

Ein einzelnes Gen bestimmt das Geschlecht von Pappeln

Forstgenetiker entschlüsseln Mechanismus für die Festlegung der männlichen oder weiblichen Form von getrenntgeschlechtlichen Pflanzen

Obwohl die meisten Pflanzenarten zwittrig sind, ist bei der Evolution vieler Baumarten und verschiedener Nutzpflanzen eine Trennung der Geschlechter (Diözie) entstanden. Die zugrunde liegende Genetik ist allerdings weitestgehend unbekannt. Ein internationales Forscherteam unter Führung des Thünen-Instituts für Forstgenetik konnte zeigen, dass bei Pappeln ein einzelnes Gen für die Geschlechtsbestimmung verantwortlich ist. Die jetzt in ‚Nature Plants‘ veröffentlichten Ergebnisse sind von allgemeiner Bedeutung für das Verständnis und die Züchtung getrenntgeschlechtlicher Pflanzen.

Bei Säugetieren kontrollieren X- und Y-Chromosomen das Geschlecht. Ein Master-Regulator-Gen auf dem Y aktiviert die männliche Entwicklung, ohne diesen Faktor entstehen Weibchen. Bei Pflanzen wird eine grundlegend andere Genetik angenommen. Da die meisten Pflanzen zwittrig sind, werden für die Evolution von getrenntgeschlechtlichen Pflanzen Mutationen in zwei Genen vorausgesetzt – eine zur Regulation der weiblichen Fruchtblätter und eine zur Regulation der männlichen Staubblätter. Die notwendige genetische Kopplung dieser zwei Mutationen soll die Entstehung von Geschlechtschromosomen initiieren.

„Geschlechtschromosomen haben eine besondere Bedeutung für die Evolution und die Züchtung“, erklärt Dr. Niels Müller vom Thünen-Institut für Forstgenetik in Großhansdorf. „Da zwischen X- und Y-Chromosom so gut wie keine Rekombination, also kein Austausch von genetischer Information, stattfinden kann, verhalten sie sich wie ‚Supergene‘. Alle Genvarianten werden zusammen vererbt.“ Diözische Pflanzen weisen allerdings überraschend variable Geschlechtschromosomen auf. Allein in der Gattung der Pappeln (*Populus*) existieren mindestens drei verschiedene Systeme. Während das Geschlecht der Silberpappel (*P. alba*) – wie bei Vögeln – durch ein weibliches W-Chromosom in einem sogenannten ZW-System bestimmt wird, haben Balsampappeln (*P. trichocarpa*) und Zitterpappeln (*P. tremula*) XY-Systeme mit verschiedenen Y-Chromosomen. Forscher des Thünen-Instituts für Forstgenetik konnten nun in Zusammenarbeit mit Wissenschaftlern aus Schweden, Kanada und Italien zeigen, dass der

Thünen-Institut

Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei
Bundesallee 50
38116 Braunschweig
www.thuenen.de

Pressesprecher:

Dr. Michael Welling
Fon: 0531-596 1016
Fax: 0531-596 1099
pressestelle@thuenen.de

zugrundeliegende Mechanismus trotz all der Vielfalt konserviert ist. Ob eine Pappel männlich oder weiblich wird, liegt an der Aktivität eines einzelnen Gens – des Gens *ARR17*.

„Mit Hilfe neuer genomischer Methoden und Daten haben wir nach mehr als 15 Jahren Forschung die Geschlechtsdeterminierung der Pappeln endlich entschlüsselt“, sagt Forstgenetiker Dr. Matthias Fladung, Leiter des Arbeitsbereichs Genomforschung. „Das Spannende ist, dass wir mit einem einzigen Modell die gesamte Gattung erklären können“, ergänzt seine Kollegin Dr. Birgit Kersten. Anders als durch theoretische Überlegungen vorhergesagt, fungiert das schon erwähnte Gen *ARR17* als Schalter zwischen weiblicher und männlicher Entwicklung. Ist *ARR17* eingeschaltet, entwickeln sich Weibchen, ist es aus, entstehen Männchen. Durch Einsatz der ‚Genschere‘ CRISPR-Cas9 konnten die Forscher *ARR17* ausschalten und so weibliche Pappeln in männliche umwandeln (s. Abbildung).



*Geschlechtswechsel durch die Inaktivierung eines einzelnen Gens mithilfe der ‚Genschere‘ CRISPR-Cas9: Weibliche Wildtyp-Blüten (WT) können durch Mutation des *ARR17*-Gens (*arr17*) in Männchen umgewandelt werden. Anstatt des weiblichen Fruchtblattes entwickeln sich mehrere männliche Staubblätter.*

Im natürlichen System der Silberpappel liegt *ARR17* auf dem weiblichen W-Chromosom und ist so in seiner Aktivität auf Weibchen beschränkt. Bei der Evolution der anderen Pappelarten hat sich eine elegante Lösung für ein XY-System entwickelt. Partielle *ARR17*-Duplikate auf dem Y-Chromosom erzeugen sogenannte kleine interferierende RNAs (siRNAs), die zur Stilllegung des *ARR17*-Gens in Männchen führen.

Durch einen Ein-Gen-Mechanismus entfällt die Notwendigkeit, zwei Mutationen auf einem Chromosom – dem entstehenden Geschlechtschromosom – zusammenzubringen. Die Geschlechtschromosomen können dadurch ihre genetische Information frei austauschen und schützen sich so vor dem genetischen Zerfall. Der für Pappeln gezeigte Mechanismus könnte deutlich weiter verbreitet sein als bisher angenommen. Die beschriebenen Ergebnisse sind deshalb von allgemeiner Bedeutung für die Untersuchung und Züchtung diözischer, d.h. getrenntgeschlechtlicher Pflanzen wie Erdbeere, Spinat oder Esche. Zukünftige Vergleiche verschiedener diözischer Pflanzenarten werden aufdecken, welchen Einfluss verschiedene Systeme zur Geschlechtsbestimmung auf die Evolution von Pflanzen haben.

Die Ergebnisse der Studie sind jetzt in der Fachzeitschrift ‚Nature Plants‘ veröffentlicht worden (<https://www.nature.com/articles/s41477-020-0672-9>).

Kontakt:

Dr. Niels Müller

Thünen-Institut für Forstgenetik, Großhansdorf

Tel.: 04102 696-145

Mail: niels.mueller@thuenen.de