

# NÖVÉNYGENETIKA

Az Agrármérnöki MSc szak tananyagfejlesztése  
TÁMOP-4.1.2-08/1/A-2009-0010



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

# **A VÍZHASZNOSÍTÓ KÉPESSÉG GENETIKAI ALAPJAI**

## **előadás áttekintése**

**A növények vízfelvételének mechanizmusa,  
a vízállapot jellemzése, mutatói.**

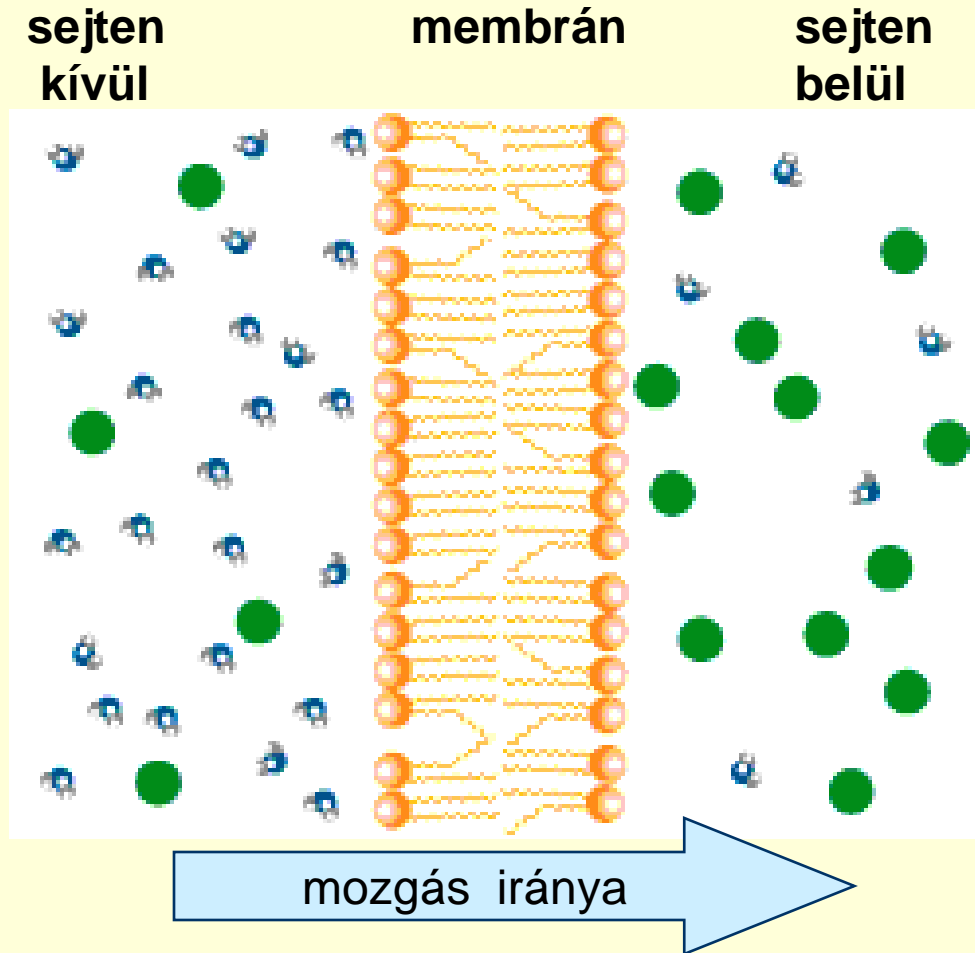
**WUE fogalma, elemei és számításuk.**

**A vízhiányt kiváltó tényezők.**

**A vízhasznosítás szerepe a termés-képződésben.**

**A vízhiány hatása a transzkripciós mintázatára**

# ozmózis: membránon keresztüli szelektív vízmozgás



## **Vízpotenciál** ( $\Psi$ , pszí; $\Psi_w$ ):

A víz a kémiai potenciálja,  
**a részpotenciálok matematikai összege**

a tiszta víz kémiai potenciáljához viszonyítva,  
nyomás értékekben kifejezve

*mértékegysége:* MPa (1 MPa = 10 bar)

**tiszta (desztillált) víz vízpotenciálja = 0**

**a talaj-növény-levegő rendszerben zajló  
vízmozgás alapja**

a tiszta víz vízpotenciálja (*szabad energiája*) a legnagyobb  
termesztett növények: -0,5 – -2,5 MPa

**A vízpotenciál összetevői:  $\Psi = \Psi_p + \Psi_\pi + \Psi_\tau$**

$\Psi_p =$  *nyomáspotenciál (+)*

$\Psi_\pi =$  *ozmotikus potenciál (-)*

$\Psi_\tau =$  *mátrix potenciál (-)*

**ozmotikus potenciál:**

**a víz és az oldat vízgőznyomása** (a vízmolekulák kinetikai energiája)  
**közötti különbség**

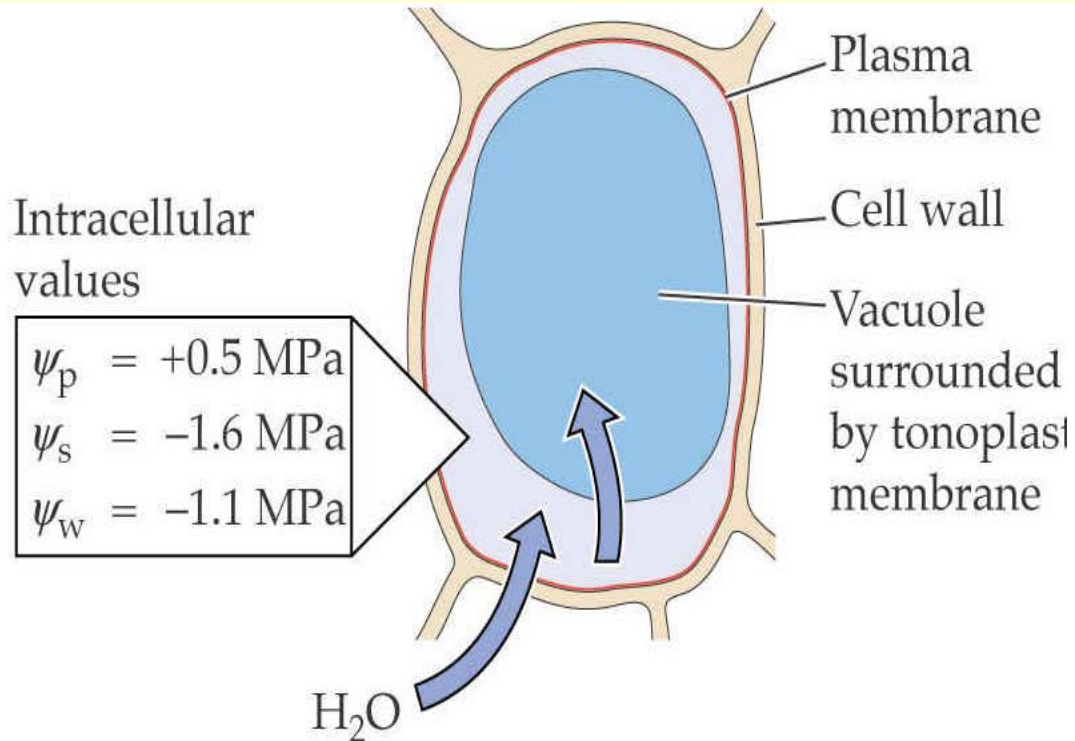
**mátrix potenciál:**

a **citoplazma kolloidjainak** a felületén és a **kapillárisokban** való kötődés  
miatt kialakuló vízgőznyomás csökkenés

**Nyomáspotenciál:** a sejt vízfelvétele miatt a sejtfalra gyakorolt nyomás  
(turgornyomás)

## Turgoros sejt

$$\Psi_{w \text{ külső}} = 0 \text{ MPa}$$

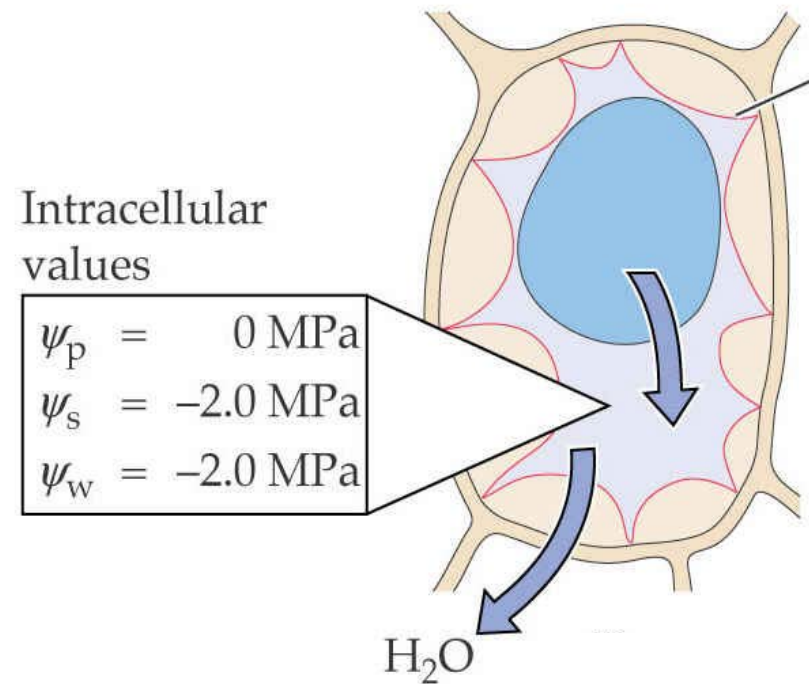


$$\Psi_{w \text{ külső}} > \Psi_{w \text{ belső}}$$

$$\Psi_s = \text{oldat (solute) pot.}$$

## Plazmolizált sejt

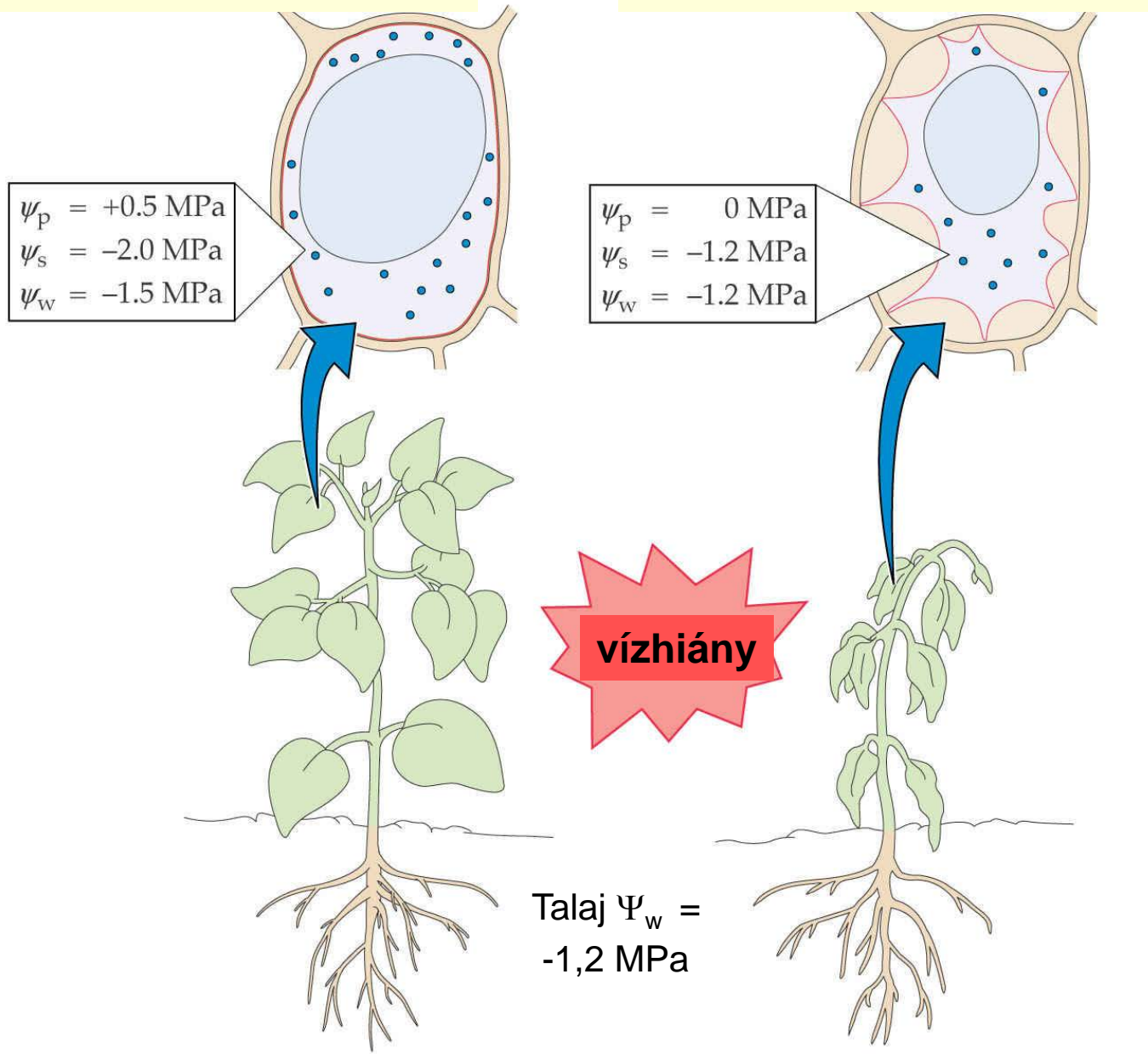
$$\Psi_{w \text{ külső}} = -2,5 \text{ MPa}$$



$$\Psi_{w \text{ külső}} < \Psi_{w \text{ belső}}$$

## Ozmotikus alkalmazkodás

## Ozmotikus alkalmazkodás hiánya



## A növények vízfelvétele

a talaj és a növény vízpotenciál–különbségén alapul

$$\Delta\Psi = \Psi_{\text{talaj}} - \Psi_{\text{növény}}$$

A víz mozgásának **sebessége** a különböző **ellenállások**  
(pl: sejtfal) nagyságától függ.

**A növények képesek ozmotikus potenciáljukat növelni:  
a talaj és a gyökér vízpotenciál különbsége nő  
→ a növény vizet vesz fel.**



# A vízhasznosító képesség (Water Use Efficiency): WUE

A vízhasznosító képességet két, alapvetően különböző módszer szerint határozhatjuk meg:

I. **Agronómiai** értelmezés szerint (Fischer, 1979)  
a termés (biológiai, vagy gazdasági) és a vegetáció során felhasznált összes víz hányadosa

→ **életteljesítmény** (seasonal / integral over time)

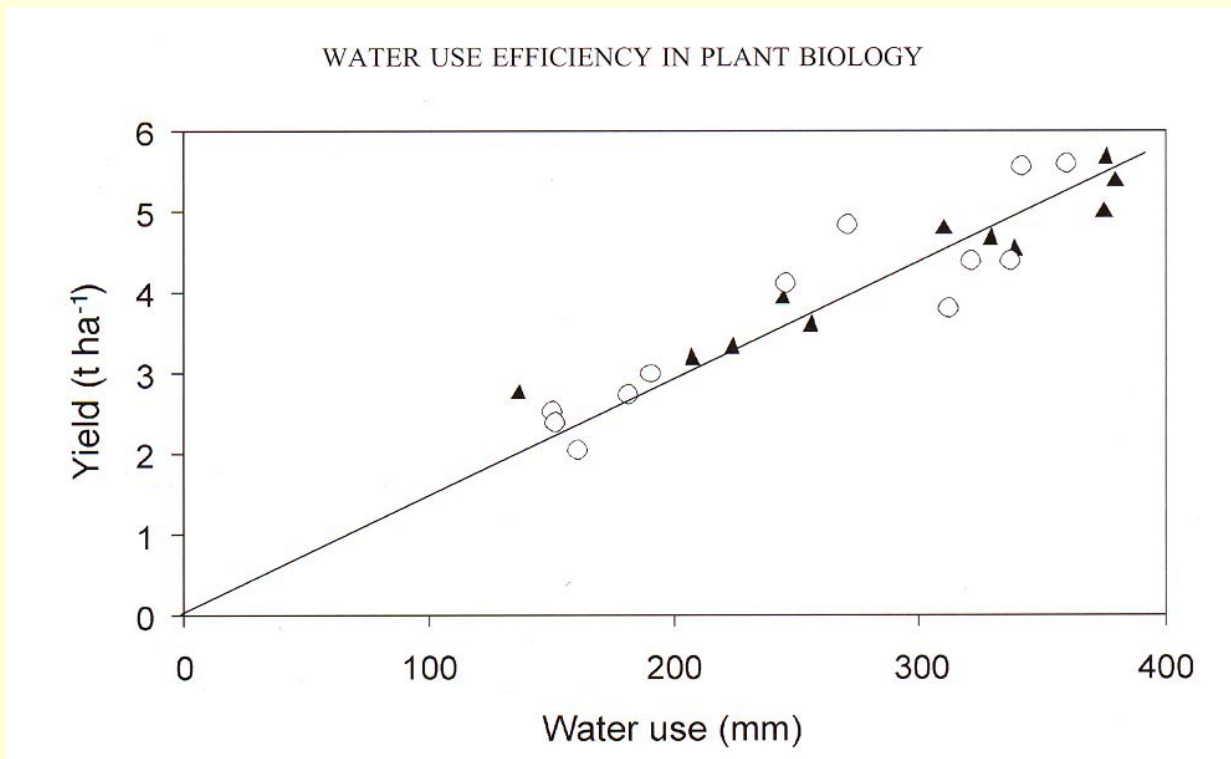
II. **Fiziológiai** értelmezés szerint (Farquhar *et al.*, 1982)  
a WUE a CO<sub>2</sub> asszimiláció és a transzspiráció hányadosa  
(egyetlen levélen, adott időpontban mérve)

WUE<sub>i</sub> = **instantaneous** (pillanatnyi / egy pillanatig tartó), (WUE<sub>l</sub> = leaf)

→ **pillanatfelvétel**

Vízhasznosító képesség =  
egységnyi vízzel előállított szervesanyag / termés

$$WUE = \frac{\text{termés (biológiai v. gazdasági)}}{\text{összes felhasznált víz}}$$



# A vízhasznosítás kritikus szerepe a szemképződésben

$$GY = W \times WUE \times HI$$

GY (Grain Yield) = szemtermés;

Passioura, 2002.

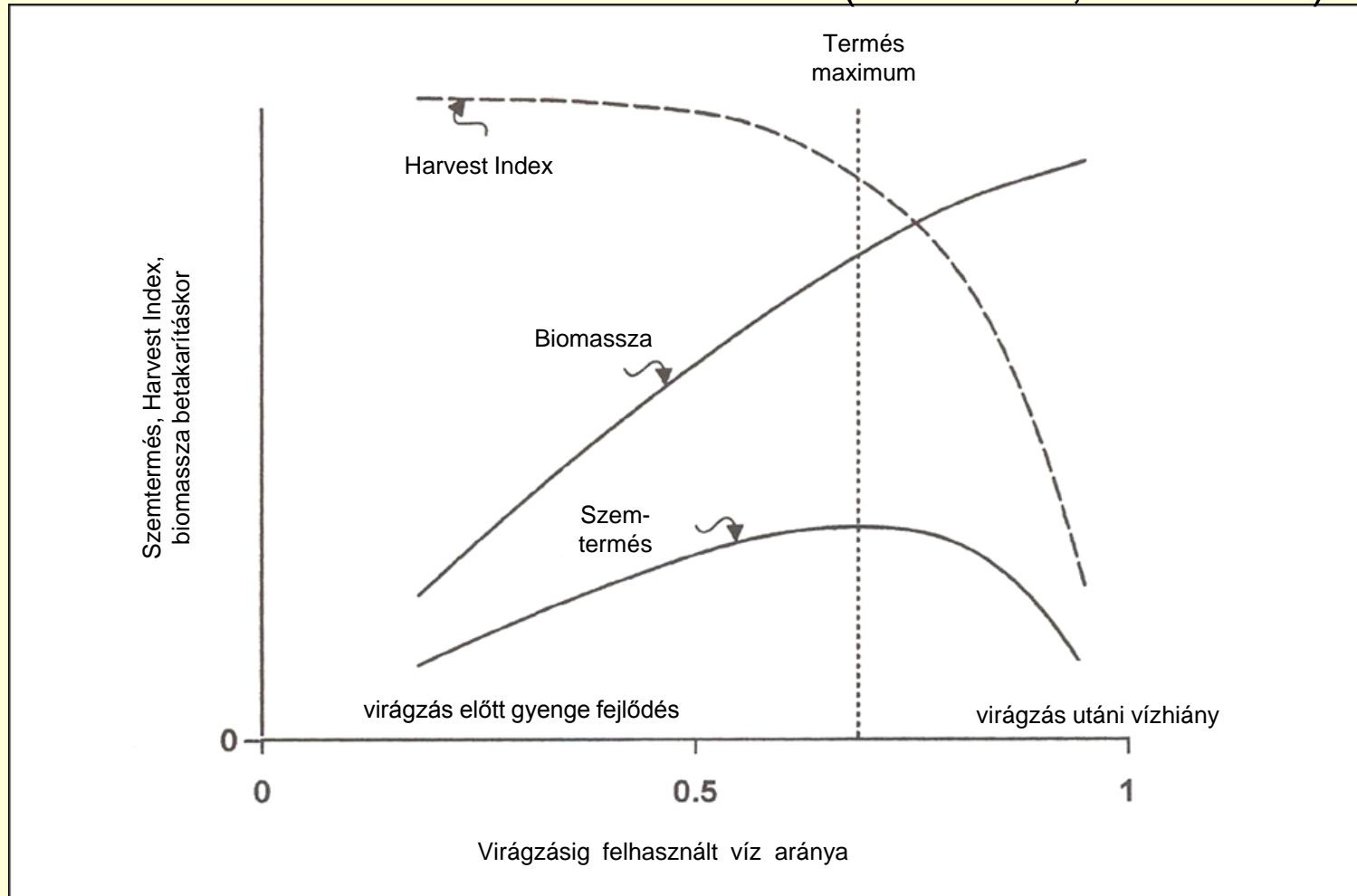
W = a növény által felhasznált és a földről elpárolgott összes víz;

WUE (Water Use Efficiency) = vízhasznosító képesség

HI (Harvest Index) = a szemtermés és az összes biomassza hányadosa

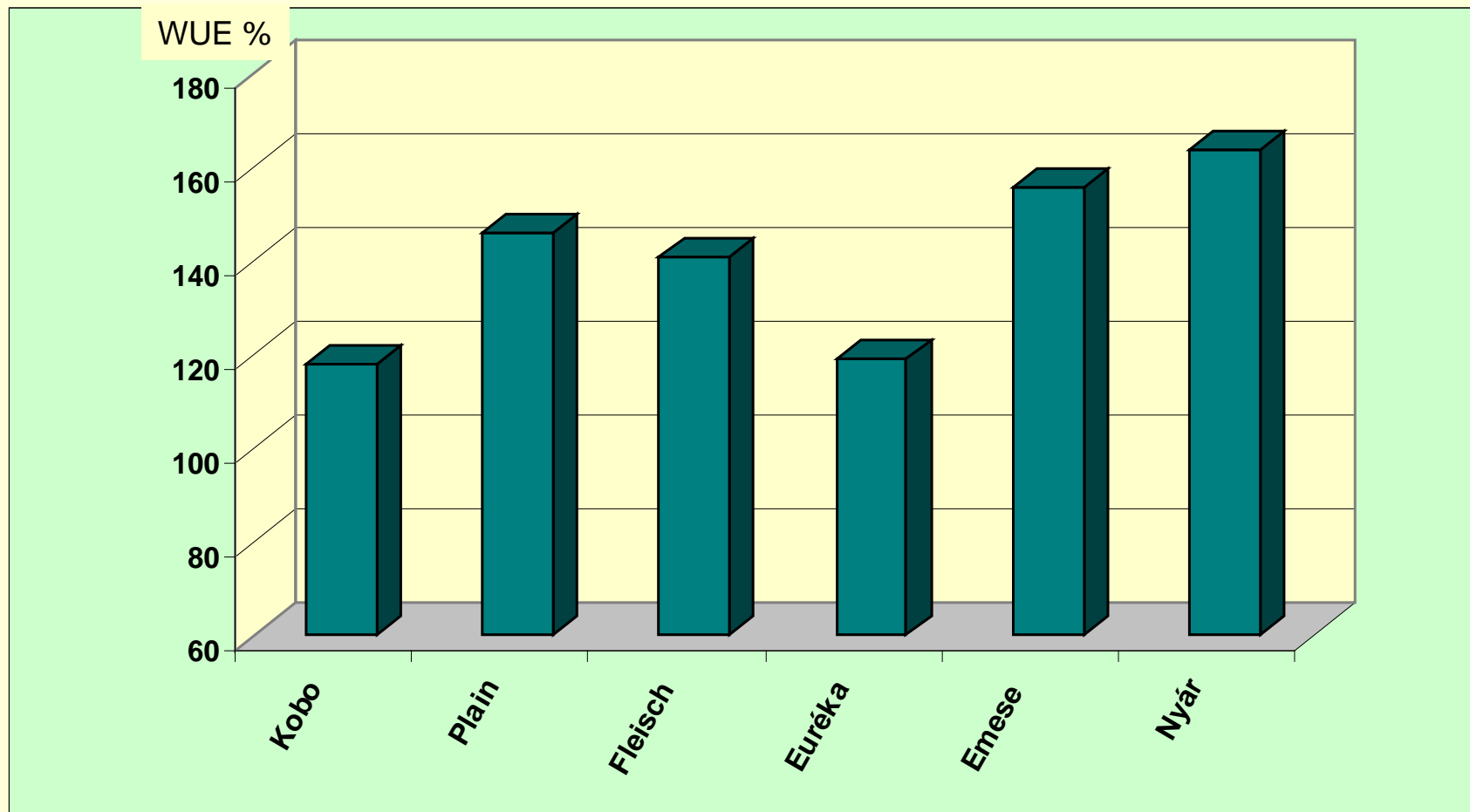
**A potenciális szelekciós szempontnak tekintett jellegnek genetikai és okozati összefüggésben kell lenniük a terméssel, v.mint **nagyobb örökölhetőségi értékkel ( $h^2$ )** kell rendelkezniük, mint a termés.**

A búza szemtermése, a betakarításkori biomassza és a HI, valamint a rendelkezésre álló víz virágzásig felhasznált hányadának a kapcsolata.  
(Passioura, 2002 után)



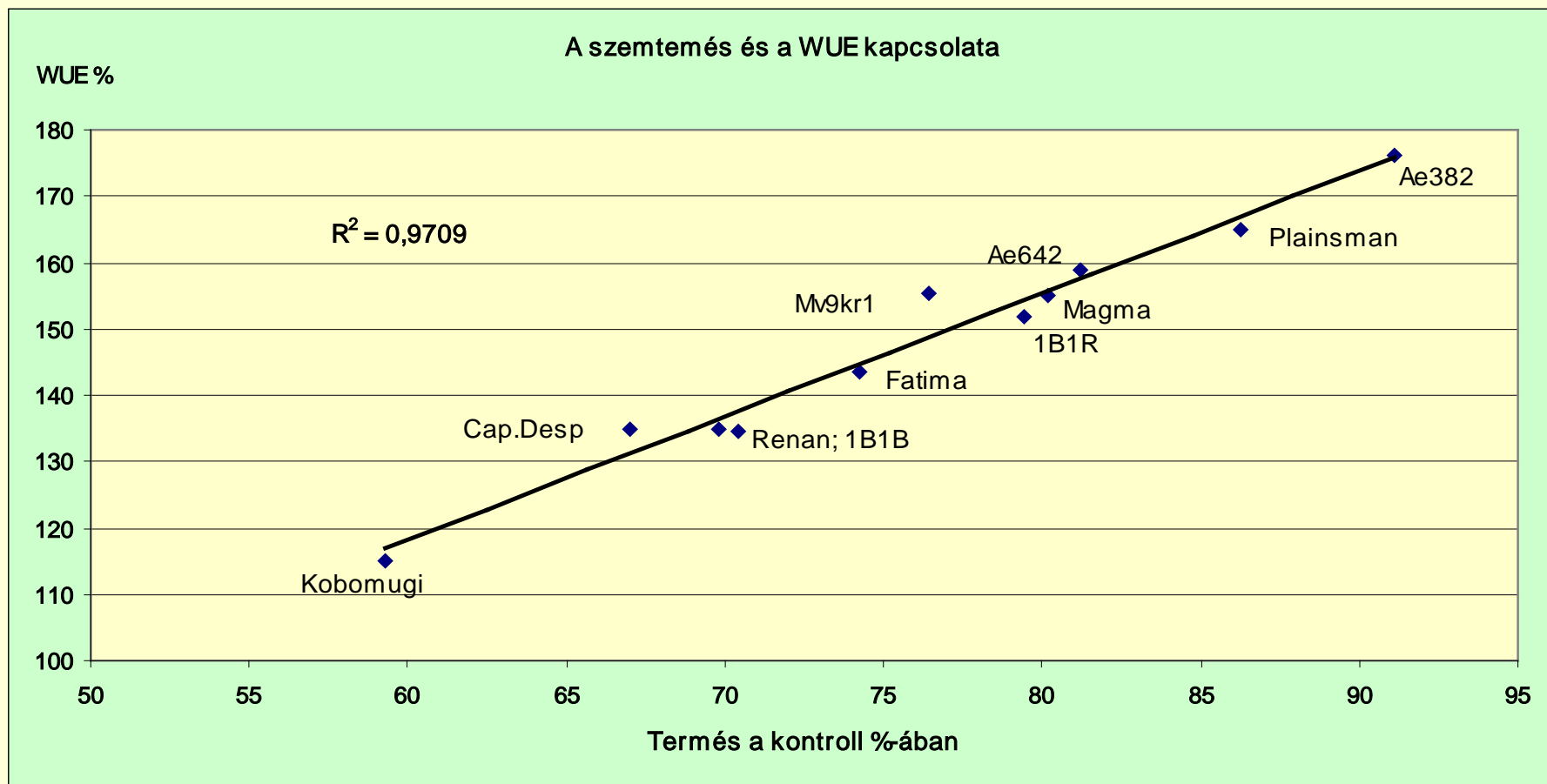
az Y-tengely skálája tetszőleges

Vízhiányos környezetben az alkalmazkodási reakció eredményeként a vízhasznosító képesség növekszik, ennek mértéke azonban genotípus függő.



Búzakonzorcium kísérleti eredmények, Keszthely.

# Az agronómiai vízhasznosító képesség alakulása és a szemtermés közötti kapcsolat, mindkettő a kontroll %-ában kifejezve.

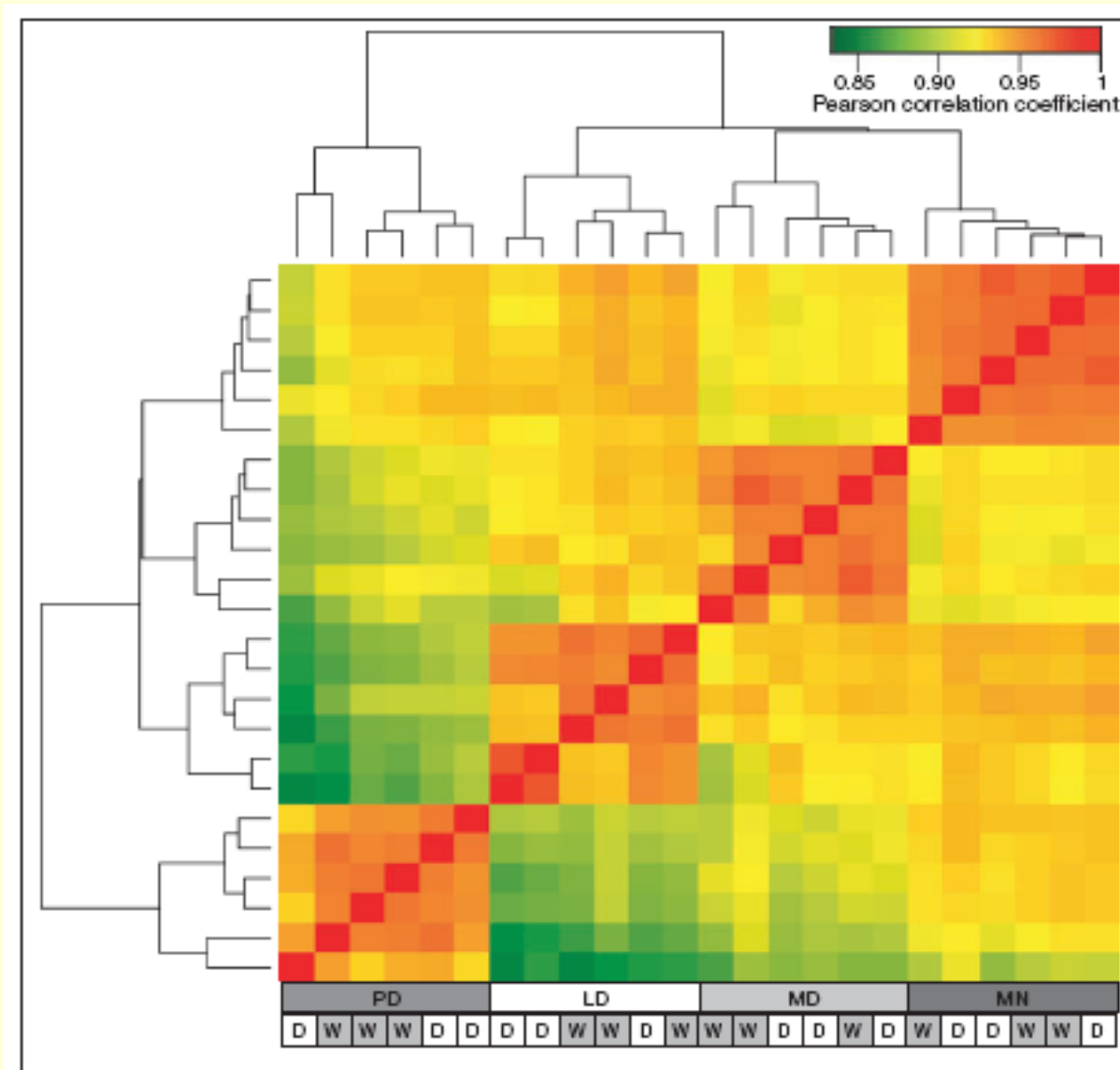


A magasabb WUE-t mutató fajták termése vízhiány esetén nem, vagy csak kevésbé csökken, mint az alacsonyabb WUE értékű fajtáké.

Búzakonzorcium kísérleti eredmények, Keszthely.

A CO<sub>2</sub> fixációt és a növény vízállapotát érintő valamennyi jelleg egy bizonyos mértékig befolyásolja a vízhasznosítást, ezért ennek ***gentikai alapjai átfedik mindazokat a géneket, melyek a szén- és vízmérleg szabályozásában szerepet játszó biokémiai és morfo-fiziológiai jellegeket irányítják*** (pl.: klorofill tartalom, PEP karboxil aktivitás, a gyökér mérete és szerkezete, ozmotikus alkalmazkodás, ABA koncentráció, sztóma konduktancia, levél hőmérséklet, a levél vastagsága és állásának szöge, stb.), **e változók kölcsönösen függenek egymástól .**

# A vízhiány hatása az *Arabidopsis* napi transzkriptom mintázatra

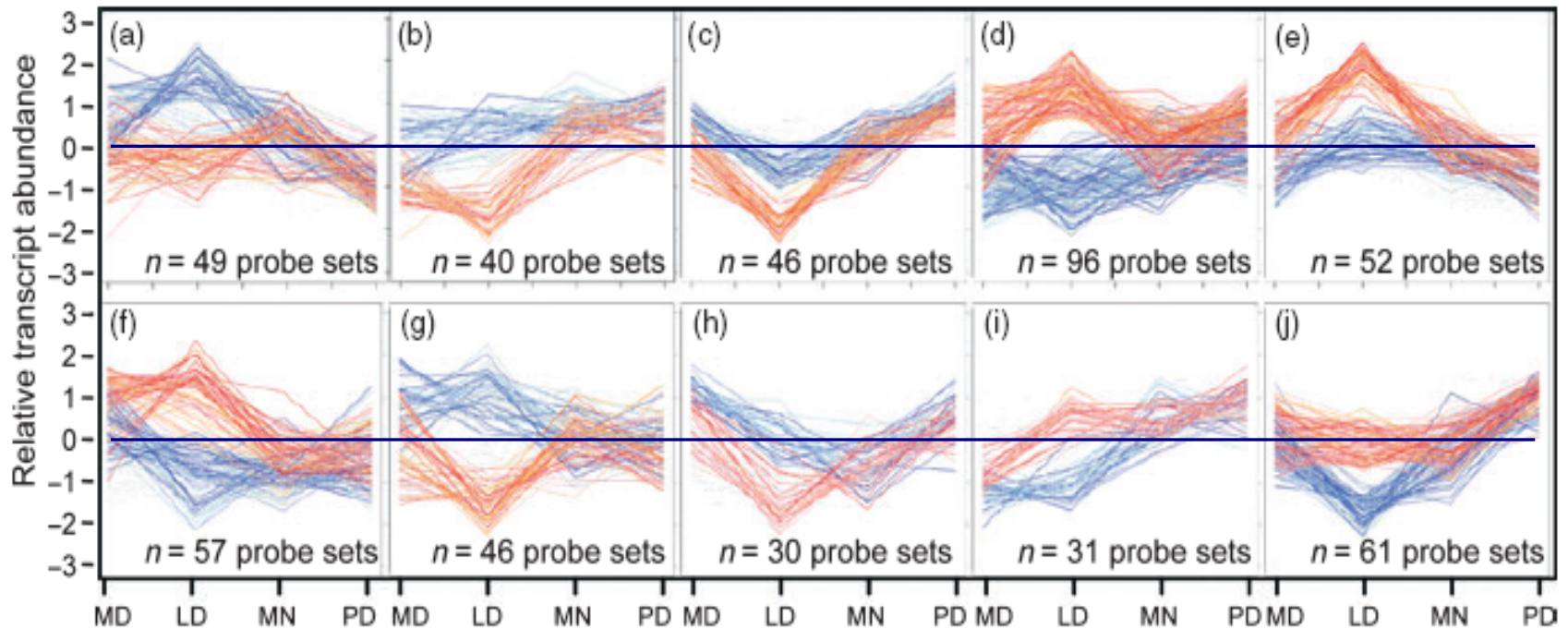


W: well-watered  
D: water-limited

PD: pre-dawn (06:00h); MD: midday (12:00h);  
LD: late day (18:00h), MN: midnight (00:00h)



# A vízhiányra reagáló gének aktivitásának napi mintázata



PD: pre-dawn (06:00h); MD: midday (12:00h);

LD: late day (18:00h), MN: midnight (00:00h)

kék: jó vízellátású  
piros: vízhiányos

## Time of day shapes *Arabidopsis* drought transcriptomes

Olivia Wilkins, Katharina Bräutigam and Malcolm M. Campbell\*

Department of Cell and Systems Biology, University of Toronto, 25 Willcocks Street, Toronto, ON M5S 3B2, Canada, and Centre for the Analysis of Genome Evolution and Function, University of Toronto, 25 Willcocks Street, Toronto, ON M5S 3B2, Canada

# A növény vízhiánya lehet abszolút és relatív!

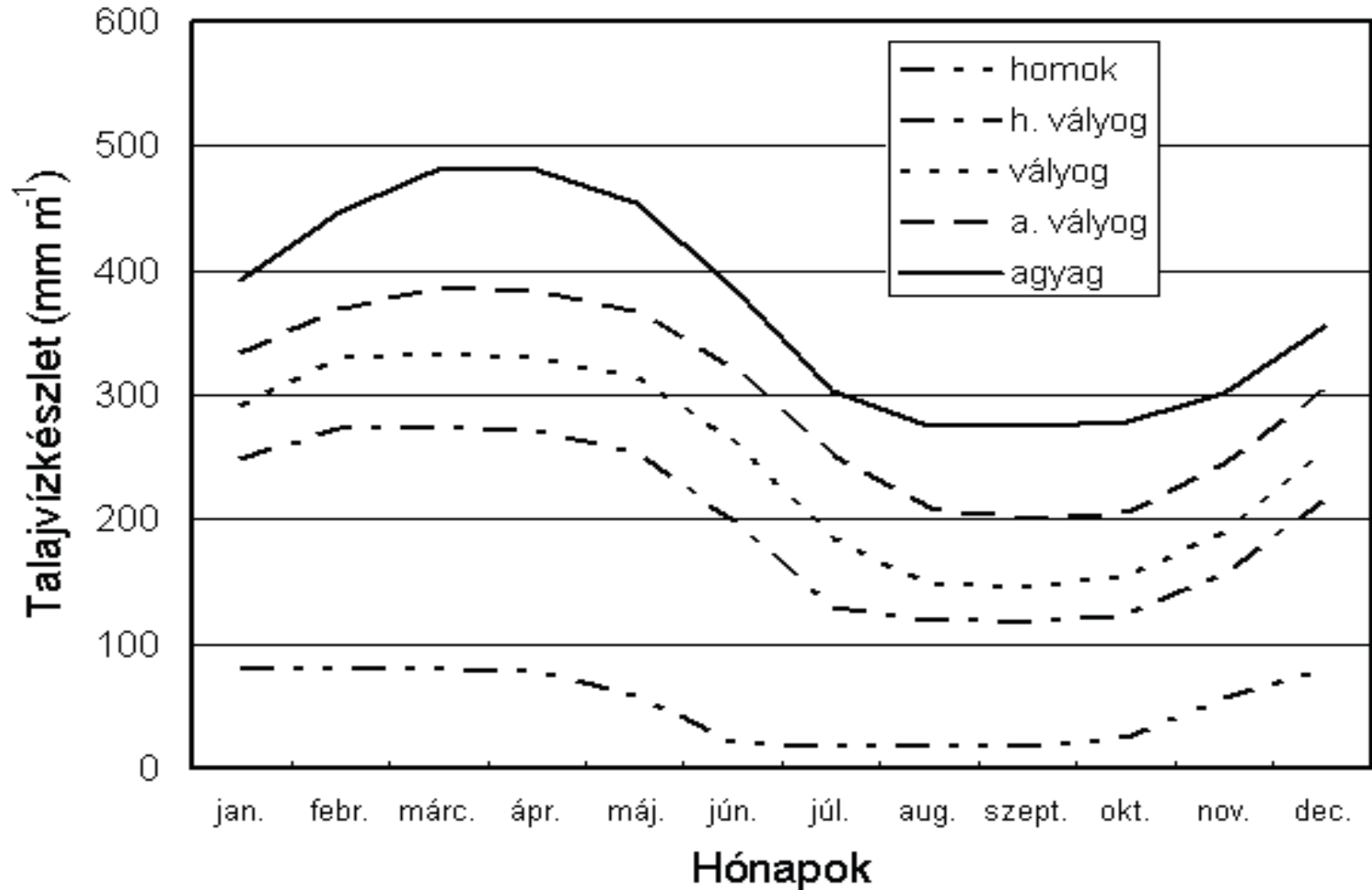
(a talajban van felvehető víz, de a növény mégsem tud elegendő mennyiségű vizet felvenni)

## A vízhiányt kiváltó tényezők

- Csapadék (vízellátás) hiánya
- Hőmérséklet
  - magas
  - **alacsony!** (*fagyott talaj*)
- Egyéb: különböző stresszorok (só, tápanyag ellátottság, stb.)

**a különböző stresszhatások által kiváltott növényi válaszreakciókban sok a közös, v. átfedő folyamat**

## A talaj vízkészletének jellemző évi ritmusa

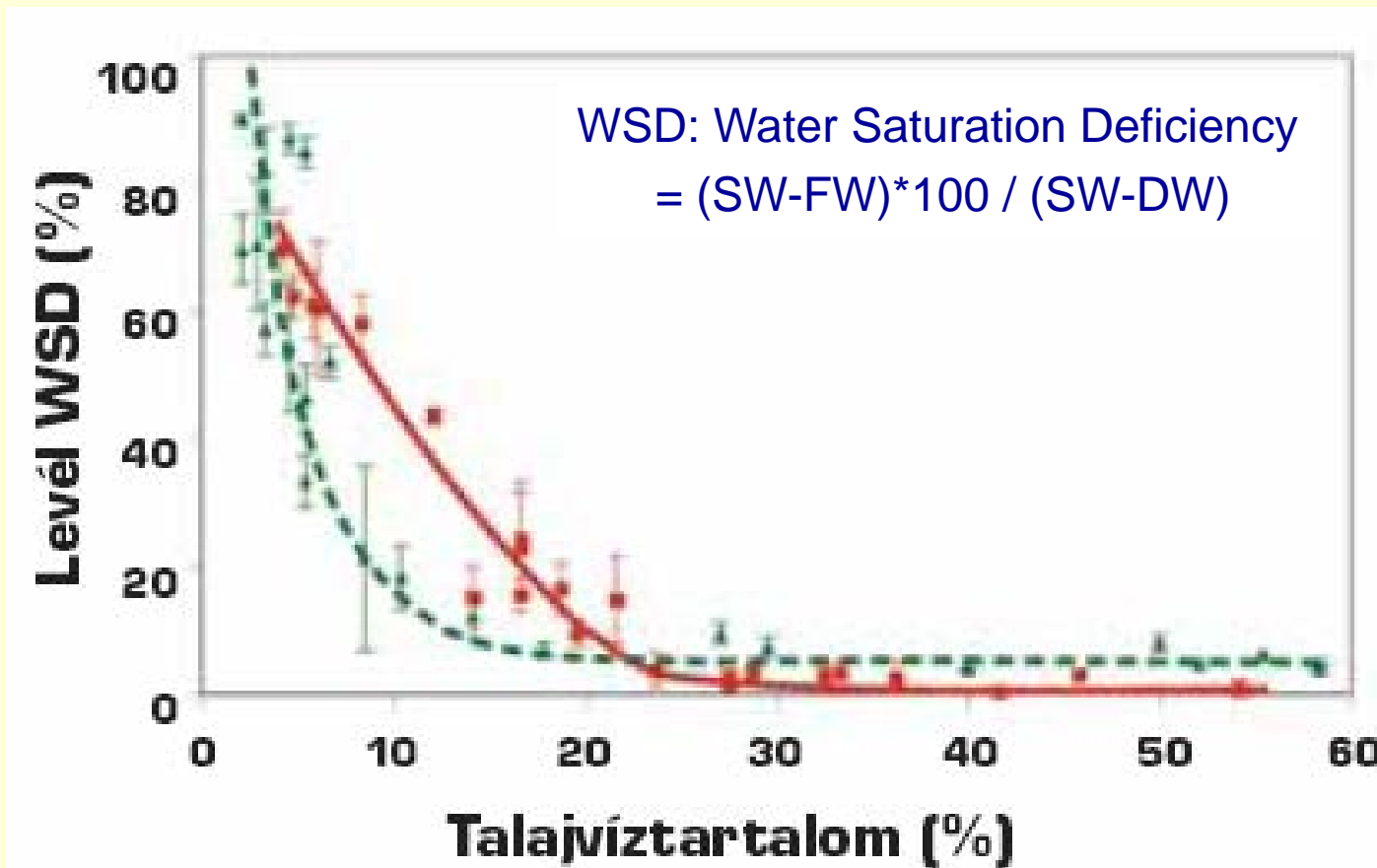


**A tényleges párolgás és a talaj vízkészlet becslése tenyészidőszakban**

ÁCS FERENC, BREUER HAJNALKA, SZÁSZ GÁBOR:

AGROKÉMIA ÉS TALAJTAN 56 (2007) 2 217–236

## A Sakha (zöld) és a Capelle Desprez (piros) vízhiányának (WSD) változása a talaj víztartalmának függvényében.



Búzakonzorcium kísérleti eredmények, in:

A búza nemesítésének tudománya:

A funkcionális genomikától a vetőmagig.

(Szerk: Dudits Dénes) Winter Fair Kft., Szeged, 2006.

ISBN-13: 978-963-87189-2-1 p. 191-224.

Nagyon érzékeny → Nem érzékeny

Stresszérzékenység	Vízpotenciál csökkenése (MPa)		
	0	1	2
Sejt növekedés (-)	———— ■■■		
Sejtfal szintézis (-) a	————		
Fehérje szintézis (0) a	————		
Protoklorofill képzés (-) b	————		
Nitrát-reduktáz szintézis (-)	————		
Abszcizinsav szintézis (+)	■■■ ———		
Sztóma nyitás (-)	————		
Széndioxid asszimiláció (-)	————		
Respiráció (+)	■■■■ ———		
Xilém konduktancia (-)	■■■■ ———		
Prolin akkumuláció (+)	■■■ ———		
Cukor szint (+)		————	

**a:** gyorsan növekvő szövet;  
**b:** etiolált levél  
**(+)** növekedés;  
**(-)** csökkenés

# Az előadás összefoglalása

**A vízhasznosító képességet a termés (biológiai / gazdasági) és a vegetáció során felhasznált összes víz hányadosa**

vagy

**a CO<sub>2</sub> asszimiláció és a transzspiráció hányadosaként számíthatjuk.**

**A vízhasznosító képesség és a termés kapcsolatát kifejező összefüggés:**

$$GY = W \times WUE \times HI$$

**A növény vízhasznosítást befolyásoló valamennyi jelleg génjének transzkripciós mintázata megváltozik a vízellátás függvényében.**

## Az előadás összefoglalása

Csapadékhiányos, aszályra hajlamos vidékeken az egységnyi terméshez kevesebb vizet igénylő, nagy termőképességű és termés-stabilitású újabb fajták előállítása előfeltétele a jövedelmezőbb és fenntartható mezőgazdasági gyakorlatnak.

A potenciális szelekciós szempontnak tekintett jellegnek genetikai = okozati összefüggésben kell lenniük a terméssel.

## **Az előadás ellenőrző kérdései**

- **Értelmezze a vízhasznosító képesség fogalmát.**
- **Ismertesse a WUE komponenseit és számításuk módját.**
- **Milyen képlettel írható le a WUE és a termőképesség közötti összefüggés?**
- **Hogyan vizsgálhatjuk a vízhasznosításban szerepet játszó gének aktivitását?**



**A következő előadás címe:**

**A SZÁRAZSÁGTŰRÉS**

**GENETIKAI ALAPJAI**

**KÖSZÖNÖM A FIGYELMÜKET**

**Az előadás anyagát készítette: Dr. Hoffmann Borbála**