

**CHLOROPHYLL-ABBAU: SCHLÜSSEL-ENZYM CHARAKTERISIERT**

Im Gegensatz zur Chlorophyll-Synthese, die bestens erforscht ist, existieren zum Chlorophyll-Abbau noch viele offene Fragen. Einer Forschergruppe vom Institut für Pflanzenbiologie der Universität Zürich ist es nun gelungen, eine Schlüsselreaktion des Chlorophyll-Abbaus zu charakterisieren. Das dafür verantwortliche Enzym ist eine Dioxygenase, welche Phäophorbid a als Substrat benötigt. Um die Ergebnisse breiter abzustützen, arbeiten die Zürcher mit britischen Wissenschaftlern zusammen.

Das Vergilben lässt sich im ganzen Pflanzenreich beobachten – etwa im Sommer auf den reifenden Getreidefeldern oder im Herbst an den Laubbäumen. Wenn man bedenkt, welche enormen Mengen an Chlorophyll jährlich abgebaut werden, ist es erstaunlich, dass es bis vor einem Jahrzehnt keinem Forscher und keiner Forscherin gelungen ist, irgendwelche Abbauprodukte des Chlorophylls nachzuweisen. Vor rund 10 Jahren konnte Philippe Matile, Professor am Institut für Pflanzenbiologie der Universität Zürich, ein erstes Abbauprodukt nachweisen. Seither sind viele neue Erkenntnisse hinzugekommen, doch noch immer weiss man recht wenig über das biochemische Schicksal von Chlorophyll in alternenden Blättern. Eine wesentliche Schwierigkeit in der Erforschung des Chlorophyll-Abbaus ist die Tatsache, dass das Chlorophyll in den Chloroplasten nicht frei zugänglich ist: Es ist in den Thylakoid-Membranen verankert und liegt dort als Pigment-Protein-Komplex vor.

*Definiertes System*

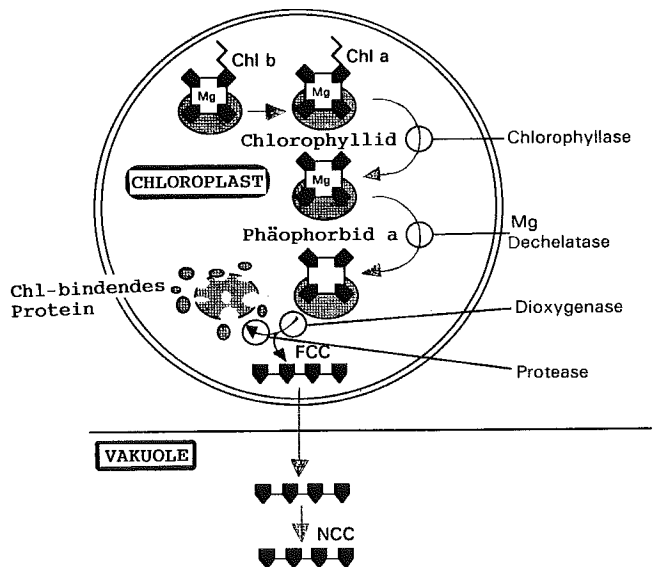
Mit einem speziellen Versuchsansatz ist es nun Stefan Hörtensteiner, Fabrizio Vicentini und Philippe Matile gelungen, in alternenden Raps-Kotyledonen eine Schlüssel-Reaktion des Chlorophyll-Abbaus zu charakterisieren (HÖRTENSTEINER et al., im Druck). Dabei handelt es sich um die oxygenolytische Spaltung des Chlorophyll-Porphyrins (GINSBURG et al., 1994). Das für diese Reaktion verantwortliche Enzym ist eine eisenhaltige Dioxygenase, welche Phäophorbid a als Substrat braucht. Durch die Spaltung entstehen farblose, fluoreszierende Abbauprodukte (sogenanntes FCC, von «fluorescent chlorophyll catabolite»). Mit der Arbeit der Zürcher steht erstmals ein *in vitro*-System zur Verfügung, das ein Arbeiten mit definierten Substratmengen erlaubt.

Mit Phäophorbid b als Substrat funktioniert die Spaltung nicht. Die Arbeitsgruppe von Philippe Matile nimmt deshalb

an, dass Chlorophyll b in Chlorophyll a überführt wird und dann über denselben Stoffwechselweg abgebaut wird. In Thylakoiden von reifen, grünen Kotyledonen konnten die Zürcher Forscher keine Dioxygenase nachweisen. Seine höchste Aktivität erreicht das Enzym gegen Ende der Gelbfärbung.

Um ihre Ergebnisse breiter abzustützen, haben die Zürcher Pflanzenphysiologen mit einer britischen Expertengruppe zusammengespant: mit jener von Howard Thomas vom «Institute of Grassland and Environmental Research» in Aberystwyth. Eine in Zusammenarbeit mit den britischen Forschern und Forscherinnen entstandene Arbeit beschreibt das Fehlen der Phäophorbid a Dioxygenase in einer Mutante des Wiesenschwiegels, die das Chlorophyll in alternenden Blättern nicht abbaut (VICENTINI et al., im Druck).

Zu verstehen, was im Herbst beim Vergilben der Blätter passiert, heisst aber nicht nur ein wichtiges Naturphänomen begreifen. Wenn die Wissenschaftler jenen Signalen auf die Spur kommen, welche den Chlorophyll-Abbau regulieren, gewinnen sie auch Einsicht in wichtige limitierende Prozesse in der Pflanzenproduktion, ins Überleben und Adaptieren von Pflanzen. Denn mit dem Chlorophyll-Abbau verbunden sind auch der Abbau der Chlorophyll-bindenden Proteine und die Rückgewinnung von grossen Mengen an organischem Stickstoff.



Schema, wie man sich den Chlorophyll-Abbau heute vorstellt (Abkürzungen: Chl a, Chlorophyll a; Chl b, Chlorophyll b; FCC, farblose, fluoreszierende Chlorophyll-Abbauprodukte; NCC, nicht-fluoreszierende Abbauprodukte) (nach einer Abb. von Howard Thomas).

## Literatur

GINSBURG, S., SCHELLENBERG, M. & MATILE, P. 1994. Cleavage of chlorophyll-porphyrin. Requirement for reduced ferredoxin and oxygen. – *Plant Physiol.* 105, 545–554.

HÖRTENSTEINER, S., VICENTINI, F. & MATILE, P. Chlorophyll breakdown in senescent leaves: enzymic cleavage of phaeophorbide *in vitro*. – *New Phytol.*, im Druck.

VICENTINI, F., HÖRTENSTEINER, S., SCHELLENBERG, M., THOMAS, H. & MATILE, P. Chlorophyll breakdown in senescent leaves: Identification of the lesion in a stay-green genotype of *Festuca pratensis*. – *New Phytol.*, im Druck.

### SCHILDDRÜSENKREBS NACH TSCHERNOBYL: VERBESSERTE ERKENNUNG ODER ERHÖHTE INZIDENZ?

*Untersuchungen des Instituts für Sozial- und Präventivmedizin der Universität Bern und von russischen Wissenschaftlern zeigen, dass die Häufigkeit von kindlichem Schilddrüsenkrebs in Weissrussland nach dem Reaktorunfall von Tschernobyl zugenommen hat: Im Vergleich mit 1986 stieg sie 1992 auf das 62fache an.*

Beim Reaktorunfall von Tschernobyl am 26. April 1986 wurden weite Teile der ehemaligen Sowjetunion mit Iod-131 kontaminiert. Da Iod in der Schilddrüse gespeichert wird, reagiert diese besonders anfällig auf eine solche Verseuchung. Speziell gefährdet sind Kinder. 1991 berichteten die behandelnden Ärzte erstmals über ein gehäuftes Auftreten von kindlichem Schilddrüsenkrebs in den vom Reaktorunfall betroffenen Gebieten.

Vom Institut für Sozial- und Präventivmedizin der Universität Bern wurde daraufhin zusammen mit weissrussischen Wissenschaftlern mit epidemiologischen Studien begonnen. Anders als die beiden ebenfalls betroffenen Länder Ukraine und Russland verfügte Weissrussland bereits vor dem Reaktorunfall über ein landesweites Krebsregistrierungssystem. Die Resultate dieser Studie liegen jetzt vor (ABELIN et al., 1994). Den Wissenschaftlern ging es in dieser Arbeit vor allem darum, abzuklären, ob die berichtete Zunahme von Fällen kindlichen Schilddrüsenkarzinoms in Weiss-

russland echt ist, oder ob es sich dabei um ein Artefakt handelt. Gründe für ein Artefakt könnten beispielsweise sein, dass nach dem Unfall falsche histologische Diagnosen gestellt wurden, dass die Ärzte über die Fälle vollständiger berichteten oder die Massenfrüherfassung bei Kindern aktiviert wurde.

### Echte Zunahme

Westliche Experten haben die histologischen Präparate von 120 der 160 Fälle von Schilddrüsenkarzinom bei Kindern bis zu 15 Jahren überprüft, die zwischen 1986 und 1992 dem Krebsregister von Weissrussland gemeldet worden sind. Die Auswertung der Daten zeigt eine Zunahme von 0,041 Krebsfällen pro 100 000 Kinder im Jahr 1986 auf 2,548 Fälle im Jahr 1992. Damit stieg in diesem Zeitraum die Häufigkeit von kindlichem Schilddrüsenkrebs auf das 62fache an. In 94% der überprüften Fälle wurde Krebs als Diagnose bestätigt. Die Mehrzahl der Karzinome hatten die Organkapsel durchbrochen und massen über 10 mm im Durchmesser. Im Laufe der Zeit fand sich ein schwacher, statistisch aber nicht signifikanter Trend in Richtung kleinerer Tumoren. Der Anteil an Karzinomen mit Lymphknoten- und entfernten Metastasen blieb unverändert. Die erhaltenen Resultate weisen also darauf hin, dass die beobachtete Zunahme echt ist. Doch noch sind weitere Daten nötig, um das Ausmass des Einflusses des Massenscreenings abzuschätzen und die mögliche Beziehung mit der 1986 in Tschernobyl freigesetzten radioaktiven Strahlung abzuklären, schreiben die Wissenschaftler in ihrer Arbeit.

### Literatur

ABELIN, T., AAVERKIN, J.I., EGGER, M., EGLOFF, B., FURMANCHUK, A.W., GURTNER, F., KOROTKEVICH, J.A., MARX, A., MATVEYENKO, I.I., OKEANOV, A.E., RUCHTI, C. & SCHAEPLI, W. 1994. Thyroid cancer in Belarus post-Chernobyl: Improved detection or increased incidence? – *Soz. Präventivmed.* 39, 189–197.

SUSANNE HALLER-BREM