

**Die Biologie der Hefe**

Best.-Nr. 2022435

Dauer: 15 Minuten

Wissenschaftlich-pädagogisches Videoprogramm

**Klassenstufe: 9-12**

Wir bedanken uns an dieser Stelle bei der Mälzerei MALTEUROP aus Vitry-le-François und der KRONENBOURG Brauerei aus Champigneulles für ihre Zusammenarbeit, ohne die dieses Filmprojekt nicht realisiert werden konnte.

Dieses Video kann vom Lehrer eingesetzt werden, um für das folgende Thema zu motivieren:

Mikroorganismen in der Lebensmittelindustrie am Beispiel der Hefe.

**Inhalt des Films****Einleitung** (Dauer: 10 sec.)

Der Mensch verwendet schon seit Jahrtausenden Hefe, um Lebensmittel zu verändern: Brot und Bäckereiprodukte, alkoholische Getränke....

**Teil 1 "Beobachtung"**

## Abschnitt 1

Vorbereitung und Beobachtung der Hefe unter dem Mikroskop (Dauer: 55 sec.)

Wenn man Hefe beobachten möchte, ist es notwendig, dazu ein Mikroskop zu benutzen. Ein Tropfen einer Hefelösung wird zwischen zwei Dünnschichtplättchen platziert. Ein Photonenmikroskop zeigt, dass Hefe einzellige Organismen sind und einen Durchmesser von 10 Mikrometer besitzen. Ein Elektronenmikroskop ermöglicht sogar noch eine weitere Vergrößerung.

## Abschnitt 2

Nachweis mit Methylenblau (Dauer 15 sec.)

Der Test mit Methylenblau ist ein sogenannter Vitalitätstest, d.h. man kann die abgestorbenen Zellen mit blau nachweisen. Die noch vitalen Zellen erscheinen farblos.

## **Teil 2 "Die Ernährung"**

### **Abschnitt 3**

#### **Das "Impfen" [1 min. + 40 sec.]**

Die Anwendung von Hefe verlangt den Einsatz von mikrobiologischen Techniken wie das "Einimpfen". Man entnimmt mit einem sterilen Platinbesteck Hefepilze, von denen man eine Kultur anlegen will. Sie werden in ein entsprechendes flüssiges Milieu gesetzt. Alle Eingriffe müssen mit absolut sterilen Instrumenten erfolgen, will man nicht die Kultur schädigen oder beeinflussen. Aus diesem Grunde werden die Instrumente nach jeder "Operation" über einer Flamme wieder steril gemacht. Nun beginnt man mit dem gleichen Eingriff noch einmal. Nur diesmal wird eine Petrischale mit festen Bestandteilen "geimpft". Die Hefepilze werden durch eine regelmäßige Bewegung auf der Oberfläche gleichmäßig verteilt. Man erkennt schon nach einigen Tagen die schnelle Entwicklung der Hefe.

### **Abschnitt 4**

#### **Verwendung im Industriebereich [3 min.+ 15 sec.]**

In der Industrie - vor allem in der Nahrungsmittelindustrie - werden zahlreiche Hefepilzstämmen genutzt. Durch spezielle biologische Verfahren kann man die genauen Bedürfnisse dieser unterschiedlichen Hefepilzstämmen feststellen. Eine Galerie enthält eine bestimmte Anzahl von Substraten mit reaktiven Stoffen, die mit destilliertem Wasser in Kontakt gebracht werden. Der Hefepilzstamm wird in der Kultur gelöst. Nun werden Teile der Galerie mit dem Milieu, welches die Hefepilze enthält, gefüllt. Eine Aufbewahrung im Wärmeschrank während 48 Stunden beschleunigt die Entwicklung der Hefe. Das Milieu verändert sich während dieser Zeit. Dies kann man daran erkennen, dass ein vorher zugefügter Indikator (farblos) sich farblich verändert und eine biologische Aktivität anzeigt. Glucose und Saccharose werden von den Hefestämmen benötigt.

### **Abschnitt 5**

#### **Verwendung der "Duran'schen" Glocke [1 min.]**

Man legt in einem flüssigen Milieu eine Hefepilzkultur an. Auf den Boden stellt man die "Duran'sche Glocke", ein kleines Glasrohr voller Wasser. Das Vorhandensein von CO<sub>2</sub> in der Glocke bezeugt eine biologische Aktivität.

### **Teil 3 "Die Reproduktion"**

#### Abschnitt 1

##### Beobachtung des Wachstums [55 sec.]

Das Wachstum der Hefekulturen kann besonders gut mit dem Photonenmikroskop beobachtet werden. Das "Knospen" ist eine asexuelle Reproduktion, die besonders schnell bei der Hefe verläuft. Es handelt sich hierbei um eine progressive Entwicklung eines neuen Individuums ausgehend von einem Organismus. Eine vereinfachte Animation illustriert diesen Begriff.

#### Abschnitt 2

##### Zähltechnik, um die Anzahl der Hefe in einer Lösung zu bestimmen. [3 min.+ 55 sec.]

Um die Kapazität der Reproduktion von Hefestämmen zu messen, ist es notwendig, eine flüssige Lösung, die sich in einem Gefäß befindet, zu impfen. Das Milieu, welches besonders reich an Hefepilzen geworden ist, muss man nun verdünnen, um dann im nächsten Schritt "zählen" zu können.

Ein Milliliter des Flakoninhaltes wird nun in 9 Milliliter destilliertem Wasser des Reagenzglases 1 gelöst. Ein Milliliter des Reagenzglases 1 wird mit 9 Milliliter destilliertem Wasser des Reagenzglases 2 verdünnt. Man verfährt noch mehrmals in dieser Art, so hat man am Ende die Initiallösung 5 mal verdünnt. Ein Tropfen der letzten Verdünnung wird nun auf einen Objektträger, auf dem sich spezielle Zellen befinden, getropft. Ein Gitternetz ermöglicht nun das genaue Volumen abzugrenzen, in dem die Hefezellen gezählt werden sollen. 20 kleine Rechtecke entsprechen einem Volumen von 1/100 ml. Man zählt 100 Hefepilze pro Rechteck, also für 1/100 ml. Dieses entspricht 104 Hefepilzen pro ml und 109 Hefepilzen vor der Verdünnung.

### **Schlussfolgerung**

Hefen haben eine große wirtschaftliche Bedeutung für die Erzeugung von Nahrungs- und Genussmitteln.

### **Der Gebrauch des pädagogischen Videofilms:**

Dieses wissenschaftlich-pädagogische Videoprogramm kann während verschiedener Phasen des Unterrichts über Hefepilze verwendet werden. Es dient als:

- Motivationselement: um verschiedene Techniken vorzustellen, die bei der Konzeption und Erstellung von Protokollen nützlich sind.
- Technisches Hilfsmittel: bevor man einen Versuch durchführt, kann man aus dem Video ersehen, welches Material benötigt wird, wie die Versuche richtig durchgeführt werden, welche Sicherheitsregeln beachtet werden müssen.
- Praktisches Hilfsmittel: als Anleitung während der Durchführung von eigenen Versuchen.

Die vorgestellten Techniken decken verschiedene Problematiken ab, wie:

- Das Verhältnis zwischen der Menge der Hefepilze und den vorhandenen Zuckern aus einem Milieu während des Gärungsprozesses.
- Das Verhältnis zwischen der Natur des Substrates und dem Wachstum der Hefepilze bei der Aerobiose.
- Das Verhältnis zwischen der Konzentration des Substrates und dem Wachstum der Hefepilze bei der Aerobiose.
- Das Verhältnis zwischen der Natur des Substrates und dem Wachstum der Hefepilze bei der Anaerobiose.
- Das Verhältnis zwischen der Konzentration des Substrates und dem Wachstum der Hefepilze bei der Anaerobiose.
- Das Verhältnis zwischen der Natur des Substrates und der Atmung eines Stammes von Hefepilzen.
- Das Verhältnis zwischen der Natur des Substrates und der Gärung.
- Das Verhältnis zwischen der Natur des benutzten Substrates und dem verwendeten Hefepilzstamm.
- Das Verhältnis zwischen der Temperatur (oder pH-Wert) und der Verwendung eines vorgegebenen Substrates durch einen gewissen (vorgegebenen Hefepilzstamm).
- Das Verhältnis zwischen der enzymartigen Ausstattung eines Hefepilzstammes und der Natur des verwendeten Substrates.
- Das Verhältnis zwischen der Temperatur (oder pH-Wert) und dem Wachstum der Hefepilze.

### **Praktische Ratschläge**

- **Vorbereitung der Hefepilze**  
Die "Wache": Bereiten Sie eine Lösung vor, ausgehend entweder von frischen Backhefepilzen (50 g/Liter) oder von aktiven getrockneten Hefepilzen (14 g/Liter) und Salzlösung (NaCl - 9 g/Liter). Belüften Sie das Ganze mit einer Aquariumspumpe. Der Tag des Versuches: rühren Sie die Hefepilze und geben Sie diese dann in 100 ml Salzlösung. Schütteln Sie das Ganze mit einem Magnetrührer und entnehmen Sie eine Probe mit Hilfe einer Pipette.
- **Hefepilzstamm**  
Man kann sich bei einigen Instituten - z.B. beim Pasteur-Institut verschiedene Arten von Pilzen besorgen.

- Berechnung der Konzentration  
Um die Konzentration der Hefepilze zu berechnen, werden zwei Techniken empfohlen: der Vitalitätstest (Färbung mit Methylblau) und die Verwendung einer Zelle nach Mallassez in der Videomikroskopie.

## Ergebnistabelle von API-Gallerien

| Gärung 48 h              | GLU | GAL | MAL | SAC | LAC | RAF | TRE | MEL |
|--------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Rhodotorula rubra        | +   | -   | -   | +   | -   | -   | -   | -   |
| Saccharomyces Cerevisiae | +   | +   | +   | +   | -   | +   | +   | -   |
| Candida albicans         | +   | +   | +   | +   | -   | -   | -   | -   |

GLU = Glucose  
SAC = Saccharose  
TRE = Trehalose  
MAL = Maltose

GAL = Galactose  
LAC = Lactose  
MEL = Melzitose  
RAF = Raffinose