

SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

Auszug aus:

mRNA in der Genregulation und Impftechnologie

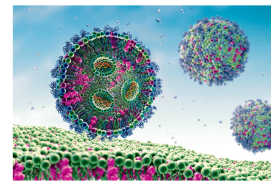
Das komplette Material finden Sie hier:

[School-Scout.de](https://www.school-scout.de)



mRNA in der Genregulation und Impftechnologie:
mündliche Abiturprüfung

© Dr. Monika Pöhlmann



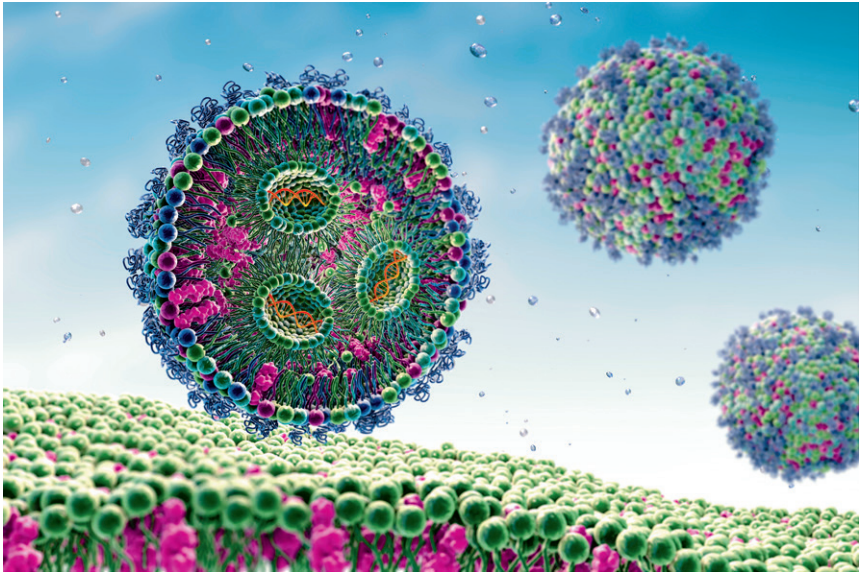
© Dr. Mosko/istock/Getty Images

Die Schülerinnen und Schüler bereiten mit dieser Aufgabe den mündlichen Vortrag im Abitur vor. Auf einer metakognitiven Ebene muss die Bedeutung für den Informationsaustausch zwischen zellulärem Nucleus und Cytoplasma durch die Abbildung der Repressormoleküle sowie die Rolle der Boten-RNA für den umgekehrten Informationsfluss reflektiert werden. Über die klassischen molekular-genetischen Inhalte hinaus erweitert die Aufgabe den Blick auf die neuen Optionen, die der technische Einsatz künstlicher mRNA in der Medizin bietet. Hierzu sind Grundlagen zum Immunsystem und zu den Impfstofftechnologien erforderlich, die durch gezielte Vergleiche, beispielsweise zwischen Transfektion und bakterieller Transformation, eine anspruchsvolle Rekonstruktion des Sachwissens verlangen.

RAABE

mRNA in der Genregulation und Impftechnologie: mündliche Abiturprüfung

Dr. Monika Pohlmann



© Dr_Microbe/iStock/Getty ImagesPlus

Die Schülerinnen und Schüler bereiten mit dieser Aufgabe den mündlichen Vortrag im Abitur vor. Auf einer metakognitiven Ebene muss die Bedeutung für den Informationsaustausch zwischen zytosolischem Milieu und Genom durch die Allosterie der Repressormoleküle sowie die Rolle der Boten-RNA für den umgekehrten Informationsfluss reflektiert werden. Über die klassischen molekulargenetischen Inhalte hinaus erweitert die Aufgabe den Blick auf die neuen Optionen, die der technische Einsatz künstlicher mRNA in der Medizin bietet. Hierzu sind Grundlagen zum Immunsystem und zu den Impftechnologien erforderlich, die durch geforderte Vergleiche, beispielsweise zwischen Transfektion und bakterieller Transformation, eine anspruchsvolle Rekonstruktion des Sachwissens verlangen.

mRNA in der Genregulation und Impftechnologie: mündliche Abiturprüfung

Niveau: grundlegend, vertiefend

Dr. Monika Pohlmann

Fachwissenschaftliche Hinweise	1
M1: mRNA – das fehlende Bindeglied in der Steuerung der Enzymsynthese	6
M2: Das Postbotenprinzip in der Impftechnologie	10
Lösung	14
Literatur	23

Kompetenzprofil:

Kompetenz	Anforderungsbereich	Basiskonzept	Material
Sachkompetenz, Erkenntnisgewinnungskompetenz, Kommunikationskompetenz	I–II–III	Struktur und Funktion, Information und Kommunikation	M1–M2

Überblick:

Legende der Abkürzungen:

LEK Lernerfolgskontrolle

Inhaltliche Stichpunkte	Material	Methode
Entdeckung der mRNA als Signalmolekül, mRNA als Mittler zwischen Genom und Zytoplasma, Auswertung experimenteller Daten zur Substratinduktion durch Glucose und Lactose, Steuerung der Genregulation durch Substratinduktion, Ökonomieprinzip der Zelle, Jacob-Monod-Modell, <i>lac</i> -Operon, zweifache „Nachrichtenübermittlung“ durch doppelte Spezifität von Repressoren, Allosterie, allosterischer Effekt.	M1	LEK
mRNA als Botenstoff der modernen Impftechnologie, Techniken der Nucleinsäuretransfektion, Lipofektion, Vergleich von DNA und RNA-Transfektion, Vergleich von Transfektion und bakterieller Transformation.	M2	LEK

mRNA in der Genregulation und Impftechnologie: mündliche Abiturprüfung

Fachwissenschaftliche Hinweise

Die Regulation von Genen und ihren Produkten

Durch Genregulation wird die Aktivität eines Gens gesteuert, d. h. ob und wie oft es exprimiert wird. Als Genexpression wird der gesamte Prozess der Realisierung der im Gen enthaltenen Information in das entsprechende Genprodukt bezeichnet. Dieser Prozess erfolgt in verschiedenen Schritten. An jedem dieser Schritte können regulatorische Faktoren einwirken und den Prozess steuern. In allen Zellen folgt die Genregulation grundlegend den gleichen Prinzipien. Allerdings lassen sich bei Prokaryoten und Eukaryoten Besonderheiten feststellen. In Bakterien sind die Gene häufig in Operons organisiert, die in Eukaryoten dagegen selten vorkommen. Bei Eukaryoten finden sich andere Regulationsmechanismen, die beispielsweise an der Prozessierung von Transkripten ansetzen. Unter historischer Perspektive entwickelten Francois Jacob und Jacques Monod, zwei französische Wissenschaftler, mit dem nach ihnen benannten Modell eine erste Erklärung für die Regulation der Genaktivität bei Prokaryoten. Die funktionelle Einheit eines Operons besteht demnach aus dem Promotor, dem Operator und den Strukturgenen. Diese Gene codieren für Proteine, die in ihrer Funktion demselben Ziel dienen. Die Genprodukte von Regulatorgenen können in Kombination mit Co-Faktoren die Genexpression eines Operons fördern oder stilllegen. Ein Operon kann damit sowohl negativ durch einen Repressor als auch positiv durch einen Aktivator reguliert werden. Bei Prokaryoten erlaubt die Genregulation eine Anpassung an wechselnde Milieus, beispielsweise bei einem reduzierten Sauerstoffangebot oder beim Wechsel des Nährstoffangebots.

© RAABE 2023

mRNA-Impfstoffe

Die neuen RNA-Impfstoffe enthalten den Bauplan für ein Antigen in Form von künstlicher Boten-RNA. Die Technologie beruht darauf, dass die durch Lipoplexe in wenige Körperzellen eingedrungene mRNA das Antigen, auf das das Immunsystem reagieren soll, von den Körperzellen des Geimpften erst produzieren lässt. Nach Translation der eingebrachten mRNA präsentieren die Zellen das Antigen den Immunzellen. Dies löst die gewünschte spezifische Immunantwort auf humoraler und zellulärer Ebene aus. Bei einem späteren Kontakt der geimpften Person mit dem Pathogen erkennt das Immunsystem das Antigen wieder und kann die Infektion gezielt bekämpfen. Vorteile der mRNA-Impfstoffe sind unter anderem die einfache Struktur der RNA, die flexible Anpassung an mutierte Erreger sowie die Möglichkeit, in wenigen Wochen viele Millionen Impfdosen herzustellen.

Fachsprachliche Hinweise

Fachbegriff/Fachkonzept	Erklärung
Adaption	Fähigkeit einer Zelle, eines Gewebes, eines Organs oder eines Lebewesens, sich an seine Umweltbedingungen anzupassen.
Allosterie	Eigenschaft vieler aus mehreren Untereinheiten zusammengesetzter Proteine, in mehr als einer stabilen Konformation der Gesamtstruktur vorzukommen. Proteine mit dieser Eigenschaft werden allosterische Proteine genannt.
Allosterischer Effekt	Umwandlung eines allosterischen Proteins von einer in die andere Konformation. Allosterische Effektoren (niedermolekulare Stoffe) binden an anderen Stellen der Enzymstruktur als die Substratmoleküle, also nicht im aktiven Zentrum. Obwohl die Bindung eines Effektors nicht im aktiven Zentrum erfolgt, kann die damit einhergehende Konformationsänderungen eine Aktivierung oder eine Inaktivierung des aktiven Zentrums und damit eine Aktivierung oder Hemmung der betreffenden Enzyme, Transportproteine, Regulatorproteine bewirken.
Apo-Repressor	Der in einem reprimierbaren Enzymsystem von einem Regulatorgen codierte inaktive Repressor. Er wird durch einen Co-Repressor aktiviert und kann danach die Transkription blockieren.
Co-Repressor	Niedermolekulare chemische Verbindung, die sich in genregulatorischen Prozessen mit einem Repressor verbindet, und dadurch dessen allosterische Umwandlung bewirkt. Diese hat die Bindefähigkeit des Co-Repressor-Repressor-Komplexes an den zugehörigen Operator zur Folge, wodurch die Transkription der entsprechenden Gene und damit deren Genexpression verhindert wird.
Elektroporation	Methode, Zellmembranen für das Einschleusen von Makromolekülen wie DNA oder Proteine in Zellen oder Gewebe vorübergehend permeabel zu machen.

Holo-Repressor	Das Regulatorgen codiert für einen inaktiven Apo-Repressor. Bindet sich ein Co-Repressor an den Apo-Repressor, entsteht ein aktiver Holo-Repressor, der den Operator verschließt. Die Ablesung der Strukturgene S1, S2, ... wird dadurch verhindert. Ein Holo-Repressor bindet am Operon und unterdrückt die Genexpression.
Konstitutiv	Fortlaufende Produktion oder Sekretion eines Moleküls, z. B. konstitutive Enzyme.
<i>lac</i> -Operon	Operon, welches in Bakterien für Import und Abbau von Lactose bedeutend ist. Das <i>lac</i> -Operon des Darmbakteriums <i>Escherichia coli</i> ist eines der klassischen Modellsysteme der Genregulation.
Lipofektion	Nucleinsäure, DNA oder RNA, wird von synthetischen kationischen Lipiden umhüllt. Dieser Lipoplex wird von eukaryotischen Zellen aktiv mittels Endozytose aufgenommen. Dabei fusioniert der Lipoplex mit der Zellmembran und gelangt über Endosomen in das Zytoplasma der Zelle, wobei die Nucleinsäure in das Zellinnere freigegeben wird.
Lipoplex	Von synthetischen kationischen Lipiden umhüllte Nucleinsäure (DNA oder RNA)
Liposom	Kleine Vesikel, deren Hülle aus einer Lipiddoppelschicht besteht, ähnlich einer Zellmembran, typisch ist der amphiphile Charakter der Membranmoleküle aus einem hydrophilen „Kopf“ und einem hydrophoben „Schwanz“. Liposomen werden in der Medizin und Pharmazie zum Transport von beispielsweise Arzneistoffen eingesetzt.
Mizelle	Struktur, die entsteht, wenn beispielsweise ein Tensid auf Wasser trifft; grenzflächenaktive Aggregate aus amphiphilen Molekülen, die sich spontan zusammenlagern.
Microinjektion	Methode, um mithilfe einer speziell geformten Glaskanüle unter dem Mikroskop eine Substanz in die Zelle einzuführen.

Operon	Funktionseinheit der DNA von Prokaryoten und manchen Eukaryoten sowie der von Bakterien abgeleiteten Organellen wie den Plastiden; Repressoren regulieren die Funktion.
Repressor	Protein, das an DNA oder RNA bindet, und von einem Repressorgen codiert wird, unterdrückt die Expression von Genen. Repressoren binden an Silencer-Regionen der DNA und blockieren die Anlagerung der RNA-Polymerase an Promoter-Regionen der DNA. Sie verhindern dadurch die Transkription von Genen in mRNA.
Strukturgen	Gen, dessen Genprodukt, Proteine oder RNA, nicht an der Regulation der Genexpression beteiligt ist. Strukturgene codieren Strukturproteine und Enzyme.
Substratinduktion	Genregulation, die durch das Substrat aktiviert wird, welches wiederum von den exprimierten Enzymen umgesetzt wird. Das Substrat wirkt als Induktor des Stoffwechselweges.
Transformation	Vorgang, bei dem eine Zelle durch Aufnahme oder Einschleusen von Erbsubstanz genetisch verändert wird; Nicht-virale Übertragung von freier DNA in Bakterienzellen sowie in Pilze, Algen, Hefen und Pflanzen.
Transfektion	Ursprünglich wird so der Gentransfer durch Viren bezeichnet, die ihre Proteine auf diesem Weg synthetisieren lassen. Heute allgemeiner: Einbringen von fremder DNA oder RNA in eine Zelle. Die Transfektion führt zur Stimulation des Proteinsyntheseapparates der Wirtszelle unter Bildung des Genprodukts. Man unterscheidet die transiente Transfektion (vorübergehendes Einbringen einer Nukleinsäure) und die stabile Transfektion (dauerhafter Einbau der Nukleinsäure in das Genom der Wirtszelle).
Virale Transfektion	Gentechnisch veränderte, nicht mehr pathogene Viren werden zur Transfektion verwendet, die das einzubringende Gen in sich tragen.

Vorausgesetztes Fachwissen

Die Schülerinnen und Schüler sollten die üblichen soliden Kompetenzen zur Proteinbiosynthese besitzen und selbstständig mit den fachlichen Inhalten operieren können. Außerdem kennen Sie bereits das Operon-Modell von Jacob und Monod und dessen Bedeutung für die ersten wesentlichen Erkenntnisse zu den Mechanismen der Gen- und Enzymregulation. In dieser Aufgabe werden die Vermittlermoleküle zwischen Genom und Zytosol in den Mittelpunkt gerückt. Auf einer metakognitiven Ebene muss daher die Bedeutung für den Informationsaustausch zwischen zytosolischem Milieu und Genom durch die Allosterie der Repressor-Moleküle sowie die Rolle der Boten-RNA für den umgekehrten Informationsfluss reflektiert werden. Über die klassischen molekulargenetischen Inhalte hinaus erweitert die Aufgabe den Blick auf die neuen Optionen, die der technische Einsatz künstlicher mRNA in der Medizin bietet. Hierzu sind Grundlagen zum Immunsystem und zu den Impftechnologien erforderlich, die durch geforderte Vergleiche, beispielsweise zwischen Transfektion und bakterieller Transformation, eine anspruchsvolle Rekonstruktion des Sachwissens verlangen.

Hinweis: Für Ihren individuellen Einsatz finden Sie eine Auswahl an Grafiken dieses Beitrags als Zusatzmaterial zum Download.



© RAABE 2023

Verteilung der Punkte und Anforderungsbereiche

	Aufgaben M1		Aufgaben M2		
	1	2	3	1	2
Punkte	2–9–4-2	12–3	6	9-5-8	6
AFB	III–II–II–III	I–I	II	II-I-III	II

SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

Auszug aus:

mRNA in der Genregulation und Impftechnologie

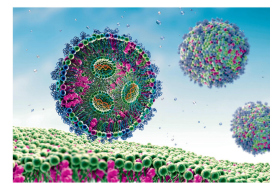
Das komplette Material finden Sie hier:

[School-Scout.de](https://www.school-scout.de)



mRNA in der Genregulation und Impftechnologie:
mündliche Abiturprüfung

© Dr. Monika Pöhlmann



© Dr. Mosko/istock/Getty Images

Die Schülerinnen und Schüler bereiten mit dieser Aufgabe den mündlichen Vortrag im Abitur vor. Auf einer metakognitiven Ebene muss die Bedeutung für den Informationsaustausch zwischen zellulärem Nucleus und Cytoplasma durch die Abbildung der Repressormoleküle sowie die Rolle der Boten-RNA für den umgekehrten Informationsfluss reflektiert werden. Über die klassischen molekular-genetischen Inhalte hinaus erweitert die Aufgabe den Blick auf die neuen Optionen, die der technische Einsatz künstlicher mRNA in der Medizin bietet. Hierzu sind Grundlagen zum Immunsystem und zu den Impftechnologien erforderlich, die durch gezielte Vergleiche, beispielsweise zwischen Transfektion und bakterieller Transformation, eine anspruchsvolle Rekonstruktion des Sachwissens verlangen.

RAABE