

Egyetemi doktori (PhD) értekezés tézisei

**ÖKOLÓGIAI ÉS AGROTECHNIKAI TÉNYEZŐK HATÁSÁNAK
ÖSSZEHASONLÍTÓ VIZSGÁLATA ELTÉRŐ FIZIOLÓGIÁJÚ
GABONANÖVÉNYEKNÉL**

Készítette:

Vári Enikő

doktorjelölt

Témavezető:

Dr. Pepó Péter

egyetemi tanár



DEBRECENI EGYETEM

Hankóczy Jenő Növénytermesztési, Kertészeti és Élelmiszertudományok Doktori Iskola

Debrecen, 2014

1. Bevezetés, célkitűzés

A szántóföldi növények produktivitását egyrészt a biológiai, genetikai tényezők, másrészt az ökológiai feltételek, harmadrészt pedig az agrotechnikai tényezők is befolyásolják. A gabonanövények termesztéstechnológiájában ezek harmonizációjára van szükség. A fenntartható növénytermesztéssel összhangban célszerű olyan produkcióbiológiai, asszimilációs felület vizsgálatokat végezni, melynek segítségével a szárazanyag-képződés üteme, mértéke, és növényi részenkénti disztribúciója mérhető. Ezek az adatok segítséget nyújthatnak a termésképződés ok-okozati folyamatainak a feltárásához. Korábban is voltak próbálkozások már terméselőrejelzésre, amelyet elsősorban az adott év időjárási adataiból becsültek. Sokszor azonban igen ellentmondásos előrejelzések jelentek meg a gabonatermeszre vonatkozóan. A növénytermesztésben elért eddigi tudományos ismeretek megkövetelik, hogy a tartamkísérletek elemzése során ne csak a végső produkció elemzésével foglalkozzunk, hanem az azokat befolyásoló tényezőkre, illetve technológiai elemekre is figyeljünk. Ezt úgy érhetjük el, hogy a tenyészidő folyamán megfigyeléseket és méréseket végzünk, amelyek elemzése után egy pontosabb termésbecslést tudunk elvégezni. Ilyen méréseket tesz lehetővé a növekedésanalízis, amely során a különböző kezelések (pl.: műtrágyázás, vetésváltás, tőszám, öntözés, növényvédelem, stb.) hatását nem csak a már betakarított termésben, hanem a növekedésdinamikai változások megfigyelésével, a teljes tenyészidőszak alatt nyomon tudjuk követni.

Az agrotechnikai kezelések hatása szignifikáns terméskülönbségekben mérhető, azonban kevésbé ismerjük a terméskülönbségek kialakulásának agronómiai, ökológiai és fiziológiai tényezőit és a köztük levő interakciókat. Ezen okok miatt nagy hangsúlyt helyezünk az ökofiziológiai vizsgálatokra, különösen új összefüggések feltárására a termés és a vizsgált gabonanövények (őszi búza és kukorica) növekedése, relatív klorofilltartalma, levélterülete között. Összefüggést kívánunk keresni a szárazanyag gyarapodás üteme és a vizsgált növényfajok terméseredménye között is. Célunk továbbá meghatározni, hogy a környezeti feltételek (időjárás) mennyiben határozzák meg a növényi biomassza mennyiségét, asszimilációs felületét és a növények terméseredményét. Kerestük a választ arra is, hogy a vizsgált növekedést jellemző paraméterek (CGR, RGR, LAD, HI) és a termés mennyisége között milyen kapcsolatot tudunk megállapítani, lehet –e ezen méréseket terméselőrejelzéshez használni.

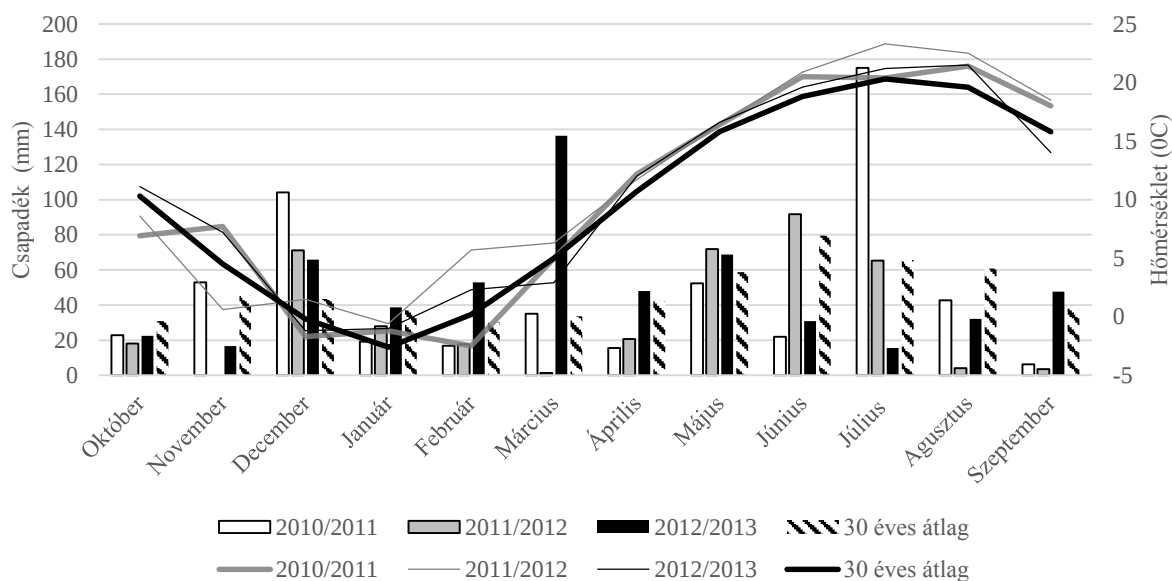
A harminc éves tartamkísérlet lehetőséget teremt számunkra arra is, hogy a különböző agrotechnikai tényezők (műtrágyázás, öntözés, vetésváltás, növényvédelem) hatását vizsgáljuk egyrészt a termésre, másrészt pedig a növényfiziológiai és agronómiai paraméterekre.

Az eredmények hatékonyan járulhatnak hozzá a növények növekedését befolyásoló környezeti és agrotechnikai tényezők hatásának pontosításához, a növényi produktum és a fitomassza tömeg, valamint a növekedési mutatók közötti kapcsolatok egzakt meghatározásához. Megismerhetjük, hogy az alkalmazott agrotechnikai tényezők közül melyik vagy melyek determinálják legjobban a vizsgált paramétereket. Az összefüggés-vizsgálatokkal igazolhatjuk, hogy a levélterület, a levelek élettartama, a relatív klorofilltartalom, az egyes növekedést jellemző mutatók, milyen kapcsolatban vannak a termés mennyiségével. A kutatómunka során kapott eredmények segítségével eldönthetjük, melyik paraméterek és milyen agrotechnikai tényezők járulnak hozzá a maximális szemtermés kialakulásához. Kutatási témám fontosságát és újszerűségét jelenti még, hogy eltérő fotoszintetikus alapú (C3, C4 növények) gabonanövények összehasonlító vizsgálatát is elvégeztem.

Kutatásaink elsősorban a termesztőket segítheti a jövőben, hiszen a gyakorlatban egyszerűen és gyorsan alkalmazható műszerek alkalmazásával választ kaphatnak a termés alakulását befolyásoló faktorokról, a technológiai elemek hatásáról és szerepéről. Az egész évben nyomon követhető rendszer segítségével olyan információkhoz juthatnak a termesztők, amelyek a későbbi évek gazdaságosabb és jobb terméseredményeihez járulhatnak hozzá.

2. Anyag és módszer

A vizsgálatokat a Debreceni Egyetem Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma Látóképi Kísérleti Telepén, 1983-ban Dr. Ruzsányi László professzor úr által beállított és Dr. Pepó Péter professzor úr által irányított polifaktoriális tartamkísérletben végeztük 2010. szeptember-2013. október között. A meteorológiai tényezők alakulását az 1. ábra tartalmazza. A vizsgált két növényfaj az őszi búza és a kukorica volt. A kísérleti parcellák véletlen blokk elrendezéssel, 4 ismétlésben lettek beállítva, a parcellaméret 9,2 m x 5 m (46 m²) volt.



1. ábra. A meteorológiai tényezők alakulása az őszi búza és a kukorica vegetációs periódusában (Debrecen, 2010. október-2013. szeptember)

Az alkalmazott búzafajta az GK Csillag. Az első vizsgált termesztéstechnológiai elem a vetésváltás, amelyből trikultúra (borsó-búza-kukorica) és bikultúra (búza-kukorica) került beállításra. A második agrotechnikai elem a tápanyagellátás (kontroll, N₅₀P₃₅K₄₀, N₁₀₀P₇₀K₈₀, N₁₅₀P₁₀₅K₁₂₀, N₂₀₀P₁₄₀K₁₆₀). A harmadik változó a növényvédelem, amelyből három modell került beállításra (extenzív, átlagos, intenzív). Az őszi búza betegségei közül meghatároztuk a lisztharmat-, a helminthosporiumos- és a levélrozsdá fertőzöttség mértékét. Véletlenszerűen kiválasztott 20 növényen vizsgáltuk meg a különböző levélbetegségek megjelenésének mértékét, amelyet az aktív levélszövet %-ban fejeztünk ki.

A kísérletben alkalmazott kukorica hibrid a Reseda (PR37M81; éréscsoport FAO 360). Az első vizsgált termesztéstechnológiai elem a vetésváltás, amelyből trikultúra (borsó-búza-kukorica), bikultúra (búza-kukorica) és monokultúra került beállításra. A második agrotechnikai elem a tápanyagellátás (kontroll, N₆₀P₄₅K₄₅, N₁₂₀P₉₀K₉₀, N₁₈₀P₁₃₅K₁₃₅,

N₂₄₀P₁₈₀K₁₈₀). A harmadik változó az öntözés, amely során öntözés nélküli (Ö1), optimális vízellátás 50 %-ig visszapótoló öntözéses változatot (Ö2) és öntözéssel optimumig kiegészített vízellátási változatot (Ö3) alkalmaztunk.

A kutatás során alkalmazott módszerek őszi búzánál és kukoricánál: növényi mintavétel, klorofill mérés, levélterület mérés, növekedésanalízis mutatók kiszámítása. Az egyes méréseket az őszi búza és a kukorica különböző fenofázisához igazítottuk. Az 1 m²-re eső levélterületet (LAI) hordozható levélterület mérő segítségével határoztuk meg. A két növényfaj relatív klorofilltartalmának meghatározására a SPAD-502 Plus műszert használtunk. A növekedésanalízis klasszikus módszerével az összes száraztömeg adatokból és a LAI-értékekből két mintavétel közötti intervallumra kiszámítottuk az egyes növekedést jellemző mutatókat (CGR, RGR, HI, LAD).

$$CGR = \frac{1}{P} * \frac{(W2-W1)}{t2-t1}$$

$$HI = \frac{\text{szemtermés}}{\text{biológiai hozam}} * 100$$

$$RGR = \frac{\ln W2 - \ln W1}{t2 - t1}$$

$$LAD = \frac{LAI1 + LAI2}{2} * (t2 - t1)$$

A *CGR* (*Crop Growth Rate*) a termésnövekedés sebességét, vagy más néven a terméknövekedési arányt jelenti. Kifejezi a növényállomány szárazanyag (W) produkciójának sebességét egységnyi termőterületre (P) és egységnyi időre (t) vetítve.

Mértékegysége: g m⁻² nap⁻¹ vagy t ha⁻¹ év⁻¹.

Az *RGR* (*Relatív Growth Rate*) a relatív növekedési sebességet jelöli. Az RGR megadja a már elért egységnyi tömegre jutó tömeggyarapodás sebességét egységnyi időre (t) számítva.

Mértékegysége: g nap⁻¹ vagy g hét⁻¹.

A *HI* (*Harvest Index*) a szemtermés (azaz a hasznos produkció) aránya a növény összes föld feletti tömegéhez (azaz a biomassa produkcióhoz) a betakarítás időpontjában. Dimenzió nélküli arány, gyakran százalékban fejezik ki.

A *LAD*, a *levélterület tartósság*ot jelöli, ami a levélterületi index (LAI) idő szerinti görbéje alatti terület. A LAD kvantitatív formában fejezi ki, hogy milyen hosszú ideig tartja fenn a növényállomány az aktív fotoszintetizáló területet.

Mértékegysége: nap.

Az adatok statisztikai értékelését *Microsoft Excel 2013*, illetve *SPPS for Windows 13.0* programok segítségével végeztük. Az eredményeket egy-, és háromtényezős

variacionaalízissel értékeltek. A vizsgált tényezők közötti kapcsolatok megállapításához Pearson-féle korrelációt számítottunk, emellett regresszióanalízis és stabilitásanalízis számítás is végeztünk. Az agrotechnikai tényezők termésre gyakorolt hatásának számszerűsítése variancia komponensek felosztásával történt.

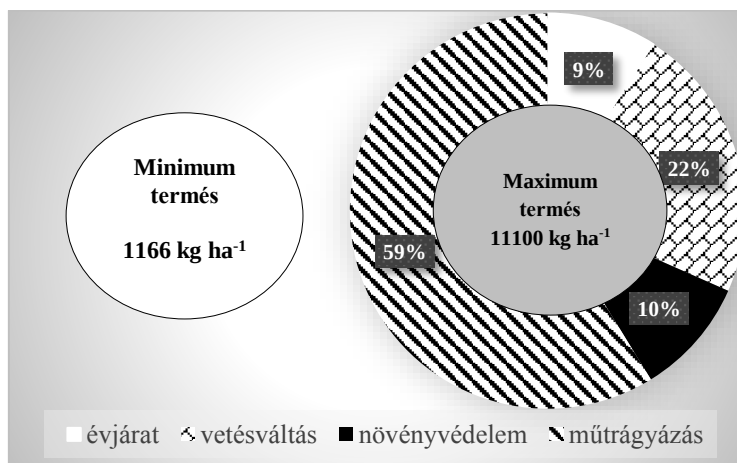
3. Eredmények értékelése

3.1. Ökológiai és agrotechnikai tényezők hatása az őszi búza kórtani tulajdonságaira

Az őszi búza levélbetegségeinek megjelenését és a fertőzés mértékét az évjárat jellege, határozza meg, de jelentős módosító tényező az alkalmazott agrotechnika is. A maximális termés kialakulásához a növényvédelem 9-13 %-ban járult hozzá, a három vizsgált évben. Az egyszeri védelem mérsékelten, a kétszeri állományvédekezés jelentős mértékben visszaszorította a levélbetegségek mértékét, negatív közepes összefüggés állapítható meg a betegségek és a növényvédelmi kezelések között. Eredményeink szerint a lisztharmat-, a HTR- és a levélrozsd-fertőzöttséget kisebb mértékben ugyan, de szignifikánsan befolyásolta a vetésváltás, a műtrágyázásnak pedig mindhárom vizsgált évben (2011-2013) jelentős hatása volt a betegségek megjelenésére.

3.2. Az ökológiai és agrotechnikai tényezők hatása az őszi búza és a kukorica termésére Őszi búza

Az őszi búza termését 2011., 2012. és a 2013. tenyészévben a műtrágyázás és a vetésváltás befolyásolta jelentősen, a növényvédelemnek nem volt szignifikáns hatása. A varianciakomponensek felosztásával azt vizsgáltuk, hogy az agrotechnikai tényezők (vetésváltás, növényvédelem, műtrágyázás) hány százalékban befolyásolják a búza termésmennyiségének alakulását. A három év átlagában az évjárat 9,04 %-ban, a vetésváltás 22,57 %-ban, a növényvédelem 9,62 %-ban, a műtrágyázás 58,77 %-ban befolyásolta a termés nagyságát (2. ábra).



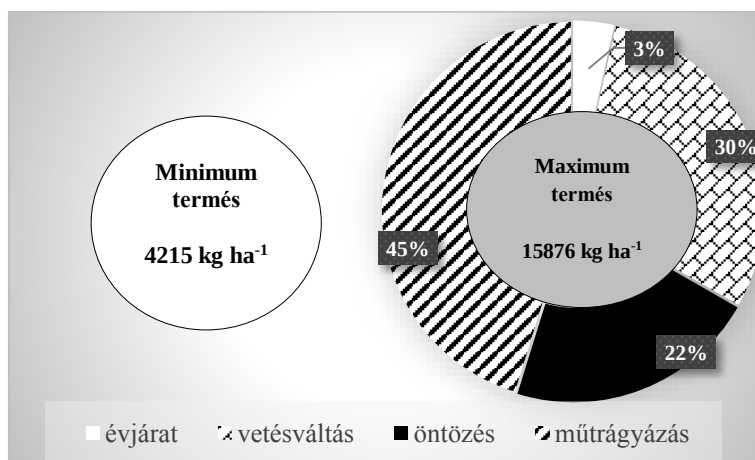
2. ábra. A műtrágyázás, a vetésváltás, a növényvédelem és az évjárat szerepe az őszi búza termésének alakulásában (Debrecen, 2011-2013)

Az eltérő növényvédelmi kezeléseknél megfigyeltük, hogy nagyobb terméseredményeket kaptunk az egyszer-, illetve kétszer kezelt állományokban, mint az extenzív modell

alkalmazásakor. Bikultúrás termesztésnél mindhárom vizsgált évben a legnagyobb tápanyagszinten ($N_{200}+PK$) kaptuk a maximális terméseredményeket. Trikultúránál azonban a maximális termést kevesebb műtrágya felhasználásával érték el, 2011-ben az $N_{100}+PK$ kezelésnél, 2012-ben és 2013-ban az $N_{150}+PK$ dózissal. Az intenzív növényi modell alkalmazásával az őszi búza termésszintje $8,5-10,5 \text{ t ha}^{-1}$ között tartható. Extenzív növénytermesztési modellben $1,5-2,5 \text{ t ha}^{-1}$ (bi), $4,5-6,5 \text{ t ha}^{-1}$ (tri) között változott, tehát lényegesen kevesebb volt, mint az intenzív technológia esetében.

Kukorica

A kukorica termésének mennyiségét a műtrágyázás és a vetésváltás befolyásolta jelentősen. A három év átlagában az évjárat 3,5 %-ban, a vetésváltás 29,8 %-ban, az öntözés 21,5 %-ban, a műtrágyázás 45,2 %-ban befolyásolta a termés nagyságát (3. ábra). A monokultúrában termesztett kukorica a három év átlagában $2003-2090 \text{ kg ha}^{-1}$ -al kevesebb termést adott a vetésváltásban termesztethez képest. Vizsgálataink szerint az optimális $N+PK$ mennyiséget több tényező is befolyásolja. Egyrészt az évjárat jellege, másrészt pedig az alkalmazott agrotechnika (vetésváltás, öntözés).



3. ábra. A műtrágyázás, a vetésváltás, az öntözés és az évjárat szerepe a kukorica termésének alakulásában (Debrecen, 2011-2013)

A három év alapján monokultúránál az $N_{180-240}+PK$, bikultúránál az $N_{120-180}+PK$, míg trikultúránál az $N_{60-120}+PK$ mellett kaptuk a legnagyobb termést. Az öntözés terméstöbbletét az évjárat jellege határozza meg. Mindhárom vizsgált évben többször is sor került a kukorica öntözésére, így az öntözés hatását volt lehetőségünk számszerűsíteni, ami 2011-ben $434-994 \text{ kg ha}^{-1}$, 2012-ben $994-653 \text{ kg ha}^{-1}$, 2013-ban $1874-2664 \text{ kg ha}^{-1}$ terméstöbbletet eredményezett. Az intenzív növényi modell alkalmazásával a kukorica termésszintje $12,5-14,5 \text{ t ha}^{-1}$ között volt. Extenzív növénytermesztési modellben a kukorica termése $4,5-7,0 \text{ t ha}^{-1}$ (mono), $9,0-11,5$

t ha⁻¹ (bi) és 9,0-11,0 t ha⁻¹ (tri) között változott, lényegesen kevesebb volt, mint az intenzív technológiánál.

3.3. Az ökológiai és agrotechnikai tényezők hatása az őszi búza és a kukorica fiziológiai paramétereire

Relatív klorofilltartalom

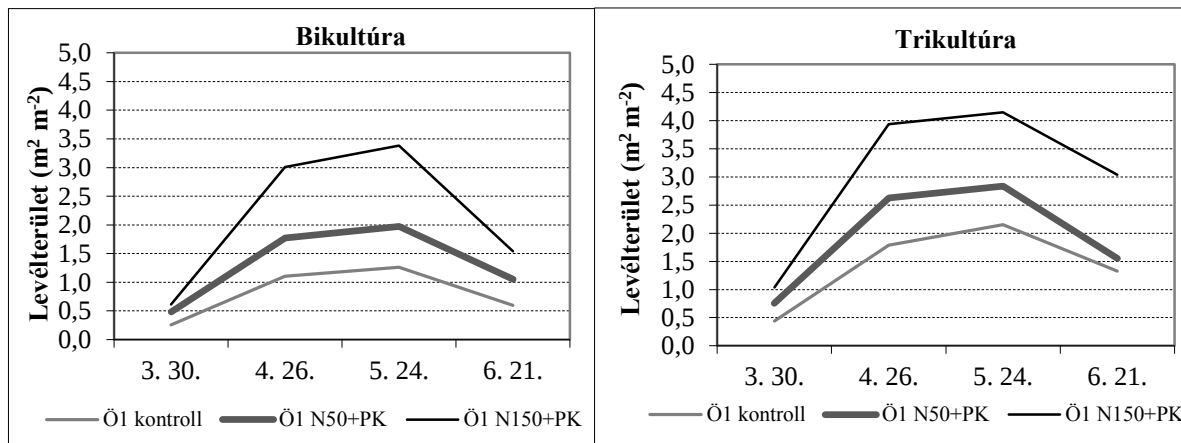
Az őszi búza SPAD-értékeinek elemzésekor azt tapasztaltuk, hogy a műtrágyázásnak és a vetésváltásnak is jelentős hatása van erre a mutatóra. A relatív klorofilltartalmat egy harang alakú görbével jellemezhetjük, a maximális SPAD-értékeket évjárártól függően 2-3 nóduszos állapotban, illetve virágzáskor mértük. Mindhárom vizsgált évben az N₁₅₀+PK tápanyagszintnél, trikultúránál kaptuk a maximális relatív klorofilltartalmat. A borsó növeli a talaj nitrogénkészletét, kímélőleg hat a talaj vízháztartására és kedvező hatással van a talaj fizikai, kémiai tulajdonságaira is, ezáltal az őszi búza nitrogénellátottsága is kedvezőbb, mint kukorica elővetemény után.

A kukorica relatív klorofilltartalmát is egy harang alakú görbével írhatjuk le, a maximális SPAD-értékeket évjárártól függően hímvirágzás-nővirágzás idején mértük. Mindhárom vetésváltási modellnél jelentős különbségeket tapasztaltunk a kontroll és az N₁₂₀₋₁₈₀+PK műtrágyaszintek között, a három műtrágyakezelés között jelentős különbségeket tapasztaltunk. A három vetésváltási rendszer közül monokultúránál kaptuk a legkisebb relatív klorofilltartalmat, és az alkalmazott agrotechnikától függően a szemtelítődési időszakban is lényegesen kisebb értékeket mértünk. Az öntözésnek köszönhetően növekvő tendenciát állapíthatunk meg a relatív klorofilltartalom alakulásában, azonban ezt statisztikailag nem tudtuk alátámasztani.

Levélterület

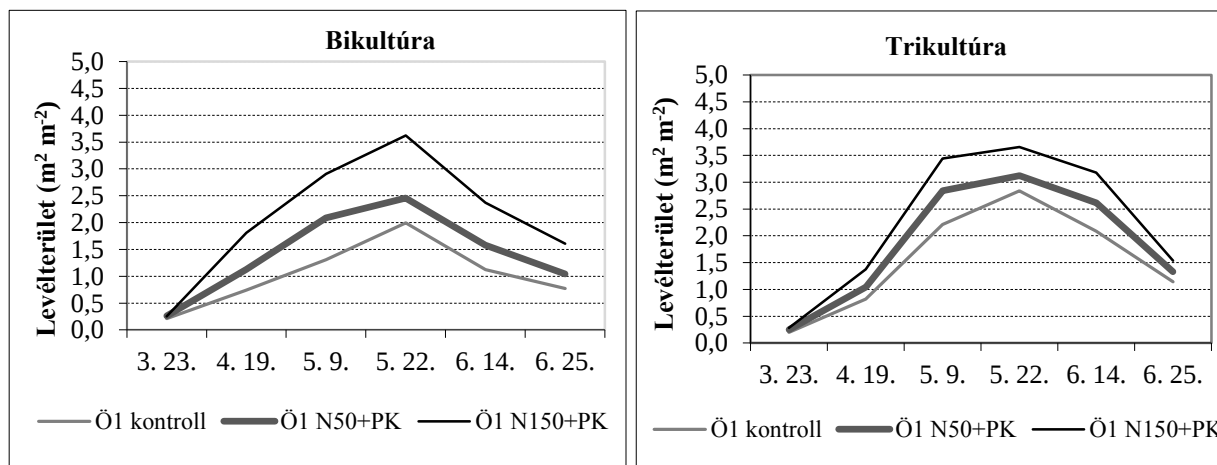
Az őszi búza levélterületi indexének időbeli változásánál egy erőteljes növekvő szakaszt figyelhattunk meg a 2-3 nóduszos állapot-virágzás idejéig. Ekkor kaptuk a maximális levélborítottságot majd ezt követően lassabb, vagy erőteljesebb csökkenést tapasztaltunk (4-6. ábra). A képződött levélterület nagyságát évjárat és az agrotechnikai tényezők is jelentősen módosították. Kukorica elővetemény után a műtrágyázásnak az N₁₅₀+PK kezelésig jelentős hatása volt a levélterületi index dinamikájára és maximális értékére. Trikultúra vetésváltás esetén is hasonló tendenciát tapasztaltunk, a három műtrágyakezelés között szignifikáns különbségeket mértünk mindhárom tenyészévben. A két vetésváltási rendszer összehasonlításakor azt tapasztaltuk, hogy bokrosodás végén még mérsékelten jelentkezett az

elővetemény hatása a LAI-értékek nagyságára, a további fenofázisoknál a trikultúras termesztés során szignifikánsan nagyobb levélterületet tapasztaltunk mindhárom műtrágyadózis esetén. Az utolsó méréskor is nagyobb LAI értékeket mértünk borsó elővetemény után, bikultúránál a levéllelhalás gyorsabb ütemben következett be.



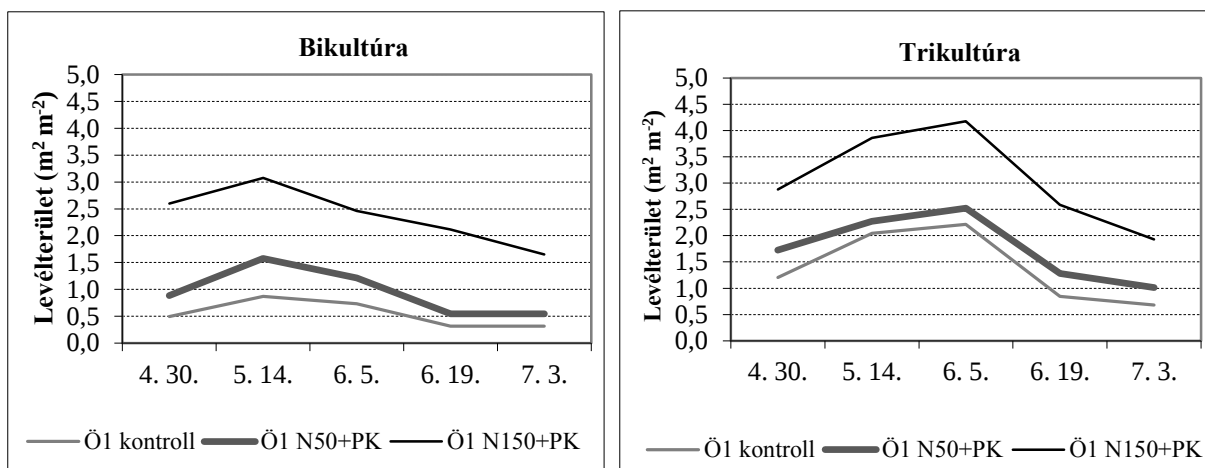
	03.30.	04.26.	05.24.	06.21.
SZD 5% műtrágyázás	0,2	0,8	0,8	0,6
SZD 5% vetésváltás	0,2	0,5	0,6	0,6

4. ábra. Az őszi búza LAI-értékeinek alakulása bi- és trikultúra vetésváltás esetén
(Debrecen, 2011)



	03.23.	04.19.	05.09.	05.22.	06.14.	06.25.
SZD 5% műtrágyázás	0,03	0,2	0,6	0,5	0,6	0,2
SZD 5% vetésváltás	0,03	0,3	0,6	0,6	0,5	0,3

5. ábra. Az őszi búza LAI-értékeinek alakulása bi- és trikultúra vetésváltás esetén
(Debrecen, 2012)



	04.30.	05.14.	06.05.	06.19.	07.03.
SZD 5% műtrágyázás	0,3	0,4	1,1	0,4	0,3
SZD 5% vetésváltás	0,8	0,8	0,9	0,7	0,5

6. ábra. Az őszi búza LAI-értékeinek alakulása bi- és trikultúra vetésváltás esetén
(Debrecen, 2013)

A kukorica a maximális LAI-értéket, évjáratától függően, a 12 leveles állapot-hímvirágzás idején érte el. A levélterületi index dinamikáját és maximális értékét szignifikánsan meghatározta a műtrágyázás. A vetésváltás hatása erőteljesen jelentkezett, bár az egyes évjáratokban eltérő volt. 2011-ben és 2013-ban a legkisebb levélterület monokultúránál képződött. Bi- és trikultúránál a levelelhalás is lassabb ütemben következett be, mint monokultúránál. 2012-ben azonban a monokultúra szignifikánsan jobbnak bizonyult, mint a bi- és a trikultúra. Az öntözött és a nem öntözött parcellák levélterületében lényeges eltérést nem tapasztaltunk.

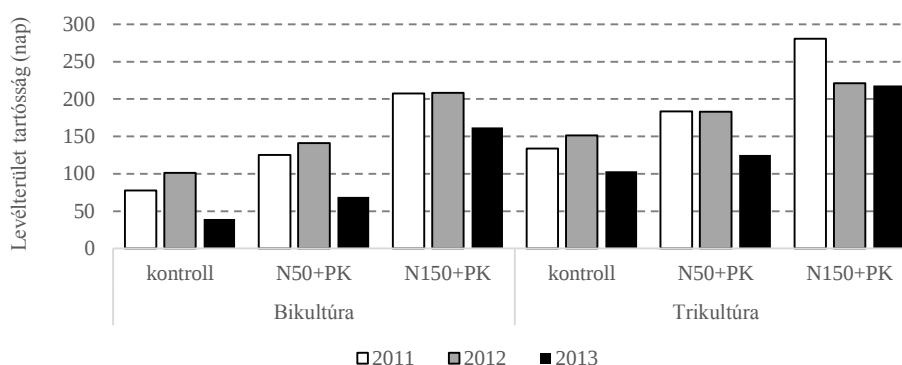
Szárazanyagtömeg

Mindkét növényfaj szárazanyagtömegének alakulását az alkalmazott agrotechnikai kezelések (vetésváltás és műtrágyázás) szignifikánsan befolyásolták, és a tenyészév időjárási tényezői is nagymértékben módosították. A szárazanyag-felhalmozódás dinamikája azt bizonyította, hogy a szárazanyagképződés a tenyészidőszak végéig tartott búzánál és kukoricánál egyaránt. Az őszi búza képződött összes szárazanyagtömege a kontroll kezelésben 688,0-1528,4 g m⁻², az N₅₀+PK kezelésben 814,0-2217,6 g m⁻², N₁₅₀+PK kezelésben 1275,2-2570,4 g m⁻² között változott vetésváltástól függően. Kukoricánál a képződött szárazanyagtömeg kontroll kezelésben 1320,1-2751,6 g m⁻², az N₁₂₀+PK kezelésben 1870,6-3071,9 g m⁻², N₁₈₀+PK kezelésben 2090,2-3036,3 g m⁻² között változott vetésváltástól és vízellátástól függően.

3.4. Az ökológiai és agrotechnikai tényezők hatása az őszi búza és a kukorica növekedésanalízis értékeire

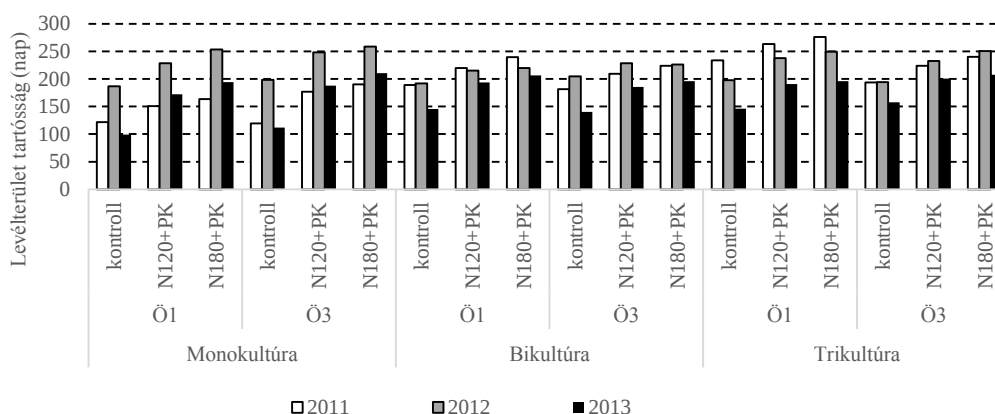
Levélterület tartósság

A levélterület tartósság (LAD) és az őszi búza termése között mindhárom évben igen szoros korrelációt tapasztaltunk. A kukorica termésmennyisége és a levelek élettartama közötti összefüggés lényegesen gyengébb volt, mint az őszi búzáénál. A legnagyobb befolyásoló tényező a levelek élettartamára a műtrágyázás volt a három vizsgált évben, a vetésváltás a LAD-értékeket kisebb mértékben módosította (7. és 8. ábra).



	LAD 2011.	LAD 2012.	LAD 2013.
SZD 5% műtrágyázás	38	27	37
SZD 5% vetésváltás	52	35	46

7. ábra. A levélterület tartósság (LAD) alakulása a különböző agrotechnikai tényezők (vetésváltás, műtrágyázás) hatására őszi búzáénál (Debrecen, 2011-2013)



	LAD 2011.	LAD 2012.	LAD 2013.
SZD 5% műtrágyázás	25	10	13
SZD 5% vetésváltás	18	15	21
SZD 5% öntözés	22	13	17

8. ábra. A levélterület tartósság (LAD) alakulása a különböző agrotechnikai tényezők (vetésváltás, műtrágyázás, öntözés) hatására kukoricánál (Debrecen, 2011-2013)

A legnagyobb LAD-értékeket őszi búzánál az $N_{150}+PK$ tápanyagszinten tapasztaltuk, 2011-ben 207-281 nap, 2012-ben 208-221 nap, 2013-ben 162-218 nap volt, kukoricánál az $N_{180}+PK$ tápanyagszinten tapasztaltuk, 2011-ben 163-276 nap, 2012-ben 226-254 nap, 2013-ben 194-210 nap volt vetésváltástól és öntözéstől függően.

Termésnövekedés sebessége

Az őszi búza és a kukorica növekedését és fejlődését, ezáltal a termésnövekedés sebességét (CGR), a relatív növekedési sebességet (RGR) és a Harvest Indexet (HI) egyrészt az agrotechnikai tényezők, másrészt az évjárat jelentősen befolyásolta. Mind kukoricánál, mind őszi búzánál a technológiai elemek közül kiemelkedő szerepe a tápanyagellátásnak volt. A tápanyagellátás hatására szignifikánsan növekedett az őszi búza termésnövekedés sebessége. A legnagyobb CGR értékeket az $N_{150}+PK$ műtrágya dózisinál kaptuk. A két vetésváltási rendszert vizsgálva azt tapasztaltuk, hogy a kukorica után vetett állományoknál minden időszakban kisebb CGR értékeket kaptunk, tehát kevésbé intenzív szárazanyag gyarapodás volt jellemző, mint borsó elővetemény után, azonban ezt statisztikailag nem minden esetben tudtuk bizonyítani.

A kukorica CGR-értékeinek változását is hasonló tendencia jellemezte, mint az őszi búzáét. A kukorica szárazanyag képződésének kezdetén alacsonyak voltak a CGR-értékek, ezt követően erőteljes növekedést tapasztaltunk, majd az utolsó mérési időszakban kis mértékben csökkent a CGR-érték. A növekvő tápanyagszint és a vetésváltás statisztikailag is igazolható CGR-érték növelő hatását igazolni tudtuk, azonban az öntözésnek nem volt lényeges hatása erre a növekedésanalízis mutatóra.

Relatív növekedési sebesség

Őszi búzánál és kukoricánál is hasonló tendencia érvényesült, növényfajtól függetlenül a legnagyobb RGR-értékeket az első mérési időszakban kaptuk, azonban az értékek nagyságrendjében jelentős különbségek voltak. Az őszi búzánál a tápanyagellátásnak egyes időszakokban szignifikáns hatása volt az RGR-értékek alakulására, a vetésváltásnak viszont nem volt lényeges hatása erre a növekedésanalízis mutatóra.

A kukorica RGR-értékeinél azt tapasztaltuk, hogy a műtrágyázásnak a címerhányásig volt statisztikailag igazolható hatása. Az elővetemény csak a 12 leveles állapotig befolyásolta jelentősen az RGR-értéket, ekkor a bikultúra bizonyult a legjobbnak. Az öntözésnek nem volt statisztikailag igazolható hatása a relatív növekedési sebességre.

Harvest Index

Őszi búzánál 2011-ben 22-37%, 2012-ben 28-45% között változott a HI műtrágyázástól függően. Statisztikailag is igazolható különbséget a műtrágyázás hatására 2013-ban tudtunk megállapítani, ekkor 19-53 % között változott a HI. 2011-ben és 2012-ben a vetésváltásnak volt szignifikáns hatása a HI nagyságára.

Kukoricánál 2011-ben az N₁₂₀+PK tápanyagszintnél kaptuk a legnagyobb értékeket (38,9-45,8%). A három vetésváltási rendszer közül 2011-ben a bikultúra szignifikánsan jobbnak bizonyult, mint a monokultúra (az öntözés és a műtrágyázás átlagában 41,6 %). Ebben az évben az öntözésnek is szignifikáns hatása volt a Harvest Indexre. 2012-ben -elsősorban a kontroll parcellákon (35,6-48,1 %)- jóval nagyobb volt a Harvest Index, mint 2011-ben. Statisztikailag értelmezhető különbség volt a műtrágyázási kezelések között. A három vetésváltási rendszert együttesen vizsgálva megállapítható, hogy monokultúránál volt a legkisebb a Harvest Index (a kezelések átlagában 42,5 %), legjobb a trikultúras termesztés volt (a kezelések átlagában 46,9 %), a két vetésváltási modell között szignifikáns eltérést tapasztaltunk. Öntözés hatására nem kaptunk statisztikailag értelmezhető különbséget. 2013-ban is közel hasonló HI értékeket kaptunk, mint 2011-ben és 2012-ben, azonban az agrotechnikai tényezők közül a műtrágyázás mellett az öntözésnek volt kiemelkedő szerepe. A három vetésváltás között ebben a tenyészcsoportban nem volt jelentős különbség.

Őszi búzánál a Harvest Index és a termés mennyisége között nem találtunk szignifikáns kapcsolatot, azonban kukoricánál a Harvest Index pozitív, közepes kapcsolatot ($r=0,411-0,664$) mutatott a termés mennyiségével.

3.5. A kukorica és az őszi búza fotoszintetikus kapacitásának összehasonlítása és értékelése

A növények fotoszintetikus aktivitását jelentősen befolyásolja a levélterület és a klorofilltartalom. Az őszi búza és a kukorica maximális levélterületi indexei (LAI_{max}) és maximális relatív klorofilltartalmai (SPAD_{max}) között jelentős különbséget nem találtunk, azonban a maximális terméseredmények összehasonlításakor több tonnás eltéréseket is tapasztaltunk a két növényfaj között. Emiatt szükségesnek tartottuk egy mutató bevezetését, amelyet fotoszintetikus kapacitásnak (Ph.C.) neveztünk el.

$$\text{Ph.C.} = \left(\frac{\text{Termés max}}{\text{LAI max}} * \frac{\text{Termés max}}{\text{SPAD max}} \right) / 1000$$

1. táblázat. Az agrotechnikai tényezők hatása az őszi búza fotoszintetikus kapacitására
(Debrecen, 2011-2013)

Év	Műtrágyázás	Bikultúra Ö1				Trikultúra Ö1			
		Termés (kg ha ⁻¹)	LAI _{max} (m ² m ⁻²)	SPAD _{max}	Ph.C.	Termés (kg ha ⁻¹)	LAI _{max} (m ² m ⁻²)	SPAD _{max}	Ph.C.
2011	kontroll	2046	1,3	56	61	6570	2,2	43	469
	N ₁₅₀ +PK	7742	3,4	59	305	9830	4,1	54	446
2012	kontroll	2429	2,0	38	82	5015	2,8	56	159
	N ₁₅₀ +PK	7283	3,6	59	240	8203	3,7	59	309
2013	kontroll	1558	0,9	32	90	4811	2,2	45	243
	N ₁₅₀ +PK	6205	3,1	53	243	8660	4,2	54	372

2. táblázat. Az agrotechnikai tényezők hatása a kukorica fotoszintetikus kapacitására
(Debrecen, 2011-2013)

Év	Monokultúra									
	Műtrágyázás	Ö1				Műtrágyázás	Ö3			
		Termés (kg ha ⁻¹)	LAI _{max} (m ² m ⁻²)	SPAD _{max}	Ph.C.		Termés (kg ha ⁻¹)	LAI _{max} (m ² m ⁻²)	SPAD _{max}	Ph.C.
2011	kontroll	6226	2,4	50	325	kontroll	6741	2,0	47	501
	N ₁₈₀ +PK	11362	2,8	56	815	N ₁₈₀ +PK	12903	3,1	58	926
2012	kontroll	6715	2,7	52	325	kontroll	7028	2,6	55	346
	N ₁₈₀ +PK	10641	3,3	59	584	N ₁₈₀ +PK	11669	3,5	59	656
2013	kontroll	4862	1,4	48	341	kontroll	5725	1,7	44	439
	N ₁₈₀ +PK	9386	2,6	57	607	N ₁₈₀ +PK	12821	2,5	57	1176
Év	Bikultúra									
	Műtrágyázás	Ö1				Műtrágyázás	Ö3			
		Termés (kg ha ⁻¹)	LAI _{max} (m ² m ⁻²)	SPAD _{max}	Ph.C.		Termés (kg ha ⁻¹)	LAI _{max} (m ² m ⁻²)	SPAD _{max}	Ph.C.
2011	kontroll	8769	2,9	54	484	kontroll	9075	3,2	55	470
	N ₁₈₀ +PK	12670	3,5	58	788	N ₁₂₀ +PK	14117	3,8	60	888
2012	kontroll	9389	2,8	61	508	kontroll	10126	2,8	59	614
	N ₁₈₀ +PK	11886	3,2	61	729	N ₁₈₀ +PK	13083	3,0	61	931
2013	kontroll	9208	2,0	53	808	kontroll	11614	2,1	51	1266
	N ₁₈₀ +PK	11947	3,0	58	813	N ₁₈₀ +PK	14689	2,3	57	1631
Év	Trikultúra									
	Műtrágyázás	Ö1				Műtrágyázás	Ö3			
		Termés (kg ha ⁻¹)	LAI _{max} (m ² m ⁻²)	SPAD _{max}	Ph.C.		Termés (kg ha ⁻¹)	LAI _{max} (m ² m ⁻²)	SPAD _{max}	Ph.C.
2011	kontroll	9602	3,9	59	407	kontroll	10652	3,5	57	570
	N ₁₂₀ +PK	12388	4,2	60	615	N ₁₈₀ +PK	13148	4,2	59	695
2012	kontroll	9656	2,8	58	573	kontroll	10140	2,6	58	671
	N ₁₂₀ +PK	11955	3,1	60	781	N ₁₂₀ +PK	13170	3,1	60	940
2013	kontroll	9029	2,1	51	781	kontroll	10971	1,9	53	1202
	N ₁₂₀ +PK	10812	2,6	57	800	N ₁₂₀ +PK	14676	2,4	55	1658

A fotoszintetikus kapacitás két komponensének (SPAD-érték, LAI) nagysága a különböző agrotechnikai tényezőkkel befolyásolható volt búzánál, kukoricánál egyaránt. Őszi búzánál optimális tápanyagellátás esetén évjáratától függően 3,1-4,2 m² m⁻² között változott a LAI_{max}, a relatív klorofilltartalom maximumai 53-59, a képződött termés mennyisége 6,2-9,8 t ha⁻¹ között

volt. Kukoricánál a LAI_{max} 2,3-4,1 $m^2 m^{-2}$, a $SPAD_{max}$ 55-61, a termés mennyisége 9,4-14,7 t ha^{-1} között alakult a három vizsgált évben. A C3-as és a C4-es növényfaj terméseredményeiben tapasztaltunk lényeges különbséget, ami a fotoszintetikus kapacitásban is mérhető volt.

Az őszi búza fotoszintetikus kapacitását a tápanyagellátottság jelentősen befolyásolta, a kontroll parcellákon bikultúránál 61-90 között, míg trikultúránál, a műtrágyázatlan parcellákon 159-469 között változtak a Ph.C.értékei. Kísérletünkben a vetésváltás hatása is erőteljesen jelentkezett a fotoszintetikus kapacitás értékére. Az optimális tápanyagellátottságnál már kiegyenlítettebb Ph.C. értékeket számítottunk, vetésváltástól és évjáráttól függően az $N_{150}+PK$ tápanyagszinten 240-446 közötti értékeket kaptunk (1. táblázat).

A kukorica fotoszintetikus kapacitását elsősorban a tápanyagellátottság és a vetésváltás befolyásolta jelentősen, a kontroll parcellákon monokultúránál 325-501, bikultúránál 470-931 között, míg trikultúránál, a műtrágyázatlan parcellákon 407-1202 között változott a Ph.C. Az optimális tápanyagellátottságnál vetésváltástól és évjáráttól függően 584-1658 közötti értékeket kaptunk (2. táblázat).

3.6. Az őszi búza és a kukorica termését befolyásoló tényezők összefüggés vizsgálata

Korrelációs számítással meghatároztuk a vizsgált paraméterek és az alkalmazott agrotechnikai kezelések közötti kapcsolat szorosságát. Kerestük a választ arra is, hogy milyen összefüggés van a vetésváltás, a műtrágyázás, a növényvédelem és az őszi búza termésmennyisége között, illetve a vetésváltás, a műtrágyázás, az öntözés és a kukorica termése között. Az összefüggés-vizsgálatokkal bizonyítani tudtuk, hogy egy C3-as és egy C4-es növényenél is a levélterület, a levelek élettartama, a relatív klorofilltartalom, a szárazanyagtömeg, és az egyes növekedést jellemző mutatók is kapcsolatban vannak a termés mennyiségével. A korrelációs számítással megállapítottuk, hogy elsődlegesen azonban a levélterületi index (LAI), relatív klorofilltartalom (SPAD), levélterület tartósság (LAD) teszi lehetővé a termés mennyiségének előrejelzését a tenyészidő korai szakaszában. Őszi búzánál a szárazanyagtömeg mérése is lehetőséget biztosít a termésbecslésre, mert az pozitív szoros kapcsolatban volt a termés mennyiségével. Az őszi búza szemtermésének nagysága tehát közvetlenül összefügg a szárazanyagtömeg alakulásával. Őszi búzánál az agrotechnikai tényezők közül a termés mennyiségét egyrészt a műtrágyázás ($r=0,651-0,832$) és a vetésváltás ($r=0,195-0,638$) befolyásolta jelentősen, másrészt pedig negatív közepes összefüggés állapítható meg a betegségek és a növényvédelmi kezelések között. A növényvédelem a betegségek (lisztharmat, HTR, levélrozsda) mértékének csökkentésével járul hozzá a maximális termések kialakulásához. Kukoricánál az agrotechnikai tényezők közül legerősebben a

műtrágyázás ($r=0,533-0,723$) befolyásolta a termés mennyiségét. A vetésváltás és a termés mennyisége közötti kapcsolat szignifikáns, gyenge ($r= 0,336-0,423$) erősségű volt, az öntözés laza, nem szignifikáns kapcsolatban állt a termés mennyiségével 2011-ben és 2012-ben. 2013-ban az öntözés nagyobb jelentőséggel bírt a termés mennyiségére, mint 2011-ben és 2012-ben ($r=0,497$).

4. Új és újszerű tudományos eredmények

1. Meghatároztuk a LAI-ra és a SPAD-értékekre ható tényezőket az őszi búza és a kukorica esetében. A levélterületi index maximális értékét, valamint a relatív klorofilltartalom nagyságát mindhárom évben szignifikánsan a műtrágyázás határozta meg mindkét növényfajnál. Az őszi búzánál a két mutató (LAI, SPAD) és a tápanyagellátás között szoros, kukoricánál közepes kapcsolatot állapítottunk meg. A vetésváltás is közepes erősségű, pozitív hatással volt mind a levélterületi index, mind a relatív klorofilltartalom értékeire.
2. Az őszi búza és a kukorica növekedése és fejlődése egyrészt az agrotechnikai tényezőktől, másrészt az évjáráttól függ. Az általunk számított növekedésanalízis mutatók (CGR, RGR) mindkét növényfajnál pontosan jellemezték a szárazanyagképződés eltérő ütemét az egyes kezelések hatására, eltérő években. Mind kukoricánál, mind őszi búzánál a technológiai elemek közül kiemelkedő szerepe a tápanyagellátásnak volt.
3. A levélterület tartósság (LAD) és az őszi búza termése között mindhárom évben igen szoros korrelációt tapasztaltunk ($r=0,895-0,922$). A legnagyobb befolyásoló tényező a levelek élettartamára a műtrágyázás volt ($r=0,791-0,845$), a vetésváltás a LAD-értékeket kisebb mértékben módosította ($r=0,416-0,499$). A kukorica termésmennyisége és a levelek élettartama közötti összefüggés lényegesen gyengébb, mint az őszi búzánál ($r=0,531-0,696$). A vetésváltásnak csak egy évben volt befolyásoló szerepe a kukorica levélterület tartósságára, a műtrágyázásnak viszont jelentős volt a hatása a LAD-értékek alakulásában.
4. A növényfiziológiai mérések közül őszi búzánál és kukoricánál elsődlegesen a levélterületi index (LAI), relatív klorofilltartalom (SPAD), levélterület tartósság (LAD) teszi lehetővé a termés mennyiségének előrejelzését a tenyésztő korai szakaszában.
5. Őszi búzánál szoros, pozitív összefüggés ($r=0,578-0,854$) állapítható meg a szárazanyagtömeg és a termésmennyiség között, így ez is alkalmas termésbecslésre. Az őszi búza kedvező termésszintjéhez elengedhetetlen a megfelelő vegetatív tömeg képződése, azonban a vegetatív részek növelése csak bizonyos korlátok között lehetséges.
6. Új számítást (képletet) vezettünk be az őszi búza (C3) és a kukorica (C4) növények fotoszintetikus aktivitásának egységes meghatározására. Ezt az új mutatót fotoszintetikus kapacitásnak (Ph.C.) neveztük el. A Ph.C.-értékek alapján a C3 és C4

gabonanövények markánsan elkülöníthetők. Az évjárat és egyéb tényezők is jelentősen befolyásolták a fotoszintézist, és annak hatékonyságát, mégis őszi búzánál az optimális műtrágyaszintnél 250-500 körüli Ph.C. értéket számítottunk, kukoricánál ez 600-1600 között változott.

7. Az eltérő évjáratípusok ellenére az őszi búza és a kukorica terméseredménye-optimalizált agrotechnika mellett-közel azonos volt. Őszi búzánál 2011-ben 10,8 t ha⁻¹, 2012-ben 8,6 t ha⁻¹, 2013-ban 9,1 t ha⁻¹ volt a termésmaximum, kukoricánál 13,1-14,6 t ha⁻¹ között változott a termésmaximum évjáratától függően. A termőhelyhez és az alkalmazott fajta/hibridhez választott optimális agrotechnikával a termésbiztonság növelhető.
8. Az alkalmazott agrotechnikai tényezők közül a műtrágyázás (őszi búza: 59 %, kukorica: 45 %) determinálta legjobban a termésmennyiséget, azonban a vetésváltásnak is jelentős (őszi búza: 22 %, kukorica: 30 %) szerepe volt. Őszi búzánál a növényvédelem szignifikánsan nem a termés mennyiségét növelte, hanem a betegségek (lisztharmat, HTR, levélrozsdá) mértékének csökkentésével járul hozzá a maximális termések kialakulásához, azaz közvetett jelentőséggel bírt (10 %). Kukoricánál az abiotikus stresszhatást, a vízhiányt mérsékelni lehet öntözéssel, amely a 3 év átlagában 22 %-os befolyásoló szereppel rendelkezett.

5. A gyakorlatban hasznosítható eredmények

1. Megfelelő növényfiziológiai paraméterekkel (SPAD, LAI) és fitomassza méréssel a tenyésztési relatíve korai szakaszában (őszi búza: szárbaindulás, kukorica: hímvirágzás) a várható termés előrejelezhető. Ezt a korrelációs számítás mindhárom évben bizonyította.
2. Növényfiziológiai és fitomassza vizsgálatokkal a különböző kezelések (műtrágyázás, vetésváltás, öntözés) hatását nem csak a már betakarított termésben, hanem a teljes tenyésztési időszak alatt vizsgálni tudtuk. Az alkalmazott agrotechnikai tényezők közül a műtrágyázás befolyásolta legjobban a növényfiziológiai paramétereket és a szárazanyagtömeget.
3. Mindkét növényfajnál a műtrágyázás és a vetésváltás bizonyult az évek átlagában (2011-2013) a termést elsődlegesen determináló agrotechnikai tényezőnek.
4. Az egyes agrotechnikai tényezők (vetésváltás, műtrágyázás, növényvédelem, öntözés) eltérő hatékonysággal érvényesülnek az őszi búza és a kukorica termesztéstechnológiájában, amelyet figyelembe szükséges venni azok gyakorlati alkalmazásakor. A kiváló csernozjom talajon (nagy pufferkapacitása mind az ökológiai, mind az agrotechnikai tényezőknél) kedvező agronómiai hatékonysággal érvényesülnek az agrotechnikai inputok a búzánál és a kukoricánál egyaránt. A C4-es kukorica sokkal nagyobb biomasszatömeget képez, mint a C3-as őszi búza, ezzel megteremtve a nagyobb szemtermés fiziológiai alapját.
5. Meghatároztuk az őszi búza és a kukorica extenzív és intenzív növénytermesztési modelljeinek a kapacitását csernozjom talajon, a Hajdúságban. Az intenzív növényi modell alkalmazásával az őszi búza termésszintje $8,5-10,5 \text{ t ha}^{-1}$ között, a kukorica termésszintje $12,5-14,5 \text{ t ha}^{-1}$ között tartható. Extenzív növénytermesztési modellben a búza termése $1,5-2,5 \text{ t ha}^{-1}$ (bi), $4,5-6,5 \text{ t ha}^{-1}$ (tri), a kukoricáé $4,5-7,0 \text{ t ha}^{-1}$ (mono), $9,0-11,5 \text{ t ha}^{-1}$ (bi) és $9,0-11,0 \text{ t ha}^{-1}$ (tri) között változott, tehát lényegesen kevesebb volt, mint az intenzív technológiák esetében. Mind az őszi búza, mind a kukorica meghalálja az intenzív növénytermesztési modell alkalmazását csernozjom talajon. Az intenzív növénytermesztési modell nem csak nagyobb termést, hanem jobb termésbiztonságot is eredményez, mind az őszi búzánál, mind a kukoricánál az extenzív modellhez képest.

Publikációs jegyzék

Tudományos közlemény magyar nyelvű lektorált folyóiratban

Vári E.: 2014. Az őszi búza növekedési mutatóinak és terméseredményének összefüggései tartamkísérletben. Agrártudományi Közlemények=Acta Agraria Debreceniensis. In print.

Vári E.-Pepó P.: 2012. Növekedésanalízis vizsgálatok búza állományokban, tartamkísérletben. Agrártudományi Közlemények=Acta Agraria Debreceniensis 48.: 147-151. ISSN 1587-1282

Vári E.-Pepó P.: 2012. Két eltérő évjárat és az agrotechnikai tényezők hatása az őszi búza agronómiai tulajdonságaira tartamkísérletben. Agrártudományi Közlemények=Acta Agraria Debreceniensis 50.: 143-149. ISSN 1587-1282

Vári E.-Pepó P.: 2011. Az agrotechnikai tényezők hatása a kukorica agronómiai tulajdonságaira tartamkísérletben. Növénytermelés 60. 4.:115-130. ISSN 0546-8191

Tudományos közlemény idegen nyelvű, hazai lektorált folyóiratban

Vári E.: 2013. Growth and chlorophyll content dynamics of winter wheat (*Triticum aestivum*, L.) in different cropyear. Agrártudományi Közlemények=Acta Agraria Debreceniensis 53.: 101-105. ISSN 1587-1282

Vári E.: 2013. Changes study of assimilation surface and yield of maize at different fertilizer levels and crop rotation. Növénytermelés 62.: 103-106. ISSN 0546-8191

Vári E.-Pepó P.: 2012. Effect of two different cropyears with different water supply and the agrotechnological factors on the agronomic characteristic and the yield of the maize (*Zea mays*, L.). Növénytermelés 61.: 105-108. ISSN 0546-8191

Vári E.-Vad A.-Pepó P.: 2010. The effects of agrotechnological factors on winter wheat yield in humid cropyear. Journal of Agricultural Sciences. Acta Agraria Debreceniensis. 162-167. ISSN 1587-1282

Tudományos közlemény külföldi lektorált folyóiratban

Vári E.-Pepó P.: 2011. The effect of crop rotation and mineral fertilization on the yield of winter wheat in a long-term field experiment. Analele Universității din Oradea, Fascicula: Protecția Mediului. Vol. XVII.: 236-240. ISSN 1224-6255

Idegen nyelvű lektorált konferencia kiadvány

Vári E.: 2013. Correlation analyses between Leaf area index, SPAD-values and yield of winter wheat. Analele Universității Oradea, Fascicula Protecția Mediului. 203-208. ISSN 2065-3484. (http://protmed.uoradea.ro/facultate/anale/protecția_mediului/2013B/2013B.html)

Vári E.-Máriás K.: 2013. The impact of crop rotation and N fertilization on the Leaf Area Index, leaf disease and yield of winter wheat. World Academy of Science, Engineering and Technology, ISSUE 83, November, Paris, 2013. Vol. 7. No. 11. 64-67.

Vári E.: 2013. Factors determining yield safety of maize. [In: Saji, B.-Parvinder, S.S. (eds.) 2nd International Multi-conference on Agricultural, Chemical, Biological and Ecosystems (IMACBE'13). „2nd International conference on agriculture and environment systems”] Pattaya, Thaiföld. 242-246. ISBN 978-93-82242-27-7

Vári E.-Pepó P.: 2012. The impact of crop rotation and N fertilization on the growth and yield of winter wheat. [In: Richards, K.G.- Fenton, O.- Watson, C.J. (eds) Innovations for sustainable use of nitrogen resources. „17th International Nitrogen Workshop”] Wexford, Írország. 244-245. ISBN 978-1-84170-588-0

Magyar nyelvű lektorált konferencia kiadvány

Vári E.: 2013. Az agrotechnikai tényezők hatása a kukorica agronómiai tulajdonságaira és termésére. [In: Sándor, Zs.-Szabó, A. (szerk.) Újabb kutatási eredmények a növénytudományokban] Tudományos Konferencia. Debrecen, Magyarország. 129-135. ISBN 978-615-5183-40-9

Vári E.: 2013. Összefüggés-vizsgálatok az őszi búza növekedése, termésének mennyisége és minősége között. [In: Bódi, É.-Fekete, I.-Kovács, B. (szerk.) Fiatal kutatók az egészséges ételmiszerért] Tudományos Konferencia. Debrecen, Magyarország. 225-231. ISBN 978-963-473-601-1

Vári E.-Szabó É.: 2012. Agrotechnikai tényezők hatása a kukorica növekedésére és termésére. XVIII. Ifjúsági Tudományos Fórum. Keszthely, Magyarország. ISBN 978-963-9639-45-4

Vári E.: 2012. Növekedési mutatók vizsgálata őszi búzánál. [In: Szabó, A. (szerk.) Alap és alkalmazott kutatások eredményei a növénytudományokban] Tudományos Konferencia. Debrecen, Magyarország. 69-75. ISBN 978-615-5183-17-1

Vári E.- Pepó P.- Zsigrai Gy.: 2012. A tápanyagellátás hatása az őszi búza növekedésére és termésképződésére mélyben szolonyeces réti csernozjom talajon. [In: Lehoczky, É. (szerk.) Talaj-Víz-Növény Kapcsolatrendszer a növénytermesztési térben] I. Talajtani, Vízgazdálkodási és Növénytermesztési Tudományos Nap. Debrecen, Magyarország. 205-208. ISBN 978-963-89041-6-4

Vári E.: 2012. Növekedési mutatók vizsgálata őszi búzánál. [In: Vári, E. (szerk.) Határokon átvélő tudományos és kulturális kapcsolatok- Konferenciák] A Tormay Béla Szakkollégium kutatási eredményei konferencia. 222-230. ISBN 978-963-08-4210-5

Idegen nyelvű lektorált kiadvány

Vári E.: 2013. Effect of the ecological and the agrotechnological factors on the growth and the yield of the winter wheat. [In: Csajbók, J. (szerk.) The influence of some technological elements over the wheat and corn grains quality stored in Bihor and Hajdu Bihar counties] 97-101. ISBN 978-963-473-612-7

Idegen nyelvű absztrakt

Vári E.: 2013: Effect of the ecological and the agrotechnological factors on the growth and the yield of the winter wheat. 48th Croatian & 8th International Symposium on Agriculture. 210. ISBN 978-953-78-71-07-9

Vári E.: 2012. Plant growth analysis of wheat populations in a long-term field-experiment. Plant Growth, Nutrition and Environment Interactions. Programme and Abstracts. International Conference. Vienna, Austria. 96.

Magyar nyelvű absztrakt

Vári E.: 2013. A vetésváltás és a N-műtrágyázás hatása az őszi búza növekedésére és termésére [In: Balla Z. (szerk.) Debreceni fejlődés és környezet] Tudományos konferencia 7. ISBN 978-615-5183-84-3

A kutatási témához közvetlenül nem kapcsolódó publikációk

Juhász L.- Kövér L.- Juhász P.- **Vári E.:** 2010. A dolmányos varjú (*Corvus cornix* L.) urbanizálódása Debrecenben. Calandrella. XIII. 98-105. ISSN 0865-6665

Vári E.: 2009. A Felső-Bódva-völgy forrásainak természeti állapota. XXIX. Országos Tudományos Diákköri Konferencia. 2009. április 6-8. Gödöllő. 204. ISBN 978-963-269-095-7

