

## Növekedésanalízis vizsgálatok búza állományokban, tartamkísérletben

Vári Enikő – Pepó Péter

Debreceni Egyetem Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma,  
Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar,  
Növénytudományi Intézet, Debrecen  
eniko.vari@gmail.com

### ÖSSZEFOGLALÁS

A vizsgálatokat a Debreceni Egyetem AGTC Látóképi Kísérleti Telepén, csernozjom talajon beállított őszi búza tartamkísérletben végeztük, trikulturá (borsó-búza-kukorica) és bikulturá (búza-kukorica) vetésváltásban, 3 tápanyagszinten (kontroll,  $N_{50}+PK$ ,  $N_{150}+PK$ ), átlagos növényvédelmi technológia alkalmazásával. A tartamkísérletben alkalmazott búzafajta a GK Csillag volt, amelyet 5,8 millió/ha csíraszámmal vetettünk el mindkét vetésváltási rendszerben.

A kísérletben az elővetemények és a műtrágyaadagok hatását vizsgáltuk az őszi búza egyes növekedést jellemző mutatóira (LAI, HI, LAD), a SPAD értékeire, valamint a termés mennyiségére. Kerestük a választ arra is, hogy a paraméterek között milyen kapcsolatot tudunk megállapítani, ezért korrelációs számításokkal meghatároztuk a 2010–2011 tenyészévben a műtrágyaadagok nagysága, termés mennyisége, a LAI, a SPAD és a LAD közötti kapcsolatrendszerrel eltérő vetésváltás esetén. Bi- és trikulturánál is megállapítottuk, hogy a különböző műtrágyaszintek jelentősen befolyásolták a levélfelület index dinamikáját és maximális értékét, valamint, hogy a növekvő N+PK trágyázás szignifikánsan növelte a levelek élettartamát. Az őszi búza legnagyobb SPAD értékeit a virágzás és a szemtelítődés idején mértük. Ugyanakkor nem minden műtrágya kezelés között tapasztaltunk szignifikáns különbségeket. A harvest index értékek bikulturá vetésváltás esetén növekvő, míg trikulturánál csökkenő tendenciát mutattak a tápanyagszintek növelésével, de ezek a különbségek nem voltak szignifikánsak. A növekvő trágyaszintek hatására minden esetben szignifikánsan növekedtek a termés mennyiségek is, trikulturánál 2088–4615 kg/ha-ral nagyobb termést mértünk, mint a bikulturá vetésváltásban azonos tápanyagszinteken. Az összefüggés-vizsgálatok azt igazolták, hogy a vizsgált paraméterek mindegyike (termés mennyisége, LAI, SPAD, LAD) a legtöbb mérésnél erős pozitív kapcsolatot mutat a tápanyagszinttel és a termés mennyiségével, mindkét vetésváltás esetén. Ezek az adatok azt bizonyították, hogy a levélfelület, a levelek élettartama, a SPAD-érték és a műtrágyázás együttesen járult hozzá a maximális szemtermés kialakulásához.

**Kulcsszavak:** őszi búza, trágyázás, növekedésdinamika, termés

### SUMMARY

The experiments were conducted as part of the long-term trial adjusted, in triculture (pea-wheat-corn) and biculture (wheat-corn), at three nutrition levels, with the use of one crop protection technology (conventional) at the Látókép Research Site of the Centre of Agricultural Sciences, University of Debrecen, on a chernozem soil. The wheat variety used in the long-term trial was GK Csillag, which was sown at 5,8 million germs/ha.

The effect of pre-crops and nutrient-supply levels on some growth-parameters (LAI, HI, LAD), just as SPAD-values and yield amounts of winter wheat has been investigated in this experiment. We tried to find out the extent of relationship between the different parameters, so we determined the relationships between different nutrient-supply levels, yield amounts, LAI- SPAD- and LAD-values – measured in the crop-year of 2010–2011 in different crop rotation

systems – by using correlation analysis. It has been stated both in case of bi- and tri-culture crop-rotation systems that different fertilizer dosages had significantly affected the leaf area index dynamics and its maximal value, and that increasing N+PK fertilization has significantly increased the duration of leaves, as well. The highest SPAD-values were measured during the flowering and grain filling stages. However, we haven't revealed significant differences between all fertilizer treatments. In case of the bi-culture crop-rotation system harvest index values showed an increasing tendency parallel to the increasing nutrient-supply levels, while in case of the tri-culture system this tendency was rather decreasing. However, these differences were not significant. Parallel to the increasing fertilizer dosages yield results were increased in a significant extent. At the same nutrient supply-levels 2088–4615 kg ha<sup>-1</sup> higher yields were measured in the tri-culture than in the bi-culture system. The correlation analyses have confirmed that all of the investigated parameters (yield amount, LAI, SPAD, LAD) had almost in all cases close positive correlation to the nutrient-supply level and the yield amount in both crop-rotation systems. These results have confirmed that the leaf area, the leaf duration, the SPAD-values and the fertilization have altogether resulted in the production of maximum grain yields.

**Keywords:** winter wheat, fertilization, growth dynamics, yield

### IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A szántóföldi tartamkísérletekben rendszerint a gazdasági növények végső produkcióját, azaz a termést határozzák meg, azonban ezek elemzése önmagában nem elegendő a termést kialakító tényezők hatásainak feltárásához. A növekedésanalízis teszi lehetővé, hogy vizsgáljuk a kísérleti kezelések és a környezeti tényezők hatására a fotoszintetikus produkció dinamikájában bekövetkezett változásokat a növény növekedésének és fejlődésének teljes időszakában. (Berzsenyi, 2000). A növekedésanalízist a növénytermesztésben széles körben alkalmazzák a termésképzés fiziológiájának kutatásában (Petr et al., 1985; Hay és Walker, 1989).

Az asszimilációs teljesítmény döntő komponense a levelek, és általában a zöld felületek nagysága (LA= Leaf Area), amit a levélfelületi indexszel (LAI=Leaf Area Index) szoktak jellemezni. A LAI az 1 m<sup>2</sup>-re eső levélfelületet jelenti (Sági, 1987). Lönhardné és Kismányoky (1992), Lönhard és Németh (1988) megállapították, hogy a N-trágyázás szignifikánsan növelte a búza levélborítottságát (LAI), a levélfelület-tartamot (LAD) és a növénymagasságot, valamint, hogy a levélfelület alakulása meghatározza a termés mennyiségét. Petr et al. (1985) vizsgálatai szerint a gabonafélék termése a levélborítottság növekvő értékeivel bizonyos határig nő. Az optimális értékek túllépése a gazdasági termés csökkenéséhez vezet.

Sugár és Berzsényi (2009) azt tapasztalta, hogy a harvest index értékei a tápanyagszintek növekedésével szignifikánsan emelkedtek, de  $N_{240}$  szinten már visszaestek. Donald és Hamblin (1976) beszámolt arról, hogy a gabonafélék szemtermésének növekedése elsősorban a harvest index kedvezőbb értékének tulajdonítható.

A levelek klorofill tartalma információt szolgáltat a növények fiziológiai állapotáról (Carter, 1994). Hu et al. (2010) Soil Plant Analysis Development (SPAD-502) klorofill mérőműszer segítségével az őszi búza nitrogén ellátottságát vizsgálták. Pozitív szoros kapcsolatot állapítottak meg a SPAD értékek, a levél nitrogén tartalma és a klorofill tartalma között. Hasonló eredményeket állapítottak meg Cartelat et al. (2005) is, őszi búzáknál a levelek SPAD értéke és klorofill koncentrációja közötti összefüggés erősege  $r=0,91$  volt. Ji et al. (2007) szerint az őszi búza legnagyobb SPAD értékeit a virágzás és a szemtelítődés idején kapták műtrágyázott parcellákon, és szignifikáns különbségeket tapasztaltak a különböző műtrágya kezelések között.

Az őszi búza a tápanyagellátásra az egyik legigényesebb és legjobban reagáló kultúra (Győri és Győriné Mile, 1998). Pepó (2009) megállapította, hogy az optimális műtrágyaadag  $N_{150-200}+PK$  bikultúra esetén, trikultúra vetésváltásnál  $N_{50-150}+PK$  között változik évről-évre és a vízellátottsági viszonyoktól függően. Montemurro et al. (2007) az  $N_{120}+PK$  és az  $N_{180}+PK$  közötti műtrágyakezelésnél már nem tapasztalt különbséget az őszi búza termésében.

## ANYAG ÉS MÓDSZER

A vizsgálatokat a Debreceni Egyetem AGTC Látóképi Kísérleti Telepén, 1983-ban beállított tartamkísérletben végeztük, trikultúra (borsó-búza-kukorica) és bikultúra (búza-kukorica) vetésváltásban, 3 tápanyagszinten (kontroll,  $N_{50}P_{35}K_{40}$ ,  $N_{150}P_{50}K_{120}$ ), átlagos növényvédelmi technológia alkalmazásával őszi búzáknál. A kísérleti parcellák véletlen blokk elrendezéssel,

4 ismétlésben lettek beállítva, a parcellaméret  $9,2 \text{ m} \times 5 \text{ m}$ . A vizsgálat helyszínéül szolgáló terület a hajdúsági löszháton, Debrecentől kb. 15 km-re helyezkedik el a 33. számú közlekedési útvonal mellett. A tartamkísérletben alkalmazott búzafajta a GK Csillag volt, amelyet 5,8 millió/ha csíraszámával vetettünk el mindkét vetésváltási rendszerben 2010. október 24-én.

A kísérleti terület talaja sík, kiegyenlített, talajgenetikailag a mészlepedékes csernozjom típusba tartozik. A terület talajfizikailag a vályog kategóriába sorolható, kémhatása közel semleges. Foszforellátottsága közepesnek, káliumellátottsága közepes-jónak tekinthető. A humusztartalma közepes, a humuszréteg vastagsága 80 cm körüli. A talajvíz mélysége 3–5 m között helyezkedik el.

A 2010/2011. vegetációs periódusában jelentős különbséget lehetett megállapítani az őszi-téli, valamint a tavaszi-nyáreleji hónapok időjárása között, amely jelentős mértékben meghatározta az őszi kalászosok vegetatív és generatív fejlődését, kalásképződését, termékenyülési és szemfejlődési folyamatait. A 2010–2011 vegetációs periódus időjárásában ellentétet figyelhetünk meg. Amíg az őszi-téli csapadékos, addig a tavaszi-nyárelő száraz időjárású volt. Az októberi lassú kelést a kedvező novemberi időjárás állományfejlődésre, bokrosodásra gyakorolt kedvező hatása kompenzálni tudta. A decemberi változó hőmérsékletű periódusok megfelelő edzettséget biztosítottak az őszi búza állományoknak. Ez, valamint a megfelelően vastag, tartós hótakaró kellő védelmet nyújtott a zord januári, de különösen a februári időjárással szemben. A tavaszi meleg időjárás hatására az őszi búza állományok fejlődése gyorsabb volt az átlagosnál. Júniust csapadékszegény, meleg hőmérséklet jellemezte. A július eleji hűvös, csapadékos időjárás késleltette a betakarítást és mérsékelte a búzaállományok termését. A meteorológiai tényezők alakulását a 2010/2011. tenyészévben az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat

A meteorológiai tényezők alakulása az őszi búza vegetációs periódusában (havi csapadék, havi átlaghőmérséklet) (Debrecen, 2011)

Hónap(1)	Csapadék (mm)(2)			Hónap (1)	Hőmérséklet (°C)(6)		
	2010/2011	30 éves átlag(4)	Eltérés a sokévi átlagtól(5) 2011		2010/2011	30 éves átlag(4)	Eltérés a sokévi átlagtól(5) 2011
Október(8)	22,8	30,8	-8,0	Október(8)	6,9	10,3	-3,4
November(9)	52,9	45,2	7,7	November(9)	7,7	4,5	3,2
December(10)	104,2	43,5	60,7	December(10)	-1,7	-0,2	-1,5
Január(11)	19,2	37,0	-17,8	Január(11)	-1,2	-2,6	1,4
Február(12)	16,8	30,2	-13,4	Február(12)	-2,5	0,2	-2,7
Március(13)	35,1	33,5	1,6	Március(13)	5,0	5,0	0,0
Április(14)	15,6	42,4	-26,8	Április(14)	12,2	10,7	1,5
Május(15)	52,3	58,8	-6,5	Május(15)	16,4	15,8	0,6
Június(16)	22,0	79,5	-57,5	Június(16)	20,5	18,8	1,7
Tenyészév csapadékösszege (mm)(3)	340,9	400,9	-60	Tenyészév átlaghőmérséklete (°C)(7)	7,0	6,9	0,1

Table 1: Meteorological parameters in the vegetation period of winter wheat (precipitation, mean monthly temperature) (Debrecen, 2011) Month(1), Precipitation (mm)(2), Total annual precipitation(3), 30-year average(4), Difference(5), Temperature (°C)(6), Mean annual temperature (°C)(6), October(8), November(9), December(10), January(11), February(12), March(13), April(14), May(15), June(16)

Növényi mintavétel 4 alkalommal történt (március 30., április 26., május 24., június 21.), amelyből kiszámoltuk a növények összes száraztömegét. Hordozható Soil Plant Analysis Development (SPAD-502 Plus, Konica Minolta) klorofill mérőműszert használtunk a búza N ellátottsági állapotának meghatározására. A tenyészidőszak folyamán négyszer (március 30., április 26., május 24., június 21.), ismétlésenként 30 mérést végeztünk. A levélterületet SunScan Canopy Analysis Systems (SS1) hordozható levélterület mérő segítségével határoztuk meg, 4 alkalommal, ismétlésenként nyolc mérést végeztünk. A növekedésanalízis klasszikus módszerével az alapadatokból két mintavétel közötti intervallumra kiszámítottuk az egyes növekedést jellemző mutatókat (HI, LAD).

## EREDMÉNYEK

A kísérletben az elővetemények és a műtrágyaadagok hatását vizsgáltuk az őszi búza egyes növekedést jellemző mutatóira (LAI, HI, LAD), a SPAD értékeire, valamint a termés mennyiségére. Kiszámítottuk a levélterület mérő segítségével az 1 m<sup>2</sup>-re eső levélterületet, és ábrázoltuk annak dinamikáját. Kukorica elővetemény után a N-műtrágyázásnak az N<sub>150</sub>+PK kezelésig jelentős hatása volt a levélterület index dinamikájára és maximális értékére (1. ábra).

1. ábra: Az őszi búza LAI-értékeinek alakulása bikultúra vetésváltás esetén (Debrecen, 2011)

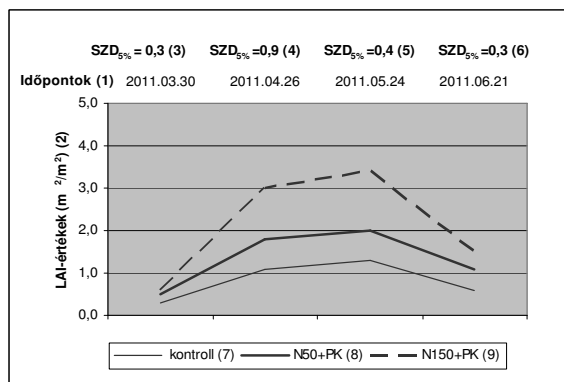


Figure 1: Development of LAI-values of winter wheat in a bi-culture crop-rotation system (Debrecen, 2011)

Dates(1), Leaf area index (m<sup>2</sup> m<sup>-2</sup>)(2), LSD<sub>5%</sub>=0.3(3), LSD<sub>5%</sub>=0.9(4), LSD<sub>5%</sub>=0.4(5), LSD<sub>5%</sub>=0.3(6), Control(7), N<sub>50</sub>+PK(8), N<sub>150</sub>+PK(9)

Trikultúra vetésváltás esetén is hasonló tendenciát tapasztaltunk, a három műtrágyakezelés között szignifikáns különbségeket mértünk (2. ábra). Az állomány bi- és trikultúránál is május 24-én érte el a maximális levélborítottság állapotát.

Az első mérés idején a SPAD-értékek között még igen kicsi és nem szignifikáns különbségek voltak mérhetőek a tápanyagszintek növelésével mindkét vetésváltás esetén. Bikultúra vetésváltásnál a második mérés már jelentős különbségeket adott a kontroll, az N<sub>50</sub>+PK és az N<sub>150</sub>+PK trágyaszintek között (3. ábra). A harmadik mérés esetén kaptuk a legnagyobb SPAD-értékeket (55,8; 58,1; 59,1), de a különböző tápanyagkezelések hatására nem tapasztaltunk szignifikáns eltéréseket. A június végén kapott értékeknél is csak a kont-

roll és az N<sub>150</sub>+PK, valamint az N<sub>50</sub>+PK és az N<sub>150</sub>+PK trágyaszintek között volt jól értékelhető eltérés. Borsó elővetemény után az április végén kapott eredmények is csak a kontroll és az N<sub>150</sub>+PK, valamint az N<sub>50</sub>+PK és az N<sub>150</sub>+PK trágyaszintek között voltak szignifikánsak, viszont a harmadik mérésnél, ahol a SPAD-értékek elérték a maximumokat, jelentős különbségeket lehetett megállapítani a három műtrágyakezelés között (4. ábra). A június végi SPAD-értékek a kontroll és az N<sub>150</sub>+PK, illetve az N<sub>50</sub>+PK és az N<sub>150</sub>+PK trágyaszintek között voltak szignifikánsak.

2. ábra: Az őszi búza LAI-értékeinek alakulása trikultúra vetésváltás esetén (Debrecen, 2011)

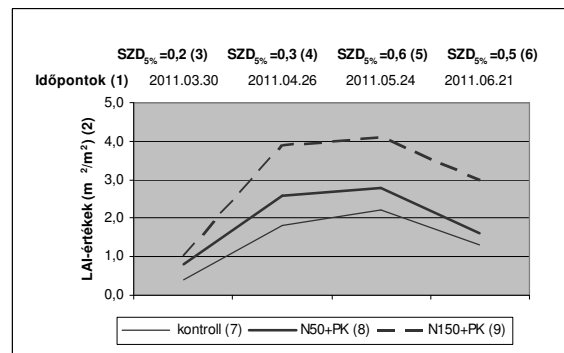


Figure 2: Development of LAI-values of winter wheat in a tri-culture crop-rotation system (Debrecen, 2011)

Dates(1), Leaf area index (m<sup>2</sup> m<sup>-2</sup>)(2), LSD<sub>5%</sub>=0.2(3), LSD<sub>5%</sub>=0.3(4), LSD<sub>5%</sub>=0.6(5), LSD<sub>5%</sub>=0.5(6), Control(7), N<sub>50</sub>+PK(8), N<sub>150</sub>+PK(9)

3. ábra: Az őszi búza SPAD-értékeinek dinamikai változása bikultúra vetésváltásban (Debrecen, 2011)

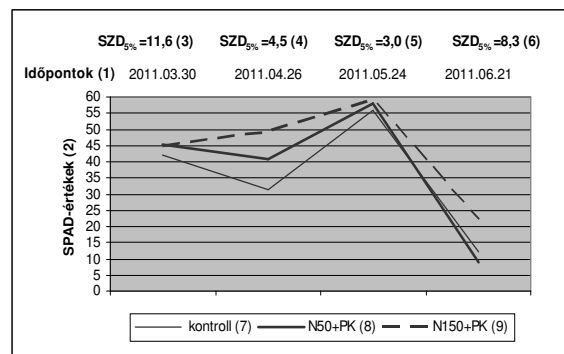


Figure 3: Dynamics of SPAD-values of winter wheat in a bi-culture crop-rotation system (Debrecen, 2011)

Dates(1), SPAD-value(2), LSD<sub>5%</sub>=11.6(3), LSD<sub>5%</sub>=4.5(4), LSD<sub>5%</sub>=3.0(5), LSD<sub>5%</sub>=8.3(6), Control(7), N<sub>50</sub>+PK(8), N<sub>150</sub>+PK(9)

A kukorica és borsó után vetett állományok maximális terméseredményeit összehasonlítva azt tapasztaltuk, hogy a trikultúra vetésváltásban 2088–4615 kg/ha-ral nagyobb termést adtak a búza állományok, mint a bikultúra vetésváltásban azonos tápanyagszinten. A műtrágyázás hatását vizsgálva mindkét vetésváltásnál megállapítható, hogy a növekvő trágyaszintek hatására szignifikánsan növekedtek a termés mennyiségek (2. táblázat és 3. táblázat). A harvest index értékek bikultúra vetésváltás esetén növekvő, míg trikultúránál csökkenő tendenciát mutattak a tápanyagszintek növelésével, de ezek a különbségek nem voltak szigni-

fikánsak. A levélterület-tartam (LAD) értékei szerint a növekvő N-trágyázás szignifikánsan növelte a levelek élettartamát. A legnagyobb LAD-értékeket mindkét vetésváltásnál az N<sub>150</sub>+PK tápanyagszinten tapasztaltuk (207,5 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>/nap, 281,7 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>/nap).

4. ábra: Az őszi búza SPAD-értékeinek dinamikai változása trikulturúra vetésváltásban (Debrecen, 2011)

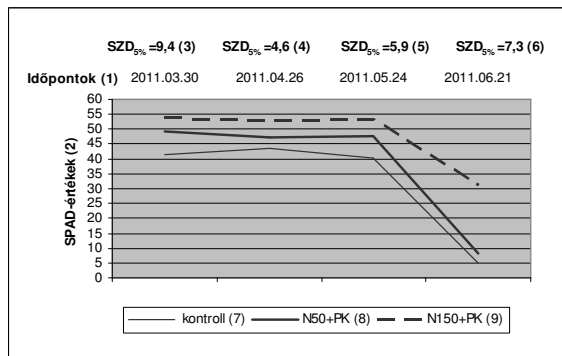


Figure 4: Dynamics of SPAD-values of winter wheat in a triculture crop-rotation system (Debrecen, 2011)

Dates(1), SPAD-value(2), LSD<sub>5%</sub>=9.4(3), LSD<sub>5%</sub>=4.6(4), LSD<sub>5%</sub>=5.9(5), LSD<sub>5%</sub>=7.3(6), Control(7), N<sub>50</sub>+PK(8), N<sub>150</sub>+PK(9)

2. táblázat

A tápanyagellátás hatása az őszi búza levélterület-tartamára, a harvest indexre és a termésére bikulturúra vetésváltásban (Debrecen, 2011)

Tápanyag-szintek (kg/ha)(1)	Termés mennyisége (kg/ha)(2)	Harvest index (%) (3)	LAD (m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> /nap)(4)
Kontroll(5)	2046	24,7	77,0
N <sub>50</sub> +PK(6)	4197	35,7	124,2
N <sub>150</sub> +PK(7)	7742	37,7	207,5
SZD <sub>5%</sub> (8)	298	16,8	17,4

Table 2: Effect of fertilisation on LAD, HI and yield of winter wheat in a biculture (Debrecen, 2011)

Fertiliser rate (kg ha<sup>-1</sup>)(1), Yield (kg ha<sup>-1</sup>)(2), Harvest index (%) (3), LAD (m<sup>2</sup> m<sup>-2</sup> day<sup>-1</sup>)(4), Control(5), N<sub>50</sub>+PK(6), N<sub>150</sub>+PK(7), LSD<sub>5%</sub>(8)

3. táblázat

A tápanyagellátás hatása az őszi búza levélterület-tartamára, a harvest indexre és a termésére trikulturúra vetésváltásban (Debrecen, 2011)

Tápanyag-szintek (kg/ha)(1)	Termés mennyisége (kg/ha)(2)	Harvest index (%) (3)	LAD (m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> /nap)(4)
Kontroll(5)	6570	40,1	133,7
N <sub>50</sub> +PK(6)	8812	35,9	183,5
N <sub>150</sub> +PK(7)	9830	34,5	281,7
SZD <sub>5%</sub> (8)	500	11,5	27,3

Table 3: Effect of fertilisation on LAD, HI and yield of winter wheat in a triculture (Debrecen, 2011)

Fertiliser rate (kg ha<sup>-1</sup>)(1), Yield (kg ha<sup>-1</sup>)(2), Harvest index (%) (3), LAD (m<sup>2</sup> m<sup>-2</sup> day<sup>-1</sup>)(4), Control(5), N<sub>50</sub>+PK(6), N<sub>150</sub>+PK(7), LSD<sub>5%</sub>(8)

Kerestük a választ arra is, hogy a paraméterek között milyen kapcsolatot tudunk megállapítani, ezért korrelációs számításokkal meghatároztuk a 2010–2011 tenyészévben a műtrágyaadagok nagysága, termés mennyisége, a LAI, a SPAD és a LAD közötti kapcsolatrendszert eltérő vetésváltás esetén. Vizsgálatainkban a 0,5 alatti értékkel jellemezhető korrelációt gyengének, a 0,5–0,7 közötti r értékeket közepesnek, míg a 0,7 feletti korrelációs együttható esetén a kapcsolatot szorosnak tekintettük.

A vizsgálat értékei alapján a kukorica elővetemény után vetett állományokban erős pozitív kapcsolatot állapítottunk meg a tápanyagszint és a termés mennyisége (0,996), a négy időpontban mért LAI-értékek (0,757; 0,847; 0,965; 0,930) és a levélterület-tartam között (0,985). Ezzel ellentétben a SPAD-értékek közül csak a második mérés mutatott erős pozitív kapcsolatot a tápanyagszinttel (0,927), a harmadik (0,604) és negyedik időpontban (0,652) mért SPAD-értékek közepes pozitív kapcsolatot adtak (4. táblázat). A termés mennyisége is erős pozitív kapcsolatot mutat a LAI-értékekkel (0,765; 0,846; 0,957; 0,940), a levélterület-tartammal (0,978) és az április 26-ai SPAD-értékkel (0,937).

Borsó elővetemény után azt tapasztaltuk, hogy a vizsgált paraméterek mindegyike (termés mennyisége, LAI, SPAD, LAD) erős pozitív kapcsolatot mutat a tápanyagszinttel és a termés mennyiségével is, kivéve a március 30-ai SPAD eredményeket, amelyeknél csak közepes pozitív erősséget (0,677; 0,659) kaptunk. Az adatokat az 5. táblázat tartalmazza.

## KÖVETKEZTETÉSEK

A LAI és a LAD értékek alakulása igazolta Lönhardné és Kismányoky (1992), Lönhard és Németh (1988) kutatási eredményeit. Bi- és trikulturánál is megállapítottuk, hogy a különböző műtrágyaszintek jelentősen befolyásolták a levélterület index dinamikáját és maximális értékét, valamint, hogy a növekvő N-trágyázás szignifikánsan növelte a levelek élettartamát. A SPAD-értékek is részben visszaigazolták a szakirodalmi adatokat (Ji et al., 2007), az őszi búza legnagyobb SPAD-értékeit a virágzás és a szemtelítődés idején mértük. Ugyanakkor nem minden műtrágya kezelés között tapasztaltunk szignifikáns különbségeket. A kontroll és az N<sub>50</sub>+PK trágyaszintek között több mérési időpontban is növekvő, de nem szignifikáns eltérést tapasztaltunk mindkét vetésváltás esetén. Sugár és Berzsényi (2009) eredményeit a bikulturúra vetésváltás igazolta, a HI növekvő tendenciát mutatott a tápanyagszintek növelésével, azonban nem kaptunk statisztikailag is igazolható eltéréseket. A trikulturánál pedig az ellenkezőjét tapasztaltuk, növekvő műtrágyaadagok hatására nem szignifikánsan, de csökkent a HI értéke. A maximális terméseredményeket összehasonlítva azt tapasztaltuk, hogy trikulturánál 2088–4615 kg/ha-ral nagyobb termést mértünk, mint a bikulturúra vetésváltásban azonos tápanyagszinteken. Ez azzal magyarázható, hogy a borsó növeli a talaj nitrogénkészletét, kímélőleg hat a talaj vízháztartására és kedvező hatással van a talaj fizikai, kémiai tulajdonságaira, ezáltal növeli a termésmennyiséget. A növekvő trágyaszintek hatására minden esetben szignifikánsan növekedtek a termésmennyiségek is.

Az összefüggés-vizsgálatok azt igazolták, hogy a vizsgált paraméterek mindegyike (termés mennyisége, LAI, SPAD, LAD) a legtöbb mérésnél erős pozitív kapcsolatot mutat a tápanyagszinttel és a termés mennyi-

ségével, mindkét vetésváltás esetén. Vagyis a mérési eredményeink szerint a levélterület, a levelek élettartama, a SPAD-érték és a műtrágyázás együttesen járult hozzá a maximális szemtermés kialakulásához.

4. táblázat

Pearson-féle korreláció a vizsgált tényezők között bikultúra vetésváltásban (Debrecen, 2011)

	Tápanyag- szint(1)	Termés mennyisége(2)	LAI (3) 03. 30.	LAI (4) 04. 26.	LAI (5) 05. 24.	LAI (6) 06. 21.	SPAD (7) 03. 30.	SPAD (8) 04. 26.	SPAD (9) 05. 24.	SPAD (10) 06. 21.	LAD (11)
<b>Tápanyagszint (1)</b>	1	0,996**	0,757**	0,847**	0,965**	0,930**	0,149	0,927**	0,604*	0,652*	0,985**
<b>Termés mennyisége(2)</b>		1	0,765**	0,846**	0,957**	0,940**	0,164	0,937**	0,619*	0,643*	0,978**

Table 4: Correlation between the analysed parameters in the biculture (Debrecen, 2011)

Fertiliser rate(1), Yield(2), Leaf area index, 03. 30.(3), Leaf area index, 04. 26.(4), Leaf area index, 05. 24.(5), Leaf area index, 06. 21.(6), SPAD-value, 03. 30.(7), SPAD-value, 04. 26.(8), SPAD-value, 05. 24.(9), SPAD-value, 06. 21.(10), LAD(11)

5. táblázat

Pearson-féle korreláció a vizsgált tényezők között trikultúra vetésváltásban (Debrecen, 2011)

	Tápanyag- szint(1)	Termés mennyisége(2)	LAI (3) 03. 30.	LAI (4) 04. 26.	LAI (5) 05. 24.	LAI (6) 06. 21.	SPAD (7) 03. 30.	SPAD (8) 04. 26.	SPAD (9) 05. 24.	SPAD (10) 06. 21.	LAD (11)
<b>Tápanyagszint (1)</b>	1	0,902**	0,908**	0,979**	0,925**	0,908**	0,677*	0,842**	0,830**	0,923**	0,972**
<b>Termés mennyisége(2)</b>		1	0,910**	0,916**	0,860**	0,747**	0,659*	0,818**	0,809**	0,715**	0,892**

Table 5: Correlation between the analysed parameters in the triculture (Debrecen, 2011)

Fertiliser rate(1), Yield(2), Leaf area index, 03. 30.(3), Leaf area index, 04. 26.(4), Leaf area index, 05. 24.(5), Leaf area index, 06. 21.(6), SPAD-value, 03. 30.(7), SPAD-value, 04. 26.(8), SPAD-value, 05. 24.(9), SPAD-value, 06. 21.(10), LAD(11)

## IRODALOM

- Berzsenyi Z. (2000): Növekedésanalízis a növénytermesztésben. Egyetemi jegyzet PhD. hallgatóknak. Veszprémi Egyetem Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar. Keszthely.
- Cartelat, A.–Cerovic, Z.G.–Goulas, Y.–Meyer, S.–Lelarge, C.–Prioul, L.–Barbottini, A.–Jeuffroy, M.H.–Gate, P.–Agati, G.–Moya, I. (2005): Optically assessed contents of leaf polyphenolics and chlorophyll as indicators of nitrogen deficiency in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Field Crops Research*. 91: 35–49.
- Carter, G.A. (1994): Ratios of leaf reflectances in narrow wavebands as indicators of plant stress. *International Journal of Remote Sensing*. 15. 3: 697–703.
- Donald, C.M.–Hamblin, J. (1976): The biological yield and harvest index of cereals as agronomic and plant breeding criteria. *Adv. Agron.* 28: 361–405.
- Győri Z.–Győriné Mile I. (1998): A búza minősége és minősítése. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó. Budapest.
- Hay, R.M.–Walker, A.J. (1989): An introduction to the physiology of crop yield. Longman. New York.
- Hu, H.–Bai, Y.–Yang, L.–Lu, Y.–Wang, L.–Wang, H.–Wang, Z. (2010): Diagnosis of nitrogen nutrition in winter wheat (*Triticum aestivum*) via SPAD-502 and GreenSeeker. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*. 18. 4: 748–752.
- Ji, C.R.–Li, S.Q.–Li, S.X. (2007): Effects of fertilization, variety and seed size on photosynthesis and chlorophyll fluorescence of winter wheat. *Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica*. 27. 12: 2522–2530. 20 ref.
- Lönhard M.–né–Németh I. (1988): N-trágyázás hatása a búza (*Triticum aestivum* L.) levélterületének alakulására. *Növénytermelés*. 37. 4: 337–344.
- Lönhardné B.É.–Kismányoky T. (1992): Az istállótrágya és egyéb trágyák hatása a búza termésére, LAI, LAD, NAR értékeinek alakulására, vetésváltásban. *Növénytermelés*. 41. 5: 433–441.
- Montemurro, F.–Convertini, G.–Ferri, D. (2007): Nitrogen application in winter wheat grown in Mediterranean conditions: effects on nitrogen uptake, utilization efficiency, and soil nitrogen deficit. *Journal of Plant Nutrition*. 30. 10–12: 1681–1703.
- Petr J.–Cerny V.–Hruska L. (1985): A főbb szántóföldi növények termésképződése. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- Pepó, P. (2009): Study of cropyear effects in cereal crop models. *Analele Universitatii din Oradea, Fascicula: Protectia Mediului*. 14: 216–221.
- Sági F. (1987): A morfológiai bélyegek és az élettani tulajdonságok javítása. [In: Barabás Z. (szerk.) A búzatermesztés kézikönyve.] Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. 89–111.
- Sugár E.–Berzsenyi Z. (2009): Őszi búzafajták növekedésdinamikájának vizsgálata eltérő N-szinteken Hunt-Parsons modellel. *Növénytermelés*. 58. 4: 57–68.

