

34. Internationale BiologieOlympiade 2023



**Biologie
verbindet!**

mach mit und hol
dir die spannenden
Aufgaben für die
BiologieOlympiade
2023



← Die Aufgaben der 1. Runde und
Infos zur Teilnahme findest du unter
www.biologieolympiade.info



34. Internationale BiologieOlympiade 2023



Hier geht es zur Anmeldung:
www.biologieolympiade.info

Bei der 1. Runde der Internationalen BiologieOlympiade stehen vier Aufgaben zur Auswahl, von denen Sie drei zur Bearbeitung auswählen können. Alle Aufgaben und die Teilnahmebedingungen finden Sie unter www.biologieolympiade.info. Dort können Sie sich zur Teilnahme registrieren und finden auch Lernmaterialien und Trainingsaufgaben.

Die Aufgaben der 1. Runde

AUFGABE 1

Ganz schön bitter (Botanik, Genetik)

Aus dem wilden Kohl „*Brassica oleracea*“ wurden erstaunlich viele als Gemüse verwendete Sorten gezüchtet.

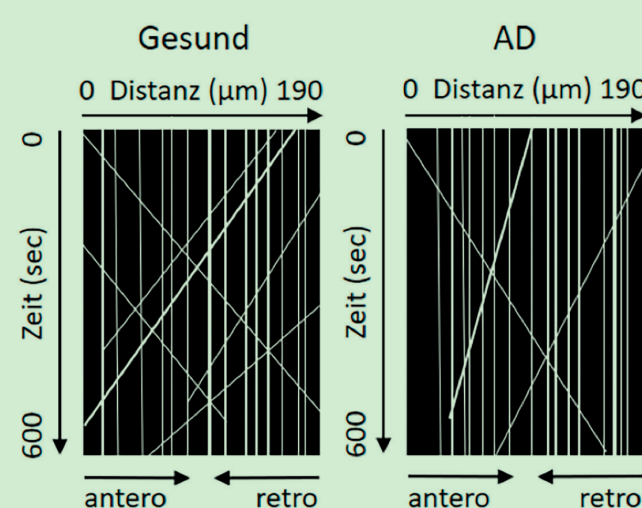
- a) Nennen Sie zu folgenden Kohlarten jeweils das als Gemüse hauptsächlich genutzte Pflanzenorgan: Brokkoli, Grünkohl, Kohlrabi, Pak Choi, Romanesco, Rosenkohl. (3 Punkte)
- b) Brokkoli oder Rosenkohl schmecken nicht allen. Eine Studie zeigte, dass dies an einer Genvariante liegen könnte, die zu einer erhöhten Wahrnehmung von Bitterstoffen führt. Befragen Sie mindestens 30 Personen unter 20 Jahren nach ihrer Abneigung gegenüber Rosenkohl. Errechnen Sie daraus die Allelfrequenz für die „Bitter-Variante“ unter der Annahme von zwei Allelen. Vergleichen Sie statistisch, ob Ihre berechnete Genotypverteilung von der aus der Forschung (80,6% „Bitter-Schmecker“) signifikant abweicht (Signifikanzniveau 0,05; <https://www.scienceolympiaden.de/media/1004/download/IBO-Lernbl%C3%A4tter-ChiQuadratTest2019.pdf?v=1>). Dokumentieren Sie alle Ergebnisse und Rechenwege. (6 Punkte)
- c) Eine Studie zeigte, dass Menschen aus Kenia und Kamerun viel sensibler auf die Konzentrationen eines Bitterstoffs reagierten als Menschen aus Europa. Nennen Sie je einen Vor- und Nachteil der hohen Empfindlichkeit gegenüber Bitterstoffen. Vergleichen Sie diese Fähigkeit bei Carnivoren, Omnivoren und Herbivoren und begründen Sie kurz. (3 Punkte)
- d) Es gibt mittlerweile Blumenkohl nicht nur in der Farbe weiß sondern auch in hellorange oder hellviolett. Eine mögliche Methode um herauszufinden, ob die enthaltenen Farbstoffe denen von Rotkohl, Roter Beete, Curcuma und Karotten ähneln, ist die Chromatographie. Beschreiben Sie zwei andere einfache Versuche, um die Farbstoffe zu vergleichen. Nennen Sie die jeweils enthaltenen Farbstoffe und die möglichen Ergebnisse. (8 Punkte)

AUFGABE 2

Lass dich nicht verwirren! (Neurophysiologie)

In der heutigen Zeit sinkt aufgrund der starken medialen Einflüsse und Ablenkungen die Konzentrationsfähigkeit.

- a) Der klassische Stroop-Test wird gerne als Test u.a. für die Konzentrationsfähigkeit verwendet. Erklären Sie die Funktionsweise des Tests. Führen Sie (z.B. mittels geeignetem Online-Test) eine Versuchsreihe durch und beschreiben Sie die Durchführung und erhobene (sowie ggf. weitere mögliche) Variablen. Bestimmen Sie dabei zunächst Ihre Lernkurve (mind. 5 Durchläufe) und stellen Sie diese dar. (5 Punkte)
- b) Vergleichen Sie dann Ihre Ergebnisse in Ruhe mit denen beim Hören von (1) Musik bzw. (2) deutsch- bzw. (3) fremdsprachigem Text. Visualisieren Sie Ihre Ergebnisse. Ermitteln Sie, ob es statistisch signifikante Abweichungen der Messungen gibt (<https://www.scienceolympiaden.de/media/1004/download/IBO-Lernbl%C3%A4tter-ChiQuadratTest2019.pdf?v=1>). Erstellen Sie ein Protokoll. (8,5 Punkte)
- c) Der Stroop-Test ist bei Farbenblinden oder Personen ohne Lesefähigkeit nicht anwendbar. Beschreiben Sie zwei Modifikationsmöglichkeiten. (1,5 Punkte)
- d) Auch bei der Alzheimer Erkrankung (AD) kommt es zu Einschränkungen der Konzentration- und Gedächtnisfähigkeit und zu Veränderungen des neuronalen Stoffwechsels z.B. in den Mitochondrien. Den Einfluss auf den axonalen Transport kann man mittels Kymographen anhand der Wanderung fluoreszenzmarkierter Mitochondrien anterograd (vom Zellkern zum Axonende) sowie retrograd (vom Axonende zum Zellkern) analysieren. Die (idealisierten) Kymograph-Bilder zeigen mit weißen Linien die Signale der Mitochondrien für Neurone mit (AD) und ohne (Gesund) Behandlung mit den für die Alzheimer-Erkrankung typischen Amyloid-Beta-Peptiden. Die Aufnahmedauer beträgt 600 s. Vergleichen Sie die Beweglichkeit und ungefähre Geschwindigkeit der Mitochondrien und schätzen Sie letztere grob ab. Stellen Sie eine Vermutung über den möglichen Zusammenhang der Beobachtung mit der Erkrankung auf.



(5 Punkte)

AUFGABE 3

ZielGENau (Molekularbiologie, Bioinformatik)

Nutzen Sie zur Lösung der Aufgabe das Lernblatt Molekularbiologie.

Im Jahre 2020 wurde der Nobelpreis für Chemie an die beiden Wissenschaftlerinnen Emmanuelle Charpentier und Jennifer Doudna verliehen für ihre Entdeckung der Genome-Editing-Technologie mittels der CRISPR/Cas-Methode.

- a) Grundlage der Methode ist das CRISPR-System, welches zunächst in dem Bakterium *Escherichia coli* entdeckt wurde. Beschreiben Sie die allgemeine Funktionsweise und erklären Sie die Bedeutung dieses Systems für *E. coli*. (2 Punkte)
- b) Eine häufiges Anwendungsgebiet in der Molekularbiologie ist das Ausschalten oder gezielte Verändern von Genen. Im folgenden Gedankenexperiment soll das für die Ketohexokinase (KHK) kodierende Gen in einer Zellkultur verändert werden. Die Sequenz des ersten Exons dieses Gens ist im Folgenden in 5'-3'-Richtung gezeigt.
- 1 11 21 31 41 51
ATGGAAGAGA AGCAGATCT GTGCGTGGG CTAGTGGTGC TGGACGTCAT CAGCTGTGGT
61 71 81 91
GACAAATACC CTAAGGAGGA CTCGAGATA AG
- Ermitteln Sie gemäß der im Lernblatt genannten Prinzipien die effizienteste Sequenz für eine single guide RNA (sgRNA), um innerhalb der gezeigten Sequenz einen Strangbruch durch Cas9 zu verursachen. (2,5 Punkte)
- c) Möchte man eine gezielte Mutation in die Ziel-DNA einfügen, nutzt man häufig die natürlichen DNA-Reparaturmechanismen der Zelle, um mittels homologer Rekombination die Zielsequenz zu verändern. Dazu entwirft man ein doppelsträngiges DNA-Fragment, welches im Zentrum die gewünschte Mutation enthält, zu beiden Seiten flankiert von 20 Nukleotiden, die zu der Wildtyp-DNA komplementär sind. Ermitteln Sie die Sequenz des DNA-Fragments, das nötig ist, um die Mutation p.L14W in eine mittels der CRISPR/Cas-Methode zuvor geschnittene DNA einzufügen. (2 Punkte)
- d) Beschreiben Sie, welchen natürlichen Mechanismus man sich beim Einsatz der CRISPR/Cas-Methode zunutze macht, um ein Gen vollständig auszuschalten. (1,5 Punkte)
- e) In der Praxis nutzt man heutzutage computerbasierte Algorithmen, um ein Set von möglichen sgRNAs für das Genome-Editing zu ermitteln. Nutzen Sie für die folgende Aufgabe die frei zugängliche Software des sgRNA-Anbieters Synthego, zu finden unter <https://design.synthego.com>. Suchen Sie innerhalb des *Homo sapiens*-Genoms nach dem KHK-Gen, das für die Ketohexokinase codiert und dort nach Sequenzen in Exon 2. Ermitteln Sie die vier gemäß diesem Tool am besten geeigneten sgRNA-Sequenzen. Erklären Sie, welche Vorteile diese vier sgRNAs gegenüber anderen möglichen sgRNA-Sequenzen bieten. (4 Punkte)
- f) Nach einer erfolgreichen CRISPR/Cas-Behandlung von kultivierten Zellen muss das korrekte Einfügen der Mutationen überprüft werden. Im Folgenden ist Ihnen eine Basensequenz aus einem solchen Experiment in 5'-3'-Richtung gegeben. Nutzen Sie dazu den BLAST-Algorithmus (<https://blast.ncbi.nlm.nih.gov>) wie im Lernblatt beschrieben. Geben Sie an, zu welchem Gen die gezeigte Sequenz gehört. Ermitteln Sie außerdem die darin enthaltenen Mutationen und notieren Sie diese auf cDNA-, sowie auf Proteinebene.

1 11 21 31 41 51
ATGGCAAGGC GCAAGCCAGA AGGGTCCAGC TTAAACATGA CCCACTGTCT CATGGCTATG
61 71 81 91 101 111
GAATTTCTT TTTCCCAAGT TGCCAGTGGG CAATCCACCC CTCAGCTGGG CAACACCCAG
121 131 141
CACCAGCAG AGTTAGGAAA G

(4 Punkte)

- g) Die Einführung der CRISPR/Cas-Technologie bietet eine Vielzahl neuer Einsatzmöglichkeiten zum Beispiel in der Medizin oder der Landwirtschaft. Nennen Sie je zwei Vor- und Nachteile des Einsatzes dieser Technologie aus biologischer oder ethischer Sicht. (4 Punkte)

AUFGABE 4

Das ist aber reizend (Physiologie)

Für die Entdeckung der menschlichen Rezeptoren für Temperatur- und Berührungsempfinden erhielten die beiden Wissenschaftler David Julius und Ardem Patapoutian im Jahr 2021 den Nobelpreis für Physiologie oder Medizin. Solche Rezeptoren und die zugehörigen Sinnesorgane sind für die Interaktion von Organismen mit der Umwelt unabdingbar.

- a) Obwohl es viele verschiedene Sinnesorgane bei Wirbeltieren gibt, lassen diese sich übergeordneten Rezeptorkategorien zuordnen. Nennen Sie vier solcher Kategorien und jeweils beispielhaft eine Sinnesmodalität (Sinn und Organ). (4 Punkte)
- b) Der Geschmackssinn des Menschen spielt eine wichtige Rolle bei dessen Ernährung. Nennen Sie die fünf hauptsächlich Geschmacksrichtungen, die Menschen erkennen können, sowie jeweils deren evolutionsbiologische Relevanz. (2,5 Punkte)
- c) Bereiten Sie für ein Experiment eine fünfschrittige Verdünnungsreihe von Speisesalz ($w = 0,1$ bis 1% NaCl) in Trinkwasser vor. Ermitteln Sie nun an sich selbst die minimale Schwellenkonzentration von NaCl, die nötig ist, um einen salzigen Geschmack wahrzunehmen. Lassen Sie sich dazu von einer zweiten Person jeweils ein Wattestäbchen mit geringer Menge der Lösungen in zufälliger Reihenfolge (auch im Wechsel mit Wasser als Negativkontrolle) geben und tupfen Sie es auf Ihre Zungenspitze. Jede Lösung soll mindestens fünfmal verwendet werden. Spülen Sie nach Bedarf zwischendurch mit Wasser. Ermitteln Sie die Konzentration, die noch in mindestens 50 % der Fälle als salzig erkannt wurde. Stellen Sie den Anteil der korrekt als salzig erkannten Versuche grafisch dar. (5 Punkte)
- d) Wiederholen Sie den Versuch aus Teil c) mit NaCl-Lösungen, zu denen Sie jeweils Haushaltszucker (Saccharose) geben, sodass die Saccharosekonzentration $w = 2\%$ beträgt. Ermitteln Sie erneut die Schwellenkonzentration der salzigen Geschmackswahrnehmung. Beschreiben Sie die Ergebnisse und interpretieren Sie diese in Hinblick auf die neuronale Verarbeitung der Geschmackswahrnehmung. (4,5 Punkte)
- e) Ein typisches Symptom bei Erkältungskrankheiten ist der vorübergehende Verlust des Geruchssinnes. Auch bei der durch SARS-CoV-2 ausgelösten COVID-19-Erkrankung zählt ein Geruchs- und Geschmacksverlust zu den häufigen Symptomen, der sogar über mehrere Wochen anhalten kann. Beschreiben Sie die physiologischen Ursachen des Geruchsverlustes und dessen Regeneration bei leichten Erkältungskrankheiten im Vergleich zu schwereren Infektionen, z.B. durch SARS-CoV-2. (4 Punkte)

Hier geht's zur Anmeldung ►►►



1. Runde

bis 27. September 2022

2. Runde

November 2022

3. Runde

Februar 2023

4. Runde

Mai 2023

Internationaler Wettbewerb

Juli 2023

GEFÖRDERT VOM

