

EXTINKČNÍ KOEFICIENT – CHARAKTERISTIKA RADIČNÍHO REŽIMU ROSTLINNÉHO POROSTU

Irena Marková, Radek Pokorný

Abstract

Marková, I., Pokorný, R. (Inst. of Landscape Ecology, Mendel University of Agriculture and Forestry Brno; Inst. of Landscape Ecology of the Academy of Sciences of the Czech Republic Brno): Extinction coefficient – characterization of the radiation regime of the plant stands.

Photosynthesis is the physiological basis of the production activity of the plant stands. Photosynthetic processes depend mainly on the incident solar radiation. Solar radiation intensity is reduced within the stand canopy and its decrease is characterized by the extinction coefficient.

On the experimental study site of the Bílý Kříž (the Moravian-Silesian Beskydy Mts.) extinction coefficient was determined in two mountain spruce monoculture. Study forest stands differed by the stand density (Fd – forest dense, Fs – forest sparse). Dense forest had lower extinction coefficient during the whole growing season comparing the sparse forest. Extinction coefficient changed in dependence on the leaf density and solar elevation angle, resp. Extinction coefficient was lower at higher leaf density. Extinction coefficient was lower at higher solar elevation angle as well.

Keywords: extinction coefficient, LAI, PAR, solar elevation angle, transmittance

Úvod

Základním projevem vitality rostlinných porostů je jejich produkční aktivita. Fyziologickým základem produkční aktivity je fotosyntéza, která je závislá na příkonu sluneční radiace. Proto je studium produkční aktivity nemyslitelné bez informací o radiačním režimu rostlinného porostu. V důsledku pohlcování určité části sluneční radiace při průchodu korunovou vrstvou dochází k jejímu zeslabování a změně spektrálního složení. Úbytek sluneční radiace směrem do hloubky porostu je charakterizován tzv. extinkčním koeficientem.

Literární přehled

Často používanou metodou pro stanovení extinkčního koeficientu je jeho výpočet na základě měření průniku paprsků sluneční radiace korunovou vrstvou porostu (BALDOC-CHI a kol. 1984, CHASON a kol. 1991). Za předpokladu, že jsou elementy korunové vrstvy rozmístěny náhodně a porost je horizontálně homogenní, takže se intenzita sluneční radiace mění pouze s výškou, lze pro výpočet sluneční radiace pronikající porostem použít vztah (MONSI a SAEKI 1953, LANG 1986):

$$t(\theta) = \exp(-K \cdot LAI),$$

kde t – transmitance sluneční radiace (poměr mezi intenzitou sluneční radiace v určité výšce porostu a intenzitou sluneční radiace nad porostem) [relativní jednotka],

θ – elevační úhel Slunce [°],

K – extinkční koeficient,

LAI – kumulativní index listové plochy [m^2 listové plochy/ m^2 půdního povrchu].

Z uvedeného vztahu je patrné, že úbytek sluneční radiace závisí na LAI, který charakterizuje v určitém objemu korunové vrstvy hustotu listoví, a elevačním úhlu Slunce (CHEN a kol. 1997, JOHANSSON 1989, SAMPSON a SMITH 1993, SMITH 1993, SMITH a kol. 1991). Pokud jsou tedy známy hodnoty transmitance a LAI pro určité elevační úhly Slunce, lze pomocí tohoto vztahu vyjádřit hodnotu extinkčního koeficientu.

Metodika

V průběhu vegetační sezóny 1998 byla na experimentálním ekologickém pracovišti (dále jen EEP) Bílý Kříž měřena transmitance a LAI ve dvou horských smrkových monokulturách. EEP Bílý Kříž (49°30' severní zem. šířky, 18°30' východní zem. délky) leží na území Moravskoslezských Beskyd v nadmořské výšce 908 m n.m. Jedná se o oblast mírně chladnou, vlhkou a srážkově bohatou. Součástí EEP jsou mj. dvě smrkové monokultury (*Picea abies* (L.) Karst.) rostoucí na mírném svahu JZ expozice.

Ve světelné části dne byla v průběhu celé vegetační sezóny měřena intenzita fotosynteticky aktivní radiace (dále jen FAR) dopadající na studované porosty a pronikající pod korunovou vrstvu porostů. FAR dopadající na porosty byla snímána jedním bodovým čidlem umístěným na meteorologické věži ve výšce 12 m nad zemí, FAR pronikající pod korunovou vrstvu porostů

Tab. 1: Charakteristika smrkových monokultur (konec vegetační sezóny 1997)

	Fd	Fs
stand area	0.25 ha (50 m x 50 m)	0.25 ha (50 m x 50 m)
stand age	20 years	20 years
stand density	2600 trees per ha	2100 trees per ha
mean tree height	6.94 ± 0.11 m	6.13 ± 0.05 m

Fd – forest dense, Fs – forest sparse

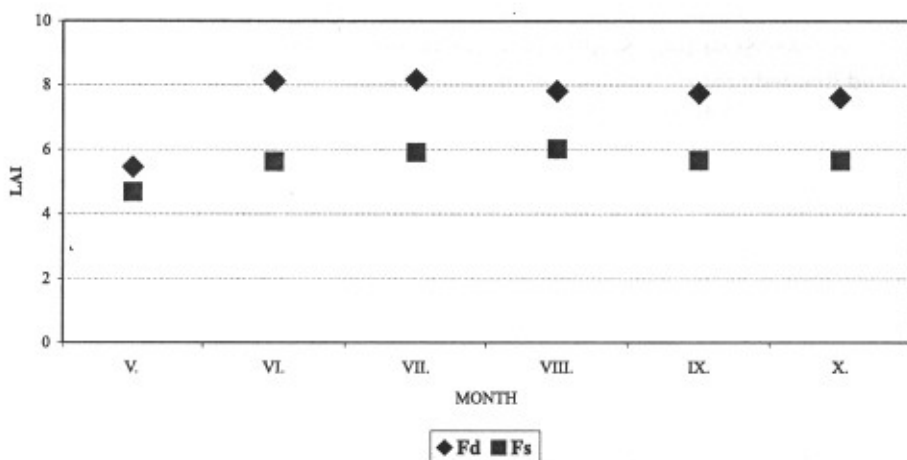
byla snímána 15 bodovými čidly umístěnými na kovových lištách. Vzdálenost mezi jednotlivými čidly je 80 cm. Základem používaných bodových čidel jsou fotodiody BPW 21 (fa Elfa AB, Švédsko) a čidla jsou pravidelně kalibrována proti komerčně vyráběnému a kalibrovanému čidlu Quantum Sensor LI-1905 (fa LI-COR, USA). Z naměřených hodnot pronikající a dopadající FAR byla spočítána transmitance obou studovaných porostů.

Index listové plochy (LAI) byl stanoven pro jednotlivé měsíce celé vegetační sezóny pomocí komerčně vyráběného přístroje LAI-2000 PLANT CANOPY ANALYZER (fa LI-COR, USA).

Naměřené hodnoty efektivního LAI byly přepočítány pomocí koeficientu 1.25 na hodnoty projekčního LAI, které byly použity pro výpočet hodnot extinkčního koeficientu.

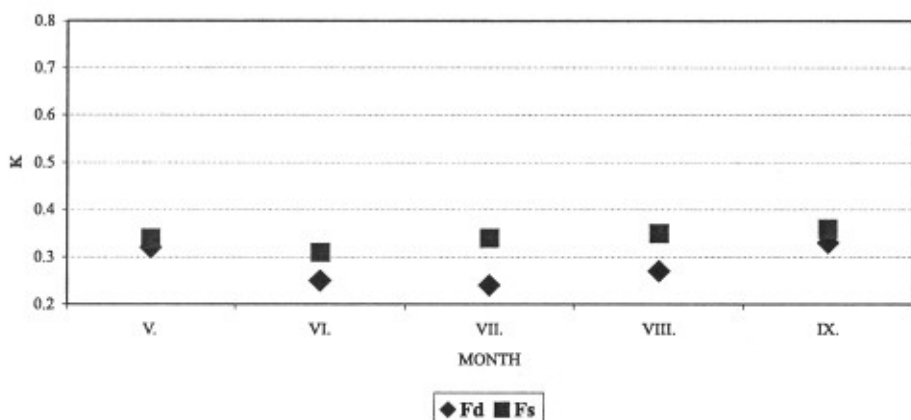
Výsledky

Oba studované porosty (Fd – forest dense, Fs – forest sparse) liší se svojí hustotou vykazují pochopitelně i odlišné hodnoty LAI (obr. 1).

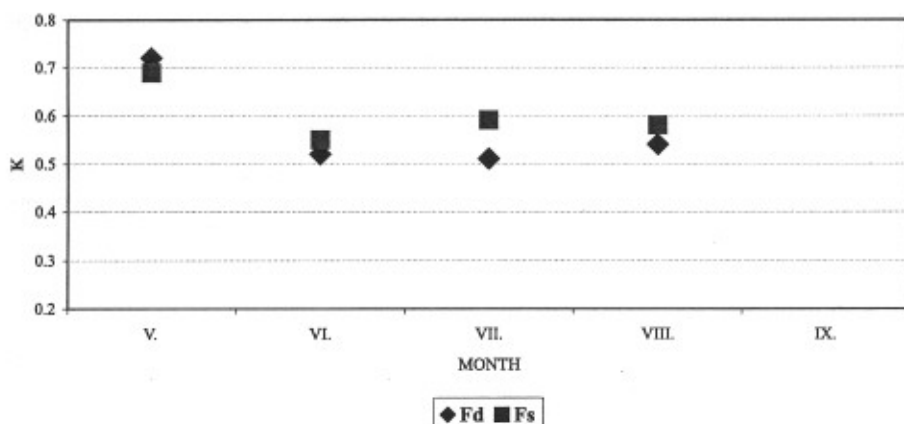


Obr. 1: Index listové plochy během vegetační sezóny

Použitím těchto hodnot LAI a vypočítaných hodnot transmittance byly pro vybrané elevační úhly Slunce stanoveny hodnoty extinkčního koeficientu pro oba studované porosty.



Obr. 2: Extinkční koeficient během vegetační sezóny při nejvyšším elevačním úhlu Slunce, kterému odpovídá i nejvyšší transmittance korunové vrstvy studovaných porostů



Obr. 3: Extinkční koeficient během vegetační sezóny při elevačním úhlu Slunce 40° (září je zahrnuto do obr. 2, neboť elevační úhel Slunce 40° odpovídá nejvyššímu dosaženému elevačnímu úhlu)

Z obrázků 2 a 3 je patrné, že se hodnoty extinkčního koeficientu snižují se zvyšující se hustotou porostu. Při uvedených elevačních úhlech Slunce jsou hodnoty extinkčního koeficientu v průběhu celé vegetační sezóny nižší v hustém porostu (Fd), který je charakterizován vyššími hodnotami LAI (obr. 1). Výjimku tvoří pouze začátek vegetační sezóny (květen) při elevačním úhlu Slunce 40°. Zde se patrně projevuje nevelký rozdíl v LAI mezi oběma studovanými porosty před nárůstem nových letorostů a poloha experimentální plochy.

Stejně tak se mění hodnoty extinkčního koeficientu v obou studovaných porostech v závislosti na změně hustoty listoví (LAI) během vegetační sezóny. Vyšší hodnoty extinkčního koeficientu jsou na začátku vegetační sezóny (květen) před nárůstem nových letorostů a na konci vegetační sezóny (srpen-září) v důsledku přirozeného opadu listoví starších ročníků letorostů. Nižší hodnoty extinkčního koeficientu (červen-červenec) odpovídají nárůstu a rozvoji nových letorostů a následnému plnému olistění.

Z obrázků 2 a 3 je také patrné, že se hodnoty extinkčního koeficientu mění i se změnou elevačního úhlu Slunce. Nižší hodnoty extinkčního koeficientu odpovídají nejvyššímu elevačnímu úhlu Slunce, kdy je i transmitance korunové vrstvy nejvyšší. V tuto dobu dochází k největšímu zachytu a následné utilizaci FAR ve fotosyntetických procesech.

Závěr

Extinkční koeficient je parametr, který jednoduše charakterizuje radiační režim rostlinného porostu. Čím je jeho hodnota nižší, tím více sluneční radiace je pohlceno v korunové vrstvě. To znamená, že lze předpokládat, že korunové vrstvy porostů s nižšími hodnotami extinkčního koeficientu (kterým odpovídá větší zachyt FAR v korunové vrstvě) vykazují vyšší potenciální fotosyntetickou aktivitu. Hodnoty extinkčního koeficientu závisí na hustotě listoví (LAI) a elevačním úhlu Slunce. Se zvyšující se hustotou porostů a jí odpo-

vídající zvyšující se hustotou listoví se hodnoty extinkčního koeficientu snižují a rovněž se snižují se zvětšujícím se elevačním úhlem Slunce.

Literatura

- Baldocchi, D.D., Matt, D.R., Hutchison, B.A., McMillen, R.T. Solar radiation within an oak-hickory forest: an evaluation of the extinction coefficients for several radiation components during fully-leafed and leaf-less periods. *Agr. For. Meteorol.*, 1984, vol. 32, p. 307–322
- Chason, J.W., Baldocchi, D.D., Hutson, M.A. A comparison of direct and indirect method for estimating forest canopy leaf area. *Agr. For. Meteorol.*, 1991, vol. 57, p. 107–128
- Chen, J.M., Blanken, P.D., Black, T.A., Guilbeault, M., Chen, S. Radiation regime and canopy architecture in a boreal aspen forest. *Agr. For. Meteorol.*, 1997, vol. 86, p. 107–125
- Johansson, T. Irradiance within canopies of young trees of European Aspen (*Popula tremula*) and European Birch (*Betula pubescens*) in stands of different spacings. *For. Ecol. Manag.*, 1989, vol. 28, p. 217–236
- Lang, A.R.G. Leaf area and average leaf angle from transmission of direct sunlight. *Aust. J. Bot.*, 1986, vol. 34, p. 349–355
- Monsi, M., Saeki, T. Über den Lichtfactor in den Pflanzengesellschaft und seine Bedeutung für die Stoff-Produktion. *Jap. J. Bot.*, 1953, vol. 14, p. 22–52
- Sampson, D.A., Smith, F.W. Influence of canopy architecture on light penetration in lodge-pole pine (*Pinus contorta* var. *latifolia*) forests. *Agr. For. Meteorol.*, 1993, vol. 64, p. 63–79
- Smith, N.J. Estimating leaf area index and light extinction coefficients in stands of Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii*). *Can. J. For. Res.*, 1993, vol. 23, p. 317–321
- Smith, W.K., Sampson, D.A., Long, J.N. Comparison of leaf area index estimates from tree allometric and measured light interception. *For. Sci.*, 1991, vol. 37, p. 1682–1688

Adresy autorů

Irena Marková, Ústav krajinné ekologie, Mendelova zemědělská a lesnická universita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno, tel.: 05-45133087, e-mail: markova@mendelu.cz

Radek Pokorný, Ústav ekologie krajiny AV ČR, Poříčí 3b, 603 00 Brno, tel: 05-43211560, e-mail: eradek@brno.cas.cz