

Die Wirkung von Phytochrom auf die Bildung von Einzelcarotinoiden in etiolierten *Hordeum*-Keimlingen

The Influence of Phytochrome on the Formation of Individual Carotenoids in Etiolated *Hordeum* Seedlings

Hans K. Kleudgen und Hartmut K. Lichtenthaler

Botanisches Institut der Universität Karlsruhe

(Z. Naturforsch. 30 c, 67 – 68 [1975] ; eingegangen am 31. Oktober 1974)

Phytochrome, Carotenoid Formation, β -Carotene, Etioplast Metabolism

Short time red pulses, given 6 times for 5 min within 36 h, induce in etiolated barley seedlings an enhanced synthesis of the main chloroplast carotenoids β -carotene, violaxanthine, lutein and neoxanthine. The level of antheraxanthine and zeaxanthine decreases by red light treatment. These red light effects are reverted by subsequent short time far-red pulses. The results show that the white light induced change in the accumulation rate of individual carotenoids is initiated and regulated by active phytochrome P_{fr} . In the case of neoxanthin and zeaxanthin the red light effects cannot be fully reverted by far-red; this points to a very fast phytochrome reaction.

Einleitung

Die Bestrahlung etiolierter Gerstenkeimlinge mit Weißlicht führt im Zuge der Thylakoidbildung zu einer charakteristischen Umstellung des Carotinoidstoffwechsels, wobei die Bildung von β -Carotin, Violaxanthin, Neoxanthin und Lutein mit unterschiedlichen Raten gefördert wird, während die Konzentration von Antheraxanthin absinkt¹. Da im Dauerdunkelrot eine ähnliche Umstellung der Carotinoidsynthese erfolgt, wurde auf eine auslösende Funktion von Phytochrom geschlossen². Die bisherigen Induktions- (Hellrot) und Revertierungsexperimente (Dunkelrot) lassen nur erkennen, daß die Gesamtcarotinoidsynthese durch Phytochrom gefördert wird^{3, 4}.

Ob Phytochrom die Bildung der Einzelcarotinoide beeinflusst und auch die Weißlicht-induzierte Umstellung des Carotinoidstoffwechsels auslöst, blieb weiterhin offen. In der vorliegenden Arbeit wird nun nachgewiesen, daß Änderungen im Gehalt an Einzelcarotinoiden durch kurzzeitiges Hellrot induziert und durch sofort anschließendes Dunkelrot revertiert werden.

Methodik

7 Tage alte etiolierte Gerstenkeimlinge (*Hordeum vulgare* L.) wurden 6-mal 5 min mit Hellrot (HR) bzw. Dunkelrot (DR) (in jeweils 6-stündigem Ab-

stand) bestrahlt⁵. Die Extraktion der zerkleinerten Pflanzensprosse (Primärblatt + Koeoptile) erfolgte mittels Aceton und Petrolbenzin¹. Die Carotinoide wurden dünnschichtchromatographisch getrennt⁶ und auf photometrischem Wege quantitativ erfaßt¹. Die Ergebnisse sind Mittelwerte von 4 Einzelbestimmungen mit Abweichungen von $\pm 8\%$.

Ergebnisse und Diskussion

Die Etioplasten von 7 Tage alten Gerstenkeimlingen enthalten als Hauptcarotinoide Lutein, Violaxanthin und Antheraxanthin. β -Carotin ist in mittlerer, Neo- und Zeaxanthin sind nur in geringer Konzentration vorhanden (Tab. I). Kurze Hellrot-Stöße (5 min) bewirken eine starke Förderung der β -Carotin-, Violaxanthin-, Lutein- und Neo-

Tab. I. Carotinoidgehalte von 7 Tage alten etiolierten *Hordeum*-Keimlingen im Dauerdunkel und nach kurzzeitiger (5 min) Hellrot- und/oder Dunkelrotbestrahlung ($\mu\text{g}/100$ Pflanzen).

	Ausgangswert	Dunkel-Kontrolle	6 \times HR	6 \times HR/ 6 \times DR	6 \times DR
β -Carotin	12	13	23	18	15
Violaxanthin	25	36	83	64	59
Lutein	52	63	116	104	96
Neoxanthin	4,0	4,5	10,5	7,6	4,3
Antheraxanthin	20	26	15	20	22
Zeaxanthin	3,0	5,1	2,1	3,0	4,3
Summe der Carotinoide	116,0	147,0	249,6	216,6	200,6

Sonderdruckanforderungen an Prof. Dr. H. K. Lichtenthaler, Botanisches Institut der Universität, D-7500 Karlsruhe 1, Kaiserstr. 12, F.R.G.



Dieses Werk wurde im Jahr 2013 vom Verlag Zeitschrift für Naturforschung in Zusammenarbeit mit der Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften e.V. digitalisiert und unter folgender Lizenz veröffentlicht: Creative Commons Namensnennung-Keine Bearbeitung 3.0 Deutschland Lizenz.

Zum 01.01.2015 ist eine Anpassung der Lizenzbedingungen (Entfall der Creative Commons Lizenzbedingung „Keine Bearbeitung“) beabsichtigt, um eine Nachnutzung auch im Rahmen zukünftiger wissenschaftlicher Nutzungsformen zu ermöglichen.

This work has been digitalized and published in 2013 by Verlag Zeitschrift für Naturforschung in cooperation with the Max Planck Society for the Advancement of Science under a Creative Commons Attribution-NoDerivs 3.0 Germany License.

On 01.01.2015 it is planned to change the License Conditions (the removal of the Creative Commons License condition "no derivative works"). This is to allow reuse in the area of future scientific usage.

xanthin-Synthese und induzieren damit dieselben Effekte wie Weißlicht¹ oder kontinuierliches Dunkelrot². Wie erwartet nimmt auch die Konzentration an Antheraxanthin und Zeaxanthin ab. Es wird somit durch Hellrot die Synthese der Hauptcarotinoidkomponenten der Chloroplasten gefördert.

Durch unmittelbar im Anschluß an Hellrot gegebenes kurzzeitiges (5 min) Dunkelrot werden diese Effekte revertiert, wobei weitgehend die Werte der Dunkelrotkontrolle erreicht werden. Man darf daher die Kriterien der Phytochromwirksamkeit (Induktion und Reversion) als erfüllt ansehen. Dies bedeutet, daß das aktive Phytochrom im Grundzustand⁷ die Syntheserate der Einzelcarotinoide reguliert und auch die lichtinduzierte Umstellung des Carotinoidstoffwechsels der Etioplasten auf jenen der thylakoidhaltigen Chloroplasten bewirkt.

Mit Bezug auf den Ausgangswert ist durch Hellrot die Synthese von Neoxanthin und β -Carotin stärker

gefördert als jene von Violaxanthin und Lutein. Bei der Revertierungsserie (HR + DR) fällt auf, daß die betreffenden Werte weitgehend, jedoch nicht ganz auf die Werte der vergleichbaren Dunkelrotkontrolle reduziert werden können. Hierbei zeigt sich, daß die Abweichung von der vollen Revertierbarkeit um so größer ist, je stärker die Synthese durch Hellrot gefördert ist (z. B. Neoxanthin). Auch im Falle von Zeaxanthin, dessen Konzentration durch P_{fr} erniedrigt wird, konnte auch bei mehr als 5 min DR-Einwirkung keine volle Revertierbarkeit erzielt werden. Offenbar wird ein Teil der phytochrominduzierten Umstellung des Carotinoidstoffwechsels sehr rasch induziert, so daß nach 5 min Hellroteinwirkung keine volle Revertierbarkeit möglich ist.

Der Deutschen Forschungsgemeinschaft danken wir für die Unterstützung dieser Untersuchungen.

¹ H. K. Lichtenthaler, *Biochim. Biophys. Acta* **184**, 164 [1969].

² H. K. Lichtenthaler u. K. Becker, *Proceedings of the IInd International Congress on Photosynthesis Research*, p. 2451, D. W. Junk N. V. Publishers, Den Haag 1972.

³ R. Z. Cohen u. T. W. Goodwin, *Phytochemistry* **1**, 67 [1962].

⁴ C. Schnarrenberger u. H. Mohr, *Planta* **94**, 296 [1970].

⁵ H. K. Lichtenthaler u. H. K. Kleudgen, *Z. Naturforsch.* **30c**, 64 [1975].

⁶ A. Hager u. T. Meyer-Bertenrath, *Planta* **76**, 149 [1967].

⁷ H. Mohr, *Lectures on Photomorphogenesis*, p. 37, Springer-Verlag, Berlin 1972.