

Versuche zu Enzymen mit Alltagsprodukten



6. Chemietage des VCÖ

05. - 07. April 2018, KFU Graz

Veranstalter: Verband der Chemielehrer/-innen Österreichs

Referenten: Helga Engljähringer, Wolfgang Schatz

Inhaltsverzeichnis

1. **Ananas frisst Gummibärchen - Enzymaktivität von Früchten**
2. **Frischkäse**
 - 2.1. **Herstellung mit Labenzym**
 - 2.2. **Zusatzversuch: Verpackungsfolie von Frischkäse z.B. Mozzarella**
3. **Proteasen**
 - 3.1. **Proteasen in Früchten**
 - 3.2. **Proteasen in Wasch- und Spülmitteln**
4. **Amylasen**
 - 4.1 **Amylasen in Getreide**
 - 4.2 **Amylasen in Waschmitteln**
5. **Katalaseaktivität von Hefe = Variation einer „Elefantenzahnpasta“**
6. **Enzymhemmung**
 - 4.1. **Katalasehemmung bei Kartoffel**
 - 4.2. **Polyphenoloxidasehemmung durch Ascorbinsäure**
7. **Enzyme in Medikamenten**
8. **„Der leuchtende Smilie“ - Luminolreaktionen**
 - 8.1. **Klassische Luminolreaktion**
 - 8.2. **„Leuchtender Smilie“**
 - 8.2.1. **Klassisch**
 - 8.2.2. **„Leuchtender Smilie“ mit Enzymen - Ersatz des Katalysators**
 - 8.2.3. **„Leuchtender Smilie“ als Demoversion**
9. **Ureaseaktivität**

Gewährleistungsausschluss

Alle in diesem Dokument enthaltenen Informationen, Prozessbeschreibungen, Rezepturen etc. sind nach bestem Wissen und Gewissen zusammengestellt. Dennoch kann ich keine Garantie für die Korrektheit der Angaben übernehmen.

Für die vollständige Angabe von Hinweisen auf (u. a. gesundheitliche, arbeitssicherheitstechnische) Gefahren, die sich bei Herstellung und Anwendung der Rezepturen ergeben (können), kann nicht garantiert werden. **Grundsätzlich ist jeder Benutzer selbst verantwortlich**, sich im Zweifelsfall in geeigneter Fachliteratur über die angedachten Prozesse vorab ausreichend zu informieren, um Schäden an Personen und Equipment auszuschließen.

1. Ananas frisst Gummibärchen - Enzymaktivität von Früchten

Einen Überblick über Grundlagen der Enzyme gibt [1]

Geräte: 4 Schnappdeckelgläser = Rollrandgläser, Zitronenpresse, Knoblauchpresse, Wasser, Messer, Schneidbrett, Plastikbecher, Markierungsstift, Haushaltspapier

Chemikalien: Gummibärchen z.B. Haribo das Original, Kiwi, Ananas, Ananas aus der Dose

Durchführung: Beschrifte die Schnappdeckelgläser mit 1, 2, 3 und 4. Schneide die Ananas in kleine Stücke und presse diese mit der Knoblauchpresse, fange den Saft in einem kleinen Plastikbecher auf und fülle diesen dann in das 1. Schnappdeckelglas. Der Saft sollte ca. 2 cm hoch im Glas sein. Trockne das Ananasstück aus der Dose mit Haushaltspapier und presse den Saft in einen neuen Plastikbecher und fülle diesen in das 2. Schnappdeckelglas. Der Saft sollte ca. 2 cm hoch im Glas sein. Presse eine Kiwihälfte vorsichtig mit der Zitronenpresse aus und gieße den Saft in das 3. Schnappdeckelglas. Der Saft sollte ca. 2 cm hoch im Glas sein. Fülle das 4. Schnappdeckelglas mit ca. 2 cm Wasser.

Bestimme das Gewicht von jedem Gummibärchen. Lege ein Stück Papier auf die Metallplatte der Waage, stelle die Anzeige durch Drücken der Tara-Taste auf null und lege das Gummibärchen darauf. Trage die Werte in die Tabelle. Lege nun in jedes Glas ein Gummibärchen. Betrachte am nächsten Tag wieder die Gummibärchen, halte die Veränderung in der Tabelle fest. Die Gummibärchen werden aus dem Glas genommen, mit Küchenpapier vorsichtig trocken getupft und anschließend gewogen. Halte die Werte in der Tabelle fest.

Arbeitsauftrag: Berechne die prozentuelle Gewichtsveränderung nach Stunden.

	Glas 1 – Bärchen und Ananassaft	Glas 2 – Bärchen und Ananassaft aus Dose	Glas 3 – Bärchen und Kiwisaft	Glas 4 – Bärchen und Wasser
Farbe des Bärchens				
Gewicht Bärchen am Anfang				
Gewicht Bärchen nach Stunden				
Beschreibung der optischen Veränderung				
prozentuelle Gewichtsveränderung				

2. Frischkäse

2.1. Herstellung mit Labenzym

Material: ¼ l Milch, Labtabletten (Bezug: Apotheke oder z.B. [2]), warmes Wasser (Duschtemperatur), Plastikbecher 100 ml, Teesieb, Gewürze/Kräuter

Durchführung: Ca. 1/8 der Labtablette (bei einem anderen Produkt Herstellerangabe beachten) pulverisieren, mit wenig Wasser lösen und in ca. ¼ l kalte Milch einrühren. Salz, Pfeffer, Kräuter untermischen. Die Milchmischung auf 4 Plastikbecher (100 ml) aufteilen und in ein warmes Wasserbad stellen. Nach 30 Minuten die Stechprobe durchführen, eventuell nochmals 15 – 30 Minuten warten. Wenn sich an der Oberfläche der feste Käsebruch abgesetzt hat, kann die Molke durch ein Teesieb abgegossen werden (oder durch ein Tuch auspressen), den Bruch im Sieb noch etwas abtropfen lassen. Durch leicht kreisende Bewegungen des Teesiebs kann der Käsebruch darin schön geformt werden. Mit Kräutern garnieren und sofort zu frischem Brot servieren.



Eine ausführliche Anleitung zur Herstellung von Käse unter [3]

Erklärung:

2.2. Zusatzversuch: Verpackungsfolie von Frischkäse, z.B.: Mozzarella (verändert nach {4})

Material: Verpackungsfolie Mozzarella (Hinweis: Schafskäseverpackung schaut ähnlich aus, funktioniert aber nicht), Tixostreifen, Becherglas, Watte pads, Wattestäbchen, Herdplatte, 2 Petrischalen

Chemikalien: Lebensmittelfarbstoff Cochenillerot oder Indigotin (sind z.B. enthalten in Fixcolor Ostereierfarben rot bzw. blau), konz. Essigsäure, konz. HCl, Spiritus

Durchführung 1: Im Becherglas ca. 50 ml Wasser mit LM-Farbstoff und 2 Tropfen konz. Essigsäure bis zum Sieden erhitzen. Inzwischen aus der Verpackungsfolie einen Steifen (ca. 1,5 x 5 cm) ausschneiden. Nach Möglichkeit sollte auch die Außenseite einen weißen Bereich aufweisen. Mit Spiritus und Watte pads entfetten. Klebe mit dünnen Tixostreifen ein A auf die Außenseite der Folie und ein I auf die Innenseite. Klebe die Folie an den seitlichen Rändern mit Tixo auf den Boden der Petrischale (Außenseite nach unten).



Gieße nun die siedende Farblösung über die Folie und warte ca. 2 Minuten. Folie aus Petrischale nehmen und mit Wasser spülen.

Beobachtung 1:

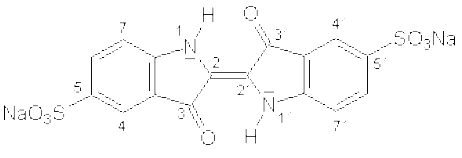
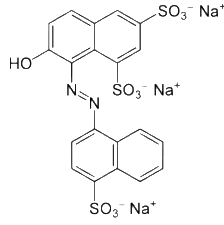
Erklärung 1:

Durchführung 2: Klebe ein Folienstück mit der Außenseite nach oben auf den Deckel der Petrischale, tropfe ein paar Tropfen konz. HCl darauf und warte 45 Sekunden (Vorsicht: HCl-Dämpfe nicht einatmen, eventuell Petrischale abdecken). Reibe dann mit einem feuchten Wattestäbchen über die Oberfläche der Folie. Spüle die Folie mit Wasser und ziehe dann vorsichtig an den Enden der Folie.

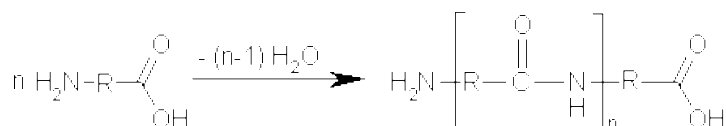
Beobachtung 2:

Erklärung 2:

Erklärung der einseitigen Färbung:

<p>Indigotin</p>  <p>Indigocarmin</p> <p>http://www.chemikalienlexikon.de/cheminfo/7103-lex.htm</p>	<p>Cochenillerot</p>  <p>https://de.wikipedia.org/wiki/Cochenillerot_A</p>
---	--

Polyamid



<http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/9/mac/stufen/polykondensation/polyamide/polyamid.vlu.html>

3. Proteasen

3.1 Proteasen in Früchten



Material:

Smoothie maker oder Pürierstab, 50 ml Greinerröhrchen, verschiedene Früchte (Ananas, Kiwi, oder Papaya), Gelatine, Säfte aus der Packung (z.B. Ananassaft der Firma Rauch), Messer, Schneidbrett, Eisbad.

Durchführung:

Frische Ananas schälen und mit Wasser pürieren. Ebenso mit der Kiwi oder Papaya verfahren. Gemahlene Gelatine (z.B. von Oetker) in warmem Wasser auflösen (4g/100 ml). 10 ml des jeweiligen Fruchtemuses und 10 ml des Saftes aus der Packung jeweils in ein Greinerröhrchen füllen. Als Blindwert dient 10 ml Wasser. Jedes Greinerröhrchen wird mit 12,5 ml Gelatinelösung vermischt. Die verschlossenen Greinerröhrchen werden für ca 10 min kalt gestellt (Eisbad).



Beobachtung:

Erklärung:

3.2. Proteasen in Wasch- und Spülmitteln



Material:

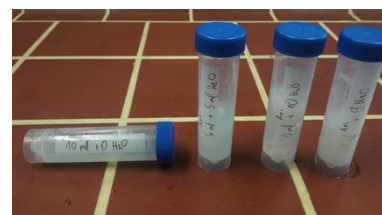
50 ml Greinerröhrchen, verschiedene Wasch- und Spülmittel wie Persil, Fewa, Ariel, Finish Powerballs Tabs und Priel, Gelatine, Eisbad.

Durchführung:

Die Wasch- und Spülmittel werden mit Wasser 1:10 verdünnt. Jeweils 10 ml dieser Wasch- und Spülmittel-Lösungen werden in einem Greinerröhrchen mit 12,5 ml aufgelöster Gelatine versetzt (Gelatinekonzentration 4g/100ml). Als Blindwert wird 10 ml Wasser eingesetzt. Die verschlossenen Greinerröhrchen werden für ca 10 min kalt gestellt (Eisbad).

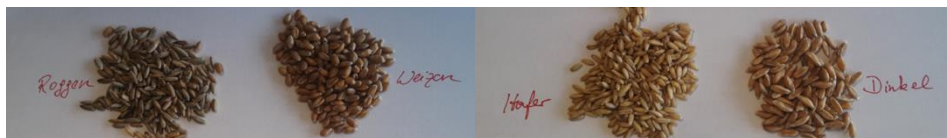
Beobachtung:

Erklärung:



4. Amylasen

4.1. Amylasen in Getreide



Material:

verschiedene Getreidesorten wie Roggen, Weizen, Hafer und Dinkel, 0,1%ige Stärkelösung, Mörser, RG, RG-Gestell, Glucoseteststreifen, 2%ige Lugolsche Lösung (2g Iod und 4g KI in 100 ml Wasser) oder Betaisodona.

Durchführung:

Die Getreidekörner wurden über Nacht in Leitungswasser eingeweicht. Je ca. 20 Getreidekörner werden im Mörser zerstampft, sodass die Körner aufgebrochen werden, jedoch nicht ihre Integrität verlieren. Jedes RG wird ca 2 cm hoch mit den zerstampften Getreidekörnern befüllt, mit ca. 4 ml warmem Wasser vermischt und mit 1 Tropfen Lugolsche Lösung versetzt. Als Blindwert dient die 0,1%ige Stärkelösung mit Wasser und 1 Tropfen Lugolsche Lösung. Beobachte die Farbveränderung für ca. 20 Minuten. Überprüfe mit einem Glucoseteststreifen, ob Glucose freigesetzt wurde.



Beobachtung:

Erklärung:

4.2 Amylasen in Waschmitteln

Material:

verschiedene Flüssigwaschmittel wie Persil, Fewa und Ariel, 0,1%ige Stärkelösung, RG, RG-Gestell, Becherglas, Glucoseteststreifen, 2%ige Lugolsche Lösung (2g Iod und 4g KI in 100 ml Wasser) oder Betaisodona.



Durchführung:

Von jedem Waschmittel wird eine Lösung hergestellt (0,5ml Waschmittel + 10 ml Wasser). 1ml einer 0,1%igen Stärkelösung wird in einem RG mit 5 ml der Waschmittellösung versetzt. Als Blindwert dient 1ml einer 0,1%igen Stärkelösung mit 5 ml Wasser. Die Reagenzgläser werden für 10 Minuten in ein Becherglas mit heißem Wasser gestellt. Nach 10 Minuten erfolgt der Nachweis von Glucose mit Glucoseteststreifen. Danach wird jedem Reagenzglas 1 Tropfen Lugolsche Lösung zugesetzt und die Entfärbung beobachtet.

Beobachtung:

Erklärung:

5. Katalaseaktivität von Hefe = Variation einer „Elefantenzahnpasta“

Geräte: 2 Reagenzgläser, Spatel, Pipette, kleine Compariflasche oder leere Colaflasche 0,3 l, Plasticschnapsgläser, Schutzbrille, Feuerzeug, Holzspieß

Chemikalien: Trockenhefe, Wasserstoffperoxid 30%ig (H_2O_2 , in Apotheken erhältlich) - Lösung (**Vorsicht: Hautkontakt vermeiden!**), Geschirrspülmittel

Arbeite mit Schutzbrille!!!

Durchführung 1: Die Hälfte eines Päckchens Trockenhefe wird in ein Plasticschnapsglas gegeben und bis ca. 0,5 cm unter den Rand mit Wasser gefüllt. Verrühre das Pulver und lasse die Hefe ein paar Minuten quellen. Fülle in eine leere 0,3 Literflasche (Cola oder ähnlich) ca. 25 ml Wasserstoffperoxid 30% und ca. $\frac{1}{2}$ cm hoch Spülmittel. Vermische beides durch vorsichtiges Schwenken. Bei Comparifläschchen braucht es entsprechend weniger Wasserstoffperoxid und Spülmittel, funktioniert genauso gut!

Stelle die Flasche in eine größere Schale und giesse mit einem schnellen Schwung die gequollene Hefe in die Wasserstoffperoxid/Spülmittelmischung.

Beobachtung 1:

Erklärung 1:



Durchführung 2: Warte ein paar Minuten, entzünde den Holzspieß, blase die Flamme aus und führe die Glut möglichst in der Flaschenmitte in den Schaum. Dabei sollte der Raum etwas abgedunkelt sein.

Beobachtung 2:

Erklärung 2:

6. Enzymhemmung

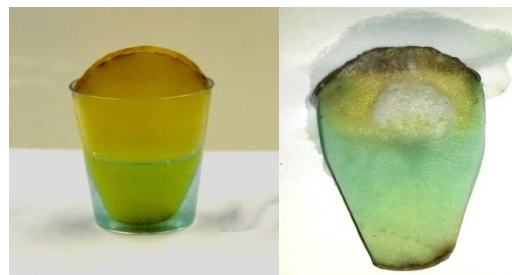
6.1. Katalasehemmung bei Kartoffel

Material: rohe Kartoffel, Kupferstreifen, Brenner, Klammer,

Chemikalien: H_2O_2 -Lösung 30%ig, CuSO_4 -Lösung

Durchführung 1: Eine Scheibe Kartoffel wird für ca. 12 Stunden zur Hälfte in eine CuSO_4 -Lösung gelegt. Danach wird auf die behandelte bzw. unbehandelte Kartoffelfläche etwas H_2O_2 -Lösung aufgetropft.

Beobachtung 1:



Durchführung 2: Ein Kupferstreifen (oder Münze) wird mit der Zange gehalten und an einem Ende stark erhitzt. Die Heiße Seite wird fest auf ein Stück Kartoffel gepresst. Tropfe auf die behandelte bzw. unbehandelte Kartoffelstelle etwas H_2O_2 -Lösung.

Beobachtung 2:

Erklärung:

6.2. Polyphenoloxidasehemmung durch Ascorbinsäure

Material: Spatel, rohe Kartoffel, Reibe, 1 Becherglas, 2 Plastikschnapsgläser 20 oder 40 ml, 20mL Spritze, Teesieb

Chemikalien: Vit. C-Pulver

Durchführung: Ein Stück einer geschälten Kartoffel wird auf einer feinen Reibe gerieben. Ein Plastikschnapsglas wird ca 1cm hoch mit den Kartoffelschnitzel gefüllt und mit ca. 20 mL Wasser aufgeschlämmt. In ein zweites Schnapsglas wird ein gute Spatelspitze Vitamin C gegeben und ebenfalls mit Kartoffelschnitzel und Wasser aufgeschlämmt. Vergleiche das Filtrat in den beiden Gläsern:

Glas 1	Glas 2

Erklärung:

7. Enzyme in Medikamenten

Geräte: Schnappdeckelgläser oder Plastikbecher 20 ml, Spatel, Gummibärchen

Chemikalien: 3%ige Na_2CO_3 -Lösung; Sahne 36% Fett, Bromthymolblaulösung konz., Enzymtablette Pankreoflat oder reine Lipase

Durchführung: Fülle ein Schnappdeckelglas (Plastikbecher) mit 5 ml Wasser und gib 5 Tropfen Sahne und 5 Tropfen Bromthymolblaulösung hinzu. Tropfe nun so lange Na_2CO_3 -Lösung hinzu, bis ein deutlicher Blaustich zu erkennen ist. Zerdrücke $\frac{1}{2}$ Pankreoflattablette in einem zweiten Schnappdeckelglas und gieße die Hälfte aus Glas 1 hinzu

Beobachtung:

Mach nach der Umfärbung eine Geruchsprobe:

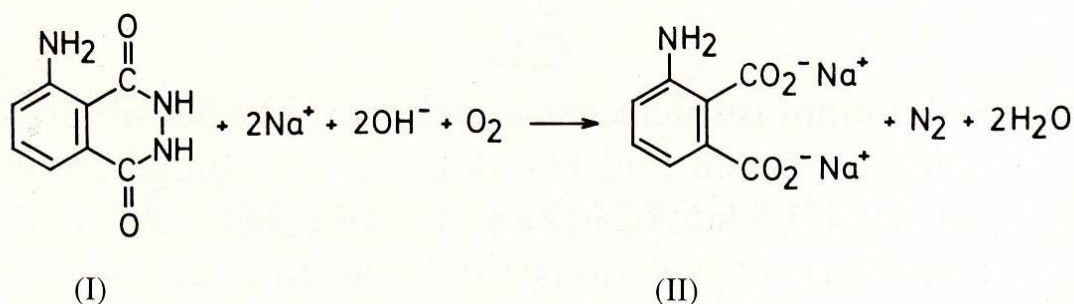
Erklärung:



8. „Der leuchtende Smilie“ - Luminolreaktionen

Alle Luminolreaktionen müssen mit Schutzbrille (NaOH) und bei vollkommener Verdunkelung durchgeführt werden!!

Erklärung: Luminol wird in alkalischer Lösung über mehrere Zwischenstufen zum Dinatriumsalz der 3-Aminophthalsäure umgewandelt. [7]



Oxidation des Luminols

Dabei erfolgt eine Oxidation des Luminols, das Standardoxidationsmittel ist H_2O_2 und als Standardkatalysator wird rotes Blutlaugensalz verwendet [8]

8.1. Klassische Luminolreaktion:

Chemikalien: Luminol, Natronlauge, rotes Blutlaugensalz, Wasserstoffperoxidlösung 35%

Geräte: 4 Bechergläser, Spatel

Der folgende Versuch zeigt die klassische Variante der Chemolumineszenz, welche Luminol bei der alkalischen Oxidation mit Wasserstoffperoxid aussendet. Zuerst werden die Stammlösungen hergestellt:

Vorbereitende Arbeiten:

Lösung A: 0,3 g Luminol in 100 mL destilliertem Wasser.

Lösung B: 50ml 10%ige NaOH

Lösung C: 3 g rotes Blutlaugensalz = Kaliumhexacyanoferrat(III) in 100 ml destilliertem Wasser.

Lösung D: Wasserstoffperoxid 30%ig

Nun werden durch entsprechendes Verdünnen der oben angegebenen Stammlösungen die für den Versuch benötigten Ansätze hergestellt:

Durchführung: 1 mL der Lösung A (Luminol) werden in einem Schnappdeckelglas mit 3,5 mL destilliertem Wasser verdünnt und 0,5 mL der Lösung B (NaOH) dazugeben. Anschließend 0,5 mL Lösung D (30% Wasserstoffperoxid) hinzufügen.

Den Raum möglichst gut abdunkeln und tropfenweise Lösung C (rotes Blutlaugensalz) hinzufügen.

Beobachtung:



8.2. „Leuchtender Smilie“

8.2.2. „Leuchtender Smilie“ mit Enzymen - Ersatz des Katalysators:

Material/ Geräte: sauberer Plastikdeckel von ½ l Yoghurtbecher, Melitta Rundfilterblätter 1a Original, Reibe, Meerrettich, Zahnstocher, Plastiksets, scharfes Messer (Papierschneider od. ähnliches), Smilieabbildung,

Chemikalien: Luminollösung, NaOH-Lösung, Wasserstoffperoxid, Meerrettichwurzel (Hinweis: die Meerrettichwurzel kann auch tiefgekühlt werden und vor Verwendung auftauen lassen):

Vorbereitende Arbeit: Die Smilieschablone auf das Set legen, die Linien auf das Set nachzeichnen, die Smiliekonturen (Augen, Mund und Randkreis) mit dem Messer ausschneiden. Diese Schablonen sind immer wieder verwendbar.



Durchführung: Etwas Meerrettichwurzel fein reiben. Die Plastischablone auf den Filter legen und den geriebenen Meerrettich durch die freien Stellen der Schablone fest auf den Filter drücken. Man sollte beobachten können, dass der Filter unter den ausgeschnittenen Stellen der Schablone durch den Meerrettich feucht wird. Auf die Innenseite des Deckels werden 3 Tropfen Lösung A (Luminol), 5 Tropfen Wasser, 2 Tropfen Lösung B (NaOH) und 2 Tropfen Lösung D (Wasserstoffperoxid) gegeben und mit einem Zahnstocher vermischt. Der Raum wird abgedunkelt und der Filter mit dem Smilie mit der Papierseite in die Flüssigkeit gelegt.



Beobachtung:

Varianten:

a) Die intensivste Farbentwicklung zeigt sich bei der Wurzel im Grenzbereich äußere Rinde zum inneren Zentralzylinder. Dies lässt sich schön zeigen, wenn quer zur Längsachse der Wurzel eine Scheibe herausgeschnitten wird und in Luminollösung gelegt wird, es zeigt sich ein intensiv leuchtender Ring.

b) Aus der Wurzel wird die Form eines Eiszapfen geschnitten und die Mischung von Lösung A, B und D getaucht (Abb. rechts)

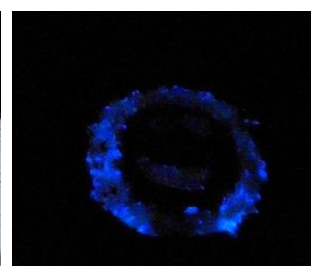
8.2.3. „Leuchtender Smilie als Demoversion:

Vorbereitende Arbeit: Ein Stück Ytongziegel wird zurechtgeschnitten und mit dem Kopf eines Nagels die Smiliekontur hineingeritzt. Die Oberfläche des Ytongziegels wird mit einem Silikonspray (z.B. Schuhimprägnierung) gut eingesprüht und trocknen lassen. Ein Wassertropfen sollte nun in der Smiliekontur rollen, ohne zu versickern.

Material: Meerrettichwurzel, Reibe, Metalllöffel, Frischhaltefolie, Pipette

Chemikalien: Luminollösung, NaOH-Lösung, Wasserstoffperoxid, Meerrettichwurzel

Durchführung: Etwas Meerrettichwurzel fein reiben, mit dem Löffelstiel in die Vertiefung der Smiliekontur drücken. Den



Rest der Ziegeloberfläche vom Meerrettich säubern. In einem Glas 1,5 ml Luminollösung, 3 ml Wasser, ½ ml NaOH-Lösung und 1 ml Wasserstoffperoxid vermischen. Diese Lösung mit der Pipette über den Meerrettich im Ziegel verteilen. Den Ziegel mit einer Klarsichtfolie einpacken.

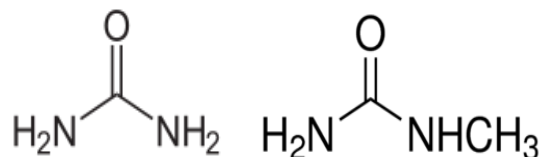
Beobachtung:

Erklärung:

9. Ureaseaktivität

Geräte: Reagenzgläser, Spatel, kleine Tiegel, Uhrgläser, Trinkhalm

Chemikalien: Bromthymolblaulösung oder Universalindikatorlösung, Urease, Harnstoff ($\text{CO}(\text{NH})_2$), Methylharnstoff ($\text{C}_2\text{H}_5\text{N}_3\text{O}_2$), Universalindikatorpapier



Durchführung 1: Fülle ein Reagenzglas mit ca. zwei bis drei cm Wasser, gib eine Spatel Harnstoff und 20 Tropfen Bromthymolblaulösung hinzu. Blas durch den Trinkhalm so viel Luft in die Lösung, bis sich die Lösung eindeutig grün/gelb färbt. Teile die Lösung auf zwei Reagenzgläser auf und gib nun in ein Reagenzglas mit der Pipette 10 Tropfen Ureaselösung.

Beobachtung:

Erklärung:

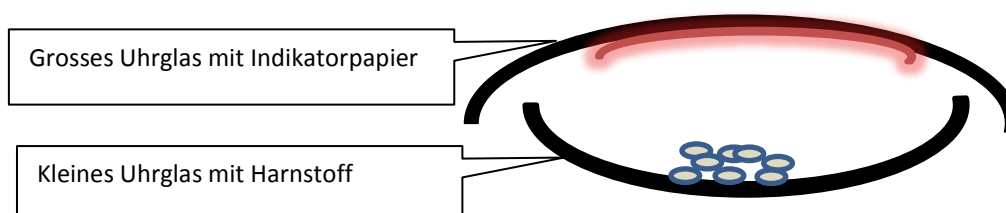
Durchführung 2: Wiederhole den Versuch, nur verwende jetzt Methylharnstoff statt Harnstoff.

Beobachtung:

Erklärung:

Durchführung 3: Welche Base entsteht beim Abbau von Harnstoff?

Reiße ca. 1 cm Universalindikatorpapier ab, befeuchte es mit Wasser und drücke es auf die Innenseite des gewölbten größeren Uhrglasschälchens. Bringe auf das kleinere Uhrglasschälchen eine Spatel Harnstoff und tropfe fünf Tropfen Ureaselösung darauf. Decke sofort mit dem größeren Uhrglasschälchen zu, der Indikatorstreifen ist auf der Innenseite



Beobachtung nach ein paar Minuten:

Erklärung: