



## A nitrogénellátottság és a légköri CO<sub>2</sub>-szint hatása az őszi búza kalászosulására és érésére

BENCZE SZILVIA – VEISZ OTTÓ

Magyar Tudományos Akadémia  
Mezőgazdasági Kutatóintézete  
Martonvásár

### ÖSSZEFOGLALÁS

A kétszeres légköri CO<sub>2</sub>-szint az őszi búza későbbi kalászosulását okozta, a mellékkalászok megjelenésének ütemét azonban általában gyorsabbá tette. Optimális nitrogénellátottságnál a fajták egy részénél megnőtt a kalászok száma is, ezáltal a kalászosulás időtartama összességében nem változott, míg nitrogénhiánynál rövidebbé vált. A főkalászok jó nitrogénellátottságnál és emelt CO<sub>2</sub>-szinten értek meg a legkésőbb, ugyanakkor itt volt a leggyorsabb az érés, és mire valamennyi kalász megérett, már csak egyetlen fajtánál maradt meg a kezdeti különbség.

**Kulcsszavak:** búza, nitrogén, emelt CO<sub>2</sub>-szint, kalászosulás, érés.

### BEVEZETÉS

A Föld légkörében a CO<sub>2</sub> koncentrációja az ipari forradalom előtt évszázadokig változatlan 280 ppm-ről mára már 380 ppm-re emelkedett. A tendenciát figyelembe véve, 2100-ra még a legoptimistább előrejelzések szerint is legkevesebb 550 ppm lesz, de ennek kétszeresét sem lehet kizárni. Amellett, hogy üvegházhatást okoz, a növekvő CO<sub>2</sub>-szint serkenti a növények biomassza felhalmozását, és növeli a gabonafélék termésének mennyiségét (Wheeler *et al.* 1996). A magas CO<sub>2</sub>-koncentráció azonban – a felgyorsult növekedési ütem következtében – a tápanyagigény optimumának eltolódásához vezethet (Bencze *et al.* 2000), és későbbi kalászosulást idézhet elő búzáknál (Slafer és Rawson 1997, Bencze *et al.* 2004). A tápanyag-ellátottság alapvető jelentőségű, optimális nitrogénszint mellett az emelt légköri CO<sub>2</sub>-koncentráció maximális biomassza növekedést eredményez (Wolf 1996). Kevésbé ismert azonban, hogy a nitrogén- és CO<sub>2</sub>-szint együttesen hogyan hat a kalászosulásra és az érésre. Munkánkban erre a kérdésre kerestük a választ.

## ANYAG ÉS MÓDSZER

Kísérleteinket fitotronban, két Conviron PGV-36 klímakamrában végeztük, eltérő agronómiai tulajdonságú őszi búza-fajtákon (*Triticum aestivum* L. cv. *Mv Martina*, *Mv Emma*, és *Mv Mezőföld*). A kezelésként 28 vernalizált csíranövényt négyesével 21x21x17 cm méretű szögletes cserepekbe, 3,82 kg száraz talajnak megfelelő földkeverékbe ültettük. A növények nevelése T2 és Ny2 klímaprogramon történt (*Tischner et al.* 1997), a kamrákban a levegő CO<sub>2</sub>-koncentrációja normál (NC, 375 μmol mol<sup>-1</sup>), illetve kétszeresre emelt (EC, 750 μmol mol<sup>-1</sup>) volt. Kalászlásig a növények tíz részletben, tápoldatban makro- és mikrotápelemeket kaptak, a 0N kezelésben nitrogén kivételével, míg a 400N kezelésnél 400 mg kg<sup>-1</sup> hatóanyag koncentráció szerint, ammónium nitrát formájában.

Valamennyi növénynél és kalásznál feljegyeztük a kalászlás időpontját, valamint az érettség elérésének idejét (Zadock 59, illetve 92). A kalászlási dátumok különbségéből kiszámítottuk a fő-, illetve a második kalász közötti időt (KKI<sub>1-2</sub>), valamint a második és a harmadik kalász közötti időt (KKI<sub>2-3</sub>), a kalászlás hosszát (az első és utolsó kalász megjelenési időpontjának különbsége, ahol a főkalász megjelenésének napja az 1. nap). A teljesérés során megkülönböztettük a főkalász érését, valamint a teljes érettséget, amikor valamennyi kalász érett volt, e két dátum különbségéből számoltuk ki az érés időtartamát (1. kalász érése 1. nap).

## EREDMÉNYEK ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

### *Kalászlás változása*

400 mg/kg nitrogénellátottság mellett a főkalász 2,7–4,1 nappal később jelent meg emelt légköri CO<sub>2</sub>-szinten, mint a normál légköri CO<sub>2</sub>-koncentráción (*1. táblázat*). Két fajtánál azonban a második kalász hamarabb követte az elsőt, míg az *Mv Mezőföldnél* hasonló ütemben fejlődött mindkét CO<sub>2</sub>-szinten. A kalászlás teljes időtartama összességében nem különbözött szignifikánsan, mivel a kalászsám is nagyobb lett magas CO<sub>2</sub>-szinten.

A talajnitrogénszint hatása genotípustól függően változott. Az alacsony nitrogénellátottságnál a kalászlás koraibbá, lassúbbá, és elhúzódóbbá vált az *Mv Martinánál*, de a kalászkok száma nem csökkent. Bár az *Mv Mezőföldnél* a kalászlás kezdete egybeesett mindkét nitrogénszinten, az alacsony nitrogénszint késleltette a második kalász megjelenését. A növények kevesebb kalászt hoztak, de a kalászlás teljes időtartama nem változott. Az *Mv Emmánál* valamennyi kalászlási jellemző változatlan maradt alacsony nitrogénszinten is, igaz azonban, hogy a kétszeres CO<sub>2</sub>-szint sem okozott változást a kalászlási paraméterekben. Az *Mv Martina* és az *Mv Mezőföld* fajtáknál még alacsony nitrogénellátottságnál is késedelmes kalászlást okozott a kétszeres légköri CO<sub>2</sub>-szint, de itt a növényeken a hasonló számú kalász gyorsabb ütemben jelent meg, mint normál légköri CO<sub>2</sub>-koncentráción. Ennél a két fajtánál alacsony nitrogénszinten a kalászlás időtartama mintegy 3 nappal lett rövidebb kétszeres légköri CO<sub>2</sub>-koncentráción (amennyivel egyébként később kezdődött a kalászlás).

1. táblázat A nitrogénszint és a CO<sub>2</sub>-koncentráció hatása a kalászosulásra

Table 1. Effect of nitrogen and CO<sub>2</sub> levels on heading

(1) parameters, (2) varieties, (3) spike number, (4) heading date of main spike, days after planting, (5) and (6) days between spikes 1 and 2, 2 and 3, respectively, (7) heading period

Paraméterek (1)	Fajták (2)								
	Mv Martina			Mv Emma			Mv Mezőföld		
	NC	EC		NC	EC		NC	EC	
<b>400 mg kg<sup>-1</sup> N</b>									
Kalászsám (db) (3)	2,46	<b>2,89</b>	+	3,75	<b>4,25</b>	*	<b>3,25</b>	2,96	
Kalászoslási idő* (4)	<b>75,1</b>	<b>77,8</b>	***	79,4	<b>82,8</b>	***	78,4	<b>82,5</b>	***
KKI <sub>1-2</sub> (5)	<b>6,9</b>	4	***	4,7	3,3	**	<b>4,9</b>	4,1	
KKI <sub>2-3</sub> (6)	<b>2,7</b>	2,9		1,9	1,6		2,3	1,8	
Kalászoslás hossza (7)	<b>9,3</b>	8		8,8	7,2	+	8	6,8	
<b>0 mg kg<sup>-1</sup> N</b>									
Kalászsám (db) (3)	2,36	<b>2,38</b>		3,5	<b>3,61</b>		<b>2,61</b>	2,71	
Kalászoslási idő* (4)	<b>72,3</b>	<b>75</b>	***	80,3	<b>80,9</b>		78,6	<b>81</b>	*
KKI <sub>1-2</sub> (5)	<b>8,6</b>	5,4	***	4,7	3,8		<b>6,4</b>	4,3	**
KKI <sub>2-3</sub> (6)	<b>6,1</b>	4		2,1	1,8		3	2,7	
Kalászoslás hossza (7)	<b>11,4</b>	8,1	**	8,9	7,4		9,1	6,4	***

\* főkalász kalászoslási ideje, az ültetéstől eltelt napok számában kifejezve. NC = normál, EC = emelt CO<sub>2</sub>-szint, KKI<sub>1-2</sub> és KKI<sub>2-3</sub> = a fő- és második, illetve a második és harmadik kalász megjelenése közötti napok száma. +, \*, \*\*, \*\*\* szignifikáns különbség a CO<sub>2</sub> kezelések között a p = 0,1, 0,5, 0,01 és 0,001 valószínűségi szinteken. A vastag betűs szedés szignifikáns különbséget jelöl a nitrogén kezelések között a p ≤ 0,05 valószínűségi szinten. NC, EC = normal, elevated CO<sub>2</sub>. +, \*, \*\*, \*\*\* significant differences between the CO<sub>2</sub> treatments at the p = 0.1, 0.5, 0.01 and 0.001 probability levels. Numbers in bold show significant differences between nitrogen treatments at p ≤ 0.05.

**Az emelt légköri CO<sub>2</sub>-koncentráció és a nitrogénszint hatása a kalászosulás érésére**

A főkalászosulás érése élesen elkülönült a mellékalászosulástól és a kezelések között szignifikáns különbségek voltak (2. táblázat). Mindhárom fajtánál a főkalászosulás emelt CO<sub>2</sub>-koncentráción és 400 mg/kg nitrogénszinten értek a legkésőbb, bár a koraiságot alapvetően a genotípus kalászosulási sajátosságai határozták meg. A kétszeres légköri CO<sub>2</sub>-szint két fajtánál később kezdődő érést okozott mindkét talajnitrogénszinten, míg az alacsony nitrogénszint az Mv Emmánál nem okozott változást, az Mv Martinánál korábbi, az Mv Mezőföldnél későbbi főkalászosulást eredményezett.

Az érés folyamata a leglassabb az Mv Martinánál, közepes az Mv Emmánál, leggyorsabb az Mv Mezőföldnél volt. Az érés időtartama nagyobb mértékben függött a fajtától, mint a kezeléstől. Általánosságban elmondható, hogy a 0N, normál CO<sub>2</sub> kezeléskor tartott a legtovább az érés, míg a legrövidebb idő alatt a 400N, kétszeres CO<sub>2</sub> kezeléskor értek meg a növények kalászosulása. Mivel éppen ez utóbbi kezeléskor kezdődött a legkésőbb az érés, a folyamat lerövidülése azt eredményezte, hogy mire valamennyi kalászosulás megérett, a kezelések átlaga között kezdetben meglévő különbségek lecsökkentek. Ekkor már csak az Mv Mezőföldnél volt szignifikáns eltérés a kezelések között.

2. táblázat Emelt légköri CO<sub>2</sub>-szint és a nitrogénellátottság hatása az érésreTable 2. Effect of elevated CO<sub>2</sub> and nitrogen supplies on maturation(1) parameters, (2) maturation of main spike, days after planting,  
(3) full maturation, (4) maturation period

Paraméter (1)	NC		EC		SzD <sub>5%</sub> LSD <sub>5%</sub>
	0N	400N	0N	400N	
<i>Mv Martina</i>					
Főkalász érés (2)	109 <sup>a</sup>	110 <sup>b</sup>	112 <sup>c</sup>	113 <sup>d</sup>	1,05
Teljes érettség (3)	117	116	118	118	2,07
Érés időtartama (4)	9,6 <sup>a</sup>	7,3 <sup>b</sup>	7 <sup>b</sup>	6,5 <sup>b</sup>	1,79
<i>Mv Emma</i>					
Főkalász érés (2)	111 <sup>a</sup>	110 <sup>a</sup>	111 <sup>a</sup>	114 <sup>b</sup>	1,19
Teljes érettség (3)	119	118	119	119	1,79
Érés időtartama (4)	8,6 <sup>a</sup>	8,6 <sup>a</sup>	8,7 <sup>a</sup>	6,1 <sup>b</sup>	1,76
<i>Mv Mezőföld</i>					
Főkalász érés (2)	110 <sup>b</sup>	109 <sup>a</sup>	112 <sup>c</sup>	113 <sup>d</sup>	0,91
Teljes érettség (3)	116 <sup>b</sup>	114 <sup>a</sup>	115 <sup>b</sup>	116 <sup>bc</sup>	1,33
Érés időtartama (4)	6,8 <sup>a</sup>	5,9 <sup>a</sup>	4,6 <sup>b</sup>	4,4 <sup>b</sup>	1,20

\* ültetéstől eltelt napok száma, NC = normál, EC= emelt CO<sub>2</sub>-szint, a, b, c, d = az eltérő betűk szignifikáns különbségeket jelölnek a p ≤ 0,05 valószínűségi szinten.

NC, EC = normal, elevated CO<sub>2</sub>, a, b, c, d = significant differences at p ≤ 0.05.

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Kutatásainkat az OTKA K63369 sz. pályázat fedezte.

### Effect of nitrogen supply and atmospheric CO<sub>2</sub> levels on the heading and maturation of winter wheat

SZILVIA BENCZE – OTTÓ VEISZ

Agricultural Research Institute of the Hungarian Academy of Sciences  
Martonvásár

## SUMMARY

Elevated CO<sub>2</sub> caused later heading of the main spike in all three varieties but further spikes usually emerged at a faster rate. Plants of two genotypes also produced more spikes in a similar number of days than at ambient CO<sub>2</sub>, while the heading period was shortened by low nitrogen supply. Main spikes matured latest with optimum nitrogen and doubled CO<sub>2</sub> level, though the plants also reached full maturity fastest in this treatment. As a result,

the difference between the treatments was only significant in one variety by the end of maturation.

**Keywords:** wheat, nitrogen, elevated CO<sub>2</sub>, heading, maturation.

## IRODALOM

- Bencze, S. – Veisz, O. – Bedő, Z. (2000):* Effect of elevated CO<sub>2</sub> level and N and P supplies on two winter wheat varieties in the early developmental stage. *Cereal Res Commun* **28**, 123–130.
- Bencze, S. – Veisz, O. – Bedő, Z. (2004):* Effects of high atmospheric CO<sub>2</sub> on the morphological and heading characteristics of winter wheat. *Cereal Res Commun* **32**, 233–240.
- Slafer, G. A. – Rawson, H. M. (1997):* CO<sub>2</sub> effects on phasic development, leaf number and rate of leaf appearance in wheat. *Annals Bot* **79**, 75–81.
- Tischner, T. – Kőszegi, B. – Veisz, O. (1997):* Climatic programmes used in the Martonvásár Phytotron most frequently in recent years. *Acta Agron. Hung.* **45**, 85–104.
- Wheeler, T. R. – Batts, G. R. – Ellis, R. H. – Hadley, P. – Morrison, J. I. L. (1996):* Growth and yield of winter wheat (*Triticum aestivum*) crops in response to CO<sub>2</sub> and temperature. *J Agric. Sci. Cambridge* **127**, 37–48.
- Wolf, J. (1996):* Effects of nutrient supply (NPK) on spring wheat response to elevated atmospheric CO<sub>2</sub>. *Plant & Soil*, **185**, 113–123.

*A szerzők levélcíme – Address of the authors:*

BENCZE Szilvia – VEISZ Ottó  
MTA Mezőgazdasági Kutatóintézete  
H-2462 Martonvásár, Brunszvik u. 2.  
E-mail: benczesz@mail.mgki.hu  
E-mail: veiszot@mail.mgki.hu