



Bei der Kombinationszüchtung wird mit einem Pinsel Pollen der Vatersorte auf die Blüten der Muttersorte übertragen

Gentechnik im Obstbau (Teil 3)

Obstzüchtungs-Methoden

Neben klassischen Methoden wie Auslese, Mutations- und Kombinationszüchtung gewinnen gentechnische Verfahren zunehmend an Bedeutung.

In Europa liegt die Obstzüchtung überwiegend in den Händen staatlicher Forschungsinstitute; private oder kommerzielle Züchter spielen eine untergeordnete Rolle. In Deutschland liegt der Schwerpunkt der Entwicklung neuer Apfel-, Kirsch- und Erdbeersorten am Institut für Züchtungsforschung des Julius-Kühn-Instituts (JKI) in Dresden-Pillnitz. Hier befasst man sich auch mit der Entwicklung gentechnisch veränderter Apfelsorten. Die Universität München-Weihenstephan (früher auch die Universität Hohenheim) und die Forschungsanstalt Geisenheim beschäftigen sich überwiegend mit der Steinobstzüchtung. Im Bereich der Ökologischen Obstzüchtung sind lediglich Einzelpersonen aktiv.

Im Folgenden beleuchten wir vorrangig die Sortenentwicklung beim Apfel.

Geschichte der Apfelzüchtung

Apfelsorten sind selbststeril und zur erfolgreichen Bestäubung auf Fremd-Pol-

len angewiesen. Selbstunfruchtbarkeit, Mischerbigkeit und zufällig auftretende Vervielfachungen des Chromosomensatzes (beim Apfel gibt es neben den diploiden auch triploide und sogar einige tetraploide Sorten) waren die Voraussetzung, dass im Laufe der Zeit ein großer Genpool entstehen konnte.

Die Entwicklung von Kulturapfelsorten nahm ihren Anfang bereits vor vielen tausend Jahren im mittelasiatischen Raum. Durch die Kreuzung verschiedener Wildapfelsorten und der Auslese herausragender Sorten durch Tiere und Menschen entstand schon früh eine große Vielfalt. Über Handelsstraßen und Eroberungszüge kamen besonders gute Apfelpflanzen nach Europa. Mindestens seit dem 4. Jh. v. Chr. beherrschte man mit der Kunst des Veredelns eine Fertigkeit, die unabdingbar ist, um wertvolle Auslesen selbstunfruchtbarer Obstarten als Klone unverändert zu vermehren und über die Lebenszeit der Mutterpflanze hinaus zu erhalten.

Die Römer entwickelten den Obstbau erstmals zu einer Hochkultur und brachten verschiedene Sorten nach Mittel- und Nordeuropa. Seitdem nahm die Sortenzahl stetig zu, wobei zunächst weiterhin zufällig entstandene Sorten (Zufallssämlinge) in Feld, Wald, Wiesen und Baumschulen ausgewählt und vermehrt wurden. Eine erste kontrollierte Kreuz-

zung ist um 1800 durch den Engländer Knight belegt, aber erst nach der Wiederentdeckung der Mendelschen Vererbungslehre begann man um 1900 mit der systematischen Züchtung. In Deutschland wurde die Obstzüchtung 1929 durch die Gründung einer Obstbau-Abteilung am Kaiser-Wilhelm-Institut für Züchtungsforschung in Müncheberg intensiviert.

Seitdem wurden Hunderte neuer Sorten gezüchtet. Die Sortenentwicklung ist allerdings eher rückläufig: von 20 000 weltweit bekannten Apfelsorten bestimmen etwa 20 den Markt und der genetische Pool der neuen Sorten ist durch vielfache verwandtschaftliche Beziehungen stark verengt. Etliche alte Sorten sind verloren gegangen.

Züchtungs-Methoden

Vor jeder Züchtung steht die Auswahl eines oder mehrerer Züchtungsziele wie hoher Ertrag, schönes Aussehen, gute Lagerfähigkeit, Druckfestigkeit, guter Geschmack oder Pflanzengesundheit. Viele Züchter befassen sich derzeit vorrangig mit der Erzielung von Resistenzen gegen Schadorganismen.

Die klassischen Züchtungsverfahren umfassen Auslese, Mutationszüchtung und Kombinationszüchtung.

► Die **Auslese** befasst sich mit der gezielten Auswahl von vielversprechenden Sorten, die zufällig (d.h. ohne menschl-

Papiertüten verhindern die unkontrollierte Bestäubung durch Wind und Bienen



ches Zutun) oder durch gezielte Samenaussaat entstanden sind.

► Bei der **Mutationszüchtung** beschäftigt man sich überwiegend mit aus zufälligen Knospenmutationen hervor gegangenen Mutanten. In geringerem Maß werden Mutationen auch künstlich durch radioaktive Substanzen, Temperaturschocks oder chemische Stoffe erzeugt.

► Die **Kombinationszüchtung** arbeitet mit natürlichen Kreuzungspartnern, d.h. arteilgenen oder artverwandten Ausgangssorten. So werden beispielsweise verschiedene Kulturapfelsorten mit gewünschten Eigenschaften ausgewählt und miteinander oder mit Wildapfelarten gekreuzt. Bei Steinobst gibt es auch Kreuzungsversuche zwischen verwandten Arten wie Susinen und Zwetschgen.

Die Kreuzung erfolgt durch gezielte Bestäubung der Griffel von kastrierten Blüten ausgewählter Mutterbäume mit Pollen von ausgewählten Vatersorten. Die daraus hervorgegangenen Früchte werden geerntet, ihre Samen stratifiziert (in feuchtem Sand Temperaturen um 4 °C ausgesetzt) und ausgesät. Die so entstandenen Keimlinge tragen die Erbinformationen ihrer Elternsorten. Sie sind neue Individuen, die zu neuen Sorten oder Zuchtklonen werden können. Die Sämlinge durchlaufen in der Regel einen jahrelangen, zum Teil mehrstufigen Selektionsprozess und – v.a., wenn mit Wildobst Eltern gearbeitet wurde – zum Teil auch einen Rückkreuzungsprozess.

Vor der Markteinführung neuer Sorten folgen noch eine mehrjährige Leistungsprüfung und die Sortenzulassung. So kann die Zeitspanne von der Keimung bis zur Empfehlung einer Apfelsorte für den Anbau 20 bis 25 Jahre betragen.

Jede neue Sorte muss sich bei den Anbauern und im Markt behaupten. Das gelingt vergleichsweise nur sehr wenigen Neuheiten. Bei den Apfelsorten sind derzeit international fast nur Clubsorten erfolgreich, die einem speziellen Anbau- und Marketing-Konzept unterliegen (z.B. „Cripps Pink“ = ‘Pink Lady’® oder „Diwa“ = ‘Junami’®).

Gentechnik in der Züchtung

Auch im Obstbau ist die Genforschung inzwischen angekommen. Obstsorten werden intensiv auf DNA-Ebene untersucht, man kennt inzwischen die ungefähre Anzahl der Apfelgene (ca. 35 000

– mehr als der Mensch besitzt) und hat das Genom (Träger der Erbinformation) der Sorte ‘Golden Delicious’ vollständig entschlüsselt. Von einzelnen Sorten wird nun ein genetischer Fingerabdruck erstellt. Die Erforschung der Inhaltsstoffe erfolgt ebenfalls nicht mehr nur auf chemischer, sondern auch auf DNA-Basis; so kennt man inzwischen beispielsweise diverse Allergie-Gene.

Auch bei der Obstzüchtung spielen biotechnische Verfahren eine zunehmende Rolle. Im Rahmen der klassischen Züchtung werden z.B. zur schnelleren Prüfung, ob Resistenzgene erfolgreich vererbt wurden, bei Sämlingen im 3- bis 5-Blatt-Stadium im Gewächshaus gezielte Infektionen mit Schaderregern vorgenommen und bonitiert.

Zur Verfahrensbeschleunigung setzt man vermehrt auch DNA-diagnostische Methoden ein. Hierbei wird mit speziellen, vorher lokalisierten Genabschnitten (Genmarkern) das Vorhandensein eines bestimmten Gens nachgewiesen. Mit einem solchen molekularen Marker lässt sich z.B. prüfen, ob das Schorfresistenzgen „Vf“ in einer Apfelsorte vorhanden ist und sie damit als Kreuzungspartner interessant macht, oder ob dieses Gen nach einer Kreuzung erfolgreich vererbt wurde. Die Auswahl erfolversprechender Sämlinge lässt sich dadurch beschleunigen. Für solche Verfahren werden auch die Begriffe „markergestützte Selektion“ oder „SMART-Breeding“ verwendet. Die Suche nach Markern für Resistenzgene läuft derzeit mit Hochdruck.

Einen anderen Weg geht die Sortenentwicklung mittels Gentechnik. Hierbei erfolgt ein Eingriff in die Erbinformation auf Zellebene, nämlich die Übertragung oder Veränderung von Erbgut (Genmanipulation). Dabei versucht man, fremde Gene in das Erbmaterial eines Organismus einzuschleusen. Das können arteilgene oder artverwandte Gene sein, wenn z.B. der Apfelsorte ‘Gala’ Schorfresistenzgene einer Wildapfelart eingebaut werden. Diese Form der Veränderung nennt man Cisgenetik (lat. cis = diesseits). Es können auch artfremde Gene zur Anwendung kommen, wie bei Versuchen an Erdbeeren, denen man zur Erzielung von Kälteresistenz das Gen einer Fischart (Flunder) eingefügt hat. In diesem Fall spricht man von Transgenetik (lat. trans = jenseits).

Die zur Transformation ausgewählten fremden Gene (Zielgene) werden zunächst isoliert und zusammen mit weiteren Genen wie einem Markergen und Promotoren, die in der Regel transgenen Ursprungs sind, in Genkonstrukte eingebaut. Um diese in die Empfängerzellen einzuschleusen, nutzt man bei Pflanzenzellen u.a. Genkanonen, mit denen man Gold- oder Wolframkügelchen, die mit dem Genkonstrukt präpariert wurden, in die zu verändernden Zellen schießt. Eine gängige Methode bei zweikeimblättrigen Pflanzen wie dem Apfel ist die Nutzung eines Bodenbakteriums als Genfähre: mit Hilfe des *Agrobacterium tumefaciens* (Auslöser von Wurzelkropf bei unseren Obstbäumen) werden die fremden Gene in die Empfängerzelle eingeschleust.

Die Erfolgsquote der Übertragungsversuche ist sehr gering; je nach Verfahren liegt sie zum Teil unter 1 %. Um festzustellen, welche Zellen überhaupt die neuen Erbinformationen tragen, ist eine Selektion erforderlich. Hier kommt nun das ebenfalls eingeschleuste Markergen zum Tragen, bei dem es sich häufig um ein Antibiotika-Resistenzgen (wie bei der gentechnisch veränderten Stärke-Kartoffel ‘Amflora’) handelt. In diesem Fall werden die Zellen im Reagenzglas einer Antibiotika-Behandlung unterzogen. Bei den Zellen, die diese Behandlung überleben, kann man davon ausgehen, dass sie das Resistenzgen in sich tragen und somit auch die Transformation des Zielgens erfolgreich war. Diese Zellen werden zu Pflanzen herangezogen, die sich wie bei der klassischen Züchtung weiteren Prüfungs- und Selektionsprozessen unterziehen müssen.

Gentechnisch veränderte Pflanzen unterliegen besonderen gesetzlichen Vorgaben, die wir in später noch näher erläutern. So müssen sie unter Freilandbedingungen in Freisetzungsversuchen getestet werden. Bei Erfolg ist neben der Sortenprüfung und Sortenzulassung auch eine spezielle Marktzulassung nach dem Gentechnikgesetz erforderlich. In der EU sind bis heute keine gentechnisch veränderten Obstsorten auf dem Markt.

In Folge 4 befragen wir drei Experten zur aktuellen Entwicklung in der Obstzüchtung.

Martina Adams, Weilburg

Sämlinge von Zwetschgen-Kreuzungen im Gewächshaus Fotos: Buchter

