

KURZE MITTEILUNG

Der Beitrag einzelner Blätter an der Pflanze zur Photosynthese des gesamten Blattapparates im Laufe der Pflanzenentwicklung

INGRID TICHÁ

Institut für experimentelle Botanik der Tschechoslowakischen Akademie der Wissenschaften,
Praha***Contribution of Individual Leaves to Plant Photosynthesis During Plant Ontogenesis**

Abstract. Plants of *Plectranthus fruticosus* were grown in two controlled environments — “spring” and “summer” conditions — differing in temperature and air humidity (day/night 20/15 and 27/22 °C; 80/98 and 50/80 % relative humidity) in order to study the influence of environmental conditions on the development of photosynthetic characteristics of individual leaves. The contribution of individual leaves to plant photosynthesis was very similar in both environments, the maximum shifting from bottom leaves to leaves of middle insertion levels during plant ontogenesis. On integrating the values of leaf photosynthesis for the whole vegetation period, the 5th leaf in “spring” conditions and the 4th leaf in “summer” conditions showed the highest contribution to plant photosynthesis (29 % resp. 25% of total net CO₂ influx). The “photosynthetically mature” leaves of middle insertion levels played the main role in CO₂ uptake of whole plant.

Additional index words: *Lamiaceae*; leaf area.

Jedes Blatt an der Pflanze wird durch seinen eigenen Ablauf der Photosyntheserate während der Blattentwicklung gekennzeichnet (z.B. WADA *et al.* 1967, HARDWICK *et al.* 1968, PEARCE *et al.* 1968, TICHÁ 1968, WADA 1968, RAWSON und HACKETT 1974, DICKMANN *et al.* 1975; Literaturübersicht ŠESTÁK und ČATSKÝ 1967). Über die Auswirkung dieser photosynthetischen Eigenschaften einzelner Blätter auf die Photosynthese des gesamten Blattapparates, der für die Photosyntheseleistung der Pflanze noch wichtiger ist, berichtet diese Mitteilung.

Vegetativ vermehrte Pflanzen von *Plectranthus fruticosus* L'HÉRIT. (*Lamiaceae*) wurden in zwei Klimakammern (je 20 Pflanzen) unter regulierten Bedingungen herangezogen: 1. „Frühjahrsbedingungen“ (weiter FB) (Tag/Nacht Lufttemperatur 20/15 °C, relative Luftfeuchtigkeit 80/98 %) und 2. „Sommerbedingungen“ (weiter SB) (Tag/Nacht-Wechsel von Luft-

Eingegangen am 3. November 1975

* Adresse: Flemingovo nám. 2, 160 00 Praha 6, Tschechoslowakei.

temperatur 27/22 °C, rel. Luftfeuchtigkeit 50/80%). Tageslänge (16 h), Irradiation (400–700 nm; 28,6 W m⁻² für das unterste und 32,1 W m⁻² für das oberste Blatt) und Kohlenstoffdioxid-Konzentration ($\pm 600 \times 10^{-6}$ kg m⁻³) waren in beiden Klimakammern dieselben (vergleiche TICHÁ 1970a).

Die Blattfläche wurde gravimetrisch mittels Auswiegen von Blattkopien und auf Grund von linearen Messungen der Ausmasse der Blattspreite (TICHÁ 1974) bestimmt. Die Photosyntheserate wurde gasometrisch mit Hilfe eines URAS (Infralyt I, Junkalor, Dessau, DDR) und einer 10 cm²-Zangenkammer (ČATSKÝ 1960) bei 32,1 W m⁻² und 600×10^{-6} kg m⁻³ CO₂ gemessen.

Über ontogenetische Veränderungen der Photosyntheserate und Blattfläche bei Blättern verschiedener Insertionshöhe (TICHÁ 1968), über anatomische, morphologische und physiologische Eigenschaften der Pflanzen aus diesen zwei Klimaten (TICHÁ 1970a, b) wurde schon berichtet.

Die aus Blattfläche $\times$ Photosyntheserate errechneten Blattphotosynthesen bewegen sich unter FB im Laufe der Pflanzenentwicklung je nach Blattalter von 24×10^{-6} bis 549×10^{-6} kg CO₂ pro Blatt und Tag, unter SB von 11×10^{-6} bis 377×10^{-6} kg CO₂ pro Blatt und Tag. Die Werte der Blattphotosynthese sind also unter den feuchteren und kühleren FB, die mehr den Bedingungen am natürlichen Standort der Versuchspflanze ähneln, höher. Eine Erhöhung der Photosynthese und Blattfläche durch höhere Luftfeuchtigkeit wurde z.B. von MILFORD und LAWLOR (1975) bei Zuckerrübe beschrieben.

Beim prozentuellen Ausdrücken des Anteils einzelner Blätter verschiedener Insertionshöhen (die Summe einzelner Blattphotosynthesen [kg CO₂ Blatt⁻¹d⁻¹] wurde als die Photosynthese des gesamten Blattapparates bezeichnet und 100 % gleich gesetzt) an der Photosynthese des gesamten Blattapparates im Laufe der Pflanzenentwicklung (auf Abb. 1 für vierzehntägige Zeitabschnitte dargestellt) kommt die Wachstumsverlangsamung der Pflanzen aus SB zur Geltung, und zwar in der zu einem bestimmten Zeitpunkt geringeren Blätteranzahl an der Pflanze im Vergleich zu FB. Mit SB verglichen beteiligte sich in FB das 1.–4. Blatt von unten relativ weniger, das 5.–7. Blatt im Gegenteil relativ mehr an der Photosynthese des gesamten Blattapparates. Wenn man den Beitrag einzelner Blätter für die ganze vegetative Phase der Pflanzenentwicklung summiert, ist bei der „Frühjahrsvariante“ das 5. Blatt von unten (= das 3. Blatt von oben), bei der „Sommervariante“ das 4. Blatt von unten (= das 4. Blatt von oben) photosynthetisch am leistungsfähigsten (29 % resp. 25 % der gesamten reinen CO₂-Aufnahme pro Vegetationsperiode).

Bei Pflanzen aus beiden Klimaten traten trotz gleichbleibender Lufttemperatur und -feuchtigkeit (ausser dem Tag/Nacht-Wechsel) im Laufe der Versuche ähnliche ontogenetische Veränderungen im Anteil einzelner Blätter an der Photosynthese des gesamten Blattapparates auf: der Anteil eines Blattes wächst zuerst an, um sich dann wieder zu verringern (Abb. 1). Das kann als Resultat des im Laufe der Pflanzenontogenese stattfindenden Verschiebens der maximalen Photosyntheserate-Werte (z.B. TANAKA 1961) und der maximalen Blattfläche (z.B. KUMURA 1969) von den unteren zu den oberen Blättern angesehen werden; die obersten Blätter erreichen jedoch nur

niedrigere Photosyntheseraten (Blattflächen) als die Blätter, die zu Beginn der Vegetationsperiode gebildet wurden (ŠESTÁK und ČATSKÝ 1967, TICHÁ 1968 u.a.).

Die ontogenetischen Schemata der Vorgänge (durch innere, endogene, genetische Faktoren bedingt) werden durch die Umweltfaktoren in ihren absoluten Werten modifiziert, event. beschleunigt oder gebremst.

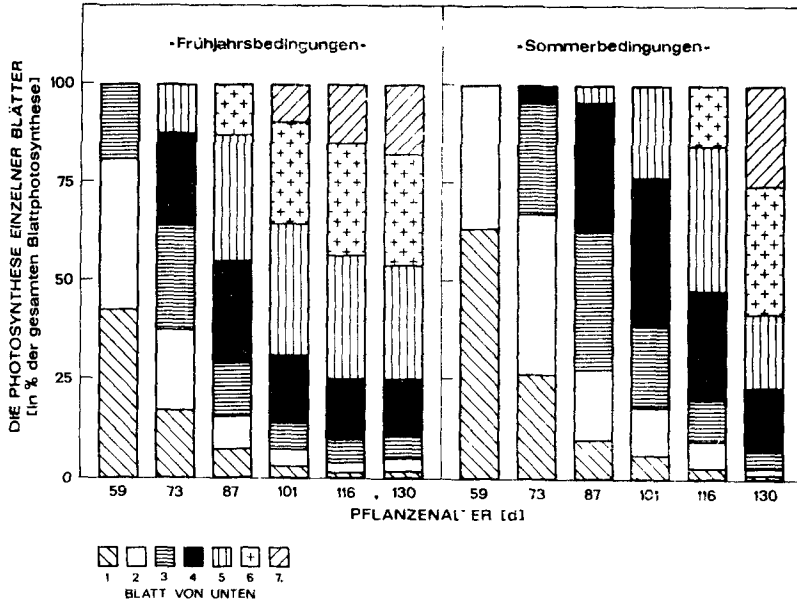


Abb. 1. Anteil der Blätter verschiedener Insertionshöhe an der Photosynthese des gesamten Blattapparates der Pflanze (in %) im Laufe der Pflanzenentwicklung in zwei künstlichen Klimaten („Frühjahrs“- und „Sommer“-Bedingungen) in vierzehntägigen Zeitabschnitten (als Pflanzenalter in Tagen ausgedrückt).

Ein ähnliches Bild für den Anteil einzelner Blätter an der Photosynthese der gesamten Pflanze für einen Zeitpunkt (einen Tag) erhielten für *Phragmites* WALKER und WAYGOOD 1968, für *Brassica* ŠESTÁK und ČATSKÝ 1967, für die ganze Vegetationsperiode für arktische Pflanzen TIESZEN und JOHNSON 1975.

Photosynthetisch erwachsene Blätter einer Pflanze vollbringen auch die maximale photosynthetische Leistung, d.h. verarbeiten die grösste Menge des durch die Pflanze aufgenommenen CO_2 . Das gilt für die einzelnen Zeitpunkte der Pflanzenontogenese (z.B. bei 101 Tage alten Pflanzen beträgt die reine CO_2 -Aufnahme des 4., 5. und 6. Blattes von unten 77 % unter FB und des 3., 4. und 5. Blattes 85 % unter SB) und auch wenn man den Beitrag einzelner Blätter für die gesamte Vegetationsperiode summiert: der Anteil des 4., 5. und 6. Blattes von unten unter FB beträgt 70 %, unter SB 59 % der gesamten reinen CO_2 -Aufnahme des Blattapparates der Pflanzen. Das event. Verlängern der aktiven Tätigkeit dieser „photosynthetisch erwachsenen“ Blätter mittlerer Insertionshöhen ist für die photosynthetische Produktivität der Pflanze von Bedeutung.

Literatur

- ČATSKÝ, J.: Zur Frage der pH-Bestimmung bei colorimetrischen Assimilationsmessungen. — *Planta* **55** : 381—389, 1960.
- DICKMANN, D. I., GJERSTAD, D. H., GORDON, J. C.: Developmental patterns of CO₂ exchange, diffusion resistance and protein synthesis in leaves of *Populus × euramericana*. — In: MARCELLE, R. (ed.): Environmental and Biological Control of Photosynthesis. Pp. 171—181. Dr. W. Junk B. V. Publ., The Hague 1975.
- HARDWICK, K., WOOD, M., WOOLHOUSE, H. W.: Photosynthesis and respiration in relation to leaf age in *Perilla frutescens* (L.) BRITT. — *New Phytol.* **67** : 79—86, 1968.
- KUMURA, A.: Studies on dry matter production in soybean plant. V. Photosynthetic system of soybean plant population. — *Proc. Crop Sci. Soc. Jap.* **38** : 74—90, 1969.
- MILFORD, G. F. J., LAWLOR, D. W.: Effects of varying air and soil moisture on the water relations and growth of sugar beet. — *Ann. appl. Biol.* **80** : 93—102, 1975.
- PEARCE, R. B., BROWN, R. H., BLASER, R. E.: Photosynthesis of alfalfa leaves as influenced by age and environment. — *Crop Sci.* **8** : 677—680, 1968.
- RAWSON, H. M., HACKETT, C.: An exploration of the carbon economy of the tobacco plant. III. Gas exchange of leaves in relation to position on the stem, ontogeny and nitrogen content. — *Aust. J. Plant Physiol.* **1** : 551—560, 1974.
- ŠESTÁK, Z., ČATSKÝ, J.: Sur les relations entre le contenu en chlorophylle et l'activité photosynthétique pendant la croissance et le vieillissement des feuilles. — In: SIRONVAL, C. (ed.): Le Chloroplaste. Croissance et Vieillesse. Pp. 213—262. Masson, Paris 1967.
- TANAKA, A.: Studies on the nutritio-physiology of leaves of rice plant. — *J. Fac. Agric. Hokkaido Univ.* **51** : 450—550, 1961.
- TICHÁ, I.: Ontogenetische Veränderungen der Photosyntheseintensität bei Blättern verschiedener Insertionshöhe von *Plectranthus fruticosus* L'HÉRIT. — *Pflanzen aus zwei künstlichen Klimatas*. — *Photosynthetica* **2** : 167—171, 1968.
- TICHÁ, I.: Growth characteristics of *Plectranthus fruticosus* plants in two types of controlled climate. — In: DYKÝJOVÁ, D. (ed.): Productivity of Terrestrial Ecosystems. Production Processes. PT-PP Report No 1 (1964—1969), Czechosl. Acad. Sci. Pp. 181—183. Praha 1970a.
- TICHÁ, I.: Insertion gradients of leaf area and photosynthetic rate in plants of different age. — DYKÝJOVÁ, D. (ed.): Productivity of Terrestrial Ecosystems. Production Processes. PT-PP Report No 1 (1964—1969), Czechosl. Acad. Sci. Pp. 185—186. Praha 1970b.
- TICHÁ, I.: Blattflächenbestimmung bei *Plectranthus fruticosus* L'HÉRIT. auf Grund von linearen Messungen und die Veränderungen im Laufe der Blatt- und Pflanzenentwicklung. — *Biol. Plant.* **16** : 152—155, 1974.
- TIESZEN, L. L., JOHNSON, D. A.: Seasonal pattern of photosynthesis in individual grass leaves and other plant parts in arctic Alaska with a portable ¹⁴CO₂ system. — *Bot. Gaz.* **136** : 99 to 105, 1975.
- WADA, Y.: Changes of photosynthetic and respiratory activities and of chlorophyll content in growing leaves of some tobacco varieties. — *Bot. Mag. Tokyo* **81** : 25—32, 1968.
- WADA, Y., WATANABE, S., KURODA, S.: Changes in the photosynthetic activities and chlorophyll contents of growing tobacco leaves. — *Bot. Mag. Tokyo* **80** : 123—129, 1967.
- WALKER, J. M., WAYGOOD, E. R.: Ecology of *Phragmites communis*. I. Photosynthesis of a single shoot in situ. — *Can. J. Bot.* **46** : 549—555, 1968.