

## ABIOTIKUS STRESSZREZISZTENCIA KUTATÁSOK A GABONAFÉLÉKBEN

VEISZ OTTÓ<sup>1</sup>, BENCZE SZILVIA<sup>1</sup>, BALLA KRISZTINA<sup>1</sup>, KARSAI ILDIKÓ<sup>1</sup>,  
VIDA GYULA<sup>1</sup>, VARGA BALÁZS<sup>1</sup> ÉS BEDŐ ZOLTÁN<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Kalászos Gabona Rezisztencia Nemesítési Osztály

<sup>2</sup> Kalászos Gabona Nemesítési Osztály

### **Bevezetés**

A kalászos gabonák termésének mennyisége és minősége számos tényező együttes hatásának az eredménye. Ezek közül az egyik legfontosabb a fajta alkalmazkodóképessége, amely lehetővé teszi a növény potenciális termőképességének realizálását az eltérő klimatikus és termesztési körülmények között. Egy adott fajta alkalmazkodóképessége egyrészt a kedvezőtlen környezeti feltételekhez, másrészt pedig az eltérő földrajzi viszonyokhoz történő adaptálódó képességétől függ.

A Kárpát-medencében leggyakrabban előforduló és a növénytermesztés eredményességét leginkább befolyásoló időjárási szélsőségek az alacsony, vagy magas hőmérséklet és a csapadék hiánya, vagy bősége. A klimatikus tényezők változására adott válaszreakciókat befolyásolja a növények genetikailag meghatározott ellenálló képessége és az adott abiotikus stresszekkel szembeni edzettségi állapota.

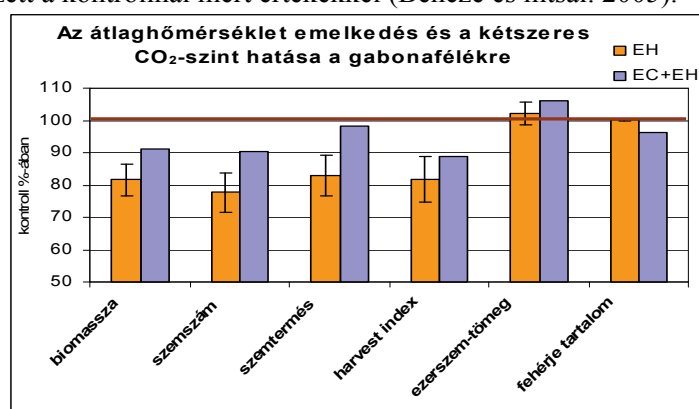
A globális klímaváltozás alapvetően befolyásolhatja a természetes és mesterséges ökoszisztémákat, ezen belül a mezőgazdasági növények termésének mennyiségét és minőségét. A fitotronban az elmúlt évtizedben kutatásokat végeztünk a klímaváltozás várható hatásainak tanulmányozására. A Kárpát-medencére előre jelzett változások, mint a CO<sub>2</sub> koncentráció-növekedés, az átlaghőmérséklet emelkedés, a szélsőségesen magas hőmérséklet (hősokk) és a csapadéksökkenés következményeit külön-külön határoztuk meg, majd a környezeti tényezők együttes változásának hatását elemeztük. Kutatásaink részeként mesterségesen létrehozott környezeti rendszerben vizsgáltuk a klimatikus szélsőségek gabonafélék produkciójára és a betegségekkel szembeni fogékonyságuk alakulására gyakorolt hatását és kölcsönhatásait. Az eltérő genetikai hátterű fajták közül kiválasztjuk azokat, melyek a legkisebb termésvesztéssel és minőségromlással képesek tolerálni a szélsőséges időjárás hatásait és szülőként rezisztens fajták létrehozására használjuk.

### **A hőmérséklet-emelkedés és a légköri CO<sub>2</sub> szint növekedés hatásai**

Magasabb átlaghőmérséklet mellett a kétszeres CO<sub>2</sub>-szint, bár a kalászosokat korábbivá tette és a fajták nagyobb részénél lerövidítette a növények élettartamát is, a biomassza felhalmozást összességében jóval hatékonyabbá tette, jelentősen csökkentve a normál CO<sub>2</sub>-koncentráción és magasabb

hőmérsékleten nevelt növényeknél mért veszteségeket. Ugyanakkor CO<sub>2</sub>-szint emelése a szemek méretének növelésével jelentősen kompenzálni tudta a magas hőmérséklet káros hatását, és megnövelte a termés hozamot is, mely nem különbözött szignifikánsan a kontroll hőmérsékleten, normál CO<sub>2</sub>-szinten mért értékektől (1. ábra).

A szemben a fehérjetartalom a magas hőmérséklet hatására nem változott meg szignifikánsan a fajták átlagában, azonban a kétszeres CO<sub>2</sub>-szinten és magas hőmérsékleten már csökkentette az összes fehérjetartalmat. A genotípusok között azonban jelentős eltéréseket tapasztaltunk. Voltak átlagosan reagáló fajták is, azonban a genotípusok nagyobb részében vagy csökkent, vagy nőtt a fehérjetartalom a magasabb hőmérséklet hatására. Emelt légköri CO<sub>2</sub>-szinten és magas hőmérsékleten azonban a fajták többségében valóban csökkent a szem fehérjetartalma, két genotípusnál volt csak kis mértékű emelkedés (a magasabb hőmérséklet következtében), négy fajtánál a fehérjetartalom megegyezett a kontrollnál mért értékekkel (Bencze és mtsai. 2005).



1. ábra. Az átlaghőmérséklet emelkedés és a kétszeres CO<sub>2</sub>-szint hatása a gabonafélék biomassza és termés hozamára, valamint a szemtermés fehérje tartalmára  
 EH=emelt hőmérséklet (+2°C)+370 ppm CO<sub>2</sub>; EC+EH=emelt hőmérséklet (+2°C) +750 ppm CO<sub>2</sub>; kontroll=100%

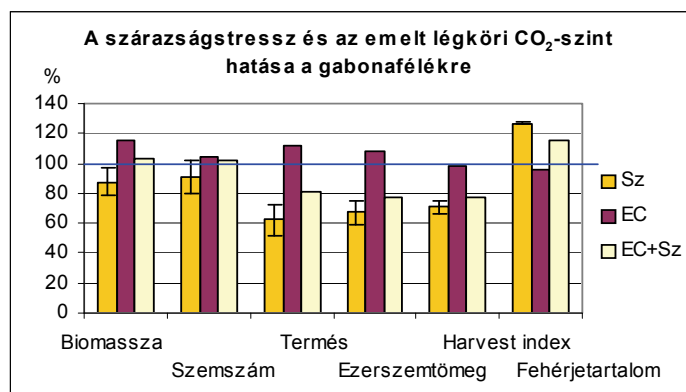
### A szárazság és az emelt CO<sub>2</sub> szint hatásai

Az érés korai szakaszában alkalmazott szárazságstressz gátolta a növények biomassza felhalmozását és korai kényszerérést okozott, növelte a steril szemek számát. Lecsökkent a szemek végső tömege is, melynek következményei a növényenkénti szemtermés mennyiségének 40%-os átlagos csökkenése és alacsonyabb harvest index értékek lettek. A kisebb tömegű szemekben relatíve magasabb volt a fehérjetartalom a keményítőfrakció rovására (2. ábra).

A kétszeresre emelt légköri CO<sub>2</sub>-szint már a kalászolás előtt megnövelte a biomassza felhalmozást, míg a szemek száma kisebb mértékben lett magasabb. Az intenzívebb szénhidrát beépülésnek köszönhetően nőtt a gabonaszemek

átlagos tömege és a növényenkénti termés mennyisége is, míg a harvest index nem különbözött szignifikánsan a kontrolltól, jelezve, hogy a növény által megkötött nagyobb CO<sub>2</sub> mennyiség átlagban arányosan jelent meg a szemtermésben is.

Az emelt légköri CO<sub>2</sub>-szint kedvező hatásának következtében általánosságban javult a gabonafélék szárazságtűrő képessége, a biomassza tömege és a szemszám olyan mértékben, hogy a kétszeres CO<sub>2</sub>-koncentráción nevelt, szárazságstressz kezelést kapott növények mutatói a kontroll növényekével voltak azonosak. A magas CO<sub>2</sub>-koncentráció a szárazságstressznek a termés mennyiségi paraméterekre gyakorolt negatív hatásait is jelentősen mérsékelni tudta. Bár a kontroll (normál vízellátottság) értékeket nem érte el, a termés nagyobb volt a normál CO<sub>2</sub>-szinten nevelt szárazságstressz kezelésben részesített növényekhez képest, és nőtt az ezerszemtömeg és a harvest index is. A szemek fehérjetartalma a magas CO<sub>2</sub>-szint és a szárazságstressz ellentétes hatása következtében közepes mértékben lett magasabb (Veisz és mtsai. 2008).

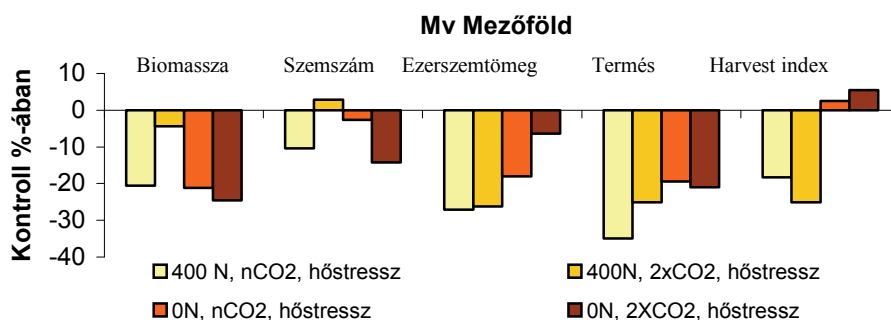


2. ábra A szárazságstressz és az emelt légköri CO<sub>2</sub>-szint hatása a gabonafajták átlagos produkciójára és szemtermés minőségére.

Sz=szárazságstressz; EC=emelt CO<sub>2</sub> (750 ppm); kontroll=100%

### A tápanyagellátás, a hőmérséklet és az emelt CO<sub>2</sub> szint együttes hatása

A N ellátottság és az emelt CO<sub>2</sub>-szint összefüggésének vizsgálata során azt tapasztaltuk, hogy a hőstressz a termés szempontjából (ezerszemtömeg, szemtermés és harvest index) az alacsony nitrogénellátottságú talajon, emelt légköri CO<sub>2</sub> koncentráción fejtette ki a legkevésbé a káros hatásait a környezeti tényezők különböző kombinációi közül (3. ábra) (Veisz és mtsai, 2005). A magas CO<sub>2</sub>-szint kedvező volt mindkét nitrogén ellátottság mellett a biomassza felhalmozásra és a szemszám alakulására is. Az Mv Mezőföldnél csak 400N ellátottságnál jelentkezett a CO<sub>2</sub>-szint emelésének a kedvező hatása, azonban Mv Emmánál és Mv Martinánál alacsonyabb nitrogénszinten is fokozottabb biomassza felhalmozást figyeltünk meg (Bencze és mtsai, 2000; 2006; 2007).



3. ábra. A N-ellátottság, a hőstressz és a CO<sub>2</sub> szint hatása az őszi búza biomassza terméshozamára. nCO<sub>2</sub>=370 ppm; 2\*CO<sub>2</sub>=750 ppm; a kontroll a 400 mg N/kg talaj szárazanyag hatóanyag koncentrációnál és normál hőmérsékleti feltételeknél mért érték.

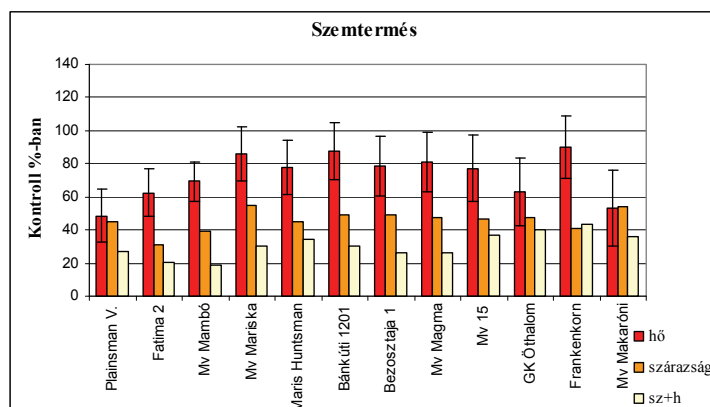
### Hő- és szárazság-stressz hatásai

A szárazság és a magas hőmérséklet külön-külön és együttesen is negatív hatással volt mind a reprodukív folyamatokra, mind a termés minőségének alakulására. A hő és a szárazságstressz a szemtermésben és ezerszemtömegben jelentős mértékű változást eredményezett (1. táblázat) (Balla és mtsi, 2006; Balla és mtsi, 2008). A hőstressz hatására a termés átlagosan 27%-al, az ezerszemtömeg 20%-al csökkent (4.ábra) (Balla és Veisz, 2007). A szárazságstressz a termés 54%-os, az ezerszemtömeg 44%-os csökkenését okozta. A legdrasztikusabb mértékű csökkenés a két stressz együttes hatására következett be a termésnél (70%) és az ezerszemtömegnél (62%). Az átlagos szemméret csökkenésével magyarázható, hogy a szemek fehérjetartalma viszont relatíve nőtt a stresszkezelések hatására.

A legnagyobb mértékű szignifikáns változást általában a szárazság és hőstressz egyidejű jelenléte okozta. A hőstressz kezelt növények szemtermésében is tapasztalható volt relatív fehérje növekedés, de általában nem olyan mértékű, mint a szárazságstressznek kitett növényeknél. A fehérjetartalom emelkedése azonban nem jelentett jobb szemtermés minőséget, mivel a Zeleny szám csökkenése azt mutatta, hogy a sikerfehérjék összetétele kedvezőtlenül alakult.

1. táblázat. A hő és a szárazságstressz hatása a búza szemtermésére és minőségére a fajták átlagában (sz+h = szárazság+hő)

Vizsgált paraméterek	Kezelések				
	kontroll	hő	szárazság	sz+h	SzD <sub>5%</sub>
Termés (g/növény)	2,63	1,92	1,19	0,78	0,22
Ezerszemtömeg (g)	35,1	28,0	19,4	13,0	1,63
Fehérjetartalom (%)	16,8	18,1	19,6	20,9	0,11
Zeleny-szám (%)	25,4	25,8	21,6	15,3	1,53



4. ábra. Szemtermés változása a kontroll %-ban (sz+h = szárazság+hő)

### Az emelt légköri CO<sub>2</sub>-koncentráció hatása a gazdanövény-kórokozó kapcsolatra

A kétszeres CO<sub>2</sub>-szinten nevelt növények levélbetegségeinél felnőtt korban csökkent fokú rezisztenciát figyeltünk meg, a levélrozsdával történt fiatalkori fertőzésnél viszont fajtától függő reakciót kaptunk (2. táblázat).

2. táblázat. Az emelt légköri CO<sub>2</sub>-koncentráció hatása az őszi búzafajták rezisztenciájára

	LR	SR	LH	KF1	KF2
<b>fiatalkori rezisztencia</b>					
Mv Regiment	NS ↓	-	-	-	-
Alcedo	*** ↑	-	-	-	-
<b>felnőttkori rezisztencia</b>					
Mv Regiment	*** ↓	NS	R	NS	* ↑
MV Emma	NS	* ↓	*** ↓	NS ↓	* ↓
Mv Mambó	R	R	*** ↓	NS	NS ↓

LR= levélrozsdá, SR= szárrozsdá, LH= lisztharmat, KF1= kalászfuzárium 1. típusú rezisztencia, KF2= kalászfuzárium 2. típusú rezisztencia.

\*, \*\*, \*\*\* = szignifikáns különbség a P=0,5, 0,1 és 0,01 valószínűségi szinten. R=rezisztens (nem fertőződött), ↓, ↑ = csökkenés, illetve növekedés a rezisztencia mértékében, NS= nem szignifikáns

Az igen fogékony 'Alcedo' kisebb mértékben fertőződött, míg az 'Mv Regiment' kissé fogékonyabb volt a kétszeres CO<sub>2</sub>-szinten. Összességében azonban megállapítható, hogy a magas CO<sub>2</sub>-szint általában kedvez a levélgomba megbetegedések kialakulásának. A kalászfuzárium tünetek két genotípusnál súlyosabbak voltak emelt légköri CO<sub>2</sub>-szinten, mint normál CO<sub>2</sub>-koncentráción ('Mv Emma', 'Mv Mambó'), míg a kórokozó az 'Mv Regiment' kalászában kevésbé tudott terjedni. A lisztharmat fertőzést a vegyszeresen (elemi kén) nem

védett növényeken értékeltük, melyeken a kórokozó spontán jelent meg. Itt is elmondható volt, hogy a kétszeres CO<sub>2</sub>-szinten a gomba sokkal súlyosabban fertőzte a növényeket ('Mv Mambó', 'Mv Emma'), azonban a liztharmatra rezisztens 'Mv Regiment' a magas CO<sub>2</sub>-koncentráción is ellenálló maradt.

### Köszönetnyilvánítás

Munkánkat az NKFP OM-0018/2004, az NKFP OM-00047/2005, az OTKA K63369, OTKA NK 72913 és az AGRISAFE 203288 sz. EU-FP7-REGPOT 2007-1 pályázatok támogatták.

### Megjelent publikációk

- Balla, K., Bedő, Z., Veisz, O. (2006): Effect of heat and drought stress on the photosynthetic processes of wheat. *Cereal Research Communications*, **34**, (1) 381-384.
- Balla, K., Veisz, O. (2007): A kalászosok minőségének változása hő- és szárazságstressz hatására. *Acta Agronomica Óvariensis*, **49**, (2) 451-455.
- Balla, K., Bedő, Z., Veisz, O. (2008): Study of physiological and agronomic traits in winter wheat under low water supplies. *Cereal Research Communications*, **36**, 1103-1106.
- Bencze, Sz., Veisz, O., Janda, T., Bedő, Z. (2000): Effects of elevated CO<sub>2</sub> level and N and P supplies on two winter wheat varieties in the early developmental stage. *Cereal Research Communications*, **28**, 123-130.
- Bencze, Sz., Veisz, O., Bedő, Z. (2005): Effect of elevated CO<sub>2</sub> and high temperature on the photosynthesis and yield of wheat. *Cereal Research Communications*, **33**, 385-388.
- Bencze, Sz., Bedő, Z., Veisz, O. (2006): Variation in the leaf composition of winter wheat varieties due to soil nitrogen content and elevated atmospheric CO<sub>2</sub> level. *Cereal Research Communications*, **34**: 401-404.
- Bencze, Sz., Keresztényi, E., Veisz, O. (2007): Change in heat stress resistance in wheat due to soil nitrogen and atmospheric CO<sub>2</sub> levels. *Cereal Research Communications*, **35**, 229-232.
- Bencze, Sz., Balla, K., Bedő, Z., Veisz, O. (2008): Combined effects of water shortage and fungal diseases on the performance of cereals. *Cereal Research Communications*, **36**, 1099-1102.
- Veisz, O., Braun, H. J., Bedő, Z. (2001): Plant damage after freezing, and the frost resistance of varieties from the facultative and winter wheat observation nurseries. *Euphytica*, **119**, (1-2) 179-183.
- Veisz, O., Bencze, Sz., Janda, T., Páldi, E., Bedő, Z. (2004): Changes in the activity of antioxidant enzymes in cereal species during the winter. *Cereal Research Communications*, **32**, (4) 493-500.
- Veisz, O., Bencze, Sz., Bedő, Z. (2005): Effect of elevated CO<sub>2</sub> on wheat at various nutrient supply levels. *Cereal Research Communications*, **33**, (1) 333-336.
- Veisz, O., Bencze, Sz., Balla, K., Vida, Gy., Bedő, Z. (2008): Change in water stress resistance of cereals due to atmospheric CO<sub>2</sub> enrichment. *Cereal Research Communications*, **36**, 1095-1098.