



MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Regionális
Fejlesztési Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

SZÉCHENYI  2020

JAVASLAT A BIOME-BGCMUSO MODELL FOTOSZINTÉZIS MODULJÁNAK FEJLESZTÉSÉRE 2: HŐMÉRSÉKLET AKKLIMÁCIÓ

Szerző:
Barcza Zoltán

Belső dokumentáció
GINOP-2.3.2-15-2016-00028

Martonvásár, 2019. Január

Javaslat a fotoszintézis akklimációjának bevezetésére

A Biome-BGCMuSo (más néven BBGC-Mag) modellben az alábbi paraméterek határozzák meg a fotoszintézis mértékét:

- plant type: 'C3' or 'C4'
- Tday: daylight temperature [Celsius], input meteorológia
- ppfd: photosynthetically active radiation [$\mu\text{mol photon/m}^2/\text{sec}$], input meteorológiából
- co2: atmospheric CO₂ dry air mixing ratio [ppm], input adat
- flnr: fraction of leaf N in Rubisco [EPC paraméter]
- lnc (kg Nleaf/m²): leaf N concentration, per unit projected LAI, a modell származtatja a számítások során
- g ($\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}/\text{Pa}$): leaf-scale conductance to CO₂, proj area basis, a modell származtatja az aktuális környezeti állapot szerint, a maximális sztómakunduktancia EPC paraméterből
- dlmr ($\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$): day leaf maintenance respiration, on projected leaf area basis, a modell számítja

A $V_{c\max}$ közvetlenül függ fenti input paraméterektől:

$$V_{c\max} = \text{lnc} * \text{flnr} * 7.16 * \text{ACT} \quad (1.9)$$

A jelenlegi modellverzióban a $J_{\max} = 1.97 * V_{c\max}$ összefüggést használjuk, bár a J_{\max} és $V_{c\max}$ kapcsolata hőmérsékletfüggő is lehet (opcionális modellbeállítás). Ez a hőmérsékletfüggés egy kezdetleges módja a fotoszintézis akklimáció számszerűsítésének. Jelen dokumentum célja egy olyan algoritmus bemutatása, ami kiegészíti, és növényfiziológiai megközelítés alapján kibővíti a fotoszintézis akklimációjának leírását.

Az algoritmus elve a Mäkelä et al. (2014) és Dyukarev (2017) tanulmányokban leírt koncepción alapul. Röviden, a szerzők bevezetik az ún. akklimáció állapota (X) nevű változót, ami a hőmérséklethez hasonló, és a levélszintű fotoszintézis aktuális mértékét határozza meg. Lassú akklimációt feltételezve az X változó valamekkora késéssel követi az aktuális hőmérsékletet (a Biome-BGCMuSo esetén ez a nappali átlaghőmérséklet), de nem azonos vele. Ha a hőmérséklet hosszabb ideig állandó, az X megközelíti a nappali átlaghőmérsékletet. Ha azonban a hőmérséklet változik, egy τ időállandó által meghatározott késéssel követi az X (vagyis az akklimáció állapotát leíró hőmérséklet) a nappali átlaghőmérsékletet. Matematikai alakban ez a következőképpen írható le:

$$X_i = X_{i-1} + \frac{T_i - X_{i-1}}{\tau}$$

ahol X_i az akklimáció állapota adott napon, X_{i-1} ugyanez az előző napon, míg T_i a nappali átlaghőmérséklet az adott napon. Definíció szerint a legelső szimulációs napon X azonos az első naphoz tartozó nappali átlaghőmérséklettel. A τ időállandó értéke egy ökofiziológiai parameter, amely a felhasználó által szabályozható (és optimalizálható az RBBGCMuso csomaggal). Nagyságrendileg τ időállandó akár 2-24 nap is lehet.

IDL programnyelven az akklimáció állapota így származtatható:

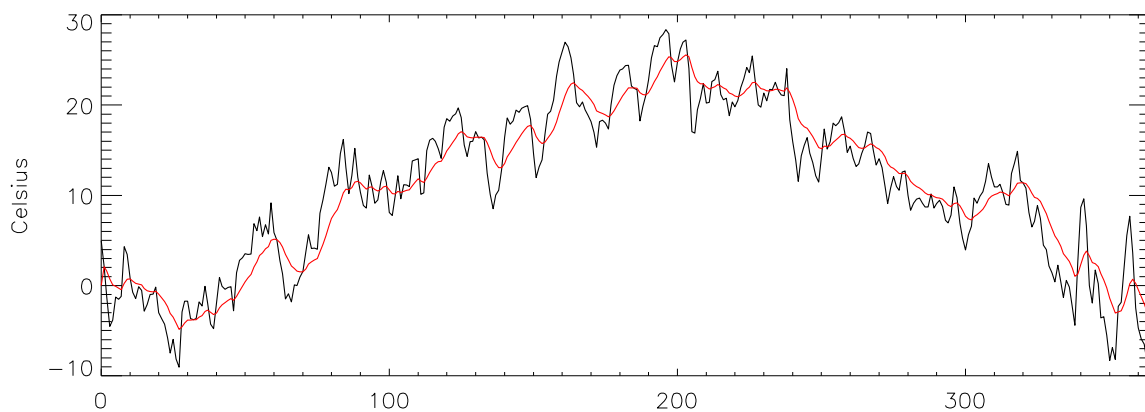
```

n=n_elements(Tday)
;%%%%%%%%%%
tau=7.          ; time delay for temperature, days
;%%%%%%%%%%
X=fltarr(n)    ; ez az akklimációs hőmérséklet
X(1)=Tday(1)  ; kezdeti érték
for i=2,n-1 do begin
  X(i)=X(i-1)+(Tday(i)-X(i-1))/tau
endfor

```

Itt Tday értelemszerűen a nappali átlaghőmérséklet napi léptékben (modell input).

Az 1. ábrán az X változó értékét láthatjuk 7 napos τ időállandó esetén az eredeti nappali átlaghőmérséklet adatokkal együtt egy adott évre. Az ábrán látható az időbeli késleltetés hatása. Kis τ esetén az időeltérés minimális, míg nagyobb τ esetén az eltérés számottevő.



1. ábra. A nappali átlaghőmérséklet (fekete vonal, Celsius fok) és az X akklimációs hőmérséklet (piros vonal) egy adott évben Martonvásár állomáson. $\tau = 7$ nap

A javasolt algoritmus a következő. Amennyiben a felhasználó úgy dönt, hogy használja a fotoszintézis akklimáció fent vázolt algoritmusát, először származtatni kell az X akklimációs hőmérséklet változót. Ez megtehető rögtön a meteorológiai adatok beolvasása után, az EPC fájlból beolvasott τ értékével. Ezt követően amikor a napi szintű fotoszintézis rutin meghívására kerül sor (photosynthesis.c), a Tday (nappali átlaghőmérséklet) helyett az X akklimációs hőmérséklet értékkel kell számolni. Mivel az X mértékegysége Celsius fok, ezért a csere egyszerű.

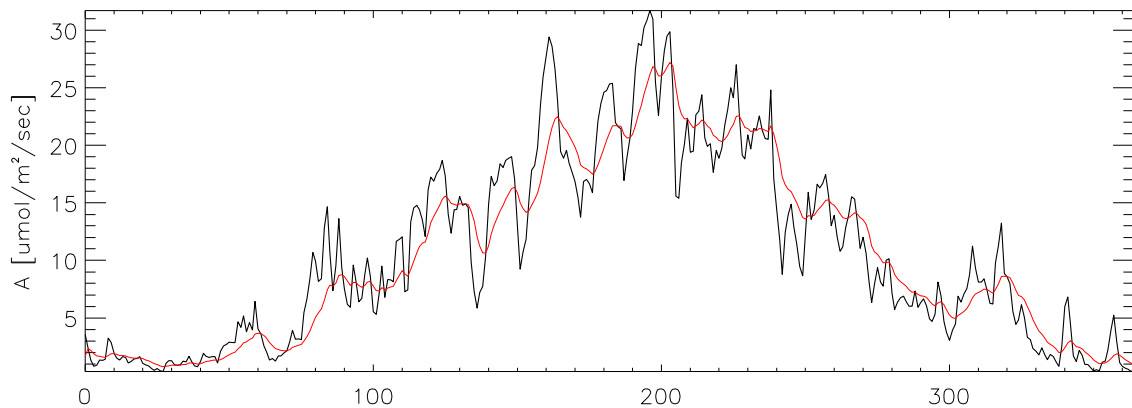
A 2. ábrán egy példát láthatunk a fotoszintézis akklimáció számítására. A számítás során az 1. ábrán bemutatott Tday és X adatokkal dolgoztunk, a következő beállításokkal:

```

planttype='C4'
flnr=0.3      ;EPC paraméter
lnc=0.00075  ;kg Nleaf/m2, leaf N concentration, per unit projected LAI
g=1.6        ;(umol CO2/m2/s/Pa) leaf-scale conductance to CO2, proj. area basis
dlmr=0.2     ;(umol CO2/m2/s) day leaf maint resp., on projected leaf area basis
ppfd=1200.   ; photosynthetically active photon flux density
co2=400.     ; atmospheric carbon dioxide mixing ratio

```

Tehát fontos, hogy itt minden nap konstans PPFD értéket használtunk, ami természetesen nem reális.



2. ábra. Napi szintű fotoszintézis (A) értéke az 1. ábrán bemutatott adatok alapján. Fekete vonal az akklimáció nélküli fotoszintézis, míg a piros vonal mutatja a 7 napos időkonstans alkalmazásával kapott fotoszintézist.

A javasolt algoritmus a Biome-BGCMuSo 6.0 modellverzióban kerülhet bevezetésre (ami azonos a BBGC-MAg 2.0 modellel).

Hivatkozások

Dyukarev, E.A., 2017. Partitioning of net ecosystem exchange using chamber measurements data from bare soil and vegetated sites. *Agric. For. Meteorol.* 239, 236–248. doi:10.1016/j.agrformet.2017.03.011

Mäkelä, A., Hari, P., Berninger, F., Hänninen, H., Nikinmaa, E., 2004. Acclimation of photosynthetic capacity in Scots pine to the annual cycle of temperature. *Tree Physiol.* 2, 369–376.