

Quicklebendig aus dem Tal des Todes

*Mit *Bacillus vallismortis* schneller und effizienter zu 2,3-Butandiol*

Wenn es um die biotechnologische Herstellung von Stoffen für die chemische Industrie geht, sind die verwendeten Mikroorganismen das A und O. Sie entscheiden darüber, ob bestimmte Synthesewege in effizienter Weise möglich sind. Doch wie findet man in der schier unüberschaubaren Vielfalt der Bakterien und Pilze den speziellen Stamm, der alle notwendigen Anforderungen erfüllt? Es braucht Spürsinn, analytisches Denken – und das kleine Quäntchen Glück.

2,3-Butandiol (2,3-BDO) ist eine biobasierte Chemikalie. Sie kann als Ausgangsmaterial für Methylethylketon, ein viel verwendetes Lösungsmittel in Farben und Lacken, oder auch 1,3-Butadien, dem Grundstoff für Gummi, genutzt werden. Derzeit werden beide Chemikalien noch aus fossilen Rohstoffen hergestellt. Mit der Entwicklung eines geeigneten biotechnischen Produktionsverfahrens von 2,3-BDO könnten beide Stoffe in Zukunft aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt werden.

Suche nach neuen Bakterien

Doch der Weg dahin ist lang. Zwar sind schon viele Bakterien zur biotechnischen Herstellung von 2,3-BDO bekannt, doch es gibt Probleme bei der industriellen Umsetzung. Einige der Bakterien sind gesundheitsgefährdend für den Menschen. Andere sind zwar ungefährlich, benötigen für die Fermentation von 2,3-BDO aber viele teure Zusatzstoffe.

Das Thünen-Institut begab sich nun auf die Suche nach neuen geeigneten Bakterien, die weder ein Risiko für den Menschen darstellen, noch weitere teure Stoffe benötigen. Doch dieses Screening gestaltet sich alles andere als einfach. Es gibt über 10.000 bekannte Bakterienarten. Wo also anfangen? Die Forscher des Instituts grenzten die Suche zunächst ein und konzentrierten sich auf Bakterien, die für die Produktion von 2,3-BDO bereits bekannt sind. Hier rückten vor allem Bakterien aus dem

Umkreis der Gattung *Bacillus* in den Fokus. Doch auch hier gibt es noch immer mehr als 200 Familienmitglieder! Somit beschränkten die Forscher ihre Auswahl nur auf die nächsten Verwandten der bekannten 2,3-BDO-Produzenten. Bakterien mit exotischen Namen wie *Bacillus amyloliquefaciens*, *B. atrophaeus*, *B. mojavensis* oder *B. vallismortis* kamen in Betracht. Diese wurden daraufhin bei verschiedenen Bakterien-Stammsammlungen bestellt.

Welcher Rohstoff eignet sich?

Ein Zucker muss es sein, um gut von den Bakterien genutzt werden zu können. Um nicht in Konkurrenz mit der Lebensmittel- oder Futterindustrie zu geraten, fiel die Wahl auf Hemicellulosen aus Birkenholz. Sie kommen in großen Mengen vor und werden derzeit nur wenig genutzt. Die Hemicellulose ist im Wesentlichen aus Xylose-Zucker-Einheiten aufgebaut und lässt sich einfach in die Zuckermonomere zerlegen. Doch bei der Gewinnung von Xylose aus Holz entstehen auch noch Nebenprodukte, die die Umsetzung von den Bakterien stören können. Im Screening-Prozess müssen die Nebenprodukte daher mit einbezogen werden.

Untersuchung der neuen Bakterien

Im Screening wurden 15 Stämme untersucht und verglichen. Im ersten Versuch wurden alle Stämme zunächst mit dem Zucker Glucose kultiviert. Dieser





Zucker wird von den meisten Bakterien bevorzugt, daher lässt sich ein allgemeiner Vergleich bei guten Wachstumsbedingungen ziehen. Bereits in diesem ersten Versuch zeigten sich Unterschiede in der Produktion. Drei der Stämme bildeten kein 2,3-BDO und konnten direkt ausgeschlossen werden.

In der zweiten Versuchsreihe wurde Glucose durch Xylose ersetzt. Hier zeigten sich große Unterschiede. Von den verbleibenden 12 Stämmen konnten nur zwei Stämme die Xylose gut verwerten.

Durch die Zugabe von Nebenprodukten in einer dritten Versuchsreihe kristallisierte sich ein Bakterium heraus, das deutlich besser abschnitt als all die anderen. Genetisch waren zwar alle getesteten Bakterien nahezu identisch, doch mit ungünstigen Bedingungen kam nur dieses eine Familienmitglied deutlich besser zurecht als der Rest. Die Xylose wurde von dem Bakterium beinahe so gut umgesetzt wie der Lieblingszucker Glucose. Auch von den Nebenprodukten ließ sich dieses robuste Bakterium nicht beeindrucken. Es stammt aus dem US-amerikanischen Death Valley, dem Tal des Todes, daher der Name *Bacillus vallismortis*.

2,3-BDO-Herstellung mit *B. vallismortis*

Das vom Thünen-Institut für die 2,3-BDO-Produktion entdeckte Bakterium wurde genauer unter die Lupe genommen. Das Bakterium hat all die

gewünschten Eigenschaften, nach denen gesucht wurde. Es ist für den Menschen ungefährlich, kann Zucker aus hydrolysierten Biomasse sehr gut verwerten und benötigt kaum Zusatzstoffe, was Kosten spart. Vielleicht sind es die unwirtlichen Lebensbedingungen in der Heimat von *B. vallismortis*, die dieses Bakterium besonders robust und bescheiden gemacht haben.

Dabei zeichnet sich *B. vallismortis* gegenüber anderen bekannten Produzenten durch eine breite Akzeptanz unterschiedlicher Rohstoffe, eine gute Ausbeute und hohe Endkonzentration aus. So lassen sich mit Glucose 2,3-BDO-Endkonzentrationen von weit über 100 g/L erzielen, mit Xylose bislang 80 g/L, wobei hier noch weiteres Optimierungspotenzial gesehen wird. Die Ausbeute an 2,3-BDO liegt bei 0,43 bis 0,45 g pro Gramm eingesetztem Zucker, Werte, die nahe am theoretisch Möglichen liegen. Weiterhin toleriert *B. vallismortis* viele Hemmstoffe, die in aufgeschlossenen Biomassen zu finden sind. Die Produktivität der 2,3-Butandiolherstellung ist zudem rund doppelt so hoch wie bei anderen Produzenten – ein Zeichen dafür, dass Bewohner des Tals des Todes durchaus quicklebendig sein können. Durch die Entdeckung von *B. vallismortis* rückt die Aussicht auf einen wirtschaftlichen industriellen Prozess ein großes Stück näher. UP ●

.....
KONTAKT: malee.kallbach@thuenen.de