

Bio A 15/13_Online-Ergänzung

Heterozygotie im evolutiven Kontext

CHRISTIANE HÖGERMANN

Online-Ergänzung



Heterozygotie im evolutiven Kontext

CHRISTIANE HÖGERMANN

Die Sichelzellenanämie ist eine autosomal-rezessiv vererbte Anomalie des Hämoglobins, die zu verminderter Sauerstoffversorgung des Betroffenen, allgemein geringer Belastungsfähigkeit, in schweren Fällen zu Infekten in verschiedenen inneren Organen bis hin zu neurologischen Schäden führen kann.

In Abbildung 1 sind einige Befunde zur Sichelzellenanämie aufgeführt. Abbildung 2 zeigt die Verbreitung von Sichelzellenanämie und Malaria in Afrika.




Genotypen	+/+	+/S	S/S
Phänotypen (Erythrozytenform)	 vital	 vital	 letal
β-Ketten des Hämoglobins	HbA: GAG => Glu HbA: GAG => Glu	HbA: GAG => Glu HbS: GUG => Val	HbS: GUG => Val HbS: GUG => Val

Abb. 1. Genotypen und Phänotypen bei normalen und veränderten β-Ketten des Hämoglobins; + = normal ausgebildete β-Kette des Hämoglobins; S = β-Kette mit veränderter Aminosäuresequenz; HbA = Hämoglobin eines Gesunden; HbS = Hämoglobin eines an Sichelzellenanämie Erkrankten (Sichler); GLU = Glutaminsäure; Val = Valin

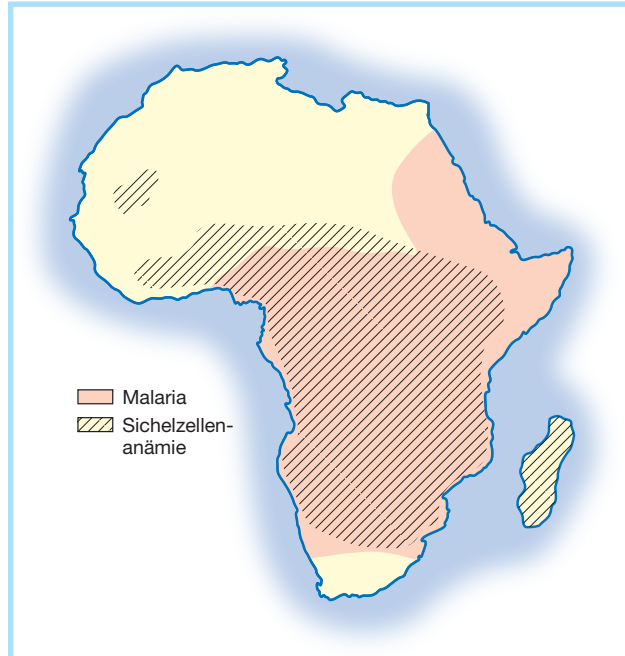


Abb. 2. Verbreitung von Malaria und Sichelzellenanämie in Afrika; (nach: <http://www.scheffel.og.bw.schule.de/faecher/science/biologie/evolution/8synthvo.gif>., verändert)

Bei einer gezielten Nutzung der Eigenschaften verschiedener Sorten/Rassen spricht man von Hybridzüchtung. In der Pflanzen- und Tierzucht ist diese Methode weit verbreitet, um möglichst ertragreiche Pflanzen bzw. besonders leistungsfähige Nachkommen zu erhalten. Viele Beispiele zeigen, dass dieser Heterosiseffekt (Abb. 3) in der ersten Filialgeneration von Hybriden aus verschiedenen homozygoten Inzuchtlinien am effektivsten ist.

1. Stellen Sie die Befunde zum Genotyp und Phänotyp der drei Merkmalsträger (Abb. 1) zusammen und begründen Sie anhand der Aussage von Abbildung 2, warum sich die Sichelzellenanämie als selektions-benachteiligtes Merkmal dennoch erhält.
2. Belegen Sie anhand der Abbildung 2, dass die Selektion am Phänotyp ansetzt.
3. Das in den Abbildungen 1 und 3 veranschaulichte Phänomen ist ein Beispiel für den Heterosiseffekt. Leiten Sie eine Definition für Heterosiseffekt aus den Befunden ab.
4. Fassen Sie die Aussage der Abbildung 3 zusammen und stellen Sie wesentliche Unterschiede zum Heterosiseffekt bei der Sichelzellenanämie heraus.

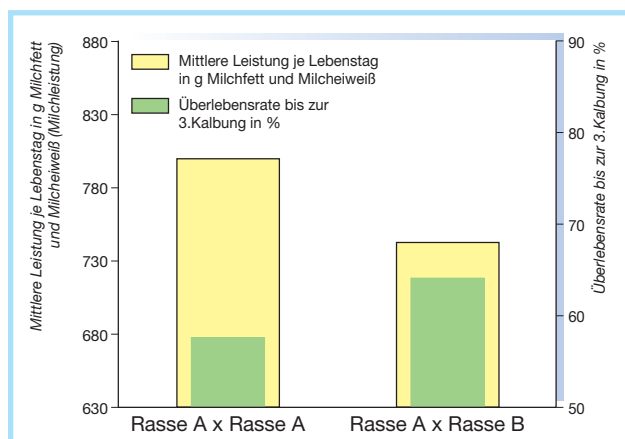


Abb. 3. Heterosiseffekt bei Milchviehassen; (nach: <http://buel.bmel.de/index.php/buel/article/viewFile/61/brade-92-3-html/654>, verändert)

CHRISTIANE HÖGERMANN, BlumenhallerWeg 26. 49078 Osnabrück, hoegermann@osnanet.de



Lösungsvorschläge:

1. Es treten drei Genotypen und zwei Phänotypen auf: die homozygote Kombination der für die normal ausgebildete beta-Kette codierenden Allele, deren Träger vollständig lebensfähig ist, eine heterozygote Kombination von einem offensichtlich rezessiven Allel, das die Ausbildung der fehlerhaften Beta-Kette bestimmt – Beleg für das rezessive Auftreten ist die dennoch vorhandene Vitalität des Trägers – die Kombination beider rezessiver Allele, wodurch der Träger homozygot wird und nicht mehr lebensfähig ist. Der Phänotyp ist durch die entsprechenden Kombination der Beta-Ketten gekennzeichnet: beim homozygot Gesunden durch zwei normale beta-Ketten, bei heterozygot Gesunden/heterozygoten Sichel durch eine normale und eine veränderte Beta-Kette sowie beim homozygoten Sichel durch zwei veränderte beta-Ketten.

Befund Abbildung 2: Auffällig ist das verstärkte Auftreten von Sichelern in Gebieten Afrikas, in denen auch die Malaria verbreitet ist. Offensichtlich bietet das heterozygote Auftreten des rezessiven Allels für die Ausprägung der Sichelzellenanämie dort einen so großen Selektionsvorteil, dass diese eigentlich selektions-benachteiligte Merkmalsausprägung damit überdeckt bzw. kompensiert wird, denn mit ihrem Auftreten ist eine gewisse Resistenz gegen Malaria verbunden.

2. Dadurch, dass sich die heterozygote Form der Merkmalsausprägung „Sichelzellenanämie“, die zum Phänotyp gehört, in den Malariagebieten erhält und ansonsten in Afrika nur sporadisch auftritt, ist belegt, die die Selektion den Phänotyp auf Tauglichkeit prüft, denn offensichtlich stehen die deformierten Erythrozyten in engem Zusammenhang mit der Malariaresistenz.

3. Gemäß der beiden Abbildungen handelt es sich beim Heterosiseffekt um eine heterozygote Merkmalskombination, in der auch das Auftreten eines rezessiven Allels, das für sich alleine betrachtet eine ungünstige Merkmalsausprägung mit sich bringt, aber unter bestimmten Umweltbedingungen einen Selektionsvorteil liefert.