AgEcon SEARCH
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search
http://ageconsearch.umn.edu
aesearch@umn.edu

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

Schriften der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e.V.

Kleinhanß, W.: Möglichkeiten und Grenzen der Biotechnologie für die Erschließung neuer Absatzmärkte im Non-Food-Bereich. In: Buchholz, H.E., Neander, E., Schrader, H.: Technischer Fortschritt in der Landwirtschaft – Tendenzen, Auswirkungen, Beeinflussung. Schriften der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e.V., Band 26, Münster-Hiltrup: Landwirtschaftsverlag (1990), S. 161-166.

MÖGLICHKEITEN UND GRENZEN DER BIOTECHNOLOGIE FÜR DIE ERSCHLIEßUNG NEUER ABSATZMÄRKTE IM NON FOOD-BEREICH

von

W. KLEINHANß, Braunschweig-Völkenrode

1 Einleitung

Die Erzeugung nachwachsender Rohstoffe macht derzeit kaum mehr als 1 % der landwirtschaftlichen Flächennutzung in der EG aus. Voraussetzungen für die Erweiterung des Absatzpotentials sind

- die Entwicklung von auf die spezifischen Eigenschaften natürlicher Polymere aufbauender Verarbeitungsverfahren und Produkte, sowie

- die Ausrichtung der Biomasseproduktion auf die qualitativen Anforderungen und ökonomischen Rahmenbedingungen in industriellen Verwendungen.

Die Biotechnologie kann zu beiden Bereichen einen Beitrag leisten. Einige bei der Erzeugung und Verwendung von Biomasse als Industriegrundstoff sich abzeichnenden Möglichkeiten werden im folgenden diskutiert.

2 Möglichkeiten der Biotechnologie im Bereich der Verarbeitung

In der Weiterverarbeitung von Biomasse bzw. bestimmten natürlichen Polymeren bietet sich ein weites Feld für die Herstellung von Produkten, die identisch sind mit auf petrochemischer Basis erzeugten bzw. mit denen aufgrund spezifischer Produkteigenschaften neue Anwendungsfelder erschlossen werden können. Die dabei sich stellende Grundfrage ist,

- Biomasse derartig zu transformieren, daß sie klassischen chemischen Verfahren zugänglich ist, was z.B. über den Weg der Ethanolerzeugung und deren Weiterverarbeitung zu organo-chemischen Grundprodukten (von BREMEN und SCHMOLTZI, 1987) möglich wäre,

- oder auf die natürlichen Polymereigenschaften ausgerichtete Verarbeitungsverfahren zu entwickeln (KLEINHANß, 1988, 1989).

Bestrebungen der chemischen Industrie zielen darauf ab, die durch die klassische Chemie gegebenen Grenzen mittels der Biotechnologie zu überwinden. Damit verbunden ist eine Hinwendung zur natürlichen Rohstoffbasis, die ihren Ausdruck findet in dem Bestreben, den Verwendungsanteil nachwachsender Rohstoffe von derzeit 10 % mittelfristig auf 20 % zu erhöhen. Biotechnologische Verfahren weisen Vorteile auf

- bei der Herstellung komplexer chemischer Verbindungen unter Verringerung von Verfahrensschritten,

- wegen der größeren Selektivität der Prozesse, wodurch sich z.B. natürliche Polymere an bestimmten funktionellen Gruppen modifizieren und Produkte höherer Reinheit bzw. mit höheren Ausbeuten gewinnen lassen,

- bei der gezielten Herstellung optisch aktiver Isomere mit spezifischer biologischer Aktivität.

Im Bereich Öle und Fette dürften biotechnologische Verfahren insbesondere bei der Nutzung der funktionellen Eigenschaften der Kohlenwasserstoffkette von Fettsäuren von Bedeutung sein, einem Gebiet, auf das bisher kaum mehr als 5 % der fettchemischen Reaktionen der Oleochemie entfallen. Ansatzpunkte für aus heimischen Ölsaaten gewonnene Pflanzenöle bestehen insbesondere in der gezielten Veränderung des Sättigungsgrades von Fettsäuren mittels enzymatischer Verfahren, wodurch sich z.B. Ölsäurefraktionen hoher Reinheit herstellen lassen, auf deren Basis wiederum klassische oleochemische Verfahren angewandt werden können (MUKHERJEE, 1989). Weiterhin lassen sich langkettige Fettsäuren enzymatisch spalten, wodurch in den Bereich der mit Kokosöl bzw. auf petrochemischer Basis produzierten Tenside vorgedrungen werden könnte.

Ein vielfältigeres Anwendungsgebiet für die Biotechnologie eröffnet sich in der Verarbeitung von Kohlenhydraten. Mittels enzymatischer Verfahren lassen sich bestimmte funktionelle Gruppen gezielt modifizieren, so daß einstufige chemische Prozesse darauf aufbauen können. Bedeutendster Bereich für biotechnologische Verfahren ist allerdings die fermentative Stoffumwandlung. Zu erwähnen sind hier vor allem:

- Die Herstellung organischer Säuren, darunter der u.a. zum partiellen Ersatz von Phosphaten im Waschmittelsektor verwendeten Zitronensäure sowie der bei der Kunststoffverarbeitung verwendeten Milchsäure. Nach den Projektionen der CEFIC (1985) dürfte mittelfristig eine Verdopplung des derzeitigen Erzeugungsumfangs von knapp 0,2 Mio t in der EG möglich sein. Die Vorteile biotechnologischer Verfahren sind vor allem darin zu sehen (SCHIWECK, RAPP und VOGEL, 1988), daß gegenüber der bei petrochemischen Verfahren anfallenden DL-Form mit Hilfe bestimmter Mikroorganismen gezielt optisch aktive Formen hergestellt werden können. Während z.B. L-Milchsäure insbesondere im Ernährungs- und Pharmasektor verwendet wird, dient D-Milchsäure u.a. als Vorstufe zur Herstellung optisch aktiver Pflanzenschutzmittel, wobei auf diesem Wege eine Halbierung der Applikationsmenge erreicht und vom Pflanzenschutzmitteleinsatz ausgehende Umweltgefährdungen vermindert werden können.

- Die Herstellung von Aminosäuren, die im Ernährungssektor als Geschmacksverstärker und Kochsalzersatz bzw. im Futtermittelsektor zur qualitativen Verbesserung pflanzlicher Proteine verwendet werden. Mit Ausnahme von Methionin können die biologisch umsetzbaren L-Formen auf direktem Wege jeweils nur über biotechnologische Verfahren gewonnen werden.

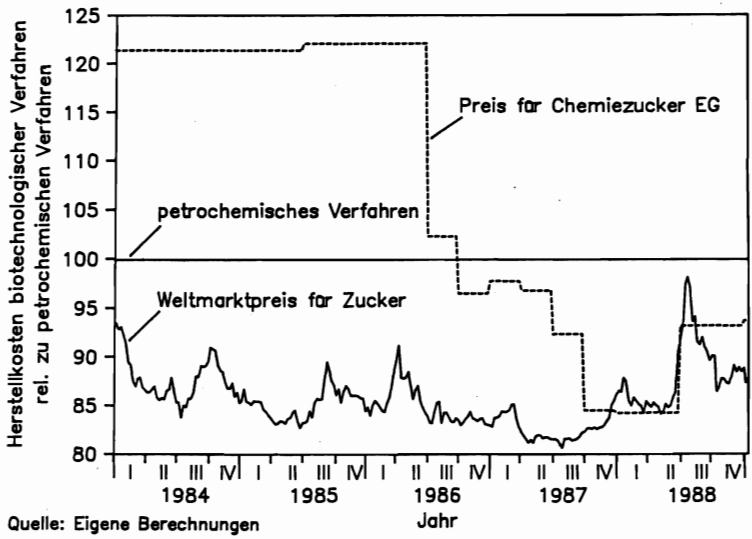
- Die Herstellung von Biopolymeren, deren Anwendungsgebiete sich vom food-Sektor, der Humanmedizin, Massen- und Spezialkunststoffen bis hin zur technischen Anwendung für chromatographische Trennverfahren u.a. für Aminosäuren sowie zur Sekundärförderung von Erdöl erstrecken. Aufgrund ihrer bislang hohen Herstellkosten vom 5-10-fachen der von Massenkunststoffen zeichnen sich Absatzpotentiale insbesondere in mengenmäßig weniger bedeutenden Verwendungsbereichen mit hohem Preisniveau ab.

Tendenziell geht die Industrie dazu über, anstelle der nicht der Preisprotektion unterliegenden Melasse reinere Kohlenhydrate wie Zucker und Stärkeabbauprodukte zu verwenden, um die Kosten für die Entsorgung der bei biotechnologischen Verfahren anfallenden Abwässer zu verringern und spezifische Mikroorganismenstämme mit höherer Produktivität einsetzen zu können. Voraussetzungen dafür sind allerdings geeignete ökonomische Rahmenbedingungen (TOLLENS et al., 1987), die durch Einführung der neuen Chemiezucker- und Stärkeregelung angestrebt werden. Dies sei durch die im Schaubild ausgewiesenen Ergebnisse von Modellrechnungen am Beispiel der Milchsäureherstellung unterstrichen. In den Kurven ausgewiesen sind die Herstellkosten biotechnologisch hergestellter Milchsäure auf Basis von Zucker zu EG- und Weltmarktpreisen im Verhältnis zu Verfahren auf petrochemischer Rohstoffbasis. Im zugrundeliegenden Zeitraum wären demnach biotechnologische Verfahren bei Verfügbarkeit von Zucker zu Weltmarktpreisbedingungen kostengünstiger gewesen als petrochemische Verfahren, was sich auch in der weltweiten Produktionsentwicklung niederschlägt. Unter den Bedingungen der bis Mitte 1986 geltenden Chemiezuckerregelung mit Produktionserstattungen in Höhe von etwa 7 % der Inlandspreise für Zucker wäre die Milchsäureerzeugung weder gegenüber petrochemischen Verfahren noch gegenüber biotechnologisch unter Weltmarktpreisbedingungen erzeugter wettbewerbsfähig gewesen. Erst durch die im Rahmen der neuen Chemiezuckerregelung erfolgte Angleichung der Preisbedingungen für die Chemiezuckerverwendung wurde die biotechnologische Erzeugung von Milchsäure in der EG gegenüber Weltmarktpreisbedingungen und petrochemischen Verfahren wettbewerbsfähig (KLEINHANß, BUCHHOLZ und SOMMER, 1989).

3 Möglichkeiten der Biotechnologie im Bereich der Rohstoffproduktion

Die größere Innovationskapazität der chemischen Industrie, die bislang größeren Fortschritte der Biotechnologie auf mikrobieller Basis und die größere Flexibilität mikrobiologischer Prozesse hinsichtlich der Anpassung an die qualitativen und quantitativen Anforderungen der Nachfrage erwecken den Eindruck, daß die Möglichkeiten der Biotechnologie für die Erschließung von Absatzmärkten im non food-Bereich vor allem im Bereich der Konversion von Biomasse zu sehen seien. Allerdings lassen sich auf diesem Wege z.B. nicht alle Möglichkeiten der enzymatischen Katalyse bzw. chemischer Verfahren der Derivatisierung natürlicher Polymere ausschöpfen, die als einstufige Prozesse ablaufen und jeweils ein geeignetes Vorprodukt erfordern. Die Synthesekapazität von Pflanzen ermöglicht es in gewissen Grenzen, solche maßgeschneiderten Polymere bereitzustellen. Dies setzt allerdings voraus, das genetische Potential von Pflanzen besser auszuschöpfen und durch Pflanzenzüchtung mit Unterstützung moderner Verfahren der Biotechnologie zu verändern.

Schaubild: Relative Herstellkosten biotechnologisch hergestellter Milchsäure zu petrochemischen Verfahren unter Preisbedingungen für Zucker auf dem Weltmarkt sowie nach den Chemiezuckerregelungen.



Quelle: Eigene Berechnungen

Hinsichtlich ökonomischer und technologischer Erfordernisse ist dabei anzustreben:

1. die Verringerung der Heterogenität der Stoffzusammensetzung bestimmter Pflanzen, d.h. die Ausrichtung der züchterischen Bearbeitung auf einen Inhaltsstoff, wodurch die Fortschrittsraten bezogen auf diesen Inhaltsstoff größer werden und der durch die Vernachlässigung der Pflanzenzüchtung im Bereich nachwachsender Rohstoffe entstandene Rückstand schneller überwunden werden kann;

2. die Erhöhung der Diversifität in der Rohstoffproduktion, d.h. eine größere Anzahl von Arten, die jeweils auf die Produktion eines bestimmten natürlichen Polymers ausgerichtet sind.

Dies setzt allerdings höhere Fortschrittsraten voraus. Darüber hinaus ist eine Verringerung der Kosten der Pflanzenzüchtung erforderlich, weil für jede Sorte nur ein kleinerer Markt zur Verfügung steht. Schließlich wäre die Verkürzung des Züchtungszeitraums eine wesentliche Voraussetzung, um mit der Rohstoffproduktion flexibler auf die Erfordernisse des Marktes reagieren zu können.

Nach bisherigem Kenntnisstand läßt sich diesen Erfordernissen durch die die klassische Pflanzenzüchtung ergänzenden biotechnologischen Verfahren in folgender Weise nachkommen:

1. Identifizierung von Genen und Genkombinationen, Durchführung gezielter Kreuzungen aus artfremden Pflanzen (Embryokultur) und Überprüfung des Erfolgs durchgeführter Kreuzungen sowie der dabei erzielten Eigenschaftsveränderungen.

2. Vergrößerung der genetischen Variabilität durch Ausnutzung der somaclonalen Variation mittels Zellkulturtechniken als Voraussetzung für Selektion und Kreuzungen. Dies ist insbesondere für die Nutzung des genetischen Potentials von Wildpflanzen von Bedeutung, die i.a. eine geringere genetische Variabilität innerhalb der Art aufweisen.

3. Aufbau von Basispopulationen für die Selektion in kürzeren Zeiträumen und unter Ausschluß rezessiver Merkmalskombinationen (Antherenkultur).

Diese Verfahren sind allerdings nicht auf Pflanzen für non food-Verwendungen beschränkt, sie versprechen jedoch Vorteile, wenn die Züchtungsziele auf w e n i g e Q u a l i t ä t s m e r k m a l e e i n g e s c h r ä n k t werden, was der o.g. Idealvorstellung von Industriepflanzen nahekommen würde.

In einer von FURTAN und ULRICH (1987) durchgeführten Studie wurde der Nutzen biotechnologischer Fortschritte im Bereich der Rapszüchtung in Kanada mit Bezug auf die Ertragsentwicklung zwischen 1951 und 1981 abzuschätzen versucht. Den zugrundeliegenden Hypothesen zufolge hätte der 10-jährige Züchtungszeitraum konventioneller Methoden bei Anwendung der Antherenkulturtechnik um 1 bis 5 Jahre verkürzt werden können. Simulationsrechnungen zeigen, daß mit zunehmender Verkürzung des Züchtungszeitraums bei konstanten Investitionen in der Forschung entweder der interne Zinsfuß erhöht wird bzw. beim Anstreben eines mit konventionellen Züchtungsmethoden vergleichbaren internen Zinsfußes die Forschungsinvestitionen zur Verbesserung der Antherenkulturtechniken erhöht werden könnten.

Aufgrund des günstigeren Kosten-/Nutzenverhältnisses läßt sich schließlich die Folgerung anfügen, daß entsprechende Techniken auch für Pflanzen mit mengenmäßig geringerem Marktpotential Vorteile versprechen, so daß einer Diversifizierung der Agrarproduktion u.a. im Hinblick auf non food-Verwendungen der Weg bereitet werden könnte. Ansatzpunkte dafür bieten sich u.E. insbesondere im Bereich pflanzlicher Öle, die bereits in hoch synthetisierten Strukturen vorliegen. Für deren Erzeugung ist eine größere Anzahl nutzbarer Arten vorhanden, deren Fettsäurezusammenetzung durch biotechnologische und züchterische Maßnahmen gezielt beeinflußbar ist. Im Bereich Stärke würde die Ausrichtung der Züchtung auf die Primärstrukturen Amylose spezielle Anwendungsmöglichkeiten im Bereich Kunststoffe eröffnen - ein Weg, der über 'high amylose maize' bzw. die züchterische Verbesserung der Markerbse in Richtung Stärkeproduktion gegangen werden könnte.

Diese bei der P f l a n z e n z ü c h t u n g ansetzende Diversifizierung der Rohstoffproduktion setzt aber voraus, daß die Forschung auf diesem Gebiet intensiviert und über einen längeren Zeitraum aufrechterhalten wird, und zwar sowohl auf staatlicher als auch auf privatwirtschaftlicher Basis. Allerdings ist der wirtschaftliche Anreiz für letztere durch das mittelfristig relativ geringe Absatzpotential im non food-Bereich und die mit der Ausrichtung auf Weltmarktpreisbedingungen zwangsläufig geringere

Preisprotektion nicht sehr groß. Ohne Änderung der ökonomischen Rahmenbedingungen zugunsten der non food-Produktion, sei es durch Abbau der Protektion bei der Nahrungsmittelerzeugung bzw. der Harmonisierung der Protektionsraten, scheint das hier aufgezeigte Dilemma kaum überwindbar.

4 Schlußbemerkungen

Die Biotechnologie eröffnet bzw. erweitert sowohl die Möglichkeiten für eine Anpassung der Rohstoffbasis an die qualitativen Anforderungen in industriellen Verwendungen als auch für die Synthese natürlicher Polymere über Biokonversionsverfahren. Beispiele wie die Herstellung des Wirkstoffs von Pyrethrum mittels biotechnologischer Syntheseverfahren bzw. die Herstellung von Substituten für Jojobawachs auf Basis erucasäurehaltigen Rapsöls deuten darauf hin, daß der Prozeß der Substitution der Synthesekapazität von Pflanzen noch nicht abgeschlossen ist. Dennoch sollte den Herausforderungen im Bereich nachwachsender Rohstoffe auch durch eine Anpassung der Rohstoffproduktion an die qualitativen Anforderungen und ökonomischen Rahmenbedingungen in den betreffenden Verwendungsbereichen begegnet werden. Die Diversifizierung der Rohstoffbasis mittels züchterisch-technischer Fortschritte findet jedoch ihre Grenzen dort, wo bei begrenztem Absatzpotential die Grenzkosten der Erzeugung bestimmter natürlicher Polymere über denen biotechnologischer Konversionsverfahren liegen.

Literaturverzeichnis

BREMEN, L. von und SCHMOLTZI, M.: TIBTECH, 1986, 1, S. 16-23.

CEFIC: Use of agricultural raw materials in the European chemical industry. - Brüssel 1985.

FURTAN, W.H. und ULRICH, A.: Biotechnology and Rapeseed Breeding: An example of ex ante evaluation of research. - Canadian Farm Economics, 1987, 21, S. 3-17.

KLEINHANß, W.: Perspektiven des Einsatzes von Kohlenhydraten in der chemischen Industrie. - Zuckerindustrie, 113 (1988), H. 11, S. 939-945.

KLEINHANß, W.: Konzepte zur industriellen und energetischen Verwendung agrarischer Rohstoffe auf Basis ganzer Pflanzen. - In: Biotechnologie in der Agrar- und Ernährungswirtschaft. Berichte über Landwirtschaft, Sh. 201. 1989, S. 319-334.

KLEINHANß, W., BUCHHOLZ, H.E. und SOMMER, U.: The use of sugar in the chemical industry. - Studie im Auftrag der EG-Kommission. Braunschweig 1989 (unveröffentlicht).

MUKHERJEE, K.D.: Enzymatische Verfahren zur Veredlung von Fetten und anderen Lipiden. - In: Biotechnologie in der Agrar- und Ernährungswirtschaft. Berichte über Landwirtschaft, Sh. 201. 1989, S. 306-318.

SCHIWECK, H., RAPP, K. und VOGEL, M.: Utilization of sucrose as an industrial bulk chemical - state of the art and future applications. - Chemistry and Industry, 1988, S. 228-234.

TOLLENS, E. et al.: Technisch-economische evaluatie van de substitutiemogelijkheden van niet herniewbare door herniewbare grondstoffen in de chemie- en de energiesector. - Katholieke Universiteit Leuven, Faculteit der Landbouwwetenschappen, 1987.