

Name:	Datum:
-------	--------

Eiweißabbauende Enzyme im Alltag

Geräte

Waage, Becherglas (250mL), Heizplatte, Messzylinder 50 mL, Thermometer, Spatel, Permanentstift, 5 Schnappdeckelgläser mit Deckel

Materialien

gemahlene Gelatine, Wasser, Vollwaschmittelpulver, Fleischzartmacher, Geschirrspülmittelpulver

Sicherheitshinweise

Waschmittel und Geschirrspülmittel sind reizend. Trage Handschuhe.

Durchführung

1. Wiege 1 g Gelatine in ein Becherglas ein und gib 50 mL Wasser dazu.
2. Erwärme unter Rühren, bis die Gelatine gelöst ist.
3. Beschrifte die Schnappdeckelgläser mit den Namen Waschmittel, Fleischzartmacher, Geschirrspülmittelpulver, Gelatine und Wasser.
4. Gib jeweils einen Spatel voll Waschmittel, Fleischzartmacher und Geschirrspülmittelpulver in das jeweilige Glas.
5. Fülle in die ersten vier Gläser je 10mL der heißen Gelatinelösung und schüttele gut, damit sich das Pulver möglichst komplett löst.
6. In das letzte Glas füllst du ca. 10 mL Wasser.
7. Anschließend stellst du alle Gefäße in den Kühlschrank.
8. Nimm die Gläser nach ca. 30 min wieder heraus und vergleiche.

Beobachtung

Erklärung

Name:	Datum:
-------	--------

Was hält das Gummibärchen in Form?

Geräte

4 Schnappdeckelgläser mit Deckel, Spatellöffel, Lineal, Permanentstift

Materialien

4 Gummibärchen (mit Gelatine), Vollwaschmittelpulver, Geschirrspülmittelpulver, Fleischzartmacher, Wasser

Sicherheitshinweise

Waschmittel und Geschirrspülmittel sind reizend. Trage Handschuhe.

Durchführung

1. Fülle vier Schnappdeckelgläser zu ca. $\frac{3}{4}$ mit Wasser.
2. In das erste Glas gibst du einen Spatellöffel Geschirrspülmittel, in das zweite einen Spatellöffel Waschmittel und in das dritte Glas einen Spatellöffel Fleischzartmacher.
3. Verschließe und beschrifte die Gläser. Schüttele gut, um die Substanzen zu lösen.
4. Anschließend gibst du in jedes Glas ein Gummibärchen.
5. Die Gläser lässt du über Nacht oder mehrere Tage stehen. Miss jeden Tag, wie groß das Gummibärchen ist, und trage es in die Tabelle ein

Messergebnisse:

	Länge der Gummibärchen in Zentimeter			
Tag	Waschmittel	Geschirrspülmittel	Fleischzartmacher	Wasser
1				
2				
3				
4				
5				

Erklärung

Name:

Datum:

Gelatinefolie und -schaumfolie

Geräte

Heizplatte, 2 Bechergläser 100 mL, Messzylinder 50 mL, 2 Glasstäbe, 4 Petrischalen (oder Alufolie), Teelöffel, Schraubdeckelglas 100 mL

Materialien

gemahlene Gelatine, Duschgel, Wasser, Fleischzartmacher

Durchführung

1. Gib jeweils 1,5 g Gelatine in die beiden Bechergläser und füge jeweils 40 mL Wasser dazu. Miss es mit dem Messzylinder ab.
2. Stelle die Heizplatte auf ca. 100 °C ein und erwärme die Bechergläser darauf, damit sich die Gelatine auflöst. Rühre dabei regelmäßig mit dem Glasstab um.
3. Wenn die Gelatine gelöst ist, verrührst du in einem der beiden Gläser einen Spatel mit Fleischzartmacher und lässt dieses Glas noch 15 min stehen.
4. Von der Lösung im anderen Becherglas gießt du die eine Hälfte in eine Petrischale, die andere in das Schraubdeckelglas.
5. Dann gibst einen ca. 2 cm langen Spülmittelstrang in das Schraubdeckelglas dazu und schüttelst das verschlossene Glas **kräftig**.
6. Die fertige Masse schüttest du ebenfalls in eine Petrischale.
7. Mit der Lösung aus dem Becherglas mit Fleischzartmacher wiederholst du die Nummern 4. – 6.
8. Vergleiche die Massen nach dem Trocknen.

Beobachtung

Erklärung

Name:

Datum:

Kunststoff aus Milch

Geräte

Heizplatte, 2 Bechergläser (400 mL), Sieb, Ausstechförmchen, Trockenschrank, Teelöffel, Messzylinder 250 mL

Materialien

Magermilch, 6 TL Haushaltsessig, Lebensmittelfarbe (optional), Speiseöl

Sicherheitshinweise

Die Heizplatte wird heiß. Vorsicht Verbrennungsgefahr!

Durchführung

1. Miss 250 mL Milch ab und fülle sie in das Becherglas.
2. Gib sechs Teelöffel Essig dazu.
3. Färbe die Mischung mit ein paar Tropfen Lebensmittelfarbe an.
4. Erhitze die Mischung auf der Heizplatte, sie darf aber nicht kochen. Rühre dabei gelegentlich um.
5. Streiche mit dem Finger etwas Öl auf die Innenseiten der Ausstechförmchen.
6. Wenn sich Flocken in der Milch zusammengeballt haben, siebe sie ab.
7. Lass die Masse abkühlen und drücke sie mit Hilfe von Papierhandtüchern aus.
8. Knete sie zu Figuren oder stich mit Hilfe der Ausstechförmchen Figuren aus.
9. Trockne die Figuren im Trockenschrank bei max. 80 °C.

Beobachtung

Erklärung

Lehrerinformation

Die Versuche zum Thema Proteine richtet sich besonders an GrundschülerInnen, da sie einfach durchzuführen sind und durch Materialien, Farben und Formen die Sinne ansprechen. Werden die molekularen Grundlagen dieser Versuche stärker vertieft, sind die Versuche aber auch für höhere Klassenstufen geeignet.

Der Gummibärchenversuch eignet sich besonders gut als Versuch im Rahmen einer Projektwoche oder als Hausaufgabe, da die Veränderungen sehr langsam voranschreiten. Eine einmalige tägliche Auswertung über einen Zeitraum von mehreren Tagen reicht aus.

Die SchülerInnen sollen auf Grundlage der vorgestellten Versuchsreihe zum Thema Proteine zu der Erkenntnis gelangen können, dass die molekulare Struktur und makroskopische Eigenschaften in direktem Zusammenhang stehen. Das Gelbildungsvermögen der Gelatine beruht auf ihrer Fähigkeit, stabile dreidimensionale Gerüste zu bilden, in denen aufgrund hydrophiler Wechselwirkungen große Wassermengen gebunden werden können. Diese Fähigkeit ist begründet in ihren Aufbau auf molekularer Ebene, wo z.B. ladungstragende Seitengruppen an langen Proteinketten Hydrathüllen besitzen. Die Fähigkeit zur Filmbildung wird ebenfalls durch die Kettenstruktur ermöglicht. Wird diese Anordnung z.B. durch Proteasen zerstört, verliert Gelatine ihre speziellen Eigenschaften, da keine dreidimensionalen Strukturen mehr möglich sind.

Proteine sind wichtig für den Organismus als Baustoffe und als Steuerungssubstanzen, daher sind sie auch in unserer Ernährung von zentraler Bedeutung. Gleichzeitig haben sie aufgrund ihrer strukturgebenden Eigenschaften auch technische Bedeutung. Dies wird sich sowohl bei der Herstellung der Gelatinefolie als auch beim Kunststoff aus Milch deutlich.

Zu den Versuchen

- 1 Eiweißabbauende Enzyme im Alltag**
- 2 Was hält das Gummibärchen in Form?**

In diesem Versuch wird den Schülerinnen der gerüstbildende Charakter von Proteinen verdeutlicht. Am Beispiel des aus dem Süßwarenbereich vertrauten Strukturproteins Gelatine wird im Experiment beobachtet, wie deren Gelbildungsfähigkeit durch den Einsatz von Proteasen verloren geht. Der Verlust der makromolekularen Natur geht also mit dem Verlust der dafür typischen Eigenschaften einher.

Gleichzeitig lernen sie verschiedene typische im Haushalt eingesetzte Proteasen kennen, die in vielen Alltagsprodukten enthalten sind. Proteasen sind Enzyme, die Proteine abbauen. Sie katalysieren die hydrolytische Spaltung von Peptidbindungen und werden deshalb als proteolytische Enzyme bezeichnet. Es gibt viele verschiedene Proteasen, die unterschiedliche Spezifität für bestimmte Aminosäuren aufweisen.

Sie kommen im Alltag häufig vor. Überall, wo Eiweiß abgebaut werden muss, sind sie im Einsatz. Dabei geht es z. B. um Reinigungseffekte wie in Waschmittel, Geschirrspülmittel für die Spülmaschine oder bestimmten Fleckenentferner. Derartige Mittel enthalten verschiedene Enzyme für die Entfernung von eiweiß-, stärke- und fetthaltigen Flecken.

Aber auch im Fleischzartmacher sind Proteasen zu finden. Hier sollen sie helfen, das Bindegewebe teilweise abzubauen, damit das Fleisch weniger zäh ist. Bekannt ist dabei vor allem das Papain, das aus der Papaya gewonnen wird.

Erklärung zu den Versuchen "Eiweißabbauende Enzyme im Alltag" und "Was hält das Gummibärchen in Form?"

Die SchülerInnen lernen verschiedene proteasehaltige Alltagsmittel kennen und vergleichen ihre Wirkung. Zur Einführung kann der Einsatzzweck der eingesetzten Mittel besprochen werden: Welchen Zweck sollen sie erfüllen? Auf welche Eiweiße und bei welcher Temperatur sollen sie wirken? Je nach bestimmungsgemäßen Gebrauch enthalten die Mittel verschiedene Arten von Enzymen, die in diesem Vergleich auch unterschiedliche Wirkungen zeigen.

Die Mehrzahl der Gummibärchen im Handel enthält Gelatine als Geliermittel. Da Gelatine tierischer Herkunft und durch den BSE-Skandal zusätzlich in die Kritik geraten ist, werden auch Produkte mit Carrageenan oder Agar angeboten. Um diese zu unterscheiden, kann man vor dem eigentlichen Versuch einen Proteinnachweis (z. B. mit Biuret) durchführen.

Bei diesem Versuch wird zum einen das außerordentliche Quell- und Wasserbindevermögen der Gelatine aufgezeigt. Das kleine Gummibärchen in reinem Wasser wächst mit der Zeit über sich selbst hinaus und vervierfacht seine Masse (Abb. 1). Zum anderen wird demonstriert, wie wichtig die makromolekulare Struktur für das Wasserbindevermögen und die Gelstruktur ist. Als Modell für die Erklärung der Gelierung eignet sich das Papierstreifenmodell. Durch mehrere Klebepunkte (diese stellen die intermolekulare Vernetzung z. B. durch Wasserstoffbrücken dar) können die SchülerInnen aus Papierstreifen stabile dreidimensionale Gerüste erstellen. Mittels einiger weniger Scherenschnitte, die die Wirkung des Enzyms symbolisieren, kann das Gerüst zerstört werden. Es stürzt zusammen, alles was sich zuvor innerhalb des Gerüsts befand (auf den Versuch übertragen: das Wasser), wird freigesetzt.

Die Gummibärchen in proteasehaltigen Lösungen schrumpfen ein und einige lösen sich sogar vollkommen auf. Zurück bleibt nur eine schwach gefärbte Lösung. In einer größer angelegten Versuchsreihe kann auch im Einzelnen getestet werden, ob die verschiedenen Inhaltsstoffe eines Gummibärchens durch eine Protease verändert werden.



Abb. 1: Gummibärchen original, in Wasser aufgequollen und in proteasehaltiger Lösung

3 Gelatinefolie und -schaumfolie

Bei der industriellen Aufarbeitung von Gelatine wird die hochkonzentrierte Gelatinemasse abgekühlt, getrocknet und gemahlen. Zur Herstellung von Blattgelatine wird ein Gelatinefilm erzeugt, für den als Trockenband ein weitmaschiges Netz dient. Für diesen Versuch sollte gemahlene Gelatine eingesetzt werden, damit die Umformung und Filmbildung deutlich wird.

Dass nur Polymere, also langkettige Moleküle in der Lage sind, zusammenhängende Filme zu bilden, wird deutlich, wenn man eine Protease in die Ansätze gibt. Proteasen zerstören die netzartigen Strukturen der Proteine durch Kettenspaltung. Das Wirken der Enzyme können die Kinder selbst erfahren, indem sie z.B. aus schmalen Pappstreifen mit etwas Klebstoff ein dreidimensionales Gebilde bauen. Wenn sie mit einer Schere nur an einigen Stellen die Pappstreifen zerschneiden, stürzt das Gebilde zusammen. Aus diesen Bruchstücken kann sich kein zusammenhängender Film mehr bilden.

Erklärung zum Versuch "Gelatinefolie und -schaumfolie"

Eine warme Gelatinelösung bildet relativ schnell einen festen Film, weil die Gelierung nicht durch den Trocknungsvorgang, sondern hauptsächlich durch die Abkühlung bewirkt wird. Durch Trocknen erhöht sich die mechanische Festigkeit des Films, es entsteht eine stabile Folie. Wird der Gelatinelösung dagegen ein proteolytisches Enzym zugegeben, werden die Eiweißketten abgebaut, es bleiben nur Kettenbruchstücke. So kann sich kein Film mehr bilden, es entsteht eine Masse, die zwar auf ihrer Unterlage noch einheitlich erscheint. Wenn man aber versucht, sie abzuziehen, zerbröseln sie in feines Pulver.



Abb 2.: Gelatineschaumfolie aus mit Duschgel aufgeschüttelter Gelatinelösung

Wird die Lösung zuvor mit einer waschaktiven Substanz aufgeschüttelt, erhält man eine feste Schaumfolie (Abb. 2). Die Gelatine reichert sich hier an den Grenzflächen an und ergibt beim Trocknen den stabilen Schaum.

4 Kunststoff aus Milch

In diesem Versuch lernen die Schüler das Milchprotein Casein und seine makromolekularen Eigenschaften kennen und stellen daraus einen einfachen Kunststoff her, aus dem sie anschließend Figuren formen können. Die Bezeichnung "Kunststoffe" gibt es nicht erst seit Entdeckung der erdölbasierten Produkte. Bereits zuvor hatte man Materialien, die durch Bearbeitung natürlicher Produkte wie dem Casein der Milch gewonnen wurden, als Kunststoffe bezeichnet. Bereits 1897 war das sogenannte „Kunsthorn“, das für Knöpfe oder Stricknadeln verwendet wurde, unter dem Namen Galalith® im Handel.

Kunstfasern mit Caseinanteil gab es schon in den 1930er Jahren, das preisgünstigere Nylon verdrängte diese allerdings schnell wieder vom Markt. Seine Wiederentdeckung als besonders hautverträgliche Faser erlebt Casein gerade aktuell wieder.

Die charakteristischste Eigenschaft von Casein ist seine Unlöslichkeit im Säuren, die es von den anderen Milchproteinen unterscheidet. Casein, das aus mehreren verschiedenen Unterfraktionen zusammengesetzt ist, liegt in der Milch in kleinen Komplexen suspendiert vor. Durch Veränderung der äußeren Bedingungen wie z.B. Säurezugabe oder Temperaturerhöhung aggregieren diese zu größeren Komplexen und Mizellen. Im sauren Bereich verändert sich die Proteinstruktur, unter anderem dadurch weil basische Seitengruppen wie z.B. das Lysin ($R = -(CH_2)_4NH_2$) protoniert werden und sich dadurch die Wechselwirkungsmöglichkeiten verändern, was die Sekundär- und Tertiärstruktur beeinflusst. Das in der Milch enthaltene Calciumphosphat stabilisiert diese Mizellen. Makroskopisch lässt sich dies erkennen, weil das Casein ausflockt und zu Boden sinkt.

Erklärung zum Versuch "Kunststoff aus Milch"

Casein ist das wichtigste Protein der Milch. Im Versuch wird dieses Casein mit Essig in der Wärme ausgefällt und durch ein feines Sieb abgetrennt. Ähnliches passiert bei der Herstellung von Quark, der zu den Sauermilchprodukten gehört. Bei seiner Herstellung werden ganz bestimmte Mikroorganismen (Milchsäurebakterien) zugesetzt, die den typischen leicht säuerlichen Geschmack generieren. Die sich dabei absetzende Flüssigkeit bezeichnet man als Molke. Dies kann man im Versuch ebenfalls beobachten.

Durch Zugabe von Lebensmittelfarbstoffen vor dem Ausfällen des Milcheiweißes wird die Masse eingefärbt. Die Restflüssigkeit, die Molke, sollte so gut wie möglich entfernt werden. Wie beim Plätzchenbacken können Formen ausgestochen oder per Hand modelliert werden. Für das Gelingen sollten die Anhänger ungefähr 0,5 cm dick sein, da sie sich sonst beim Trocknen zu leicht verziehen. Außerdem empfiehlt es sich, die zum Ausstechen verwendeten Formen vorher mit Speiseöl einzufetten, da sich die Figuren dann besser herauslösen lassen. Damit sie später aufgehängt werden können, sollte gleich ein Loch gestochen werden.

Beim Trocknen im Backofen härtet das Protein zu einer festen Masse aus, wobei die Temperatur 80°C nicht überschreiten sollte, alternativ ist das Trocknen in der Mikrowelle möglich.