

Der richtige Dreh

Bessere Bio-Kunststoffe durch rechts- und linksdrehende Milchsäure

Rechtsdrehende Milchsäure, wissenschaftlich L-Milchsäure, ist vielen von uns aus der Werbung bekannt. Sie ist nicht nur Bestandteil von Joghurt, sondern wird auch als biobasierter Kunststoff genutzt. Mangelnde thermische Stabilität begrenzen jedoch dessen Einsatzmöglichkeiten. Zusammen mit seinem Spiegelbild, der linksdrehenden D-Milchsäure, kann dieser Engpass überwunden werden. Dazu muss allerdings erst die Grundlage für eine technische D-Milchsäureproduktion gelegt werden.

Viele Dinge in der Natur verhalten sich wie Bild und Spiegelbild. Dazu zählen nicht nur Schneckenhäuser oder unsere Hände, sondern auch zahllose Moleküle wie die Milchsäure, die als L-Milchsäure oder D-Milchsäure vorkommt. Viele verschiedene Mikroorganismen sind in der Lage, Milchsäure aus nachwachsenden Rohstoffen herzustellen. Abhängig von der Art bilden sie entweder ausschließlich die L- oder die D-Form der Milchsäure oder auch ein Gemisch aus beiden. Während für die traditionelle Milchsäureverwendung im Lebens- oder Futtermittelbereich keine besonderen Anforderungen an die Anteile an L- und D-Milchsäure gestellt werden, sieht dies für die Verwendung als Kunststoff – in

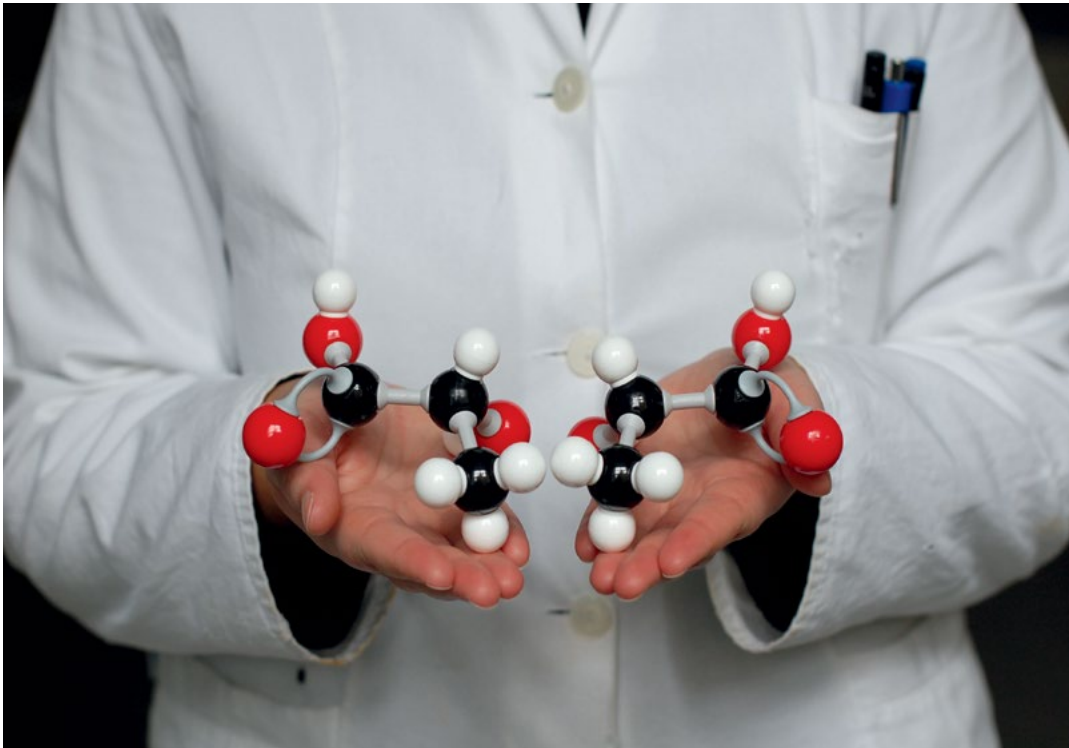
Form der Polymilchsäure (poly lactic acid, PLA) – ganz anders aus.

PLA als biobasierter Kunststoff

PLA ist einer der wichtigsten biobasierten Kunststoffe, der seit Jahren für Mulchfolien, Lebensmittelverpackungen, Einweggeschirr oder Medizinprodukte, etwa biologisch abbaubare Implantate oder chirurgische Fäden, verwendet wird. Basis dieser Produkte ist PLA aus der L-Milchsäure (poly L-lactic acid, PLLA), die dafür industriell durch Fermentation aus Zuckern hergestellt wird. PLLA ist allerdings nur für Anwendungen bei niedrigen Temperaturen geeignet, da es bereits oberhalb von 55 °C zu erweichen beginnt. Ein Beispiel: Aus PLLA-Trinkbechern kann zwar kalte Limonade, nicht jedoch heißer Kaffee getrunken werden, da sonst der Becher schmelzen würde.

Durch Kombination der derzeitigen PLA aus L-Milchsäure (PLLA) mit PLA aus dem Spiegelbild D-Milchsäure (poly D-lactic acid, PDLA) kann jedoch ein Kunststoff erzeugt werden, der weitaus temperaturstabiler ist. Damit kann das Anwendungspotenzial von PLA erweitert werden, z. B. für Textilien oder im Automobilbau, und PLA kann in Konkurrenz zu einigen anderen, bislang petrochemisch basierten Kunststoffen treten. Begrüßenswert, da die Nach-





frage nach ressourcenschonenden und umweltverträglichen biobasierten Kunststoffen weltweit steigt.

Herstellung von D-Milchsäure

Während die industrielle Produktion von L-Milchsäure durch Fermentation mit *Lactobacillen* bereits seit Jahren etabliert ist, ist dies für reine D-Milchsäure nicht der Fall. Um diese Lücke zu schließen, haben sich Wissenschaftler des Thünen-Instituts für Agrartechnologie daran gemacht, einen effizienten Fermentationsprozess zu entwickeln. Dafür mussten geeignete Mikroorganismen gefunden, die Fermentationsbedingungen optimiert sowie Ausbeute (g PDLA/kg Zucker), Produktivität (gebildete Produktmenge pro Zeit) und Endkonzentration der D-Milchsäure erhöht werden.

Zwei Bakterienstämme der Gattung *Sporolactobacillus* kamen nach einem umfangreichen Screening in die engere Wahl. Sie sind gesundheitlich unbedenklich (Risikoklasse 1) und in der Lage, D-Milchsäure in der notwendigen sehr hohen Reinheit (>99,5% D-Milchsäure) herzustellen. Bei der Optimierung der Fermentationsbedingungen galt es zunächst, die Parameter zu identifizieren, die den Prozess maßgeblich beeinflussen und die zur Steigerung der Ausbeute und der Produktendkonzentration führen. Mit der im Institut gefundenen richtigen Zusammensetzung der Nährstoffe können bei optimalen Temperatur-, pH-Wert- und Konzentrationsbedingungen vergleichbare Ausbeuten und

Endkonzentrationen erreicht werden, wie sie in der industriellen L-Milchsäureproduktion vorliegen. Ein voller Erfolg!

Verbesserte Prozessführung

Die Untersuchungen haben darüber hinaus einen Weg aufgezeigt, die Produktion der D-Milchsäure noch weiter zu verbessern. Dazu wurden die Bakterien in linsenförmige Gelpartikel eingeschlossen. Während in einer normalen Fermentation die Bakterien erst wachsen müssen, um Milchsäure zu produzieren, können die eingeschlossenen Bakterien sofort loslegen – eine deutliche Zeitersparnis, das heißt eine höhere Produktivität. Zudem können die Linsen nach der Produktion sehr leicht abgetrennt und wiederverwendet werden. Im Labor sind die eingeschlossenen Bakterien bislang 18-mal nacheinander eingesetzt worden, ohne dass Einbußen an Ausbeute, Produktivität oder erreichter Endkonzentration zu verzeichnen gewesen wären.

Und wie geht es weiter?

Die Zeichen stehen gut, dass die Entwicklungen zur D-Milchsäureproduktion das Labor verlassen und von der Industrie aufgegriffen werden. Gespräche dazu sind bereits im Gang. Noch werden allerdings einige Jahre vergehen, bis eine industrielle Produktion auf Basis dieser Ergebnisse durchgeführt werden kann.

UP ●

KONTAKT: anja.kuenz@ti.bund.de