Genetik: Die Mendelschen Regeln

Gymnasium Klasse 10 · Biologie · NRW-Lehrplan · Bearbeitungszeit: ca. 90 Minuten

Bearbeite die Aufgaben in der gegebenen Reihenfolge. Nutze für Kreuzungsschemata den zur Verfügung stehenden Platz. Achte auf die korrekte Verwendung von Fachbegriffen (Gen, Allel, Phänotyp, Genotyp, dominant, rezessiv). Bei Aufgaben mit Kreuzungsschemata: Schreibe die Genotypen der Eltern auf, bestimme die möglichen Gameten und trage die F_1- und F_2-Genotypen in das Schema ein.

1 Ordne die Fachbegriffe den korrekten Definitionen zu:

1. Gen	____	A) Zwei gleiche Allele für ein Merkmal vorhanden (z. B. AA oder aa)
2. Allel	____	B) Die genetische Zusammensetzung eines Organismus (z. B. AA oder Aa)
3. Phänotyp	____	C) Unterschiedliche Ausprägungen eines Gens (z. B. Allele A und a)
4. Genotyp	____	D) Die sichtbare oder messbare Ausprägung eines Merkmals (z. B. gelbe Samenfarbe)
5. Homozygot	____	E) Zwei unterschiedliche Allele für ein Merkmal vorhanden (z. B. Aa)
6. Heterozygot	____	F) Abschnitt auf der DNA, der die Information für ein Merkmal trägt

2 Bei der sexuellen Fortpflanzung erhält ein Organismus von jedem Elternteil ein _____ für jedes Merkmal. Diese beiden Allele können _____ (gleich) oder _____ (unterschiedlich) sein. Wenn zwei unterschiedliche Allele vorhanden sind, setzt sich oft das _____ Allel durch und bestimmt den Phänotyp – das _____ Allel wird überlagert.

3 Gregor Mendel kreuzte reinerbige (homozygote) Erbsenpflanzen mit gelben Samen (dominant, G) mit reinerbigen Erbsenpflanzen mit grünen Samen (rezessiv, g). Führe diese Kreuzung durch und stelle das Ergebnis dar:

a) Notiere die Genotypen der P-Generation (Eltern).
b) Bestimme die möglichen Gameten (Keimzellen) jedes Elternteils.
c) Erstelle ein Kreuzungsschema (Punnett-Quadrat) für die F_1-Generation.
d) Gib den Genotyp und Phänotyp aller F_1-Nachkommen an.
e) Formuliere die 1. Mendelsche Regel in deinen Worten.

4 Kreuze nun zwei F_1-Pflanzen (Gg × Gg) miteinander, um die F_2-Generation zu erhalten.

a) Bestimme die möglichen Gameten der F_1-Pflanzen.
b) Erstelle ein Punnett-Quadrat für die F_2-Generation.
c) Gib die Genotypen und deren Häufigkeiten in der F_2-Generation an.
d) Gib die Phänotypen und deren Häufigkeiten (Verhältnis) in der F_2-Generation an.
e) Erkläre, warum die Merkmalsspaltung auftritt und welche Rolle die Meiose dabei spielt.

5 Welche Aussage zur 3. Mendelschen Regel (Unabhängigkeitsregel) ist korrekt?

- ☐ Die 3. Mendelsche Regel gilt für alle Gene, unabhängig davon, auf welchem Chromosom sie sich befinden.
- ☐ Die 3. Mendelsche Regel besagt, dass Gene an verschiedenen Chromosomen unabhängig voneinander vererbt werden.
- ☐ Die 3. Mendelsche Regel erklärt, warum rezessive Merkmale in der F_1-Generation nicht sichtbar sind.
- ☐ Die 3. Mendelsche Regel gilt nur für die Vererbung von Merkmalen beim Menschen.

6 Erkläre mit eigenen Worten, warum die 3. Mendelsche Regel (Unabhängigkeitsregel) nur für Gene an verschiedenen Chromosomen gilt. Was würde passieren, wenn zwei Gene auf dem gleichen Chromosom sehr nah beieinander liegen?

7 Entscheide, ob die folgenden Aussagen wahr oder falsch sind. Begründe deine Antwort in 1–2 Sätzen.

	richtig	falsch
Wenn beide Eltern das rezessive Allel für eine Erbkrankheit tragen, aber nicht erkrankt sind, können ihre Kinder die Krankheit erben.	☐	☐
Ein Kind kann ein Merkmal haben, das keiner seiner Eltern zeigt, wenn das Merkmal autosomal-rezessiv vererbt wird.	☐	☐
Die Mendelschen Regeln gelten nicht für die Vererbung beim Menschen, da dieser zu komplex ist.	☐	☐
Wenn ein Elternteil homozygot dominant ist und der andere homozygot rezessiv, können alle Kinder das rezessive Merkmal zeigen.	☐	☐

⭐⭐ Bonus für Schnelle

8 ⭐ Bonus-Aufgabe 1: Dihybride Kreuzung (Transfer)

Eine Erbsenpflanze mit gelben, runden Samen (GGRR) wird mit einer Pflanze mit grünen, runzeligen Samen (ggrr) gekreuzt. (G = gelb/dominant, g = grün/rezessiv; R = rund/dominant, r = runzelig/rezessiv)

a) Bestimme den Genotyp und Phänotyp aller F_1-Nachkommen.
b) Kreuze zwei F_1-Pflanzen miteinander. Welche Phänotypen entstehen in der F_2-Generation und in welchem Verhältnis?
c) Erkläre, warum das Verhältnis 9:3:3:1 entsteht und welche Rolle die 3. Mendelsche Regel dabei spielt.

9 ⭐ Bonus-Aufgabe 2: Knobel-Aufgabe – Rückkreuzung

Ein Genetiker hat eine Erbsenpflanze mit gelben Samen, weiß aber nicht, ob sie homozygot (GG) oder heterozygot (Gg) ist. Um dies herauszufinden, kreuzt er die Pflanze mit einer Pflanze mit grünen Samen (gg).

a) Welche Nachkommen entstehen, wenn die unbekannte Pflanze GG ist?
b) Welche Nachkommen entstehen, wenn die unbekannte Pflanze Gg ist?
c) Wie kann der Genetiker anhand der Nachkommen bestimmen, welcher Genotyp vorliegt? Erkläre die Logik dieser sogenannten Rückkreuzung oder Testkreuzung.

Lösungen

Genetik: Die Mendelschen Regeln · Biologie · Klasse 10

Aufgabe 1: 1 → F, 2 → C, 3 → D, 4 → B, 5 → A, 6 → E

Aufgabe 2: Allel, homozygot, heterozygot, dominante, rezessive

Aufgabe 3: a) P-Generation: GG (gelbe Samen) × gg (grüne Samen)

b) Gameten: GG-Pflanze bildet nur G-Gameten; gg-Pflanze bildet nur g-Gameten

c) Punnett-Quadrat F_1:

```
      G    G
g     Gg   Gg
g     Gg   Gg
```

d) Genotyp F_1: 100 % Gg (alle heterozygot)

```
Phänotyp F₁: 100 % gelbe Samen (da G dominant ist)
```

e) Die 1. Mendelsche Regel (Uniformitätsregel) besagt: Kreuzt man zwei reinerbige Organismen, die sich in einem Merkmal unterscheiden, sind alle Nachkommen der F_1-Generation phänotypisch gleich und heterozygot. Sie zeigen den Phänotyp des dominanten Allels.

Aufgabe 4: a) Gameten der F_1-Pflanzen (Gg): Jede Pflanze bildet zwei Arten von Gameten: G und g (je 50 %)

b) Punnett-Quadrat F_2:

```
      G    g
G     GG   Gg
g     Gg   gg
```

c) Genotypen F_2:

```
- 1 GG (25 %, homozygot dominant)
- 2 Gg (50 %, heterozygot)
- 1 gg (25 %, homozygot rezessiv)
Verhältnis: 1 : 2 : 1
```

d) Phänotypen F_2:

```
- 3 gelbe Samen (GG und Gg zusammen = 75 %)
- 1 grüne Samen (gg = 25 %)
Verhältnis: 3 : 1
```

e) Die Merkmalsspaltung tritt auf, weil die F_1-Pflanzen heterozygot sind (Gg). Bei der Meiose trennen sich die homologen Chromosomen, sodass jede Keimzelle nur ein Allel erhält (G oder g). Die Befruchtung kombiniert diese Allele zufällig neu, wodurch verschiedene Genotypen entstehen. Das rezessive Allel kommt in der F_2-Generation wieder zum Vorschein, wenn es homozygot vorliegt (gg).

Aufgabe 5: Die 3. Mendelsche Regel besagt, dass Gene an verschiedenen Chromosomen unabhängig voneinander vererbt werden.

Aufgabe 6: Die 3. Mendelsche Regel basiert darauf, dass sich homologe Chromosomen während der Meiose unabhängig voneinander verteilen. Wenn zwei Gene auf verschiedenen Chromosomen liegen, werden sie zufällig und unabhängig auf die Keimzellen verteilt, was zu neuen Kombinationen führt.

Wenn zwei Gene jedoch auf dem gleichen Chromosom sehr nah beieinander liegen, werden sie meist zusammen vererbt, da sie nicht voneinander getrennt werden (Genkopplung). Sie zeigen dann nicht die erwarteten Verhältnisse der 3. Mendelschen Regel, sondern bleiben häufiger zusammen. Dies führt zu einer Abweichung von der 9:3:3:1-Ratio bei dihybriden Kreuzungen.

Aufgabe 7: Wenn beide Eltern das rezessive Allel für eine Erbkrankheit tragen, aber nicht erkrankt sind, können ihre Kinder die Krankheit erben. → **richtig**
Ein Kind kann ein Merkmal haben, das keiner seiner Eltern zeigt, wenn das Merkmal autosomal-rezessiv vererbt wird. → **richtig**
Die Mendelschen Regeln gelten nicht für die Vererbung beim Menschen, da dieser zu komplex ist. → **falsch**
Wenn ein Elternteil homozygot dominant ist und der andere homozygot rezessiv, können alle Kinder das rezessive Merkmal zeigen. → **falsch**

Aufgabe 8: a) P-Generation: GGRR × ggrr

Gameten: GR × gr
F_1: Alle Nachkommen sind GgRr
Phänotyp F_1: 100 % gelb und rund (da G und R dominant sind)

b) F_1 × F_1: GgRr × GgRr

Gameten: GR, Gr, gR, gr (jeweils 25 %)

F_2-Phänotypen und Verhältnis:
- 9 gelb und rund (G_R_)
- 3 gelb und runzelig (G_rr)
- 3 grün und rund (ggR_)
- 1 grün und runzelig (ggrr)

Verhältnis: 9 : 3 : 3 : 1

c) Das Verhältnis 9:3:3:1 entsteht, weil die beiden Gene unabhängig voneinander segregieren (3. Mendelsche Regel). Für jedes Gen separat gilt die 3:1-Ratio (dominant:rezessiv). Die Kombination dieser beiden unabhängigen Segregationen führt zu: (3:1) × (3:1) = 9:3:3:1. Dies zeigt, dass die Gene auf verschiedenen Chromosomen liegen und sich daher unabhängig verteilen.

Aufgabe 9: a) Wenn die unbekannte Pflanze GG ist:

Kreuzung: GG × gg
Gameten: G × g
Nachkommen: Alle Gg
Phänotyp: 100 % gelbe Samen

b) Wenn die unbekannte Pflanze Gg ist:

Kreuzung: Gg × gg
Gameten: G, g × g
Nachkommen: 50 % Gg (gelb), 50 % gg (grün)
Phänotyp: 1:1-Verhältnis (gelb:grün)

c) Logik der Testkreuzung (Rückkreuzung):

Der Genetiker kreuzt die unbekannte Pflanze mit einer homozygot rezessiven Pflanze (gg). Diese Pflanze kann nur g-Gameten bilden, daher zeigen die Nachkommen direkt, welche Gameten die unbekannte Pflanze bildet:

- Wenn alle Nachkommen gelb sind (GG), bildet die unbekannte Pflanze nur G-Gameten → Genotyp GG
- Wenn etwa die Hälfte der Nachkommen grün ist (gg), bildet die unbekannte Pflanze sowohl G- als auch g-Gameten → Genotyp Gg

Die Testkreuzung ist ein elegantes Verfahren, um den Genotyp eines Organismus mit dominantem Phänotyp zu bestimmen.

Dieses Blatt für deine Klasse anpassen

Leichtere Fassung mit Hilfen, Zusatzaufgaben für Schnelle, als Word-Datei oder per QR-Code an die Klasse — kostenlos in Lehreule.

lehreule.de/arbeitsblatt/die-mendelschen-regeln-klasse-10