



Beim vorliegenden Test handelt es sich um die zweite Runde der **Schweizer Biologie-Olympiade SBO 2019**. Diese dient als Qualifikation zur SBO-Woche, der letzten Runde der SBO und ist somit ein weiterer Schritt zur Teilnahme an der Internationalen Biologie-Olympiade IBO 2019 in **Szeged, Ungarn**. Teilnahmeberechtigt sind alle Schülerinnen und Schüler einer Schweizer Mittelschule, welche **nach dem 1. Juli 1999 geboren sind** und die erste Runde erfolgreich gemeistert haben. Die ca. 20 besten Kandidaten werden wir bis Mitte März persönlich kontaktieren, um sie zur SBO-Woche einzuladen. Diese findet vom 23. bis 28. April 2019 an der Universität Bern statt.

Der Test dauert **3 Stunden ohne Pause**. Es sind **keine Hilfsmittel** gestattet. Der Test ist in jedem Fall zwingend abzugeben.

Jede Frage gibt einen Punkt. Es gibt keine Abzüge für falsche Antworten.

Gib die Antwort durch **Ausmalen der entsprechenden Kreise auf dem Antwortblatt** an. Wir korrigieren maschinell, beachte daher die untenstehenden Beispiele genau. Es gibt Fragen, bei denen nur eine Antwort richtig ist, und Fragen, bei denen für jede Aussage angegeben muss, ob sie richtig oder falsch ist. Eventuelle Korrekturen müssen eindeutig sein, Auswahlendungen werden grundsätzlich als falsch gewertet. Erklärungen bringen nichts; benutze ausschliesslich die vorgegebenen Codes. Bitte markiere deine Antworten deutlich und eindeutig, benutze keine Leuchtstifte!

Viel Glück!

1 richtige Antwort:

- (A) ☒ (C) (D) ✓ richtig
☒ (B) (C) ☒ ✗ nur eine Lösung möglich
(A) (B) ☒ (D) ✗ nicht ankreuzen
(A) ☒ (C) (D) ✗ zu ungenau

Beliebige Anzahl richtiger Antworten:

- A B C D
(R) ☒ ☒ (R) ✓ richtig
☒ (F) (F) ☒

Zellbiologie und Biochemie

1. Bei Proteinen spricht man von der Primär-, Sekundär-, Tertiär und Quaternärstruktur, je nach dem, welche Ebenen von Interaktionen man betrachtet. Gib für jede der folgenden Aussagen an, ob sie richtig oder falsch ist.

- A. Die Primärstruktur wird durch kovalente Bindungen zwischen den Aminosäuren bestimmt.
- B. Die Sekundärstruktur entsteht durch ionische Bindungen zwischen dem Proteinerückgrat.
- C. Die Tertiärstruktur wird unter anderem durch Disulfidbrücken zwischen zwei Cysteinen der selben Polypeptidkette bestimmt.
- D. Die Quartärstruktur wird durch die Zusammenlagerung verschiedener Polypeptidketten bestimmt.

2. Bei der Substratkettenphosphorylierung wird ein Phosphorylrest eines phosphorylierten Substratmoleküls auf ADP übertragen, so dass ATP entsteht. Gib für jede der folgenden Aussagen an, ob sie richtig oder falsch ist.

- A. Während der Laktatgärung wird das gebildete ATP wieder regeneriert.
- B. Im Zitratzyklus wird pro Glukosemolekül genau ein ATP durch Substratkettenphosphorylierung gebildet.
- C. Bei der aeroben Zellatmung entsteht das meiste ATP durch Substratkettenphosphorylierung.
- D. Während der Glykolyse wird zuerst ATP verbraucht.

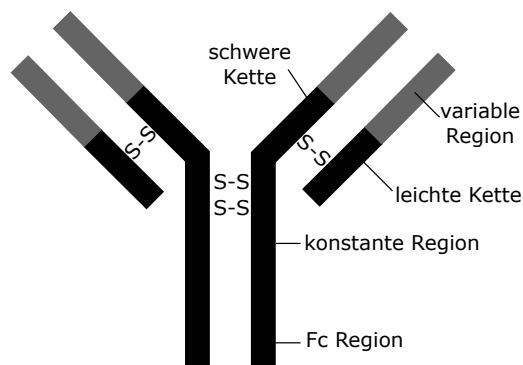
3. Der Transport von Vesikeln in der Zelle erfolgt über das Zytoskelett mithilfe von Motorproteinen. Eine Zelle wird betrachtet, bei der dieser Vesikeltransport nicht funktioniert. Es wird festgestellt, dass eine Loss-of-Function-Mutation in einem Gen zu diesem Phänomen führt. Für welche der folgenden Eigenschaften könnte das mutierte Gen verantwortlich sein? Gib für jede der folgenden Antworten an, ob sie richtig oder falsch ist.

- A. Die Bildung von Dynein
- B. Die Bildung von Keratin
- C. Die Polarität des Zytoskeletts
- D. Die Faltung eines Motorproteins

4. Bei einem Experiment wird ein lösliches Protein mit einem Farbstoff gemischt, der nur dann fluoresziert, wenn er an hydrophobe Bereiche anlagert. Dieses Gemisch wird langsam erhitzt und dabei wird die Fluoreszenzintensität gemessen. Gib für jede der folgenden Aussagen an, ob sie richtig oder falsch ist.

- A. Das Ergebnis dieses Experiments hängt vom pH des Puffers ab.
- B. Die Fluoreszenzintensität sinkt mit zunehmender Temperatur.
- C. Mit diesem Experiment kann die Länge des Proteins ermittelt werden.
- D. Der Farbstoff interagiert vor allem mit polaren Aminosäuren.

5. In der Abbildung ist schematisch ein Antikörper dargestellt. Du machst mit diesem Antikörper nun unter verschiedenen Bedingungen SDS-PAGE. Gib für jede der folgenden Aussagen an, ob sie richtig oder falsch ist.



- A. Unter reduzierenden Bedingungen erhältst du vier Banden.
- B. Unter nicht-reduzierenden Bedingungen erhältst du eine einzige Bande.
- C. Die Fragmente, die unter reduzierenden Bedingungen erhalten werden, sind doppelt so lang wie unter nicht-reduzierenden Bedingungen.
- D. Die Migrationsgeschwindigkeit hängt vor allem vom Verhältnis von sauren zu basischen Aminosäuren ab.

6. Um bei einer Infektion ins entzündete Gewebe zu gelangen, müssen Immunzellen eine sogenannte Extravasation machen. Das beschreibt den Austritt aus der Blutbahn oder der Lymphe und die darauffolgende Verteilung im Gewebe. Welche der folgenden Schritte sind nötig für die Extravasation (richtig) und welche nicht (falsch)?

- A. Die Immunzellen phagozytieren die Endothelzellen.
- B. Die Immunzellen binden an Rezeptoren der Gefäßwände.
- C. Die Immunzellen erhalten ein Signal, dass sie eine Extravasation machen sollen.
- D. Die Immunzellen migrieren zwischen den Endothelzellen hindurch.

7. Enzyme sind Proteine, die chemische Reaktionen beschleunigen können. Gib für jede der folgenden Aussagen an, ob sie richtig oder falsch ist.

- A. Enzyme werden bei den chemischen Reaktionen verbraucht.
- B. Enzyme verändern das chemische Gleichgewicht.
- C. Enzyme senken die Aktivierungsenergie.
- D. Enzyme sind spezifisch für ihre Substrate.

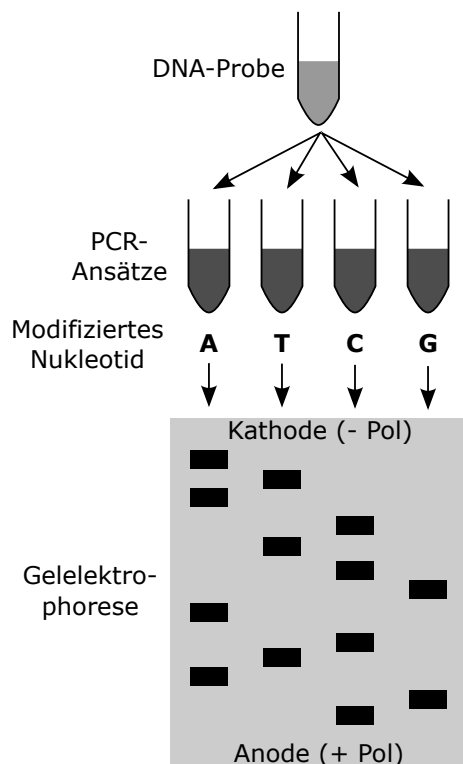
8. Viele Enzyme werden dann aktiv, wenn sie mit ihrem Substrat in Kontakt kommen. Es existieren viele verschiedene Mechanismen, um die Aktivierung von Enzymen zu verhindern. Gib für jede der folgenden Aussagen an, ob so die Aktivierung verhindert werden kann (richtig) oder nicht (falsch).

- A. Das Enzym abbauen.
- B. Ein inhibitorisches Protein an die aktive Tasche des Enzyms binden.
- C. Das Enzym im Zytosol aufbewahren, wenn das Substrat im Zellkern ist.
- D. Das Enzym überexprimieren.

9. Was passiert, wenn du bei einer Gelelektrophorese den Strom verkehrt herum anschliesst?

- A. Alle DNA-Fragmente wandern gleich schnell durch das Gel.
- B. Die grossen DNA-Fragmente wandern schneller im Gel als die kleinen.
- C. Die DNA-Fragmente bleiben stecken.
- D. Die DNA-Fragmente wandern in die falsche Richtung.

10. Bei der DNA-Sequenziermethode nach Sanger wird das entsprechende DNA-Fragment mit einer Polymerase Kettenreaktion (PCR) vervielfältigt. Die Reaktion wird parallel viermal durchgeführt, wobei in jeder Reaktion ein modifiziertes Nukleotid analog hinzugefügt wird, welches dazu führt, dass die DNA-Replikation abgebrochen wird. Anschliessend werden die DNA-Stränge in einem Gel der Grösse nach aufgetrennt. Kleinere DNA-Fragmente wandern schneller als grosse. Anhand des Bandenmusters kann die Sequenz ermittelt werden. Betrachte die Abbildung und gib für jede der folgenden Aussagen an, ob sie richtig oder falsch ist.

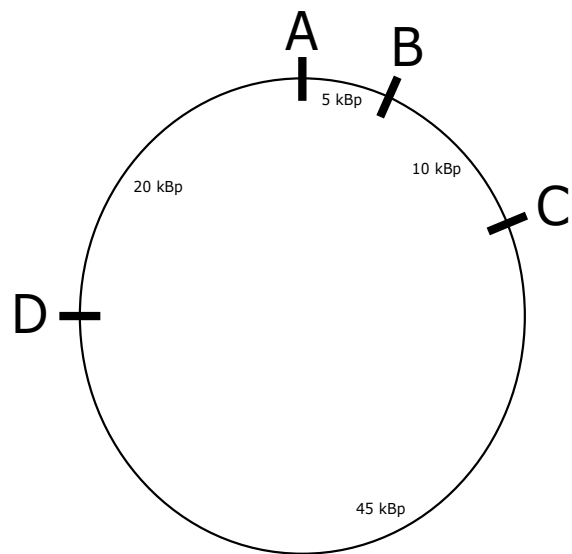


- A. Die Sequenz lautet 3'-ATACTCGACTAGC-5'.
- B. Die doppelsträngige DNA-Sequenz besteht zu 50% aus Purinen.
- C. Die Sequenz besteht zu 10% aus Guanin und Cytosin.
- D. Das kürzeste Fragment endet mit einem Cytosin-Analog.

11. Du machst ein Experiment, bei dem du ein UCP (uncoupling protein) in einer Zellkultur überexprimierst. UCP's können Protonen durch die innere Mitochondrienmembran lassen und somit den Protonengradienten stören. Welche der folgenden Effekte erwartest du (richtig), welche nicht (falsch)?

- A. Die Zellen sind energieeffizienter.
- B. Die Zellen produzieren mehr Wärme.
- C. Die Menge an ATP und ADP in der Zelle sinkt.
- D. Das ATP zu ADP Verhältnis in den Zellen sinkt.

12. Das in der Abbildung gezeigte Plasmid hat mehrere Restriktionsenzymschnittstellen (mit A, B, C und D gekennzeichnet). Ein Verdau mit dem Enzym EcoRI liefert zwei Fragmente, von denen eines die Länge 15 kBp hat. Welche der Schnittstellen werden von EcoRI geschnitten? Gib für jede der folgende Antwortmöglichkeiten an, ob sie richtig oder falsch ist.



13. CTLA-4 ist ein inhibitorischer Rezeptor, der auf T Zellen exprimiert wird. Wenn CTLA-4 aktiviert wird, wird die Aktivität der T Zelle verringert. Gib für jede der folgenden Aussagen an, ob sie richtig oder falsch ist.

- A. Personen ohne CTLA-4 sind weniger anfällig für bakterielle Infektionen.
- B. Die Expression von CTLA-4 wird gegen Ende einer Immunreaktion hochreguliert.
- C. CTLA-4 schützt vor Virusinfektionen.
- D. Wenn zu wenig CTLA-4 exprimiert wird, sind die T Zellen hyperaktiv.

14. Die Menge an Protein, die in einer Zelle vorhanden ist, kann durch mehrere Mechanismen kontrolliert werden. Gib für jede der folgenden Veränderungen an, ob sie einen Einfluss auf die Proteinmenge des Proteins X in der Zelle hat (richtig) oder nicht (falsch), wenn alles andere gleich bleibt.

- A. Dichtere Packung des Chromatins beim Gen, das für Protein X kodiert
- B. Erhöhung der Transkriptionsrate
- C. Schneller Abbau des Poly-A Schwanzes der mRNA
- D. Verminderung der Stabilität vom Protein X

15. Die Aktivität von Proteinen kann durch Phosphorylierungen beeinflusst werden. Gib für jede der folgenden Aussagen zur Phosphorylierung an, ob sie richtig oder falsch ist.

- A. Proteine können an jeder Aminosäure phosphoryliert werden.
- B. Phosphorylierung ist umkehrbar.
- C. Phosphorylierung führt häufig zu einer Konformationsänderung des Zielproteins.
- D. Phosphorylierung findet spontan zwischen Proteinen und freien Phosphat-Ionen statt.

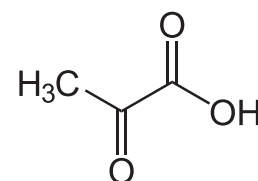
16. Promotoren sind ein wichtiger Bestandteil von (bakteriellen) Plasmiden und ein wichtiges Werkzeug in der Gentechnik. Gib für jede der folgenden Aussagen an, ob sie richtig oder falsch ist.

- A. Der Promotor wird zusammen mit dem Strukturgen transkribiert.
- B. Die RNA-Polymerase bindet an die Promotor-Region.
- C. Gewisse Promotoren werden negativ reguliert.
- D. Regulator-Proteine werden vom Promotor kodiert.

17. Zur Beschreibung der Enzymkinetik wird oftmals die Michaelis-Menten-Gleichung herangezogen. Hierbei sind v_{max} die maximale Reaktionsgeschwindigkeit und in diesem Fall K_m die Michaelis-Menten Konstante. Nun wird ein Inhibitor zum Reaktionsgemisch aus Enzym und Substrat gegeben. Gib für jede der folgenden Aussagen an, ob sie richtig oder falsch ist.

- A. Ein irreversibler Inhibitor verringert v_{max} .
- B. Ein unkompetitiver Inhibitor erhöht v_{max} .
- C. Ein kompetitiver Inhibitor erhöht K_m .
- D. Ein nicht-kompetitiver Inhibitor verringert K_m .

18. In der Abbildung ist Pyruvat dargestellt. Der pK_a von Pyruvat beträgt 2.49. Gib für jede der folgenden Aussagen an, ob sie richtig oder falsch ist.



- A. Bei physiologischem pH liegt Pyruvat zu 50% in protonierter Form vor.
- B. Pyruvat ist das Endprodukt der Glykolyse.
- C. Die Oxidationszahl mittleren Kohlenstoffs beträgt +1.
- D. Pyruvat ist eine Aminosäure.

19. Nocodazol ist ein cytotoxisches Molekül, das auch verwendet wird, um Zellen im Zell-Zyklus zu synchronisieren, da es die Polymerisation der Mikrotubuli verhindert. In welchem Stadium der Mitose werden die Zellen stehen bleiben?

- A. Prometaphase
- B. Anaphase
- C. Prophase
- D. Telophase

20. Welche Bindungsarten sind an der Interaktion zwischen einem Antikörper und einem Antigen beteiligt? Gib für jede der folgenden Aussagen an, ob sie richtig oder falsch ist.

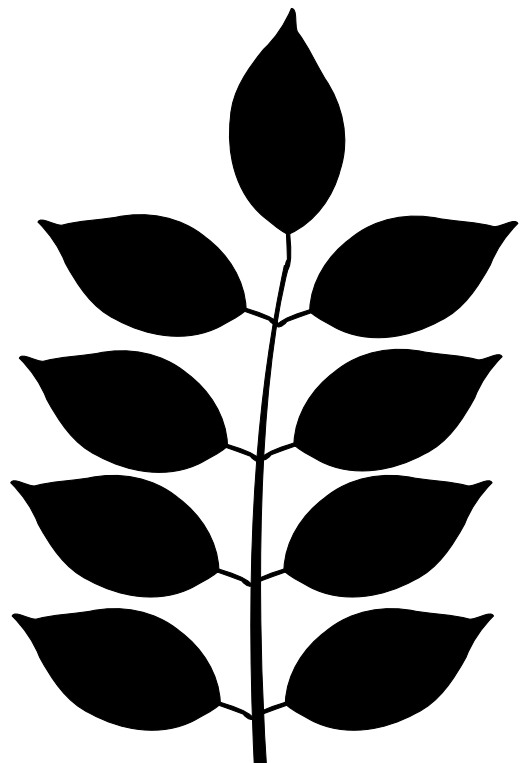
- A. kovalente Bindung
- B. Disulfidbrücke
- C. Wasserstoffbrücke
- D. ionische Wechselwirkung

Pflanzenphysiologie und -anatomie

21. Gib für jede der folgenden Aussagen an, ob sie richtig oder falsch ist.

- A. Die Bryophyten gehören zu den Tracheophyten (Gefäßpflanzen).
- B. Die Gymnospermen (Nacktsamer) bilden Früchte aus.
- C. Alle Landpflanzen haben Wurzeln.
- D. Die Lebenszyklen (Wechsel zwischen haploid und diploid) unterscheiden sich zwischen Pflanzengruppen.

22. Auf dem Bild siehst du eine Blatt-Form. Um Welche handelt es sich?



- A. Zusammengesetztes Blatt.
- B. Handförmiges Blatt.
- C. Nierenförmiges Blatt.
- D. Nadelförmiges Blatt.

23. Im botanischen Sinne handelt es sich bei der Tomate nicht um ein Gemüse, sondern um eine Frucht. Welches ist der Grund dafür?

- A. Die Tomate entstammt einer Blüte.
- B. Die Tomate ist rot.
- C. Die Tomate kann ungekocht gegessen werden.
- D. Die Tomate wächst an den Wurzeln der Pflanze.

24. Welche der folgenden Pflanzen benutzen andere Pflanzen als Stütze? Gib für jede der folgenden Aussagen an, ob sie richtig oder falsch ist.

- A. Die Kastanie.
- B. Das Gras.
- C. Die Mistel.
- D. Der Efeu.

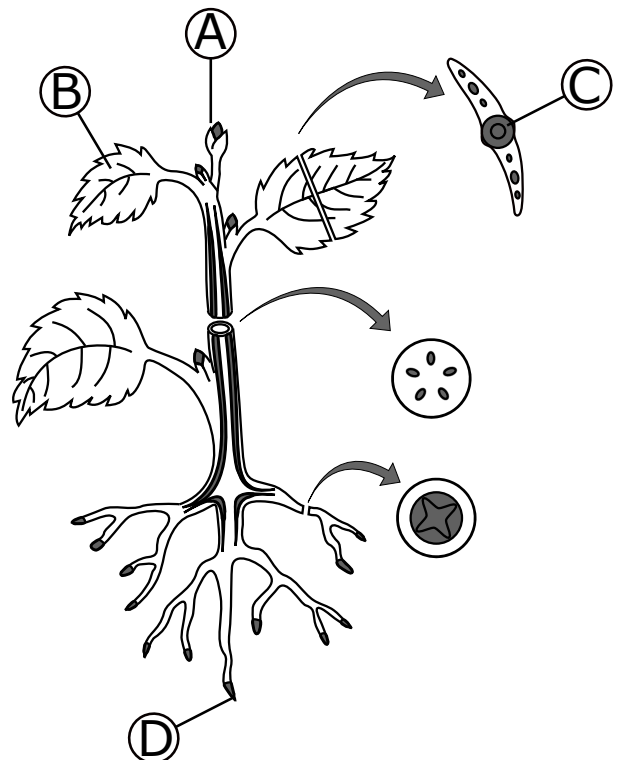
25. Die Vakuole ist eines der wesentlichen Elemente einer Pflanzenzelle. Gib für jede der folgenden Aussagen an, ob sie richtig oder falsch ist.

- A. Die Vakuole ist ein Organell, das Ionen speichern kann.
- B. Die Vakuole beeinflusst die Form der Pflanzenzelle.
- C. Plasmolyse geschieht, wenn die Vakuole zu stark mit Wasser gefüllt ist.
- D. Die Grösse der Vakuole in einer Zelle variiert.

26. Gib für jede der folgenden Aussagen zum Mechanismus der Trennung von Tochterzellen während der Mitose an, ob sie richtig oder falsch ist.

- A. Pflanzenzellen machen Cytokinese.
- B. Die Zellteilung bei Pflanzen funktioniert durch Einschnüren mit einem Ring aus Aktin und Myosin.
- C. Während der Zellteilung bei Pflanzen wird die Zellwand vollständig abgebaut.
- D. Bei Pflanzen teilt sich der Kern während der S-Phase.

27. Gib an, welche Buchstaben auf dem Bild meristematisches Gewebe bezeichnen.



28. Pflanzenwurzeln haben viele verschiedene Aufgaben. Gib für jede der folgenden Aussagen an, ob sie richtig oder falsch ist.

- A. Die Wurzeln versorgen den Rest der Pflanze mit Phloemsaft mit Nährstoffen, die sie aus dem Boden aufgenommen haben.
- B. Die Wurzeln interagieren mit den Pilzen im Boden.
- C. Die Wurzeln verankern die Pflanze im Boden.
- D. Pneumatophoren sind modifizierte Wurzeln, die atmen können.

29. Die Blütenpflanzen werden in zwei grosse Hauptgruppen eingeteilt: Die Monokotyledonen und die Dikotyledonen. Gib für jedes der folgenden Kriterien an, ob es dazu geeignet ist, Monokotyledonen von Dikotyledonen zu unterscheiden, oder nicht.

- A. Die Anzahl Keimblätter (Kotyledonen) in einem Samen.
- B. Die Wurzeln.
- C. Die Anordnung der Gewebe in einem Stengelquerschnitt.
- D. Die Nervatur der Blätter.

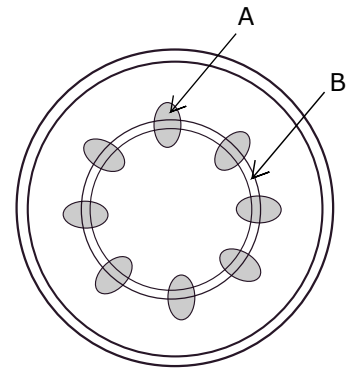
30. Welches sind mögliche Reaktionen in C3-Pflanzen bei Trockenstress? Gib für jede der folgenden Aussagen an, ob sie richtig oder falsch ist.

- A. die Stomata (Spaltöffnungen) werden geschlossen
- B. die Abscisinsäure-Konzentration (ABA) nimmt ab
- C. CO_2 wird durch die PEP-Carboxylase vorfixiert
- D. die Photosyntheserate steigt an

31. Wo findet man in einer Pflanzenzelle ATP-Synthase-Komplexe? Gib für jede der folgenden Antwortmöglichkeiten an, ob sie richtig oder falsch ist.

- A. in der inneren Mitochondrienmembran
- B. in der inneren Chloroplastenmembran
- C. in der Plasmamembran
- D. in der Thylakoidmembran

32. Die Abbildung zeigt einen Querschnitt eines Sprosses. Gib für jede der folgenden Aussagen an, ob sie richtig oder falsch ist.



- A. Bei der mit A bezeichneten Struktur handelt es sich um das Xylem.
- B. Bei der Abbildung handelt es sich um den Spross einer zweikeimblättrigen Pflanze.
- C. Bei der mit B bezeichneten Struktur handelt es sich totes Gewebe.
- D. Die Pflanze in der Abbildung kann sekundäres Dickenwachstum machen.

33. Bei der sexuellen Fortpflanzung der Angiospermen (Bedecktsamer) findet eine doppelte Befruchtung statt. Welche Aussage beschreibt den Prozess der doppelten Befruchtung?

- A. Durch jede Befruchtung entstehen zwei Samen.
- B. Für jede Befruchtung werden zwei Pollenkörner gebraucht.
- C. Zwei Spermazellen verschmelzen mit zwei Zellen im Embryosack.
- D. Jedes Pollenkorn befruchtet zwei Samenanlagen.

34. Die ungeschlechtliche Vermehrung spielt bei Pflanzen eine bedeutende Rolle. Die vegetative Vermehrung erfolgt ausschliesslich über mitotische Zellteilungen. Was können Vorteile der vegetativen Vermehrung im Vergleich mit der geschlechtlichen Vermehrung sein? Gib für jede der folgenden Aussagen an, ob sie richtig oder falsch ist.

- A. Vegetative Vermehrung erlaubt eine schnellere Vermehrung und Ausbreitung der Pflanze im Lebensraum.
- B. Vegetative Vermehrung erlaubt es der Pflanze sich über weite Flächen auszubreiten.
- C. Vegetative Vermehrung ist meist weniger energieraubend als geschlechtliche Vermehrung.
- D. Vegetative Vermehrung erlaubt eine schnellere Anpassung an sich verändernde Umweltverhältnisse.

35. Um herauszufinden, was während der Photosynthese mit dem Sauerstoff aus dem Wasser geschieht, gibst du deiner Ackerschmalwand (*Arabidopsis thaliana*) Wasser, welches mit ^{18}O markiert ist und stellst sie bei Raumtemperatur an ein sonniges Plätzchen. Wo findest du ^{18}O nach einigen Photosynthesezyklen wieder?

- A. O_2
- B. Glukose
- C. CO_2
- D. Rubisco

36. Eine Möglichkeit, geerntete Äpfel länger haltbar zu machen, besteht darin, einen bestimmten Hormonrezeptor mit 1-Methylcyclopropen zu hemmen. Dadurch reifen und altern die Äpfel weniger schnell. Welcher Rezeptor wird durch 1-Methylcyclopropen gehemmt?

- A. Ethylen-Rezeptor
- B. Cytokinin-Rezeptor
- C. Abszisininsäure-Rezeptor
- D. Gibberellinsäure-Rezeptor

Tierphysiologie und -anatomie

37. Gib für jede der folgenden Aussagen an, ob sie richtig oder falsch ist.

- A. Das Hämoglobin des menschlichen Embryos besitzt eine erhöhte Sauerstoffaffinität.
- B. Bei den meisten Arthropoden wird der Sauerstoff mit Hilfe des Proteins Hämerythrin im Körper verteilt.
- C. Nach grösseren Mengen von Myoglobin suche ich am besten im Muskelgewebe von tauchenden Säugetieren.
- D. Im Gewebe kann der Sauerstoff wegen dem Bernoulli-Effekt abgegeben werden.

38. Wie lassen sich Steroidhormone chemisch klassifizieren?

- A. Aminosäurederrivate
- B. Proteohormone
- C. Lipidderivate
- D. Peptidhormone

39. Gib für jede der folgenden Aussagen an, ob sie richtig oder falsch ist.

- A. Am Vorderende des Spermiums befindet sich ein modifiziertes Lysosom (Akrosom).
- B. Bei der Spermatogenese werden aus diploiden Stammzellen haploide Spermien gebildet.
- C. Die Vermehrungsphase der Oozyten einer Frau beginnt erst während des ersten Hormonzyklus der pubertären Entwicklung.
- D. Bei der Entwicklung eines Säugetierembryos ist die Differenzierung des Trophoblasten in die drei Keimblätter fundamental.

40. Welches der folgenden Hormone ist für den Eisprung zuständig?

- A. GnRH
- B. FSH
- C. LH
- D. ACTH

41. Welche Folgen treten ein, wenn Muskelzellen auf Grund körperlicher Anstrengung mehr Sauerstoff verbrauchen, als nachgeliefert werden kann? Gib für jede der folgenden Aussagen an, ob sie richtig oder falsch ist.

- A. Die Glukoseverbrauchsrate der Muskelzellen steigt.
- B. Pyruvat wird zu Laktat oxidiert.
- C. Fettmoleküle dienen als Hauptenergiequelle.
- D. Es findet weniger oxidative Phosphorylierung statt.

42. Damit Tumore weiter wachsen können, brauchen sie einen konstanten Nachschub an Sauerstoff und Nährstoffen. Tumorzellen haben daher eine erhöhte Expression von VEGF, einem Wachstumsfaktor, der die Angiogenese (Gefässneubildung) umliegender Blutgefässe zum Tumor hin fördert. Avastin ist ein monoklonaler Antikörper, der die Angiogenese hemmt. Gib für jede der folgenden Aussagen an, ob sie richtig oder falsch ist.

- A. Avastin aktiviert die VEGF-Rezeptoren.
- B. Schwangere Frauen sollten auf Avastin verzichten.
- C. Während einer Therapie mit Avastin kann es zu Störungen beim Aufbau der Gebärmutter-scheimhaut kommen.
- D. Avastin wirkt besser bei kleinen Tumoren (Durchmesser < 1 cm).

43. Der Partialdruck eines Gases ist der Anteil eines bestimmten Gases in einem Gasgemisch. Die Diffusion gleicht Partialdruckunterschiede eines Gases aus. Gib für jede der folgenden Aussagen an, ob sie richtig oder falsch ist.

- A. Ein zu hoher Sauerstoffpartialdruck könnte zu einer Übersäuerung des Blutes (Azidose) führen.
- B. Der Sauerstoffpartialdruck in den Alveolen (Lungenbläschen) ist tiefer als der Partialdruck in den Blutkapillaren.
- C. Metabolisch aktive Zellen haben einen tieferen Sauerstoffpartialdruck als ruhende Zellen.
- D. Wenn man den Atem anhält, sinkt der Sauerstoffpartialdruck im Blut.

44. Gib für jeden der folgenden Prozesse an, ob er an der Auslösung eines Aktionspotentials beteiligt ist (richtig) oder nicht (falsch).

- A. Einstrom von Neurotransmittern in die Nervenzelle
- B. Einstrom von K^+ Ionen in die Nervenzelle
- C. Einstrom von Na^+ Ionen in die Nervenzelle
- D. Einstrom von Cl^- Ionen in die Nervenzelle

45. Was geschieht, wenn bei einem Nierenschaden im distalen Tubulus die Reaktion auf Adiuretin (Antidiuretisches Hormon, ADH, Vasopressin) vermindert ist? Gib für jede der folgenden Aussagen an, ob sie richtig oder falsch ist.

- A. Der Blutdruck steigt.
- B. Die Menge an auszuscheidendem Urin steigt an.
- C. Die Menge an Primärharn steigt an.
- D. Die Menge an Adiuretin im Blut sinkt.

46. Ein Hirntumor drückt links hinter dem Chiasma opticum auf den Sehnerv und schädigt diesen, sodass er keine Information mehr weiterleiten kann. Welches Symptom tritt auf?

- A. Die linke Gesichtsfeldhälfte erscheint schwarz.
- B. Die rechte Gesichtsfeldhälfte erscheint schwarz.
- C. Das rechte Auge sieht nichts mehr.
- D. Das linke Auge sieht nichts mehr.

47. Der Ventrikelseptumdefekt (VSD) ist die häufigste angeborene Herzfehlbildung. Hierbei ist die Herzscheidewand zwischen den Ventrikeln nicht vollständig verschlossen. Der Druck im linken Ventrikel ist deutlich höher als jener im rechten. Daher kommt es infolge des VSD zu einem Blutfluss vom linken zum rechten Ventrikel. Welche weiteren Konsequenzen hat diese Fehlbildung? Gib für jede der folgenden Aussagen an, ob sie richtig oder falsch ist.

- A. Sauerstoffarmes Blut gelangt so in den Körperkreislauf.
- B. Periphere Gewebe erhalten zu wenig Sauerstoff.
- C. Die Lungenarterien und -venen führen so mehr Blut.
- D. Das Herz wird stärker belastet.

48. Die Sauerstoffsättigung [%] sagt aus, wie viel Prozent des Hämoglobins an Sauerstoff gebunden ist. Gib für jede der folgenden Aussagen an, ob sie richtig oder falsch ist.

- A. Bei einem Patienten mit einer Lungenentzündung ist die Sauerstoffsättigung zu tief.
- B. Bei einer Patientin, die zu wenig Hämoglobin hat, ist die Sauerstoffsättigung zu tief.
- C. Die Sauerstoffsättigung kann durch Einnahme von Hormonen, die die Blutbildung fördern, erhöht werden.
- D. Die Sauerstoffsättigung ist in venösem und arteriellem vergleichbar.

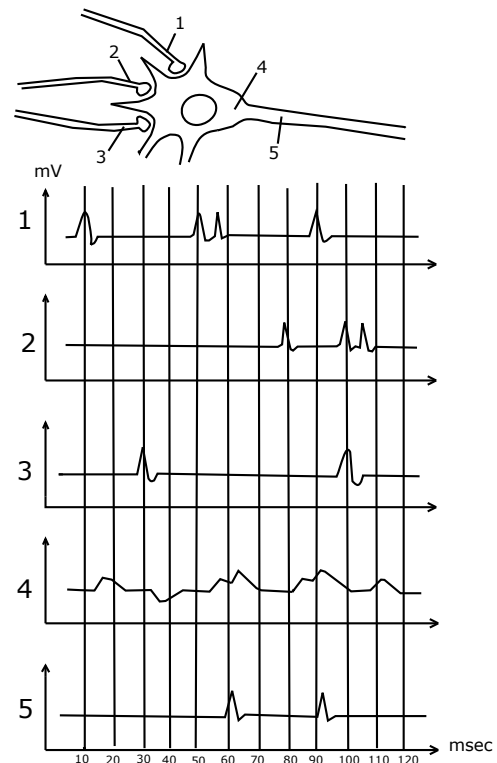
49. Das Hyper IgM Syndrom ist eine Erbkrankheit, bei der die Patienten normale bis erhöhte Mengen an IgM-Antikörpern, jedoch kaum IgG-, IgA- und IgE-Antikörper haben. Es wird meistens durch loss-of-function Mutationen im cd40-Gen verursacht. CD40 ist ein Rezeptor, der auf der Oberfläche von B-Zellen vorhanden ist. Signale durch CD40 führen bei B-Zellen dazu, dass diese anstatt IgM-Antikörper andere Antikörpertypen herstellen. Gib für jede der folgenden Aussagen an, ob sie richtig oder falsch ist.

- A. Die Symptome können mit regelmässigen Gaben von Serum gemildert werden.
- B. Eine loss-of-function Mutation im Gen, welches für den CD40-ligand kodiert, würde ähnliche Symptome verursachen.
- C. Die Patienten können mit einer einmaligen Bluttransfusion (Vollblut) geheilt werden.
- D. Die Patienten leiden vermehrt an Infektionskrankheiten.

50. Bevor das Herz kontrahieren und somit Blut pumpen kann, muss es elektrisch erregt werden. Gib für jede der folgenden Aussagen an, ob sie richtig oder falsch ist.

- A. Im Herzen gibt es mehrere Schrittmacherzentren.
- B. Die Herzmuskulatur wird vom Nervus vagus erregt.
- C. Das Herz eines Menschen pumpt auch ohne Nervenversorgung.
- D. Der Sympathikus moduliert die Pumpleistung des Herzens.

51. Die abgebildete Nervenzelle erhält von drei einlaufenden Synapsen (1,2 und 3) Informationen. Die Diagramme zeigen die Potentialveränderungen jeweils an den mit Nummern bezeichneten Positionen. Die Nummern in der Abbildung entsprechen den Nummern der Diagramme. Gib für jede Aussage an, ob sie richtig oder falsch ist.



- A. Bei der Synapse 3 handelt es sich um eine erregende Synapse.
- B. Bei der Synapse 2 handelt es sich um eine hemmende Synapse.
- C. Der Reiz bei 10 ms bei Synapse 1 reicht aus, um ein Aktionspotential beim Axonhügel auszulösen.
- D. Die zwischen 50-60 ms (Millisekunden) eingehenden Reize bei Synapse 1 werden räumlich summiert.

52. Tubocurarin ist ein Nervengift, das kompetitiv die nikotinischen Acetylcholinrezeptoren der postsynaptischen Membran hemmt. Gib für jede der Aussagen an, ob sie richtig oder falsch ist.

- A. Tubocurarin führt zu unkontrollierten Muskelkontraktionen.
- B. Tubocurarin hat vermutlich eine sehr ähnliche chemische Struktur wie Acetylcholin.
- C. Als Gegenmittel kommen Acetylcholinesterasehemmer in Frage.
- D. Tubocurarin löst eine Depolarisation in der postsynaptischen Zelle aus.

53. Ein Patient leidet an Hepatitis, einer Leberentzündung, bei der die Leberzellen geschädigt werden. Welche Veränderungen sind zu erwarten? Gib für jede der folgenden Aussagen an, ob sie richtig oder falsch ist.

- A. Es kommt zu Störungen im Gallesäurestoffwechsel.
- B. Es wandern vermehrt Leukozyten (weisse Blutkörperchen) ins Lebergewebe.
- C. Es kommt zu Störungen im Glykogenmetabolismus.
- D. Die Bilirubinwerte im Blut sinken.

54. Gib für jede der folgenden Aussagen bezüglich der Verdauung von Säugetieren an, ob sie richtig oder falsch ist.

- A. Die Belegzellen des Magens sezernieren Salzsäure.
- B. Die Gallensäure ist für die Fettemulsion sehr wichtig.
- C. Einige Enzyme des Dünndarmes werden im Pankreas synthetisiert.
- D. Muskelschichten des Magens entwickeln sich aus dem Entoderm.

55. Gib für jede der folgenden Aussagen an, ob sie richtig oder falsch ist.

- A. Gewisse Tiere wechseln im Laufe des Lebens ihr Geschlecht.
- B. Viele aquatische Tiere besitzen eine innere Befruchtung der Eizellen.
- C. Der Geschlechtsapparat eines Tieres ist extrem artspezifisch.
- D. Hermaphroditismus tritt häufig bei sessilen Tieren auf.

56. Gib für jede der folgenden Aussagen bezüglich des Hirnes an, ob sie richtig oder falsch ist.

- A. Die Grosshirnrinde besteht aus verschiedenen Lappen.
- B. Die beiden Hirnhälften sind durch den Hirnstamm miteinander verbunden.
- C. Der Hypothalamus ist eines der wichtigsten Zentren für die Regulation der Homöostase.
- D. Das Telencephalon (Endhirn) ist in eine linke und rechte Grosshirnhälfte unterteilt.

57. Beim Querbrückenzyklus zur Muskelkontraktion wird ein ATP hydrolysiert. Was passiert während dieser Hydrolyse mit dem Myosinköpfchen?

- A. Es dimerisiert mit dem Aktinfilament.
- B. Es löst sich vom Aktin.
- C. Es bindet ein neues ATP.
- D. Es wechselt die Konformation.

58. Welche Mechanismen tragen zur Erhaltung des Ruhemembranpotentials im Neuron bei? Gib für jede der folgenden Aussagen an, ob sie richtig oder falsch ist.

- A. Aktiver Natrium-Transport
- B. Diffusion von Kalium durch die Kaliumkanäle
- C. Diffusion von geladenen Proteinen durch die Membran
- D. Aktiver Transport von H^+ in die Zelle

59. Das Aktionspotential ist eine Alles-oder-Nichts-Reaktion. Entweder es wird ausgelöst, oder nicht. Wie kann die Zelle Informationen zur Stärke des Signals weiterleiten?

- A. Sie macht mehrere Depolarisationen hintereinander, wenn der Reiz stärker ist.
- B. Sie macht eine stärkere Depolarisation, wenn der Reiz stärker ist.
- C. Sie erhöht die Dauer der Depolarisation, wenn der Reiz stärker ist.
- D. Sie verhindert die Repolarisation, wenn der Reiz stärker ist.

60. Synapsen dienen dazu, einen Reiz von einem Neuron auf ein nächstes Neuron oder eine andere erregbare Zelle weiterzuleiten. Es gibt sowohl chemische als auch elektrische Synapsen. Gib für jede der folgenden Aussagen an, ob sie richtig ist oder falsch.

- A. Elektrische Synapsen schütten Neurotransmitter aus.
- B. Chemische Synapsen können Reize in beide Richtungen weiterleiten.
- C. Motorische Endplatten haben in den meisten Fällen elektrische Synapsen.
- D. Chemische Synapsen leiten Reize schneller weiter als elektrische Synapsen.

61. Eine chemische Synapse kann entweder ein erregendes oder ein hemmendes Signal zur postsynapse schicken. Was entscheidet, ob ein Signal hemmend oder erregend wirkt?

- A. Die Rezeptoren, die sich in der postsynaptischen Zelle befinden.
- B. Die Dauer, während der sich der Neurotransmitter im synaptischen Spalt befindet.
- C. Der Neurotransmitter, der ausgeschüttet wird.
- D. Die Grösse der Synapse.

62. An der Verdauung sind viele spezifische Enzyme und andere Stoffe beteiligt. Gib für jede der folgenden Aussagen an, ob sie richtig oder falsch ist.

- A. Im Speichel befindet sich Amylase.
- B. Die Galle ist wichtig für die Aufnahme von Fetten.
- C. Proteasen können Zucker spalten.
- D. Lipasen verdauen Fette.

Verhalten

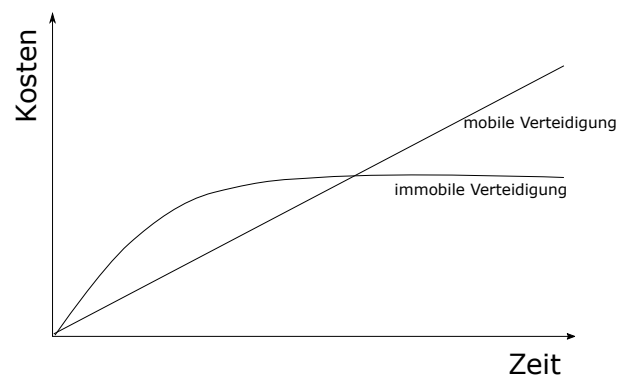
63. Du beobachtest wie eine schwarz-gelb gestreifte, ungefährliche Fliege, die einer sehr giftigen Wespe extrem ähnlich sieht, auf einem Blatt sitzt. Aufgrund deines Vorwissens über Verhaltensbiologie, schliesst du daraus, dass es sich um ... handelt.

- A. Peckham'sche Mimikry
- B. Mertens'sche Mimikry
- C. Müller'sche Mimikry
- D. Bates'sche Mimikry

64. Eine Teilnehmerin der Schweizer Biologie Olympiade ass immer, wenn sie im Skriptebuch lernte, eine Tafel Schokolade. Nun läuft ihr bereits beim blossen Anblick des Skriptebuches das Wasser im Mund zusammen. Wie nennt man dieses Verhaltens-Phänomen?

- A. Habituation
- B. Kognition
- C. Assoziatives Lernen
- D. Prägung

65. Pflanzen haben verschiedene Möglichkeiten, sich vor Herbivoren zu schützen. Die mobile Verteidigung besteht aus Chemikalien, die je nach Bedarf an die betroffene Stelle gebracht werden können. Immobile Verteidigung, wie etwa fixe Gerbstoffe oder auch mechanischer Schutz, kann nicht mehr verschoben werden. In der Graphik siehst du die Entwicklung der Kosten der beiden Verteidigungsmechanismen im Verlaufe der Lebenszeit eines Blattes. Welche der folgenden Strategien sollte eine schnellwachsende Pflanze mit sehr kurzer Lebenszeit der einzelnen Blätter verfolgen?



- A. So viel in mobile und immobile Verteidigung investieren wie möglich.
- B. Mehrheitlich auf mobile Verteidigung setzen.
- C. Mehrheitlich auf immobile Verteidigung setzen.
- D. Gar nicht in Verteidigung gegen Herbivore investieren.

66. Gib für jede der folgenden allgemeinen Aussagen zum Verhalten an, ob sie richtig oder falsch ist.

- A. Verhalten kann durch die Gene beeinflusst werden.
- B. Verhalten ist abhängig vom Lebensstadium des Tieres.
- C. Verhalten kann durch die Umwelt beeinflusst werden.
- D. Verhalten kann nur in Tieren mit komplexem Zentralnervensystem studiert werden.

Genetik und Evolution

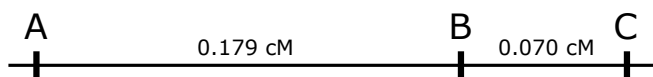
67. Gib für jede der folgenden Aussagen an, ob sie richtig oder falsch ist.

- A. Okazaki Fragmente entstehen während der Transkription.
- B. Die Telomerase verhindert replikative Seneszenz.
- C. Angenommen in deiner DNA werden 23% Thymin nachgewiesen, dann müsstest du auch 27% Cytosin aufweisen.
- D. Eukaryotische DNA wird auf gewisse Proteine aufgewickelt.

68. Gib für jede der folgenden Mutationen an, ob sie (mit einer hohen Wahrscheinlichkeit) die Länge des translatierten Polypeptids verändert(richtig) oder nicht (falsch).

- A. Silent-Mutation
- B. Deletion einer Base
- C. Missense-Mutation
- D. Nonsense-Mutation

69. In der Abbildung sind drei Gene A, B und C gezeigt. Aus experimentellen Daten wurden die Genabstände 0.179 cM (A-B) und 0.070 cM (B-C) berechnet. Aus den gleichen Daten wird der Abstand A-C berechnet. Was ist das Ergebnis?

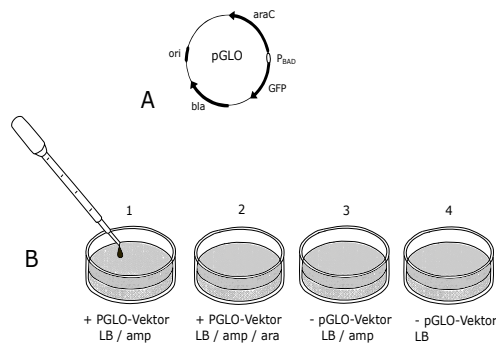


- A. 0.223 cM
- B. 0.276 cM
- C. 0.125 cM
- D. 0.249 cM

70. Das Hyper IgM-Syndrom ist eine rezessive Erbkrankheit, die durch eine loss-of-function Mutation im cd40-Gen verursacht wird. Das cd40-Gen befindet sich auf dem X-Chromosom. Gib für jede der folgenden Aussagen an, ob sie richtig oder falsch ist.

- A. Alle Söhne einer kranken Mutter sind krank.
- B. Alle Töchter eines kranken Vaters sind krank.
- C. Alle Töchter einer kranken Mutter sind Trägerinnen.
- D. Alle Söhne eines kranken Vaters sind Träger.

71. In einem Labor werden rekombinante Plasmide (pGLO-Vektoren) in *Escherichia coli* Bakterien eingeführt. Abbildung A zeigt die Zusammensetzung eines solchen pGLO-Vektors. bla ist ein Antibiotikaresistenzgen, z.B. gegen Ampicillin (Amp). pBAD ist eine Promotorregion, die die Expression des gfp-Gens (green fluorescent protein) kontrolliert. Diese wird nur aktiviert, wenn im Nährmedium Arabinose (Ara) vorhanden ist. Abbildung B zeigt LB-Agarplatten (Nährmedium) mit verschiedenen Zusätzen (amp = Ampicillin; ara = Arabinose) und ob pGLO-Vektoren zugefügt wurden (+) oder nicht (-). Welche Ergebnisse werden erwartet unter der Annahme, dass die Transformation erfolgreich war? Gib für jede der folgenden Aussagen an, ob sie richtig oder falsch ist.



- A. Auf dem Nährmedium 4 wachsen auch nicht-transformierte Bakterien.
- B. Auf dem Nährmedium 3 wachsen im Idealfall keine Bakterien.
- C. Auf dem Nährmedium 1 wachsen grün fluoreszierende Bakterien.
- D. Auf dem Nährmedium 2 wachsen nur transformierte Bakterien.

72. Gib für jedes der folgenden Beispiele an, ob es sich um eine Homologie handelt (richtig) oder nicht (falsch)

- A. Gebisse von Füchsen und Beutelwölfen
- B. Stromlinienförmiger Körper bei Delfinen und Haien
- C. Gliedmassen von Hunden und Affen
- D. Saugrüssel von Schmetterlingen und Mundwerkzeuge von Schaben

73. In einer Population von 100 Individuen wird ein dominant-rezessives Gen beobachtet. Es finden sich 22 heterozygote und 4, welche homozygot für das rezessive Allel *a* sind. Gib für jede der folgenden Aussagen an, ob sie richtig oder falsch ist.

- A. Die Allelfrequenz für *A* beträgt 0.74.
- B. In dieser Population gibt es wahrscheinlich einen Heterozygotenvorteil.
- C. Die Population befindet sich für dieses Gen im Hardy-Weinberg Gleichgewicht.
- D. Bei diesen Werten ist es wahrscheinlich, dass es sich eigentlich um 2 getrennte Populationen handelt.

74. Lisas Mutter ist Trägerin für die x-Chromosomal-rezessiv vererbte rot-grün-Blindheit. Lisa erwartet ein Kind von Tom, der farbenblind ist. Wie gross ist die Wahrscheinlichkeit, dass ihr Kind ebenfalls betroffen sein wird?

- A. 100%
- B. 50%
- C. 25%
- D. 12.5%

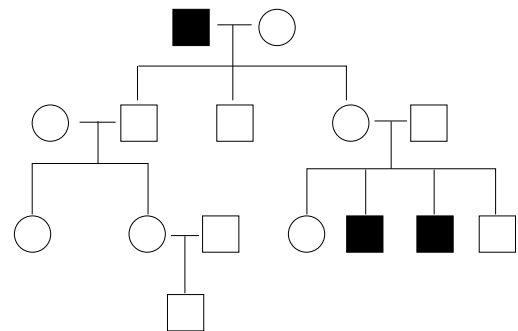
75. Bei genomischer Prägung werden bestimmte Gene stillgelegt, je nach dem ob sie vom Vater oder der Mutter vererbt wurden. Es gibt einige Krankheiten, die mit genomisch geprägten Genen assoziiert sind. Ein Beispiel ist das Gen DIRAS3, das für einen wichtigen Zellzyklusregulator kodiert. Nur die väterliche Version des Gens wird exprimiert. Gib für jede der folgenden Aussagen an, ob sie richtig oder falsch ist.

- A. Eine Duplikation des väterlichen DIRAS3 kann zu einer Überexpression von DIRAS3 führen.
- B. Bei einer loss-of-function Mutation im mütterlichen DIRAS3, stellt das Kind trotzdem eine funktionelle Variante des Proteins her.
- C. Das Prägungsmuster wird bei der Bildung der Keimzellen neu etabliert.
- D. Genomischer Prägung reguliert die Transkription.

76. Eine Familie hat viele Mitglieder, die entweder das Norrie-Syndrom haben oder rot-grün-blind sind (beide Erbgänge sind x-chromosomal rezessiv). Das jüngste Familienmitglied, Paul, hat das Norrie-Syndrom und ist rot-grün-blind. Dies kann nur durch Rekombination erklärt werden, doch in welchem Individuum?

- A. Vater von Paul
- B. Paul
- C. Grossvater von Paul
- D. Mutter von Paul
































77. Welcher der folgenden Vererbungsmechanismen ist am wahrscheinlichsten für die im Stammbaum dargestellte seltene Krankheit (kranke Individuen sind schwarz dargestellt)?



- A. Y-chromosomal
- B. X-chromosomal rezessiv
- C. autosomal dominant
- D. autosomal rezessiv

78. In einem Skandinavischen Wolfsindividuum wurden ungewöhnlich viele und grosse "Runs of Homozygosity" gefunden. Das sind ganze Abschnitte, wo auf beiden homologen Chromosomen die gleichen Allele gefunden werden. Was ist die wahrscheinlichste Ursache dafür?

- A. Gerichtete Selektion
- B. Inzucht
- C. Migration
- D. Wahlund-Effekt

Proband 1	Proband 2	Proband 3	Proband 4	Sohn	Mutter
					
					
					
					
					
					
					
					

- A. gerichtete Selektion
- B. stabilisierende Selektion
- C. natürliche Selektion
- D. sexuelle Selektion

- A. Bei der Mitose entstehen aus polyploiden Zellen stets haploide Zellen.
- B. Polyploidie kann bewirken, dass ein Individuum steril ist.
- C. Das plötzliche Verdoppeln des Chromosomensatzes kann zur sofortigen Artbildung führen.
- D. Plötzlich auftretende Polyploidie erhöht die genetische Vielfalt der Ursprungsart.

- A. Das Experiment wurde mit zu wenigen Individuen durchgeführt.
- B. Eines der untersuchten Merkmale wird polygen vererbt.
- C. Ein Merkmal liegt auf der cpDNA (Chloroplasten-DNA).
- D. Die Gene für Pollenstruktur und Blütenfarbe liegen auf demselben Chromosom.

- A. Inaktivierung des Promotors
- B. Inaktivierung des Silencers
- C. Überexpression des Transkriptionsfaktors
- D. Duplikation des Silencers

84. Damit aus Einzellern Mehrzeller entstehen konnten, waren zahlreiche Schritte und molekulare Faktoren notwendig. Welche der folgenden Strukturen / Entwicklungen kommen nur bei Mehrzellern vor, nicht aber bei Einzellern? Gib für jede der folgenden Aussagen an, ob es sich um notwendige Schritte für die Entwicklung zur Mehrzelligkeit handelt (richtig) oder nicht (falsch).

- A. Ausbildung intrazellulärer Signaltransduktionswege
- B. Die koordinierte Entwicklung einer gemeinsamen Extrazellulären Matrix
- C. Haftmechanismen, um Zellverbände bilden zu können.
- D. Differenzierung von Zellen

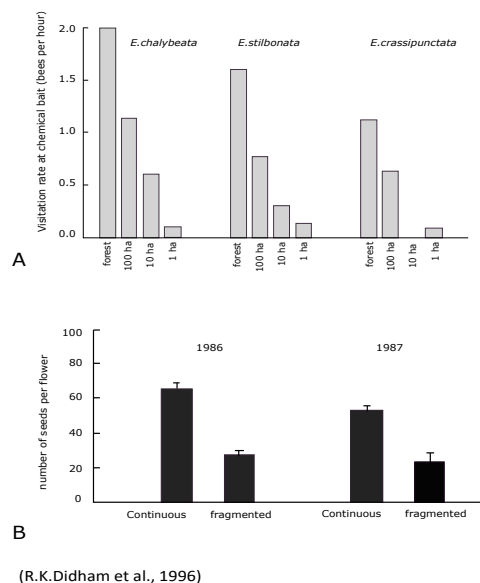
85. Es gibt bei dem Haushuhn eine Mutante mit kurzen Beinen. Wenn zwei kurzbeinige Hühner miteinander gekreuzt werden, so beträgt das Verhältnis zwischen kurz- und langbeinigen Hühnern 2:1. Gib für die folgenden Aussagen jeweils einzeln an, ob sie aufgrund der gegebenen Informationen richtig oder falsch sind.

- A. Es handelt sich um einen intermediären Erbgang.
- B. Die zum Kreuzen benutzten Hühner waren reinerbig für den Beinlängen-Locus.
- C. Kurzbeinigkeit ist dominant.
- D. Das Kurzbein-Allel ist im homozygoten Zustand lethal.

86. Räuber lernen giftige Baumsteigerfrösche (*Dendrobates*) dank ihrer Warnfärbung zu meiden. Gib für jede der folgenden Bedingungen an, ob sie das Lernverhalten der Räuber unterstützt (richtig) oder nicht (falsch).

- A. Das Gift der Frösche wirkt tödlich.
- B. Das Gift der Frösche wirkt erst nach ein paar Stunden.
- C. Häufiges Vorkommen einer ungiftigen Froschart, welche die Warnfärbung imitiert.
- D. Die Dichte der giftigen Frösche ist hoch.

87. Zunehmende Fragmentierung der Lebensräume führt zu einem Rückgang der Bestäuberpopulationen. Dies hat auch Auswirkungen auf Pflanzen, die auf Bestäubung angewiesen sind. In einer Studie wurde der Effekt der Fragmentierung in Wäldern auf die Bestäuberanzahl und den Fortpflanzungserfolg von Pflanzen untersucht (R.K.Didham et al., 1996). Abbildung A zeigt an, wie viele männliche Bienen (*Euglossa* spp.) pro Stunde den Köder (chemical bait) besuchen. Die Köder wurden in unberührtem Wald (forest) und in Waldfragmenten verschiedener Größen (100 ha, 10 ha, 1 ha) aufgestellt. Abbildung B zeigt die Anzahl Samen pro Blüte der Heiden-Nelke (*Dianthus deltoides*) in unberührten Habitaten und fragmentierten Habitaten. Gib für jede der folgenden Aussagen an, ob sie richtig oder falsch ist.



88. Eine enge Wechselwirkung ist zwischen der Feige (*Ficus*) und der Feigengallwespe (*Blastophaga psenes*) zu beobachten. Wespen können ihre Eier mittels eines stark spezialisierten Legestachels in die Blüten legen. Die frisch geschlüpften Wespen bohren sich ihren Weg aus der Feige, in dem sie an männlichen Blüten vorbeigehen und so Pollen heraustragen. Wenn sie später in eine neue Feige eindringen können, bestäuben sie gleichzeitig diese neuen Blüten. Jede Feigenart besitzt ihre eigene (mehr oder weniger) spezifische Wespenart. Was beschreibt die Interaktion zwischen den Feigengallwespen und den Feigen am besten?

- A. Es handelt sich um fakultativen Mutualismus.
- B. Es handelt sich um Kommensalismus.
- C. Es handelt sich um Parasitismus.
- D. Es handelt es sich um obligaten Mutualismus.

89. Die Wespe *Neoneurus vesculus* legt ihre Eier in lebende Ameisen (z.B. *Formica cunicularia*). Die geschlüpften Larven ernähren sich dann von dieser. Dabei kann die Ameise noch eine Weile weiterleben, bis sie schlussendlich stirbt und die Larven sich zu adulten Wespen weiterentwickeln. Um welche Lebensform handelt es sich bei der Wespe?

- A. Parasitoid
- B. Prädator
- C. Herbivor
- D. Parasit

- A. Eine Abnahme der Bestäuber kann sich auf den Genfluss in Pflanzenpopulationen auswirken.
- B. Es besteht eine starke Korrelation zwischen zunehmender Fragmentierung und Bestäuberbesuchen.
- C. Bei Bestäuber-mutualismus handelt es sich um streng obligaten Mutualismus.
- D. Zu starke Fragmentierung kann zu Verlusten der Biodiversität führen.

90. Die marine pelagische Zone lässt sich in zwei Schichten unterteilen: eine obere Zone, wo die Nettoprimärproduktion stattfindet und eine untere Zone, wo keine Primärproduktion stattfindet. Gib für jeden der folgenden kritischen Faktoren an, ob er verantwortlich für diesen Unterschied ist (richtig) oder nicht (falsch). In der oberen Zone, nicht aber in der unteren Zone...

- A. ...ist die Strömung stark genug.
- B. ...ist das Wasser warm genug.
- C. ...ist der Sauerstoffgehalt hoch genug.
- D. ...ist genügend Licht vorhanden.

91. Das logistische Wachstum ist ein Modell zur Beschreibung des Populationswachstums unter natürlichen Bedingungen mit begrenzten Ressourcen. Die folgende Gleichung beschreibt die Änderung der Populationsgrösse nach dem logistischen Wachstum. Gib für jede der folgenden Aussagen an, ob sie richtig oder falsch ist.

$$\frac{dN}{dt} = rN \frac{(K - N)}{K}$$

- A. r beschreibt die maximale Wachstumsrate.
- B. Die Änderung in der Populationsgrösse ist immer positiv.
- C. K beschreibt die Generationszeit.
- D. Wenn $K = N$ wächst die Population nicht mehr.

92. Viele Pflanzen erhalten Nährstoffe wie Phosphat aus sogenannten Mykorrhizapilzen, welche von ihnen im Gegenzug mit Kohlenhydraten versorgt werden. Es gibt jedoch auch sogenannte myko-heterotrophe Pflanzen wie die unterirdisch lebende Orchideenart *Rhizanthella gardneri*, welche auch Zucker aus Mykorrhizapilzen ziehen und diesen dafür keine Gegenleistungen liefern. Gib für jede der folgenden Aussagen an, ob sie richtig oder falsch ist.

- A. Die Beziehung zwischen *R. gardneri* und dem Pilz ist kommensalistisch.
- B. *R. gardneri* und der Pilz besetzen die gleiche ökologische Nische.
- C. *R. gardneri* ist ein Primärkonsument.
- D. *R. gardneri* ist ein obligater Parasit.

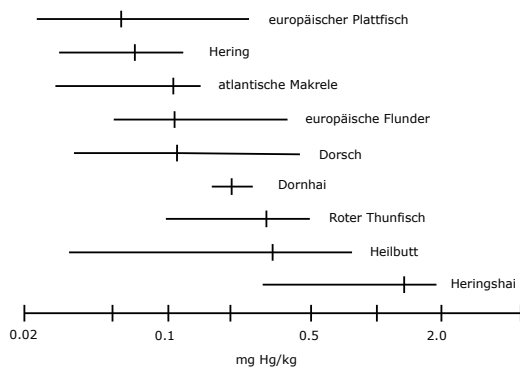
93. Gib für jede der folgenden Aussagen zum Fluss von Nährstoffen und Energie an, ob sie richtig oder falsch ist.

- A. Energie fließt vor allem von höheren trophischen Ebenen zu tieferen.
- B. Energie zirkuliert innerhalb eines Ökosystems.
- C. Kohlenstoff verlässt am Ende das Ökosystem.
- D. Nitrate werden von niedrigen zu höheren trophischen Ebenen weitergegeben.

94. Der Nandu (*Rhea americana*) ist ein strausenähnlicher flugunfähiger Vogel, der ursprünglich aus Südamerika stammt. Im Jahr 2000 entwichen sechs Nandus aus einer Freilandhaltung in Schleswig-Holstein (Norddeutschland) und begannen, sich in der Wildnis fortzupflanzen. Im Herbst 2018 wurden bereits über 500 Exemplare (ein Grossteil davon Jungtiere) in der Region gezählt. Gib für jede der folgenden Aussagen an, ob sie richtig oder falsch ist.

- A. Der Nandu ist in Deutschland ein Neophyt.
- B. In Deutschland besetzen die Nandus wohl eine vollkommen andere ökologische Nische als in Südamerika.
- C. Weiteres Wachstum der Nandu-Population in Deutschland könnte zu Konkurrenz mit einheimischen Arten führen.
- D. Nandus sind vermutlich starke K-Strategen.

95. Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) empfiehlt eine maximale Tägliche Aufnahme (MDI) von 0.1 Mikrogramm (μg) Quecksilber (Hg) pro kg Körpergewicht. Deshalb wird der Quecksilbergehalt im Speisefisch regelmässig kontrolliert. Der Quecksilbergehalt in Milligramm /kg für 9 Fischarten ist in der Abbildung gezeigt. Die horizontalen Balken stellen das 95% Konfidenzintervall dar, die kleinen vertikalen Balken Mittelwerte. Gib für jede der folgenden Aussagen an, ob sie richtig oder falsch ist.



- A. Thunfisch hat ein grösseres Nahrungsspektrum als der Heilbutt.
- B. Die Durchschnittskonzentration von Hg im Thunfisch erlaubt einer 75 kg schweren Person einen Konsum von 1 kg in 10 Tagen.
- C. Die Makrele steht in der Nahrungskette höher als der Heilbutt.
- D. Die Hg-Konzentration erhöht sich allgemein mit dem Alter.

Systematik

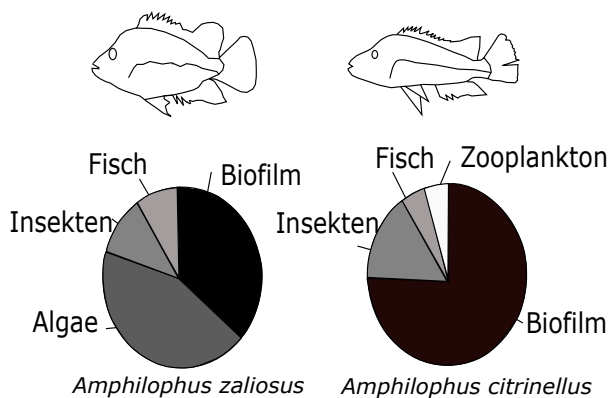
96. Gib für jedes der folgenden abgeleiteten Merkmale (Apomorphien) an, ob du es bei Zweiseitentieren (Bilateria) erwartest (richtig) oder nicht (falsch).

- A. Radiärsymmetrie
- B. Kopfbildung (Cephalisation)
- C. Mesoderm
- D. Leibeshöhle (Coelom)

97. Grosse Pandas (*Ailuropoda melanoleuca*) gehören zur Ordnung der Raubtiere (Carnivora), sind aber Herbivoren und ernähren sich bevorzugt von Bambus. Im Gegensatz zu anderen Herbivoren ist ihr Verdauungstrakt kaum speziell an den effizienten Abbau von Zellulose angepasst. Daher kann der Panda nur wenig Energie aus Zellulose gewinnen. Gib für jede der folgenden Aussagen an, ob sie richtig oder falsch ist.

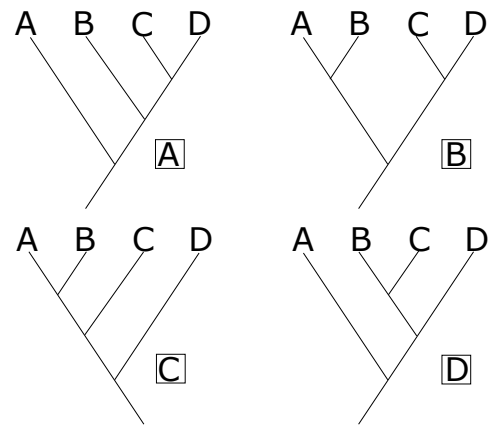
- A. Pandas haben prominente Eckzähne (Canini).
- B. Pandas haben eine hohe Metabolismusrate.
- C. Pandas haben einen kurzen Darmtrakt.
- D. Pandas haben einen stark vergrösserten Blinddarm.

98. Marta Barluenga et al. haben Fische im Kratersee Apoyo untersucht. In diesem See kommen zwei Fischarten vor, der weit verbreitete *Amphilophus zaliosus* und die endemische Art *Amphilophus citrinellus*. Die beiden Arten sind morphologisch und genetisch unterscheidbar und auch reproduktiv voneinander isoliert. Mehrmalige Besiedelung des Sees konnte eindeutig ausgeschlossen werden. Im Bild siehst du den durchschnittlichen Mageninhalt beider Arten. Gib für jede der folgenden Aussagen an, ob sie richtig oder falsch ist.



- A. *A. citrinellus* sollte höhere genetische Diversität aufweisen als *A. zaliosus*.
- B. Beide Arten haben dieselbe ökologischen Nische.
- C. Nach dem biologischen Artkonzept handelt es sich um zwei verschiedene Arten.
- D. Sympatrische Artbildung ist wahrscheinlich.

99. Welcher der vier Stammbäume zeigt nach dem Prinzip der maximalen Parsimonie das wahrscheinlichste Verwandtschaftsverhältnis der 4 Arten A, B, C und D? Benutze dazu die gezeigte Merkmalstabelle.



A	1	0	0	0	0
B	0	1	1	1	0
C	0	1	1	0	0
D	0	0	1	0	1

100. Gib für jede der folgenden Aussagen zum Wal und zum Falken an, ob sie richtig oder falsch ist.

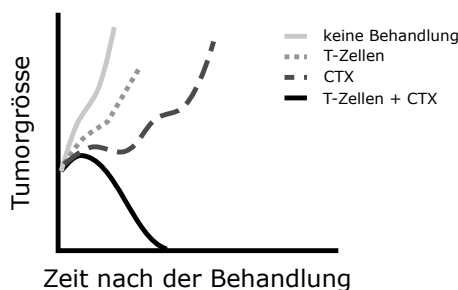
- A. Der Falke gehört zu den Amniota.
- B. Der Wal verfügt über ein Herz mit zwei Kammern.
- C. Die Flügel des Falken und die Wal-Flossen sind homolog.
- D. Der letzte gemeinsame Vorfahr des Wals und des Falkens war endotherm.

Szenario Adoptive T-Zell Therapie

101. Immuntherapien gegen Krebs versuchen das Immunsystems zu aktivieren, welches dann bestehende Tumore eliminieren soll. Die adoptive T-Zell Therapie ist eine von mehreren Strategien. Dabei werden einem Patienten Blutzellen entnommen, daraus die tumorspezifischen T-Zellen gezüchtet und schliesslich dem Patienten wieder verabreicht. Habtetsion et al. haben anhand eines Mausmodells von Dickdarmkrebs untersucht, welchen Einfluss diese adoptiven T-Zellen auf den Stoffwechsel der Krebszellen haben. Welche Funktionen können T-Zellen übernehmen? Gib für jede der folgenden Antwortmöglichkeiten an, ob sie richtig oder falsch ist.

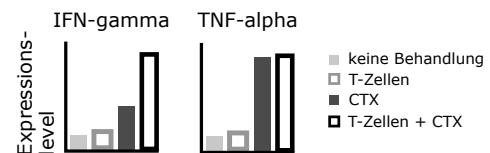
- A. Zielzellen töten
- B. Bakterien phagozytieren
- C. Antikörper herstellen
- D. Signalstoffe ausschütten

102. Oft wird während einer adoptiven T-Zell Therapie auch ein Chemotherapeutikum verabreicht. Habtetsion et al. haben für ihre Studie Cyclophosphamid (CTX) benutzt. Als erstes haben sie untersucht, welchen Einfluss die einzelnen Therapien auf das Tumorstück haben. Die Ergebnisse sind in der Grafik dargestellt. Gib für jede der folgenden Aussagen an, ob sie richtig oder falsch ist.



- A. Die Tumore werden auch ohne Behandlung abgestossen.
- B. CTX alleine bewirkt eine Verlangsamung des Tumorstück.
- C. T-Zellen alleine vermögen den Tumor zu eliminieren.
- D. Die Kombination aus T-Zellen und CTX führt zu einer vollständigen Heilung des Tumors.

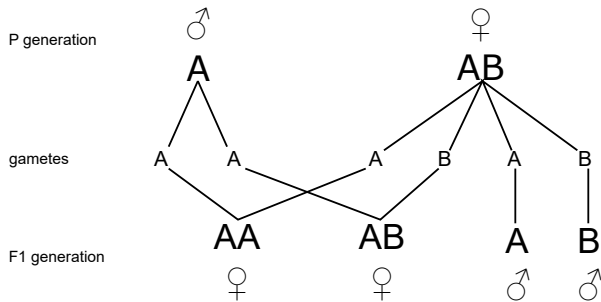
103. Als nächstes haben sie untersucht, welchen Einfluss die verschiedenen Therapien auf die Produktion von Entzündungsmediatoren (Zytokine) im Tumormilieu haben. Einige Ergebnisse sind in der Grafik dargestellt. Gib für jede der folgenden Aussagen an, ob sie richtig oder falsch ist.



- A. Die adoptive T-Zell Therapie verstärkt die Produktion von IFN- γ .
- B. Eine Möglichkeit, die Expression der Zytokine zu messen ist quantitative RNA-Sequenzierung.
- C. TNF- α wird vor allem von den transferierten T-Zellen hergestellt.
- D. Wird die Konzentration von Zytokinen im Tumormilieu gemessen, so kann genau bestimmt werden, von welchem Zelltyp diese stammt.

Szenario Honigbiene

104. Die westliche Honigbiene (*Apis mellifera*) ist ein Insekt aus der Ordnung der Hautflügler (Hymenoptera). Wie alle Hautflügler verfügen Honigbienen über ein haplodiploides System zur Geschlechtsbestimmung: Weibchen sind diploid, Männchen haploid. Betrachte dazu die Abbildung und gib dann für jede der folgenden Aussagen an, ob sie richtig oder falsch ist.



- A. Ist eine männliche Biene von einer rezessiven Erbkrankheit betroffen, so werden alle Töchter Trägerinnen sein.
- B. Der Verwandtschaftskoeffizient zwischen zwei Bienen-Schwestern (beide Elternteile gleich) beträgt 0,5.
- C. Männliche Honigbienen sind Klone ihrer Mutter.
- D. 100 % der DNA einer männlichen Honigbiene kommt von der Mutter.

105. Honigbienen sind eusozial, d.h. sie bilden Staaten. Ein Staat besteht hauptsächlich aus einer fruchtbaren Königin und unfruchtbaren Arbeiterinnen, welche Verwandte (grösstenteils Töchter) der Königin sind und sich um Nahrungsbeschaffung, Aufzucht der Jungen, Bau des Nests usw. kümmern. Gib für jede der folgenden Aussagen an, ob sie richtig oder falsch ist.

- A. Bei der Staatenbildung spielt wohl reziproker Altruismus eine Rolle.
- B. Aus evolutionärer Sicht macht es für Arbeiterinnen Sinn, die Königin durch eine ihrer Töchter zu ersetzen, sobald ihre Eiproduktion abnimmt.
- C. Es ist genetisch festgelegt, ob eine Biene Königin oder Arbeiterin ist.
- D. Obwohl die Arbeiterinnen sich nicht selbst fortpflanzen, können sie eine hohe Gesamtfitness aufweisen.

106. Häufig besuchen Honigbienen auf Nektarsuche morgens Blüten verschiedener Pflanzen. Beinhaltet einer dieser Blütentypen jedoch besonders viel Nektar, so besuchen die Bienen den restlichen Tag hindurch vor allem diesen Blütentyp. Gib für jede der folgenden Aussagen an, ob sie richtig oder falsch ist.

- A. Bei diesem Verhalten könnte es sich um ein festgelegtes Reaktionsmuster handeln.
- B. Dieses Verhalten könnte durch Konditionierung ausgelöst werden.
- C. Dieses Verhalten kann durch das Optimal-Foraging-Modell erklärt werden.
- D. Dieses Verhalten könnte durch assoziatives Lernen ausgelöst werden.

107. Honigbienen ähneln in ihrer Färbung einigen anderen giftigen Insektenarten wie gemeinen Wespen (*Vespula vulgaris*) oder Hornissen (*Vespa crabro*). Welcher Begriff erklärt diesen Sachverhalt am besten?

- A. Bates'sche Mimikry
- B. Müller'sche Mimikry
- C. Zoomimese
- D. Phytomimese

Szenario Mais

108. Die meisten unserer heutigen Nutzpflanzen wurden zwischen 10'000 und 5'000 Jahren vor unserer Zeit domestiziert. Viele Forscher interessieren sich dafür, welche Wildpflanze domestiziert wurde, sowie wo und wie oft dies geschah. Dazu werden verschiedene Methoden verwendet.

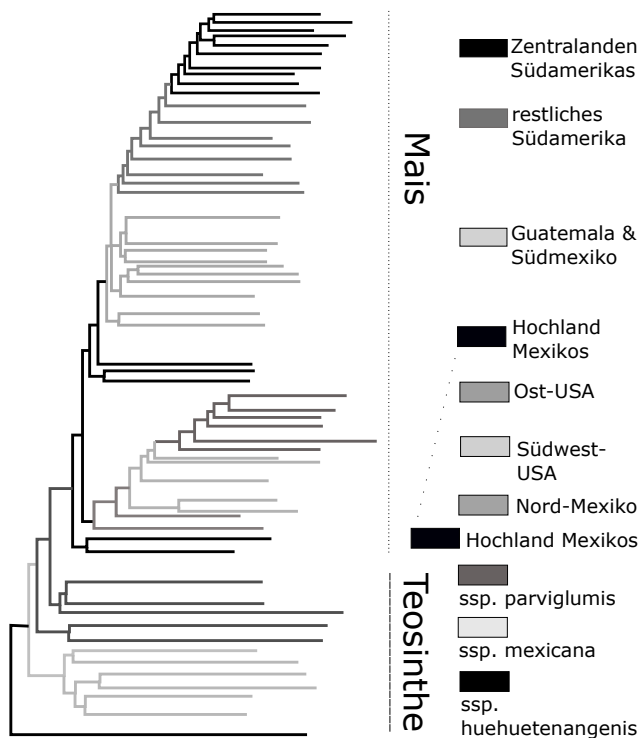
Eine wichtige Nutzpflanze ist der Mais *Zea mays*. Mais gehört zu den Poaceae (Süßgräser) und hat ein C4 Photosystem. Insbesondere in Mittel und Südamerika ist er Hauptanhrungsbestandteil, aber auch für die Fleischproduktion ist er weltweit von Bedeutung. Gib für jede der folgenden Aussagen an, ob sie richtig oder falsch ist.

- A. Mais hat eine PEP-Carboxylase.
- B. Mais ist gut an heisse, sonnige Standorte angepasst.
- C. Mais ist näher verwandt mit der Kidney Bohne (*Phaseolus vulgaris*) als mit Weizen (*Triticum aestivum*).
- D. Mais ist zur Bestäubung auf Vögel angewiesen.

109. Die ersten Hinweise liefern oft archäologische Daten. In verschiedenen Ausgrabungsstätten wurden alte Maiskolben gefunden und mittels der Radiokarbonmethode untersucht. Der älteste Kolben (aus dem mexikanischen Hochland) wurde auf ein Alter von etwa 6300 Jahren datiert. Die Radiokarbonmethode misst das Verhältnis zwischen ^{14}C und ^{12}C Atomen. So kann das Alter organischer Materie bestimmt werden. ^{14}C entsteht in der Atmosphäre durch eine Kernreaktion des Stickstoffatoms. Es wird dann während der Photosynthese fixiert. In älterem Material ist bereits mehr ^{14}C wieder zu ^{12}C zerfallen. ^{14}C hat eine Halbwertszeit von etwa 5730 Jahren. Gib für jede der folgenden Aussagen an, ob sie richtig oder falsch ist.

- A. Die Radiokarbonmethode ist genauer in der Datierung von etwa 500'000 Jahre alten Materialien als von etwa 50'000 Jahre alten Materialien.
- B. Der Anteil an ^{14}C im ältesten Maiskolben ist weniger als halb so gross wie der Anteil in einem heute wachsenden Kolben.
- C. Viele Vulkanausbrüche können den Anteil an ^{14}C in der Atmosphäre verändern.
- D. Der Anteil an ^{14}C ist im Kalkgestein grösser als im aufliegenden Humus.

110. Matsuoaka et al. sammelten verteilt über den Amerikanischen Kontinent viele Mais-Zuchtlinien und mehrere Unterarten von Teosinthe (wilder Vorfahre des Mais). Diese wurden auf 99 Microsatelliten genotypisiert. Die hierbei gewonnenen genetischen Daten wurden dann zur Erstellung eines phylogenetischen Stammbaums genutzt (vereinfachte Version in Graphik). Gib für jede der folgenden Aussagen zum Stammbaum an, ob sie richtig oder falsch ist.



- A. Phylogenetische und archäologische Daten unterstützen denselben Ursprung des domestizierten Mais.
- B. Die Unterarten *parviglumis* und *mexicana* der Teosinthe haben sich vermutlich vor über 6300 Jahren aufgespalten.
- C. Mais wurde vermutlich von Südamerika in die USA per Schiff eingeführt.
- D. Mais wurde vermutlich mehr als einmal domestiziert.

- A. Die ursprünglichste Mais-Zuchtlinie wächst im Hochland Mexikos.
- B. Die Zuchtlinien im Norden Mexikos bilden eine monophyletische Gruppe.
- C. Mais entstammt der Unterart *mexicana* der Teosinthe.
- D. Die Zuchtlinien Guatemalas und Südmexikos bilden eine paraphyletische Gruppe.

111. Um die richtigen Schlüsse zu ziehen werden schlussendlich Erkenntnisse aus genetischen und archäologischen Untersuchungen zusammengefügt. Benutze nun auch den phylogenetischen Stammbaum und die Angaben in den vorherigen Fragen und gib für jede der folgenden Aussagen zur Herkunft des Mais an, ob sie richtig oder falsch ist.

Szenario Darwinfinken

112. Auf den Galapagos-Inseln sind verschiedene Arten von Darwinfinken evolviert, welche auf unterschiedliche Nahrungsressourcen spezialisiert sind. Wenn wie bei den Darwinfinken in kurzer Zeit viele Arten entstehen, welche freie ökologische Nischen besetzen, spricht man von adaptiver Radiation.

Gib für jeden Faktor an, ob er eine adaptive Radiation begünstigen kann (richtig) oder nicht (falsch).

- A. wenig Konkurrenz durch andere Arten
- B. Gründereffekt
- C. grosse genetische Vielfalt in Ursprungspopulation
- D. tiefe Heritabilität der Merkmale, die für die Besetzung der freien ökologischen Nischen notwendig sind

113. Es gibt eine Baumfinkart auf den Galapagos-Inseln, welche eine hohe phänotypische Variation in der Schnabelgrösse zeigt. Da diese Baumfinken eine grosse Vielfalt von Insekten fressen, wäre es möglich, dass diese Baumfinken begonnen haben, sich in zwei Arten aufzuspalten, die auf unterschiedliche Insekten spezialisiert sind. Gib für jede der folgenden Aussagen an, ob sie richtig oder falsch ist.

- A. Wenn die Schnabelgrösse den Gesang der Männchen beeinflusst und Weibchen die Männchen nach dem Gesang auswählen, könnte dies die Artenbildung fördern.
- B. Eine Arttaufspaltung ist besonders dann wahrscheinlich, wenn grosse und kleine Schnäbel für unterschiedliche Beutetypen besonders geeignet sind.
- C. Wenn bereits zwei Gruppen entstanden sind, würden wir generell mehr Heterozygote finden, als unter Annahme des Hardy-Weinberg-Gleichgewichts erwartet.
- D. Das Nachweisen von disruptiver Selektion auf die Schnabelgrösse wäre ein Hinweis für angehende Arttaufspaltung.

114. Ein Forscher beobachtet, dass Finken mit einem grossen Schnabel häufig einen dunkleren Schnabel haben als kleinschnabligere Finken. Gib für jeder der folgenden Erklärungen an, ob sie möglich wäre (richtig) oder nicht (falsch).

- A. Die Schnabelfarbe ist nicht erblich, sondern wird durch die Nahrung beeinflusst.
- B. Dasselbe Gen beeinflusst die Farbe und die Grösse des Schnabels.
- C. Die Gene für die Farbe und die Grösse des Schnabels liegen nahe beieinander auf demselben Chromosom.
- D. Weibchen bevorzugen entweder Männchen mit kleinen hellen oder grossen dunklen Schnäbeln.

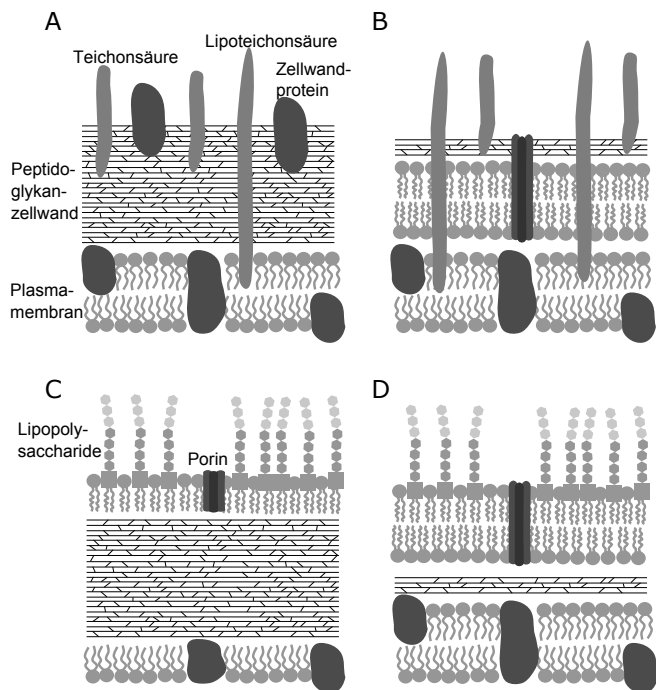
115. Die Spottedrossel *Mimus parvulus* hat ebenfalls die Galapagos-Inseln besiedelt, sie hat sich aber im Gegensatz zu den Darwinfinken nicht in weitere Arten aufgespalten. Gib für jede der folgenden Aussagen an, ob sie dies erklären könnte (richtig) oder nicht (falsch).

- A. Die Spottedrossel ist genetisch zu variabel um sich in mehrere Arten aufzuspalten.
- B. Die Spottedrossel hat die Galapagos-Inseln spät besiedelt, als fast alle ökologischen Nischen schon von Darwinfinken besetzt waren.
- C. Die Spottedrossel hat zu wenige Nachkommen pro Generation um Selektion zu ermöglichen.
- D. Die Spottedrossel hat zu wenig phänotypische Variabilität in den Merkmalen, die für die Anpassung an ökologische Nischen notwendig wären.

Szenario *Vibrio cholerae*

116. Das Bakterium *Vibrio cholerae* hat in der Vergangenheit immer wieder schwere Choleraepidemien ausgelöst. Die Krankheitsausbrüche sind oft auf schlechte sanitäre Versorgung und prekäre hygienische Verhältnisse zurückzuführen. *V. cholerae* wird vor allem über verschmutztes Trinkwasser oder über kontaminierte Nahrungsmittel aufgenommen.

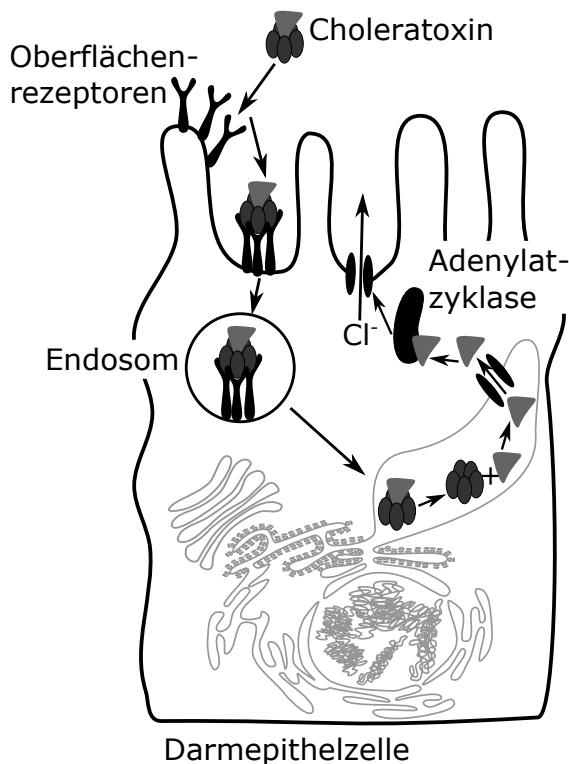
Vibrio cholerae ist ein gram-negatives Bakterium. Welche der Abbildungen A - D stellt die Zellhülle von *V. cholerae* dar?



117. Damit *V. cholerae* seinen Wirt erfolgreich infizieren und krank machen kann, braucht es sowohl Gene für bestimmte Fimbriae (Typ IV Pili) um sich im Darm anheften zu können, als auch Gene für das Cholera-toxin. Die Gene für das Cholera-toxin hat *V. cholerae* vor nicht allzu langer Zeit vom CTX Φ -Phagen bekommen, welcher sich an Typ IV Pili anheftete und sein Genom ins Bakterium injizierte. Die Toxingene wurden dann stabil ins Genom des Bakteriums integriert. Gib für jede der folgenden Aussagen an, ob sie richtig oder falsch ist.

- A. Die Expression des Toxins und der Fimbriae stehen unter der selben regulatorischen Einheit.
- B. Die Infektion von *V. cholerae* durch CTX Φ führte zu einem Fitnessnachteil für den Phagen.
- C. Der G+C-Gehalt der Toxingene unterscheidet sich vermutlich vom G+C-Gehalt des übrigen Chromosoms.
- D. Das Erhalten der Toxingene führte zu einem Fitnessnachteil für *V. cholerae*.

118. Das Cholera-toxin besteht aus einer A-Untereinheit und fünf B-Untereinheiten (A:B₅). Wie in der Grafik dargestellt, binden die B-Untereinheiten an Rezeptoren in der Zellmembran von Darmepithelzellen. Dies führt dazu, dass die Wirtszelle das Toxin aufnimmt und schliesslich ins endoplasmatische Retikulum transportiert. Im endoplasmatischen Retikulum löst sich die A-Untereinheit und imitiert ein nicht korrekt gefaltetes Protein. Dies hat zur Folge, dass die A-Untereinheit ins Zytoplasma transportiert wird. Im Zytoplasma entgeht die A-Untereinheit der Ubiquitinierung, wie es für falsch gefaltete Proteine sonst üblich wäre. Stattdessen bewirkt die A-Untereinheit die übermässige Aktivierung der Adenylatzyklase. Gib für jede der folgenden Aussagen an, ob sie richtig oder falsch ist.



119. Gib für jede der folgenden Aussagen an, ob sie richtig oder falsch ist.

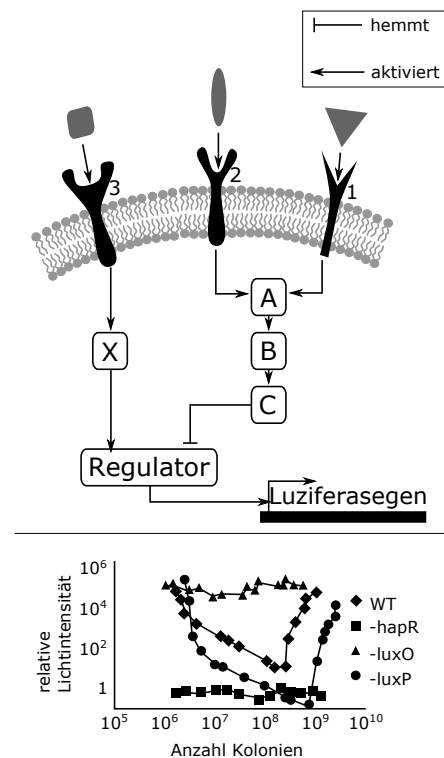
- A. Eine Möglichkeit, ein falsch gefaltetes Protein zu imitieren, bestünde darin, vor allem hydrophile Aminosäuren auf der Oberfläche zu präsentieren.
- B. Die Ubiquitinierung der A-Untereinheit hätte zur Folge, dass das Peptid im Proteasom abgebaut würde.
- C. Die übermässige Abgabe von Chloridionen in den Darm führt zu starkem wässrigen Durchfall.
- D. Chloridionen werden aktiv in den Darm gepumpt.

- A. Die A:B₅-Struktur entspricht der Tertiärstruktur des Proteins.
- B. Das Toxin wird über den Prozess der Rezeptor-medierten Endozytose in die Wirtszelle aufgenommen.
- C. Dank diesem Mechanismus kann sich *V. cholerae* in den Darmepithelzellen vor dem Immunsystem verstecken.
- D. Das Toxin bindet im Endosom an Recyclingrezeptoren, um nicht im Lysosom verdaut zu werden.

120. Einzeller können mittels eines Prozesses, der als Quorum Sensing bezeichnet wird, miteinander kommunizieren. Eine wichtige Funktion des Quorum Sensing ist das Messen der Zelldichte, was für die Regulation der Virulenz wichtig ist. Dazu sekretiert jedes Bakterium Quorum Sensing Moleküle. Gleichzeitig besitzt es Rezeptoren, um die Quorum Sensing Moleküle von ihresgleichen wahrzunehmen. Wird eine gewisse Schwellenkonzentration an Quorum Sensing Molekülen überschritten, wird die Genexpression entsprechender Zielgene induziert. Durch genetische Analysen wurden verschiedene Kandidatengene für solche Quorum Sensing Schaltkreise in *V. cholerae* entdeckt. Miller et al. haben 2002 die Rollen der einzelnen Komponenten im Quorum Sensing System von *V. cholerae* untersucht, indem sie verschiedene Kandidatengene ausgeschaltet haben. Ausserdem haben sie das Luziferase-Gen von *Vibrio harveyi* in *V. cholerae* eingebaut. Dieses wird von einem konservierten Genregulator reguliert, welcher auf Quorum Sensing Moleküle reagiert. Die Luziferase katalysiert eine chemische Reaktion, die zu Lichtemission (Biolumineszenz) führt. Gib für jede der folgenden Aussagen an, ob sie richtig oder falsch ist.

- A. In Krankheitserregern wie *V. cholerae* ist Quorum Sensing wichtig, damit Virulenzgene (z.B. Cholera toxin) erst exprimiert werden, wenn genügend Bakterien für eine erfolgreiche Infektion da sind.
- B. Dieses Experiment funktioniert nur, wenn die Funktion der natürlichen Zielgene des Regulators in *V. cholerae* bekannt ist.
- C. Die Lichtemission bietet einen einfachen Nachweis für die Zellantwort auf Quorum Sensing.
- D. Die Genesequenz des Regulators von *V. harveyi* ist nahezu identisch mit derjenigen des Regulators in *V. cholerae*.

121. In der Grafik sind eine vereinfachte Darstellung eines möglichen Schaltkreises und die Ergebnisse dargestellt, wenn einzelne Gene des Regulationszyklus ausgeschaltet werden. Mit WT werden diejenigen Bakterien bezeichnet, die über das Luziferaseoperon von *V. harveyi* verfügen, bei denen aber keine Gene ausgeschaltet wurden. Ausgeschaltete Gene werden mit "-Genname" bezeichnet. Gib für jede der folgenden Aussagen an, ob sie richtig oder falsch ist.



- A. Falls ein Gen ausgeschaltet wird, dessen Genprodukt keinen Einfluss auf den Schaltkreis hat, wird dessen Kurve der WT-Kurve entsprechen.
- B. LuxP kodiert für den Rezeptor 2.
- C. LuxO kodiert für X oder Rezeptor 3.
- D. HapR ist vermutlich der Regulator.

[illegible][illegible]

Zellbiologie und Biochemie

biochemie

1. A B C D
☐ R ☐ R ☐ R ☐ R
☐ F ☐ F ☐ F ☐ F

2. A B C D
☐ R ☐ R ☐ R ☐ R
☐ F ☐ F ☐ F ☐ F

3. A B C D
☐ R ☐ R ☐ R ☐ R
☐ F ☐ F ☐ F ☐ F

4. A B C D
☐ R ☐ R ☐ R ☐ R
☐ F ☐ F ☐ F ☐ F

5. A B C D
☐ R ☐ R ☐ R ☐ R
☐ F ☐ F ☐ F ☐ F

6. A B C D
☐ R ☐ R ☐ R ☐ R
☐ F ☐ F ☐ F ☐ F

7. A B C D
☐ R ☐ R ☐ R ☐ R
☐ F ☐ F ☐ F ☐ F

8. A B C D
☐ R ☐ R ☐ R ☐ R
☐ F ☐ F ☐ F ☐ F

9. ☐ A ☐ B ☐ C ☐ D

10. A B C D
☐ R ☐ R ☐ R ☐ R
☐ F ☐ F ☐ F ☐ F

11. A B C D
☐ R ☐ R ☐ R ☐ R
☐ F ☐ F ☐ F ☐ F

12. A B C D
☐ R ☐ R ☐ R ☐ R
☐ F ☐ F ☐ F ☐ F

13. A B C D
☐ R ☐ R ☐ R ☐ R
☐ F ☐ F ☐ F ☐ F

14. A B C D
☐ R ☐ R ☐ R ☐ R
☐ F ☐ F ☐ F ☐ F

15. A B C D
☐ R ☐ R ☐ R ☐ R
☐ F ☐ F ☐ F ☐ F

16. A B C D
☐ R ☐ R ☐ R ☐ R
☐ F ☐ F ☐ F ☐ F

17. A B C D
☐ R ☐ R ☐ R ☐ R
☐ F ☐ F ☐ F ☐ F

18. A B C D
☐ R ☐ R ☐ R ☐ R
☐ F ☐ F ☐ F ☐ F

19. ☐ A ☐ B ☐ C ☐ D

20. A B C D
☐ R ☐ R ☐ R ☐ R
☐ F ☐ F ☐ F ☐ F

Pflanzenphysiologie und -anatomie

und -anatomie

21. A B C D
☐ R ☐ R ☐ R ☐ R
☐ F ☐ F ☐ F ☐ F

22. A B C D
☐ R ☐ R ☐ R ☐ R
☐ F ☐ F ☐ F ☐ F

23. ☐ A ☐ B ☐ C ☐ D

24. A B C D
☐ R ☐ R ☐ R ☐ R
☐ F ☐ F ☐ F ☐ F

25. A B C D
☐ R ☐ R ☐ R ☐ R
☐ F ☐ F ☐ F ☐ F

26. A B C D
☐ R ☐ R ☐ R ☐ R
☐ F ☐ F ☐ F ☐ F

27. A B C D
☐ R ☐ R ☐ R ☐ R
☐ F ☐ F ☐ F ☐ F

28. A B C D
☐ R ☐ R ☐ R ☐ R
☐ F ☐ F ☐ F ☐ F

29. A B C D
☐ R ☐ R ☐ R ☐ R
☐ F ☐ F ☐ F ☐ F

30. A B C D
☐ R ☐ R ☐ R ☐ R
☐ F ☐ F ☐ F ☐ F

31. A B C D
☐ R ☐ R ☐ R ☐ R
☐ F ☐ F ☐ F ☐ F

32. A B C D
☐ R ☐ R ☐ R ☐ R
☐ F ☐ F ☐ F ☐ F

33. ☐ A ☐ B ☐ C ☐ D

34. A B C D
☐ R ☐ R ☐ R ☐ R
☐ F ☐ F ☐ F ☐ F

35. ☐ A ☐ B ☐ C ☐ D

36. ☐ A ☐ B ☐ C ☐ D

**Tierphysiologie
und -anatomie**

37. A B C D
☐ R ☐ R ☐ R ☐ R
☐ F ☐ F ☐ F ☐ F

38. ☐ A ☐ B ☐ C ☐ D

39. A B C D
☐ R ☐ R ☐ R ☐ R
☐ F ☐ F ☐ F ☐ F

40. ☐ A ☐ B ☐ C ☐ D

41. A B C D
☐ R ☐ R ☐ R ☐ R
☐ F ☐ F ☐ F ☐ F

42. A B C D
☐ R ☐ R ☐ R ☐ R
☐ F ☐ F ☐ F ☐ F

43. A B C D
☐ R ☐ R ☐ R ☐ R
☐ F ☐ F ☐ F ☐ F

44. A B C D
☐ R ☐ R ☐ R ☐ R
☐ F ☐ F ☐ F ☐ F

45. A B C D
☐ R ☐ R ☐ R ☐ R
☐ F ☐ F ☐ F ☐ F

46. ☐ A ☐ B ☐ C ☐ D

47. A B C D
☐ R ☐ R ☐ R ☐ R
☐ F ☐ F ☐ F ☐ F

48. A B C D
☐ R ☐ R ☐ R ☐ R
☐ F ☐ F ☐ F ☐ F

49. A B C D
☐ R ☐ R ☐ R ☐ R
☐ F ☐ F ☐ F ☐ F

50. A B C D
☐ R ☐ R ☐ R ☐ R
☐ F ☐ F ☐ F ☐ F

51. A B C D
☐ R ☐ R ☐ R ☐ R
☐ F ☐ F ☐ F ☐ F

52. A B C D
☐ R ☐ R ☐ R ☐ R
☐ F ☐ F ☐ F ☐ F

53. A B C D
☐ R ☐ R ☐ R ☐ R
☐ F ☐ F ☐ F ☐ F

54. A B C D
☐ R ☐ R ☐ R ☐ R
☐ F ☐ F ☐ F ☐ F

55. A B C D
☐ R ☐ R ☐ R ☐ R
☐ F ☐ F ☐ F ☐ F

56. A B C D
☐ R ☐ R ☐ R ☐ R
☐ F ☐ F ☐ F ☐ F

57. ☐ A ☐ B ☐ C ☐ D

58. A B C D
☐ R ☐ R ☐ R ☐ R
☐ F ☐ F ☐ F ☐ F

59. ☐ A ☐ B ☐ C ☐ D

60. ☐ A ☐ B ☐ C ☐ D

61. ☐ A ☐ B ☐ C ☐ D

62. A B C D
☐ R ☐ R ☐ R ☐ R
☐ F ☐ F ☐ F ☐ F

Verhalten

63. ☐ A ☐ B ☐ C ☐ D

64. ☐ A ☐ B ☐ C ☐ D

65. ☐ A ☐ B ☐ C ☐ D

66. A B C D
☐ R ☐ R ☐ R ☐ R
☐ F ☐ F ☐ F ☐ F

Genetik und Evolution

67. A B C D
☐ R ☐ R ☐ R ☐ R
☐ F ☐ F ☐ F ☐ F

68. A B C D
☐ R ☐ R ☐ R ☐ R
☐ F ☐ F ☐ F ☐ F

69. ☐ A ☐ B ☐ C ☐ D

70. A B C D
☐ R ☐ R ☐ R ☐ R
☐ F ☐ F ☐ F ☐ F

71. A B C D
☐ R ☐ R ☐ R ☐ R
☐ F ☐ F ☐ F ☐ F

72. A B C D
☐ R ☐ R ☐ R ☐ R
☐ F ☐ F ☐ F ☐ F

73. A B C D
☐ R ☐ R ☐ R ☐ R
☐ F ☐ F ☐ F ☐ F

74. ☐ A ☐ B ☐ C ☐ D

75. A B C D
☐ R ☐ R ☐ R ☐ R
☐ F ☐ F ☐ F ☐ F

76. ☐ A ☐ B ☐ C ☐ D

77. ☐ A ☐ B ☐ C ☐ D

78. ☐ A ☐ B ☐ C ☐ D

79. ☐ A ☐ B ☐ C ☐ D

80. A B C D
☐ R ☐ R ☐ R ☐ R
☐ F ☐ F ☐ F ☐ F

81. A B C D
☐ R ☐ R ☐ R ☐ R
☐ F ☐ F ☐ F ☐ F

82. A B C D
☐ R ☐ R ☐ R ☐ R
☐ F ☐ F ☐ F ☐ F

83. A B C D
☐ R ☐ R ☐ R ☐ R
☐ F ☐ F ☐ F ☐ F

84. A B C D
☐ R ☐ R ☐ R ☐ R
☐ F ☐ F ☐ F ☐ F

85. A B C D
☐ R ☐ R ☐ R ☐ R
☐ F ☐ F ☐ F ☐ F

86. ☐ A ☐ B ☐ C ☐ D

[illegible][illegible]

Ökologie

87. A B C D

<input type="radio"/> R	<input type="radio"/> R	<input type="radio"/> R	<input type="radio"/> R
<input type="radio"/> F	<input type="radio"/> F	<input type="radio"/> F	<input type="radio"/> F

88. (A) (B) (C) (D)

89. (A) (B) (C) (D)

90. A B C D

<input type="radio"/> R	<input type="radio"/> R	<input type="radio"/> R	<input type="radio"/> R
<input type="radio"/> F	<input type="radio"/> F	<input type="radio"/> F	<input type="radio"/> F

91. A B C D

<input type="radio"/> R	<input type="radio"/> R	<input type="radio"/> R	<input type="radio"/> R
<input type="radio"/> F	<input type="radio"/> F	<input type="radio"/> F	<input type="radio"/> F

92. A B C D

<input type="radio"/> R	<input type="radio"/> R	<input type="radio"/> R	<input type="radio"/> R
<input type="radio"/> F	<input type="radio"/> F	<input type="radio"/> F	<input type="radio"/> F

93. A B C D

<input type="radio"/> R	<input type="radio"/> R	<input type="radio"/> R	<input type="radio"/> R
<input type="radio"/> F	<input type="radio"/> F	<input type="radio"/> F	<input type="radio"/> F

94. A B C D

<input type="radio"/> R	<input type="radio"/> R	<input type="radio"/> R	<input type="radio"/> R
<input type="radio"/> F	<input type="radio"/> F	<input type="radio"/> F	<input type="radio"/> F

95. A B C D

<input type="radio"/> R	<input type="radio"/> R	<input type="radio"/> R	<input type="radio"/> R
<input type="radio"/> F	<input type="radio"/> F	<input type="radio"/> F	<input type="radio"/> F

Systematik

96. A B C D

<input type="radio"/> R	<input type="radio"/> R	<input type="radio"/> R	<input type="radio"/> R
<input type="radio"/> F	<input type="radio"/> F	<input type="radio"/> F	<input type="radio"/> F

97. A B C D

<input type="radio"/> R	<input type="radio"/> R	<input type="radio"/> R	<input type="radio"/> R
<input type="radio"/> F	<input type="radio"/> F	<input type="radio"/> F	<input type="radio"/> F

98. A B C D

<input type="radio"/> R	<input type="radio"/> R	<input type="radio"/> R	<input type="radio"/> R
<input type="radio"/> F	<input type="radio"/> F	<input type="radio"/> F	<input type="radio"/> F

99. (A) (B) (C) (D)

100. A B C D

<input type="radio"/> R	<input type="radio"/> R	<input type="radio"/> R	<input type="radio"/> R
<input type="radio"/> F	<input type="radio"/> F	<input type="radio"/> F	<input type="radio"/> F

Szenario Adoptive T-Zell Therapie

101. A B C D

<input type="radio"/> R	<input type="radio"/> R	<input type="radio"/> R	<input type="radio"/> R
<input type="radio"/> F	<input type="radio"/> F	<input type="radio"/> F	<input type="radio"/> F

102. A B C D

<input type="radio"/> R	<input type="radio"/> R	<input type="radio"/> R	<input type="radio"/> R
<input type="radio"/> F	<input type="radio"/> F	<input type="radio"/> F	<input type="radio"/> F

103. A B C D

<input type="radio"/> R	<input type="radio"/> R	<input type="radio"/> R	<input type="radio"/> R
<input type="radio"/> F	<input type="radio"/> F	<input type="radio"/> F	<input type="radio"/> F

Szenario Honigbiene

104. A B C D

<input type="radio"/> R	<input type="radio"/> R	<input type="radio"/> R	<input type="radio"/> R
<input type="radio"/> F	<input type="radio"/> F	<input type="radio"/> F	<input type="radio"/> F

105. A B C D

<input type="radio"/> R	<input type="radio"/> R	<input type="radio"/> R	<input type="radio"/> R
<input type="radio"/> F	<input type="radio"/> F	<input type="radio"/> F	<input type="radio"/> F

106. A B C D

<input type="radio"/> R	<input type="radio"/> R	<input type="radio"/> R	<input type="radio"/> R
<input type="radio"/> F	<input type="radio"/> F	<input type="radio"/> F	<input type="radio"/> F

107. (A) (B) (C) (D)

Szenario Mais

108. A B C D

<input type="radio"/> R	<input type="radio"/> R	<input type="radio"/> R	<input type="radio"/> R
<input type="radio"/> F	<input type="radio"/> F	<input type="radio"/> F	<input type="radio"/> F

109. A B C D

<input type="radio"/> R	<input type="radio"/> R	<input type="radio"/> R	<input type="radio"/> R
<input type="radio"/> F	<input type="radio"/> F	<input type="radio"/> F	<input type="radio"/> F

110. A B C D

<input type="radio"/> R	<input type="radio"/> R	<input type="radio"/> R	<input type="radio"/> R
<input type="radio"/> F	<input type="radio"/> F	<input type="radio"/> F	<input type="radio"/> F

111. A B C D

<input type="radio"/> R	<input type="radio"/> R	<input type="radio"/> R	<input type="radio"/> R
<input type="radio"/> F	<input type="radio"/> F	<input type="radio"/> F	<input type="radio"/> F

Szenario Darwinfinken

112. A B C D

<input type="radio"/> R	<input type="radio"/> R	<input type="radio"/> R	<input type="radio"/> R
<input type="radio"/> F	<input type="radio"/> F	<input type="radio"/> F	<input type="radio"/> F

113. A B C D

<input type="radio"/> R	<input type="radio"/> R	<input type="radio"/> R	<input type="radio"/> R
<input type="radio"/> F	<input type="radio"/> F	<input type="radio"/> F	<input type="radio"/> F

114. A B C D

<input type="radio"/> R	<input type="radio"/> R	<input type="radio"/> R	<input type="radio"/> R
<input type="radio"/> F	<input type="radio"/> F	<input type="radio"/> F	<input type="radio"/> F

115. A B C D

<input type="radio"/> R	<input type="radio"/> R	<input type="radio"/> R	<input type="radio"/> R
<input type="radio"/> F	<input type="radio"/> F	<input type="radio"/> F	<input type="radio"/> F

Szenario Vibrio cholerae

116. (A) (B) (C) (D)

117. A B C D

<input type="radio"/> R	<input type="radio"/> R	<input type="radio"/> R	<input type="radio"/> R
<input type="radio"/> F	<input type="radio"/> F	<input type="radio"/> F	<input type="radio"/> F

118. A B C D

<input type="radio"/> R	<input type="radio"/> R	<input type="radio"/> R	<input type="radio"/> R
<input type="radio"/> F	<input type="radio"/> F	<input type="radio"/> F	<input type="radio"/> F

119. A B C D

<input type="radio"/> R	<input type="radio"/> R	<input type="radio"/> R	<input type="radio"/> R
<input type="radio"/> F	<input type="radio"/> F	<input type="radio"/> F	<input type="radio"/> F

120. A B C D

<input type="radio"/> R	<input type="radio"/> R	<input type="radio"/> R	<input type="radio"/> R
<input type="radio"/> F	<input type="radio"/> F	<input type="radio"/> F	<input type="radio"/> F

121. A B C D

<input type="radio"/> R	<input type="radio"/> R	<input type="radio"/> R	<input type="radio"/> R
<input type="radio"/> F	<input type="radio"/> F	<input type="radio"/> F	<input type="radio"/> F