©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Phyton (Austria)	**Vol. 25**	Fasc. 2	205–211	30. 11. 1985

Plastidenpigmente der Lärche

Von

Hartwig W. Pfeifhofer und Dieter Grill *

Mit 1 Abbildung

Eingelangt am 18. Mai 1984

Key words: *Larix decidua*, chlorophylls, carotenoids.

Summary

Pfeifhofer H. W. & Grill D. 1985, Plastid pigments of larch. — Phyton (Austria) 25 (2): 205—211, with 1 figure. — German with English summary.

The chlorophylls and carotenoids of European larch (*Larix decidua* Mill.) were isolated from needle extracts by means of thin layer chromatography and their content was determined spectrophotometrically. Besides chlorophyll a and b, larch needles contain α- and β-carotene, violaxanthin, lutein, antheraxanthin, neoxanthin and zeaxanthin. Seasonal changes in the content of each pigment are similar in their annual rhythm, minor variations refer to temperature changes. In autumnal discoloured and falling needles the chlorophylls were totally degraded, carotenes were present only in very small amounts. The content of the xanthophylls being esterified with fatty acids was the highest at that time. Short and long shoots behave equally with the reservation that in long shoots the pigment accumulation occured more slowly gaining lower pigment contents.

Zusammenfassung

Pfeifhofer H. W. & Grill D. 1985. Plastidenpigmente der Lärche. — Phyton (Austria) 25 (2): 205—211, mit 1 Abbildung. Deutsch mit englischer Zusammenfassung.

Plastidenpigmente von Lärchennadeln (*Larix decidua* Mill.) wurden dünnschichtchromatographisch isoliert und ihre Konzentration spektralphotometrisch bestimmt. Lärchennadeln enthalten neben Chlorophyll a und b die Carotinoide α- und β-Carotin, Violaxanthin, Lutein, Neoxanthin,

*) Dr. Hartwig W. Pfeifhofer und Prof. Dr. Dieter Grill, *Institut für* Pflanzenphysiologie der Karl-Franzens-Universität Graz, Schubertstraße 51, A-8010 Graz, Austria.

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Zeaxanthin und Antheraxanthin. Alle Pigmente zeigen ein im wesentlichen gleiches jahreszeitliches Verhalten. Während dieses Verlaufs auftretende kleinere Schwankungen stimmen mit Temperaturänderungen überein. In den vergilbten und bereits abfallenden Nadeln ist das Chlorophyll vollständig abgebaut, Carotine kommen nur mehr in geringen Mengen vor; am größten ist noch der Gehalt an Xanthophyllen, die zu dieser Zeit als Fettsäureester vorliegen. Kurz- und Langtriebe verhalten sich im wesentlichen gleich, nur daß die Pigmentbildung in den Langtrieben langsamer vor sich geht und die Pigmentmengen niedriger sind.

Einleitung

In früheren Untersuchungen haben wir das Pigmentmuster der Fichten eingehend untersucht (GRILL, POLZ & PFEIFHOFER 1983, GRILL & PFEIFHOFER 1985), wobei ein ausgeprägtes jahreszeitliches Verhalten festgestellt werden konnte. Diesem immergrünen Nadelbaum soll nun die sommergrüne Lärche, ebenfalls aus der Familie der *Pinaceae,* gegenübergestellt werden. Erstens gibt es kaum Literatur, in der sämtliche Plastidenpigmente auch in ihrem jahreszeitlichen Verhalten bei sommergrünen Koniferen untersucht werden. Zweitens stellten wir uns die Frage, ob sich die Nadeln der zuerst austreibenden Kurztriebe im Muster und Verhalten von den sich später entwickelnden Langtrieben unterscheiden.

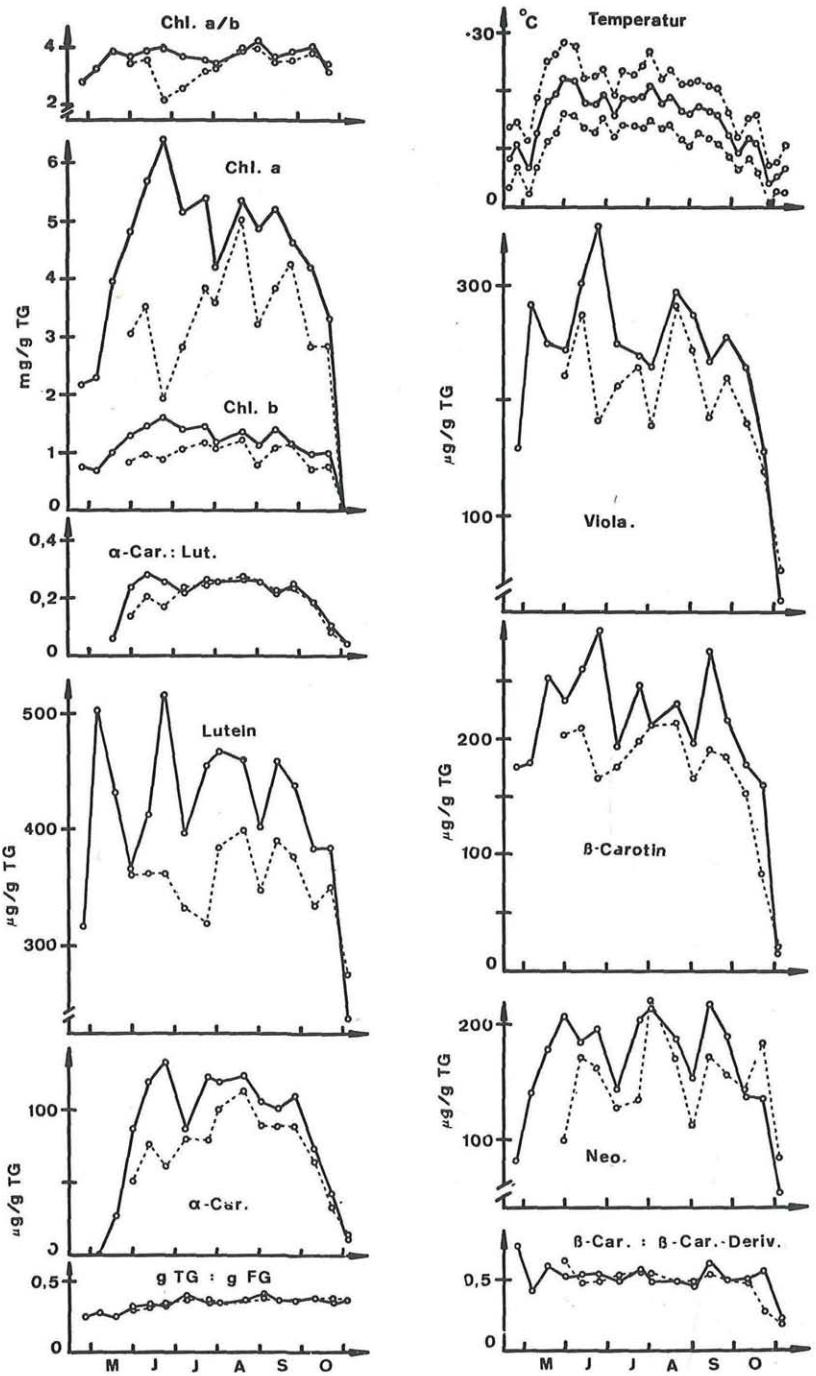
Material und Methode

Die Proben stammten von einer ca. 80jährigen Lärche *(Larix decidua* MILL.). aus Graz und wurden in 2—3wöchigen Abständen aus einer Höhe von ca. 4 m der ENE-Seite jeweils zwischen 11 und 12 Uhr entnommen.

Die Isolierung und quantitative Bestimmung der Pigmente erfolgte weitgehend nach HAGER & MEYER-BERTENRATH 1966 in der Modifikation von PFEIFHOFER & GRILL 1984. Aus jeweils mindestens 3 Einzelmessungen wurde der Mittelwert gebildet und in ein Diagramm eingetragen. Da die einzelnen Kurven oft sehr nahe beieinander liegen, wurde darauf verzichtet, die Standardabweichung einzutragen. Sie beträgt bei den Chlorophyllen ± 4%, bei den Carotinoiden ± 5% des Mittelwertes.

Abb. 1. Pigmentgehalt, Pigmentquotienten und Nadeltrockengewicht (TG) pro 1 g Frischgewicht (FG) von Kurztrieben ——— und Langtrieben - - - sowie Temperaturverlauf während der Untersuchungsperiode (Tagesmittel ———, Maximal- bzw. Minimaltemperaturen - - -).
Die Standardabweichung beträgt bei den Chlorophyllen ± 4%, bei den Carotinoiden ± 5% des Mittelwertes.

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at



©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Ergebnisse und Besprechung

Neben Chlorophyll a und b konnte das in den meisten höheren Pflanzen nachgewiesene Carotinoidmuster (Goodwin 1980) auch in Lärchennadeln beobachtet werden: β-Carotin, Violoaxanthin, Lutein und Neoxanthin sowie als zusätzliche Carotinoide α-Carotin, Antheraxanthin und Zeaxanthin. Hiebei soll erwähnt werden, daß Violaxanthin, Zeaxanthin und Antheraxanthin zum sogenannten Xanthophyllzyklus gehören (Hager 1967, Grill & Pfeifhofer 1985). Diese drei Pigmente werden in ihrer Gesamtheit als Violaxanthin dargestellt, zumal Zeaxanthin nur zweimal (V, IX) und Antheraxanthin gar nur einmal (VI) nachgewiesen wurde.

Der Gehalt der einzelnen Plastidenpigmente blieb innerhalb der Vegetationsperiode keineswegs konstant, sondern unterlag z. T. sehr großen Schwankungen. (Abb. 1). Derartige Schwankungen werden von Davtyan & Kazaryan 1980 für Chlorophyll verschiedener anderer sommergrüner Nadelbäume beschrieben bzw. wird für gelbe und grüne Pigmente zusammenfassend von Šestak 1977, 1978 für Laubbäume berichtet. Auffällig ist jedoch bei der Lärche der prinzipiell ähnliche Verlauf aller Pigmente während der Vegetationsperiode; das steht in deutlichem Gegensatz zur immergrünen Fichte (Grill, Polz & Pfeifhofer 1983, Grill & Pfeifhofer 1985). Festzuhalten ist jedoch, daß das α-Carotin erst ab der 2. Maihälfte in den Kurztrieben nachzuweisen war, wohingegen das β-Carotin, welches rund doppelt so hoch ist wie α-Carotin, bereits ab dem Nadelaustrieb vorlag.

Besonders in den Kurztrieben nimmt der Pigmentgehalt im Frühling rasch zu, er erreicht im Frühsommer ein Maximum, bleibt bis zum Spätsommer auf hohem Niveau und nimmt im Herbst rasch wieder ab. Das jahreszeitliche Verhalten der Langtriebe unterscheidet sich davon, daß ihr Pigmentgehalt im Frühjahr etwas langsamer zunimmt und in der Regel geringere Werte erreicht als in den Kurzbetrieben. Pigmentschwankungen während des Sommers waren meist witterungsbedingt. Zwischen der Temperaturkurve (gemessen an der Universität Graz; die Meßdaten einer Woche wurden gemittelt) und den Schwankungen des Pigmentgehaltes lassen sich Zusammenhänge insbesondere bei den Chlorophyllen, Carotinen und Neoxanthin gut erkennen. Als im Mai die Temperatur beständig und sehr stark zunahm, stieg auch der Pigmentgehalt in den Lärchennadeln stark an. Im Untersuchungsjahr traten sehr hohe Temperaturen bereits Ende Mai und Anfang Juni auf. Zur gleichen Zeit oder mit nur geringer Verzögerung erreichte auch der Gehalt der einzelnen Pigmente erstmals Höchstwerte. Eine ausgesprochene Schlechtwetterphase Anfang Juli mit Zufuhr polarer Kaltluft (vgl. Lazar 1980) führte zum Absinken des Pigmentgehaltes. Anfang August verzeichnete der Pigmentgehalt ein Maximum, als aufgrund einer Föhnwetterlage hohe Temperaturen herrschten. Ein Kalt-

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

lufteinbruch Mitte September war offensichtlich auslösendes Moment für den herbstlichen Rückgang des Pigmentgehaltes.

Bei den jahreszeitlichen Pigmentschwankungen ändert sich auch das Verhältnis von Chlorophyll a : b, weil das Chlorophyll a, ähnlich wie bei Fichten (GRILL, POLZ & PFEIFHOFER 1983), eher gegen Außeneinflüsse reagiert als Chlorophyll b, und zwar bei jungen wieder stärker als bei älteren Nadeln. In diesem Sinn ist also der auffällige Chlorophyll a-Abfall Ende Juni bei den jungen Langtrieben mit einer einsetzenden Temperaturabnahme zu interpretieren, die älteren Kurzbetriebe folgen mit einiger Verzögerung. Geringere Quotienten als durchschnittlich 3,9 für die Hauptvegetationszeit sind beim Austrieb bzw. vor dem Nadelfall zu beobachten. (Ein Quotient von 3,5 wird von FRY & PHILLIPS 1976 für *Larix leptolepis* angegeben). In den sommergrünen Bäumen wird das Chlorophyll offensichtlich nach einem übereinstimmenden Mechanismus rasch in niedermolekulare Bruchstücke abgebaut. Der Chlorophyll a-Gehalt nimmt schneller ab als der Chlorophyll b-Gehalt, weshalb der a/b-Quotient beim Vergilben der Blätter ebenfalls abnimmt. (SANGER 1971, PARK, MORRIS & MACKINNEY 1973, KUFNER, CZYGAN & SCHNEIDER 1978, WATTS & ELEY 1981 u. a.).

Ergänzend sei an dieser Stelle noch hingewiesen, daß der enzymatische Chlorophyllabbau in Lärchennadeln nur andeutungsweise eine dem Chlorophyllgehalt entgegengesetzte Aktivität zeigt (PFEIFHOFER 1982). Ein solches Verhalten ist hingegen bei der Fichte deutlich ausgeprägt (GRILL, POLZ & PFEIFHOFER 1983).

Die Relation Carotine zu Xanthophylle blieb während des Sommers auffallend konstant und änderte sich nur beim Austrieb und bei der Vergilbung im Herbst.

Bei den herbstlichen Abbauvorgängen konnten in Lärchennadeln ähnliche Carotinoidänderungen festgestellt werden wie bei anderen sommergrünen Bäumen. Kurz- und Langtriebe betrifft dies in gleicher Weise. Der Rückgang des Carotinoidgehaltes setzte in Lärchennadeln gleichzeitig mit der Chlorophyllabnahme ein. Der Carotinoidgehalt nahm aber langsamer ab als der Chlorophyllgehalt, was SANGER 1971 auch bei *Quercus ellipsoidalis* beobachtete. Die Carotine weisen im Vergleich zu den Xanthophyllen aber eine geringere Stabilität auf, weshalb sich auch der Quotient zwischen den Carotinen und ihren Derivaten verringerte. Dies scheint ein allgemeines Merkmal in vergilbenden Blättern zu sein (GOODWIN 1980). Zusätzliche Epoxi-Carotinoide wie z. B. Lutein-5,6-epoxid (SIMPSON & al. 1976) wurden in den vergilbenden Lärchennadeln jedoch nicht gebildet, sodaß sich in den gelben Lärchennadeln folgende Situation ergab: Vollständig abgebaut waren die Chlorophylle, kaum mehr nachzuweisen die Carotine und am größten war der Gehalt an Xanthophyllen. Mit fortschreitender Auflösung der Chloroplasten während der herbstlichen Abbauvor-

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

gänge gelangen die noch verbliebenen Pigmente ins Cytoplasma. Die Xanthophylle bilden hierbei mit Fettsäuren Ester (EICHENBERGER & GROB 1963, EGGER & SCHWENKER 1966, KUFNER, CZYGAN & SCHNEIDER 1978 u. a.). Es ist darin keine neu erworbene synthetische Fähigkeit der Herbstchloroplasten zu sehen, sondern ein Vorgang, der in den absterbenden Zellen nach physikalisch-chemischen Gesetzmäßigkeiten abläuft. Derart veresterete Pigmente konnten erst nach Verseifung isoliert werden.

Schrifttum

DAVTYAN V. A. & KAZARYAN V. V. 1980. Annual dynamics of the content of various chlorophyll forms in deciduous conifer species. — Biol. Zh. Arm. 33: 82—86. (Cf. Biol. Abstr. 73, 13178).

EGGER K. & SCHWENKER U. 1966. Lutein-Fettsäureester im Herbstlaub. — Z. Pflanzenphysiol. 54: 407—416.

EICHENBERGER W. & GROB E. C. 1963. Beiträge zur Biochemie der pflanzlichen Plastiden. 3. Mitteilung. Über das Vorkommen von Lutein-3-linolenat in gelben Herbstblättern von *Acer platanoides* (L.). — Helv. Chim. Acta 46: 2411—2417.

FRY D. J. & PHILLIPS I. D. 1976. Photosynthesis of conifers in relation to annual growth cycles and dry matter production I. Some C_4 characteristics in photosynthesis of Japanese Larch (*Larix leptolepis*). — Physiol. Plant. 37: 185—190.

GOODWIN T. W. 1980. The biochemistry of the carotenoids. Vol. I: Plants. — Chapman and Hall, London — New York.

GRILL D., POLZ I. & PFEIFHOFER W. 1983. Chlorophyll und Chlorophyllabbau in Fichtennadeln. — Phyton (Austria) 23: 79—90.

— & PFEIFHOFER W. 1985. Carotinoide in Fichtennadeln. II. Quantitative Untersuchungen. — Phyton (Austria) 25 (1): 1—15.

HAGER A. 1967. Untersuchungen über die Rückreaktion im Xanthophyllcyclus bei *Chlorella, Spinacia* und *Taxus*. — Planta 76: 138—148.

— & MEYER-BERTENRATH T. 1966. Die Isolierung und quantitative Bestimmung der Carotinoide und Chlorophylle von Blättern, Algen und isolierten Chloroplasten mit Hilfe dünnschichtchromatographischer Methoden. — Planta 69: 198—217.

KUFNER R., CZYGAN F.-C. & SCHNEIDER L. 1978. Veränderungen des Pigmentgehaltes und der Ultrastruktur bei den Plastiden der Nadelblätter von *Taxus baccata* (L.) während ihrer Entwicklung. — Ber. Deutsch. Bot. Ges. 91: 325—339.

LAZAR R. 1980. Witterungsspiegel 1979 für die Steiermark (unter Berücksichtigung von Graz). — Mitt. Naturwiss. Ver. Steiermark 110: 59—70.

PARK Y., MORRIS M. M. & MACKINNEY G. 1973. Chlorophyll breakdown in senescent leaves. — J. Agric. Food Chem. 21: 279—281.

PFEIFHOFER W. 1982. Carotinoide und Chlorophylle in Fichten- und Lärchennadeln. — Diss. Graz.

— & GRILL D. 1984. Carotinoide in Fichtennadeln I. Qualitative Untersuchungen. — Phyton (Austria) 24 (2): 283—293.

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

SANGER J. E. 1971. Quantitative investigations of leaf pigments from their inception in buds through autumn coloration to decomposition in falling leaves. — Ecology 52: 1075—1089.

ŠESTÁK Z. 1977. Photosynthetic characteristics during ontogenesis of leaves. 1. Chlorophylls. — Photosynthetica 11: 367—448.

— 1978. Photosynthetic characteristics during ontogenesis of leaves. 3. Carotenoids. — Photosynthetica 12: 89—109.

SIMPSON K. L., LEE T.C., RODRIGUEZ D. B. & CHICHESTER C. O. 1976. Metabolism in senescent and stored tissues. — In: GOODWIN T. W. (Ed.), Chemistry and biochemistry of plant pigments 1: 779—842.

WATTS D. F. & ELEY J. H. 1981. Changes in the chlorophyll a — chlorophyll b ratio during autumn coloration of *Populus sargentii*. — Bull. Torrey Bot. Club 108: 379—382.

Recensiones

HANSEN Richard & STAHL Friedrich 1984. Die Stauden und ihre Lebensbereiche in Gärten und Grünanlagen; 2., überarbeitete und verbesserte Auflage. – Gr. 8°, 572 Seiten, 92 Farbfotos, 157 Zeichnungen; Ln. – Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart. – DM 88,–; ISBN 3-8001-6169-9.

Der vorliegende Band ist die Neuauflage des Werkes „Bunte Staudenwelt". Das erste Kapitel enthält u. a. Hinweise auf Wuchs- und Lebensformen sowie Lebensalter und damit zusammenhängende Konsequenzen für Vermehrung. Der zweite Abschnitt („Der rechte Platz für die rechte Staude") bietet allgemeine Gesichtspunkte und Grundsätze, die bei der Anlage von Staudengärten zu beachten sind. Der Abschnitt „Das Zusammenfügen der Stauden in Pflanzungen" enthält viele sehr konkrete Tips wie das „Anlehnen" einer Staudenpflanzung an Gehölze und Gräser, die Gestaltung durch „Leitstauden", denen die übrigen untergeordnet werden, eine Tabelle über Pflanzenbedarf und Art der Pflanzung (Geselligkeit), Behandlung und Unterbringung bestimmter Staudentypen (z. B. Zwiebel- und Knollenstauden) sowie Pflanzungsbeispiele (auch für Steinanlagen und Sumpf- u. Wasserstaudenpflanzungen). Eigene Abschnitte sind der Technik des Pflanzens und der Pflege der Staudenpflanzungen gewidmet. Der Hauptabschnitt des Buches (387 Seiten) trägt den Titel „Die Stauden in ihren Lebensbereichen"; hier werden die Arten und Sorten des gegenwärtig angebotenen Staudensortiments (inkl. seltener Arten) den Lebensbereichen Gehölz, Gehölzrand, Freiflächen, Steinanlagen, Beet (inkl. Bauerngarten), Wasserrand und sumpfige Bereiche sowie Wasser zugeordnet. Alle Lebensbereiche sind weiter untergliedert und durch allgemeine Hinweise und spezielle Angaben bei den einzelnen Arten und Sorten erläutert. Den Abschluß bilden ein Verzeichnis von Staudengärtnereien in Deutschland, ein Verzeichnis deutscher Gattungsnamen mit den entsprechenden wissenschaftlichen und ein Register der wissenschaftlichen Pflanzennamen.

Zum Bestimmen (Identifizieren) von Stauden ist das Buch nicht gedacht und nicht geeignet. Es ist das Anliegen der Autoren, welches das ganze Werk prägt, den Weg zu einer den Eigenschaften und Ansprüchen der Pflanzen entsprechenden Nutzung der einzelnen Staude (perennierende Pflanze, deren oberirdische Teile

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Phyton, Annales Rei Botanicae, Horn

Jahr/Year: 1985

Band/Volume: 25_2

Autor(en)/Author(s): Pfeifhofer Hartwig Wilfried, Grill Dieter

Artikel/Article: Plastidenpigmente der Lärche. 205-211