

CORNET Projekt BYPROVAL erfolgreich abgeschlossen

Energie und kosmetische Wirkstoffe aus Gemüseresten

Im inzwischen abgeschlossenen Forschungsprojekt BYPROVAL hat die PFI Biotechnologie zusammen mit dem belgischen Forschungsinstitut Celabor die Extraktion von wertvollen Inhaltsstoffen aus ausgewählten Reststoffen des Obst- und Gemüseanbaus untersucht. Im Fokus standen die Reststoffe der Erbsenverarbeitung (Stängel, Blätter, Hülsen), Apfeltrester und Karotten, die reich an wertvollen sekundären Pflanzenstoffen sind. Ziel war es, an bestehenden Biogasanlagen durch eine Kombination von Extraktion und Biogasproduktion eine zusätzliche Wertschöpfung zu erreichen.

In Deutschland werden jährlich große Mengen an Reststoffen der Obst- und Gemüseindustrie als Futtermittel, Dünger oder Substrat für Biogasanlagen entsorgt. Viele dieser pflanzlichen Reststoffe enthalten jedoch wertvolle Inhaltsstoffe, deren Extraktion und separate Vermarktung im Bereich der kosmetischen und pharmazeutischen Industrie aussichtsreich erscheint. Im Projekt BYPROVAL wurden die Reststoffe der Erbsenverarbeitung (Stängel, Blätter, Hülsen), Apfeltrester und Karotten anhand verschiedener Bewertungskriterien aus einer Vielzahl möglicher Kandidaten zur näheren Untersuchung ausgewählt. Sie enthalten wertvolle Inhaltsstoffe mit gesundheitsfördernden Eigenschaften. Diese Substanzen sollten vor der energetischen Nutzung in der Biogasanlage extrahiert werden, um dann vermarktet werden zu können.



Extraktion vor oder nach einer Silierung?

Zunächst wurde untersucht, welche Extraktionsstrategie am sinnvollsten ist: vor oder nach einer Konservierung mittels Silierung? In der Biogasbranche gilt Silierung als Standardmethode zur Konservierung von Substraten. Durch Komprimierung im Fahrsilo und Sauerstoffabschluss finden mit den natürlich vorkommenden Organismen Gärprozesse statt, die wie beim Sauerkraut das Material versäuern und somit haltbar machen.

Es konnte gezeigt werden, dass alle drei Substrate silierbar sind. Abb. 1 zeigt die Spektren der Versäuerung nach der Silierung. Eindeutig zu erkennen ist die dominierende Milchsäuregärung bei Erbsenresten und Karotten. Dagegen findet bei Apfeltrester hauptsächlich eine alkoholische Gärung statt.

Bezogen auf die Konservierung liefern alle drei Substrate zufriedenstellende Ergebnisse. Im Hinblick auf das Extraktionsverfahren und die substratspezifischen Zielsubstanzen zeigte sich ein differenziertes Bild. So war bei den Karotten im Zuge der Silierung ein starker Abbau der wichtigsten Zielsubstanzen Lutein und β -Caroten feststellbar (etwa 90 Prozent). Somit ist bei dieser Biomassefraktion die Extraktion der Pflanzeninhaltsstoffe vor einer möglichen Silierung zwingend erforderlich.

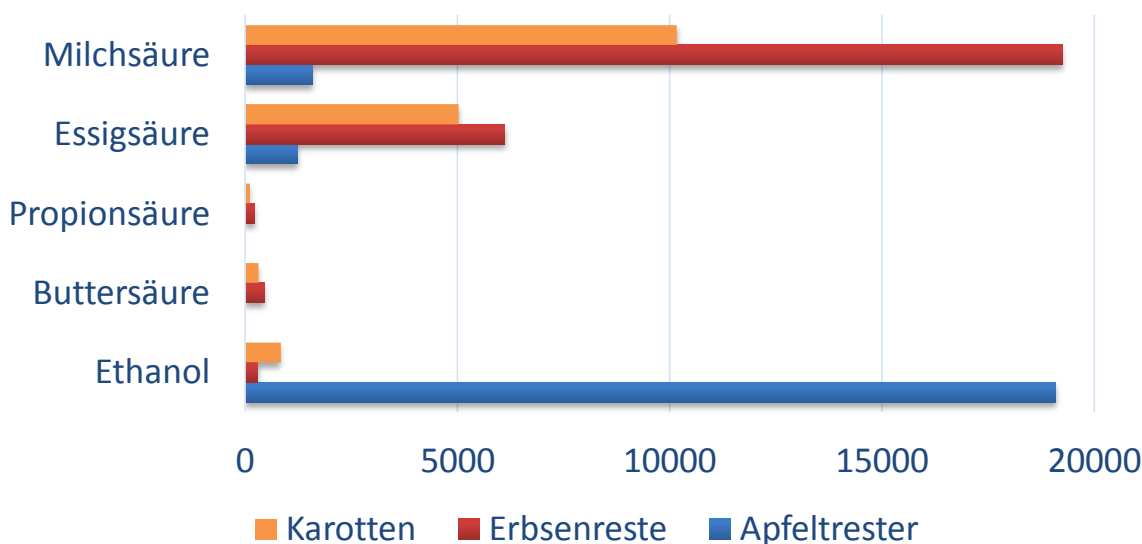


Abb. 1: Säure- und Alkoholmuster der Substrate nach Silierung. Konzentration in mg/kg

Besonders interessante Aspekte in Bezug auf den Einfluss der Silierung auf spezifische Zielsubstanzen ergaben sich bei den Erbsenresten. Untersucht wurde diese Biomassefraktion hinsichtlich bestimmter phenolischer Verbindungen. Von besonderem Interesse war hierbei das Flavonol Quercetin aufgrund der Anwendungen in der Kosmetik und Pharmazie. Zwar war auch hier ein gewisser Abbau von Zielsubstanzen feststellbar, aber weit weniger stark ausgeprägt als bei den Karotten. Beim Quercetin zeigte sich eine Konversion vom Quercetin-glycoside zum Quercetin infolge der Abspaltung der Zuckereinheit. Somit hatte die Silierung in diesem Fall einen insgesamt positiven Effekt auf spezifische Zielsubstanzen, denn die nicht-glycosidierten Flavone weisen typischerweise deutlich höhere antioxidative Aktivitäten auf als die entsprechenden glycosidierten Verbindungen.

Biogaspotential der Reststoffe

Im Hinblick auf die vorgesehene kombinierte stoffliche und energetische Nutzung der Reststofffraktionen erfolgten parallel zu den Extraktionsversuchen umfangreiche Experimente zum

Biogaspotential der Einsatzstoffe. Neben zahlreichen statischen Fermentationstests verschiedener Fraktionen stand hierbei ein Langzeittest mit Erbsenresten nach erfolgter Extraktion im Fokus. Im Rahmen eines mehrmonatigen kontinuierlichen Fermentationstests wurden die Extraktionsreste in einer Ko-Fermentation mit Mais getestet. Ziel war die Ermittlung der zu erwartenden Biogaserträge unter praxisnahen Bedingungen und die Prüfung der Prozessstabilität. Als Referenz wurde parallel eine Monofermentation mit Mais durchgeführt. Die Ergebnisse des Langzeitversuches konnten die Eignung der Reststoffe als Ko-Substrat für eine Biogasproduktion eindeutig bestätigen. Der Versuchsreaktor zeigte eine konstante Gasproduktion bei hoher Prozessstabilität und die Gaserträge lagen nur geringfügig unterhalb des Referenzreaktors (siehe Abb. 2).

Auf Grundlage der ermittelten spezifischen Biogaserträge und der Trockensubstanzgehalte der Extraktionsreste können mit ca. 2,5 Tonnen des Materials rund 1 Tonne Mais-Fütterungssubstrat für eine Biogasanlage ersetzt werden.

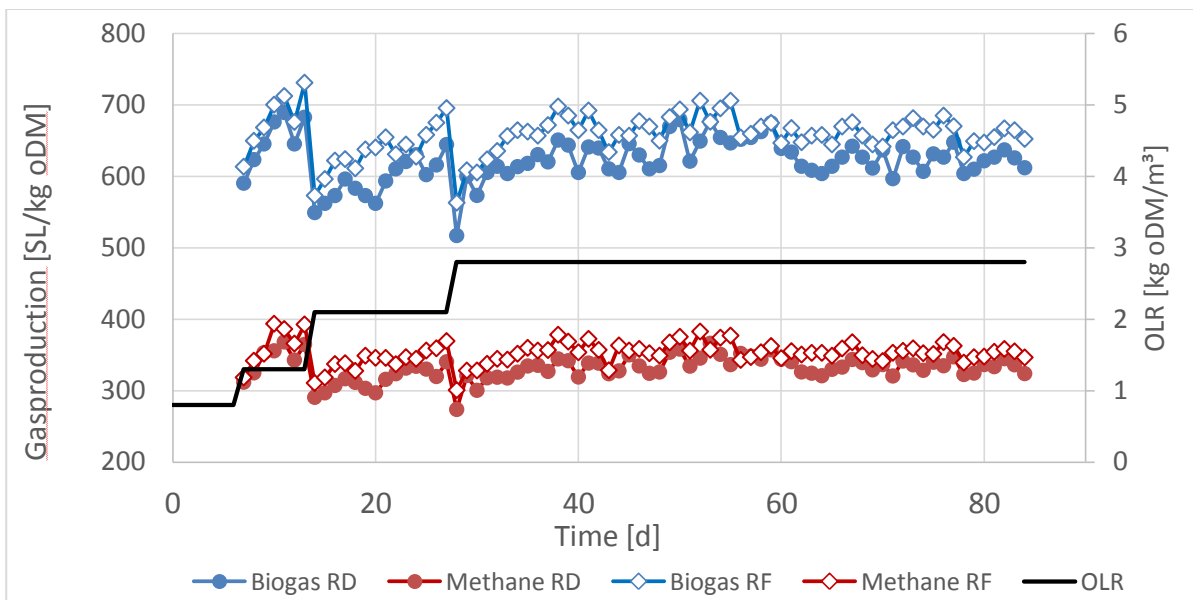


Abb. 2: Spezifische Gasproduktion bei der Ko-Fermentation von extrahierten Erbsenresten mit Mais (Reaktor RD) im Vergleich zur Monofermentation mit Mais (Reaktor RF)

Upscaling des Verfahrens

Um die Ergebnisse schneller in die Praxis zu überführen, wurde im Rahmen des Projektes ein Upscaling des Extraktionsverfahrens vom Labor in einen technischen Maßstab durchgeführt. Hierauf basierend erfolgte die Ausarbeitung eines technologischen Konzeptes zur Implementierung einer

Extraktionsanlage an einer realen Biogasanlage. In einer Fallstudie wurden spezifische Biogas-Standorte in Deutschland und Belgien unter Berücksichtigung der vorhandenen Infrastruktur mit einbezogen.

Mit dem Ziel der Entwicklung und Optimierung des Extraktionsverfahrens hatte der Projektpartner Celabor im Labormaßstab eine ASE-Methode (*Accelerated Solvent Extraction*) ohne Einsatz giftiger organischer Lösungsmittel erarbeitet. Die Evaluierung der Methodik ergab eine hohe Extraktionseffizienz im Vergleich zu konventionellen Ansätzen mit organischen Lösungsmitteln. Am PFI konnte der Ansatz erfolgreich auf einen technischen Maßstab übertragen werden (siehe Abb. 3).



Abb. 3: Pilot-Aufschlussanlage im Technikum des PFI. 1 = Vorlagebehälter; 2 = Aufschlussreaktor; 3 = Auffangbehälter; 4 = Dampferzeuger

Auf der Grundlage der unter praxisnahen Bedingungen ermittelten Ergebnisse und der technischen Rahmenparameter erfolgte abschließend die Erstellung eines Technologiekonzeptes für die Implementierung des Verfahrens einschließlich einer vorläufigen Wirtschaftlichkeitsbetrachtung. Die in den Fallstudien an Standorten in Deutschland und Belgien ermittelten Daten wurden hierbei einbezogen und ebenso die an Biogasanlagen bereits vorhandene Infrastruktur sowie verfügbare thermische Energie berücksichtigt.

Das Technologiekonzept wurde anhand der Biomassefraktion Erbsenreste und des Zielproduktes Quercetin entwickelt. Dabei würde der gesamte Verfahrensablauf unter Berücksichtigung real verfügbarer Mengen des Ausgangssubstrates betrachtet. Berücksichtigt wurde auch die weitere Bearbeitung des Zielproduktes bis zum getrockneten Rohextrakt einschließlich der benötigten Aggregate und der Verfahren zur Wasserrückgewinnung.

Die anschließende Wirtschaftlichkeitsbetrachtung unter Berücksichtigung der geschätzten Investitions-, Energie- und Betriebskosten ergab spezifische Kosten für Quercetin-Extrakte in einer Bandbreite von 6 bis 18 €/kg. Die relativ große Spannbreite resultiert aus variierenden Extraktmengen, die maßgeblich von Qualität und Lagerbedingungen des Ausgangsmaterials abhängen, sowie von unterschiedlichen technischen und infrastrukturellen Voraussetzungen der betrachteten Standorte.

Berücksichtigt man aktuelle Marktpreise für Quercetin-Extrakte mit vergleichbaren Wirkstoffgehalten (10 bis 40 €/kg je nach Herkunft, Qualität und Abnahmemengen) ergeben sich mittelfristig gute Perspektiven für eine Implementierung der Technologie in der Praxis.

Firmenvertreter aus den projektbegleitenden Ausschüssen beider Partnerländer haben bereits Interesse an einer Weiterentwicklung des Verfahrens bekundet. Die Forschungspartner PFI und Celabor prüfen derzeit in Kooperation mit den interessierten Unternehmen die Möglichkeiten zur Weiterentwicklung und zeitnahen praktischen Implementierung. Als eine geeignete Plattform für eine solche internationale Kooperation von KMUs und industrienahen Forschungsorganisationen würde sich das Netzwerk IraSME anbieten. Diese internationale Variante des erfolgreichen ZIM-Programmes wird – wie auch das Cornet-Programm – vom deutschen Bundeswirtschaftsministerium gefördert und von AiF organisatorisch begleitet.

Das vorliegende Forschungsprojekt wurde in Kooperation mit dem belgischen Forschungsinstitut [Celabor](#) bearbeitet. Celabor, in der belgischen Region Wallonien ansässig, ist ein international tätiges Forschungsinstitut. Es bietet wissenschaftliche und technische Unterstützung für Firmen in den Bereichen Agro-Food, Umwelt, Verpackung, Papier und Textilien.

Das IGF-Vorhaben 152 EN der Forschungsvereinigung Prüf- und Forschungsinstitut Pirmasens e.V. 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, wofür wir an dieser Stelle herzlich danken möchten.

Weitere Informationen:

Dr. Stefan Dröge, Leiter der Abteilung Biotechnologie

Tel.: +49 6331 2490 846

E-Mail: stefan.droege@pfi-biotechnology.de

Projektinfo BYPRVOAL

Titel: «Erschließung neuer Wertschöpfungsketten von Abfällen der Obst- und Gemüseindustrie durch die Kombination von Extraktion und Biogasproduktion» (New Valorization Pathway for Fruit / Vegetable Waste by a Combination of Extraction and Biogas Production)

Laufzeit: 01.01.2016 – 31.12.2017

Projektpartner:



Fördermittelgeber:



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Wallonie



Service public
de Wallonie