

Kompetenzcheck-Lösungen Biotechnologie und Gentechnik (S. 154)

Du kannst unterschiedliche Methoden der Zucht (künstliche Selektion) beschreiben und ihre Bedeutung für den Menschen einordnen.

1. Erkläre die Methodiken der im Folgenden genannten Zuchtmethoden und nenne jeweils ein Beispiel ihrer Anwendung: Auslesezüchtung, Kombinationszüchtung, Hybridzüchtung, Klonzüchtung.

Auslesezüchtung: oder Selektionszüchtung; nur die Pflanzen oder Tiere, die gewünschte Eigenschaften besonders stark ausgeprägt haben, werden zur Weiterzucht verwendet; bis zum Beginn des 20. Jahrhunderts bediente man sich ausschließlich der Auslesezüchtung; Bsp: aus dem Bankivahuhn, das zwei- bis dreimal im Jahr 6 bis 12 Eier legt, gelang es durch Kreuzung der legestärksten Exemplare, die Legeleistung zu steigern → im Laufe der Jahrtausende entstanden verschiedenste Legerassen, wie zB das Leghorn, das bis zu 200 Eier/Jahr legt

Kombinationszüchtung: oder Kreuzungszüchtung; wurde durch Wiederentdeckung der Mendelregeln zu Beginn des 20. Jahrhunderts durch die Genetiker Correns, Tschermak und de Vries ermöglicht; Individuen verschiedener Unterarten bzw. Sorten einer Art, die bezüglich der gewünschten Merkmale homozygot sind, werden gekreuzt; Mischlinge der F1 werden wieder gekreuzt und erwünschte Merkmalsträger der F2 ausgelesen (→ 3. Mendelregel); Bsp: Entstehung neuer Sorten durch unabhängige Vererbung der Erbanlagen bei Erbsen

Hybridzüchtung: Tatsache, dass Hybride gewünschte Merkmale oft besser ausbilden als reine Pflanzensorten bzw. Tierrassen (Heterosieeffekt) wurde hier ausgenutzt; Hybride (F1) entstehen durch Kreuzung reinerbiger Eltern einer Art, die sich jedoch genetisch möglichst unterscheiden; Bsp: spielt eine wichtige Rolle in der Nutzpflanzenzucht → zB bei Hybridmais und Hybridroggen eine Ertragssteigerung von bis zu 50 %; Nutztiere: Hybridhühner → Hochleistungstiere, legen im Jahr bis zu 320 Eier mit guter Eischalenqualität und sind dabei gute Futtermittelverwerter, Legeleistung nimmt aber nach einem Jahr stark ab, werden daher nach circa 14 Monaten geschlachtet

Klonzüchtung: oft in der Pflanzenzucht eingesetzt; Nachkommen sind Klone, Sortenmerkmale bleiben erhalten; nicht nur Pflanzenteile sondern auch einzelne (oder nur wenige) Pflanzenzellen können regenerieren → Mitte des vorigen Jahrhunderts mit Hilfe biotechnologischer Verfahren → Rationalisierung der Pflanzenzucht; Bsp: Pflanzen, die aus den „Augen“ (Blattachselknospen) eines einzigen Erdapfels gezüchtet werden können, liefern innerhalb eines Jahres Ertrag von rund 10 000 Kartoffelknospen

Du kannst biotechnologische Methoden zum Klonen von Organismen erklären und das reproduktive Klonen vom therapeutischen Klonen hinsichtlich der verschiedenen Zielsetzungen unterscheiden.

1. „Durch Kerntransfer geklonte Organismen sind genaugenommen keine Klone.“ Erörtere diesen scheinbaren Widerspruch anhand einer Erklärung der Methodik des Kerntransfers.

Kerntransfer: Zellkern einer Körperzelle (diploid) wird in Zytoplasma einer entkernten Eizelle übertragen; da sich DNA aber nicht nur im Zellkern, sondern auch in den Mitochondrien befindet und bei der Präparation einer Eizelle für den Kerntransfer nur der Kern entfernt wird, die Mitochondrien aber verbleiben, bzw. nur der Kern der Spenderzelle in die Eizelle übertragen wird (und keine mtDNA), besteht die fusionierte Eizelle aus Kern-DNA der Spenderzelle und mtDNA der Eizelle und ist somit per Definition kein Klon; mtDNA → enthält unter anderem Informationen für die Synthese bestimmter Enzyme der Zellatmung und des Fettsäurestoffwechsels

2. Grenze den Begriff „reproduktives Klonen“ vom Begriff „therapeutisches Klonen“ ab. Liste dabei Gemeinsamkeiten bzw. Unterschiede mithilfe einer Tabelle auf. Sie soll folgende Aspekte miteinander vergleichen: Zweck, Methodik, rechtliche Grundlagen

	reproduktives Klonen	therapeutisches Klonen
Zweck	Erzeugung von überlebensfähigen exakten Kopien des geklonten Tieres/Spenders	spezielles Gewebe soll gezüchtet werden, das der medizinischen Behandlung dient
Methodik	<ul style="list-style-type: none"> - Teilung eines Embryos (Embryosplitting), dessen Zellen noch totipotent sind (bis zum Acht-Zell-Stadium), und anschließende Übertragung der einzelnen Zellen in die Gebärmutter von Ammentieren - Kerntransfer: Zellkern einer Körperzelle (diploid) wird in das Zytoplasma einer entkernten Eizelle übertragen 	benötigte Zellen sind Stammzellen, werden dem bereits geklonten Embryo als embryonale Stammzellen im frühen Stadium entnommen
rechtliche Grundlagen	reproduktives Klonen von Menschen aus ethischen Gründen in meisten Staaten der Erde gesetzlich untersagt	therapeutisches Klonen von Menschen in manchen Ländern erlaubt; zB in Großbritannien, China, Singapur, Südkorea, USA; in Ö Rechtslage nicht eindeutig geklärt

Du kannst dich mit bioethischen Fragen der medizinischen Biotechnologie auseinander setzen.

Die Herstellung induzierter pluripotenter Stammzellen (IPS-Zellen) für die Stammzellenforschung wirft im Vergleich zur Gewinnung embryonaler Stammzellen weit weniger ethische Probleme auf. Bewerte die beiden Verfahren hinsichtlich bioethischer Überlegungen.

IPS = pluripotente Stammzellen, die durch künstliche Rückentwicklung aus bereits ausdifferenzierten Körperzellen entstanden sind, erstmals 2006 von japan. Stammzellenforscher Shin'ya Yamanaka hergestellt; ähneln natürlichen Stammzellen stark und haben großen Vorteil, dass sie keine ethischen Kontroversen auslösen, wie dies bei embryonalen Stammzellen der Fall ist; da für ihre Herstellung keine Embryonen zerstört werden müssen, ist ihre Verwendung zu Forschungszwecken daher deutlich unproblematischer

Du kannst DNA-Fingerprinting als vielfach eingesetzte Methode zur genetischen Identifizierung erklären.

Beschreibe Einsatzgebiete und die Methodik des DNA-Fingerprintings, die zum Erhalt eines DNA-Profiles führt.

genetischer Fingerabdruck = ganz bestimmtes genetisches Muster (DNA-Profil), an Hand dessen man einen Menschen identifizieren kann; Muster kommt durch Wiederholungen von bestimmten DNA-Sequenzen an bestimmten Stellen in den nicht codierenden Bereichen der Chromosomen zustande; zum Ermitteln des genetischen Fingerabdruckes wird an mehreren definierten Stellen der DNA die Kombination der Anzahl der Wiederholungen, die bei jedem Menschen individuell verschieden ist, analysiert; dafür muss in einem ersten Schritt die DNA der zu untersuchenden Person analysiert werden; definierte Abschnitte werden dann mit Hilfe der PCR-Methode (Polymerase-Kettenreaktion) vervielfältigt → je nach Anzahl der Wiederholungen bestimmte Länge → Darstellung als einzelne Banden mittels Gelelektrophorese: Einbringung der DNA-Abschnitte in Verteilungen eines Gelfeldes, Anlegen einer elektr. Spannung, DNA-Fragmente wandern aufgrund negativ geladener Phosphatgruppen zur Anode (positiver Pol) – je kleiner, desto schneller; wenn Gellauf beendet, wird Gel mit speziellem Farbstoff eingefärbt, DNA-Fragmente dadurch unter UV-Licht (als Bande) sichtbar

Einsatzgebiete:

- Feststellung der Vaterschaft: DNA-Fragmente des Kindes, der Mutter und des vermeintlichen Vaters werden gewonnen und mithilfe der Gelelektrophorese aufgetrennt; wenn Banden auftreten, die weder bei Mutter noch bei Vater zu finden sind, kann Vaterschaft ausgeschlossen werden (da Erbmateriale des Kindes jeweils zur Hälfte von Vater oder Mutter stammt, muss es beim Vergleich der Banden Übereinstimmungen zwischen Mutter und Kind und Vater und Kind geben (wenn er der Vater ist))

- Untersuchung von historischen Ereignissen: wie am Beispiel der russischen Zarenfamilie – Spekulationen und Gerüchte darüber, dass jüngste Zarentochter Anastasia noch lebte, konnten mit Hilfe von DNA-Fingerprinting widerlegt werden

Begegnungen mit der Natur 8

- Forensik: seit 1997 in Ö routinemäßig bei Verbrechensaufklärung eingesetzt; kleinste DNA-Tatortspuren (aus Haut, Haaren, Speichel, Blut, Sperma ...) reichen aus um verdächtige Person zu entlasten oder zu überführen
- Lebensmittelkontrollen: falsche Kennzeichnung bei Lebensmitteln kann aufgedeckt werden; zB Pferdefleischskandal: 2013 konnte in als Rindfleisch deklarierten Produkten bis zu 100% nicht deklariertes Pferdefleisch nachgewiesen werden

Du kannst unterschiedliche Einsatzgebiete, Methoden und rechtliche Grundlagen der Gentechnik beschreiben sowie den Einsatz von GVOs nach bioethischen Kriterien beurteilen.

1. a) Erläutere das Prinzip des Einschleusens von Fremd-DNA anhand der gentechnischen Herstellung von Bt-Mais. Fertige zur besseren Darstellung eine Skizze an.

Siehe Schulbuch S. 143

b) Nenne weitere Methoden, die das Einschleusen von Fremd-DNA ermöglichen.

Seit 1982 Produktion von Humaninsulin aus Bakterien; aber auch mit anderen Organismen: zum Beispiel werden bei der gentechnischen Produktion der Impfstoffe gegen Hepatitis B und das Humane Papilloma Virus als Wirte Hefezellen verwendet; aus der jeweiligen Viren-DNA wird der DNA-Abschnitt isoliert, der den Bauplan für das Protein enthält, das als Antigen eine Immunreaktion auslöst; es wird in ein Plasmid der Bäckerhefe integriert; für Gentherapien werden häufig Viren als Vektoren eingesetzt (die Viren werden zunächst unschädlich gemacht und anschließend mit den gewünschten Genen bestückt); besonders bei der Pflanzenzüchtung auch vektorlose Techniken – zB mit Hilfe von Genkanonen, dabei werden winzige Partikel Gold oder Wolfram mit DNA-Fragmenten bestückt und anschließend mit hohem Druck in die Zellen „geschossen“, wo die DNA dann in das Erbmaterial im Zellkern eingebaut wird; Elektroporation: es werden elektr. Felder erzeugt, die in Zellwänden kurzzeitig Löcher erzeugen, durch die dann Fremd-DNA eingeführt werden kann; Lipofektion: DNA von einer Fetthülle umgeben, die später mit Membran der Zielzelle verschmilzt und damit die DNA freisetzt

2. Zähle Argumente auf, die für und die gegen den Einsatz von Gentechnik sprechen. Bewerte nach bioethischen Kriterien, inwieweit die Art des Organismus (Mikroorganismus, Tier, Pflanze, Mensch) bzw. das Einsatzgebiet (rote Gentechnik, grüne Gentechnik ...) eine Rolle für die Beurteilung spielt.

Gentechnik im medizinischen Bereich (rote Gentechnik und weiße Gentechnik, zu großen Teilen mit Hilfe von Mikroorganismen) weitgehend anerkannt, beim Menschen: während reproduktives Klonen von Menschen aus ethischen Gründen in den meisten Staaten der Erde gesetzlich untersagt ist, ist therapeutisches Klonen in manchen Ländern erlaubt, wie zB in Großbritannien, China, Singapur, Südkorea und den USA

Einsatz gentechnischer Methoden bei Pflanzen und Tieren (grüne Gentechnik) immer wieder im Mittelpunkt bioethischer Diskussionen – besonders in Europa ist man sehr kritisch – bei Tieren zusätzlich noch Faktor Tierleid

Pro:

- Produktion von Medikamentenbestandteilen möglich, zB Insulin
- Gewährleistung der Ernährung aller Menschen durch Steigerung der globalen Nahrungsmittelproduktion, zB durch gezielte Manipulation für höhere Erträge, Schädlingsunempfindlichkeit
- Verbesserung der Ernährungsbedingungen in den Entwicklungsländern durch Steigerung des Nährstoff- und Vitamingehalts, zB „Golden Rice“
- Qualitätsverbesserung in Bezug auf Geschmack, verbesserte Haltbarkeit, Lagerfähigkeit sowie Eliminierung allergieauslösender Stoffe

Kontra:

- auch ohne Gentechnik wäre Ernährung der Weltbevölkerung gesichert (zB durch gerechte Verteilung)
- Überproduktion von Lebensmitteln in EU-Staaten → Qualitätssteigerung wirklich notwendig?
- Unsicherheit darüber ob und wie zB „Golden Rice“ gelagert werden kann, ohne dass es zu Verlust an Carotinoiden kommt, auch ideale Zubereitung unklar
- Kritik daran, dass derzeit zugelassene gv-Pflanzen fast ausschließlich in Futtermittelindustrie, zur Gewinnung von Biotreibstoffen und in der Bekleidungsindustrie verwendet werden → ohnehin kein Beitrag zur Bekämpfung des Welthungers



Begegnungen mit der Natur 8

- gentechnisch veränderte Organismen können auch neue unerwartete, unerwünschte Eigenschaften aufweisen
- gv-Pflanzen lassen sich nicht kontrollieren
- strenge Trennung zwischen Saatgut von gv-Pflanzen und herkömmlichen nicht gewährleistet
- Befürchtung, dass durch Einkreuzung Markergene in Wildpflanzen, andere Nutzpflanzen oder Bakterien übertragen werden, die dann bestimmte Resistenzen entwickeln und deshalb nur noch schwer bekämpft beziehungsweise behandelt werden können (zB Kartoffelsorte Amflora)
- Einsatz von gv-Pflanzen führt zu Verlust biologischer Vielfalt
- kommerzielle Interessen stehen im Vordergrund, Kontrolle der Saatgutindustrie liegt in den Händen weniger Saatgutkonzerne
- gesundheitliche Risiken, keine Langzeitstudien darüber, ob und wie sich gv-Pflanzen auf menschliche Gesundheit auswirken
- hohe Kosten
- Ertragssteigerung durch Genmanipulation bei Tieren ist oft mit Tierleid verbunden (Krankheiten wie Herzvergrößerung, Gelenkentzündungen, Magengeschwüre, Nierenerkrankungen, Euterentzündungen, ...)
- Folgen gentechnischer Veränderungen für das Ökosystem nicht absehbar