

## **Abschlussbericht**

# **Produktion von Polyhydroxyfettsäuren in Nutzpflanzen**

## **Phase I**

**Antragszeitraum 1.1.1997 – 31.12.1999**

Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Christian-Albrechts-Universität, Kiel

Prof. Dr. Christian Jung

Institut für Mikrobiologie, Westfälische Wilhelms-Universität, Münster

Prof. Dr. Alexander Steinbüchel

Botanisches Institut, Ludwig-Maximilians-Universität, München

Prof. Dr. Hans-Ulrich Koop

MPI für Molekulare Pflanzenphysiologie, Golm/Potsdam

Prof. Dr. Lothar Willmitzer

PLANTA Angewandte Pflanzengenetik und Biotechnologie GmbH, Einbeck gemeinsam mit der Südzucker AG

Dr. Hinrich Harling

## 1. Gesamtziel des Vorhabens

Polyhydroxyfettsäureester werden in einer Vielzahl von Bakterien als Speicherstoff gebildet und inzwischen neben Polynukleotiden, Polysacchariden, Polypeptiden, Polyphosphaten, Lignin und Polyisoprenoiden als eine neue Gruppe von Biopolymeren angesehen (Müller and Seebach, 1993). Chemisch gesehen sind sie Polyhydroxyalkanoate und gehören zu den Polyhydroxysäuren (3-Hydroxypropionsäure, 3-Hydroxybuttersäure, 4-Hydroxybuttersäure, 3-Hydroxyvaleriansäure, 5-Hydroxyvaleriansäure, 3-Hydroxyoctansäure). Sie werden im Weiteren der Einfachheit halber als Polyhydroxyfettsäuren (PHFs) bezeichnet.

Sie lassen sich in drei Gruppen unterteilen. Kurzkettige PHFs (SCL=short chain length) bestehen aus C3- bis C5-Monomeren und werden z.B. von *R. eutropha* (ehemals *A. eutrophus*) gebildet, mittelkettige (MCL) haben 6 bis 14 (*P. oleovorans*) und langkettige (LCL) mehr als 14 C-Atome. Das am weitesten verbreitete Polymer ist die Poly-3-Hydroxybuttersäure (Trivialname PHB), die allgemein in der Kurzform P(3HB) geschrieben wird. Sie wird als unverzweigtes Homopolymer bestehend aus 1000-30000 Monomeren gespeichert. PHFs zeichnen sich durch große Vielfalt aus. Neben Homopolyestern gibt es Copolyester, die aus unterschiedlichen Hydroxyfettsäuren wie z.B. 3-Hydroxybuttersäure und 3-Hydroxyvaleriansäure [P(3HB-co-3HV)] zusammengesetzt sind.

Neben der Tatsache, daß es sich bei den PHFs um biologisch abbaubare Polymere handelt, sind besonders ihre guten chemischen und physikalischen Eigenschaften wie UV- und Hydrolysebeständigkeit hervorzuheben, die denen von Polypropylen sehr ähnlich sind. Sie sind wasserunlöslich und haben geringe Resistenz gegen Säuren und Basen. PHFs sind auch ein interessanter Grundstoff für die chemische Industrie. Je nach Zusammensetzung reichen ihre Eigenschaften von elastisch-gummiartig bis steif und brüchig (De Koning, 1995).

Die Eigenschaften von PHFs können durch chemische Modifikationen weiter optimiert werden. So sind Umesterungen in der Schmelze zwischen Poly(3HB) oder Poly(3HB-co-3HV) mit Polycaprolacton beschrieben worden. Weitere Modifikationen resultieren aus der Quervernetzung von PHF-Molekülen. Derartige Polymere sind ebenfalls durch PHF-Depolymerasen natürlich vorkommender Mikroorganismen abbaubar. Weiterhin wurden Copolymere aus 3HB und 3HV beschrieben, die sich durch bessere Festigkeit und Verarbeitungsqualität auszeichnen. Seit einigen Jahren wird ein derartiges Copolymer aus *R. eutropha* gewonnen und unter dem Namen BIOPOL vermarktet. Jedoch ist dieses Produkt aufgrund der hohen Produktionskosten bedingt durch den Einsatz externer C-Quellen wie Glucose und Propionsäure und die hohen Energiekosten zur Zeit gegenüber Rohölprodukten nicht konkurrenzfähig. Die Produktion von PHB durch Pflanzen, die in unseren Breiten landwirtschaftlich genutzt werden, erscheint aus folgenden Gründen sehr interessant (Poirier et al., 1992, Steinbüchel and Fuchtenbusch, 1998).

- Pflanzen fixieren CO<sub>2</sub> und gewinnen die dafür benötigte Energie mittels Photosynthese direkt aus dem Sonnenlicht. Damit entfällt die Notwendigkeit, externe Kohlenstoffquellen für die PHF-Produktion einsetzen zu müssen.
- Die derzeitige Situation in der Pflanzenproduktion hierzulande ist gekennzeichnet durch Überschüsse. Anbaualternativen im Bereich nachwachsende Rohstoffe sind daher gefragt. PHF-liefernde Nutzpflanzen könnten dabei das Spektrum der nachwachsenden Rohstoffe in eine völlig andere Richtung erweitern und neue Marktchancen eröffnen.
- Diejenigen Gene, welche für die an der PHF-Synthese beteiligten Enzyme codieren, sind inzwischen kloniert und stehen für Transformationsexperimente zur Verfügung.