



AUFGABE A

Aufgabe A: Ein Besuch in den Weinbergen

Slowenien ist ein winziges Land am Knotenpunkt zwischen den Alpen, der Pannonischen Tiefebene, dem Dinarischen Gebirge und dem Adriatischen Meer. Es ist eines der grünen Länder der Welt und eines der wasserreichsten Länder Europas. Da in diesem kleinen Gebiet drei verschiedenen Klimazonen (mediterrane, alpine und kontinentale) aufeinandertreffen, bietet das Land ideale Wachstumsbedingungen für verschiedene Obst- und Gemüsesorten. So ist das Klima in vielen Teilen Sloweniens auch ideal für den Anbau von Weintrauben, was zur Herstellung vieler verschiedener Weinsorten in verschiedenen Weinanbaugebieten führt. Wir werden zwei junge Wissenschaftlern, Anne und Stefan, bei deren Erkundung des Karsts, einer der Weinregionen im Süden Sloweniens, begleiten.

Es war ein herrlicher, sonniger Tag im Mai, als Anne und Stefan sich zu einem Ausflug in den Karst aufmachten. Sie streiften durch die malerischen Weinberge und genossen den Anblick der jungen grünen Blätter auf den alten Weinstöcken. Nach einem langen Spaziergang stoppten sie an einem Weinkeller für eine Weinverkostung. Dabei lernten sie etwas über die verschiedenen Rebsorten und die Unterschiede in Geruch, Geschmack und Farbe des fertigen Weines. Helft Anna und Stefan die Verbindungen nachzuweisen, die an den wunderschönen Farben und dahinterstehenden Prozessen beteiligt sind und mehr über sie zu erfahren.



Experiment 1: Was färbt die Blätter grün?

Einleitung

Da es Frühling ist, wachsen noch keine Trauben, aber es gibt schon erste Anzeichen der sprießenden Weinblätter. Die hellgrüne Farbe der Blätter hat Anne und Stefan fasziniert. Welche Komponenten sind für diese schöne Farbe verantwortlich? Sie entschieden sich, das Geheimnis der grünen Blätter zu lüften. Da sie zu überwältigt von der schönen Landschaft waren, vergaßen sie Proben von den Weinreben zu nehmen. Deshalb müssen sie jetzt das verwenden, was sie im Labor zur Verfügung haben.

In dem Experiment sollt ihr aus Spinatblättern mittels Aceton die Pflanzenpigmente extrahieren. Anschließend werden die Pigmente mit Hilfe der Dünnschichtchromatographie (DC) aufgetrennt, und zwei davon, β -Carotin und Chlorophyll a, isoliert.

Materialien

Am Arbeitsplatz in einer Schale

- 1 g (0,9–1,1 g) Spinatblätter (vorab abgewogen in einem 25 mL Becherglas)
- 1,5 g MgSO_4 , vorab abgewogen in einem Röhrchen
- Mörser mit Pistill
- Watte (Cotton), in einem Röhrchen
- Becherglas, 25 mL, 2 Stück
- Becherglas, 10 mL, 1 Stück
- Becherglas, 100 mL, 1 Stück
- Aceton (30 mL) in einer Flasche
- Petrolether (petroleum) (30 mL) in einer Flasche
- Messzylinder 10 mL, 2 Stück
- Pasteurpipette mit abgeschnittenem Kopfstück, 3 Stück
- Pasteurpipette 3 mL, 3 Stück (wenn ihr mehr braucht, gebt dem Laborassistenten Bescheid. Sie sind ohne Punkteabzug zu haben)
- Glasstab, 1 Stück
- Dünnschichtchromatographie Platte (DC-Platte) beschichtet mit Silica auf Aluminium, 5×10 cm
- Chromatographiekammer, mit einem Stück Filterpapier 9×10 cm bestückt, 1 Stück
- Dünnschichtchromatographie-Platte (DC-Platte) beschichtet mit Silica $2 \times 6,5$ cm für Übungszwecke
- Kapillare zum Aufbringen der Probelösung, 1 Stück
- Spatel, 1 Stück

- Pinzette, 1 Stück
- Wiegepapier, 2 Stück (wenn ihr mehr braucht, gebt dem Laborassistenten Bescheid. Sie sind ohne Punkteabzug zu haben)
- UV Küvette, 2 Stück
- Grüner Deckel für UV Küvette, 1 Stück
- Gelber Deckel für UV Küvette, 1 Stück
- Stativ mit Klemme

Im Abzug

- Heizplatte, vorgeheizt auf 80 °C

Für den Fall, dass eine Chemikalie umgeschüttet wird, oder ein Glasgefäß zu Bruch geht, kontaktiert den Laborassistenten, und fragt nach einem Ersatz. Das erste Ersatzexemplar bekommt ihr so, für alle weiteren werden euch je 5 Punkte in dieser Aufgabe abgezogen.

Zusätzliche Proben von Spinatblättern oder DC-Platten kosten immer 5 Punkte.

1.1 Dünnschichtchromatographie von Blattpigmenten

Bereitet zuerst die Filtrationsapparatur vor:

Entnehmt mit der Pinzette ein kleines Stückchen der Watte und steckt sie in die Plastikpipette mit dem abgeschnittenen Kopfstück (Abb. 1.1.). Drückt die Watte mit dem Glasstab hinein, bis es in den engeren Teil der Plastikpipette passt. Vorsicht: drückt nicht zu fest, um Verstopfungen zu vermeiden. Befestigt die Pipette mit der Watte mit Hilfe einer Klemme an einem Stativ.

Stellt ein 10 ml Becherglas unter die Öffnung der Pipette.

Schneidet die Spinatblätter mit der Schere in kleine Stücke und gebt sie in den Mörser. Gebt 1,5 g Magnesiumsulfat (bereits abgewogen und in einem Röhrchen mit MgSO_4 beschriftet) zu den zerschnittenen Spinatblättern in den Mörser. Zerreibt die Blätter gründlich mit dem Pistill, bis eine homogene Masse entsteht. Pipettiert mit einer neuen Plastikpipette 6 ml Aceton dazu und zerreibt erneut mit dem Pistill für 1-2 Minuten.

Transferiert direkt danach die Pigmentlösung mit Hilfe einer Plastikpipette aus dem Mörser in den Filtrierapparat. Vermeidet dabei, zu viele feste Bestandteile aufzusaugen. Wartet, bis die Lösung vollständig durchgelaufen ist und sich im Becherglas gesammelt hat. Markiert das Füllvolumen am Becherglas mit einem Stift und beschriftet das Glas auch mit eurem Teamnamen um Verwechslungen zu vermeiden! Stellt das Becherglas auf die auf 80°C vorgeheizte Heizplatte im Abzug. Wartet, bis der Flüssigkeitsstand auf ca. die Hälfte bis ein Drittel des ursprünglichen Volumens gesunken ist (ungefähr 5-10 Minuten).

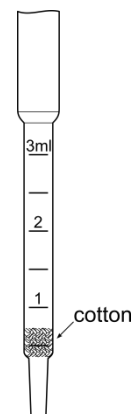


Figure 1.1: Plastikpipette mit einem Watte-Stöpsel zur Filtration der Pigmentlösung.

Bereitet in der Zwischenzeit die DC-Platte vor. Zeichnet dazu mit Bleistift und Lineal eine dünne Linie entlang der kurzen Seite der Platte, ungefähr 10-12 mm vom Ende (Startlinie, Abb. 1.2i). Drückt den Bleistift nicht zu fest an, um die Silicabeschichtung nicht zu zerstören.

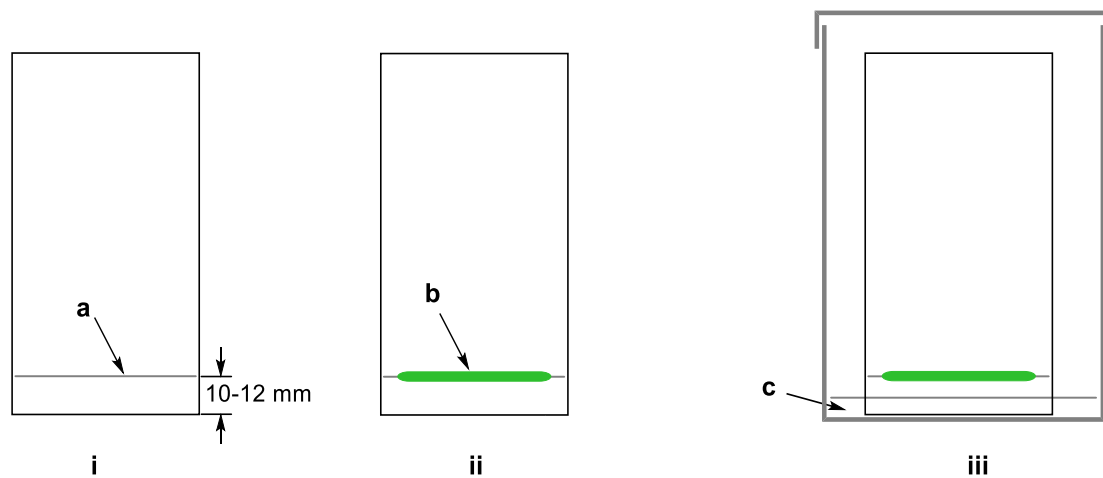


Abbildung 1.2: (i) Vorbereitung der DC-Platte. (ii) Auftragen der Pigmentlösung. (iii) Platte in einer Chromatographiekammer. Legende: (a) Startlinie; (b) Pigmentlösung; (c) Mobile Phase.

Taucht eine 10 μL Kapillare in die Pigmentlösung und nehmt Flüssigkeit auf. Führt die gefüllte Kapillare zur DC-Platte und tippt vorsichtig auf die Startlinie, 3-5 mm vom Ende. Zieht die Kapillare in senkrechter Position entlang der Startlinie um die Pigmentlösung auf die Platte aufzutragen (Vorsichtig, ohne die Silicabeschichtung zu beschädigen!). Wiederholt dieses Vorgehen mehrmals, um 3-4 Schichten der Probenlösung auf der Startlinie aufzubringen (Abb. 1.2ii). Lasst die Chromatographie Platte mit der aufgetragenen Pigmentprobe für einige Minuten eintrocknen.

Hinweis: Ihr könnt das Auftragen der Pigmentlösung vorher auf der für Übungszwecke bestimmten DC-Platte üben (DC-Platte beschichtet mit Silikat 2 x 6,5 cm für Übungszwecke).

Bestückt die Chromatographiekammer mit einem Stück Filterpapier (9 x 10 cm). Platziert dazu das Filterpapier an der Wand der Kammer, so dass die lange Seite den Boden berührt. Drückt das Filterpapier, so dass es an einer Wand kleben bleibt.

Bereitet die mobile Phase (9 mL Petrolether und 4 mL Aceton) mit Hilfe eines Messzylinders vor, und gebt sie in die Chromatographiekammer. Verschließt die Kammer mit dem Deckel und schwenkt sie vorsichtig, um die Lösungsmittel zu vermischen und das Filterpapier zu befeuchten. Lasst die Kammer für 1-2 Minuten auf der Laborbank stehen.

Öffnet die Kammer und stellt die DC-Platte hinein (Abb. 1.2iii). Die Kanten der DC-Platte sollten das Filterpapier nach Möglichkeit nicht berühren. Verschließt die Kammer und lasst die mobile Phase bis zu 1-2 cm vor dem oberen Ende der Platte laufen. Bewegt die Kammer während der Entwicklung des Chromatogramms nicht!

Aufgabe 1.1.1

Entfernt die DC-Platte mit einer Pinzette aus der Kammer und zeigt sie der Laboraufsicht. Diese wird ein **Foto von dem Chromatogramm** machen, gemeinsam mit eurem Teamcode. Das Foto mit eurem entwickelten Chromatogramm erhaltet ihr am Ende des Experimentes.

- ❖ **Legt das Bild mit dem entwickelten Chromatogramm dem Antwortbogen bei.**

Aufgabe 1.1.2

Bereitet eine zweite Filtrieranordnung (wie in Abb. 1.1) vor, und fixiert sie an dem Stativ. Platziert eine UV Küvette unter der Öffnung der Pipette.

Schneidet die entwickelte Dünnschichtplatte entlang der oberen und unteren Kante der ersten (obersten) gelben Bande mit Hilfe des Spatels. Kratzt die gelbe Bande mit dem Spatel auf ein Wiegepapier, drückt den Spatel dabei sanft auf die Silicaoberfläche. Überträgt das Material in die Filtrieranordnung und gebt 1,0 ml Aceton mit einer Plastikpipette dazu. Extrahiert die Pigmente in die Küvette und verschließt die Küvette mit dem gelben Deckel.

Bereitet eine dritte Filtrieranordnung (wie in Abb. 1.1) vor, und wiederholt die obige Prozedur für die am intensivsten grün gefärbte Bande. Verschließt die Küvette mit dem grünen Pigment mit dem grünen Deckel.

- ❖ **Kontaktiert einen Laborassistenten, der euch mit den beiden Küvetten zum Photospektrometer bringen wird. Übergibt dann die Proben an den Assistenten zur Vermessung. Wartet auf die Ergebnisse eurer Spektren, die mit eurem Teamcode versehen sind, und legt sie dem Antwortbogen bei.**

Sollte euer Chromatogramm nicht für die Isolierung der Pigmentbanden geeignet sein, könnt ihr die Prozedur wiederholen. Ihr könnt eine neue Probe oder eine neue Chromatographie Platte von der Laboraufsicht erhalten. Das gibt allerdings 5 Punkte Abzug.

1.2 Spektren von Blattpigmenten

Wein wird aus Traubensaft produziert. Dieser enthält Glucose und andere Zucker. Während des Herstellungsprozesses von Wein werden die Zucker im Traubensaft zu Ethanol vergärt (fermentiert). Die Zucker werden wiederum in grünen Pflanzen, wie Wein, während der Photosynthese aus Kohlenstoffdioxid und Wasser produziert. Die für diese endotherme Reaktion benötigte Energie wird durch die Strahlung der Sonne geliefert. Die Photonen des Sonnenlichts werden in grünen Blättern von photosynthetisch-aktiven Pigmentmolekülen, wie den grünen Chlorophyllen und den gelben bis orangenen Carotinoiden, absorbiert. In einem komplexen Prozess wird diese Energie dann zur Synthese von Glucose verwendet.

Betrachtet die Spektren der Chlorophylle und des β -Carotins in Abbildung 1.3. Beachtet, dass eine hohe Absorption eine geringe Transmission der Probe bedeutet.

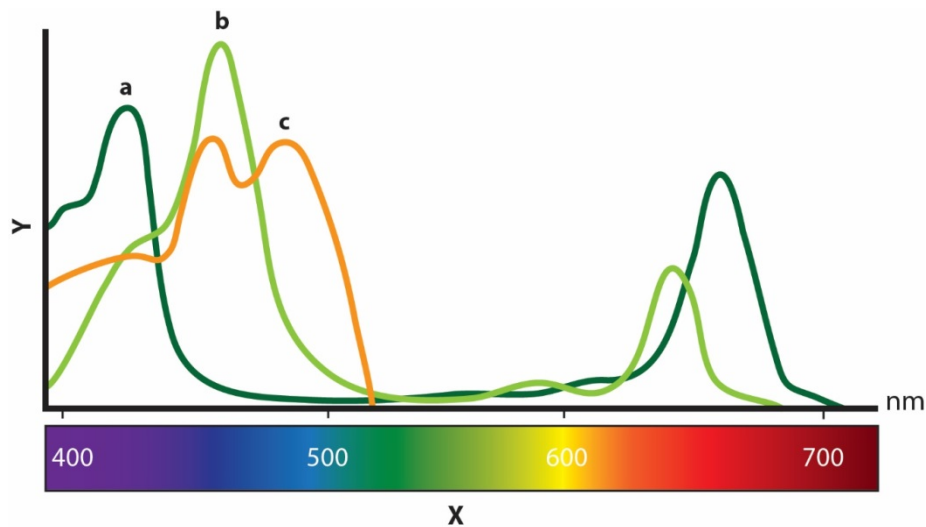


Abbildung 1.3: Absorptionsspektrum von Chlorophyllen und β -Carotin. Auf der y -Achse ist die Absorption angegeben. (a) Chlorophyll a, (b) Chlorophyll b, (c) β -Carotin.

Aufgabe 1.2.1

Schätzt den Wellenlängenbereich ab, in denen diese Pigmente viel Licht, das heißt über 20 % des höchsten Maximums, absorbieren.

❖ **Schreibt eure Antwort in den Antwortbogen unter 1.2.1.**

Aufgabe 1.2.2

In welchem Wellenlängenbereich zwischen 400 und 650 nm wird von einer Mischung dieser Pigmente ein Minimum an Licht, das heißt weniger als 20 % des höchsten Maximums, absorbiert?

❖ **Gebt den Wellenlängenbereich im Antwortbogen unter 1.2.2 an.**

Aufgabe 1.2.3

Welche Farbe hat die Mischung dieser Pigmente (eine Antwort ist korrekt)?

- A blau
- B grün-gelb
- C orange-rot
- D violett

❖ **Gebt den richtigen Buchstaben (A, B, C oder D) im Antwortbogen unter 1.2.3 an.**

1.3 Auswertung des Chromatogramms

Aufgabe 1.3.1

In der Chromatographie ist Silica eine sehr polare stationäre Phase. Während der Chromatographie wandern die Farbstoffe entlang dieser stationären Phase. Betrachtet das in Abbildung 1.4 dargestellte fertige Chromatogramm der Farbstoffe. Schätzt die Polarität der verschiedenen Farbstoffe in diesem Chromatogramm basierend auf der Strecke, die sie gewandert sind, ab.

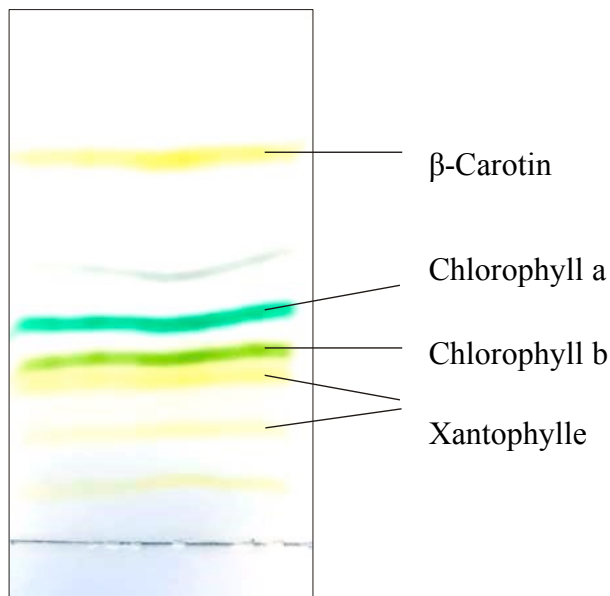


Abbildung 1.4: Chromatogramm der Blattfarbstoffe.

Ordnet die Farbstoffe in aufsteigender Reihenfolge beginnend mit dem am wenigsten polaren zu dem am stärksten polaren.

- A Chlorophyll a
- B Chlorophyll b
- C β-Carotin
- D Xantophylle

❖ **Tragt die Buchstaben im Antwortbogen unter 1.3.1 ein.**

1.4 Glucosefermentation

Hefe wandelt die Zucker im Traubensaft in Ethanol und Kohlenstoffdioxid um. Im Idealfall entstehen aus Glucose nur Ethanol und Kohlenstoffdioxid im molaren Verhältnis 1:1.

Aufgabe 1.4.1

Gleicht die chemische Gleichung aus, die diese Umwandlung beschreibt:



❖ **Gleicht die Formel unter 1.4.1 im Antwortbogen aus.**

Traubensaft enthält, neben anderen Inhaltsstoffen, typischerweise Zucker mit einem Massenanteil (oder Massenprozentsatz w) von 15–25 %. Wir gehen davon aus, dass es sich bei uns um eine 20 %-ige Glucoselösung handelt ($w(\text{Glucose}) = 20,0 \%$). Die Dichte der Lösung beträgt $1,080 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$. Weiter gehen wir davon aus, dass die gesamte Glucose in Ethanol und Kohlenstoffdioxid umgewandelt wird. Beachtet die wichtigen Angaben am Anfang des Antwortbogens.

Aufgabe 1.4.2

Welche Masse an Glucose sind in 1,00 L der Lösung enthalten?

❖ Tragt eure Rechnungen und Resultate unter 1.4.2 im Antwortbogen ein.

Aufgabe 1.4.3

Welche Masse an Ethanol bildet sich in 1,00 L der Lösung?

❖ Tragt eure Rechnungen und Resultate unter 1.4.3 im Antwortbogen ein.

Aufgabe 1.4.4

Das Kohlenstoffdioxid entweicht der Lösung als Gas. Welche Masse an Kohlenstoffdioxid bildet sich in 1,00 L der Lösung?

❖ Tragt eure Rechnungen und Resultate unter 1.4.4 im Antwortbogen ein.

Aufgabe 1.4.5

Berechnet den Massenanteil an Ethanol in der Lösung.

❖ Tragt eure Rechnungen und Resultate unter 1.4.5 im Antwortbogen ein.

Aufgabe 1.4.6

Welches Volumen nimmt das gasförmige Kohlenstoffdioxid, das sich bei der Vergärung von 1000 L Traubensaft bildet, bei $p = 100 \text{ kPa}$ und $T = 20 \text{ °C}$ ein,?

❖ Tragt eure Rechnungen und Resultate unter 1.4.6 im Antwortbogen ein.

Aufgabe 1.4.7

Beim Betreten von unbelüfteten Weinkellern während der Gärung kam es schon vermehrt zu Todesfällen durch Erstickern.

Welche Dichte hat gasförmiges Kohlenstoffdioxid bei $p = 100 \text{ kPa}$ und $T = 20 \text{ °C}$?

❖ Tragt eure Rechnungen und Resultate unter 1.4.7 im Antwortbogen ein.

Aufgabe 1.4.8

Ist die Dichte des Kohlenstoffdioxids größer oder kleiner als die der Luft?

- A größer
- B kleiner

❖ Tragt den korrekten Buchstaben (A oder B) unter 1.4.8 im Antwortbogen ein.

Aufgabe 1.4.9

Angenommen, ihr sollt einen Weinkeller planen und habt folgende Optionen zur Wahl:

- A Unterirdischer Keller
- B Ebenerdiger Keller

Welche Alternative wäre sicherer für die hier tätigen Arbeiter, wenn keine künstliche Belüftung möglich ist?

- ❖ **Tragt den korrekten Buchstaben (A oder B) unter 1.4.8 im Antwortbogen ein.**

Experiment 2: Sommeliers

Einleitung

Nach ihrem Ausflug zu dem beeindruckenden Weingut besuchten Anne und Stefan dessen Besitzer und boten ihm ihre Hilfe an. Dadurch wollten sie so viel wie möglich über die Weinherstellung lernen. Burkhard, der Weingutbesitzer, lud sie ein, bei der Weinernte im Herbst zu helfen. Leider ist es bis dahin noch ein wenig hin, so dass Burkhard Anne und Stefan erst einmal einige seiner Weine zeigte und ihnen drei Weinproben aus unterschiedlichen Anbauregionen zum Probieren mitgab. Leider waren die Proben nicht beschriftet, sodass die beiden ein Spektrometer konstruierten, um die Farbe der Weine wissenschaftlich zu untersuchen und die Proben so den Anbauregionen zuzuordnen. Zur Messwertaufnahme und deren Auswertung benötigen sie eure Hilfe.

Materialien

- Photometer (im 3D-Druck Verfahren hergestellt) mit LED, Photodiode, Linse und Schaltplatine in schwarzer Kiste
- Optische Wellenlängenfilter (495 nm, 515 nm, 530 nm, 550 nm, 570 nm, 590 nm, 610 nm, 630 nm, 645 nm, 665 nm) in Plastikbox (in der schwarzen Kiste)
- Multimeter (in der schwarzen Kiste)
- Halbmikroküvette (innen verjüngend) mit weißen Verschlüssen, 4 Stück
- Pasteurpipetten, 4 Stück
- 3 Weinproben in Plastikflaschen, beschriftet mit Sample A, Sample B, Sample C
- Deionisiertes Wassers

2.1 Spektrometrie

Weißes Licht besteht aus Spektralfarben mit verschiedenen Wellenlängen. Die unterschiedliche Färbung von Flüssigkeiten resultiert aus deren Durchlass- oder Transmissionsverhalten für Licht mit unterschiedlichen Wellenlängen. Wasser ist für Licht im optischen Wellenlängenbereich von 400 nm bis 700 nm nahezu vollständig durchsichtig. Organische Farbstoffe in Rotweinen (allen voran Moleküle aus der Gruppe der Anthocyane) absorbieren Licht im blauen und grünen Bereich des Spektrums und sorgen so für die charakteristische Farbe der Weine.

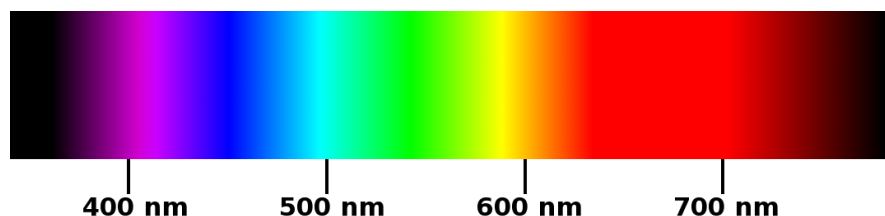


Abbildung 2.1: Wellenlängenspektrum im optischen Bereich.

Die Lichtdurchlässigkeit einer Flüssigkeit wird durch ihr Transmissionsspektrum beschrieben, das für jede Wellenlänge den Anteil des transmittierten Lichtes im Bereich von 0 bis 1 angibt.

In der chemischen Analyse werden Transmissionsspektren verwendet, um die Zusammensetzung von Verbindungen zu untersuchen, wie ihr in Experiment 1 gesehen habt. Das Spektrum kann mit unterschiedlichen Methoden bestimmt werden. Die meisten Spektrometer verwenden weißes Licht, das durch die Probe fällt und anschließend mit Hilfe eines Prismas oder Beugungsgitters in ihre Wellenlängenbestandteile aufgespalten wird. Diese Bestandteile werden dann von einem Lichtsensor detektiert. In diesem Experiment sollt ihr eine andere Methode verwenden.

So genannte Langpassfilter wirken als Wellenlängenfilter und transmittieren nahezu das gesamte Licht oberhalb einer bestimmten Wellenlänge aber kein Licht unterhalb dieser Wellenlänge. Mit Hilfe solcher Filter lässt sich die Intensität eines Teils des Spektrums messen. Dabei berechnet sich die Intensität des Lichtes **zwischen zwei Wellenlängen** durch Subtraktion der Intensitätswerte bei der Verwendung von zwei Wellenlängenfiltern. Siehe Anhang A für eine genaue Erklärung der Berechnung.

Das Photometer besteht, wie in Abbildung 2.2 gezeigt, aus einer Licht emittierenden Diode (LED), einer Linse und eine Photodiode zur Messung der Lichtintensität. In Anhang A sind weitere Informationen zum Aufbau und der **Benutzung des Photometers** zu finden.

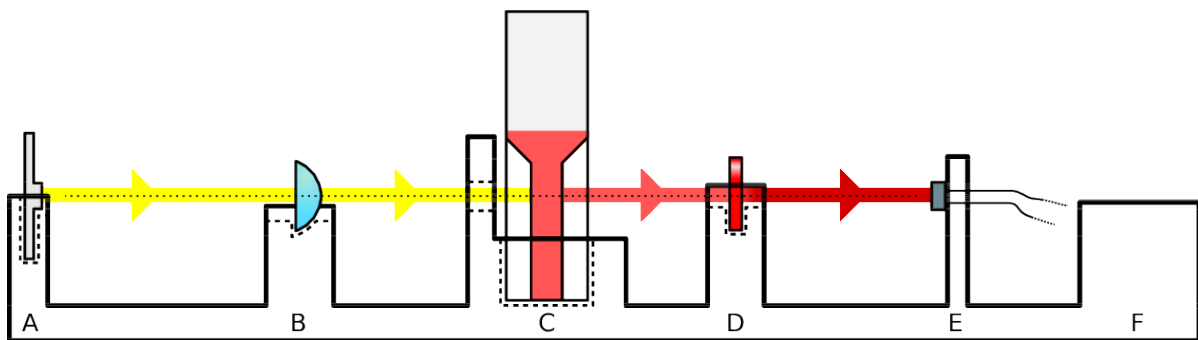


Abbildung 2.2: Skizze des Photometeraufbaus mit Darstellung des Lichtweges: (A) LED (B) Konvexlinse (C) Halter für Küvette (D) Halter für Wellenlängenfilter (E) Photodiode (F) Batteriehalter und Schaltplatine.

Nehmt das Multimeter aus der Kiste. Verbindet das rote und schwarze Kabel von der Schaltplatine mit dem Multimeter. Achtet darauf, nicht zu kräftig an den Kabeln zu ziehen, um das Gerät nicht zu beschädigen. Schaltet das Multimeter an und den Messbereich auf den Spannungsbereich 20 V. Schaltet das Photometer durch Drücken des roten Knopfes an (siehe Anhang A). Stellt sicher, dass das Voltmeter bei angeschalteter LED einen stabilen Spannungswert größer 0 anzeigt. Bei Problemen meldet euch bei den Laborassistenten. **Gibt dem Photometer etwa 5 Minuten Zeit, bevor ihr mit euren Messungen beginnt, damit sich die Intensität der LED stabilisiert. Schaltet das Gerät während der Messungen nicht aus, da sich die Intensität kurz nach dem Einschalten noch stärker als später ändert.**

Das Photometer wird auch in Experiment 3 verwendet. Plant eure Messung daher im Team, um Wartezeiten zu minimieren.

Aufgabe 2.1.1

Notiert die Seriennummer, die ihr auf dem Deckel des Photometers findet, in dem Antwortbogen.

Messt die Spannung bei angeschalteter LED und geschlossener Kiste aber **ohne** Küvette und Filter. Notiert den Wert in dem Antwortbogen.

❖ **Notiert die Nummer des Photometers im Antwortbogen unter 2.1.1.**

❖ **Notiert den Messwert im Antwortbogen unter 2.1.1.**

Aufgabe 2.1.2

Füllt jede der Proben (**deionisiertes Wasser** sowie die **3 Weinproben**) mit Hilfe einer Pasteurpipette in jeweils eine saubere Halbmikroküvette. Füllt die Küvetten dabei bis zum oberen Ende des schmalen Teils und verschließt die Küvette mit einem Deckel. Verwendet für jede Probe eine eigene Pipette. Da Luftbläschen die Messwerte verfälschen, müsst ihr diese ggf. durch leichtes Klopfen der Küvette gegen den Tisch entfernen.

Tragt Laborhandschuhe, wenn ihr mit den optischen Geräten (Filter, Linse, ...) arbeitet! Meldet euch bei den Laborassistenten, wenn ihr andere Größen an Handschuhen benötigt.

Überprüft die Wellenlänge jedes Filters vor dem Einsetzen in dem in Abbildung 2.2 gezeigten Halter. Diese ist in sehr kleiner Schrift auf dem Rand zu finden. **Achtet darauf, jeden Filter wieder in den Umschlag und den passenden Plastikbeutel zurückzupacken.**

Orientiert die Halbmikroküvetten in dem Halter wie in Abbildung 2.2 gezeigt, sodass das Licht den kürzeren (4 mm langen) Weg durch die Probe nimmt. Hinweis: Üblicherweise benutzt man Küvetten in anderer Orientierung. Hier werden sie aufgrund des Designs des Photometers so orientiert.

Messt für jede der Proben und für jeden Filter die Menge an transmittiertem Licht. Für jede Messung müssen die Küvette und der Filter in den entsprechenden Haltern platziert werden. Dann muss die Kiste geschlossen werden, um Umgebungslicht und Reflektionen des LED-Lichtes zu minimieren. Vermeidet es, die optischen Geräte und die Probe während der Messungen zu bewegen. Lest den Spannungswert am Multimeter ab, wenn sich die Werte stabilisiert haben. Tragt die Spannungswerte in Volt in Tabelle 2.1.2 in dem Antwortbogen ein.

❖ **Notiert eure Messwerte in Tabelle 2.1.2 in dem Antwortbogen.**

Falls ihr keine Messwerte aufgenommen habt oder die Messungen nicht brauchbar sind, meldet euch bei einem Laborassistenten, um eine Tabelle mit vorher aufgenommenen Werten zu erhalten. Dafür werden euch 17 Punkte abgezogen.

Falls ihr eine neue Probe benötigt, meldet euch ebenfalls bei einem Laborassistenten. Eine neue Probe bedeutet einen Punktabzug von 5 Punkten.

Aufgabe 2.1.3a

Um das Transmissionsspektrum zu bestimmen, müsst ihr zunächst die Intensitäten des transmittierten Lichtes in verschiedenen Wellenlängenbereichen berechnen. Subtrahiert dafür

die durch eine Spannung gemessenen Intensitäten bei Verwendung verschiedener, benachbarter Wellenlängenfilter für jede Probe. Es müssen immer die Werte für den Filter bei höherer Wellenlänge von dem Wert des Filters für die niedrigere Wellenlänge abgezogen werden. Die Intensität, die in dem Wellenlängenbereich zwischen 495 nm und 515 nm transmittiert wird, ist zum Beispiel durch die Differenz $U_{495\text{nm}} - U_{515\text{nm}}$ gegeben. Tragt die entsprechenden Differenzen der Werte aus Tabelle 2.1.2 in Tabelle 2.1.3 ein.

❖ Füllt die Spalten “Spannungsdifferenzen” im Antwortbogen, Tabelle 2.1.3 aus.

Aufgabe 2.1.3b

Der Transmissionswert für Licht mit Wellenlängen zwischen λ_1 und λ_2 ist der Quotient aus der Intensität, des in diesem Wellenlängenbereich durch die **Probe** transmittierten Lichtes, und der entsprechenden Intensität für **Wasser**:

$$T_{\lambda_1-\lambda_2} = \frac{U_{\lambda_1} - U_{\lambda_2}}{U_{\lambda_1}^{\text{water}} - U_{\lambda_2}^{\text{water}}}$$

Der Transmissionswert liegt zwischen 0 (vollständiges Blockieren von Licht) und 1 (vollständige Transmission). Aufgrund experimenteller Unsicherheiten kann der Wert allerdings auch außerhalb dieses Intervalls liegen.

Berechnet die Transmissionswerte für alle drei Weinproben indem ihr die entsprechenden Quotienten mit Hilfe der Werte aus den passenden Spalten von Tabelle 2.1.3 bestimmt. Tragt die berechneten Transmissionswerte in Tabelle 2.1.3 ein.

❖ Füllt die Spalten “Transmission” im Antwortbogen, Tabelle 2.1.3 aus.

Aufgabe 2.1.4

Stellt die Abhängigkeit der Transmission aus Tabelle 2.1.3 von der Wellenlänge für die drei Weinproben in einem Diagramm auf Millimeterpapier dar. Zeichnet für jede Weinprobe die Kurve als Stufendiagramm in jeweils einer anderen Farbe. Achtet darauf, für welchen Wellenlängenbereich ihr die berechneten Transmissionswerte verwenden müsst und vergesst nicht, eine Legende hinzuzufügen.

❖ Zeichnet die Diagramme auf ein Blatt Millimeterpapier. Beschriftet es mit 2.1.4, markiert es mit einem Teamcode-Aufkleber und legt es dem Antwortbogen bei.

2.2 Auswertung

Aufgabe 2.2.1

Transmissionsspektren von 4 verschiedenen Weinen aus 4 verschiedenen Weinanbaugebieten Sloweniens wurden mit einem kommerziellen Spektrometer aufgezeichnet und in den Kurven in Abbildung 2.4 dargestellt. Vergleiche eure Stufendiagramme mit den Kurven in Abbildung 2.4, um zu bestimmen, welche Probe aus welchem Weinanbaugebiet stammt. Wenn ihr der Meinung seid, dass eine Probe nicht durch einen Wein in Abbildung 2.4 widerspiegelt wird, tragt ND als Antwort ein.

❖ Tragt für jede Probe die Weinregion oder ND unter 2.2.1 im Antwortbogen ein.

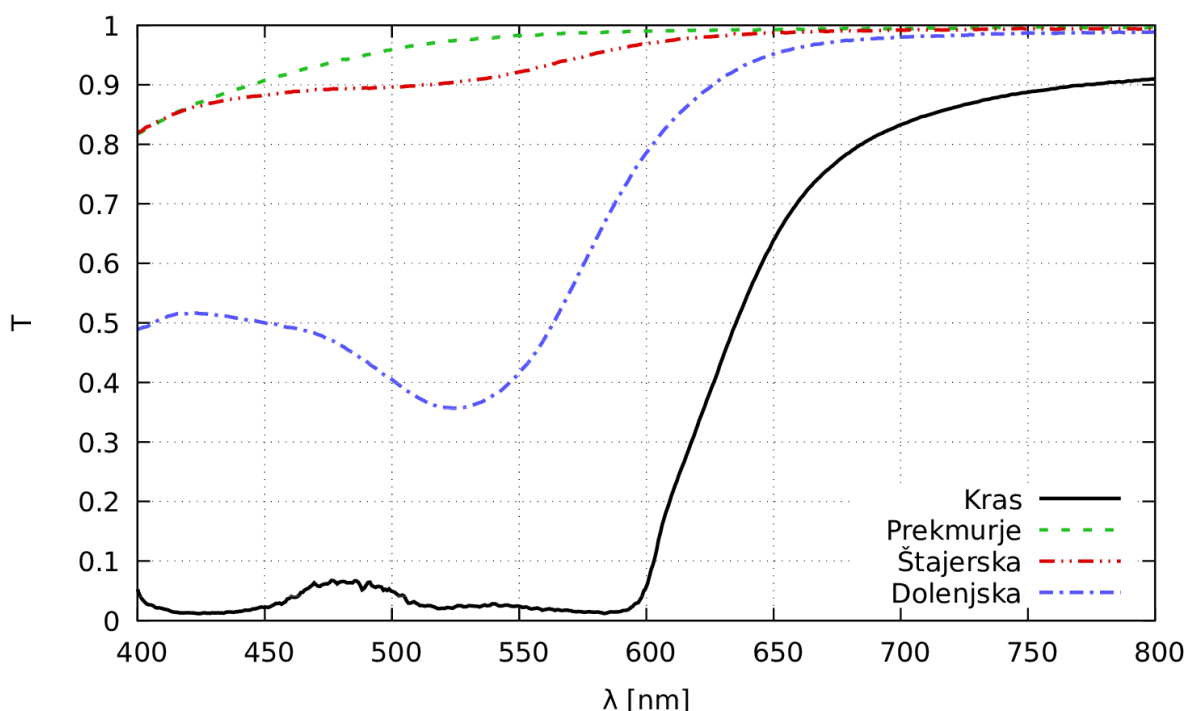


Abbildung 2.4: Transmissionsspektren von 4 Weinen aus 4 verschiedenen Weinanbaugebieten (Kras, Prekmurje, Štajerska, Dolenjska).

Aufgabe 2.2.2

Welche Änderungen im Experiment würden zu welchen Auswirkungen führen? Weist jeder Auswirkung (1. – 4.) eine oder mehrere Änderungen zu. Jede Änderung kann jede Anzahl an Auswirkungen, inklusive gar keiner, haben.

Änderungen:

- A Schmalere Intervalle zwischen den aufeinanderfolgenden Wellenlängenfiltern (zusätzliche Filter)
- B Breitere Intervalle zwischen aufeinanderfolgenden Wellenlängenfiltern (weniger Filter)
- C Kürzere optische Weglänge in der Probe
- D Längere optische Weglänge in der Probe
- E Hellere LED

- F Dunklere LED
- G Voltmeter mit einer größeren Anzahl an Dezimalstellen
- H Hellere Farbe der Experimentierkiste
- I Verdünnung der Probe mit Wasser

Auswirkungen:

1. Kleinerer relativer Fehler der Transmissionsmessung für stark absorbierende (dunkle) Proben
2. Kleinerer relativer Fehler der Transmissionsmessung für schwach absorbierende (helle) Proben
3. Größere Fehler in den Transmissionswerten aller Proben
4. Eine bessere Wellenlängenauflösung der Spektren

❖ **Schreibt einen oder mehrere Buchstaben A-I für jede Auswirkung unter 2.2.2 in den Antwortbogen.**

Aufgabe 2.2.3

Die Transmission ist geringer für eine größere optische Weglänge in der Probe und größer für eine kleinere optische Weglänge. Für welche eurer Proben (A, B, C) würdet ihr eine Küvette mit einer optischen Weglänge von 10 mm anstelle der gerade benutzten 4 mm verwenden, wenn ihr die Unterschiede in der Transmission der Proben mit jeder Wellenlänge besser auflösen wollt?

❖ **Schreibt einen Buchstaben A, B oder C unter 2.2.3 in den Antwortbogen.**

2.3 Gefärbte Flüssigkeiten

Aufgabe 2.3.1

Verschieden gefärbte Flüssigkeiten würden Licht unterschiedlicher Farbe transmittieren. Was würden wir im Transmissionsspektrum einer halb-durchsichtigen blauen Flüssigkeit erwarten (eine richtige Antwort)?

- A Blau würde die geringste Transmission aufweisen während die anderen Wellenlängen eine größere Transmission zeigen würden.
- B Blau würde die höchste Transmission aufweisen während die anderen Wellenlängen eine geringere Transmission zeigen würden.
- C Es würde sich nichts im Spektrum zeigen.

❖ **Tragt den Buchstaben A, B oder C unter 2.3.1 im Antwortbogen ein.**

Aufgabe 2.3.2

Die Absorption (dargestellt durch das Symbol A) ist ein Maß dafür, wie stark Licht einer bestimmten Wellenlänge beim Durchqueren der Flüssigkeit abgeschwächt wird. Sie wird auch benutzt, um die Konzentration einer bestimmten Substanz in der Flüssigkeit zu bestimmen. Dies werdet ihr auch in Experiment 3 anwenden. Wenn die Streuung von Licht beim Durchqueren der Probe ignoriert werden kann, können wir den Zusammenhang zwischen der Absorption A und der Transmission T durch eine einfache Gleichung ausdrücken:

$$A = -\log_{10} T$$

Tabelle 2.1 enthält Transmissionswerte für eine unbekannte Flüssigkeit. Berechnet die Absorption und tragt die Werte in Tabelle 2.3.2 im Antwortbogen ein. Auf euren Taschenrechner wird der dekadische Logarithmus mit der Taste **log** berechnet.

Tabelle 2.1: Transmission einer unbekannten Flüssigkeit in 15 verschiedenen Wellenlängenbereichen im sichtbaren Spektrum.

λ [nm]	T	λ [nm]	T	λ [nm]	T
400-420	0,737	500-520	0,948	600-620	0,142
420-440	0,881	520-540	0,883	620-640	0,056
440-460	0,965	540-560	0,739	640-660	0,243
460-480	0,975	560-580	0,514	660-680	0,723
480-500	0,973	580-600	0,319	680-700	0,943

❖ **Tragt eure Berechnungen in Tabelle 2.3.2 im Antwortbogen ein.**

Aufgabe 2.3.3

Benutzt die Werte, die ihr in Tabelle 2.3.2 berechnet habt, um ein Stufendiagramm der Absorption der unbekannten Flüssigkeit auf Millimeterpapier zu zeichnen.

❖ **Zeichnet das Absorptions-Stufendiagramm auf Millimeterpapier, beschriftet es mit 2.3.3, klebt einen Sticker mit eurem Team-Code darauf und legt es dem Antwortbogen bei.**

Aufgabe 2.3.4

Welche Farbe hat die unbekannte Flüssigkeit mit den Transmissionswerten in Tabelle 2.1 (eine korrekte Antwort)? Helft euch gegebenenfalls mit dem Absorptions-Diagramm aus Aufgabe 2.3.3 und der Abbildung 2.1.

- A Rot
- B Gelb
- C Blau
- D Orange
- E Grün

❖ Tragt eure Antwort unter 2.3.4 im Antwortbogen ein.

Aufgabe 2.3.5

Die Absorption ist proportional zur optischen Weglänge in der Probe. Die Transmissionswerte in Tabelle 2.1 wurden mit einer Küvette mit einer optischen Weglänge von 4 mm gemessen. Welchen Wert würde die Absorption zwischen 560 nm und 580 nm annehmen, wenn eine Küvette mit einer optischen Weglänge von 10 mm genutzt würde? Gebt euren Rechenweg und eure Antwort im Antwortbogen an.

❖ Tragt euren Rechenweg und euer Ergebnis unter 2.3.5 im Antwortbogen ein.

Experiment 3: Beschädigte Trauben

Im Herbst kehren Nina und Martin zurück in den Karst, um ihrem Freund Ivan im Weingarten bei der Ernte zu helfen. Da Ivans Wein als Bio-Produkt zertifiziert ist, müssen die Trauben von Hand gepflückt werden. Im Weingarten werden die Trauben geschnitten und in Boxen gelegt. Es ist sehr wichtig, auf die Qualität der Trauben zu achten. Die Lesearbeiter müssen unreife, kranke oder schimmelige Trauben entfernen. Nina und Martin bemerken, dass in diesem Jahr besonders viele geerntete Trauben eine spezielle braune Verfärbung aufweisen. Es fällt ihnen auf, weil diese Verfärbung in keinem der vorigen Jahre aufgetreten ist. Daher sammeln sie Proben, um diese Trauben weiter zu analysieren.

Beim Literaturstudium finden sie, dass ein Enzym mit der Bezeichnung Polyphenoloxidase für diese Braunverfärbung der beschädigten Trauben verantwortlich ist. Polyphenoloxidasen sind Metalloproteine, welche in der Proteinstruktur zwei Kupferionen binden (Abbildung 3.1). Sie katalysieren eine Reaktion, bei der Biphenole (z.B. das farblose bis schwach gelbliche Brenzkatechin (engl.: Catechol)) in ortho-Chinone umgewandelt werden. Diese polymerisieren in der Anwesenheit von Sauerstoff zu Melanin, welches eine schwarzbraune Farbe hat. (Abbildung 3.2).

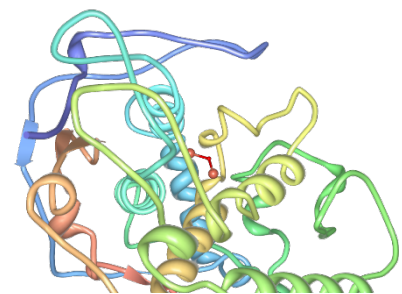


Figure 3.1: Crystal structure of Grenache (*Vitis vinifera*) polyphenol oxidase.

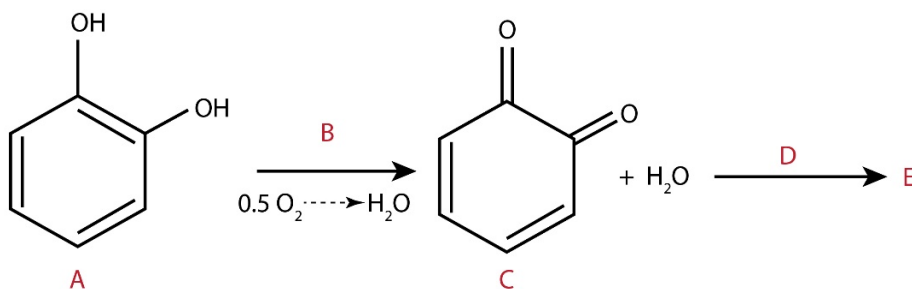


Abbildung 3.2: Umwandlung von Brenzkatechin in braunschwarzes Melanin; A – Brenzkatechin (farblos); B – Brenzkatechinoxidase; C – ortho-Chinon (gelb); D – Polymerisation; E – Melanin (braunschwarz).

Phenole (zum Beispiel Brenzkatechin) kommen in Pflanzen in kleinen Mengen in den zentralen Vakuolen der Pflanzenzellen vor und Polyphenoloxidase ist im Cytoplasma vorhanden (Fig. 3.3). Wenn das Gewebe beschädigt wird, treten die Phenole aus den Vakuolen aus und die Polyphenoloxidase wandelt sie in reaktive Chinone um, welche als natürliche Antiseptika wirken. Dadurch wird das Wachstum von Bakterien und Pilzen auf dem Gewebe verhindert. Chinone binden sich auch an bestimmte nukleophile Aminosäuren, welche das Wachstum und die Entwicklung bestimmter pflanzenfressender Insekten verhindert.

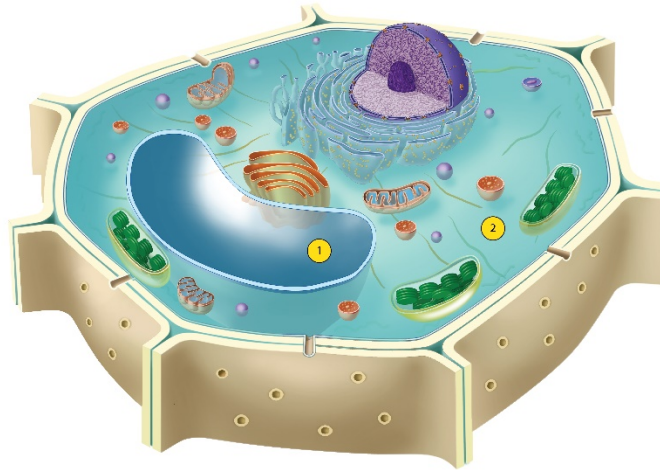


Abbildung 3.3: Pflanzenzelle (1 – zentrale Vakuole; 2 – Cytoplasma).

Die Oxidation von Phenolen in Pflanzengeweben ist aus Verbrauchersicht problematisch, weil fast die Hälfte der globalen Obst- und Gemüseproduktion wegen ihrer Braunfärbung verworfen werden muss. Nina und Martin haben Proben für die Analyse vorbereitet. Euer Job ist es, die Aktivität der Polyphenoloxidase unter verschiedenen Bedingungen (unterschiedliche Temperaturen und pH-Werte) zu vergleichen.

Material und Chemikalien

- 15 Trauben
- Entmineralisiertes Wasser
- Mörser und Pistill
- 250 mL Becherglas, 2 Stück
- 1000 mL Becherglas, 1 Stück
- Filter-Gaze (Mullbinde), 2 Stück
- Trichter, 2 Stück
- Filterpapier, 2 Stück
- Reagenzgläser, 13 Stück (wenn ihr eins zerbricht, bekommt ihr ein neues)
- Reagenzglasständer, 2 Stück
- 5 mL Glaspipetten, 4 Stück
- Pipettierhilfe (falls ihr sie beschädigt, könnt ihr eine neue ohne Strafe bekommen)
- Messzylinder, 2 Stück
- Glas-Rührstab, 2 Stück
- Nitril-Handschuhe
- Wasserbäder (im Flur- Laborbetreuer wird euch dort hinbringen, wenn benötigt)
- Erlenmeyer Kolben, 2 Stück
- 1 % ige Brenzkatechin (Catechol)-Lösung (50 mL Erlenmeyerkolben)
- Puffer-Lösung pH 7 (250 mL Erlenmeyerkolben)
- Puffer mit verschiedenen pH-Werten (50 mL Erlenmeyerkolben, 6 Stück)
- Küvetten (ohne Verjüngung) und Küvettendeckel, 15 Stück
- Photometer in einer schwarzen Kiste (mit Experiment 2 geteilt)
- 515 nm Wellenlängenfilter (mit Experiment 2 geteilt)
- Pasteurpipetten, 10 Stück
- Schere
- Wasserfester Marker
- Papiertücher
- Stoppuhr

3.1 Vorbereitung der Proben

Gibt 40 mL entmineralisiertes Wasser und 15 Trauben in einen Mörser und mörsert das Ganze mit dem Pistill. Die Mischung muss nun zweimal filtriert werden: Als erstes filtriert ihr die Mischung durch die Filter-Gaze (Mullbinde) und quetscht die Gaze nach der Filtration ein bisschen aus, um mehr Filtrat zu erhalten. Das resultierende Filtrat muss dann bei der zweiten Filtration durch das Filterpapier in den Erlenmeyerkolben filtriert werden, um etwa 25 mL endgültiges Filtrat zu erhalten. Das endgültige Filtrat beinhaltet das Enzym Polyphenoloxidase. Benutzt den wasserfesten Marker, um 6 Reagenzgläser mit eurem Team-Code und den Buchstaben A_T bis F_T zu beschriften (für die Bestimmung des Temperatureinflusses auf die Polyphenoloxidase-Aktivität). Markiert 7 Reagenzgläser mit eurem Team-Code und den Buchstaben A_{pH} bis G_{pH} für die Bestimmung des pH-Einflusses auf die Polyphenoloxidase-Aktivität (Fig. 3.4).

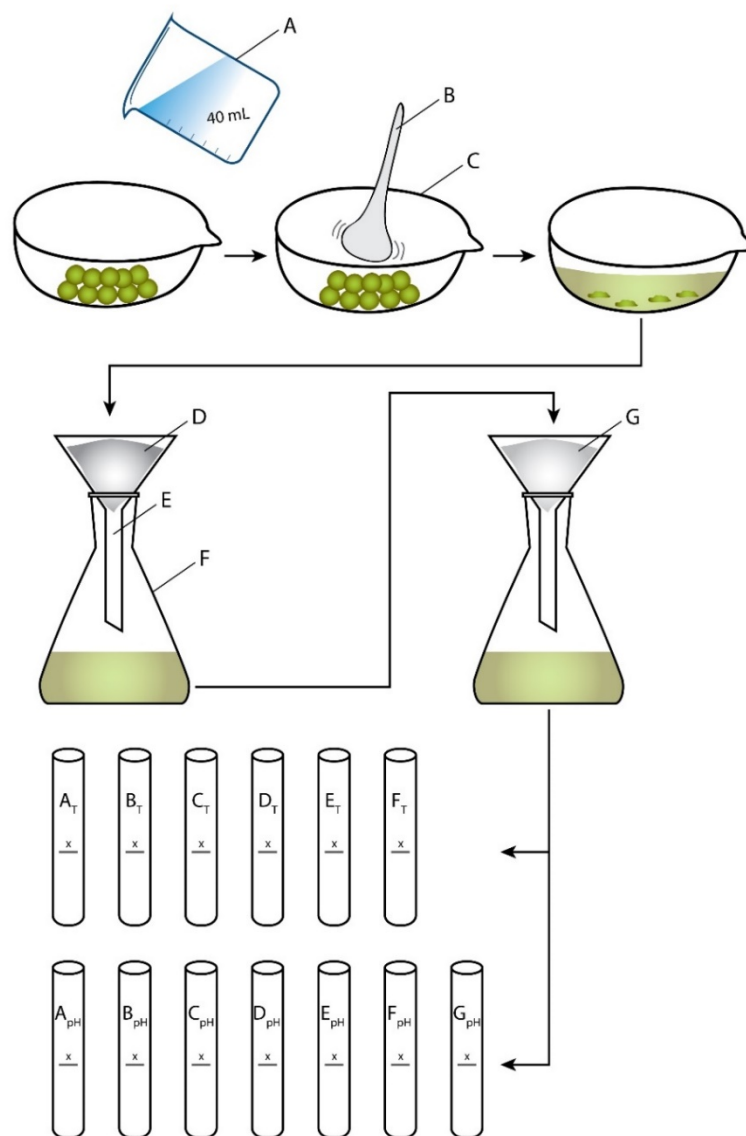


Figure 3.4: Schema des Experiments (A – Becherglas; B – Pistill; C – Mörser; D – Filter-Gaze; E – Trichter; F – Erlenmeyerkolben; G – Filterpapier).

Pipetten Sicherheitsanweisungen:

- Es ist verboten, mit dem Mund zu pipettieren!
- Steckt das obere Ende der Pipette vorsichtig in die untere Öffnung der Pipettierhilfe (Peleusball), sodass ihr die Glaspipette nicht zerbricht.
- Verhindert, dass die Flüssigkeit in den Peleusball gelangt.

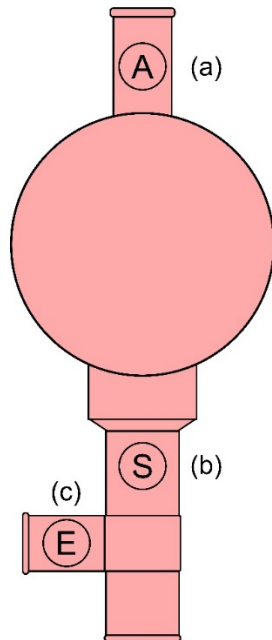


Abbildung 3.5: Peleusball: (a) Luftventil (Air valve, lässt Luft aus dem Peleusball entweichen), (b) Saugventil (Suction valve, saugt Lösung in die Pipette), (c) Leerungsventil (Empty valve, entleert die Lösung aus der Pipette).

! Um präzise Ergebnisse zu erhalten, solltet ihr die benutzten Pipetten mit entmineralisiertem Wasser spülen, bevor ihr eine neue Substanz pipettiert !

Der Einfluss des pH – Werts auf die Polyphenoloxidase-Aktivität

Benutzt eine Pipette, um in jedes der 7 Reagenzgläser folgende Substanzen zu geben (beachtet die angegebene Reihenfolge):

- 1 mL 1%-ige Catechol-Lösung (Substrat),
- 9 mL Puffer mit jeweils gewünschtem pH (Table 3.1),
- 1 mL Traubenextrakt (Enzyme).

Der Einfluss der Temperatur auf die Polyphenoloxidase-Aktivität

Benutzt eine Pipette, um in jedes der 6 Reagenzgläser folgende Substanzen zu geben (beachtet die angegebene Reihenfolge):

- 1 mL 1%-ige Catechol-Lösung (Substrat),
- 9 mL Puffer mit pH 7,
- 1 mL Traubenextrakt (Enzyme).

Tabelle 3.1. Der Einfluss von Temperatur und pH auf die Aktivität der Polyphenoloxidase

	Probe	A	B	C	D	E	F	G
1.	Temperatur (°C)	0	10	20	30	50	70	/
2.	pH	2	4	5	6	7	8	10

Dieser Schritt ist zeitaufwendig!

Ruft sofort den Laborbetreuer, wenn Ihr alle Reagenzgläser für die Bestimmung des Temperatur- und des pH-Einflusses auf die Enzymaktivität vorbereitet habt!

Der Laborbetreuer wird **alle Reagenzgläser** und Beschriftungen auf den Reagenzgläsern prüfen und **euren Antwortbogen unterschreiben**.

- ❖ Lasst die Reagenzgläser für das pH-Effekt-Experiment auf eurem Arbeitsplatz 70 min inkubieren (stellt den Timer auf eurer Stoppuhr - eine Anleitung dazu findet ihr in Anhang C)

Bringt die Reagenzgläser für das Temperatur-Effekt-Experiment zur Wasserbad-Station. Lasst euch dabei vom Laborbetreuer begleiten.

Der Laborbetreuer wird euch helfen, für jedes Reagenzglas die passenden **Temperaturbedingungen sicherzustellen**. Reagenzgläser für die Testung bei 0°C werden in das Eisbad gestellt, Reagenzgläser für die Testung bei 20°C werden in einem Reagenzglasständer bei Raumtemperatur gelagert und die anderen Reagenzgläser (10 °C, 30 °C, 50 °C and 70 °C) werden in die Wasserbäder der jeweils passenden Temperatur gestellt (Tabelle 3.1).

- ❖ Lasst die Reagenzgläser für das Temperatur-Effekt-Experiment **70 Minuten inkubieren**. Ruft dann den Laborbetreuer. Er wird euch zu der Wasserbad-Station begleiten, um eure Proben zu holen. Lasst euch den Antwortbogen unterschreiben, um nachzuweisen, dass ihr die Proben erhalten habt.

3.2 Photometrische Messung der Polyphenoloxidase Aktivität

Messt nach der Inkubation (70 Minuten) so bald wie möglich die Intensitäten von jeder Probe und von entmineralisiertem Wasser mit dem Photometer.

Alle Proben müssen **70 Minuten** inkubiert werden. Während der Inkubation wird der labortechnische Assistent die Reagenzgläser mehrmals rühren, um die Melanin-Bildung zu beschleunigen. Messt am Ende der Inkubation die Intensitäten (Voltmeter Spannung) von jeder Probe und von destilliertem Wasser. Benutzt diese Daten, um die Transmissions- und Absorptionswerte von destilliertem Wasser und den Proben der Reaktionsgemische auszurechnen. In den Reagenzgläsern mit größerer Enzymaktivität ist die Melanin-Bildung stärker. Der berechnete Absorptionswert ist daher proportional zur Aktivität der Polyphenoloxidase.

Eine Anleitung zur Nutzung des Photometers findet ihr in **Anhang A**. Für die Durchführung dieses biologischen Aufgabenteils (Untersuchung der Aktivität der Polyphenoloxidase) wird ein **515 nm Wellenlängenfilter** benötigt.

Benutzt bei der Messung des Transmissionswert (T) eine neue Küvette und einen neuen Küvettendeckel für jede Probe. Passt auf, dass ihr die Küvetten nicht auf den Seiten berührt, durch die der Lichtstrahl verläuft. Stellt die Küvetten so in das Fotometer, dass die transparente Seite in Richtung des Lichtstrahls zeigt. Die transparente Seite ist mit einem Dreieck an der Küvettenoberseite markiert.

Beachtet, dass die Küvetten für dieses Experiment anders sind als für das Experiment 2.

Die transmittierte Intensität für Wellenlängen kürzer als 515 nm entspricht der Differenz zwischen der mit Filter gemessenen Intensität und der ohne Filter gemessenen Intensität.

$$U_{\text{Probe oder Wasser}} = U_{\text{ohne}} - U_{515\text{nm}} \quad (\text{Gleichung 3.1})$$

Der Transmissionswert ist der Quotient aus der transmittierten Intensität der Probe und der transmittierten Intensität von destilliertem Wasser. Deshalb müsst ihr, wenn ihr den Transmissionswert bestimmt, die Spannungen mit und ohne Filter für jede Probe messen (U_{Probe}). Als nächstes müsst ihr die Differenz der Probe durch die Differenz für entmineralisiertes Wasser teilen. Die zugehörige Gleichung findet ihr hier:

$$T = \frac{U_{\text{Probe}}}{U_{\text{Wasser}}} \quad (\text{Gleichung 3.2})$$

Frage 3.2.1a

Übertrage die gemessenen Intensitäten (Spannungswerte) von entmineralisiertem Wasser und der Probe **mit dem Filter und ohne den Filter** in die Tabelle 3.2.1 im Antwortbogen.

❖ **Trag die Werte in die passenden Spalten der Tabelle 3.2.1 im Antwortbogen ein.**

Frage 3.2.1b

Berechne die Unterschiede in den gemessenen Intensitäten und trage sie in die Tabelle 3.2.1 im Antwortbogen ein.

❖ **Vervollständige die Tabelle 3.2.1 im Antwortbogen.**

Frage 3.2.2a

Berechne die Transmissionswerte (T) aus den gemessenen Werten von Tabelle 3.2.1.

❖ **Trage die Werte in die Tabelle 3.2.2 auf dem Antwortbogen ein.**

Frage 3.2.2b

Verwende die Transmissionswerte (T) aus der Tabelle 3.2.2 um die Absorptionswerte (A) zu berechnen mit der folgenden Formel:

$$A = -\log_{10} T$$

❖ **Vervollständige die Tabelle 3.2.2 im Antwortbogen.**

Falls etwas schiefgeht.

Falls eine Reagenzglas zerbricht und keine Zeit mehr ist, ein neues in den Inkubator zu geben, kann bei der Saalaufsicht ein vorbereitete Probe angefordert werden. Für jedes zerbrochene Reagenzglas gibt es in den Tabellen 3.1.1, 3.1.2 und 3.2.1 (U_{ohne} and U_{515}) jeweils 0 Punkte. Alle weiteren Berechnungen können damit ohne zusätzliche Behinderung durchgeführt werden.

Wenn du den Absorptionswert nicht berechnen kannst, stellt die Saalaufsicht eine fertige Tabelle zur Verfügung. Das kostet alle Punkte zur Tabelle 3.2.2

Frage 3.2.3

Zeichne ein Diagramm, das die Aktivität der Polyphenoloxidase in Funktion der Temperatur zeigt (ausgedrückt durch die Absorptionswerte aus Tabelle 3.2.2). Verbinde die Messpunkte zu einer Linie.

- ❖ **Zeichne ein Diagramm auf das Millimeterpapier, benenne es mit 3.2.3, klebe den Sticker mit dem Teamcode auf und füge es zum Antwortbogen dazu.**

Frage 3.2.4

Zeichne ein Diagramm, das die Aktivität der Polyphenoloxidase in Funktion des pH-Wertes zeigt (ausgedrückt durch die Absorptionswerte aus Tabelle 3.2.2). Verbinde die Messpunkte zu einer Linie.

- ❖ **Zeichne ein Diagramm auf das Millimeterpapier, benenne es mit 3.2.4, klebe den Sticker mit dem Teamcode auf und füge es zum Antwortbogen dazu.**

3.3 Analyse

Nina und Martin haben andere Enzyme in anderen Studien untersucht. Du kannst die von dir gefundenen Erkenntnisse verwenden, um die folgenden Fragen zu beantworten.

Frage 3.3.1

Welcher Temperaturbereich beschreibt am Besten die höchste Aktivität der Polyphenoloxidase? (nur eine Antwort)?

- A. 0 °C – 70 °C.
- A. 40 °C – 70 °C.
- B. 20 °C – 30 °C.
- C. 0 °C – 20 °C.
- D. 50 °C – 70 °C.

- ❖ **Trage den korrekten Buchstaben (A, B, C, D oder E) unter Frage 3.3.1 in den Antwortbogen ein.**

Frage 3.3.2

Welches der folgenden Aussagen beschreibt die höchste Aktivität der Polyphenoloxidase am besten? (nur eine richtige Antwort möglich)

- A. Für diese Reaktion gibt es eine lineare Abhängigkeit zwischen der Löslichkeit eines Gases in Flüssigkeiten und der Temperatur. Bei höheren Temperaturen (bezogen auf die Raumtemperatur) sind Gase besser löslich. Wenn es wärmer ist, ist Sauerstoff im Cytoplasma besser löslich, die Reaktionsrate ist deshalb höher. Daraus folgt eine höhere Melaninproduktion.
- B. Für diese Reaktion gibt es eine lineare Abhängigkeit zwischen der Löslichkeit eines Gases in Flüssigkeiten und der Temperatur. Bei niedrigeren Temperaturen (bezogen auf die Raumtemperatur) sind Gase besser löslich. Wenn es kühler ist, ist Sauerstoff besser im Cytoplasma löslich, die Reaktionsrate ist deshalb höher. Daraus folgt eine höhere Melaninproduktion.
- C. Für diese Reaktion gibt es eine lineare Abhängigkeit zwischen der Löslichkeit eines Gases in Flüssigkeiten und der Temperatur. Bei höheren Temperaturen (bezogen auf die Raumtemperatur) sind Gase besser löslich. Wenn es wärmer ist, ist Sauerstoff im Cytoplasma besser löslich, die Reaktionsrate ist deshalb niedriger. Daraus folgt eine geringere Melaninproduktion.
- D. Die Temperatur hat keinen Einfluss auf die Aktivität der Polyphenoloxidase..

❖ **Trage den korrekten Buchstaben (A, B, C oder D) unter Frage 3.3.2 in den Antwortbogen ein.**

Frage 3.3.3

In welchem pH-Wert-Bereich ist die Aktivität der Polyphenoloxidase am höchsten? (nur eine Antwort möglich)

- A. pH 0-3
- B. pH 0-10
- C. pH 0-5
- D. pH 4-8
- E. pH 6-9
- F. pH 7-10

❖ **Trage den korrekten Buchstaben (A, B, C, D, E oder F) unter Frage 3.3.3 in den Antwortbogen ein.**

Frage 3.3.4

Hast Du jemals Apfelspalten auf dem Tisch liegen gelassen und festgestellt, dass sie sich nach einigen Minuten bräunlich verfärben? Auch das ist eine Reaktion des Brenzkatechins (Katechol), welches durch Polyphenoloxidase über ortho-Chinon zu dunkel gefärbtem Melanin umgewandelt wird. Eine ähnliche Reaktion kann auch mit beschädigten Früchten (z. B. Bananen) geschehen.

Welche der beschriebenen Lagerungs- bzw. Behandlungsmethoden kann eine solche Veränderung verhindern (verlangsamt die Oxidation durch Polyphenoloxidase)?

(Mehrfachantwort möglich)?

- A. Wir bewahren Früchte im Kühlschrank auf, da die Aktivität der Enzyme bei niedrigen Temperaturen abnimmt.
- B. Ein Lagerraum wird dauernd belüftet, damit die Sauerstoffversorgung der Früchte gesichert ist. Genügend Sauerstoff kann die Enzymaktivität stoppen.
- C. Früchte werden in einer mit Stickstoff oder Kohlenstoffdioxid angereicherten Atmosphäre gelagert. Dadurch wird die Sauerstoffzufuhr gestoppt und die Aktivität des Polyphenoloxidase verringert.
- D. Wir tropfen etwas Zitronensaft auf die Apfelspalten oder andere Früchte.
- E. Wir tropfen etwas Wasser auf die Apfelspalten oder andere Früchte.
- F. Wir trocknen die Apfelspalten oder anderen Früchte mit dem Haarfön um die Bräunung zu verhindern. Auf diese Weise steigern wir die Temperatur und erhöhen die Sauerstoffzufuhr.
- G. Getrocknete Apfelspalten werden mit Sulfiten behandelt, welches als Antioxidans wirkt. Dadurch kann die Bräunung verhindert werden.

❖ **Schreibe die richtigen Antwortbuchstaben unter 3.3.4 im Antwortbogen ein.**

Frage 3.3.5

Ein spezielles Enzym wurde aus Bakterien isoliert, welche in schwach alkalischen Lösungen bei Temperaturen über 70°C leben. Benutze die Grafiken (Abbildung 3.7a und 3.7b), um herauszufinden, welche der dort gezeigten Kurven die Aktivität dieser Enzyme bei verschiedenen Bedingungen am besten beschreibt.

(nur eine Antwort möglich)

- A. Kurven 1 und 5
- B. Kurven 2 und 4
- C. Kurven 2 und 5
- D. Kurven 3 und 4
- E. Kurven 3 und 5

❖ **Trage den korrekten Buchstaben (A, B, C, D oder E) unter 3.3.5 in den Antwortbogen ein**

Aufgabe 3.3.6

Benutze die Grafiken (Abbildung 3.7a und 3.7b), um heraus zu finden, welche Temperatur- und pH-Wert-Bereiche die Aktivität von Enzymen, welche aus dem menschlichen Magen isoliert werden können, zutreffend beschreiben,.

(nur eine richtige Antwort)

- A. Kurven 1 und 4
- B. Kurven 1 und 5
- C. Kurven 2 und 4
- D. Kurven 2 und 5
- E. Kurven 3 und 4

❖ **Trage den korrekten Buchstaben (A, B, C, D oder E) unter 3.3.6 in den Antwortbogen ein**

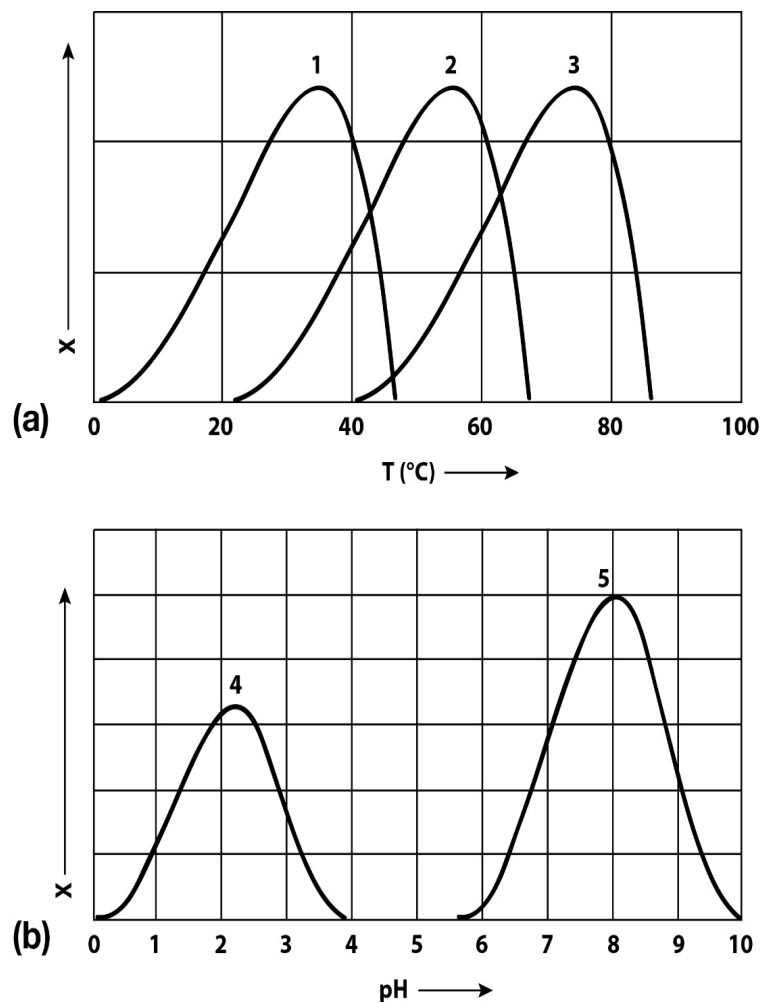


Abbildung 3.7: Aktivität verschiedener Enzymtypen bei unterschiedlichen Temperaturbedingungen (Diagramm (a)) und verschiedenen pH-Werten (Diagramm (b)) (X = Enzymaktivität).