatment of starter culture medium improves separation behavior of *Streptococcus thermophilus* cells. Eng. Life Sci. 18, 62-69 (2017).
5. Surber, G. et al.: How the type of exopolysaccharide affects the rheological properties of fermented products. Ann. Trans. Nordic Rheol. Soc. 25, 51-54 (2017).

Weiteres Informationsmaterial:

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
Institut für Mechanische Verfahrenstechnik
und Mechanik (MVM)
Lehrstuhl Verfahrenstechnische Maschinen (VM)
Straße am Forum 8, 76131 Karlsruhe
Tel.: +49 721 608-42404
Fax: +49 721 608-42403
E-Mail: hermann.nirschl@kit.edu

Technische Universität Dresden
Institut für Naturstofftechnik
Professur für Lebensmitteltechnik
Bergstraße 120, 01069 Dresden
Tel.: +49 351 463-32420
Fax: +49 351 463-37761
E-Mail: harald.rohm@tu-dresden.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

... 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 über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.