

Kursangebot Biologie: Genetik im Schülerlabor

Kursleitung: PD Dr. K. Jahreis, Universität Osnabrück, und Marie Derkes, Gymnasium „In der Wüste“

Die Genetik in der Biologie gewinnt zunehmend an Bedeutung. Um einen ersten Einblick in diesen komplexen Themenkreis zu bekommen, der ja oft als sehr Abstrakt wahrgenommen wird, werden im neuen Schülerlabor der Universität Osnabrück die nachstehenden Versuche durchgeführt werden:

- Erstellung eines genetischen Fingerabdrucks;
- Isolierung eines rekombinanten Proteins aus Bakterien;
- Genetische Schalter: Regulation des Laktoseoperons;
- Nachweis transgener Pflanzen in Lebensmitteln.

Ein fundiertes Wissen in Molekulargenetik ist eine Grundvoraussetzung für die Teilnahme an diesem Kurs.

Genetik im Schülerlabor

Anne Rehkamp, Annika Brieber, Dania Hamo, Daniela Pilgrim, Edith Hübner, Ellen Reinhardt, Jessica Welzel, Johannes Wöhrmann, Katrin Große-Gödinghaus, Lea Brückner, Lea Steffen, Louisa Krümpelmann, Merle Remy, Vera Bischoff

Gruppe 1 - Laktose Operon

Jede deiner 10^{14} Zellen trägt das gleiche Erbgut im Zellkern. Das individuelle Ablesen der DNA in den einzelnen Zellen führt dazu, dass sich aus deinen Zellen 220 verschiedene Zelltypen bilden (z.B. Muskel- und Nervenzellen).

Das spezifische Ablesen der DNA wird durch genetische Schalter ermöglicht. Veranschaulicht wird dies anhand des beispielhaften Modells des Lac-Operons vom Darmbakterium *E.coli*, welches von den Medizin-Nobelpreisträgern Jakob und Monod als Erstes erforscht wurde.

Da die Spaltung von dem Disaccharid Laktose energieaufwendiger ist als die direkte Aufnahme von Glucose, welches unmittelbar im Stoffwechsel weiterverwertet werden kann, benötigt das Bakterium einen genetischen Schalter, um die Aufnahme von Laktose zu regulieren. In der Zellmembran des *E.colis* befindet sich das Lactose-Transporter-Protein LacY, welches Laktose in das Bakterium hineinschleust. Dort spaltet das Enzym β -Galaktosidase (Laktase) das Disaccharid Laktose in die Monosaccharide Galaktose und Glukose. β -Galaktosidase wird durch das lacZ-Gen codiert.

Das aktive Repressor-Protein LacI verhindert die unnötige Produktion von LacY und LacZ (\rightarrow Energieverschwendung). Sobald ausreichend Laktose von dem Bakterium aufgenommen wurde, bindet es als Induktor an den Repressor LacI, welcher somit inaktiviert wird. Um den Zyklus in Gang zu setzen, wird ein Basalniveau an LacY und LacZ benötigt. Dies wird durch zufällige Strukturänderungen des Repressors und die damit verbundene Inaktivierung erreicht.

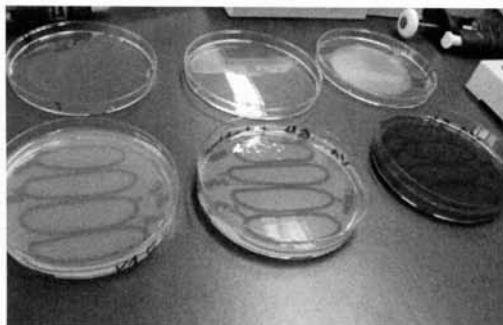


Abb 1:

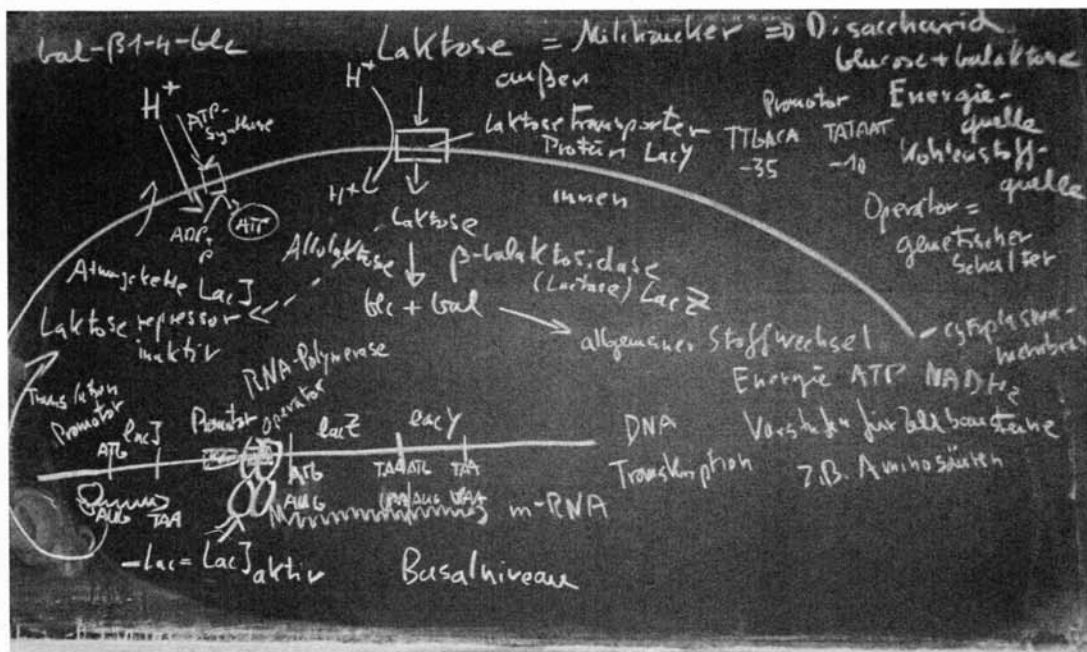


Abb. 2: Schritte der Reinigung, Gruppe 2

Gruppe 2 - Laktose-freie Milch

Laktose ist ein Milchzucker, den die meisten Menschen außerhalb Europas nur bis zum etwa fünften Lebensjahr verdauen können. Denn nur in Europa und den von Europa aus besiedelten Gebieten der Welt sind die meisten Erwachsenen laktosetolerant. Sie können aufgrund einer genetischen Mutation, die sich hier wegen des starken Milchkonsums in den letzten Jahrtausenden evolutionsbiologisch durchgesetzt hat, die Laktose verstoffwechseln. Laktose freie Milch ist daher in anderen Regionen der Welt unersetzlich und auch hier immer mehr gefragt.

Zur Verdauung von Laktose ist das Enzym β -Galaktosidase notwendig, das diese in Glukose und Galaktose spaltet. Dieses Enzym wird der Milch im Voraus zugefügt, um sie für den Verbraucher Laktose-frei zu machen. Um dieses Enzym zu bekommen, haben wir, anders als in der Industrie üblich, Gentechnik angewandt. Zunächst haben wir ein Bakterium angezogen, das durch Genmanipulation besonders viel von dem Enzym β -Galaktosidase bildet. Danach haben wir dieses Enzym aus dem Bakterium isoliert, indem wir die Zellwände des Bakteriums zerstört und den daraus gewonnenen Rohextrakt in mehreren Schritten gefiltert haben.



Die isolierte β -Galaktosidase wurde dann von uns in die normale Milch gegeben und zusammen mit dieser erwärmt, wobei die Laktose in Galaktose und Glukose gespalten wurde. Dadurch wurde die Milch süßlich, weil Laktose beinahe geschmacksneutral ist, Glukose jedoch deutlich süßer schmeckt.

Gruppe 3 - Bakteriophagen und Evolution

Mutation und Selektion sind der Motor der Evolution. Mutationen sind zufällige Veränderungen der Erbinformationen die Einfluss auf den Phänotyp haben können. Bei bestimmten Umweltbedingungen bringen diese Veränderungen des Genotyps Vor- bzw. Nachteile, was zu einem Selektionsvorgang führt.

In unserem Versuch haben wir eine Ursprungspopulation von E.coli Bakterien auf einen Nährboden aufgetragen. In einigen Bereichen wurden Bakteriophagen (Viren für Bakterien) hinzugefügt. Das Virus führt allgemein zum Tod der Bakterien. Trotzdem haben einige Bakterien das tödliche Virus überlebt. Dies ist durch zufällig auftretende Mutationen, die zur Resistenz gegenüber dem eingesetzten Virus führt, zu erklären. Durch die Anzahl der Mutanten und die Größe der Ursprungspopulation der Bakterien lässt sich die Mutationsrate berechnen. Dieses Verfahren kann man auch zur Bestimmung der „molecular clock“ nutzen, die die Anzahl der Mutationen pro Zeitraum in einem bestimmten genetischen System angibt.

Zur genaueren Untersuchung haben wir eine einzelne überlebende Kolonie isoliert und auf einem neuen Nährmedium angezogen. Anschließend haben wir eine Wachstumskurve der Mutanten nachvollzogen.

Die Mutationsrate von Mitochondrien – den Kraftwerken der Zelle – liegt bei einer Mutation in 10.000 Jahren. Weiterhin ist bekannt, dass sie nur von der Mutter an die Folgegeneration weitergegeben wird. Man hat so festgestellt, dass fast alle Europäer auf lediglich 7 Urmütter zurückgeführt werden können. So findet das Prinzip der „molecular clock“ in verschiedensten Bereichen Anwendung.

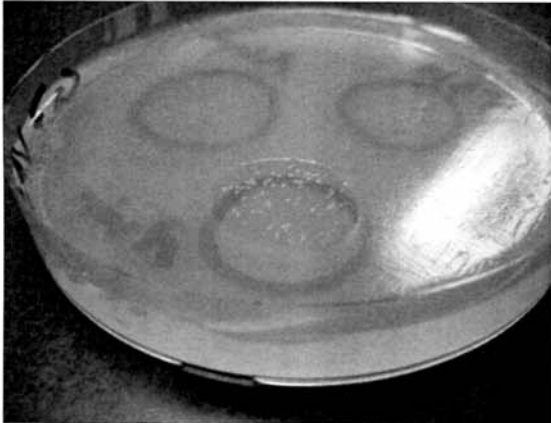


Abb 3:

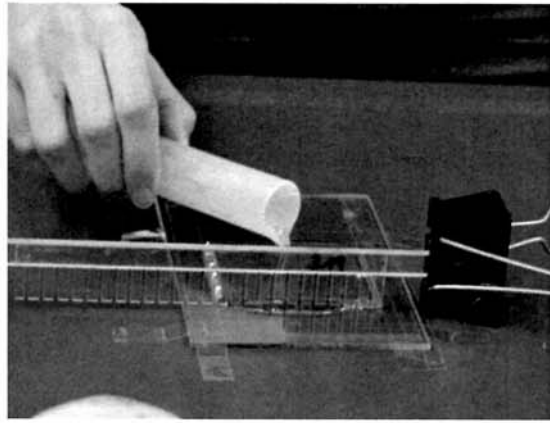


Abb 4:

Gruppe 4 - Genetischer Fingerabdruck und Polymerasekettenreaktion

Der genetische Fingerabdruck ist eine moderne Methode, mit deren Hilfe zum Beispiel in der Kriminalistik Verbrecher anhand ihrer spezifischen DNA überführt werden können.

In diesen 3 Tagen haben wir unter anderem einen genetischen Fingerabdruck von uns selbst erstellt. Dazu wurde zunächst die DNA aus Mundschleimhautzellen isoliert, anschließend durch die Polymerasekettenreaktion (PCR) vervielfältigt und mit der Methode der Elektrophorese auf einem Agarosegel aufgetrennt. Es entsteht ein individuelles Bandenmuster.

Uns hat das Experimentieren mit unserer eigenen DNA viel Spaß gemacht, vor allem, weil auch wir damit einen Einblick in die analytische Arbeit der Polizei bekommen haben.