

WARUM WIRD LÖWENZAHN NIE KRANK?

Löwenzahn besitzt elf Polyphenoloxidasen, von denen vier in Wirklichkeit Tyrosinasen sind.



Pflanzen haben Enzyme namens Polyphenoloxidase (PPO), die Diphenole oxidieren können und so den typischen braunen Farbstoff herstellen, den wir z.B. von angeschnittenen Äpfeln kennen. Auch Tiere und Menschen besitzen ähnliche Enzyme - Tyrosinassen, die für die Braunfärbung unserer Haut und Haare verantwortlich sind. Diese können aber neben Diphenolen auch Monophenole oxidieren. Löwenzahn besitzt eine ungewöhnlich große PPO-Genfamilie aus mindestens elf Genen, und vier davon sind in Wirklichkeit Tyrosinassen! Sind diese ungewöhnlichen Enzyme vielleicht dafür verantwortlich, dass der Löwenzahn so gut wie nie krank wird?

Foto: Dr. Carolin Richter

Löwenzahn - jeder kennt ihn, Feinschmecker lieben ihn, Gärtner hassen ihn. Und Biologen sind fasziniert. Löwenzahn ist eine der ganz wenigen Pflanzen, die praktisch nie krank werden. Wie macht der das? Wenn wir das wüssten, könnten wir vielleicht auch unsere Rosen vor dem Rostpilz schützen, unsere Kartoffeln vor der Kraut- und Knollenfäule und unseren Wein vor Mehltau. Löwenzahn ist eine Milchsaftpflanze und wir erinnern uns aus unserer Kindheit, dass es immer hieß: die Milch aus dem Löwenzahnstengel ist giftig. (Stimmt sogar, auch wenn in der Regel nicht mehr passiert als Bauchgrimmen.) Vielleicht schützt der Milchsaft den Löwenzahn vor Krankheitserregern? Es ist schon lange bekannt, dass der Milchsaft neben den bekannten phenolischen Bitterstoffen auch ein Protein enthält, das eine Polyphenoloxidase ist. Polyphenoloxidasen gibt es in vielen Pflanzen; sie oxidieren Diphenole mit Hilfe von Luftsauerstoff, und die dabei entstehenden Chinone sind „giftig“ - man kann auch sagen: sie wirken antimikrobiell - weil sie sehr reaktiv sind: Sie reagieren mit anderen Biomolekülen und inaktivieren diese so. Die Chinone reagieren aber auch mit sich selbst und bilden dabei ein braun gefärbtes Polymer (also ein Riesenmolekül) - eine Art Entgiftungsreaktion, mit der die Pflanze sich selbst, nach getaner Tat, vor ihnen schützt. Wir kennen diese Verbräunungsreaktion nicht nur von der Löwenzahnmilch, sondern z.B. auch von angeschnittenem Obst, wie Äpfeln und Bananen, die an der Luft schnell braun werden und sich so bei Verletzungen vor dem Eindringen von Krankheitserregern schützen.

Ähnliche Enzyme wie die pflanzlichen Polyphenoloxidasen haben auch viele Tiere und wir Menschen. Bei uns sind diese Enzyme an der Melaninbiosynthese beteiligt, also auch an der Bildung eines braunen Farbstoffs, z.B. in unserer Haut oder unseren Haaren. Bei uns heißen diese Enzyme Tyrosinassen. Menschen und Tiere mit einem Defekt im Tyrosinasegen sind Albinos. Nun gibt es einen entscheidenden Unterschied

zwischen tierischen Tyrosinasen und pflanzlichen Polyphenoloxidases. Tyrosinasen können Monophenole zu Diphenolen oxidieren und diese dann weiter zu Chinonen, während die pflanzlichen Enzyme nur die zweite dieser beiden Reaktionen katalysieren - dachte man jedenfalls bisher. Warum? Das war lange unverstanden. Vor etwa einem Jahr wurde dann postuliert, dass der entscheidende Unterschied gefunden worden sei: zwei ganz bestimmte Aminosäuren, ein Asparagin und eine Glutaminsäure in der Nähe des katalytischen Zentrums des Enzyms, seien notwendig und hinreichend für die Tyrosinaseaktivität. Und den pflanzlichen Enzymen sollten diese beiden Aminosäuren fehlen: baut man sie mit Hilfe der Gentechnik ein, sollen auch pflanzliche Polyphenoloxidases Monophenole oxidieren können. Aber da hatte man die Rechnung ohne den Löwenzahn gemacht! Wir konnten nämlich jetzt zeigen, dass es so einfach nicht ist: Löwenzahn besitzt gleich eine ganze Polyphenoloxidase-Genfamilie, elf verschiedene Gene, elf verschiedene Enzyme! Einige dieser Enzyme sind typische Polyphenoloxidases, die nur die zweite Reaktion katalysieren können, andere sind aber in Wirklichkeit Tyrosinasen, die auch die erste Reaktion katalysieren können. Und das hat nichts mit der An- oder Abwesenheit der beiden besagten Aminosäuren zu tun. Es gab noch eine ältere Hypothese, derzufolge ein Phenylalanin in pflanzlichen Enzymen die Oxidation der Monophenole verhindern sollte, doch auch diese Hypothese konnten wir anhand der Löwenzahn-Enzyme widerlegen. Woran liegt es dann? Wir wissen es nicht. Aber wir konnten neue Hypothesen aufstellen, die nun ihrerseits wieder getestet werden können. Und ist die Vielfalt dieser Enzyme im Löwenzahn, oder ihre ungewöhnliche Fähigkeit, Monophenole zu oxidieren, verantwortlich für seine Krankheitsresistenz? Auch das wissen wir noch nicht. Aber wir haben schon vor Jahren zeigen können, dass eines dieser Enzyme, die PPO-2, an der Krankheitsresistenz beteiligt ist: schaltet man dieses Gen aus, so wird die Pflanze leichter krank. Und die PPO-2 - das wissen wir jetzt - ist in Wirklichkeit eine Tyrosinase. Und drei andere Löwenzahn-PPOs genauso, unter anderem auch die PPO-1 aus dem Milchsaft. Guck mal, da formt sich gerade eine neue Hypothese - ab ins Labor!

Förderung

Die Studie wurde unterstützt durch ein Promotionsstipendium der Deutschen Bundesstiftung Umwelt für Frau Dr. Sarah Prexler.

Originalpublikation

Sarah M. Prexler, Martin Frassek, Bruno M. Moerschbacher, and Mareike E. Dirks-Hofmeister. Catechol Oxidase versus Tyrosinase Classification Revisited by Site-Directed Mutagenesis Studies. *Angewandte Chemie* (2019)

<https://doi.org/10.1002/anie.201902846>

Links zu dieser Meldung

[Originalpublikation in "Angewandte Chemie"](#)

[WWU-Forschergruppe Prof. Dr. Bruno Moerschbacher](#)

[Institut für Biologie und Biotechnologie der Pflanzen](#)