

Hefezellen unter dem Mikroskop. Bildquelle: HSZG

DLR_School_Lab

Hochschule Zittau/Görlitz

Biotechnologie – Mikroorganismen im Dienste des Menschen

Die Biotechnologie nutzt mikroskopisch kleine Lebewesen oder Bestandteile solcher Lebewesen für technische Anwendungen. In diesem Versuch lernen die Schülerinnen und Schüler Methoden zur Kultivierung von Mikroorganismen (Kultivierung auf Kulturplatten) sowie zur Untersuchung von deren biochemischen Leistungen (Photometrie und Dünnschichtchromatographie) kennen.

Biotechnologie – Mikroorganismen im Dienste des Menschen

Biotechnologische Anwendungen in Vergangenheit und Gegenwart

Die Biotechnologie begleitet den Menschen schon seit vielen Jahrtausenden. Spätestens seit dem Beginn der Landwirtschaft waren das Backen von Brot, die Produktion von Bier oder das Vergären von Milch und die Herstellung von Käse zentrale Kultur- und Überlebens-techniken. Auch davor könnten zum Beispiel Milchsäuregärung oder alkoholische Gärung zum Haltbarmachen von Früchten verwendet worden sein. Als Mikroorganismen wurden bei diesen traditionellen Verfahren vor allem Bakterien oder einzellige Pilze (Hefen) verwendet. Die modernen Methoden der Biotechnologie unterscheiden sich von diesen traditionellen Verfahren vor allem dadurch, dass die verwendeten Mikroorganismen wesentlich genauer definiert sind. Viele Verfahren werden heute nicht mehr mit zufällig angereicherten Organismen aus der Umwelt durchgeführt, sondern mit exakt definierten Einzelstämmen. Diese Einzelstämme sind in ihren Eigenschaften genau bekannt und erlauben so eine wesentlich umfassendere und effizientere Form der Prozessführung. Zusätzlich sind viele der aktuell biotechnologisch genutzten Organismen auch genetisch modifiziert. Ihre Erbsubstanz ist verändert und verleiht den Organismen bestimmte, produktionstechnisch gewünschte Eigenschaften. Dank dieser Möglichkeit der gentechnischen Veränderung von (Mikro-) Organismen werden heute wesentlich mehr Lebewesen für biotechnologische Zwecke eingesetzt als früher. Diese Breite der verwendeten Organismen verbunden mit den Möglichkeiten der Gentechnik erlaubt auch eine große Breite der Anwendungsgebiete: Neben der eingangs erwähnten Anwendung biotechnologischer Methoden in der Nahrungsmittelindustrie beruhen auch viele Verfahren der chemischen Industrie und Textilindustrie auf biotechnologischen

Anwendungen (weiße Biotechnologie). Bei der roten Biotechnologie geht es andererseits um die Herstellung verschiedenster Medikamente und Diagnostika. Anwendungen der Gentechnik bei Pflanzen werden insgesamt als grüne Biotechnologie bezeichnet, Anwendungen in der Abfallwirtschaft als graue Biotechnologie, bei Bodenansäuerung und Bodenschutz als braune Biotechnologie und im Bereich Meere und Ozeane als blaue Biotechnologie.

Kultivierungsmethoden für Mikroorganismen

Der erste Schritt, um mikrobielle Präparate für biotechnologische Anwendungen zu gewinnen, besteht in der Isolierung einer einheitlichen Population von Mikroorganismen. Jede natürliche Probe enthält nämlich eine Vielzahl verschiedenster Lebewesen. Vermehrt man diese, dann ändern sich mit jedem Versuch, mit jedem Vermehrungsschritt, Zusammensetzung und Eigenschaften. Derartige Mischproben sind also nicht

stabil, sie können morgen ganz andere Eigenschaften zeigen als heute. Für mikrobielle Präparate mit stabilen Eigenschaften benötigt man einheitliche Kulturen, sogenannte Reinkulturen. Eine Methode, um solche Reinkulturen zu erhalten, ist der sogenannte Verdünnungsausstrich. Nimmt man mit einer Impföse Mikroorganismen aus einer Mischkultur auf und streicht mit dieser Öse über eine sterile Nährstoff-Agar-Oberfläche, dann werden im Verlauf des Strichs Mikroorganismen auf der Agar-Oberfläche zurückbleiben. Zu Beginn des Strichs sind es noch sehr viele, mit zunehmender Strichlänge werden immer weniger Mikroorganismen zurückbleiben. Inkubiert man diese Kulturplatte über Nacht bei geeigneten Bedingungen, dann werden die schnellwachsenden Organismen zu sichtbaren Kolonien heranwachsen. Am Beginn des Strichs werden diese Kulturen miteinander verschmelzen, gegen Ende des Strichs sieht man vielleicht bereits Einzelkolonien, also Kolonien, die aus der Vermehrung einzelner Mikroorganismen entstanden sind. Ein Verdünnungsausstrich ist allerdings mit einem Strich noch nicht beendet. Für einen



Verdünnungsausstrich für Bakterien einer Umweltprobe. Für diesen Verdünnungsausstrich wurden mit einer ausgeglühten Impföse auf der Oberfläche des Kulturmediums nacheinander drei Striche gezogen, wobei jeder Strich teilweise mit dem Vorgängerstrich überlappte. Beim ersten Strich sind alle Kulturen miteinander verschmolzen, beim zweiten und dritten Strich sind Einzelkolonien zu sehen. Bildquelle: HSZG

zweiten Strich überstreicht man das Ende des ersten Strichs mit einer frisch ausgeglühten Impföse. Dabei reißt man eine Reihe von Mikroorganismen vom ersten Strich mit und verteilt diese nun im Verlauf des zweiten Strichs. Wiederholt man diesen Vorgang ein weiteres Mal, zieht also einen dritten Strich, dann hat man in der Regel tatsächlich Einzelkolonien produziert: Kolonien, die nur auf einen einzigen Ausgangsorganismus zurückgehen. Die Organismen in diesen Kolonien sollten alle identisch sein. Um dies sicherzustellen, kann man sie noch einige

Biotechnologie – Mikroorganismen im Dienste des Menschen

Male einem Verdünnungsausstrich unterwerfen. Sind dann tatsächlich alle identisch, kann man davon ausgehen, dass die Kultur bei weiterer Vermehrung ihre Eigenschaften nicht mehr verändern wird.

Photometrie – Untersuchung von (UV-)Licht-absorbierenden Substanzen

Eine wichtige biotechnologische Funktion vieler mikrobieller Kulturen ist die Enzymvermittelte Katalyse von Reaktionen. In einigen Fällen gilt das biotechnologische Interesse dabei dem Reaktionsprodukt, in anderen Fällen geht es eher um das Enzym selbst, das von den Mikroorganismen hergestellt und vom Menschen „geerntet“



Pipettierübung für den Umgang mit Pipetten. Hier wurden jeweils zwei ml von Flüssigkeiten unterschiedlicher Dichte und Farbe (Zucker 40% in Wasser mit roter Lebensmittelfarbe, Wasser mit blauer Lebensmittelfarbe und Ethanol mit Fluorescein) übereinander geschichtet. Bildquelle: HSZG

werden kann. Bei der Untersuchung solcher Reaktionen ist die Photometrie ein wichtiges, unverzichtbares Werkzeug. Sie lässt sich immer dann einsetzen, wenn einer der Ausgangsstoffe oder eines der Endprodukte der Reaktion elektromagnetische Strahlung im sichtbaren oder UV-Bereich absorbiert. Dann erlaubt die Photometrie die Messung der Umsätze eingangs genannter Reaktionen.

Eine wichtige Grundlage für photometrische Untersuchungen ist der korrekte Umgang mit Pipetten. Dieser Umgang wird vor dem eigentlichen photometrischen Versuch sowohl für den Milliliter- als auch für den Mikroliter-Bereich geübt.

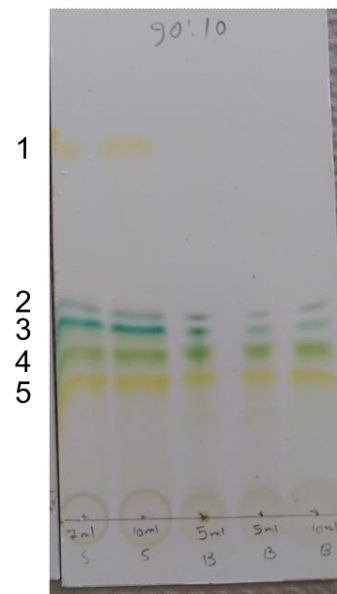
Dünnschichtchromatographie – einfache Methode zur Auftrennung komplexer Stoffgemische

Liegen in einer Lösung mehrere lichtabsorbierende Stoffe vor, müssen diese vor einer photometrischen Analyse voneinander getrennt werden. Ein wichtiges Hilfsmittel ist hierbei die Dünnschichtchromatographie (DC). Dabei werden die Proben in einem gewissen Abstand zum unteren Rand von Kieselgelplatten aufgetragen. Diese Platten bestehen aus einem Trägermaterial (Glas oder Aluminium), auf dem eine Schicht aus Kieselgel aufgezo-gen ist. Nach dem Probenauftrag werden die Platten in eine Kammer mit einem geeigneten Fließmittel gestellt. Das Fließmittel wird durch die Kapillarkräfte im Kieselgel innerhalb der Schicht nach oben gezogen. Dabei wird ein Teil des Probenmaterials mitgerissen. Genau genommen handelt es sich bei diesem „Mitreißen“ um eine Form der Verteilungschromatographie. Ein Teil des Fließmittels wird vom Kieselgel gebunden und bildet hier die stationäre Phase, ein anderer Teil des Fließmittels wird weiter auf der Platte in die Höhe gezogen. Dieser Teil bildet die mobile Phase. Je nachdem,

ob sich eine bestimmte Substanz eher in der mobilen oder in der stationären Phase löst, wird sie mehr oder weniger weit vom Fließmittel auf der Kieselgelplatte mit nach oben gerissen.

Die Detektion von Substanzen nach ihrem Lauf auf der DC-Platte ist sehr einfach, wenn die Substanzen, wie im Fall des hier verwendeten Blattextrakts, farbig sind. Bei dem Blattextrakt des Versuchs kann man verschiedene Chlorophylle und Carotinoide erkennen.

Bande



Probe 1 2 3 4 5

Dünnschichtchromatographie von Blattextrakten. Aufgetragen wurden verschiedene Proben ethanolischer Blattextrakte. Banden 2, 3 und 4 entsprechen verschiedenen Chlorophyllen, Banden 1 und 5 Carotinoiden. Das Carotinoid von Bande 1 ließ sich offensichtlich nicht durch Ethanol extrahieren. Es war nur beobachtbar, wenn (wie in Probe 1-3) auch partikuläre Blattreste mitgeladen wurden. Bildquelle: HSZG

Das DLR im Überblick

Das DLR ist das nationale Forschungszentrum der Bundesrepublik Deutschland für Luft- und Raumfahrt. Seine umfangreichen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten in Luftfahrt, Raumfahrt, Energie, Verkehr und Sicherheit sind in nationale und internationale Kooperationen eingebunden. Über die eigene Forschung hinaus ist das DLR als Raumfahrt-Agentur im Auftrag der Bundesregierung für die Planung und Umsetzung der deutschen Raumfahrtaktivitäten zuständig. Zudem fungiert das DLR als Dachorganisation für den national größten Projektträger.

In den 30 Standorten Köln (Sitz des Vorstands), Aachen, Aachen-Merzbrück, Augsburg, Berlin, Bonn, Braunschweig, Bremen, Bremerhaven, Cochstedt, Cottbus, Dresden, Geesthacht, Göttingen, Hamburg, Hannover, Jena, Jülich, Lampoldshausen, Neustrelitz, Oberpfaffenhofen, Oldenburg, Rheinbach, Stade, St. Augustin, Stuttgart, Trauen, Ulm, Weilheim und Zittau beschäftigt das DLR circa 11 000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Das DLR unterhält darüber hinaus Büros in Brüssel, Paris, Tokio und Washington D.C.

DLR Zittau

Am DLR-Standort Zittau erweitert das DLR mit dem neuen Institut für CO₂-arme Industrieprozesse seine Kompetenzen in der Energieforschung. Ziel ist, durch Dekarbonisierung energieintensiver Industriebereiche und die nachhaltige Stromerzeugung und –speicherung, die CO₂- und Schadstoffemissionen von Industrie und Kraftwerken deutlich zu reduzieren.

Hochschule Zittau/Görlitz

Seit 1992 gibt es die Hochschule Zittau/Görlitz in der Dreiländerregion Deutschland – Polen – Tschechien. Wie kaum eine andere Hochschule steht sie für Aufbruch und Wandel. Durch ihre Lage ist die HSZG Brücke zwischen Mittel- und Osteuropa. Das Thema Energie trägt sie seit der Gründung in ihren Genen. Und die Transformation von Wirtschaft, Arbeit und Gesellschaft ist in Deutschland kaum besser zu erforschen als in der Oberlausitz.

Im Herzen Europas forschen Studierende an Lösungen für die Zukunft. Sie finden perfekte Bedingungen: Erstklassige Betreuungsquote, kein Gedränge im Hörsaal, moderne Labore und technische Ausstattungen, spannende Forschungsprojekte und Praktika, internationaler Austausch, kurze Wege, bezahlbare Mieten und eine lebenswerte Region. Hier können sich Studierende wohlfühlen und verwirklichen. Sie forschen an hochaktuellen Themen und verbessern gut gerüstet unsere Welt.

Damit die Hochschule fit für die Zukunft bleibt, entwickelt sie sich stetig weiter. Green Engineering, Gesundheitscampus und der Fort- und Weiterbildungscampus sind nur drei Schlagworte im umfangreichen University-for-Future-Prozess. An der Gestaltung der „Hochschule der Zukunft“ beteiligen sich die Studierenden und Lehrenden ebenso wie unsere rund 500 Beschäftigten.



**Hochschule
Zittau/Görlitz**
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



DLR **Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt**

Hinweise zum Experiment:

Alter: 15 bis 18 Jahre
Gruppengröße: 5 bis 6
Dauer: 240 Minuten
Inhaltlicher Bezug: Mikrokosmos

DLR_School_Lab Hochschule Zittau/Görlitz
Äußere Oybiner Straße 14/16
02763 Zittau

Leitung: Thomas Fester
Telefon: 03583 612-4788
dlr-school-lab@hszg.de

DLR.de/dlrschoollab