

Blog Biointelligenz

Mikrobieller Wettbewerb – Kampf der Bakterien

In biotechnologischen Produktionsprozessen sind Kontaminationen mit Mikroorganismen und Pathogenen eine große Herausforderung – sowohl für die Effizienz der Verfahren als auch für die Gesundheit von Menschen. Bisher wird das Problem mithilfe von Chemie gelöst, doch auch hier bietet die Biologie eine schonendere Alternative: Nützliche und schädliche Mikroorganismen werden in einem »Mikrobiellen Wettkampf« gegeneinander in den Ring geschickt. Dr. Lukas Kriem, Mikrobiologe am Fraunhofer IGB, verwendet dazu die Methode der Bioaugmentation, unter anderem in Hydroponik-Projekten. In seinem aktuellen Blogbeitrag beschreibt er, was es damit auf sich hat.

Bitte beachten Sie, dass es sich bei diesem Beitrag um keine Pressemitteilung, sondern um einen Blogpost handelt.

Mikrobielle Kontaminationen, vor allem in industriellen Prozessen als Biofilme oder planktonische Bakterien, sind keine Neuheit mehr, sondern gehören mittlerweile zum Alltag in vielen produzierenden Gewerben. Dabei schränken sie nicht nur die Effektivität von Prozessen wie in Kühltürmen ein, sie können außerdem in hohen Konzentrationen auch für Mitarbeitende, die damit in Kontakt kommen, schädlich sein und sich negativ auf deren Gesundheit auswirken. Als schneller Rundumschlag wird dann zuerst nach Bioziden gegriffen, die immer ausschließlich aus chemischen Komponenten bestehen. Das Problem dabei besteht vor allem darin, dass auch jedes noch so gute Biozid seine Wirksamkeit aufgrund von Evolution und Anpassung der Mikroben an das induzierte Biozid mit der Zeit verliert. Oft wird dann zu einem anderen Biozid gegriffen mit neuer Formulierung. Jedoch gilt es zu beachten, dass diese Chemikalien auch durchaus bedenklich für die menschliche Gesundheit sind.

In der heutigen Gesellschaft ist daher der Ruf immer groß, sich wieder auf natürliche Prozesse zu konzentrieren – ohne die Nutzung von Chemie. So auch im Bereich von mikrobiellen Kontaminationen. Dabei wird vor allem überlegt, wie man unbedenkliche Mikroorganismen zur Bekämpfung von schädlichen Mikroorganismen oder Pathogenen einsetzen kann. Mikroorganismen sind dabei somit Schurken und Helden zugleich und nehmen den Kampf gegeneinander auf – frei nach dem Motto Hobbits gegen Orks, Harry Potter gegen Voldemort oder Obi-Wan gegen Darth Vader.

Bioremediation und Bioaugmentation: Kombination verschiedener Ansätze heizt Mikrobiellen Wettkampf an

Einen prägenden Begriff gibt es dafür bis jetzt noch nicht, allerdings wird vermehrt die Bezeichnung »Mikrobieller Wettkampf« (*microbial competition*) in wissenschaftlichen Arbeiten verwendet, welcher zuerst von A. G. Fredrickson and Gregory Stephanopoulos am 28. August 1981 benutzt wurde. Dabei definierten sie mikrobiellen Wettkampf zur Beschreibung von Populationen von Mikroorganismen, die eine gemeinsame Umgebung bewohnen und um Nährstoffe und andere Ressourcen der Umgebung konkurrieren. Von dem aktiven Einsatz von Mikroorganismen in Prozessen war hier aber nicht die Rede. Als Bioremediation oder auch biologische Sanierung wird der Einsatz von Organismen (Prokaryonten, Pilzen oder Pflanzen) zur biologischen Entgiftung von Ökosystemen bezeichnet, die verunreinigt und mit Schadstoffen belastet sind. Unter dem Deckmantel der Bioremediation findet man allerdings neben der Biostimulation (dem Zugeben von Elektronenakzeptoren, Elektronendonatoren oder Nährstoffen zur Stimulierung natürlich vorkommender mikrobieller Populationen in einem kontaminierten Gebiet) auch die Bioaugmentation. Darunter versteht man vor allem das Einbringen von Mikroorganismen, um bestehende Populationen zu verstärken und biologische Abbauprozesse zu fördern. Auch könnte man darunter die Verhinderung der Ausbreitung von schädlichen Organismen durch die Förderung nützlicher Organismen sehen. Bekannteste Beispiele sind wohl der Abbau von Ölfeldern und Verschmutzungen mit Bakterien, die verbesserte Reinigung von Abwasser in Kläranlagen oder die Beseitigung von Biofilmen. Großteile der Forschung im Bereich Bioaugmentation beschränken sich allerdings auf den Abbau biologischer Stoffe und fokussieren nicht auf den Wettstreit mit schädlichen Mikroorganismen.

Probleme bei der Anwendung von Mikrobiologie gegen Mikrobiologie

Ausschlaggebend dafür ist vor allem, dass es bis jetzt keine Mikroorganismen gibt, die universell einsetzbar sind. So muss man den Einsatz von Mikroorganismen bei jeder Fragestellung neu betrachten und einschätzen. Zu den individuellen Lösungsansätzen kommt zusätzlich hinzu, dass es zu einer sehr hohen Sterblichkeit der injizierten mikrobiellen Stämme aufgrund biotischer oder abiotischer Stressfaktoren kommt. Auch sind Mikroorganismen für den spezifischen Anwendungsfall und bestimmte Umweltbedingungen nur begrenzt verfügbar. Nicht zu unterschätzen sind dann auch die Nahrungskonkurrenz zwischen »einheimischen« und injizierten Bakterien, unzureichende Inokulationen oder die Störung des ökologischen Gleichgewichts durch übermäßige Inokulationen. Dabei ist der Prozess der Produktion von »positiven« (nützlichen) Mikroorganismen etabliert und ähnelt klassischen Fermentationsprozessen. Dabei werden zunächst kultivierte Bakterien verwendet, um die Leistung einer bestehenden Mikroorganismenpopulation zu verbessern, indem sie durch Bakterien mit robusteren Fähigkeiten ersetzt werden. Anschließend werden herkömmliche Anreicherungsverfahren verwendet, um kultivierte Bakterien aus Umweltproben zu isolieren. Diese werden dann unter optimalen Bedingungen gezüchtet und vielfach vermehrt. Als finales Produkt erhält man dann entweder konzentrierte Flüssigkeiten oder die Mikroorganismen werden als Pulver getrocknet, um dann entsprechend angewendet zu werden.

Applikationen der Bioaugmentation gegen planktonische Bakterien und Biofilme

Am Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB beschäftigen wir uns vor allem mit dem Einsatz von Mikroorganismen, um das Entstehen und die Vermehrung von Pathogenen zu verhindern. Beispielweise betrachten wir, wie die Zugabe von Mikroorganismen die Pathogenzahlen von Legionellen und Pseudomonaden in Kühltürmen beeinflussen und dadurch als natürlicher Wirkstoff gegen die Verbreitung dieser Organismen wirken kann. Gleichzeitig untersuchen wir, wie Nährstofflösungen, produziert aus Abwasser und Abfällen und daher mikrobiologisch kontaminiert, durch die Zugabe »positiver« Mikroorganismen auf natürliche Weise für die Landwirtschaft nutzbar gemacht werden können. Ziel ist dabei, dass Mikroorganismen, die einen negativen Einfluss auf das Wachstum von Pflanzen haben, durch die gezielte Zugabe von ausgewählten Bakterienstämmen reduziert oder verdrängt werden können. Insgesamt konnten schon wichtige Erkenntnisse zum Einsatz von Mikrobiologie als natürlichen Wirkstoff gegen Pathogenwachstum erzielt werden. So bestätigte sich, dass nicht jeder Organismus für diese Fragestellungen gleich gut geeignet ist und bestimmte Voraussetzungen für eine Nutzung gelten müssen. Auch sind vor allem die Bedingungen wie Temperatur und pH-Wert der Flüssigkeit entscheidend für den Einsatz der Mikroorganismen. Anhand unserer Arbeiten legen wir allerdings die Grundlage, um die Idee der Bioaugmentation in Produktionsprozessen zumindest mitzudenken und bei richtiger Fragestellung auch anzuwenden.

Anwendung im Pflanzenbau

Zumindest im Pflanzenbau gibt es hier schon einige Unternehmungen, die den Ansatz der Zugabe von »positiven« Mikroorganismen verfolgen. Vor allem bei der Wiederverwendung von Abfällen und Abwasser zu einer auf organischem Material basierenden Nährstofflösung kommt es in hydroponischen Systemen (die erdlose Aufzucht und Kultivierung von Pflanzen, in dem die Wurzeln einer Pflanze in einer Nährlösung hängen, einem Gemisch aus Wasser und darin gelösten Nährstoffen) zu teilweise hohen Einträgen an Pathogenen. Durch die komplexe Zusammensetzung der Lösung haben chemische Desinfektionsmechanismen nur teilweise Erfolg. Mit dem Einsatz spezifischer Mikroorganismen, die im Konkurrenzkampf mit Pathogenen und ungewollten Mikroorganismen stehen, kann so eine Reduktion der Pathogenkonzentrationen auf natürliche Weise erreicht werden. Neben der Reduktion schädlicher Mikroorganismen können sich diese auch gleichzeitig positiv auf die Pflanzengesundheit auswirken. Dabei wird der englische Begriff *plant growth promoting microorganisms (PGPM)* verwendet, eine Beschreibung, die sich vor allem auf den Wirkmechanismus der Organismen bezieht, bei der es neben der Unterdrückung von Pathogenen auch zur Versorgung der Pflanzen mit Ressourcen/Nährstoffen, die ihnen fehlen, wie z. B. gebundenem Stickstoff, Eisen und Phosphor kommt.

Wohin geht die Forschung?

Dabei steht die Forschung aber erst am Anfang. In Bezug auf die Anwendung der Bioaugmentation als Schlüssel für die nachhaltige Bekämpfung von schädlichen Mikroorganismen gibt es weitere zahlreiche ungeklärte Herausforderungen. Dazu zählen Fragen wie: Gibt es einen universellen Organismus, der sich für mehrere verschiedene Anwendungen auszeichnet, bspw. die Unterdrückung von Mikroorganismen und Verbesserung des direkten Ökosystems? Lassen sich Datenbanken mit Organismen erstellen, die für die Bioaugmentation genutzt werden können? Lassen sich chemische und biologische Remediationsprozesse miteinander koppeln? In welchen Situationen soll es zum Einsatz von Chemikalien kommen und wann lässt sich Biologie anwenden? Wie sieht der Wirkmechanismus innerhalb der Bioaugmentation aus und gibt es Unterschiede bei planktonischen Bakterien und Biofilmen? Oder anders formuliert: Kann man den Hobbits einen zweiten Ring geben, Harry Potter einen zusätzlichen Zauberstab oder Obi-Wan ein stärkeres Laserschwert? Man darf gespannt sein, in welche Richtung sich die Forschung rund um den Einsatz von Mikrobiologie zur Bekämpfung von Mikrobiologie entwickelt.

05.09.2023

Quelle: Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA

Weitere Informationen

Dr. Lukas Kriem

Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB

E-Mail: [lukas.kriem\(at\)igb.fraunhofer.de](mailto:lukas.kriem(at)igb.fraunhofer.de)

- ▶ [Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA](#)
- ▶ [Biointelligenz Blog](#)
- ▶ [Kompetenzzentrum Biointelligenz e.V.](#)
- ▶ [Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB](#)