

20.12.2000

Referat:

Züchtung
und
Gentechnologie

Timo Trautmann
Hans-Heinrich Fetzer
Ingo Reimund

Inhaltsübersicht

1. Allgemeine Erklärungen	3
2. Verschiedene Züchtungsmethoden	3
2.1 Auslesezüchtung	3
2.2 Reinzucht	3
2.3 Kombinationszüchtung	4
2.4 Inzucht	4
2.5 Hypridzüchtung	4
2.6 Mutatioszüchtung	4
3. Neue Züchtungsmethoden	5
3.1 Sexuelle Hybridisierung.	5
3.2 Somatische Hybridisierung	5
3.3 Gentechnik in der Pflanzenzüchtung	6
3.4 Vollständige Pflanzen aus Pollen	7
3.5 Gentechnologie in der Öffentlichkeit	7
4. Literaturverzeichnis	7
5. Materialanhang (Projektorfolien, Handout)	8..

Züchtung und Gentechnologie

1. Allgemeine Erklärungen

Züchtung allgemein formuliert, ist eine „planmäßige Auslese und Paarung“ (Granz 1978, S.96) von Tieren und Pflanzen.

Der Mensch musste, um eine Züchtung in der Landwirtschaft zu betreiben, „zu sesshafter Lebensweise übergehen“ (Miram 1997, S.230). Dadurch konnte der Mensch die ihm bekannten Pflanzen anbauen, sowie die Jungen der erlegten Tiere aufziehen. Eine Folge der Sesshaftigkeit war ein Bevölkerungsanstieg und damit stiegen auch die benötigten Nahrungsmittel, so dass der Mensch nun anfangen musste, seine Erträge im Pflanzenanbau und die Leistungen in der Tieraufzucht zu steigern. Diese Ziele versuchte er Anfangs mit der Auslese des Phänotyps zu erreichen und später dehnte der Mensch dies auf die Leistung aus. Diese Merkmale versuchte man dann durch Reinzucht zu stabilisieren und eine Rasse zu erhalten, die die gewünschten Merkmale besitzt. Mit der Gentechnologie versuchte der Mensch heute, die Erträge bzw. die Leistungen und die Resistenz von Tieren bzw. Pflanzen zu erhöhen, um somit eine Art perfekte Pflanze bzw. perfektes Tier zu entwickeln.

2. Verschiedene Züchtungsarten

Der Weg zu der Gentechnologie in der Züchtung war lange und führte über viele andere Züchtungsmethoden, die mehr oder weniger ineinander oder nacheinander ablaufen.

2.1 Auslesezüchtung

Die Auslesezüchtung ist wohl die älteste Züchtungsmethode in der Welt., die sich in jeder anderen Züchtung wieder zeigt.

Bei der Auslesezüchtung handelt es sich nicht um eine gezielte Kreuzung, sondern mehr um Zufallsprodukte der Entwicklung, die dann meist nach dem Phänotyp ausgewählt und weiter gezüchtet werden. Die Tiere oder Pflanzen, mit nicht interessanten Merkmalen, werden ausgegrenzt und nicht mehr weiter gezüchtet. Somit können sich nur Rassen durchsetzen, die für den Menschen interessante Merkmale haben.

2.2 Reinzucht

Reinzucht erfolgt, wenn man bei Rassen bestimmte Merkmale gezüchtet hat und diese nun bei den Tieren bzw. bei den Pflanzen reinerbig weitergegeben werden sollen. Beachten muss man, dass „alle wirtschaftlich wichtigen Merkmale gleichzeitig berücksichtigt und verbessert werden müssen“ (Granz 1978, S.101).

Bei Reinzucht ist es erforderlich, dass die Merkmale homozygot werden, das heißt, der Genotyp muss reinerbig vorliegen, also aa oder AA. Ist der Genotyp homozygot, kommt in der F1 Generation auch ein homozygoter Genotyp vor. Bei einem heterozygoten Genotyp, Aa, ist dies anders, sie bringen zu 50% einen heterozygoten und zu 50 % einen homozygoten Genotyp hervor, dadurch nimmt der heterozygote Anteil während den Generationen proportional ab, wobei immer ein geringer Anteil zurück bleibt.

2.3 Kombinationszüchtung

Diese Züchtung ist, im Gegenteil zu den bisher Genannten, eine gezielte Kreuzung. Es werden reinerbige Rassen mit geringen Unterschieden miteinander gekreuzt. Dabei ist das Ziel, dass die „wertvollen Eigenschaften der vorhandenen Rassen [...] erhalten bleiben und mit nützlichen Merkmalen einer oder mehrerer anderen Rassen kombiniert werden“ (Granz 1978, S.98).

2.4 Inzucht

Diese Kombinationszüchtung kann durch Inzucht verbessert werden. Hierbei werden „ausschließlich Tiere der gleichen Rasse miteinander gepaart“ (Granz 1978, S.97). Dies führt zu schnellen Zuchtergebnissen, da keine neuen Gene hinzukommen und somit die möglichen Ergebnisse verringert werden und besonders die homozygoten Gene gefördert werden. Das Problem dabei ist, dass auch ungewünschte Gene homozygot werden. Ein anderer Nachteil ist nach einer längeren Inzuchperiode zu sehen, denn die Nachkommen können eine geringere Vitalität, Gesundheit und Lebenskraft, haben und es können durch Krankheiten hohe Verluste auftreten. Im geringen Maß wird die Inzucht auch bei anderen Züchtungsmethoden verwendet, um in erster Linie die Möglichkeiten zu verringern.

2.5 Hybridzucht

Bei dieser Zuchtart werden, von zwei Rassen, durch Inzucht Inzuchtlinien erzeugt und dann miteinander gekreuzt. Die daraus entstehende F1 Generation wäre dann ein Hybrid mit den gewünschten Merkmalen.

Kreuzt man nun diese Hybriden wieder untereinander, würden sie sich wieder von den gewünschten Merkmalen entfernen, da der Genotyp größten Teils heterozygot ist. Diese Züchtung muss also immer wieder wiederholt werden, wenn man einen Hybriden mit den gewünschten Merkmalen erhalten möchte.

Es kann hierbei aber auch zufällig ein sogenannter Heterosiseffekt entstehen, das heißt, die F1 Generation hat nicht den durchschnittlichen Ertrag oder Leistung der Eltern, sondern sie übersteigt diesen und manchmal auch den Maximalwert des ertragsreicheren oder leistungsstärkeren Elternteils. Dieser Heterosiseffekt ist ein sprunghafter Anstieg der Leistung oder des Ertrages. Er „kann um so eher erhofft werden, je einheitlicher (homozygoter) die Genstruktur innerhalb der Ausgangspopulationen und je größer zugleich der Unterschied zwischen den beteiligten Populationen ist, so daß ein hohes Maß an Heterozygotie bei der F1 auftritt“ (Granz 1978, S.99).

2.6 Mutationszüchtung

Die Mutationszüchtung ist eine neuere Methode, bei der Samen-, oder Polenbestrahlung, einem Kälte-, Wärmeschock oder mutagenen Stoffen ausgesetzt werden, um so die Mutationsrate zu erhöhen. Danach werden die geeigneten Mutanten ausgewählt und weitergezüchtet.

3. Neue Züchtungsmethoden

Schon jeher passte der Mensch die Pflanzen seinen Bedürfnissen an. Heute gibt es schon Methoden, die es erlauben unverträgliche Arten von Pflanzenfamilien zu kreuzen. Die Rekombination von DNA Abschnitten nicht verwandter Organismen ist auch schon möglich. Hierzu gibt es verschiedene Züchtungsmethoden:

3.1 Sexuelle Hybridisierung (Kombinationszüchtung)

Unter Hybridisierung versteht man die Erhitzung der Doppelhelix einer mutierten DNA. Daraufhin spaltet sich die DNA-Doppelhelix und es entstehen 2 DNA Stränge. Jetzt wird ein original DNA-Strang, der zu dem Mutierten als Gegenstück passt, hinzugefügt. Beide Stränge verbinden sich wieder zur Doppelhelix. An der Stelle der Mutation geschieht dies nicht und sie wird dadurch sichtbar. Bei dieser Züchtungsmethode werden 2 verschiedene Rassen einer Art gekreuzt. Diese lassen sich jedoch meistens wegen ihrer Befruchtungsschranken nicht kreuzen. In einigen Fällen ist die Kreuzung durch Vereinigung der Chromosomensätze gelungen. Hierzu müssen zunächst die Befruchtungsschranken aufgehoben werden. Dies geschieht durch eine chemische Behandlung. Daraufhin kann die Zellfusion stattfinden und es entsteht ein Artbastard, der sich von seinen Eltern stark unterscheidet. Der Keimling ist zunächst unfruchtbar, da nur ein haploider Chromosomensatz von jedem der Elternpflanzen vorhanden ist. Es kann keine erfolgreiche Meiose stattfinden. Jetzt werden die Vegetationspunkte des F1 Keimlings mit Colchicin (verhindert die Spindelbildung bei der Mitose, so dass der verdoppelte Chromosomensatz nicht auf zwei Zellen verteilt wird) behandelt. Hierdurch findet eine Chromosomensatzverdopplung statt. Jetzt erhält jedes Chromosom seinen homologen Partner. Nun ist eine normale Chromosomenpaarung und Verteilung bei der Meiose möglich. Ab jetzt ist der Bastard fruchtbar. Ein Beispiel hierfür ist das Büffelrind (Kreuzung aus Bison und Hausrind). Weitere Ergebnisse dieser Züchtungsmethode sind zum Beispiel: Roggenweizen oder Triticale. (siehe Material "A1")

3.2 Somatische Hybridisierung

Bei dieser Art der Züchtung nutzt man die Fusion der Körperzellen verschiedener Arten. Um die Fusion zu fördern, setzt man chemische Stoffe ein. Bei Tieren nimmt man zur Förderung der Hybridzellenbildung unter anderem inaktive Viren. Bei der Vereinigung der Zelle und deren Zellkern beider Arten entsteht die sogenannte Hybridzelle, sie enthält die Chromosomen beider Ausgangszellen. Wir wollen dies anhand der Hybridisierung von Tabakpflanzen verdeutlichen: Man behandelt die Zellen der Blätter von zwei verschiedenen Tabakpflanzen, den sogenannten Mesophylzellen (chloroplastenreiche Zellen) mit Enzymen. Dadurch löst sich die Zellwand auf und es entstehen die Protoplasten. Zur Förderung der Zellfusion, also zur Verschmelzung der Protoplasten zur Hybridzelle gibt man noch eine oberflächenentspannende Polyethenglykollösung hinzu. Danach werden die unbrauchbaren Zellen abzentrifugiert und die Hybridzellen zur Züchtung auf ein spezielles Nährmedium gelegt, worauf nur Hybridzellen wachsen können. Dort differenzieren sie sich in Stängel und Blätter. Diese werden anschließend auf die Elternpflanze gepfropft. Aus den entstehenden Samen dieser Pflanze können sich dann vollständige Pflanzen entwickeln. Der Keimling besitzt nun die diploiden Chromosomensätze beider Ausgangspflanzen (AABB). Man nennt diese daher auch amphidiploid. Die durch diese Züchtung hervorkommenden Pflanzen wie z.B. verschiedene Tabaksorten oder die Tomoffel nennt man somatische Hybride. Wobei man aus der Tomoffel, die eine Mischung aus Kartoffel und Tomate ist, keinen praktischen Nutzen hat. Sie zeigt nur die vielen Möglichkeiten, die sich durch diese Züchtung ergeben. Weitere Versuche hat man auch bei einer Stechapfelsorte gemacht, bei der man den Scopolamingehalt enorm erhöht hat, was einen Nutzen für die Medizin hat, da dort dieser Stoff Verwendung findet. (siehe Material "A2")

3.3 Gentechnik in der Pflanzenzüchtung

Dieses Verfahren hat die Möglichkeiten der Züchtungsmethoden erheblich erweitert. Und zwar können durch diese Verfahren, nützliche Abschnitte des Erbmaterials ausgewählt werden und sogar in nicht verwandte Arten eingepflanzt werden. Für diesen Gentransfer benötigt man das Argobakterium *tumefaciens*, welches in der Lage ist, einen Teil seiner eigenen DNA in die einer Pflanzenzelle zu schleusen und anschließend in deren DNA zu integrieren. Damit das Bakterium zum Gentransfer benutzt werden kann, müssen zuvor die krebserregenden Gene gegen die gewünschten Gene, die in die DNA der Pflanze eingebaut werden sollen, ausgetauscht werden. Zum Transport der genetischen Information, wird die im Bakterium befindliche T-DNA (transferierende DNA) benutzt. Diese liegt auf einem Plasmid dem TI-Plasmid (tumorinduzierendes Plasmid). Nach dem Einschleusen wird die T-DNA in das infizierte Chromosom der Pflanzenzelle eingebaut. Durch diesen natürlichen Gentransfer, sorgen die Bakteriengene, dass die Zelle bestimmte Pflanzenhormone herstellt, welche für die Entstehung von Tumoren den Wurzelhalsgallen verantwortlich sind. Außerdem lassen die Bakteriengene noch wirtsfremde Stoffe herstellen, welche das Bakterium ernähren. Heutzutage wurden durch dieses Züchtungsverfahren mehr als 50 transgene Pflanzen gezüchtet, darunter auch: Apfel, Erdbeere, Weizen, Roggen, Kartoffel, Salat, Zuckerrübe, welche durch dieses Verfahren resistent gegen Viren und Schädlinge sind. Was sie länger haltbar macht und höhere Erträge erzielt. (siehe Material "A3")

3.4 Vollständige Pflanzen aus Pollen

Die Auslese von vorteilhaften Genen bei Mutanten wird dadurch erschwert, da bei diploiden Pflanzen die rezessiven Allele (die phänotypische Unterschiede hervorrufen, aber in homologen Chromosomen an homologen Orten lokalisiert sind. Verschiedene Allele eines Gens entstehen durch Mutation) nur homozygot erkennbar sind. Mit dieser Methode kann man aus manchen diploiden Pflanzen haploide züchten. Die in diesen Methoden verwendeten Pflanzen gehören zu den Antherenkulturen, welche Pflanzen mit Staubbeuteln sind. Bei diesem Vorgang wird ein Staubbeutel von der diploiden Pflanze auf ein spezielles Nährmedium gebracht. Daraufhin werden unreife Pollenkörner in den Staubbeuteln innerhalb mehrere Tage mehrkörnig und es entsteht ein undifferenzierter Zellhaufen. Nach 6-8 Wochen durchbrechen die Zellen den Staubbeutel. In wenigen dieser Zellhaufen entstehen schwache haploide Pflänzchen, in deren Zellkern sich 12 Chromosomen befinden. Nach einer Behandlung der Zellen in den Meristemen mit dem chemischen Stoff Colchicin, wird das Pflänzchen diploid. Da alle Allele der Pflanze homozygot sind, bilden sich alle rezessiven Allele phänotypisch aus. Dadurch wird die Auslese und die Züchtung neuer Sorten beschleunigt, wie schon z.B. bei: Tomate, Raps, Sojabohnen und Tabak (siehe Material "A4").

3.5 Gentechnologie in der Öffentlichkeit

Das Thema Gentechnologie ist in der Öffentlichkeit stark umstritten. Die Einen empfinden es als einen Segen, was auch sicherlich fundiert ist. Zum Beispiel konnte mit Hilfe der Gentechnologie das Insulin gewonnen werden, was ein großes Problem darstellte. Aber es konnten auch Pflanzen vorteilhaft gegen Viren oder Insekten resistent gemacht werden. Jedoch sind auch die Bedenken der Anderen fundiert, die Angst haben, dass aus dieser Technologie ein neuer unbekämpfbarer Virus entstehen könnte. Man befürchtet auch, dass ökologische Gleichgewicht der Erde zu zerstören. Wenn die veränderten Gene der Pflanzen auf die Wildpflanzen übergehen, könnte das durchaus passieren. Mit Fortschritt der Gentechnologie wird auch dieser Konflikt in den Medien immer lauter werden.

4. Literaturverzeichnis

Buselmaier, Werner Abiturwissen Biologie: Verlag: Weltbild Kolleg

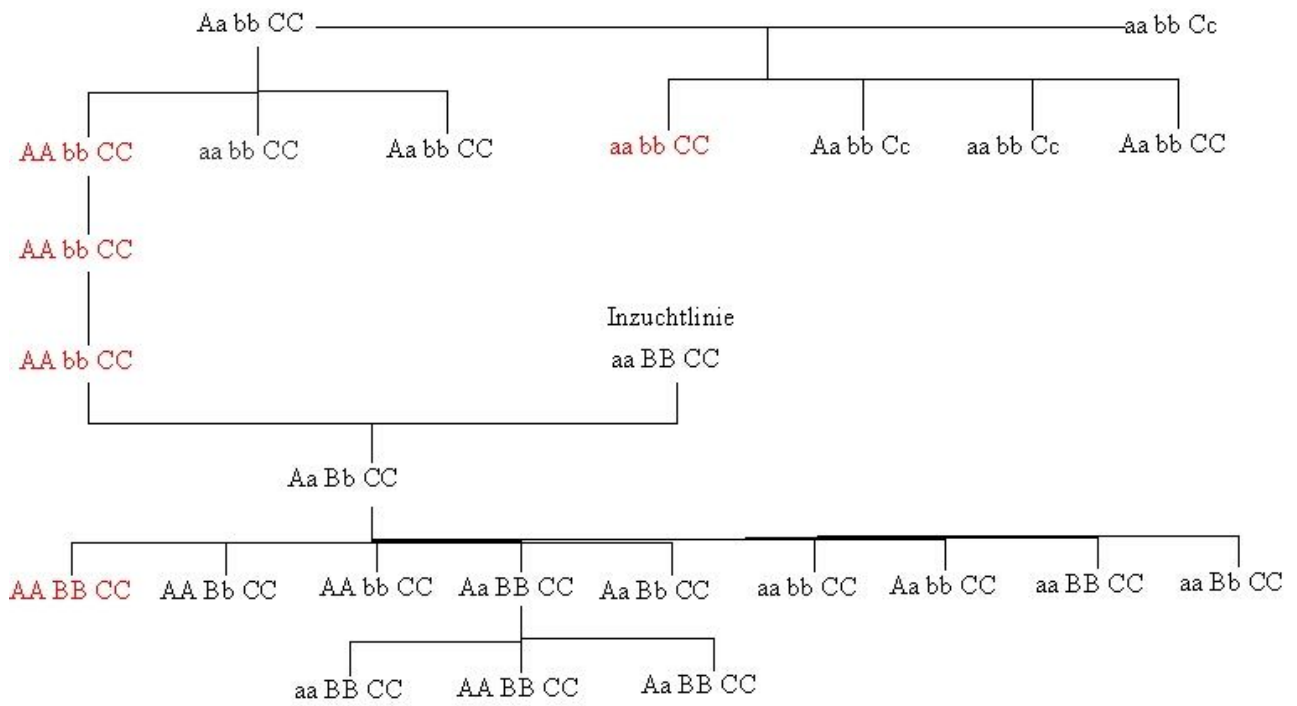
Granz, Ernst: Tierproduktion. Berlin, Hamburg: Verlag Paul Parey ⁸1978

Miram, Wolfgang / Scharf, Karl-Heinz: Biologie heute SII. Ein Lehr- und Arbeitsmaterial.
Hannover: Schroedel ⁷1997

CD-ROM Bertelsmann Discovery '99

Biologie Referat

5. Anhang



Handout

19.12.2000

Thema: Züchtung und Gentechnologie

- Züchtung ist eine planmäßige Auslese und Paarung von Tieren und Pflanzen
- Der Grund, weshalb die Züchtung betrieben wird, ist das Nahrungsproblem
- Ziel ist es, eine Ertrags- bzw. Leistungssteigerung, heute sogar eine höhere Resistenz gegenüber Schädlingen, zu erreichen

Auslesezüchtung: Die 'Mutter' der Züchtung. Es werden immer die leistungsstarken Tiere und die ertragsstarken Pflanzen weiter gezüchtet. Es werden aber nicht gezielt bestimmte Merkmale von verschiedenen Rassen zusammen gebracht.

Reinzucht: Das Ziel ist es, hier möglichst viele homozygote Merkmale hervor zu bringen.

Homozygote fördern immer homozygote und heterozygote zu 50% heterozygote und zu 50% homozygote Merkmale.

Inzucht: Inzucht wird bei fast allen Züchtungen angewandt und dient zur Einschränkung der Ergebnisse bei einer Zucht. Denn die homozygoten Gene werden gefördert, egal ob sie positive oder negative Merkmale haben. Nach einer langen Inzuchtperiode kann es zu einer Krankheitsperiode kommen, z.B. geringe Vitalität.

Kombinationszucht: Hierbei werden gezielt reinerbige Tiere oder Pflanzen gekreuzt.

Hybridzüchtung: Zwei Rassen werden durch Inzucht zu Höchstleistungen getrieben und dann miteinander gepaart. Hierbei vereinigen sich die guten Merkmale der beiden Rassen in einen heterozygoten Genotyp, der bei einer erneuten Inzuchtpaarung wieder in viele andere Rassen zerfallen würde. Dabei kann zufällig der Heterosiseffekt auftreten, der zu einer starken Leistungssteigerung, bzw. Ertragssteigerung der F1 Generation gegenüber der Elterngeneration führt.

Mutationszüchtung: Bei dieser Züchtung wird die Mutationsrate durch Toxine, oder Bestrahlung gesteigert. Dann wird nach der Auslesezüchtung verfahren.

Neue Züchtungsmethoden:

Sexuelle Hybridisierung : Begünstigt die Artbastardbildung, um so Mutanten mit vorteilhaften Merkmalen zu erzeugen. Hierzu kreuzt man 2 verschiedene Rassen einer Art, die entstehenden Bastarde unterscheiden sich stark von den Mutterpflanzen. Da zunächst nur ein haploider Chromosomensatz vorhanden ist, ist der Keimling unfruchtbar. Durch Behandlung mit Colchicin wird er fruchtbar. Durch diese Kreuzungsmethode entstand z.B. Büffelrind, Roggenweizen oder Triticale.

Somatische Hybridisierung: Bei dieser Art von Hybridisierung fusioniert man 2 Körperzellen von verschiedenen Arten, indem man diese vorher durch z.B. Enzymbehandlung kompatibel macht. Dadurch entstehen Blatt- und Stengelansätze, die anschließend auf die Mutterpflanze gepfropft werden. Es entsteht eine komplette Pflanze (somatische Hybride). Hierzu müssen die Arten nicht verwandt sein. Man erhielt so z.B. die Tomoffel. Diese hat keinen Nutzen, macht aber die Möglichkeiten dieser Züchtung deutlich.

Gentechnik in der Pflanzenzüchtung: Mit dieser Methode kann man einen gewünschten DNA-Abschnitt (mit der gewünschten Eigenschaft) in eine nichtverwandte Pflanze integrieren. Hierzu benutzt man das Argobakterium tumefaciens, welches in der Lage ist, einen Teil seiner DNA in die der Pflanzenzelle zu integrieren. Zum Schluss ersetzt man die Bakterien-DNA durch den gewünschten Genabschnitt, und injiziert der Pflanze die Bakterien. Apfel, Erdbeere, Weizen, Roggen, Kartoffel, Salat und Zuckerrübe konnte man so z.B. resistent gegen Viren machen.

Vollständige Pflanzen aus Pollen: Mit dieser Methode kann man rezessive Merkmale, die nur bei homozygoten Pflanzen sichtbar sind, auch bei heterozygoten Pflanzen sichtbar machen. Dazu nimmt man Pollen einer Pflanze (männlich) und gibt sie auf ein Nährmedium. Aus dem entstehenden Zellhaufen entwickeln sich kleine haploide Pflänzchen, die durch Colchicinbehandlung, wieder fruchtbar werden. Bei diesen Pflanzen sind auch die rezessiven Merkmale sichtbar, da sie homozygot sind.

Gentechnologie in der Öffentlichkeit: Obwohl das Thema Gentechnologie in der Öffentlichkeit heiß umstritten ist (z.B. moralisch- ethische Bedenken), war sie schon in vielster Weise ein Segen für die Menschheit. Zum Beispiel ermöglicht die Gentechnologie die künstliche Herstellung von Insulin. Hätten wir dies nicht, könnten wir unseren Insulinbedarf auf der Erde bei weitem nicht decken. Auch konnten viele Pflanzen durch diese Technologie resistent gegen Viren oder Schädlinge gemacht werden. Außerdem wurde der Ertrag stark gesteigert.