

Eltérő évjáratípusok és agrotechnikai tényezők interaktív hatása az őszi búza (*Triticum aestivum* L.) termésére

PEPÓ PÉTER

Debreceni Egyetem AMTC, Növénytudományi Intézet, Debrecen

Összefoglalás

Tartamkísérletben, Hajdúságban (Kelet-Magyarország), csernozjom talajon vizsgáltuk eltérő évjáratok (2007. év = száraz, 2008. év = kedvező vízellátottságú) és egyes agrotechnikai tényezők (vetésváltás, trágyázás, öntözés) kölcsönhatásait adott őszi búza fajta (Mv Pálma) agronómiai tulajdonságaira és termésére. A levél- (lisztharmat, DTR, levélrozsdafertőzöttség) és kalászbetegségek (kalászfuzárium-fertőzöttség) mértékét döntően a trágyaadagok határozták meg, melyet az évjárat, a vetésváltás és öntözés kisebb-nagyobb mértékben módosított. A búza állományok megdőlését a kedvező vízellátottságú évjárat (2008. év) és a nagyobb trágyaadagok ($N_{150-200}+PK$) jelentősen növelték. Aszályos évjáratban az őszi búza maximális termése bikultúrában 5590 kg/ha, trikultúrában 7279 kg/ha (nem öntözött), ill. 7835 kg/ha és 8492 kg/ha (öntözött) volt. A kedvező vízellátottságú évjáratban a búza termésmaximuma bikultúrában 7065 kg/ha, trikultúrában 8112 kg/ha (nem öntözött), ill. 6882 kg/ha és 7874 kg/ha (öntözött) volt. Aszályos évjáratban az öntözés maximális terméstöbblete 2630 kg/ha (bikultúra) és 1579 kg/ha (trikultúra) volt. Az öntözés terménövelő hatása csak megfelelő tápanyagellátás mellett érvényesült (a víz- és tápanyagellátás interaktív hatása). A trágyázás hatására aszályos évjáratban 2853–3698 kg/ha (nem öntözött) és 3164–5505 kg/ha (öntözött) terméstöbbletet kaptunk. Kedvező vízellátású évjáratban a trágyázás terménövelő hatását alapvetően meghatározta a vetésváltás (bikultúrában 3990–4050 kg/ha, trikultúrában 524–884 kg/ha terméstöbblet). Az évjárat és vetésváltás befolyásolta az optimális NPK adagot. Száraz évjáratban bikultúrában az $N_{150-200}+PK$, trikultúrában az $N_{100-150}+PK$, kedvező vízellátottságú évjáratban pedig az $N_{150}+PK$ (bikultúra) és az $N_{50}+PK$ (trikultúra) trágyakezelés bizonyult optimálisnak.

Kulcsszavak: őszi búza, évjárat, agrotechnikai elemek, agronómiai tulajdonságok, termés

Interactive effect of different crop years and agrotechnical factors on the yield of winter wheat (*Triticum aestivum* L.)

P. PEPÓ

University of Debrecen, Centre of Agricultural Sciences and Engineering,
Institute of Crop Sciences, Debrecen

Summary

We examined the effects of different crop years (2007 [dry], 2008 [favourable water supply]) and the interactions of certain agrotechnical factors (crop rotation, fertilisation, irrigation) on the agronomic characteristics and yield of a given winter wheat cultivar (Mv Pálma) in a long-term experiment on chernozem soil in the Hajdúság (eastern Hungary). The extent of leaf diseases (powdery mildew, DTR and leaf rust infection) and ear diseases (fusarium ear blight infection) was mainly determined by fertiliser doses, which were modified by crop year, crop rotation and irrigation to a lesser or greater extent. The lodging of wheat populations was significantly increased by the favourable water supply in 2008 and the higher fertiliser doses ($N_{150-200}+PK$). In the droughty crop year, the highest yield was 5590 kg ha^{-1} in biculture, 7279 kg ha^{-1} in triculture (non-irrigated), whereas the respective values in the irrigated treatments were 7835 kg ha^{-1} and 8492 kg ha^{-1} . In the crop year with favourable water supply, the highest yield was 7065 kg ha^{-1} in biculture, 8112 kg ha^{-1} in triculture (non-irrigated), whereas the respective values in the irrigated treatments were 6882 kg ha^{-1} and 7874 kg ha^{-1} . In the droughty crop year, the highest yield surplus generated by irrigation was 2630 kg ha^{-1} (biculture) and 1579 kg ha^{-1} (triculture). The yield improvement effect could only be observed if nutrient supply was adequate (the interactive effect of water and nutrient supply). As a result of fertilisation, we observed $2853\text{--}3698 \text{ kg ha}^{-1}$ (non-irrigated) and $3164\text{--}5505 \text{ kg ha}^{-1}$ (irrigated) yield surplus values in the droughty crop year. In the crop year with favourable water supply, the yield improvement effect of fertilisation was fundamentally determined by crop rotation ($3990\text{--}4050 \text{ kg ha}^{-1}$ yield surplus in biculture, $524\text{--}884 \text{ kg ha}^{-1}$ in triculture). Crop rotation and crop year influenced the optimal NPK dose. The optimal fertiliser dose in the droughty year was $N_{150-200}+PK$.

in biculture, $N_{100-150}+PK$ in triculture, whereas the respective fertiliser treatment values during the crop year with favourable water supply were $N_{150}+PK$ (biculture) and $N_{50}+PK$ (triculture).

Key words: winter wheat, crop year, agrotechnical elements, agronomic characteristics, yield

Bevezetés, irodalmi áttekintés

A búzatermesztésben a termés nagyságát és a különböző agronómiai tulajdonságokat az ökológiai (időjárás, talaj), a biológiai (genotípus) és az agrotechnikai (vetésváltás, tápanyagellátás, vízellátás, növényvédelem) tényezők együttesen határozzák meg. E tényezők közül különösen fontosak az abiotikus (időjárás, víz- és tápanyagellátás), valamint a biotikus (betegségek, állati kártevők, gyomok) stresszhatások. Szász (2002) megállapítása szerint hazánkban a száraz évjáratok gyakorisága 22,5%-ról 52,6%-ra nőtt az elmúlt másfél évszázadban. Olsen és Bindi (2002), Birkás *et al.* (2006), Várallyay (2007), Balogh és Pepó (2008) kutatásaik alapján arra mutattak rá, hogy a globális klímaváltozás hatására csökkent a szántóföldi növények termése és nőtt a termésingadozás nagysága. A búza termésmennyisége szempontjából az évjáratok kisebb hányadában a vegetációs periódusban lehulló túlzottan sok csapadék okoz veszteséget indirekt módon, a megdőlés és a betegségek nagyobb mértékű fellépése következtében (Fitt *et al.* 1988, Pepó 2002a, Pietravalle *et al.* 2003). Az évjáratok túlnyomó többségében – a mérsékelt égövi feltételek között – azonban a vízhiány, a szárazság okoz terméscsökkenést a búzánál (Baginskas *et al.* 1985, Zhao 1987, Kosminski *et al.* 1994). A kedvezőtlen időjárási hatások, elsősorban a vízhiány csökkentésében fontos szerepet tölt be a talaj vízgazdálkodása, a talajban tárolt vízkészlet (Shen *et al.* 1999, Domitruk *et al.* 2000). A kedvezőtlen abiotikus stressztényezők (időjárás) hatását részben a megfelelő fajta megválasztással, részben az agrotechnikai elemek helyes alkalmazásával mérsékelni lehet. Az agrotechnikai elemek közül kimagyaslóan fontos szerepet játszik az optimális tápanyag- és vízellátás (Jolánkai 1982, Pepó 2002b, Fowler 2003, Pepó 2007), valamint a vetésváltás (Hornok 2008). A megfelelő vetésváltással egyrészt fenntarthatjuk a talaj termékenységet, másrészt növelhetjük a búza számára rendelkezésre álló, felvehető tápanyagok mennyiségét (Kraljević 2007). A vetésváltás kedvezőtlen hatásait megfelelő, harmonikus tápanyagel-

látással mérsékelni lehet az őszi búza esetében (Zsigrai és Őri 2006, Varga et al. 2007).

Anyag és módszer

A tartamkísérlet 1983. évben került beállításra csernozjom talajon a Hajdúságban (Kelet-Magyarország) a Debreceni Egyetem Növénytudományi Intézet Látóképi Kísérleti Telepén. A polifaktoriális tartamkísérletben vizsgált tényezők a következők voltak:

- vetésváltás: bikultúra (kukorica-búza), trikultúra (borsó-búza-kukorica)
- trágyázás: kontroll, N = 50 kg/ha P_2O_5 = 35 kg/ha, K_2O = 40 kg/ha, ill. ezek 2, 3, 4-szeres adagja
- öntözés: nem öntözött és öntözött kezelés (2007. év = 100 mm; 2008. év = 0 mm)

A vizsgált két évjárat időjárása alapvetően eltért egymástól. A 2007. évet a sokévi átlaghoz viszonyítva melegebb, szárazabb, kifejezetten aszályos, míg a 2008. évet a búza vízellátása szempontjából közel optimális időjárás jellemezte (1. táblázat).

Az abiotikus stresszhatás (időjárás) kifejezett mértékű volt 2007. évben, amikor a vegetációs periódus hőmérséklete 3,1 °C-kal haladta meg a sokévi átlagot, míg a csapadék mennyisége 192,3 mm-rel volt kevesebb. Ebben az évben az öntözött kezelésben 2×50 mm = 100 mm öntöző vizet juttattunk ki. 2008. évben az optimális vízellátás miatt öntözés nem történt. Az alkalmazott fajta az Mv Pálma volt.

Az agronómiai jellemzők közül a lisztharmat (*Erisiphe graminis*), a DTR (*Dreschlera tritici repentis*), a levélrozsdá (*Puccinia tritici*), a kalászfuzárium (*Fusarium ssp.*) fertőzöttséget, valamint az állományok megdőlését határoztuk meg.

A kísérletben alkalmazott egyéb agrotechnikai beavatkozások (talajművelés, vetés, növényvédelem, betakarítás) a korszerű termesztéstechnológia követelményeinek megfelelően történtek.

Eredmények

A csernozjom talajon végzett tartamkísérletben két eltérő időjárású évjáratban (2007. év = aszályos, száraz; 2008. év = kedvező vízellátás) vizsgáltuk az

agrotechnikai tényezők (vetésváltás, trágyázás, öntözés) hatását az őszi búza agronómiai tulajdonságaira (levél- és kalászbetegségek, megdőlés), valamint a termésére. A két évjáratban az abiotikus stresszhatást a jelentősen eltérő időjárási feltételek jelentették, de a tartamkísérlet miatt szintén abiotikus stresszhatásként jelentkezett a tápanyaghiány (kontrollkezelés) és a tápanyagbőség. A kísérletben fellépő különböző levél- és kalászbetegségek pedig a biotikus tényezők által okozott stresszhatásokat jelentették. Így tartamkísérletünkben az abiotikus és biotikus stresszfaktorok interaktív hatásait tudtuk vizsgálni adott termőhelyi feltételek mellett.

1. táblázat. *A tenyészidőszak meteorológiai adatai (Debrecen, 2007–2008. évek)*

| | Október (1) | November (2) | December (3) | Január (4) | Február (5) |
|-----------------------|----------------|-----------------|-----------------|---------------|---------------------------------|
| Hőmérséklet (°C) (12) | | | | | |
| 30 éves átlag (13) | 10,3 | 4,5 | -0,2 | -2,6 | 0,2 |
| 2007. év (14) | 11,3 | 6,2 | 2,2 | 3,7 | 4,1 |
| 2008. év (15) | 9,7 | 3,5 | -0,6 | 1,0 | 3,0 |
| Csapadék (mm) (16) | | | | | |
| 30 éves átlag (13) | 30,8 | 45,2 | 43,5 | 37,0 | 30,2 |
| 2007. év (14) | 22,9 | 9,2 | 5,0 | 23,9 | 53,2 |
| 2008. év (15) | 71,4 | 40,9 | 29,8 | 26,4 | 4,6 |
| | Március (6) | Április (7) | Május (8) | Június (9) | Átlag (10) Összes (11) |
| Hőmérséklet (°C) (12) | | | | | |
| 30 éves átlag (13) | 5,0 | 10,7 | 15,8 | 18,7 | 6,9 |
| 2007. év (14) | 9,1 | 12,6 | 18,4 | 22,2 | 10,0 |
| 2008. év (15) | 6,2 | 11,4 | 16,8 | 20,6 | 8,0 |
| Csapadék (mm) (16) | | | | | |
| 30 éves átlag (13) | 33,5 | 42,4 | 58,8 | 79,5 | 400,9 |
| 2007. év (14) | 14,0 | 3,6 | 54,0 | 22,8 | 208,6 |
| 2008. év (15) | 41,7 | 74,9 | 47,6 | 140,1 | 477,4 |

Table 1. Meteorological data of growing period (Debrecen, 2007–2008). (1) October, (2) November, (3) December, (4) January, (5) February, (6) March, (7) April, (8) May, (9) June, (10) Average, (11) Total, (12) Temperature (°C), (13) 30 year average, (14) 2007, (15) 2008, (16) Rainfall (mm).

A 2007. tenyészév rendkívül kedvezőtlenül alakult az őszi búza vegetatív és generatív fejlődése szempontjából. A vegetációs periódus átlaghőmérséklete 3,1 °C-kal meghaladta a sokévi átlagot, míg a csapadék mennyisége csak 50%-a volt az átlagnak. Ezzel szemben a 2008. év közel optimális volt az őszi búza termésképződése szempontjából. Bár az átlaghőmérséklet 2,1 °C-kal magasabb volt a sokévi átlagnál (elsősorban a rendkívül enyhe téli időjárás miatt), a csapadék mennyisége (77 mm-rel több az átlagnál) és annak megoszlása igen kedvező volt a búza fejlődésére (1. táblázat).

Az őszi búza agronómiai tulajdonságainak elemzése

Az időjárási (abiotikus) stresszhatások jelentős mértékben meghatározták az őszi búza agronómiai tulajdonságait. A kedvező időjárású 2008. évben a levélbetegségek mértéke meghaladta a száraz 2007. évben mért értékeket (2. táblázat).

A levélbetegségek mértékét igen jelentősen növelték a nagyobb trágyaadagok, valamint hatással volt a fertőzősége a vetésváltás és az öntözés (csak 2007. évben) is. A levélbetegségek közül a legnagyobb mértékben a lisztharman fertőzősége lépett fel. A lisztharman fertőzősége maximális értékeit mindkét évjáratban a legnagyobb műtrágya adagnál ($N_{200}+PK$) mértük. A mérsékeltebb vegetatív tömegű állományokban (bikultúra vetésváltás) a lisztharman fertőzősége értékei kisebbek voltak a nagyobb vegetatív tömegű állományokhoz (trikultúra) képest. Az $N_{200}+PK$ kezelésben a lisztharman fertőzősége bikultúra vetésváltásban 2007. évben 35%, 2008. évben 39–42%, míg trikultúra vetésváltásban 46–47%, ill. 50–54% volt. Az aszályos 2007. évben alkalmazott 100 mm öntözés – a rendkívüli szárazság miatt – lényegesen nem befolyásolta hosszabb ideig az öntözött állományok mikroklímáját, így a levélbetegségek (köztük a lisztharman) gyakorlatilag azonos mértékben jelentek meg a nem öntözött (lisztharman fertőzősége bikultúrában 4–35%, trikultúrában 11–47% trágyakezeléstől függően) és az öntözött kezelésben (lisztharman bikultúrában 5–35%, trikultúrában 12–46%). A lisztharman fertőzéshez hasonló tendenciák érvényesültek a többi levélbetegség esetében is az évjáratok és kezelések hatására. A DTR fertőzősége és a levélrozsda fertőzősége a kontroll kezelésben minimális mértékű volt (a DTR 2007. évben bikultúrában 1–4%, trikultúrában 6–7%, 2008. évben 5%, ill. 10%; a levélrozsda 2007. évben bikultúrában 1–2%, trikultúrában 3–5%, 2008. évben 2%, ill. 8–9%), amely elsősorban a műtrágya kezelések

hatására nőtt szignifikánsan (2. táblázat). A legnagyobb adagú tápanyagkezelésben ($N_{200}+PK$) a 2007. évben a DTR fertőzöttség 12–18% (bikultúra), 22–27% (trikultúra), a 2008. évben pedig 28% (bikultúra), ill. 30–32% (trikultúra) volt. Az $N_{200}+PK$ kezelésben a levélrozsda fertőzöttség értékei 2007. évben 10–14% (bikultúra), 17–20% (trikultúra), ill. 2008. évben 21–22% (bikultúra) és 20–23% (trikultúra) voltak. A vetésváltás és az öntözés (2007. év) kisebb mértékben befolyásolta a DTR- és a levélrozsda-fertőzöttséget.

Az abiotikus (évjárat) stresszhatás igen jelentősen meghatározta a kalászfuzárium fertőzöttséget és a megdőlés mértékét (3. táblázat). A rendkívül aszályos 2007. évben kalászfuzárium fertőzés nem lépett fel és az állományok megdőlését sem tapasztaltuk még a nagy műtrágya adagú, öntözött kezelésekben sem. Az optimális vízellátottságú 2008. év kedvezett a kalászfuzárium fertőzésnek. A trágyakezelések mindkét vetésváltásban szignifikánsan növelték a kalászfuzárium fertőzöttséget (bikultúrában a kontrollkezelésben 3–5%, trikultúrában 5–6% fertőzöttség, az $N_{200}+PK$ kezelésben 16–17%, ill. 12–13% fertőzöttség). Bikultúra vetésváltásban, kukorica elővetemény után valamegyest nagyobb mértékű kalászfuzárium fertőzöttséget mértünk. Trikultúrában, borsó elővetemény után az N-többlet miatti jelentős vegetatív fejlettség növelte a kalászfuzárium fertőzöttséget. A kedvező vízellátottságú 2008. évben a trágyázás hatására képződött nagyobb vegetatív tömegű állományokban jelentős mértékű megdőlést tapasztaltunk. Míg a kontroll és kisadagú ($N_{50}+PK$) kezelésekben megdőlés sem a bi-, sem a trikultúrában nem fordult elő, addig a nagyobb műtrágya adagoknál (bikultúrában $N_{200}+PK$ kezelésben, trikultúrában $N_{150-200}+PK$ kezelésekben) az állományok teljes (100%) megdőlését tapasztaltuk. A trikultúrában (borsó elővetemény) a megdőlés mértéke szignifikánsan nagyobb volt a 2008. évi kísérletünkben, mint a bikultúra (kukorica elővetemény) vetésváltásban.

Az őszi búza terméseredményeinek az elemzése

Az őszi búza 2007. és 2008. évi terméseredményei rendkívül jól tükrözik az időjárási stresszhatásokat, valamint az azokat módosító (mérséklő vagy fokozó) agrotechnikai elemek kölcsönhatásait (4. táblázat). Az aszályos, száraz 2007. év kedvezőtlen hatású volt mind az őszi búza állományok vegetatív fejlődésére, mind a termésképződési folyamataira. A kedvezőtlen, száraz évjárat stresszhatásait megfelelő agrotechnikával jelentősen mérsékelni lehetett.

2. táblázat. Az évjárat és agrotechnikai tényezők hatása
az őszi búza levélbetegségeire (%)
(Debrecen, 2007–2008, csernozjom talaj)

| Kezelés (1) | Lisztharmat fert. | | DTR fert. | | Levéltrozsa fert. | |
|-----------------------|-------------------|------|-----------|------|-------------------|------|
| | (%) (2) | | (%) (3) | | (%) (4) | |
| | 2007 | 2008 | 2007 | 2008 | 2007 | 2008 |
| BIKULTÚRA (5) | | | | | | |
| nem öntözött (7) | | | | | | |
| Ø | 4 | 5 | 1 | 5 | 1 | 2 |
| N ₅₀ +PK | 8 | 13 | 7 | 11 | 1 | 8 |
| N ₁₀₀ +PK | 26 | 27 | 11 | 19 | 3 | 11 |
| N ₁₅₀ +PK | 32 | 34 | 13 | 24 | 8 | 19 |
| N ₂₀₀ +PK | 35 | 42 | 12 | 28 | 10 | 21 |
| öntözött (8)* | | | | | | |
| Ø | 5 | 5 | 4 | 5 | 2 | 2 |
| N ₅₀ +PK | 13 | 12 | 6 | 12 | 3 | 9 |
| N ₁₀₀ +PK | 26 | 26 | 11 | 20 | 4 | 12 |
| N ₁₅₀ +PK | 32 | 32 | 14 | 24 | 10 | 19 |
| TRIKULTÚRA (6) | | | | | | |
| nem öntözött (7) | | | | | | |
| Ø | 11 | 18 | 6 | 10 | 3 | 8 |
| N ₅₀ +PK | 22 | 23 | 10 | 14 | 4 | 11 |
| N ₁₀₀ +PK | 36 | 36 | 15 | 22 | 12 | 16 |
| N ₁₅₀ +PK | 43 | 45 | 21 | 26 | 14 | 18 |
| N ₂₀₀ +PK | 47 | 54 | 22 | 30 | 17 | 20 |
| N ₂₀₀ +PK | 35 | 39 | 18 | 28 | 14 | 22 |
| öntözött (8)* | | | | | | |
| Ø | 12 | 18 | 7 | 10 | 5 | 9 |
| N ₅₀ +PK | 25 | 26 | 13 | 15 | 7 | 12 |
| N ₁₀₀ +PK | 38 | 37 | 17 | 23 | 16 | 18 |
| N ₁₅₀ +PK | 41 | 44 | 24 | 28 | 17 | 20 |
| N ₂₀₀ +PK | 46 | 50 | 27 | 32 | 20 | 23 |
| SzD _{5%} (9) | 8 | | 6 | | 5 | |

*Megjegyzés: 2007. évben 2×50 mm = 100 mm öntözés, 2008. évben 0 mm öntözés.

Table 2. The effects of crop year and agrotechnical elements on leaf diseases (%) of winter wheat (Debrecen, 2007–2008, chernozem soil). (1) Treatments, (2) Powdery mildew infection (%), (3) DTR infection (%), (4) Leaf rust infection (%), (5) Biculture, (6) Triculture, (7) Non irrigated, (8) Irrigated, (9) LSD_{5%}. *Note: in 2007 2×50 mm = 100 mm irrigation, in 2008 no irrigation.

3. táblázat. Az évjárat és agrotechnikai tényezők hatása
az őszi búza kalászfuzárium fertőzöttségére (%) és megdőlésére (%)
(Debrecen, 2007–2008, csernozjom talaj)

| Kezelés (1) | Kalászfuzárium fert. (%) (2) | | Megdőlés (%) (3) | |
|-----------------------|---------------------------------|------|---------------------|------|
| | 2007 | 2008 | 2007 | 2008 |
| BIKULTÚRA (4) | | | | |
| nem öntözött (6) | | | | |
| Ø | 0 | 3 | 0 | 0 |
| N ₅₀ +PK | 0 | 4 | 0 | 0 |
| N ₁₀₀ +PK | 0 | 10 | 0 | 0 |
| N ₁₅₀ +PK | 0 | 14 | 0 | 46 |
| N ₂₀₀ +PK | 0 | 16 | 0 | 100 |
| öntözött (7)* | | | | |
| Ø | 0 | 3 | 0 | 0 |
| N ₅₀ +PK | 0 | 5 | 0 | 0 |
| N ₁₀₀ +PK | 0 | 12 | 0 | 37 |
| N ₁₅₀ +PK | 0 | 16 | 0 | 47 |
| N ₂₀₀ +PK | 0 | 17 | 0 | 100 |
| TRIKULTÚRA (5) | | | | |
| nem öntözött (6) | | | | |
| Ø | 0 | 5 | 0 | 0 |
| N ₅₀ +PK | 0 | 7 | 0 | 0 |
| N ₁₀₀ +PK | 0 | 10 | 0 | 82 |
| N ₁₅₀ +PK | 0 | 12 | 0 | 100 |
| N ₂₀₀ +PK | 0 | 12 | 0 | 100 |
| öntözött (7)* | | | | |
| Ø | 0 | 6 | 0 | 0 |
| N ₅₀ +PK | 0 | 8 | 0 | 0 |
| N ₁₀₀ +PK | 0 | 9 | 0 | 79 |
| N ₁₅₀ +PK | 0 | 11 | 0 | 100 |
| N ₂₀₀ +PK | 0 | 13 | 0 | 100 |
| SzD _{5%} (8) | 4 | | 14 | |

*Megjegyzés: 2007. évben 2×50 mm = 100 mm öntözés, 2008. évben 0 mm öntözés.

Table 3. The effect of crop year and agrotechnical elements on the ear fusarium infection (%) and lodging (%) of winter wheat (Debrecen, 2007–2008, chernozem soil). (1) Treatments, (2) Ear fusarium infection. (%), (3) Lodging (%), (4) Biculture, (5) Triculture, (6) Non irrigated, (7) Irrigated, (8) LSD_{5%}. *Note: in 2007 2×50 mm = 100 mm irrigation, in 2008 no irrigation.

4. táblázat. Az évjárat és agrotechnikai tényezők hatása
az őszi búza termésére (kg/ha)
(Debrecen, 2007–2008, csernozjom talaj)

| Kezelés (1) | 2007 | | 2008 | |
|-----------------------|---------------------|------------------|---------------------|------------------|
| | nem öntözött (2) | öntözött (3)* | nem öntözött (2) | öntözött (3)* |
| BIKULTÚRA (4) | | | | |
| Ø | 1892 | 2330 | 3015 | 2892 |
| N ₅₀ +PK | 3420 | 4002 | 5043 | 4870 |
| N ₁₀₀ +PK | 5048 | 5932 | 6260 | 6517 |
| N ₁₅₀ +PK | 5590 | 6926 | 7065 | 6882 |
| N ₂₀₀ +PK | 5205 | 7835 | 6772 | 6585 |
| TRIKULTÚRA (5) | | | | |
| Ø | 4426 | 5328 | 7228 | 7350 |
| N ₅₀ +PK | 6273 | 7012 | 8112 | 7874 |
| N ₁₀₀ +PK | 6913 | 8492 | 6346 | 6108 |
| N ₁₅₀ +PK | 7279 | 8016 | 6036 | 6242 |
| N ₂₀₀ +PK | 6842 | 7582 | 5440 | 5149 |
| SzD _{5%} (6) | 872 | | | |

* Megjegyzés: 2007. évben 2×50 mm = 100 mm öntözés, 2008. évben 0 mm öntözés.

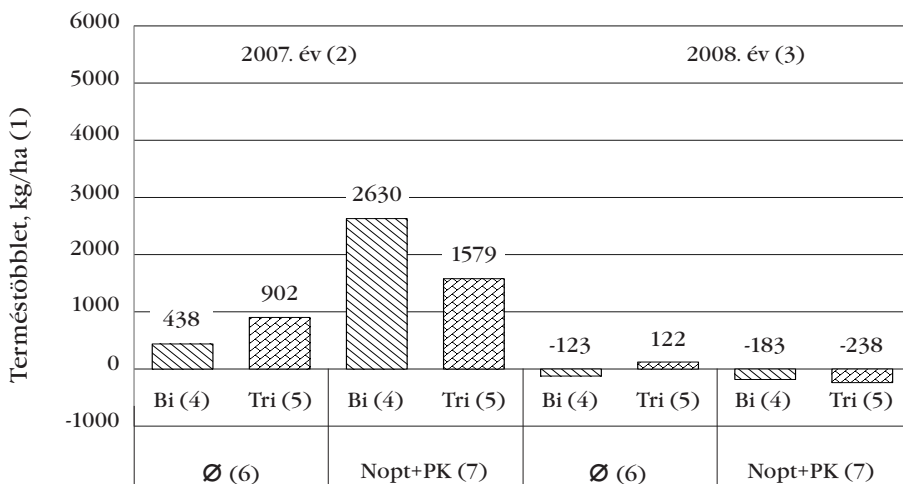
Table 4. The effects of crop year and agrotechnical elements on the yields of winter wheat (kg ha⁻¹) (Debrecen, 2007–2008, chernozem soil). (1) Treatments, (2) Non irrigated, (3) Irrigated, (4) Biculture, (5) Triculture, (6) LSD_{5%}. *Note: in 2007 2×50 mm = 100 mm irrigation, in 2008 no irrigation.

Az agrotechnikai elemek közül a száraz 2007. évben szignifikáns hatása volt az öntözésnek, trágyázásnak és a vetésváltásnak is. 2007. évben bikultúrában a búza termése 1892–5590 kg/ha (nem öntözött), 2330–7835 kg/ha (öntözött), trikultúrában pedig 4426–7279 kg/ha (nem öntözött) és 5328–8492 kg/ha (öntözött) értékek között változott.

Kísérleti eredményeink azt bizonyították, hogy száraz évjáratban (2007. év) önmagában csak az öntözés termésnövelő hatása rendkívül mérsékelt megfelelő tápanyagellátás nélkül (1. ábra). 2007. évben a kontroll kezelésben

(tápnyaghiány okozta abiotikus stressz) az öntözés terméstöbblete mérsékelt volt, azaz 438 kg/ha (bikultúra) és 902 kg/ha (trikultúra) között változott. Ezzel szemben az optimális NPK kezelésben az öntözés terméstöbblete lényegesen nagyobb volt. Bikultúrában (a nagyobb vízfelvételű kukorica elővetemény után) 2630 kg/ha, trikultúrában (kisebb vízfogyasztású borsó elővetemény után) pedig 1579 kg/ha volt az öntözés termésnövelő hatása. 2008. évben az optimális vízellátás miatt öntözést nem alkalmaztunk, így a nem öntözött és öntözött kezelések terméseredménye gyakorlatilag megegyezett.

1. ábra. Az öntözés hatása az őszi búza terméstöbbletére
(Debrecen, 2007–2008)



*Megjegyzés: 2007. évben 2×50 mm = 100 mm öntözés, 2008. évben 0 mm öntözés.

Figure 1. The effect of irrigation on the yield surpluses of winter wheat (Debrecen, 2007–2008).

(1) Yield surplus (kg ha⁻¹), (2) 2007, (3) 2008, (4) Biculture, (5) Triculture, (6) Control, (7) Nopt+PK.

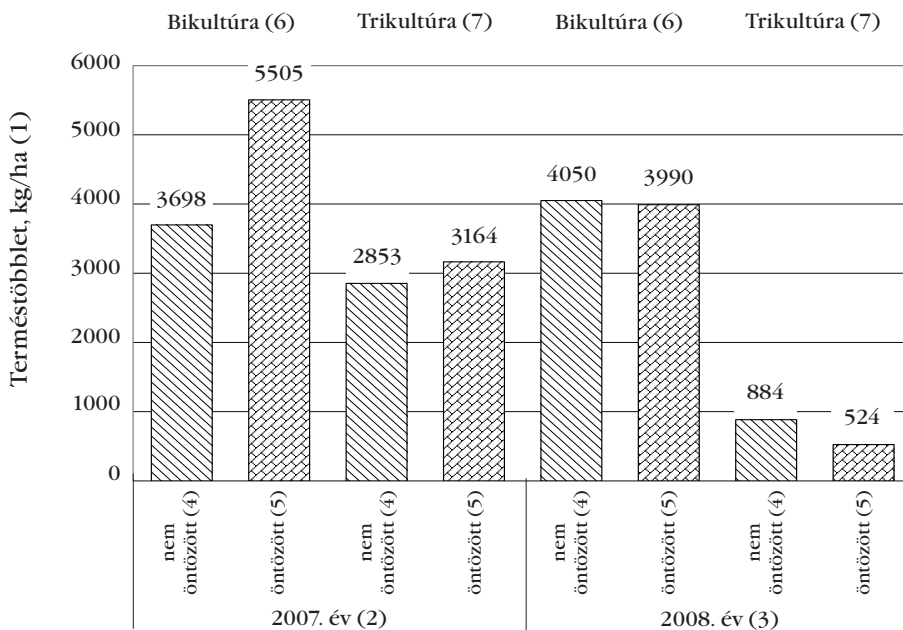
*Note: in 2007 2×50 mm = 100 mm irrigation, in 2008 no irrigation.

A kisebb mértékű terméseszkkenés (1. ábra) az előző évi öntözött kezelésben képződött nagyobb termés nagyobb vízfelvételével lehet összefüggésben (tartamkísérlet). A kedvező vízellátottságú 2008. évben az őszi búza termés-eredményei szignifikánsan meghaladták a 2007. évi nem öntözött kezelések (abiotikus stresszhatás) termését, de gyakorlatilag megegyeztek, ill. kisebbek voltak a 2007. évi öntözött kezelésben mért termés-eredményekkel. Ez utóbbi azzal magyarázható, hogy az optimális vízellátottságú 2008. évben nagyobb

mértékű volt a levél- és kalászbetegségek fellépése és főleg azzal, hogy jelentős volt a megdőlés mértéke. 2008. évben a bikultúra vetésváltásban 3015–7065 kg/ha (korábbi években nem öntözött), ill. 2892–6882 kg/ha (korábbi években öntözött), trikultúra vetésváltásban 5440–8112 kg/ha (korábbi években nem öntözött), ill. 5149–7874 kg/ha (korábbi években öntözött) értékek között változott az őszi búza terméseredménye (4. táblázat).

A 2008. vegetációs periódusban öntözés nem volt, a tartamkísérlet nem öntözött és öntözött kezeléseinek terméseredményei gyakorlatilag megegyeztek. A korábban öntözött parcellákon mutatkozó nem szignifikáns termés-csökkenés a korábbi évek nagyobb termés képződéséhez felhasznált nagyobb vízmennyiségével lehet összefüggésben (1. ábra). A kedvező vízellátottságú 2008. évben igen jelentősek a kontroll kezelések terméseredményei közötti különbségek a kétféle vetésváltásban (bikultúrában 2892–3015 kg/ha, trikultúrában 7228–7350 kg/ha), ami a csernozjom talaj igen kiváló természetes tápanyagszolgáltató képességét bizonyítja megfelelő vízellátás esetén (még a tartamkísérlet 25. évében is). Trikultúrában $N_{50}+PK$ feletti trágyakezelésekben jelentős termés-csökkenés (800–2700 kg/ha) következett be elsősorban a megdőlés, részben a növénykórtani problémák miatt. A trágyázás termésmenvelő hatását és az optimális trágyaadag nagyságát az évjárat, a vetésváltás és az öntözés egyaránt befolyásolta (2. ábra). A kontrollhoz viszonyítva az optimális NPK kezelésben a termésmenvekedés 2007. évben bikultúrában 3698 kg/ha (nem öntözött) és 5505 kg/ha (öntözött) volt, míg trikultúrában jóval mérsékeltebb termésmenvekedést kaptunk, ami nem öntözött kezelésben 2853 kg/ha, öntözött kezelésben 3164 kg/ha volt. 2008. évben öntözést nem kellett végeznünk, a trágyázás termésmenvekedésének nagyságát a vetésváltás határozta meg. Ebben az évben bikultúrában 4050 kg/ha (nem öntözött) és 3990 kg/ha (öntözött), trikultúrában pedig 884 kg/ha (nem öntözött), ill. 524 kg/ha (öntözött) volt a trágyázás kontrollhoz viszonyított termésmenvekedése. Az abiotikus stresszhatást okozó időjárás (évjárat) meghatározta az optimális NPK adagot, melyet az agrotechnikai tényezők (vetésváltás, öntözés) módosítottak. A száraz 2007. évben bikultúrában az $N_{150}+PK$ (nem öntözött) és az $N_{200}+PK$ (öntözött), trikultúrában az $N_{150}+PK$ (nem öntözött) és az $N_{100}+PK$ (öntözött) kezelésben kaptuk a termésmaximumot. Az optimális vízellátottságú 2008. évben a megfelelő vízellátás elősegítette mind a csernozjom talaj természetes tápanyagainak, mind a műtrágyák hatóanyagainak kedvezőbb feltáródását és felvételét, amely mérséklőleg hatott az

2. ábra. Az trágyázás hatása az őszi búza terméstöbbletére
(Debrecen, 2007–2008)



*Megjegyzés: 2007. évben 2×50 mm = 100 mm öntözés, 2008. évben 0 mm öntözés.

Figure 2. The effect of fertilization on the yield surpluses of winter wheat (Debrecen, 2007–2008). (1) Yield surplus (kg ha⁻¹), (2) 2007, (3) 2008, (4) Non irrigated, (5) Irrigated, (6) Biculture, (7) Triculture. *Note: in 2007 2×50 mm = 100 mm irrigation, in 2008 no irrigation.

N_{opt}+PK értékekre. Így a 2008. tenyészcsoportban bikultúra (kukorica elővetemény) vetésváltásban az N₁₅₀+PK (nem öntözött és öntözött), trikultur vetésváltásban pedig az N₅₀+PK (nem öntözött és öntözött) kezelés bizonyult optimálisnak, ezeknél a trágyakezeléseknél kaptuk a termésmaximumot.

Következtetések

Az évjáratot, mint abiotikus stresszhatást vizsgáltuk őszi búzáknál csernozjom talajon, tartamkísérletben 2007. és 2008. években. Kísérleti eredményeink azt bizonyították, hogy száraz évjáratban (2007. év) a levél- és kalászbetegségek, valamint a megdőlés kisebb mértékben fordult elő az őszi búza állományok-

ban, mint az optimális vízellátottságú évjáratban (2008. év). A levél- és kalász-betegségek mértékét döntően a trágyázás, kisebb mértékben pedig a vetésváltás és az öntözés befolyásolta adott évjáraton belül. A megdőlésre a vetésváltásnak és trágyázásnak volt szignifikáns hatása. Aszályos évjáratban (2007. év) a nem öntözött feltételek mellett az őszi búza maximális termése bikultúrában 5590 kg/ha, trikultúrában 7279 kg/ha volt, míg kedvező vízellátású évjáratban (2008. év) a termésmaximumok 900–1500 kg/ha-ral voltak nagyobbak (bikultúrában 7065 kg/ha, trikultúrában 8112 kg/ha). Aszályos évjáratban az öntözés maximális terméstöbblete 2630 kg/ha (bikultúra) és 1579 kg/ha (trikultúra) volt. Az öntözés terméstöbblete csak megfelelő tápanyagellátás mellett érvényesült (víz- és tápanyagellátás interaktív hatása). A trágyázás hatására aszályos évjáratban 2853–3698 kg/ha (nem öntözött) és 3164–5505 kg/ha (öntözött), míg kedvező vízellátottságú évjáratban 884–4050 kg/ha (korábbi években nem öntözött) és 524–3990 kg/ha (korábbi években öntözött) terméstöbbletet kaptunk. A trágyázás termésmenvelő hatása bikultúrában (3600–5500 kg/ha) lényegesen nagyobb volt, mint trikultúrában (500–3200 kg/ha) a vizsgált két évjáratban. Az évjárat és a vetésváltás befolyásolta az optimális NPK adagot. Száraz évjáratban (2007. év) bikultúrában az $N_{150-200}+PK$, trikultúrában az $N_{100-150}+PK$, kedvező vízellátottságú évjáratban pedig az $N_{150}+PK$ (bikultúra) és az $N_{50}+PK$ (trikultúra) trágyakezelés bizonyult optimálisnak.

Tartamkísérleteink azt bizonyították, hogy az agrotechnikai tényezők (öntözés, vetésváltás, trágyázás) optimális összehangolásával száraz, kedvezőtlen évjáratban (abiotikus stresszhatás) is hasonló termésszint realizálható (trikultúra, öntözött, $N_{100}+PK$ kezelésben 8500 kg/ha), mint kedvező vízellátottságú évjáratban (trikultúra, nem öntözött, $N_{50}+PK$ 8100 kg/ha). A kedvezőtlen évjárat, az abiotikus stressz negatív hatásai mérsékelhetők, kivédhetők, azonban ehhez rendkívül intenzív agrotechnika, nagy input ráfordítás szükséges.

IRODALOM

- Baginskas, B. P.–Zhyamaitis, A. B.–Kuchinskas, I. M.: 1985. Effect of fertilizers on yield of winter wheat under different meteorological conditions. Byulleten Vsesoyuznogo Nauchno issledovatel'skogo Instituta Udobrenii i Agropochvovedeniya. 72: 29–32.
- Balogh, Á.–Pepó, P.: 2008. Cropyear effects on the fertilizer responses of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes. Cereal Research Communications. 36. 3: 731–734.

- Birkás, M.–Dexter, A. R.–Kalmár, T.–Bottlik, L.: 2006. Soil quality – soil condition – production stability. *Cereal Research Communications*. 34. 1: 135–138.
- Domitruk, D. R.–Duggan, B. L.–Fowler, D. B.: 2000. Soil water use, biomass accumulation and grain yield of no-till winter wheat on the Canadian prairies. *Canadian Journal of Plant Science*. 80. 4: 729–738.
- Fitt, B. D. L.–Goulds, A.–Polley, R. W.: 1988. Eyespot (*Pseudocercospora herpotrichoides*) epidemiology in relation to prediction of disease severity and yield loss in winter wheat a review. *Plant Pathology*. 37. 3: 311–328.
- Fowler, D. B.: 2003. Crop nitrogen demand and grain protein concentration of spring and winter wheat. *Agronomy Journal*. 95. 2: 260–265.
- Hornok, M.: 2008. Effects of the most important agrotechnical elements on the yield of winter wheat. *Cereal Research Communications*. 36. 3: 1243–1246.
- Jolánkai M.: 1982. Őszi búzafajták tápanyag- és vízhasznosítása (Kandidátusi értekezés).
- Kosminski, C.–Borin, M.–Attin, M.: 1994. Climatic risk to crops in Poland. Proceedings of the third congress of the European Society for Agronomy. Padova University. Abano-Padova. Italy. 18–22 September 1994. 818–819.
- Kraljević, D.–Sumanovas, L.–Heffer, G.–Horvat, Z.: 2007. Effect of precrop on winter wheat yield. *Cereal Research Communications*. 35. 2: 665–668.
- Olesen, J. E.–Bindi, M.: 2002. Consequences of climate change for European agricultural productivity, land use and policy. *European Journal of Agronomy*. 16. 4: 239–262.
- Pepó P.: 2002a. Őszi búzafajták szárszilárdsága és termőképessége. *Növénytermelés*. 51. 5: 487–496.
- Pepó P.: 2002b. Az őszi búza fajtaspecifikus tápanyagellátása csernozjom talajon. [In: Pepó, P., Jolánkai, M. (eds.) Integrációs feladatok a hazai növénytermesztésben.] MTA, Budapest. 105–110.
- Pepó, P.: 2007. The role of fertilization and genotype in sustainable winter wheat (*Triticum aestivum* L.) production. *Cereal Research Communications*, 35. 2: 917–920.
- Pietravalle, S.–Shaw, M. W.–Parker, S. R.–van den Bosch, F.: 2003. Modeling of relationships between weather and Septoria tritici epidemics on winter wheat: A critical approach. *Phytopathology*. 93. 10: 1329–1339.
- Shen, S. H.–Gao, W. Y.–Li, B. B.: 1999. Water consumption and its impact on yield of winter wheat in Xifeng. *Journal of Nanjing Institute of Meteorology*. 22. 1: 88–94.
- Szász G.: 2002. Meteorológia mezőgazdáknek, kertészeknek, erdészeknek. Mezőgazda Kiadó. Budapest.
- Várallyay Gy.: 2007. [In: Láng I. et al. (ed.) A globális klímaváltozás: hazai hatások és válaszok (A VAHAVA Report).] Agrokémia és Talajtan. 56. 1: 199–202.
- Varga, B.–Svečnjak, Z.–Jurković, Z.–Pospisil, M.: 2007. Quality responses of winter wheat cultivars to nitrogen and fungicide applications in Croatia. *Acta Agronomica Hungarica*. 55. 1: 37–48.
- Zhao, J. B.: 1987. Evaluation on the water condition of winter wheat and reasonable use of water resources in Cangzhou region. Hebei Province. *Meteorological Monthly*. 13. 5: 23–27.

Zsigrai, Gy. – Őri, N.: 2006. Effects of long-term artificial fertilisation on readily available element content of a meadow chernozem soil and on chemical composition of winter wheat yield. *Cereal Research Communications*. 35. 2: 721–724.

A szerző levelezési címe – Address of the author:

Dr. Pepó Péter
Debreceni Egyetem AMTC
Növénytudományi Intézet
Debrecen
Böszörményi út 138.
H-4032