

LÖSUNGEN Aufgabe 1: Botanik

(10P)

Diese Aufgabe enthält einen kleinen Versuch, der selbst zu Hause ohne großen Aufwand durchgeführt werden kann und die praktische Aktivität der Schüler sowie eine gründliche Versuchplanung und Protokollierung fördern soll. Mit Hilfe von Literatur sollen die mit lateinischen Namen, wie in der Internationalen Biologie-Olympiade und in der Wissenschaft üblich, bezeichneten Pflanzen erkannt werden. Fragen zur Systematik (Blütendiagramme – häufiger Bestandteil von IBO-Fragen) und Ökologie (Metamorphose) runden die Aufgabe ab. Die Abbildung auf dem Plakat soll als Blickfang dienen.

a)

6P

1. formale Gesichtspunkte (0,5P):

korrektes Protokollieren des Versuchs mit Einteilung in Durchführung (Beschreibung, Material), Beobachtung und Auswertung

2. richtiges Erkennen der Pflanzen anhand der gegebenen lateinischen Namen: (0,5P)

(I) *Beta vulgaris ssp. vulgaris var. conditiva* (I) = Rote Rübe / Rote Beete

(II) *Brassica oleracea convar. capitata var. capitata f. rubra* (II) = Rotkraut / Rotkohl

3. Durchführung des Versuchs

Gewinnung von Pflanzensaft (Kochen zerkleinerter Pflanzenteile in Wasser als Lösungsmittel) (0,5P)

Zugabe verschiedener Haushalts- bzw. Lebensmittel (z. B. Backpulver, Waschmittel, Essig, Zitronensaft) in geeigneter Menge zu Portionen von Pflanzensaft (z. B. in durchsichtigem Glas), Beobachtung nach dem Mischen (0,5P)

4. Beobachtung der Farbänderung:

Zugabe von z. B.	Rotkohl	Rote Rübe
- (Kontrolle / Ausgangsfarbe)	lila / violett	rot bis weinrot
Zitronensaft	rot	rot bis weinrot
Essig	rot	rot bis weinrot
Backpulver	blau - lila	rot bis weinrot
Vollwaschmittel	grün bis gelblich	rot bis weinrot (z. T. leicht dunkler)

Benotung je nach verwendeter Chemikalie analog:

Ausgangsfarbe (0,5P)

Farbänderung bei Zugabe saurer / basischer Stoffe beim Rotkohlsaft (rot – 0,5P bzw. blau bis grün – 0,5P)

keine deutliche Farbänderung bei Zugabe zum Rote Beete Saft (0,5P)

5. Auswertung:

Zuordnung der verwendeten Haushalts- bzw. Lebensmittel zu Säuren und Basen (0,5P)

(Säuren z. B. Essig, Zitronensaft, Basen z. B. Backpulver, Waschmittel)

Saft von Rotkohl eignet sich als pH-Indikator, da er im sauren und basischen Milieu unterschiedliche Färbung aufweist (0,5P),

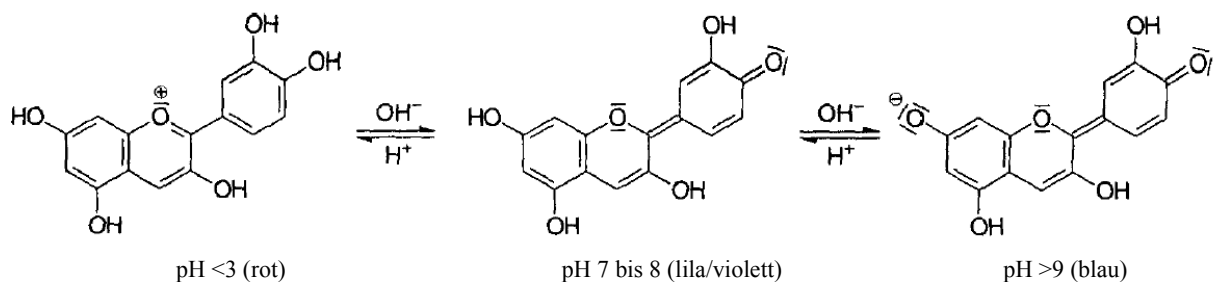
der Saft von der roten Rübe dagegen nicht (0,5P)

Formulierung einer Einschränkung, z. B.: gilt nur für den getesteten pH-Bereich der verwendeten Haushaltsmittel (z. B. Überprüfung des pH-Wertes wäre nötig, Testen eines größeren Bereiches in kleineren pH-Stufen) (0,5P)

b)

1,5P

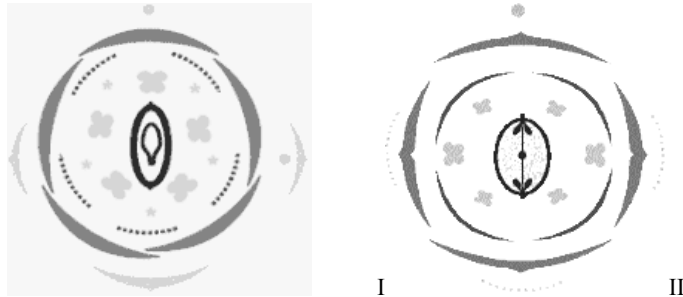
Rotkraut enthält als sekundäre Pflanzenstoffe die Farbstoffe Anthocyane – Strukturveränderung im sauren / basischen Milieu führt zu unterschiedlicher Färbung (0,5P).



Strukturformel – Änderung des Protonierungsgrades (0,5P)

(Rotkohl enthält den Farbstoff Cyanin bestehend aus Cyanidin (Abb.) verknüpft mit Zuckerresten. Bei verschiedenen pH-Werten weist er unterschiedliche Strukturen auf; bei hohen pH-Werten wandelt sich der blaue Farbstoff langsam irreversibel in einen gelben um – z. B. bei längerer Einwirkung von Waschmittel.)

Rote Beete enthalten statt der häufigen Anthocyane andere sekundäre Pflanzenfarbstoffe, Betalaine (hier Betacyan) – Indolderivate, keine strukturelle Veränderung bei unterschiedlichem pH-Wert (0,5P)
(Erläuterungen in Klammern werden nicht vom Schüler verlangt.)



c) 1,5P

Pflanze = I (rote Rübe, *Chenopodiaceae*) (0,5P)

(Entweder Nachschlagen oder durch Ausschlussverfahren, die Blütenstruktur der *Brassicaceae* dürfte in Botanikbüchern etc. wesentlich häufiger zu finden sein.)

Blütendiagramm (*Brassicaceae* – Kreuzblütler) (0,5P)

Blütenformel: $+K_4 C_4 A_{2+4} G_{(2)}$ (0,5P)

(genauer : $K_{2+2} C_4 A_{2:2^{\circ}+4} G_{(2)}$ wegen zwei „ausgefallener“ Staubblätter, genauer disymmetrisch))

d) 1P

Blatt (0,25P) – Speicherung von Nährstoffen

Verankerung (Blattranken – z. B. umgewandelte Fiederblätter der Erbse)

Schutz (Dornen – z. B. Berberitze)

Fangorgan (z. B. Kannenpflanzen – *Nepenthes*)

Wasserspeicherung – z. B. Blattsukkulente

(Funktionen á 0,25P, für max. 3)

LÖSUNGEN Aufgabe 2: Immunologie und Zellbiologie (10P)

Antikörper spielen in der Zellbiologie eine wichtige Rolle. Aufgrund ihrer hohen Spezifität und Empfindlichkeit lassen sich mit ihnen Proteine innerhalb der Zelle visualisieren, entweder immunhistochemisch oder durch Kopplung mit Fluorophoren (Immunofluoreszenz). Diese Methoden spielen für die Identifizierung der zellulären Lokalisation von Proteinen eine wichtige Rolle. Bei der vorliegenden Aufgabe soll aus den Abbildungen die Lokalisation und mögliche Identität von zwei Proteinen gefolgert werden (Teilaufgaben a und b). Ferner soll der Ablauf der Proteinsynthese und des Proteintransports in der Zelle erläutert werden (Teilaufgaben c und d).

a) Protein 1: im Kern lokalisiertes Protein (1P)
Begründung: starke Fluoreszenz im Zellkern (0,5P)
Protein 2: sekretiertes Protein oder Protein der Plasmamembran (1P)
Begründung: Fluoreszenz im Golgi-Apparat und an Plasmamembran (0,5P) 3P

b) Protein 1: z.B. nukleäre RNA-Polymerase (0,5P)
Protein 2: z.B. Insulin oder Na^+/K^+ -ATPase (0,5P) 1P

c) - die beiden Proteine werden im Cytoplasma synthetisiert und von dort an ihren Bestimmungsort transportiert (2P)
- Strukturen: freie Ribosomen, raues ER (1P) 3P

d) - Translation am Ribosom (erst an freien Ribosomen, dann Translokation an raues ER) (0,5P)
- raues ER (Fortsetzung der Translation) (0,5P)
- Abschnürung von ER-Vesikeln und Transport zum Golgi-Apparat (0,5P)
- im Golgi-Apparat Modifikation und Adressierung (0,5P)
- Abschnürung von Vesikeln aus dem Golgi-Apparat (0,5P)
- Transport zur und Fusionierung mit Plasmamembran ggf. Exocytose (0,5P) 3P

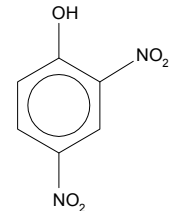
LÖSUNGEN Aufgabe 3: Neurobiologie

(10P)

Diese Aufgabe soll anhand eines „theoretischen“ Versuchs das Beherrschen neurophysiologische Zusammenhänge und das Erkennen komplexer Mechanismen prüfen. Die Bewältigung erfordert des weiteren biochemisches Wissen, die Fähigkeit der korrekten Darstellung von Messgrößen in einem Diagramm und das Finden von Erklärungsmöglichkeiten.

a)

- Dinitrophenol – Strukturformel oder Beschreibung (substituierter Aromat mit Hydroxylgruppe und 2 Nitrogruppen) (0,25P)
- leicht dissoziierende H-Ionen, lipidlösliche schwache Säure - kann also Protonen durch Membranen transportieren (0,5P)
- typischer Entkoppler der oxidativen Phosphorylierung (Stimulation der Atmung der Mitochondrien, bei gleichzeitigem Verhindern der ATP-Bildung durch „Kurzschluss“ des Protonenkreislaufs - für ATP-Bildung nötiger Protonengradient bricht zusammen) (0,25P)



2,0P

- im braunen Fettgewebe mancher Säuger kann unter bestimmten physiologischen Bedingungen (Erwachen aus dem Winterschlaf, Kältestress) die oxidative Phosphorylierung entkoppelt sein (0,5P)
 - freie Energie der Reaktion geht in Wärme über (z.B. durch das „uncoupling protein“ = Thermogenin) (0,5P)
- (Eine analoge Antwort für Pflanzen ist akzeptabel.)

b)

Achsenbezeichnung 2x0,25P

Zeit als Abszisse und

Menge transportierter Natriumionen pro Zeit als Ordinate (hier lineare Skaleneinteilung, aber analoge logarithmische Einteilung möglich!)

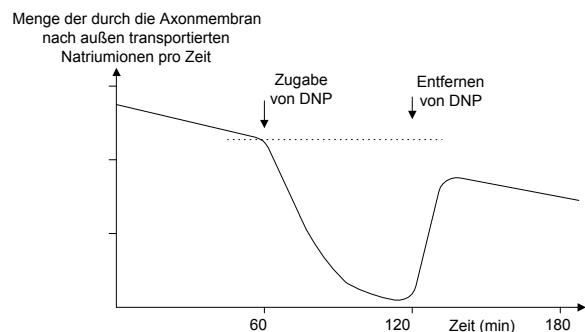
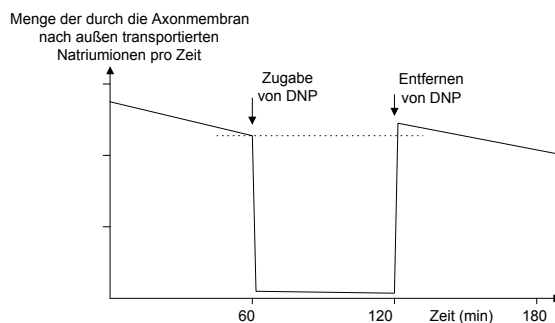
6,5P

Punkte für Kurvenabschnitte: (je 0,5Px5)

Literaturquellen geben hier unterschiedliche Diagramm und Begründungen an, die beide gleichwertig bepunktet werden sollen (ggf. Berücksichtigung der Literaturangabe der Schüler)

0-60min – allmähliches langsames Sinken, um 60min – steiler bzw. langsamer Abfall, 60-120min – konstant bei Null (oder sehr wenig), um 120min – steiler bzw. langsamer Anstieg, ab 120min langsamer Abfall (bis Null möglich)

Lösungsvarianten:



normalerweise ist die Konzentration an Natriumionen innen gering, außen hoch (0,5P)

Aufrechterhaltung des Gleichgewichts:

Transport von Na^+ aus dem Zellinneren nach außen erfolgt entgegen dem Konzentrationsgefälle (0,25P)

durch $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ -Pumpe unter Energieverbrauch (0,25P)

dynamisches Gleichgewicht – Austausch der radioaktiv markierten Ionen mit den unmarkierten aus dem Aussenmedium durch Diffusion der Natriumionen mit dem Gradienten und Transport von Natriumionen (überwiegend unmarkierte aus dem Aussenmedium) zurück ins Zellinnere entgegen dem Gradienten– dadurch Zunahme der Na^+ ausserhalb der Zelle (0,5P)

langsame Verringerung des Natriumtransports in den „flachen“ Abschnitten zwischen 0-60 Minuten und 120-180 Minuten durch fortschreitende Abnahme der Natriumionenkonzentration im Inneren der Zelle (verringertes Gradient – geringere Transportrate/Zeit) (0,5P)

Bildung von ATP wird durch DNP blockiert – daher $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ -Pumpe stillgelegt – keinerlei Na-Ionen-Transport – Wert nahe Null zwischen 1 und 2 Stunden (0,5P)

Die Menge an transportierten Natriumionen für 120min ist (geringfügig) größer als bei 60min: (0,5P)

In der Zwischenzeit (60 bis 120 Minuten) arbeitet die $\text{Na}^+\text{-K}^+$ -Pumpe (wegen DNP) nicht, d.h. es erfolgt kein Natriumtransport von innen nach außen. Mit dem Konzentrationsgefälle strömen während dieser Zeit aber geringe Mengen an Natriumionen in das Zellinnere (mit der geringeren Konzentration), d.h. die Konzentration der Natriumionen im Inneren ist zur Zeit „120 Minuten“ höher als nach 60 Minuten, daher wird ein stärkerer Transport (größeres Gefälle) gemessen (0,5P für Erklärung).

Zweite Erklärungsmöglichkeit (gleiche Punktzahl):

Die Menge an transportierten Natriumionen für 120min ist (geringfügig) kleiner als bei 60min:

Die DNP-Wirkung setzt nur langsam ein, vorhandenes ATP wird noch nach DNP-Einwirkung aufgebraucht, so dass der Natriumtransport erst allmählich zum (evtl. nicht vollständigen) Erliegen kommt. Während des gesamten Ruhezeit strömen nur wenige markierte Natriumionen wieder zurück, d.h. die Konzentration ist nach 2 Stunden nicht höher als nach einer Stunde.

c) 1,5P

DNP wirkt als typischer Entkoppler der oxidativen Phosphorylierung (s.o. Stimulation der Atmung der Mitochondrien, bei gleichzeitigem Verhindern der ATP-Bildung durch „Kurzschluss“ des Protonenkreislaufs). Für die Stoffwechselprozesse des Körpers steht damit kein ATP mehr zur Verfügung. Die freigesetzte Energie muss daher als Wärme abgegeben werden – dies führt zur Erhöhung der Körpertemperatur.

LÖSUNGEN Aufgabe 4: Molekular- und Evolutionsbiologie

(10P)

Die Analyse von Schmelz- bzw. Renaturierungskurven von DNA-Hybriden war eine der ersten Methoden der Molekulargenetik in der evolutionsbiologischen Forschung. Sie ist heute weitestgehend durch die DNA-Sequenzierung ersetzt. Bei der vorliegenden Aufgabe sollen die Prinzipien der De- und Renaturierung beschrieben und erläutert werden (Teilaufgaben a und b). Bei Teilaufgabe c soll die Methode anhand eines Gedankenexperiments zu einer evolutionsbiologischen Fragestellung angewandt werden.

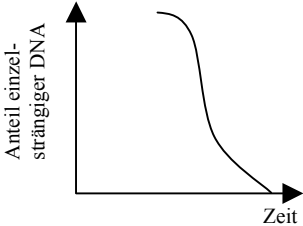
a)

- beim Erhitzen auf 95°C trennen sich die beiden Einzelstränge voneinander (Denaturierung) (0,5P)
- beim langsamen Abkühlen lagern sich die beiden komplementäre Einzelstränge wieder aneinander und formen die ursprüngliche Doppelstrangstruktur (Renaturierung) (0,5P) 1P

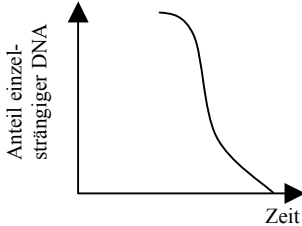
b)

- Renaturierung ist ein kooperativer Prozess (sigmoider Verlauf der Renaturierungskurve) (1P)
- repetitive DNA renaturiert schneller als nichtrepetitive DNA (1P), da sich bei repetitiver DNA komplementäre Einzelstränge schneller „finden“ können (0,5P)
- genomische DNA enthält 3 verschiedene komplexe DNA-Fractionen (hoch-, mittel-, nichtrepetitiv) (1P)
- diese renaturieren unterschiedlich schnell (zuerst hochrepetitive, dann mittelrepetitive, zuletzt nichtrepetitive DNA) (1P) 4,5P

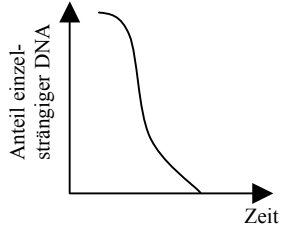
c)



Schmelzkurve Maus-Mensch (0,5P)



Schmelzkurve Maus-Schimpanse (0,5P)



Schmelzkurve Mensch-Schimpanse (0,5P)

- je höher die Sequenzähnlichkeit, desto mehr korrekte Basenpaarungen, desto schneller die Renaturierung (1P)
- aufgrund des engeren Verwandtschaftsgrades (und damit grösserer Sequenzähnlichkeit) renaturieren die Mensch/Schimpanse-DNA-Hybride schneller als Maus-Schimpanse bzw. Maus-Mensch-DNA-Hybride, (1P)
- aufgrund gleicher evolutionärer Distanz des Menschen und Schimpansen zur Maus sollten die Schmelzkurven der Maus-Schimpanse- und Maus-Mensch-DNA-Hybriden gleich sein (1P) 4,5P

Copyright (2004):