



A klímaváltozás hatása a mezőgazdaságra

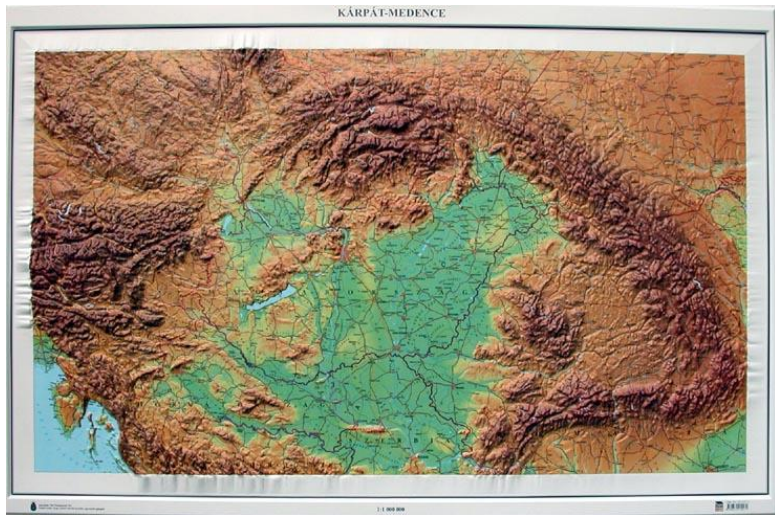


Anda Angéla, professzor

Pannon Egyetem, Meteorológia és Vízgazdálkodás Tanszék
Keszthely

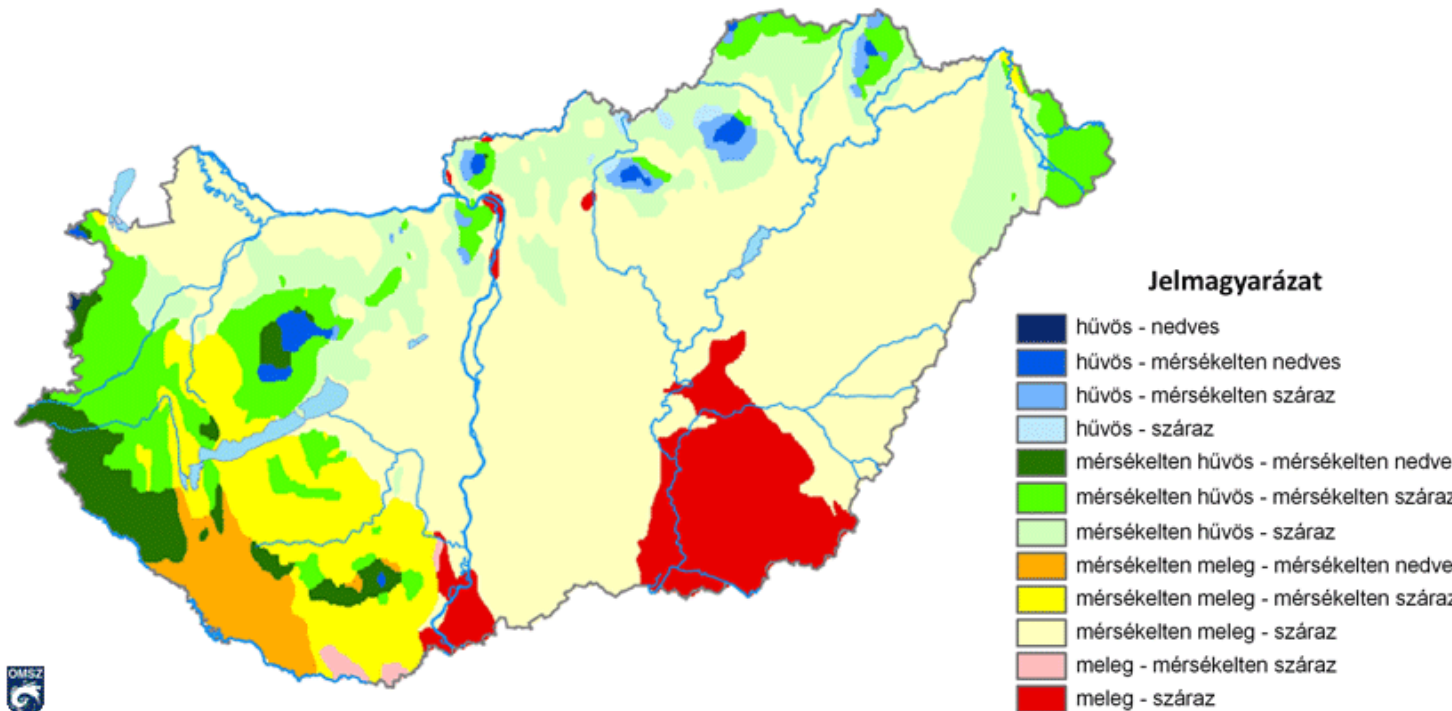
(A fotókat készítette: Soós Gábor)

Fekvés – 3 éghajlat (kontinentális, óceáni, mediterrán) hatásai alatt, 12 körzet (Péczely nyomán)



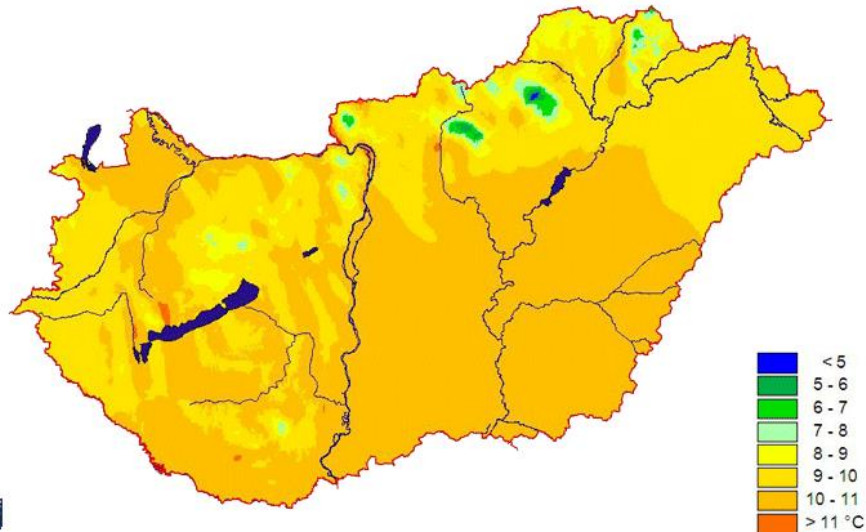
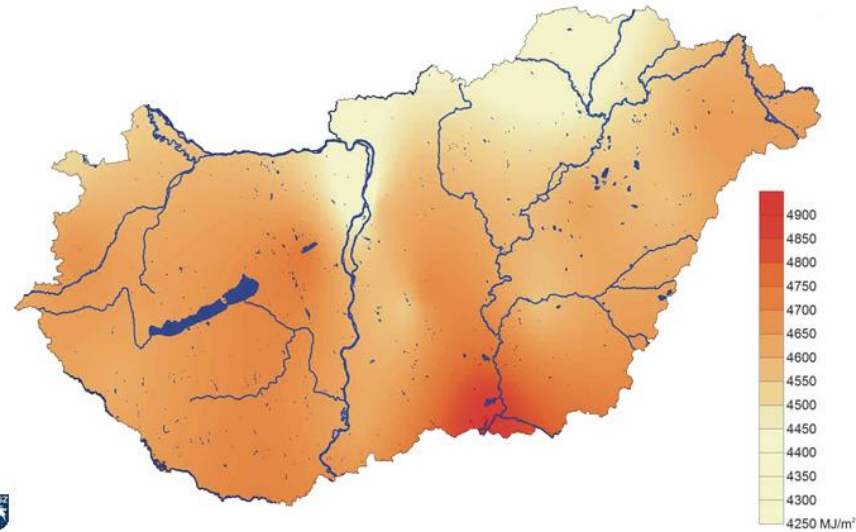
<http://www.terkep-center.hu/galeria/orig/571777>

karpattmedencedombor.jpg

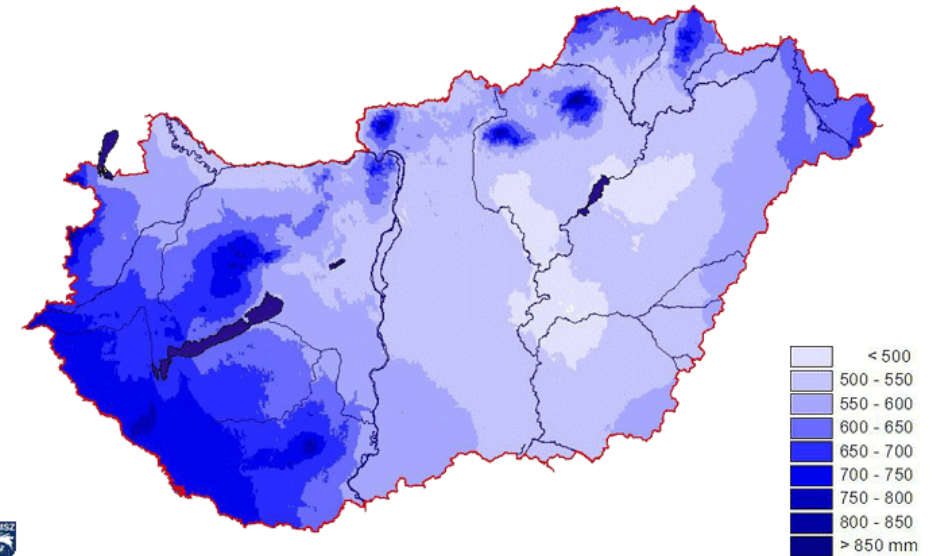
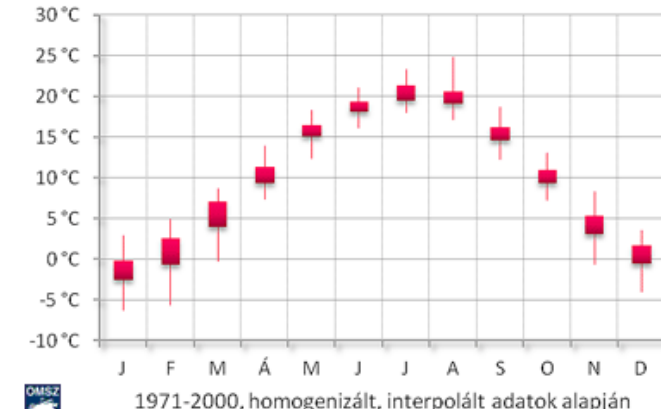


http://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/altalanos_eghajlati_jel
lemzes/altalanos_leiras/

A besugárzás, hőmérséklet és csapadék (1971-2000)

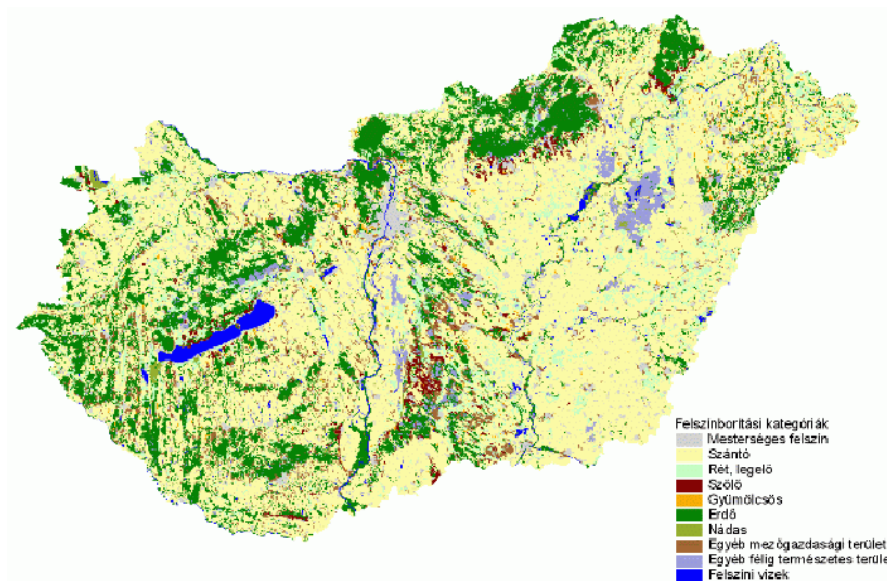
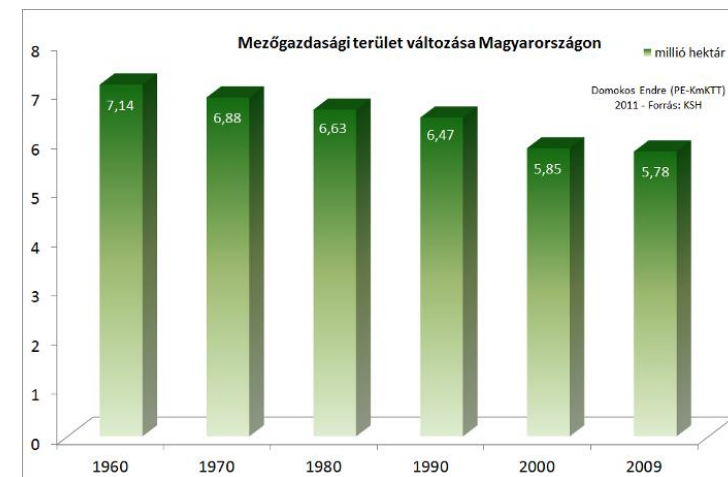
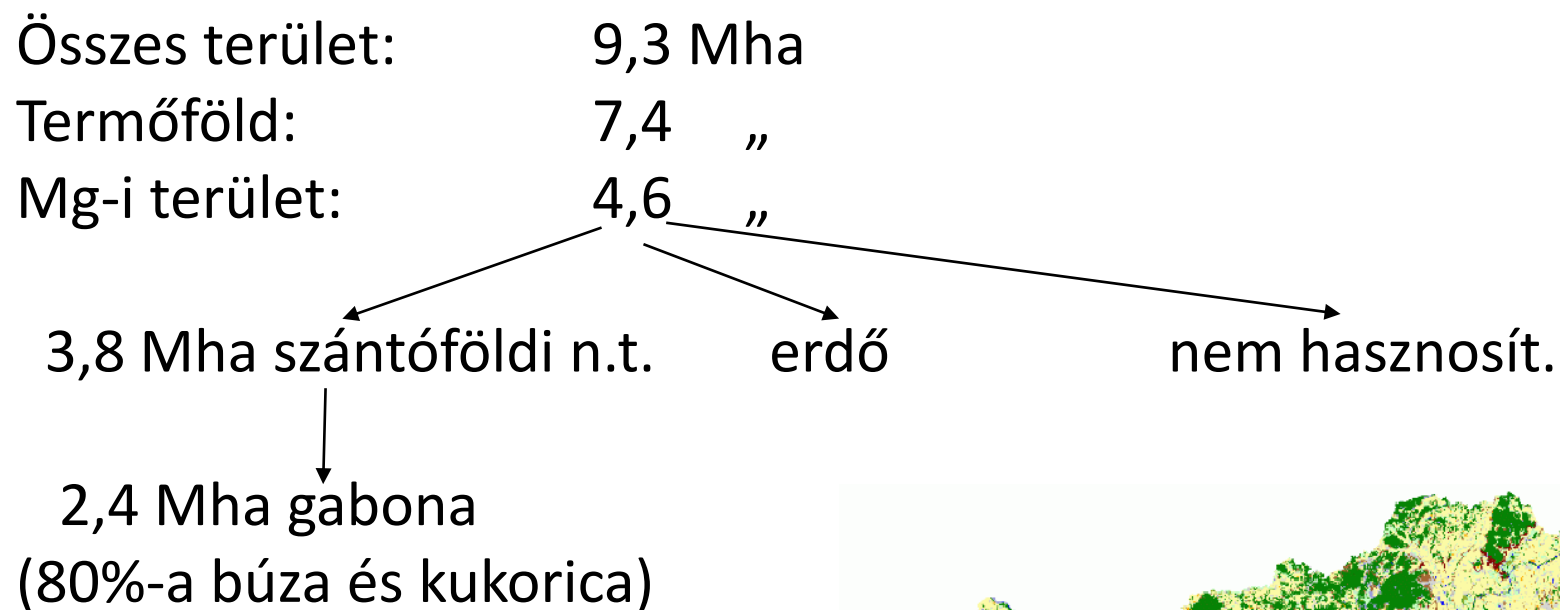


Országos átlagos havi középhőmérsékletek
alsó-, felső kvartilise és szélsőértékei



Változékonyság!

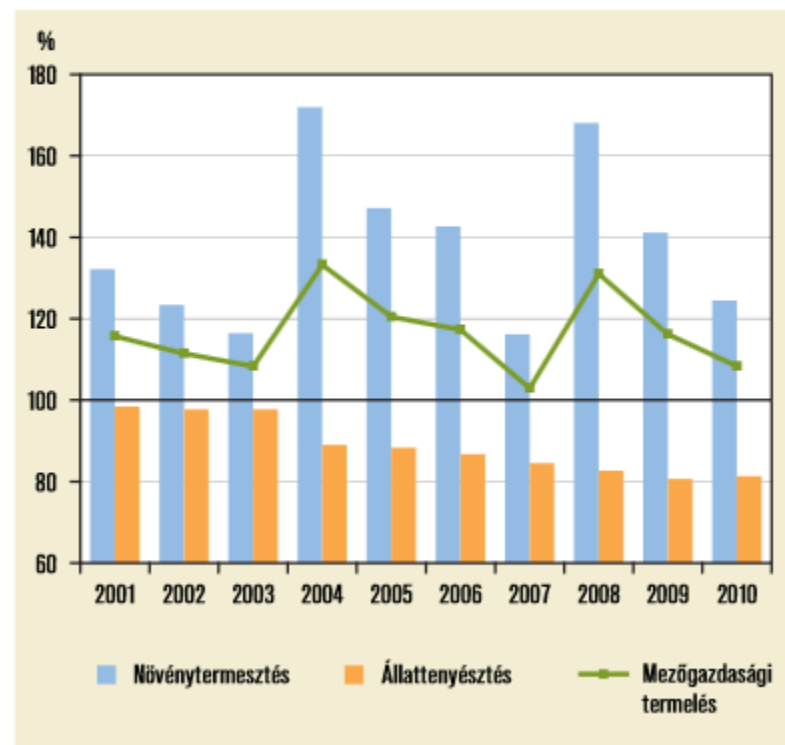
Termőterület ellátottság - földhasználat



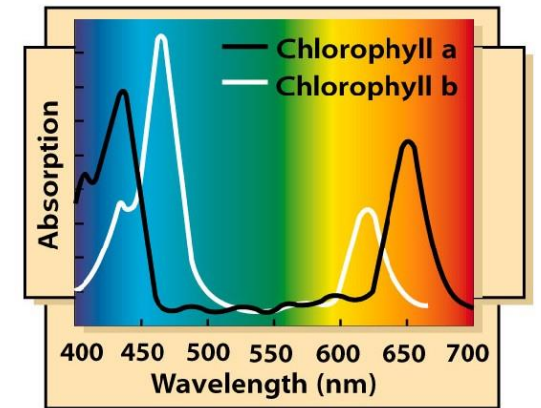
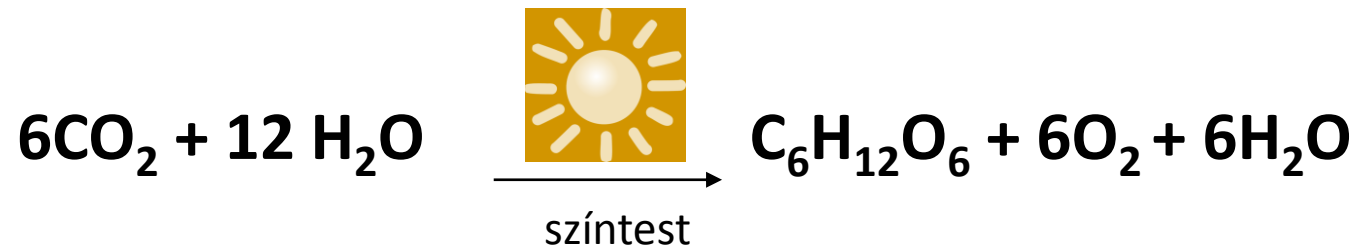
A magyar mezőgazdaság fő ágazatainak eredménye (2010) KSH

- Állattenyésztés: -20%
 - Növénytermesztés: +25%
- Időbeli változékonyság**

A mezőgazdasági termékek termelésének volumenindexei
(2000. év = 100,0)



Élettani folyamat: fotoszintézis



(CO₂ diffúzió – kloroplasztisz)

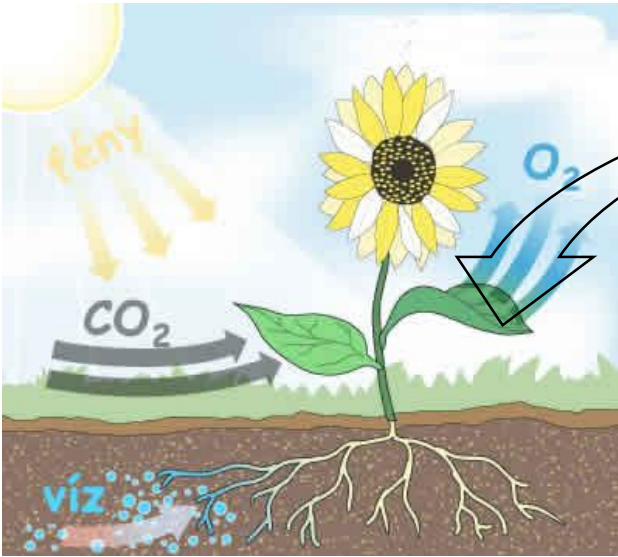
Fotokémiai reakció (fotolízis fénnnyel; redukált molekula-H; ATP):



Sötétszakasz:



Növény – környezet kapcsolat



C-allokáció

Fotoszintézis → C-felvétel

Légzés → C-veszteség

→ nettó C-nyereség

Sugárzásmegkötés hatékonysága (Zhou et al. 2010)*

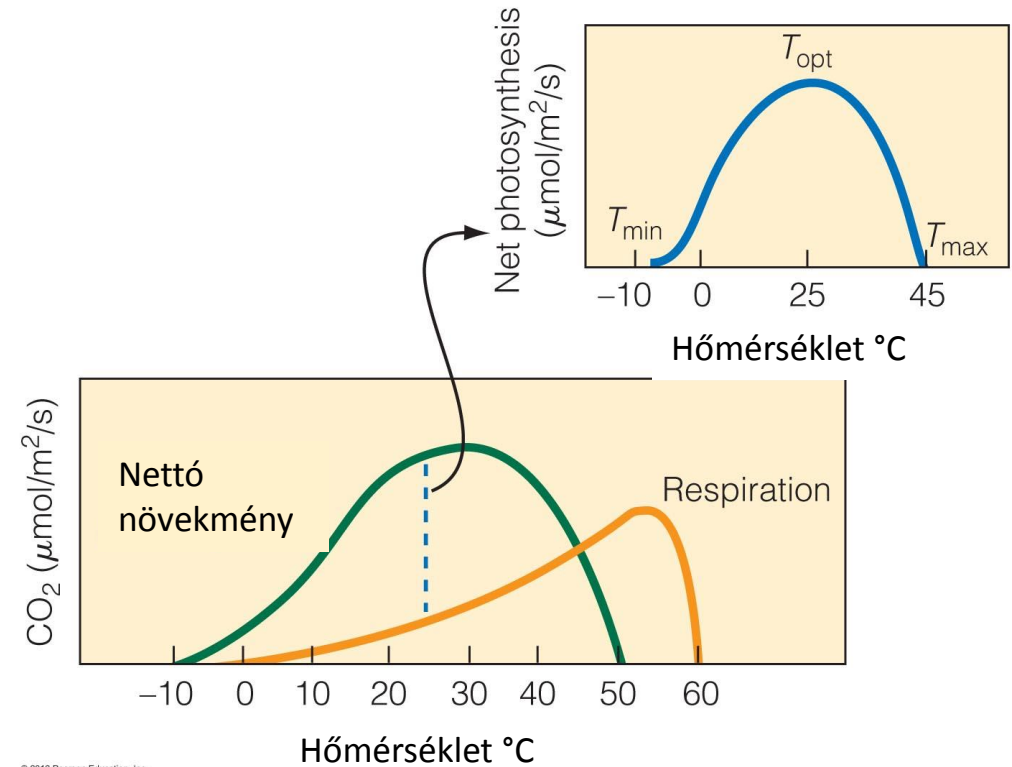
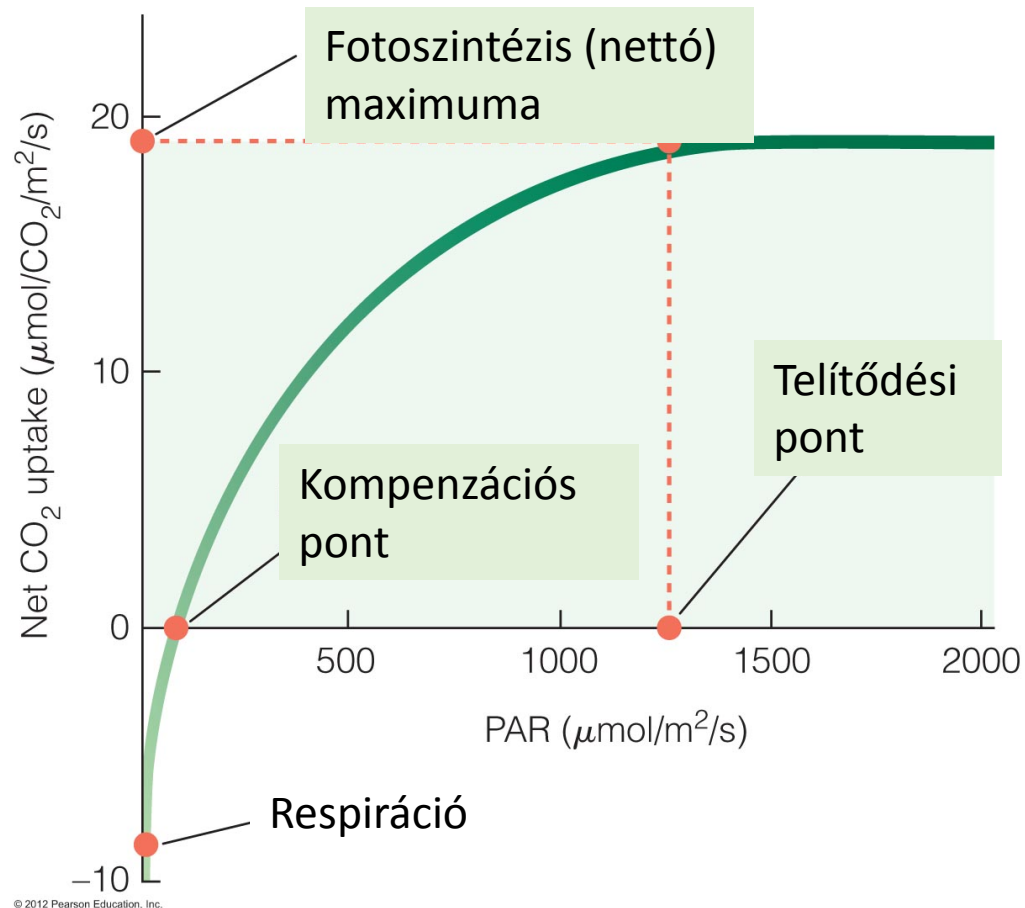
Globálsugárzás 100% (~ PAR 45%)

	Elméleti érték		Valós érték [%]
• Bejövőből	45		25,0
• Veszteségekkel csökk.#	25		11,0
• (Termodinamikai limit	13,8)		
	<u>C₃</u>	<u>C₄</u>	
Cukor	10,8	14,9	
Fotoresp.	6,1	0	Egyéb {3-6
Légzés	1,9	2,5	
Biomassza	4,6	6,0	
			1,0-3,0

#Reflexió, áteresztés, egyéb veszteségek

*Ann. Rev. Plant Biol.
<http://www.intechopen.com/books/photosynthesis/bioenergy>

Fotoszintézis - sugárzás és léghőmérséklet függés

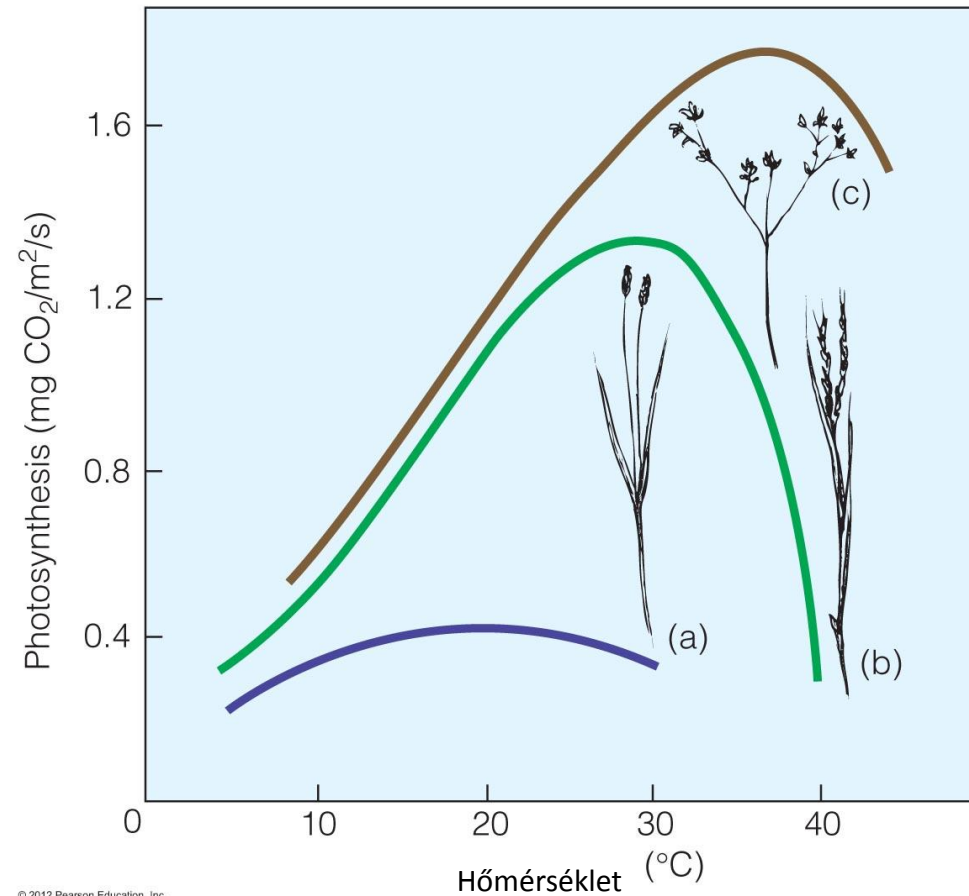


Növény - léghőmérséklet kapcsolat (mérsékelt égöv)

Sesleria caerulea (a) - C₃;

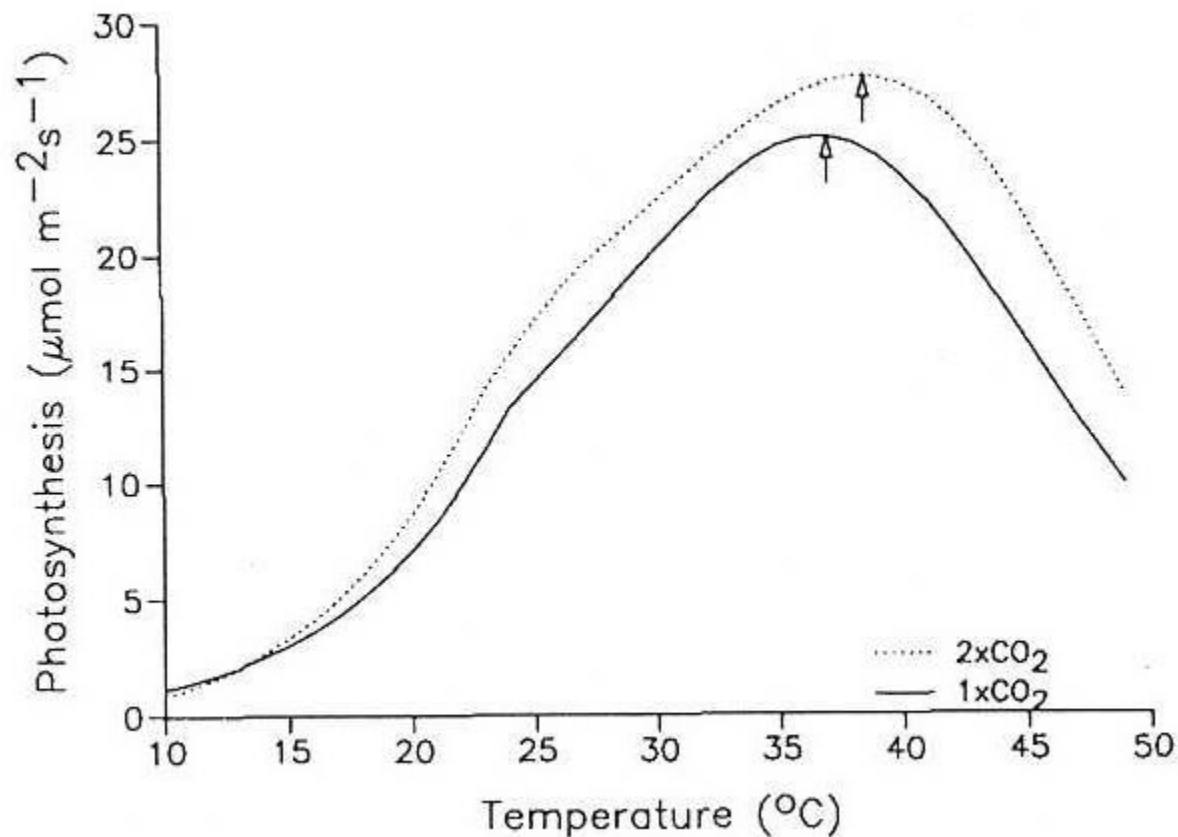
Spartina anglica (b) - C₄

Tidestromia oblongifolia (c) - C₄



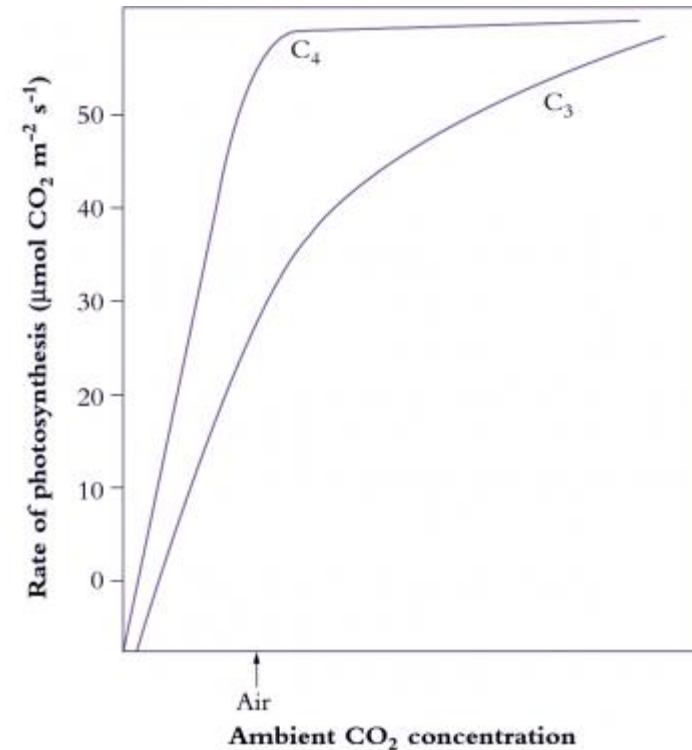
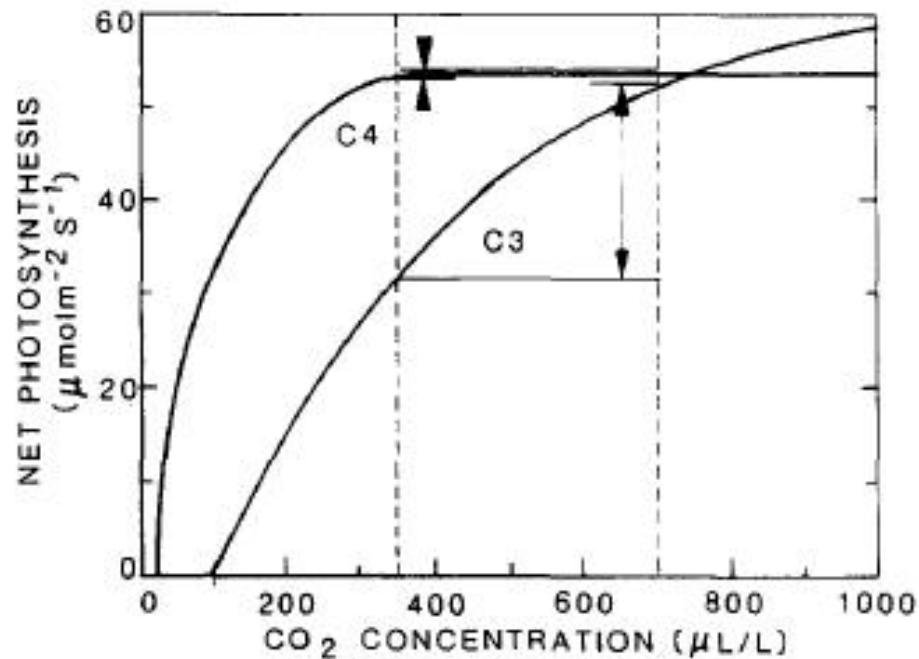
© 2012 Pearson Education, Inc.

Kukorica fotoszintézis hőmérsékleti függésének megváltozása eltérő CO₂ szintnél

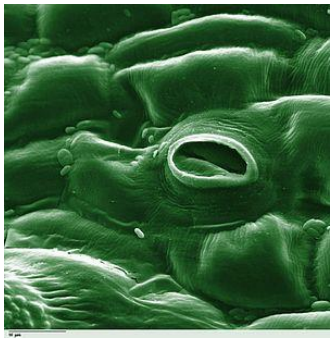


Chen et al. (1994) alapján

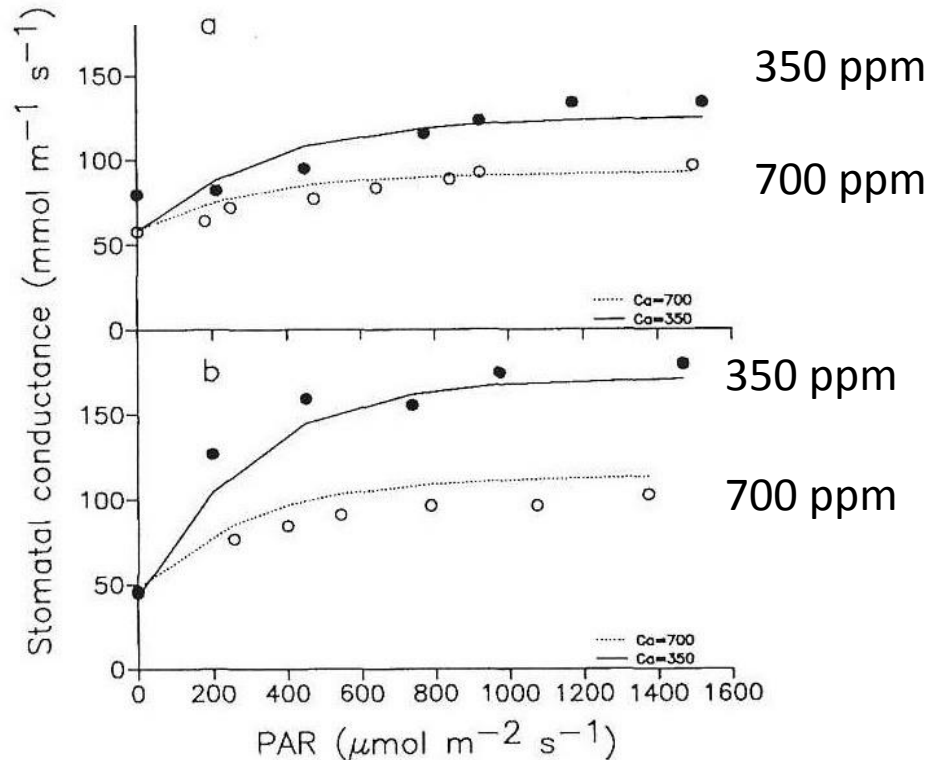
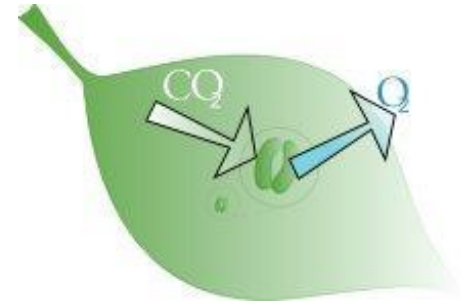
Nettó fotoszintézis – CO₂



Taiz és Zeiger (1991) klasszikus nettó fotoszintézis görbéi. A nyilak a növekményt jelenítik meg.
Függőleges vonal: aktuális és 2 x CO₂ koncentráció



Anyag – és energiaforgalom



**Növekvő CO₂ – csökk. vezetőképesség
(növekvő sztómaellenállás) – kisebb
transzspiráció intenzitás**

A kukorica vezetőképesség – CO₂ – sugárzás kapcsolat
(Chen et al. 1994; Ecol. Modelling)

A Goudriaan (1977; 1994) CMSM modell

Fotoszintézis intenzitás, F (empírikus elemekkel):

$$F = (F_m - F_d) [1 / \exp(R_v \varepsilon / F_m)] + F_d \quad (1)$$

F_m max. C-asszimiláció, F_d sötét légzés, R_v rövidhull. sug. absz./LAI, ε az F - R_v görbe meredeksége
[Efficiencia: $17,2 \cdot 10^{-9}$ kg J⁻¹ (kukorica); légzésintenzitás: $-0,1F_m$]

Sztómaellenállás, r_{leaf}

$$r_{leaf} = \frac{1.83 \cdot 10^{-6} (C_e - C_r)}{1.66F} - 0.795 \quad (2)$$

C_e külső CO₂ konc., C_r elméleti belső CO₂ konc., 1.66 CO₂ – vízgőz diffúziós arány, $1.83 \cdot 10^{-6}$ átváltó szám CO₂-ra (kg CO₂ m⁻² 20°C-on)

A futtatás scenáriói: július hónap átlagos napjára

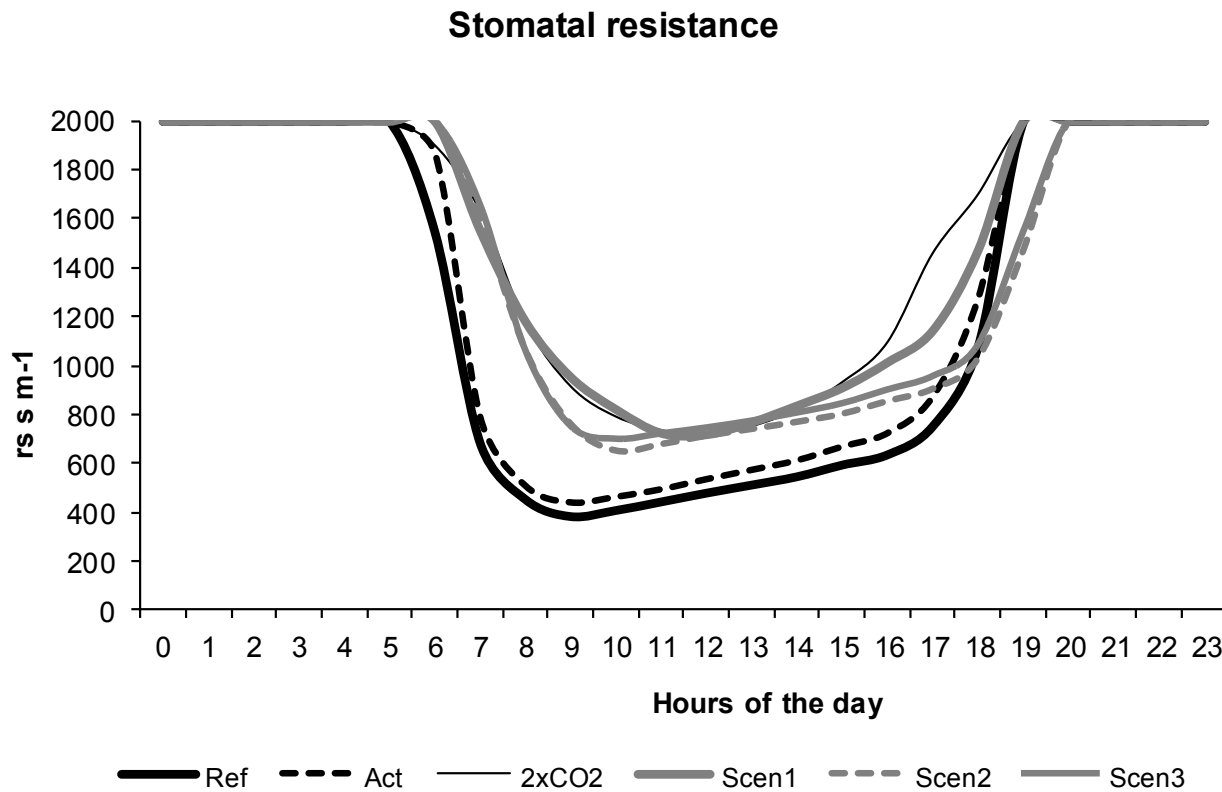
A referencia időszak: 1961-1990

Aktuális: az elmúlt 10 év átlaga

Szenáriókban: RCP6 -760 ppm (külső CO₂)

Szcen.	Léghőm.	Talajnedv.	CO ₂ konc.	LAI	Rövidítés
Referencia	20,3°C	- 7 bar	340 ppm	2,8	Ref
Aktuális	20,8°C	- 7,7 bar	380 ppm	2,8	Act
2 x CO ₂	20,3°C	-7 bar	760 ppm	2,8	2xCO ₂
Szcen. 1.	+ 2°C	- 25%	760 ppm	2,5	Scen1
Szcen. 2.	+ 4°C	- 40%	760 ppm	1,5	Scen2
Szcen. 3.	+ 6°C	- 55%	760 ppm	1,5	Scen3

A sztómaellenállás, r_s napi változása egy júliusi átlagos mintanapon



Ref - legalacsonyabb
(577 s m^{-1})

Act +13,7%

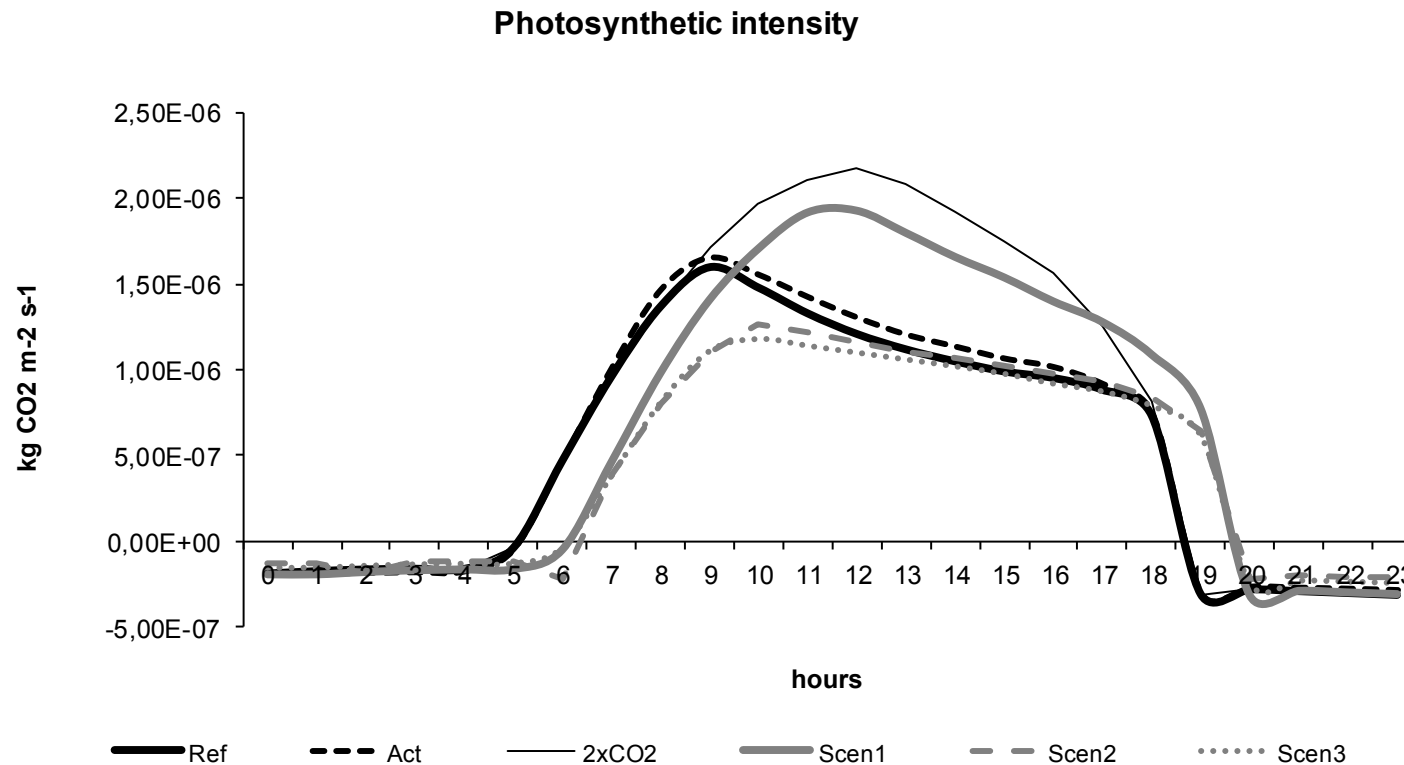
2xCO₂ +59,1%

Scen1 +54,2%

Scen2 +41,6%

Scen3 +45,4%

A fotoszintézis intenzitása, F napi változása egy júliusi átlagos mintanapon



Ref – közép

Act +6,2%

2xCO2 +36,1%

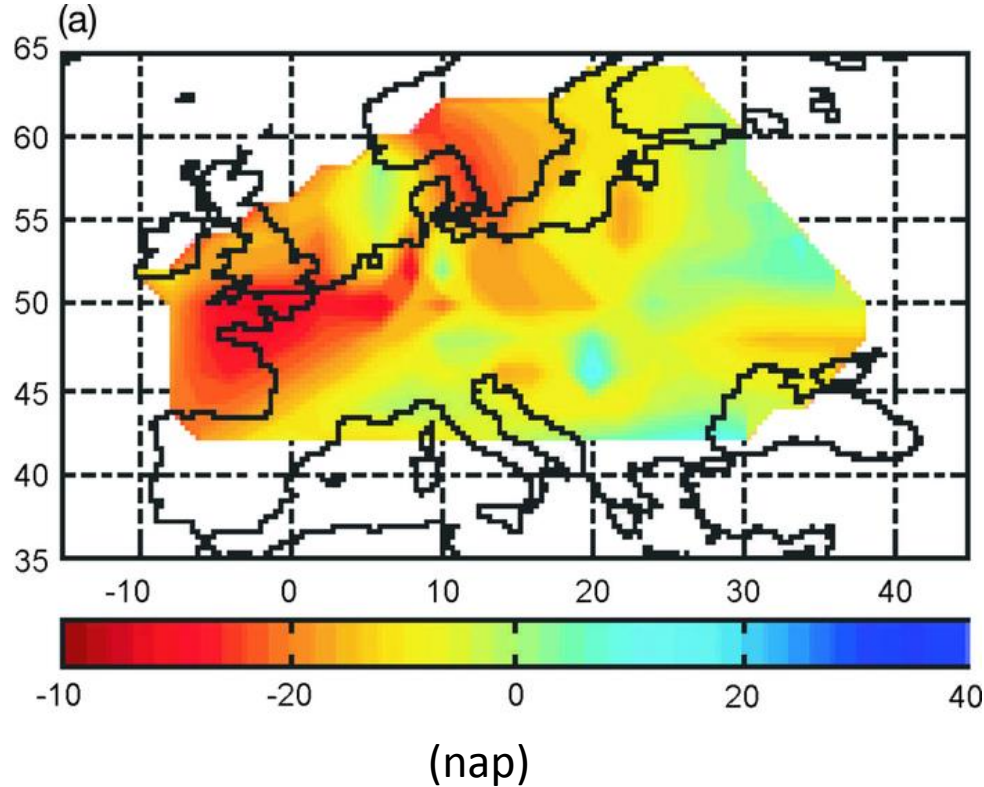
Scen1 +22,7%

Scen2 -14,1%

Scen3 -18,6%

Tavaszközdet

(1879-1998) IPCC 2007



Átlagos vegetációs periódus hossz változás
Európa: -2 - -5 **(nap/10 év)**

Németo., Svájc: -1,5 - -2,5

Anglia: -4,5

21 Eur. ország átl.: -2,5

Vetés-keles (kukorica): 10-12 nappal előbb

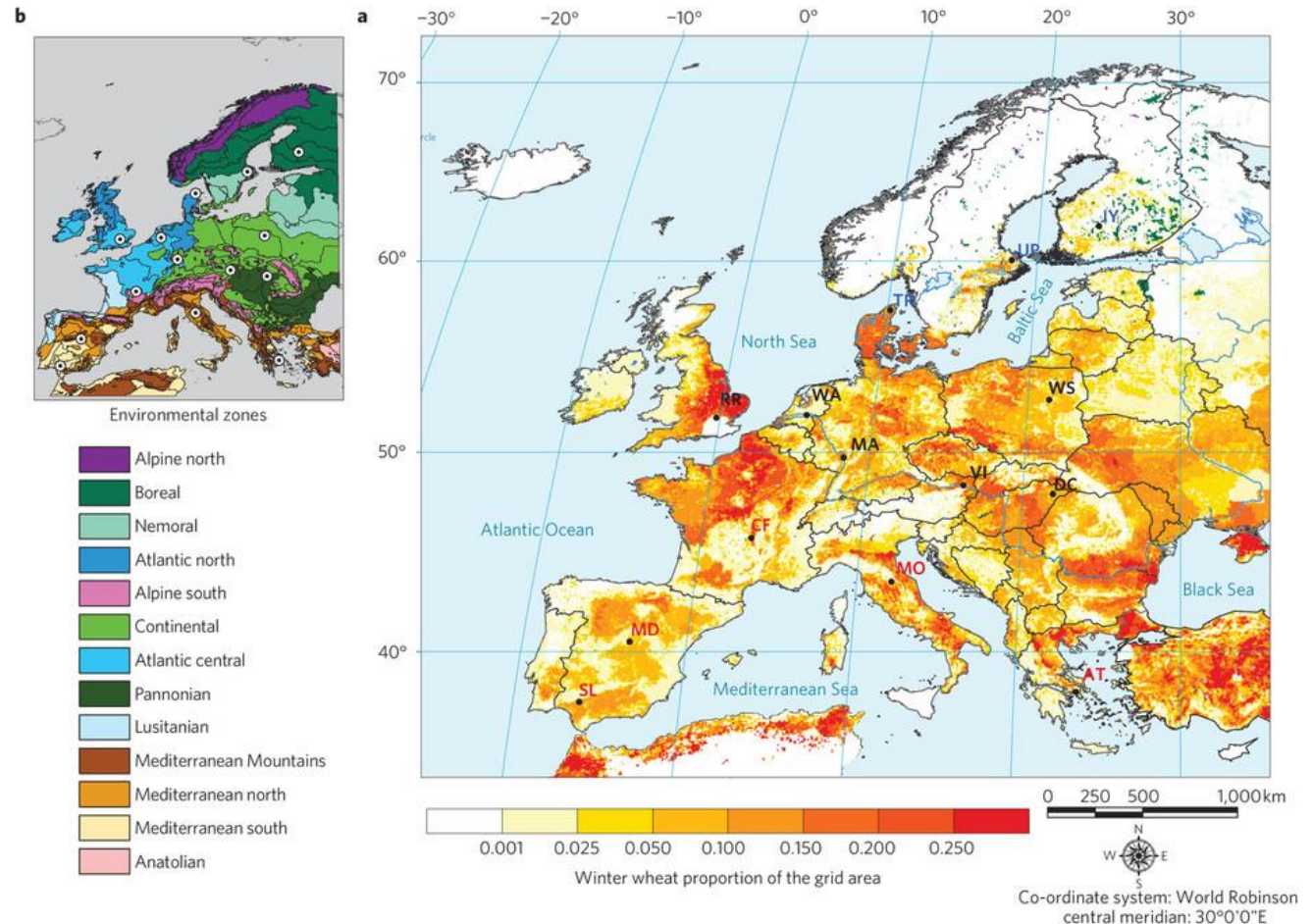
Virágzás (gyümölcsfa): előbb kb. 5 nap/°C
melegedés

Tavaszi gabonák: nincs változás

Európa búzatermő területei 14 helyen (észak: **kék**, közép: fekete, dél: **piros**. DC - Debrecen)

Vizsg.: **extrém időjárású helyzetek**
(magas hőmérséklet ($\geq 30^{\circ}\text{C}$)
fagy – késő tavaszi ($-1^{\circ}\text{C} \geq$) és
- téli (hótakaró)
Csapadék - tal. nedv.)

Alap: 1981-2010
Célidőszak: 2060 (RCP8.5)
hőm. emelkedés $+2^{\circ}\text{C}$
 CO_2 - növekedés



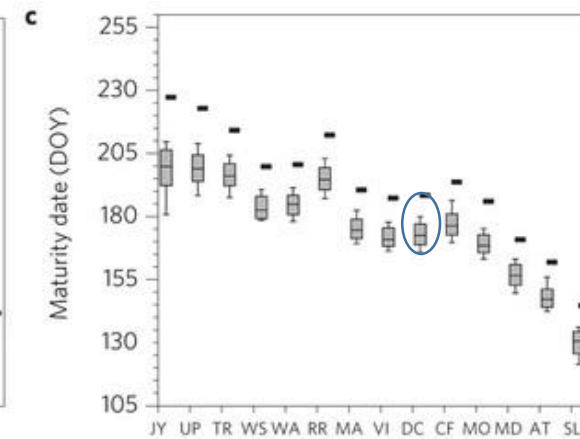
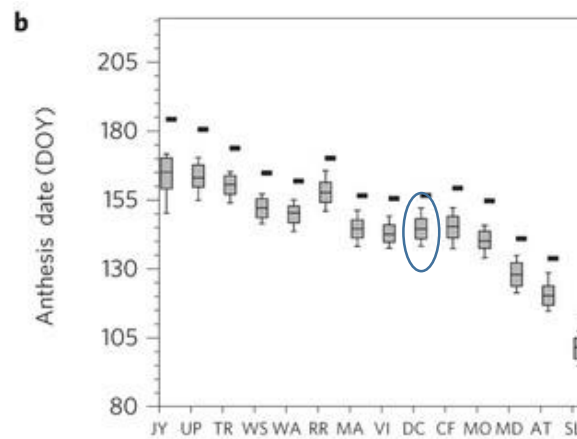
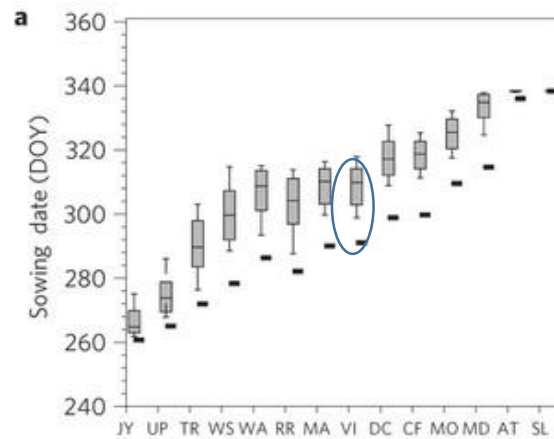
A búza vegetációs ciklus és prod. indikátor változásai (Trnka et al. 2014; Nature)

vetésidő (V)

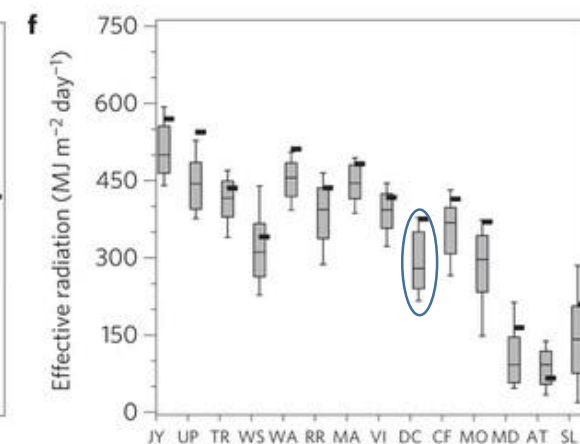
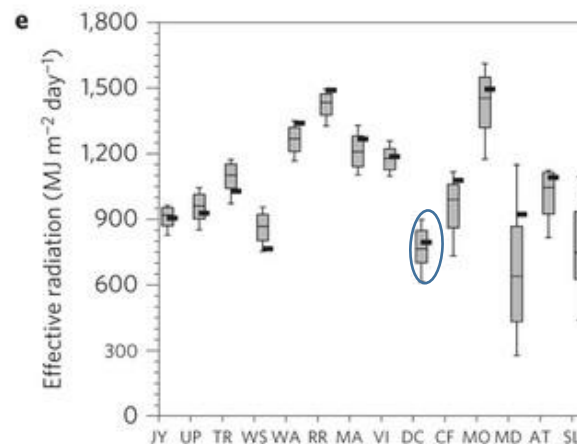
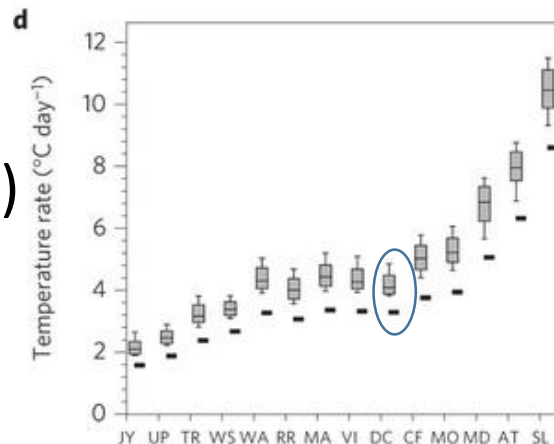
kalászolás (K)

teljes érés (É)

V: 15±7 nap
K-É: 2 héttel
korábban



Melegedés (d)

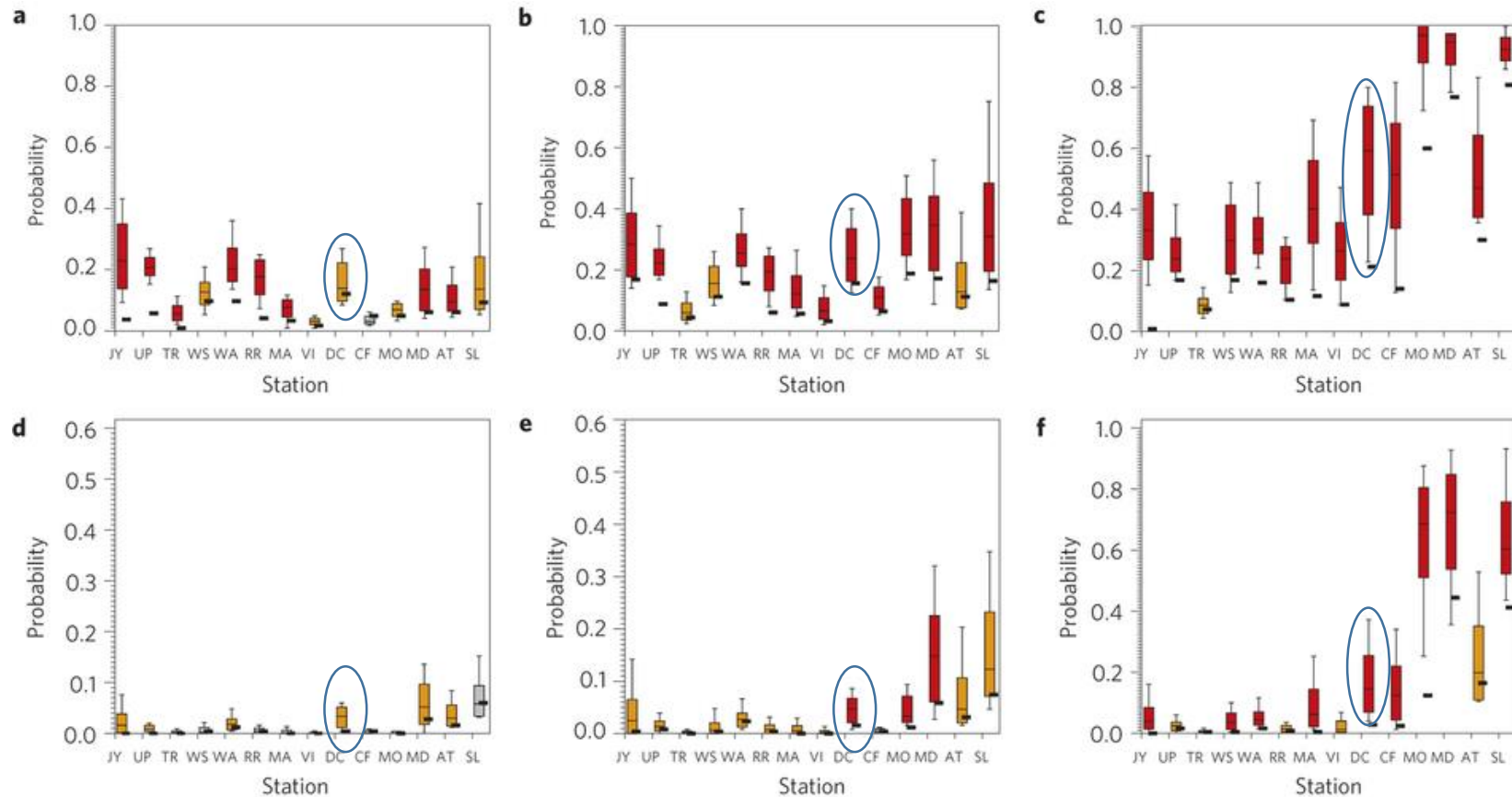


Prod. indikátor: száraz periódusok miatt csökkenés délre (e,f)

Szélsőséges jelenségek (Trnka et al. 2014; Nature)

- Téli fagy: főleg északon lévő állomásokon
- Tavaszi fagy: 14-ből 6 állomáson
- Túl nedves periódus: 3 helyszín (UK, Hollandia, Dánia)
- Heves (áradást) okozó eső: fele helyen növekvő, felén csökkenő
- Szárazság: dél felé növekvő; 1/3-a érintett
- Hőstressz: Ny-Mediterránium
- Termékenyülési probléma (meleg): 14-ből 10 helyen

a-c: legalább 1 extrém helyzet/év
d-f: legalább 2 extrém helyzet/év (Trnka et al. 2014; Nature)



Korai

közepes

késői érésű fajták

- Együttesen akár 3 extrém jelenség/év is előfordulhat:

3 helyen (DC!)

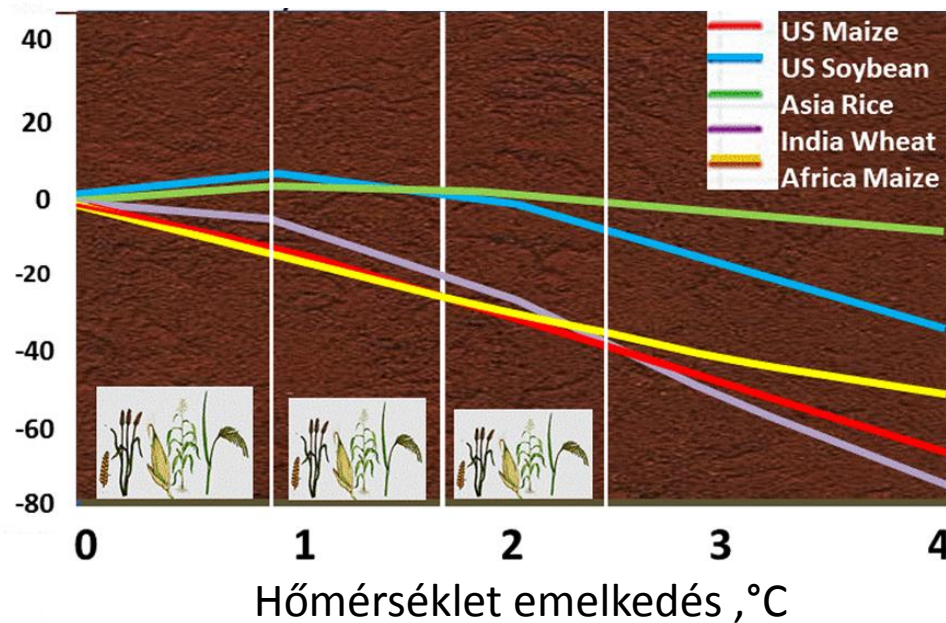
Várható ismétlődés: 75-250 évente

Trnka et al. 2014. Adverse weather conditions for European wheat production will become more frequent with climate change Nature Climate Change, 4, 637-643.

doi:10.1038/nclimate2242

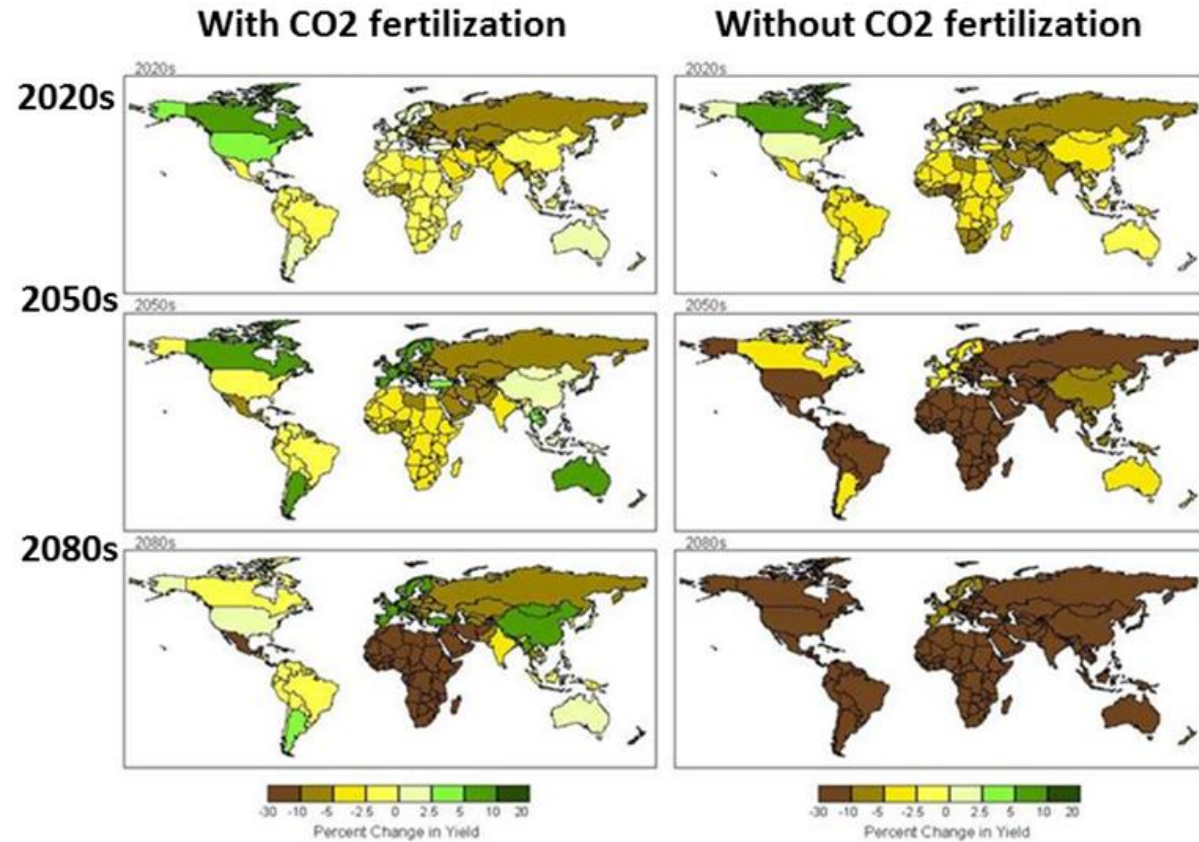
Klíímaváltozás - termésváltozás (%) eltérő földrajzi helyeken

Termés %



kukorica (US) piros
Kukorica (Afrika) sárga
szója (US) kék
rizs (Ázsia) zöld
búza (India) lila

CO₂ - gabona termés kapcsolat (%) (Hadley model, CM3 A1FI scenárió; Parry, 2004 nyomán)



$(-20) - (-30)\%$
 $0 - (-2,5)\%$
 $(+10) - (+20)\%$

<http://www.climatechange-foodsecurity.org/uploads/u/14218.png>

Pozitív és negatív

hatások a növénytermesztésben

- Nagyobb (pot.) termés (magasabb hőm.; CO₂)
 - Új fajok elterjedése
 - Rövidebb tenyészidőszak
 - felgyorsult érés (meleg)
 - extrém víz problémák elkerülése
 - Hosszabb teny. fajták bevonása
 - több termés
- stb.
- Stressz (biotikus) – betegségek, gyom
 - Stressz (abiotikus) – hő-; szárazság
 - Tervezési problémák (előrejelzések?)
 - Vízhasznosulás – csap. jelenségek
 - Erózió veszély
 - Növényvédőszer hatékonyság változás

ÜG kibocsátás csökkentés (Wolfe 2013)

CO₂

- erdőirtás
- zöldfelület biztosítás
- talajművelés
- égetés (tarló)
- fosszilis tüzelőanyag felhasználás mérséklés (kiváltás helyi energiával)

CH₄

- rizstermesztés technológia váltás
- új takarmány(ok) bevonása (kérődzők)
- istállótrágya kezelés (fedett térben és alacsony hőmérsékleten)
- szervesanyag bedolgozás a talajba

N₂O

- optimalizált műtrágyázás, hüvelyesek
- talaj vízáteresztés javítás

Precíziós növénytermesztés

Adaptációs stratégiák (Berzsenyi, 2013 szerint)

- Tápelemek - CO₂ harmónia (Liebig dézsa)
- Vetésidő váltás – hosszabb tenyészidőszak kihasználása
- Új toleráns fajok, fajták alkalmazása
- Felkészülés új károsítókra, gyomokra – monitoring (vegyszerfelhasználás minimalizálásával)
- Öntözés – termés mennyiség, minőség*
- Áradás védelem – nedves időszakokban*
- Fagy elleni védekezés – extrém tavaszi – őszi hőmérsékletek*

**lehet igen magas költségű beavatkozás*

Köszönöm a megtisztelő figyelmet!



Keszthely, Balatonpart
a fotót készítette: Soós Gábor