

Das Bakterium Escherichia coli - ein Modellorganismus der Biologie

=1320=

2013 M 5

LK20

1.1. ~~Escherichia coli~~ Bakterien

Die Escherichia coli - Bakterien weisen ein zunächst von der Trockenmasse bestimmtes exponentielles Wachstum vor. Als die E. coli - Bakterien ~~der~~ des ersten Kulturmediums in das zweite überführt wurden, begannen sie mit ihrem Stoffwechsel. ~~Et~~ E. coli - Bakterien pflanzen sich zudem mit Zellteilung fort. Da nun im Kulturmedium zwei anfangs ausreichend Nährstoff B und Sauerstoff vorhanden war, konnten die E. coli - Bakterien Stoffwechsel betreiben und sich fortpflanzen. Einerseits entstand dadurch ein größeres Gewicht der Trockenmasse durch Fortpflanzung, aber auch durch die Stoffwechselendprodukte, die die E. coli - Bakterien ausscheiden. Während nach zwei Stunden nur etwa 0,7 g Trockenmasse vorhanden waren, waren

Den ausreichende Nährstoff als Voraussetzung für das exponentielle Wachstum kommt reinet

falsche Materialauswertung

es zwei Stunden später schon
2g Trockenmasse. Also vermehren
sich die Bakterien durch Zell-
teilung relativ schnell. Nach
sechs Stunden war nun etwa
das achtfache an Trockenmasse
vorhanden (6h; 8g Trockenmasse).

Dieses exponentielle Wachstum
der Trockenmasse bricht aber
schlussendlich ein, weil ~~es~~ nach
einer Zeit von etwa 7,5 Stunden ^{van}
keine Nährstoffe mehr vorhan-
den waren und auch keine neuen
Nährstoffe hinzugegeben wurden.

Ohne Nährstoffe können die
E. coli-Bakterien keinen Stoff-
wechsel betreiben und sich
auch nicht fortpflanzen. Sch-
ließlich stagniert die Trocken-
masse denn, weil ~~es~~ die Bakterien
anfangen zu sterben. Ohne Stoff-
wechselproduktion würde somit
vermutlich irgendwann die
komplette Bevölkerung der *E. coli*-
Bakterien sterben. Hinzukommt
kann, dass die Stoffwechselend-
produkte der *E. coli*-Bakterien
in großer Konzentration als
Gifstoffe wirken. Somit sterben

⑤ verzögertes Maximum nicht in
der Erklärung berücksichtigt.

⑥ Nährstoffmangel als Hemmung für den weiteren
Wachstum der Trockenmasse kommt ebenfalls

⑦ Esig, wobei der Trockenmassenanstieg
nicht herausgearbeitet (z.B. Startwert, Endwert)

⑧ Stoffwechselendprodukte als Ursache
des Absterbens kommt ebenfalls

~~die Bakterien auch an ihren
eigenen~~

die Bakterien auch an ihren
eigenen Endprodukten ihres
Stoffwechsels.

1.2. In dem Stempelexperiment
sieht man, dass nach dem Über-
tragen der jeweiligen Kulturen
am nächsten Tag nicht alle
Kolonien in den mit Antibio-
tikum versetzten Petrischalen
überleben. In den Petrischalen
Bund D überleben die Kolonien
A eins und zwei, drei ist bei
beiden nicht mehr vorhanden.

nicht ganz korrektes Material-
auswertung (Petrischale (fehlt))

falsche Deutung

C fehlt s.o.

Falschlicherweise wird der Petrischale C
als ursprünglicher Versuch angesehen.

Die vorherige nötige Mutation
scheint aber nicht als Hauptkette
benannt.

Der Selektionsvorteil benannt

drei

Vier ist nur in der Petrischale
B vorhanden und fünf hat
sich in der Petrischale D neu
gebildet, da sie in der Petri-
schale C nicht vorhanden ist.
Hieran kann man erkennen,
dass die Mutationen nicht durch
das Antibiotikum aus-
gelöst werden, sondern schon
vorher ein Selektionsvorteil
einzelner Kulturen gegeben ist.
Da heute die Kolonien eins und
zwei bei beiden Petrischalen
noch vorhanden sind, müssen

diese beiden Kolonien schon vorher mutiert sein. Somit sind diese beiden Kolonien resistent gegen das Antibiotikum. Die Bakterienkolonie 3 drei hat bei beiden Petrischalen nicht überlebt und wurde somit aussortiert. Zudem hat sich auch eine neue Kolonie in der Petrischale D gebildet, die vor dem Versuch noch nicht vorhanden ~~war~~ war. Diese ist somit auch resistent gegenüber dem Antibiotikum. Außerdem hat Kolonie vier in Petrischale auch überlebt. Hierdurch wird deutlich, dass es vorher schon eine Mutation gegeben haben muss, da einige Bakterien dieser Kolonie ~~im~~ resistent waren. Die Kolonie ^{vier} in der Petrischale D ist deswegen nicht mehr vorhanden, weil ~~sie~~ ~~ni~~ hier keine Bakterien der Kolonie einen Selektionsvorteil hatten.

⊖ falsche Deutung der Ergebnisse für die Kolonie 3

⊖ Die neue Bildung des Resistenz bei der Petrischale D scheint, aber nicht korrekt gedeutet (Mutation zwischen Überlebensphase und Antibiotikabehandlung)

GP B?

⊖ Reimutation nicht erkannt

⊖ Auch hier eine falsche Deutung aufgrund des falschen Materialbesp.

konkrete Beschreibung des Optimums

geringeres Vermehrungsrate in den Temperaturgrenzbereichen beobachtet, aber ohne konkrete Zahlenangaben

geringerer Stoffwechsel in den Randbereichen erkennbar und deren Ursache benannt

- 1.3 In der Graphik wird deutlich, dass die Ausgangsgeneration und die 20000. Generation ein Optimum der maximalen Vermehrungsrate haben. Die höchst reproduktive Fitness der Ausgangsgeneration liegt bei etwa 40°C und einer relativen Reproduktionsrate von etwa 0,9, während die 20000. Generation ihr Optimum bei etwa 37°C ~~hat~~ und einer relativen Reproduktionsrate von etwa 1,05 ~~hat~~. Hierdurch erkennt man die evolutionen Anpassbarkeit, Selbst bei anderen Temperaturen können sich die Generationen vermehren, wenn auch ein geringerer Erfolg besteht. Abnehmend beginnt ab der Temperatur von etwa 40°C die Hitzedenaturierung, welche die Strukturen der Enzyme zerstört und kein Stoffwechsel oder nur wenig Stoffwechsel stattfinden kann. Somit fällt auch die Kurve nach dem Optimum der beiden Generationen. Die 20000. Generation hat es somit

100

⑦ Verdrehung des Optimums normal
steil

④ Ursache im Schelen und
Abkation herausgearbeitet

 \sqrt{dw}

⊕ höhere Umsatzrate der
2000. Gewichte bei 37°C festsetzen

④ höhere Verbindungsstufe der

20000, Geruch bei 37°C beschreiben

Anpassungsaspekt hervor-
gehoben

⊕

Die Zellteilung und damit die Vermehrung der Bakterien findet erst bei einem bestimmten Volumen statt. Dieses Erreichen des Volumens erfordert also eine Anpassung an die gegebenen Umstände. Somit überleben die, die sich am besten an die Umweltbedingungen anpassen. Survival of the ~~fit~~ fittest ist ein Grundzug der ~~evoluti~~ synthetischen Evolutionstheorie. Auch Darwin ging schon davon aus, dass der "Stärkere" im Kampf ums ~~Überleben~~ ^{Dasein} überlebt.

Rezept passt in diese \ominus A
Zusammenhang nicht

Die reproduktive Fitness ist deshalb bei niedrigeren Temperaturen geringer, weil der Stoffwechsel eben eine bestimmte Temperatur und auch sonst bestimmte Gegebenheiten wie ausreichend Naturstoffe benötigt. Das tiefste Minimum besagt, dass alle Stoffe ausreichend vorhanden sein müssen und schon wenn ein Stoff fehlt alle Folgeaktionen nicht stattfinden können. Aus diesem Grund passen sich die Bakterien an die Gege-

Nur auf ökologische Aspekte ein-
gefangen, den stabilisierenden Effekt
aber nicht erkannt.

Genheiten an, um selbst zu überleben und ihre eigene reproduktive Fitness aufrecht zu erhalten.

2.1. Im ersten Schritt des Materials erkennt man die Substratspezifität. Eine Enzymreaktion findet immer am aktiven Zentrum des Enzyms statt. Ein Enzym ist dabei immer Substratspezifisch und kann nur bestimmte Substrate in einer Reaktion umsetzen. Verbindet sich Enzym und Substrat, so bilden sie ein Enzym-Substrat-Komplex wie im zweiten Schritt des Materials. Enzymreaktionen wirken katalisierend, beschleunigen Reaktion also, oder bringen sie gar erst einmal in Gang, weil einige Reaktionen ohne sie gar nicht starten würden. Setzt sich also das Substrat auf das aktive Zentrum des Enzyms, wird es aufgespalten und letztendlich in ein Produkt zerlegt. Somit bildet sich das Enzym-Produkt-Komplex. Enzyme bleiben nach der Reaktion unverändert und können direkt wieder eine neue Reaktion absolvieren.

⊕ Substratspezifität eine enzymatische Reaktion erleuchtet

⊖ dies beruht auf dem Basiskonzept Enzymen (Schlüssel-Schloss-Prinzip)

⊕ Wesentliche Aspekte der Reaktionen erläutert (Bindung am aktiven Zentrum, Enzym-Substrat-Komplex, Enzym-Produkt-Komplex)

⊕ Die katalytische Wirkung erläutert, aber nicht die Herabsetzung der Aktivierungsenergie

⊖ Energie explizit erwähnt oder der Begriff "Biotkatalysator"

⊕ Das unveränderte Herausgehen aus der Reaktion erläutert

tisch, da die Reaktionen so überhaupt nicht in Gang kommen. Dies liegt an der Reaktion der Enzyme. Um die Energie aufzubringen, die für eine enzymatische Reaktion notwendig ist, muss die Temperatur einigermaßen hoch sein. Gekoppelt an die Temperatur der Organismen haben die Enzyme also für eine enzymatische Reaktion ein Temperaturoptimum. Ohne eine ~~Annäherung~~ Annäherung an diesen Wert von etwa 36°C kommen die Reaktion also nur wenig und sehr langsam oder gar nicht in Gang.

- ⑦ Geringe Temperaturen als Einfluss genannt, die Erklärung des Phänomens mit der Tordark-
wegung unklar bleibt aber.

- ⑧ Die Erklärung des Optimums gelingt? ~~nicht~~ hinreichend genau.

- ⑨ Die verschobene Denaturierung und das Versagen des Optimums wird erklärt

2.3. Um Proteine herzustellen werden Teile der DNA transkribiert. Dies geschieht durch RNA-Polymerase. Das Enzym der RNA-Polymerase setzt sich auf ~~die DNA~~ den DNA-Strang ab und spaltet diesen in zwei Teile auf. Nun wird der eine Strang von 3' in 5' Richtung abgelesen. Auf Basis dessen werden Codons mit jeweils drei Nukleotiden gebildet. ~~An die~~ ^{gebildete} ~~RNA~~ m-RNA ^{in der RNA-Polymerase} ~~polymerase~~ setzen jetzt die Ribosomen die Aminosäuren an, welche schließlich die ~~Trans-~~ ^{Protein-}

- ⑦ Vorgang der Transkription korrekt dargestellt.

Die Wirtungsspezifität
der Reaktion erleuchtet

⊕

ren. Anhand des Produktes wird somit auch die Wirkungsspezifität deutlich. Ein Enzym kann nämlich immer nur ein bestimmtes Substrat zu einem bestimmten Produkt umsetzen. Es bleibt somit immer dieselbe Wirkung und ein Produkt geht hervor. Jetzt kann das entstandene Produkt in weitere Reaktionen aufgenommen werden.

Temperatur optimum erreicht

2.2.

⊕

Enzyme haben ein Temperatur optimum, unter der ihre Reaktionen ablaufen. Somit sind Enzyme in menschlichen Körper und auch bei anderen homoiothermen Lebewesen meist unter einem Temperatureinfluss von $36 - 37^{\circ}\text{C}$. Hier liegt auch meist das Optimum, bei dem die Reaktion am schnellsten und effektivsten abläuft. Steigt die Temperatur, kommt es zur Hitze denaturierung ^{ung} der Enzyme. Die Strukturen der Enzyme brechen auseinander und die Reaktionen kommen zum Erliegen. Andererseits sind zu niedrige Temperaturen für eine Enzymreaktion ebenfalls problematisch.

Hitzedenaturierung der Enzyme
erleuchtet und deren Funktions-
verlust angeführt

⊕

Dasgen, der Translation

konstruiert das Gerüst.

Es fehlt aber der Bezug zu

veränderten Nucleotidsequenzen

⊕

⊗

R

⊙

R

⊗

Nicht bei E. coli

⊙

Schädigung der Nucleotide

ausgenommen aber nicht als

Mutation bezeichnet

⊕

⊙

Das Merkmal hinsichtlich

der Schädigung der Proteine ausge-
wertet.

⊕

Die Folgen der Veränderung

der Nucleotide konstruiert das Gerüst.

⊕

Leision ~~der~~ des DNA-Strangs

vollziehen. Bis ein Stopp-Codon

auf die tRNA-codons trifft, wird

eine lange ~~Pept~~ ^(+RNA) Polypeptkette durch

Überschneiden der DNA geschnitten. *

Schlussendlich entsteht so dann

ein Protein, dass nun ~~zur~~ aus
der Zelle transportiert wird.

* Durch Spleißen werden nun die

unwichtigen Introns heraus-

geschnitten, während die wichti-

gen Exons aneinandergefügt

werden.

Durch die Einstrahlung des

UV-Lichtes bei 270 nm werden

also die einzelnen Nucleotide

aus der DNA ~~herausgelöst~~

beschädigt. Möglicherweise ändern

diese ihre Strukturen, weswegen

es unmöglich ist, Proteine herzu-

stellen. Die Proteinbiosynthese kann

aufgrund dessen nicht mehr stattfinden

und die E. coli-Bakterien sind

mit Proteinen unterversorgt, wes-

wegen sie letztendlich sterben.

2.4. Um Fructose-6-Phosphat

durch Phosphofructokinase in

Fructose-1,6-bisphosphat

umzuwandeln wird Energie in Form γ
von ATP benötigt. Um Stoffe
umzuverpacken, werden immer ~~z~~ entweder
Energie freigesetzt oder auf Energie
benötigt. Wenn Fructose-1,6-bisphosphat
zu Pyruvat umgewandelt wird, wird
Energie frei und somit kann sich
ADP mit Phosphat zu ATP umsetzen.

Im ersten und zweiten Versuchsansatz
wird deutlich, dass ~~für~~ Phosphofructo-
kinase nur wenig Energie ~~ist~~ benö-
tigt, um seine Reaktion zu voll-
ziehen. Andersherum zeigen die
Versuchsansätze drei und vier,
dass ADP benötigt wird, da die
freierwerdende Energie, die bei Pyruvat-
bildung entsteht, sonst nicht über-
tragen werden kann. Deswegen
reichen geringe Mengen ATP (0,1 mmol/L)
um Phosphofructokinase in Gang
zu setzen, aber man benötigt
größere Mengen ADP (1,0 mmol/L)
um die freierwerdende Energie umzu-
setzen. Wenn also kein ADP vorhanden
ist, um die entstehende Energie bei
Pyruvat-Bildung aufzunehmen und um
ATP zu bilden, ist Phosphofructokinase
eingeschränkt und setzt kein Fructose-
6-Phosphat weiter um. Es müssen

(+) ATP verbrauchende Stoffe
des Reaktions erkannt.

(-) falsche Deutung des Ergebnisses,
da nicht die Hemmung oder
Förderung der Aktivität erkannt
wird.

(-) falsche Deutung des Ergebnisses,
da nicht die fördernde
Wirkung von ADP erkannt wird.

(-) nicht als allosterisches
Wirkstoff erkannt.

also von allen Stoffen
genügend Vorräte vorhanden
sein, damit die Reaktionen
weitergeführt werden können.
So kommt es zu keinem Energie-
stau.

Phosphofructokinase ist also
nur aktiv, wenn einerseits
ATP und andererseits genug
Adp vorhanden sind, damit
die Folgereaktionen in der
Atmungskette fortlaufen können.

Während der falschen
Materialauswertung auch diese
Einsparungen zu den alkoholischen
Getränken gemacht.