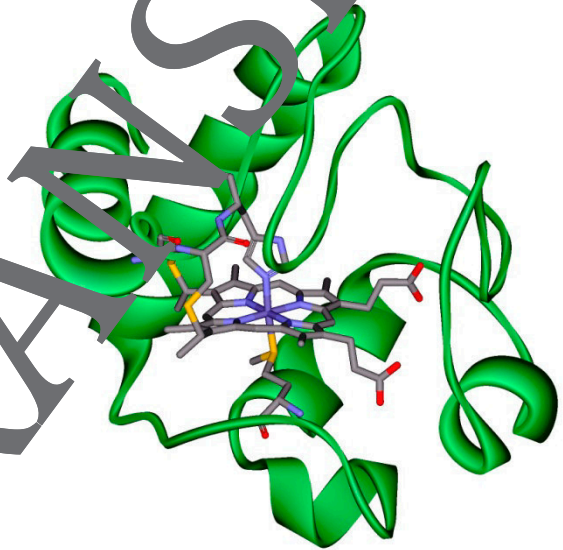


UNTERRICHTS MATERIALIEN

Biologie Sek. II



Molekulare Uhren

Leistungskontrolle zu Datierungsmethoden der Evolutionsbiologie

Impressum

RAABE UNTERRICHTS-MATERIALIEN Biologie Sek. II

Das Werk, einschließlich seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für die elektronische oder sonstige Vervielfältigung, Übersetzung, Verbreitung und öffentliche Zugänglichmachung.

Für jedes Material wurden Fremdrechte recherchiert und angefragt. Sollten dennoch an einzelnen Materialien weitere Rechte bestehen, bitten wir um Nachricht.

In unseren Beiträgen sind wir bemüht, die in Experimenten verwendeten Substanzen mit den entsprechenden Gefahrenhinweisen zu kennzeichnen. Dies ist ein zusätzlicher Service. Dennoch ist jeder Experimentator selbst angehalten, sich vor der Durchführung der Experimente genauestens über das Gefährdungspotenzial der verwendeten Stoffe zu informieren, die nötigen Vorsichtsmaßnahmen zu ergreifen sowie alles ordnungsgemäß zu entsorgen. Es gelten die Vorschriften der Gefahrstoffverordnung sowie die Dienstvorschriften der Schulbehörde.

Dr. Josef Raabe Verlag GmbH
Ein Unternehmen der Klett Gruppe
Rotebühlstraße 7
70178 Stuttgart
Telefon +49 711 62900-0
Fax +49 711 62900-60
meinRAABE@raabe.de
www.raabe.de

Produktion: Jene Zörlein
Satz: Böser Medien GmbH & Co. KG, Karlsruhe
Bildnachweis Titel: Cytochrom c, Wikimedia/Klaus Hoffmeier, gemeinfrei gestellt
Korrektur: Josef Mayer

Molekulare Uhren

Methodisch-didaktische Hinweise

Schülerinnen und Schüler (SuS) haben oft keine angemessene Vorstellung der zeitlichen Dimensionen, in denen Evolution abläuft. Korrektes Wissen über die Zeitdimensionen ist aber notwendig, um naturwissenschaftliche Vorstellungen über den chronologischen Ablauf der Evolution zu entwickeln. Besonders schwer fällt es SuS zu verstehen, dass der Mensch, im Vergleich zur Erdgeschichte, erst seit kurzer Zeit existiert. Es erscheint daher wichtig, dass eine intensive Auseinandersetzung mit der geologischen Zeitskala der Erdgeschichte und der Zuordnung von Organismengruppen erfolgt. Verschiedene Datierungsmethoden sollten behandelt und in interessanten Kontexten praktisch eingeübt werden. Kompetenzen zur praktischen Anwendung von Datierungsmethoden sind dann auch der Leistungsmessung zugänglich.

Die Erstellung molekularer Uhren ermöglicht es, weil sich evolutionäre Verwandtschaftsverhältnisse auf der Ebene des Erbguts feststellen lassen. Molekulare Uhren basieren auf der Annahme von konstanten Mutationsraten. Durch Sequenzvergleiche von Proteinen, mRNA oder DNA ist es möglich, Verwandtschaftsbeziehungen zu bestimmen. Aus den Unterschieden homologer Nukleotid- oder Aminosäuresequenzen lässt sich der Zeitpunkt der evolutionären Trennung von Schwestergruppen erschließen. Grundannahme ist, dass es einen gemeinsamen Vorfahren gab.

Molekulare Uhren gelten als relativ zuverlässig. Sie sind jedoch bezüglich ihrer Messgenauigkeit von einer exakten zeitlichen Kalibrierung abhängig. Trotzdem werden die Daten von Altersbestimmungen, die durch molekulare Uhren ermittelt werden, zuweilen von denen, die durch radiometrische Datierung von Fossilien erhalten werden, ab. Diese Abweichungen sind Gegenstand aktueller Debatten der Forschung. Ein prominentes Beispiel ist der Streit um den Ursprung der Säuger bzw. der zu den Säugern gehörenden Gruppe der Plazentatiere. Während molekulare Daten ergeben haben, dass Plazentatiere

bereits vor 100 Millionen Jahren entstanden, weist die Fossilienlage auf eine Entstehung vor 60 Millionen Jahren hin.

Aufgabe	1	2	3	4
Rohpunkte	15	18	16	18
AFB	I/II	I/II	II/III	III

Vorausgesetztes Fachwissen

Die SuS benötigen zum Bearbeiten dieser Leistungsaufgabe Kenntnisse über die genetischen Grundlagen zu molekularen Uhren, ihre Einsatzmöglichkeiten und Grenzen. Sie benötigen darüber hinaus Fachwissen über weitere Methoden der Altersdatierung und die Bedeutung von Fossilien als Belege für evolutive Prozesse.

M 1 Wie funktionieren molekulare Uhren?

Die Methode der molekularen Uhr basiert auf der Annahme, dass bestimmte Abschnitte in Genomen konstant evolvieren, d. h., dass es konstante Mutationsraten gibt. Wenn der Zeitpunkt der Aufspaltung in zwei Taxa, ausgehend von einem gemeinsamen Vorfahren, molekularbiologisch untersucht werden soll, werden molekulare Uhren genutzt. Oft lässt sich die evolutionäre Entwicklung besser durch einen Vergleich der molekularen Unterschiede im Genom nachvollziehen als anhand morphologischer Vergleiche. Proteine, die sich bestens für molekulare Uhren eignen, sind z. B. Cytochrome, Hämoglobin und Fibrin, da sie eine Schlüsselposition im Stoffwechsel der Lebewesen haben und grundsätzlich konservativ bewahrt werden.

Als molekulare Uhren werden homologe DNA-Sequenzen verschiedener Gruppen von Lebewesen verglichen, von denen man weiß, dass sie einen gemeinsamen Vorfahren haben. Ist anhand von Fossilfunden der Zeitpunkt der Trennung zweier Gruppen bekannt, kann anhand der Anzahl von Mutationsereignissen die sogenannte Mutationsrate berechnet werden. Danach ist die Anzahl veränderter Nukleotide proportional zur vergangenen Zeit: je mehr Mutationen, umso mehr Zeit ist verstrichen.

Mithilfe von molekularen Uhren können sowohl relative als auch absolute Aussagen zum Alter gemacht werden. Einige Biologen betrachten die Genauigkeit molekularer Uhren mit Skepsis. Denn es gibt keine Genomabschnitte, die absolut gleichmäßige Mutationsraten haben und damit einen Nukleotid- bzw. Aminosäure-Austausch in immer gleichbleibender Genauigkeit anzeigen. In einigen Abschnitten des Genoms treten Mutationen nachweislich sehr unregelmäßig auf, sodass keine konstante Mutationsrate angenommen werden kann und diese Abschnitte zur Nutzung als molekulare Uhr nicht geeignet sind. Dagegen gibt es Genombereiche, deren Mutationsraten statistisch gesehen konstant sind. Solche Abschnitte dienen als molekulare Uhren und können an die Zeit geeicht werden. Für diese Eichung wird der Austausch von Sequenzen für eine Reihe von Verzweigungspunkten im Stammbaum, die durch Fossilfunde gut belegt sind, gegen die Zeit aufgetragen.

Aufgaben

- 1 Erläutern Sie die Funktionsweise molekularer Uhren (**M 1**). (15 Punkte)
- 2 Erklären und beurteilen Sie den Einsatz molekularer Uhren als absolute Zeitmesser (**M 1**). (18 Punkte)
- 3 Beschreiben und erklären Sie, wie sich verschiedene Proteine mit unterschiedlichen Mutationsraten zur Datierung einsetzen lassen (**M 2**). (16 Punkte)
- 4 Entwickeln Sie Hypothesen, welche Erklärungen es für die Diskrepanz zwischen den Daten molekularer Uhren und denen der Datierung von Fossilien zum Ursprung der Säuger geben könnte (**M 3**). (20 Punkte)

Der RAABE Webshop: Schnell, übersichtlich, sicher!



Wir bieten Ihnen:



Schnelle und intuitive Produktsuche



Übersichtliches Kundenkonto



Komfortable Nutzung über
Computer, Tablet und Smartphone



Höhere Sicherheit durch
SSL-Verschlüsselung

Mehr unter: www.raabe.de