

SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

Auszug aus:

Grundlagenwiederholung: Molekulargenetik

Das komplette Material finden Sie hier:

School-Scout.de



Grundlagenwiederholung: Molekulargenetik

Ein Beitrag nach einer Idee von Juliette Immer



© unsplash/Stock/Getty Images Plus

Die Entdeckung der DNA als Träger der Erbinformation ist bis heute immer noch ein Meilenstein in der Forschung. Selber ist viel passiert und durch die Entwicklung neuer Techniken erfährt die Molekulargenetik immer mehr an Bedeutung für die Forschung und Entwicklung beispielsweise in Bereichen wie der Medizin, Pharmazie und Agrarwissenschaft. In diesem Beitrag finden Sie eine umfangreiche, modular einsetzbare Materialsammlung zu den Grundlagen dieses bedeutenden Themas. Starten Sie bei der Entdeckung des Trägers der Erbinformation, behandeln Sie den Bau der DNA, gehen Sie über zu der Proteinbiosynthese und schließen Sie das Thema mit einer Lernerfolgskontrolle ab. Diese Einheit eignet sich zum Einstieg und zur Wiederholung dieses Grundlagenthemas in Ihrer Klasse.

RAABE
LEARNING

Grundlagenwiederholung: Molekulargenetik

Ein Beitrag nach einer Idee von Juliette Irmer



© undefined/iStock/Getty Images Plus

Die Entdeckung der DNA als Träger der Erbinformation ist bis heute immer noch ein Meilenstein in der Forschung. Seither ist viel passiert und durch die Entwicklung neuer Techniken erfährt die Molekulargenetik immer mehr an Bedeutung für die Forschung und Entwicklung beispielsweise in Bereichen wie der Medizin, Pharmazie und Agrarwissenschaft. In diesem Beitrag finden Sie eine umfangreiche, modular einsetzbare Materialsammlung zu den Grundlagen dieses bedeutsamen Themas. Starten Sie bei der Entdeckung des Trägers der Erbinformation, behandeln Sie den Bau der DNA, gehen Sie über zu der Proteinbiosynthese und schließen Sie das Thema mit einer Lernerfolgskontrolle ab. Diese Einheit eignet sich zum Einstieg und zur Wiederholung dieses Grundlagenthemas in Ihrer Klasse.

Grundlagenwiederholung: Molekulargenetik

Niveau: einführend, grundlegend

Ein Beitrag nach einer Idee von Juliette Irmer

Methodisch-didaktische Hinweise	1
M1: Welches Molekül trägt die Erbinformation?	5
M2: Der Bau der DNA	7
M3: Die Replikation der DNA	10
M4: Vom Gen zum Protein	16
M5: Was ist ein Gen?	27
M6: Lernerfolgskontrolle	28
Lösungen	30
Literatur	44

Kompetenzprofil:

Kompetenz	Anforderungsbereiche	Basiskonzept	Material
Fachwissen, Erkenntnisgewinnung, Kommunikation	I–II–III	System, Struktur und Funktion	M1–M6

Überblick:

Legende der Abkürzungen:

AB Arbeitsblatt LEK Lernerfolgskontrolle TX Text

Inhaltliche Stichpunkte	Material	Methode
Versuche von <i>Griffith</i> und <i>Avery</i> : S- und R-Pneumokokken, Nukleinsäuren als Träger der Erbinformation	M1	TX, AB
komplementärer Aufbau der DNA, DNA-Bausteine	M2	TX, AB
DNA-Verdopplung, Versuch von <i>Meselson</i> und <i>Stahl</i> , Dichtegradientenzentrifugation, Bandenmuster, Topologie, Versuch zum Problem der Überdrehung bei der DNA-Replikation, molekulare Vorgänge bei der Replikation, Primer, Vorwärtsstrang (<i>leading strand</i>) und Rückwärtsstrang (<i>lagging strand</i>), DNA-Polymerase, DNA-Doppelstrang, antiparallel angeordnet, Replikationsgabel, 3'→5, Startstücke aus RNA	M3	TX, AB
Struktur und Funktion der RNA, mRNA, tRNA, rRNA, genetischer Code, Codesonne, Transkription, Translation, Initiation, Elongation, Termination, Proteinbiosynthese, RNA-Prozessierung, Ribosomen	M4	TX, AB
Ein-Gen-ein-Enzym-Hypothese, Gen, Crick, Regulationssequenzen (Promotor, Terminator, Exons und Introns)	M5	TX, AB
Lernerfolgskontrolle zur DNA	M6	LEK

Grundlagenwiederholung: Molekulargenetik

Fachwissenschaftliche Orientierung

Friedrich Miescher entdeckte 1869 die **Nukleinsäuren in Zellkernen**. Erst Beginn des 20. Jahrhunderts entdeckte man die Nukleinbasen und fand damit heraus, was sich hinter den Nukleinsäuren verbirgt. Es entbrannte ein Jahrzehnte währender Streit darüber, ob Proteine oder Nukleinsäuren Träger der Erbinformation sind. Erst die Versuche von *Oswald T. Avery* im Jahr 1944 erbrachten den endgültigen Beweis für **Nukleinsäuren als Träger der genetischen Information**. Für fast alle Organismen wurde hierfür die Desoxyribonukleinsäure (DNA), für einige Viren die Ribonukleinsäure (RNA) erkannt. Ungeklärt blieb, wie die genetische Information gespeichert wird und wie sich die DNA verdoppelt. Die bedeutsamste Entdeckung für die Klärung dieser Fragen machten 1953 *James. D. Watson* und *Francis Crick*, indem sie erkannten, dass die **DNA aus zwei spiralig ineinander gedrehten, komplementären Nukleinsäuresträngen** besteht. 1957 belegten Meselson und Stahl das **Modell der semikonservativen Replikation der DNA** und 1961 entzifferten *Matthei*, *Nirenberg* und *Ochoa* unabhängig voneinander den **Basencode der Nukleinsäuren**. Im gleichen Jahr entwickelten *Jacob* und *Monod* ein **Modell zur Regulation der Genaktivität** und 1965 wurden die ersten Nukleinsäuresequenzen bekannt.

Durch die Entwicklung neuer Techniken (z. B. Real-Time-PCR = Echtzeit-PCR, CRISPR/Cas-System) erfährt die Molekulargenetik auch heute noch rasante Fortschritte. Die **Entschlüsselung des menschlichen Genoms**, das größte und ehrgeizigste Projekt der Biologie überhaupt, wurde beispielsweise schneller bewerkstelligt als angenommen (April 2003 anstatt 2005). Die Molekulargenetik bildet die Grundlage für die Entwicklung der Gentechnologie, welche sich mittlerweile in vielen Bereichen etabliert hat (Tier- und Pflanzenzüchtung, Arzneimittelherstellung, Landwirtschaft usw.). Daher zählt die Molekulargenetik mit ihren praktischen Anwendungen zu den wichtigsten Themenfeldern innerhalb des Biologieunterrichts.

Methodisch-didaktische Hinweise

Das Thema „Molekulargenetik“ schließt sich an die klassische Genetik an. Die Lernenden sollten bereits über Aufbau und Funktion von Proteinen Bescheid wissen. Die Materialien vermitteln grundlegendes Wissen zum Verständnis der molekularen Zusammenhänge der Vererbung.

Zu Beginn der Einheit wird in **M1** anhand der Experimente von *Griffith* und *Avery* der Frage nachgegangen, welche Molekülgruppe Träger der genetischen Information ist. In **M2** werden die Organisation und Raumstruktur der DNA besprochen. In **M3** steht die DNA-Verdopplung (**M3A**) während des Zellzyklus auf molekularer Ebene im Mittelpunkt. Die Lernenden vollziehen am Originalversuch (**M3B**) den Beweis für die semikonservative Replikation nach. Ein Versuch (**M3C**) macht auf das Problem der Überdrehung bei der DNA-Replikation aufmerksam. In **M3D** vollziehen die Lernenden die molekularen Vorgänge bei der Replikation nach. Im nächsten Unterrichtsschritt stehen die Vorgänge zum Übersetzen der Information der DNA in Proteine im Mittelpunkt (**M4**). Ausführlich behandelt werden der genetische Code, die Ribosomen, die Rolle der RNA-Typen sowie der Vorgang der Transkription und Translation. Dazu werden die Struktur und Funktion der RNA (**M4A**), der genetische Code (**M4B**) und der Ablauf der Transkription (**M4C**) besprochen. In **M4D** sind die Vorgänge der RNA-Prozessierung dargestellt. Mit dem Besprechen der Ribosomen und des Baus und der Funktion der tRNA in **M4E** lernen die Lernenden zwei grundlegend wichtige Bestandteile der Translation kennen. In **M4F** beschäftigt sich mit dem Ablauf der Translation. In **M5** setzen sich die Lernenden intensiv mit dem Begriff „Gen“ auseinander. Sie erkennen, dass die Definition des Begriffs im Laufe der Zeit immer wieder neu angepasst wurde und auch heute eine genaue Definition schwierig ist.

Die meisten Erkenntnisse zu den molekularen Abläufen wurden durch die Forschung an Bakterien gewonnen. Da die molekularen Vorgänge bei Bakterien und Eukaryoten im Prinzip übereinstimmen, wird auf eine detaillierte Betrachtung der Unterschiede verzichtet. Die Lernenden werden angehalten, sich intensiv mit Texten und Grafiken auseinander zu setzen und selbstständig nach einer Lösung zu suchen.

Die Materialien schließen mit der Lernerfolgskontrolle **M6** ab.

Fachbegriffe/Fachkonzepte

Fachbegriff/ Fachkonzept	Erklärung
Antibiotika	Substanzen, welche von Mikroorganismen (v. a. Pilzen) gebildet werden und die Bakterien in ihrem Wachstum hemmen oder abtöten. Da Antibiotika spezifisch auf Prokaryoten wirken, halten sich die Nebenwirkungen für Menschen in Grenzen.
Anticodon	Spezifisches Basentriplett der tRNA, das komplementär zum entsprechenden Codon der mRNA ist.
Basentriplett (Codon)	Jeweils drei Basen der mRNA codieren eine Aminosäure.

Fachbegriff/ Fachkonzept	Erklärung
Degenerierter Code	Eine Aminosäure wird durch ein Basentriplett codiert, sodass es 64 (4 ³) mögliche Triplets für 21 Aminosäuren gibt. Eine Aminosäure kann also durch mehrere Basentriplets codiert werden.
Doppelhelix	Die DNA besteht aus zwei Nukleotidsträngen, die über Wasserstoffbrücken miteinander verbunden sind. Der Doppelstrang ist spiralförmig gewunden.
Elongation	Vorgang der Kettenverlängerung bei der Transkription und Translation.
Eukaryoten	Lebewesen (Pilze, Pflanzen, Tiere), deren Zellen einen Zellkern besitzen, in dem sich die DNA befindet.
Exon	Proteincodierender DNA-Abschnitt eines eukaryotischen Gens.
Gen	Transkriptionseinheit, die zu einem Protein oder einer RNA führt.
Initiation	Beginn der Transkription und Translation.
Intron	DNA-Abschnitt eines eukaryotischen Gens, der kein Protein codiert.
Konservierte Sequenzen:	DNA-Sequenzen, die in vielen verschiedenen Organismen ähnlich sind, obwohl deren Evolution seit Jahrmillionen getrennt verläuft. Solche konservierten Sequenzen sprechen häufig für eine funktionelle Bedeutung dieser Abschnitte.
mRNA-Prozessierung:	Vorgang, bei dem aus einem Primärtranskript (prä-mRNA) eine reife mRNA entsteht. Dabei werden die Enden der mRNA verändert und die Introns herausgeschnitten. Findet nur bei Eukaryoten statt.

Fachbegriff/ Fachkonzept	Erklärung
Nukleinsäuren	Moleküle, die aus den Bausteinen Zucker, Phosphat und vier organischen Basen bestehen. Es gibt zwei Arten von Nukleinsäuren, die Desoxyribonukleinsäure und die Ribonukleinsäure.
Nukleosid	Besteht aus einem Zuckermolekül (Desoxyribose, Ribose) und einer Base (Adenin, Thymin, Guanin, Cytosin, Uracil).
Nukleotid	Besteht aus einem Zuckermolekül, einer Base und einem Phosphatrest. Baustein der Nukleinsäuren.
Okazaki-Fragmente	Neusynthetisierte DNA-Teilstücke, die bei der Replikation des Rückwärtsstrangs entstehen.
Prokaryoten	Einzellige Organismen (Bakterien, Archaeobakterien) ohne Zellkern.
Replikation	Identische Verdopplung der DNA.
Transkription	Umschreibung der DNA in RNA.
Translation	Übersetzung der mRNA in die Aminosäuresequenz der Proteine.

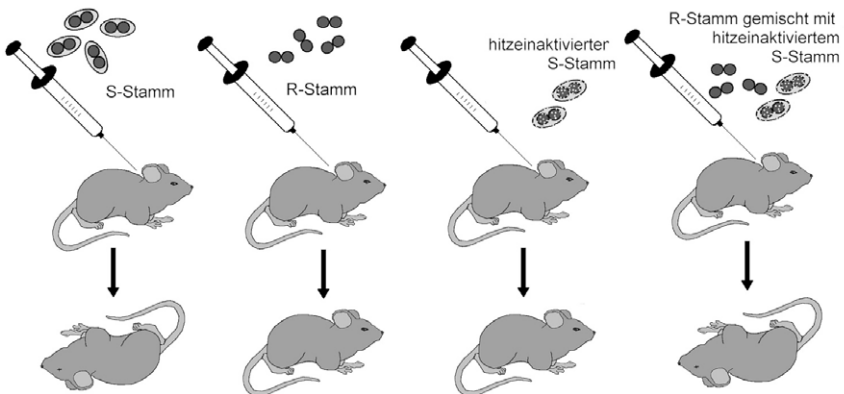
M1

Welches Molekül trägt die Erbinformation?

Bis Mitte des 20. Jahrhunderts vermutete man Proteine als Träger der Erbanlagen, denn ihre strukturelle Vielfalt schien annähernd mit der Merkmalvielfalt eines Organismus übereinzustimmen. Die Nukleinsäuren hingegen schienen nicht komplex genug gebaut zu sein.

Entgegen dieser Vermutung wurde anhand der Versuche von *Griffith* und *Avery* die DNA als Träger der Erbinformation identifiziert. *Griffith* arbeitete 1928 mit zwei Pneumokokkenstämmen: Bakterien des S-Stamms (engl. *smooth*, glatt) rufen bei Mäusen eine tödliche Lungenentzündung hervor. Diese S-Pneumokokken umgeben sich zum Schutz gegen die Immunabwehr der Mäuse mit einer Kapsel. Bakterien des R-Stamms (engl. *rough*, rau) haben die Fähigkeit zur Kapselbildung verloren und rufen daher bei Mäusen keine Infektion hervor. Tötete er die S-Pneumokokken vorher ab, starben die Mäuse nicht. Sie starben aber, wenn er ihnen ein Gemisch aus abgetöteten S-Pneumokokken und lebenden R-Pneumokokken verabreichte.

© RAABE 2022



© Grafik: Wolfgang Zettlmeier

Erst 1944 gelang *Avery* durch Verfeinerung der Experimente die Interpretation der Ergebnisse.

SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

Auszug aus:

Grundlagenwiederholung: Molekulargenetik

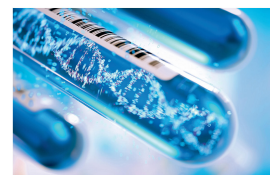
Das komplette Material finden Sie hier:

School-Scout.de



Grundlagenwiederholung: Molekulargenetik

Ein Beitrag nach einer Idee von Juliette Immer



© undpfeilstock/Getty Images Plus

Die Entdeckung der DNA als Träger der Erbinformation ist bis heute immer noch ein Meilenstein in der Forschung. Selber ist viel passiert und durch die Entwicklung neuer Techniken erfährt die Molekulargenetik immer mehr an Bedeutung für die Forschung und Entwicklung beispielsweise in Bereichen wie der Medizin, Pharmazie und Agrarwissenschaft. In diesem Beitrag finden Sie eine umfangreiche, modular einsetzbare Materialsammlung zu den Grundlagen dieses bedeutenden Themas. Starten Sie bei der Entdeckung des Trägers der Erbinformation, behandeln Sie den Bau der DNA, gehen Sie über zu der Proteinbiosynthese und schließen Sie das Thema mit einer Lernerfolgskontrolle ab. Diese Einheit eignet sich zum Einstieg und zur Wiederholung dieses Grundlagenthemas in Ihrer Klasse.

RAABE
LEARNING