

AUFGABENSAMMLUNG Lösungen

Mendelsche Regeln 1 + 2 (1)

Merkmale wie die Blütenfarbe können dominant-rezessiv oder intermediär vererbt werden. Bei einem intermediären Erbgang wird die Merkmalsausprägung von beiden Allelen (z. B. rot und weiß) bestimmt – es entsteht eine Mischform. Vergleiche die beiden Erbgänge.

Bei beiden Erbgängen ist die Blütenfarbe der einzelnen Nachkommen davon abhängig, welche Allele ein Individuum aus dem Genom seiner Eltern erhalten hat. Individuen der F_1 -Generation sehen alle gleich aus (Uniformitätsregel). In der F_2 -Generation treten unterschiedliche Phänotypen auf (Spaltungsregel).

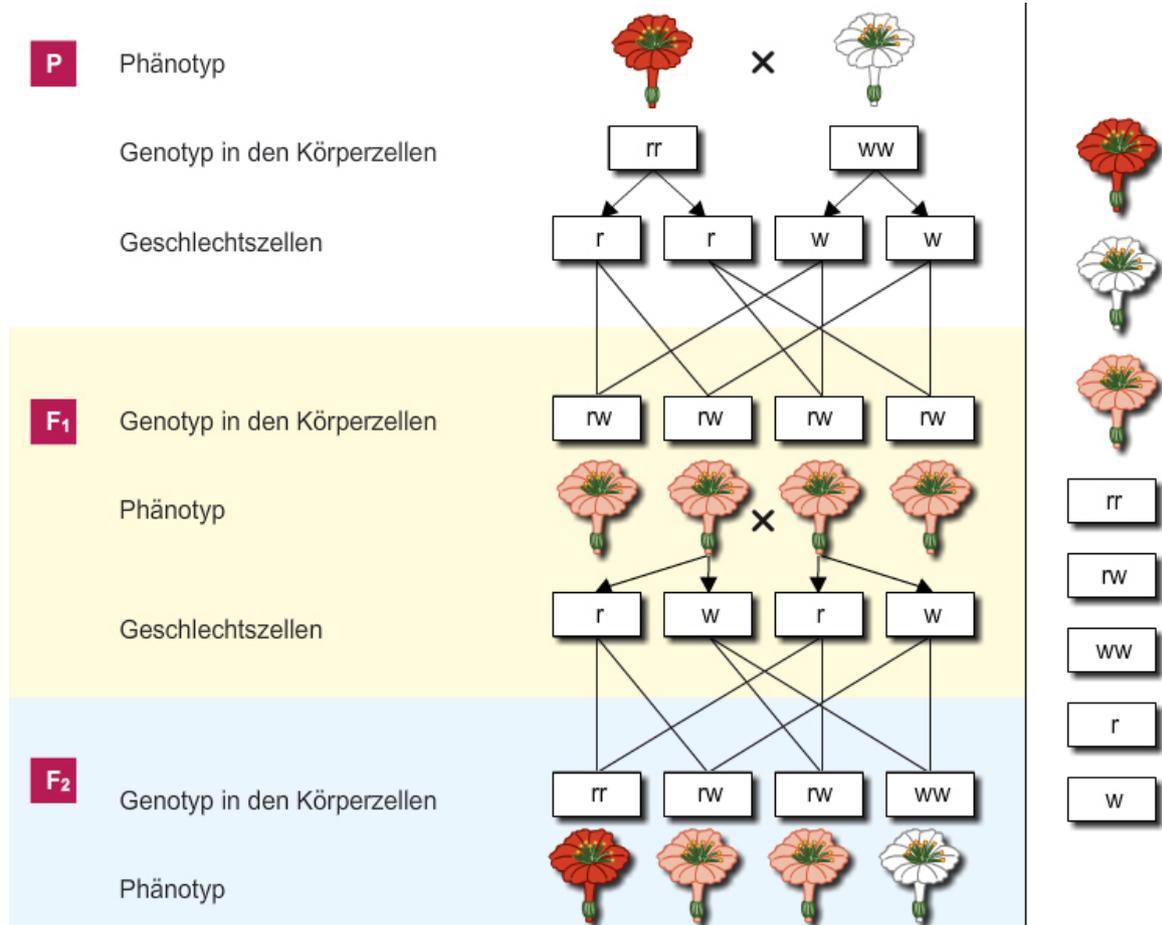
In einem intermediären Erbgang (z. B. bei der Wunderblume) wirken sich beide Allele auf die Erscheinungsform – den Phänotyp – aus. Die Kreuzung einer weißen mit einer roten Wunderblume (= P-Generation) erzeugt daher rosafarbene Blüten bei den Nachkommen (= F_1). Die Kreuzung von rosa blühenden Individuen bringt sowohl Nachkommen mit rosafarbenen als auch solche mit weißen und roten Blüten hervor (= F_2). Das Verhältnis ist etwa 2:1:1.

In einem dominant-rezessiven Erbgang (z. B. bei der Gartenerbse) wirkt sich vorrangig das dominante Allel auf den Phänotyp aus. Sofern das Allel für rote Blüten vorhanden ist, bekommt die Erbsenpflanze daher rote Blüten. Nur wenn das Allel für rote Blüten fehlt, also wenn das Allel für weiße Blüten doppelt vorliegt, entstehen weiße Blüten. Zwischenformen treten nicht auf. Kreuzt man eine weiß blühende mit einer reinerbig rot blühenden Pflanze (P-Generation), haben alle Nachkommen rote Blüten (F_1). Kreuzt man diese mischerbigen Individuen, spalten sich die Nachkommen in weiße und rote Exemplare (F_2) im Verhältnis 1:3 auf.

AUFGABENSAMMLUNG Lösungen

Mendelsche Regeln 1 + 2 (2)

Bei der Wunderblume gibt es Exemplare mit roten (rr) und weißen (ww) Blüten sowie die Mischform „rosa“ (rw; intermediärer Erbgang). Stelle ein Erbschema von der P- bis zur F₂-Generation auf. Ziehe dazu die Elemente an die passenden Stellen.



AUFGABENSAMMLUNG Lösungen

Mendelsche Regeln 3 (1)

Vergleiche zwei Erbgänge miteinander, und zwar den monohybriden mit dem dihybriden. Gehe dabei von reinerbigen Eltern aus und berücksichtige die Mendelschen Regeln.

Beim monohybriden Erbgang wird nur ein einziges Merkmal betrachtet, das durch ein einziges Gen bestimmt wird. Beim dihybriden Erbgang betrachtet man zwei Merkmale, die im Normalfall auf zwei unterschiedlichen Chromosomen codiert sind.

Für beide Erbgänge gelten die Uniformitätsregel und die Spaltungsregel: Die Nachkommen der F_1 -Generation sind – bezogen auf die betrachteten Merkmale – im Phänotyp alle gleich. In der F_2 -Generation treten unterschiedliche Phänotypen auf.

Beim dihybriden Erbgang trifft auch die Regel der Neukombination zu: In der F_2 -Generation gibt es Individuen, bei denen die beiden Merkmale neu kombiniert werden. Einige F_2 -Nachkommen weisen also neue Merkmalskombinationen auf, die es in der P- und F_1 -Generation vorher noch nicht gab. Diese Neukombination von Erbanlagen macht man sich für die Entstehung neuer Zuchtformen zunutze.

AUFGABENSAMMLUNG Lösungen

Mendelsche Regeln 3 (2)

Zwei reinerbige Meerschweinchen werden gekreuzt. Ein Elternteil hat weißes, glattes Fell, das andere schwarzes, lockiges. Die Nachkommen der F₁-Generation sind alle schwarz und haben lockiges Fell. Sind die folgenden Aussagen richtig oder falsch?

Aussage	richtig	falsch
Es handelt sich um einen monohybriden Erbgang.	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Die Fellfarbe Schwarz wird bei diesem Beispiel dominant vererbt.	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Lockiges Fell wird bei diesem Beispiel rezessiv vererbt.	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
In der F ₂ -Generation sind unterschiedlich aussehende Nachkommen zu erwarten.	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
In der F ₂ -Generation können Nachkommen auftreten, die weißes, lockiges Fell haben.	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
In der F ₂ -Generation können Nachkommen auftreten, die schwarzes, glattes Fell haben.	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
In der F ₂ -Generation können keine Nachkommen auftreten, die wie die Großeltern aussehen.	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
In der F ₂ -Generation sind grau gefärbte Tiere mit nur leicht gelocktem Fell zu erwarten.	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Die meisten Tiere der F ₂ -Generation werden schwarz sein und lockiges Fell haben.	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>

AUFGABENSAMMLUNG Lösungen

Dihybrider Erbgang 1

Beschreibe, wie die Neukombination von Merkmalen in einem dihybriden Erbgang ermöglicht wird. Nenne die Vorgänge, die dabei maßgeblich beteiligt sind.

Die ausschlaggebenden Vorgänge sind die Meiose – also die Bildung der Geschlechtszellen der F₁-Generation – und die Befruchtung zur F₂-Generation.

Die Neukombination wird ermöglicht, da die homologen Chromosomen während der Meiose zufällig auf die Geschlechtszellen aufgeteilt werden. Bei zwei betrachteten Merkmalen gibt es in den Geschlechtszellen vier unterschiedliche Kombinationsmöglichkeiten der Gene. Da jeweils zwei dieser Geschlechtszellen verschmelzen, sind 4 x 4 = 16 unterschiedliche Genotypen in der F₂-Generation möglich. Einige darunter erzeugen Phänotypen, die die betrachteten Merkmale in neuer Kombination aufweisen.

Dihybrider Erbgang 2

Ermittle die Zahlenverhältnisse für die verschiedenen Genotypen und Phänotypen der F₂-Generation.

Hier siehst du ein Kombinationsquadrat zur F₂-Generation eines dihybriden Erbgangs, bei dem eine Erbsensorte mit gelben, runden Samen und eine mit grünen, runzeligen Samen gekreuzt wurden.

F ₁	GR	Gr	gR	gr
GR	GGRR	GGRr	GgRR	GgRr
Gr	GGRr	GGrr	GgRr	Ggrr
gR	GgRR	GgRr	ggRR	ggRr
gr	GgRr	Ggrr	ggRr	ggrr

G = Gelb
g = grün
R = rund
r = runzelig

Phänotypen der F₂-Generation:

gelb/rund : gelb/runzelig : grün/rund : grün/runzelig

Genotypen der F₂-Generation:

GGRR : ggrr

AUFGABENSAMMLUNG Lösungen

Vom Gen zum Merkmal 1

Erläutere die Herkunft von Enzymen. Welche Bedeutung haben sie für die Ausprägung von Merkmalen?

Enzyme sind Proteine (Eiweißstoffe). Sie bestehen aus einer Kette von Aminosäuren, die während der Proteinbiosynthese entsprechend der genetischen Information zusammengesetzt wird.

Die Informationsquelle zur Bildung von Enzymen ist die DNA. Diese genetische Information wird im Zellkern abgelesen und eine Kopie davon (Boten-RNA) ins Zellplasma transportiert. Die Boten-RNA ist eine Vorlage, nach deren Code die Reihenfolge der Aminosäuren im Protein bestimmt wird. Die Aminosäuren werden dann miteinander verknüpft.

Enzyme sind Wirkstoffe, die ganz bestimmte chemische Reaktionen vermitteln, zum Beispiel die Umwandlung von einem Stoff in einen anderen. Auch beim Aufbau von Blütenfarbstoffen sind Enzyme notwendig, um beispielsweise aus Farbstoff-Vorstufen einen roten Farbstoff zu synthetisieren. Somit sind sie entscheidend an der Ausprägung von Merkmalen beteiligt.

Vom Gen zum Merkmal 2

Die Umsetzung der genetischen Information in das Merkmal „rote Blütenfarbe“ passiert in mehreren aufeinanderfolgenden Schritten. Füge die Begriffe und Kurzbeschreibungen in der richtigen Reihenfolge in die Tabelle ein.

Begriff	Kurzbeschreibung
Gen	ein Abschnitt auf der DNA
Transkription	„Abschreiben“ der DNA und Anfertigung einer Kopie (Boten-RNA)
Translation	„Übersetzung“ der Information der Boten-RNA in eine Aminosäure-abfolge eines Proteins
Enzym	Vermittlung einer für die Farbstoffbildung notwendigen Reaktion
Merkmal	roter Farbstoff in den Zellen der Kronblätter

AUFGABENSAMMLUNG Lösungen

Mutationen 1

Vergleiche Genom-, Chromosomen- und Genmutationen miteinander. Stelle dabei Gemeinsamkeiten und Unterschiede heraus.

Alle Mutationen sind Veränderungen im Erbgut des betroffenen Lebewesens. Treten die Mutationen bei der Bildung der Geschlechtszellen auf, werden sie an die nächste Generation weitervererbt. Man unterscheidet drei Gruppen von Mutationen.

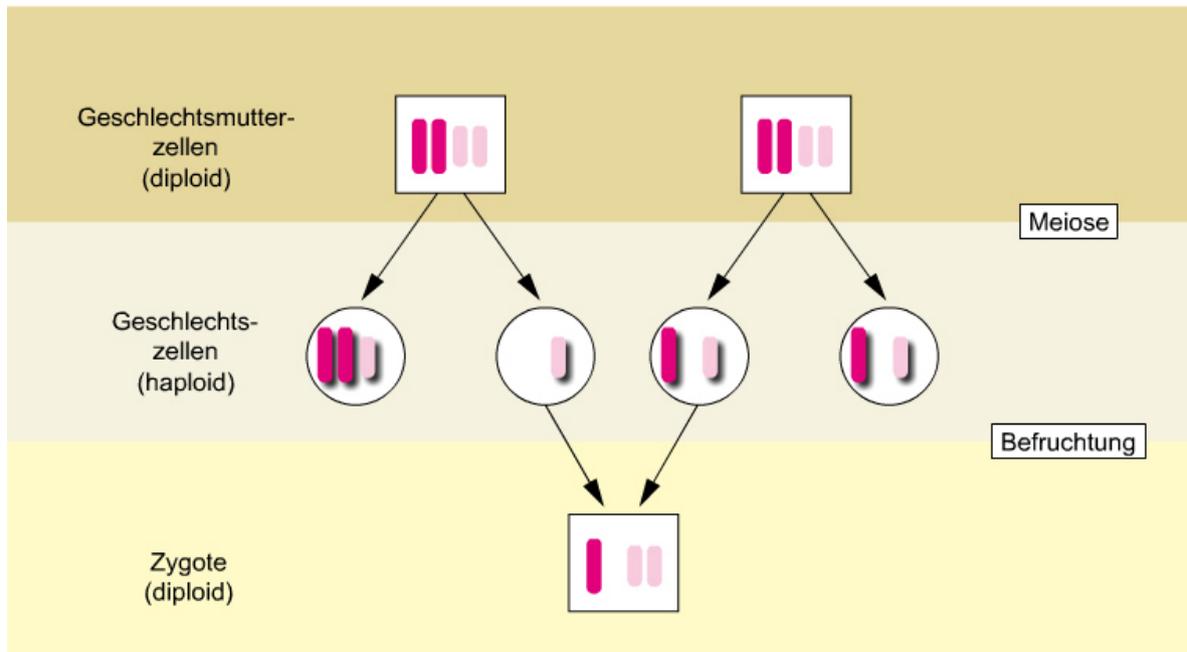
- Genommutationen betreffen den Chromosomensatz. Einzelne Chromosomen können überzählig sein oder fehlen. Auch eine komplette Verdopplung des Chromosomensatzes zählt zu den Genommutationen.
- Chromosomenmutationen betreffen größere Abschnitte eines oder mehrerer Chromosomen – hier hat dann ein umfassender Gestaltwandel stattgefunden. Die Veränderungen sind im Lichtmikroskop sichtbar – beispielsweise, wenn ein Chromosom einen verkürzten Chromatidschenkel im Vergleich mit dem homologen Chromosom aufweist.
- Genmutationen betreffen nur einen kurzen Abschnitt eines Chromosoms, sodass nur ein einzelnes Gen verändert ist. Im Lichtmikroskop sind sie nicht zu erkennen. Ein Beispiel ist ein Basenaustausch in der DNA, der unter Umständen eine Störung in der Proteinbiosynthese verursachen kann.

AUFGABENSAMMLUNG Lösungen

Mutationen 2

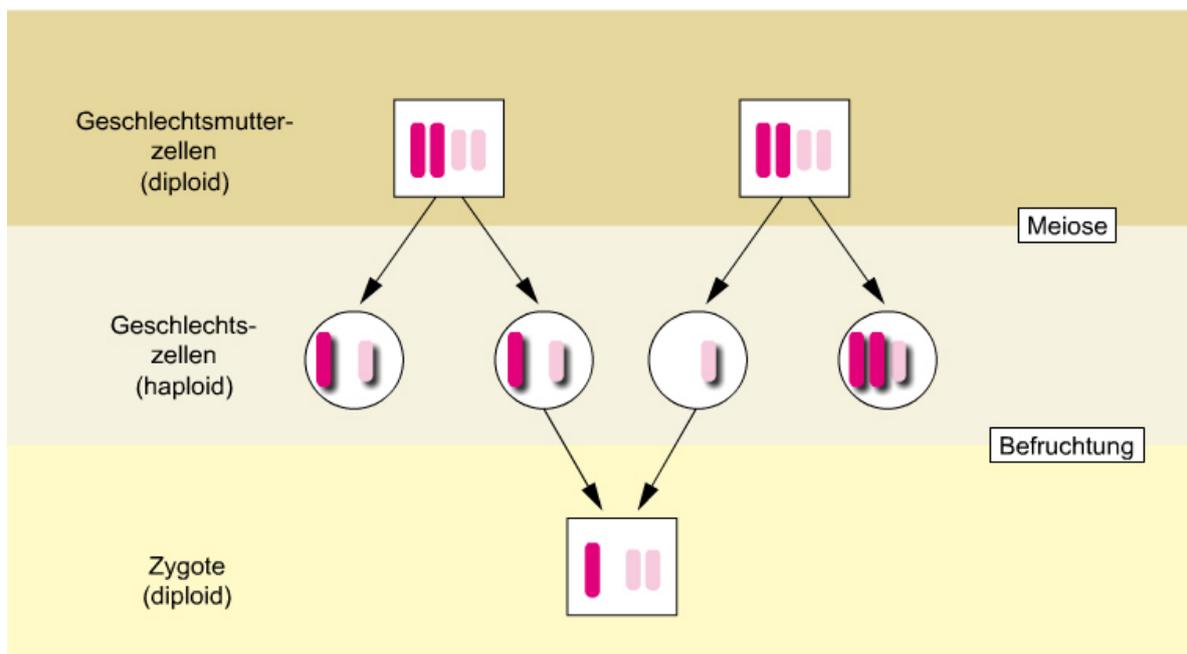
Wie kann es in der Zygote zu einem Chromosomenverlust kommen? Ziehe die Chromosomen direkt aus den Geschlechtsmutterzellen und verteile sie auf die Geschlechtszellen.

Hier ist eine Genommutation dargestellt: In der Zygote fehlt ein Chromosom (Monosomie).



ODER

Hier ist eine Genommutation dargestellt: In der Zygote fehlt ein Chromosom (Monosomie).



AUFGABENSAMMLUNG Lösungen

Mutationen und Modifikationen 1

Erkläre, wie aus ursprünglichen Getreidearten unsere heutigen, sehr ertragreichen Nutzpflanzenarten (z. B. Saatweizen) entstehen konnten.

Ursprüngliche Getreidearten hatten einen normalen diploiden Chromosomensatz. Durch Zufall oder gezielt vorangetrieben (Züchtung) kreuzten sich unterschiedliche Arten und hatten nun Nachkommen mit neuen Eigenschaften. Solche „Hybridpflanzen“ haben oft einen höheren Ertrag. Sie sind aber im Normalfall nicht fortpflanzungsfähig. Falls jedoch zufällig eine Chromosomenverdopplung auftritt, können funktionsfähige Geschlechtszellen gebildet werden und die neu entstandene Art kann sich vermehren. Auslese durch den Menschen sorgte für die Verbreitung.

Beim Saatweizen ist dieser Vorgang (Kreuzung zweier Arten, Chromosomenverdopplung) zweimal passiert: Zunächst kreuzten sich Wildeinkorn (AA, 2n) und ein Wildgras (BB, 2n). Die entstandene Hybridpflanze (AB, 2n) hatte 7 Chromosomen vom Wildeinkorn und 7 von dem Wildgras. Durch Chromosomenverdopplung entstand daraus eine fortpflanzungsfähige Variante mit $2 \times 14 = 28$ Chromosomen. Auslese dieser Form führte zum Kulturemmer (AABB, 4n). Eine weitere Kreuzung mit einem Wildgras (DD, 2n) brachte eine Hybridpflanze mit $14 + 7 = 21$ (3n) Chromosomen hervor. Durch eine erneute Chromosomenverdopplung entstand eine fortpflanzungsfähige Art mit 42 Chromosomen. Auslese der entsprechenden Pflanzen führte zum heutigen Saatweizen (AABBDD, 6n).

Der Phänotyp und der Ertrag unserer Getreidearten werden jedoch nicht nur durch die Gene bestimmt, sondern auch durch die Umweltbedingungen, denen die Pflanzen ausgesetzt sind. Unsere heutigen Nutzpflanzenarten sind also nicht nur genetisch verändert, sondern wachsen auch unter optimalen Bedingungen – spätestens hierfür sorgt dann der Mensch.

AUFGABENSAMMLUNG Lösungen

Mutationen und Modifikationen 2

Mutationen oder Modifikationen? Ziehe die Aussagen mit der Maus an die korrekte Stelle.

Mutationen	Modifikationen
<p>M. verändern das Erbmateriale.</p> <p>Polyploidie ist ein Beispiel für M.</p> <p>M. werden an die Nachkommen weitergegeben.</p>	<p>M. werden durch Umwelteinflüsse gesteuert.</p> <p>M. treten trotz Erbgleichheit auf.</p> <p>Unterschiedlich gefärbte Blüten an einer einzigen Pflanze sind auf M. zurückzuführen.</p>

Mutationen	Modifikationen
<p>M. können ein Selektionsvorteil sein.</p> <p>Chromosomenveränderungen sind ein Beispiel für M.</p> <p>Die Entstehung neuer Arten basiert auf M. und Auslese.</p>	<p>M. zeigen einen Spielraum, in dem ein Merkmal ausgeprägt sein kann.</p> <p>M. erlauben einem Individuum die Anpassung an den Lebensraum.</p> <p>M. sind nicht vererbbar.</p>