



SZENT ISTVÁN EGYETEM
MEZŐGAZDASÁG- ÉS KÖRNYEZETTUDOMÁNYI KAR
NÖVÉNYTERMESZTÉSI INTÉZET

Intézetigazgató:
Dr. Jolánkai Márton
egyetemi tanár

Tudományos Diákköri Dolgozat

**Az őszi búza (*Triticum aestivum*) termés mennyiségi és
minőségi paraméterei, valamint a SPAD érték közötti
összefüggés elemzése különböző nitrogén ellátottsági szinteken**

Készítette:

Fekete Ágnes

Mezőgazdasági mérnök szak
III. évfolyam BSc hallgató

Témavezető:

Dr. Tarnawa Ákos
egyetemi tanársegéd

és

Pósa Barnabás
PhD. hallgató

Gödöllő

2012

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés és célkitűzés	3
2. Irodalmi áttekintés	5
2.1 Az őszi búza talajigénye	5
2.2 Az őszi búza éghajlatigénye	6
2.3 A növényi anyagcsere	7
2.4 A Fotoszintézis intenzitása és a termés hozam	7
2.5 Tápanyagellátás	8
2.6 Tápanyag-ellátottság és termés hozam kapcsolata	9
2.7 A növények nitrogén anyagcseréje	9
2.8 A nitrogén műtrágyák hatása az őszi búza minőségére	10
2.9 Nitrogén hiánytünetek	12
2.10 Nitrogén többlet	12
2.11 SPAD-502 PLUS klorofill mérőműszer	13
3. Módszerek	15
3.1. A vizsgálatok célja	15
3.2. A vizsgálatok körülményei	15
3.3. A vizsgálatok módszerei	18
4. Eredmények	19
5. Következtetések javaslatok	29
6. Összefoglalás	31
7. Köszönetnyilvánítás	32
8. Irodalomjegyzék	33
Nyilatkozat	35

1. Bevezetés és célkitűzés

Az őszi búza a legfontosabb kalászos gabonánk. Ennek a növényfajnak az egyik legfontosabb tulajdonsága a nagyfokú ökológiai alkalmazkodóképessége, így a trópusi és sarkvidéki területek kivételével a világ minden részén foglalkoznak az őszi búza termesztésével. A búza azért is fontos növénye a magyar tájnak, mert a belőle készült búzaliszt értékes táplálék, amely olyan arányban tartalmaz szénhidrátot és fehérjét, amilyen arányban az emberi szervezetnek e táplálóanyagokra szüksége van. Továbbá kiemelkedő értéke, hogy kenyérnek elkészítve könnyen emészthető. Az emberiség fejlődésével, a Föld lakosságának növekedésével alapvető követelménnyé vált a folyamatos, nagy mennyiségű, megfelelő beltartalmi értékekkel rendelkező búza termesztése. Időről időre új búzafajták kerülnek termesztésbe, változik a termesztéstechnológia, a táplálkozási szokások, növekszik az élelmezési és takarmányozási igény. Mindezek azt eredményezik, hogy a minőséggel és termésmennyiséggel kapcsolatos elvárások módosulnak, növekednek.

Az intenzív növénytáplálás elengedhetetlen a terméshozamok növekedéséhez, illetve a beltartalmi paraméterek javulásához, viszont költség- és energiaigényes beavatkozás. A műtrágyák előállításához általában fosszilis energiára is szükség van, amely manapság egyre inkább hiánycikké válik. Ezért is fontos, hogy csak annyi és olyan műtrágyát használjunk, amely feltétlenül szükséges, és költséghatékonyan képes a terméshozam növelésére. A fenntartható növénytáplálás érdekében a jövőben nagyobb figyelmet kell fordítanunk a kijuttatandó műtrágya mennyiségre és ehhez tartozó mérésekre.

A tápelemek eltérő mennyiségben szükségesek a különböző növények számára. A növényfaj mellett, fontos befolyásoló tényező a talaj tápanyag-szolgáltató képessége is. Ez az oka annak, hogy ugyanannak a növénynek más-más a tápanyagigénye eltérő talajokon, ugyanazon termesztés technológia mellett. A növény tápláltsági állapotával kapcsolatos kérdéseire, csak maga a növény képes válaszolni. Ezért is nélkülözhetetlen a növény rendszeres vizsgálata. Manapság több módszer is a rendelkezésünkre áll, hogy segítségével információkat nyerhessünk a növények tápláltsági állapotáról.

A legegyszerűbb és legolcsóbb a vizuális vizsgálat, mely során az egész növény, vagy bármely növényi rész megjelenését, színét, habitusát vagy végső esetben hiánytüneteit figyelhetjük meg. Egyszerűsége ellenére nem a legmegbízhatóbb vizsgálati módszer. Lehetőségünk van sejtnedv vizsgálatra, amelyet a szántóföldön elvégezve, reagens hozzáadását követően, a sejtnedv elszíneződését etalon színskálával vetik össze. Hátránya a pontatlanság. A levél és növény analízis során a növényi részt laboratóriumi vizsgálat alá vetjük. Időigényes feladat, de megoldható vele a

tápelem arányok pontosabb meghatározása. A mérőműszeres mérés (SPAD-502 PLUS), amit én magam is alkalmaztam a vizsgálataim során, közvetlenül képes a növény N ellátottsági állapotáról pontos eredményeket adni, hordozható és nem szükséges laboratóriumi vizsgálat. További előnye, hogy a növény korai fejlődési stádiumában képes adatokat szolgáltatni a növény N ellátottsági szintjéről (*Ványiné 2008*).

A kutatásom célja kettős. Ennek egyike, hogy az őszi búza korai növekedési szakaszában pontos eredményeket kaphassak a növény nitrogén ellátottsági állapotáról. Továbbá választ kívánok kapni, hogy hogyan változik az őszi búza termésmennyisége és minősége különböző nitrogén ellátottsági szinteken, a SPAD érték változások összefüggésében.

2. Irodalmi áttekintés

2.1 Az őszi búza talajigénye

Egy bizonyos növényfaj termeszthetőségét alapvetően a termőterület éghajlati és talajtani körülményei határozzák meg. A fajválasztást nagyban befolyásolja a hely hőmérsékleti, csapadék, valamint a napfénytartam idejére vonatkozó tulajdonságai. A talajtani tulajdonságok közül alapvető a talaj típusa, de fontos tényező az adott tábla fekvése, földrajzi elhelyezkedése egyaránt (*Kajdi 2004*).

Az őszi búza az ország valamennyi talajába vethető. Termesztésének sikerét, a termés nagyságát és minőségét elsősorban a talaj típusa, az időjárás alakulása és a termesztési módszer határozza meg. (*Antal 2005*). A bőséges víz és tápanyag ellátás elengedhetetlen a búza számára. Főként a jó szerkezetű, mély termőrétegű, humuszban és tápanyagban gazdag talajokat kedveli. (*Láng 1966*).

A búza termesztésre legalkalmasabb talajok kémhatása semleges vagy gyengén lúgos, a legtöbb szerző szerint, hogy ez az érték 6-7,5 pH körüli (*Ragasits 1998*). A nagyobb víztároló képességű és mészben nem szegény, telítettebb, jobb adszorpciós kapacitású talajok képesek biztosítani az őszi búza igényeit (*Bocz 1996*). Ebből kifolyólag a legalkalmasabb talajok, a középkötött mezősegi és a középkötött erdő talajok. De ide sorolható még a belvizektől mentes és jó vízháztartású réti talajok is (*Antal 2005*). A többi kalászossal szemben, termeszthető még kötött termő szikesen, ahol viszont kevesebb, de jó minőségű terményre számíthatunk. Javított szikesen történő termelés esetén, egyaránt növekszik a termés mennyisége és a termés biztonsága is. Nem utolsó sorban, a jó kultúrállapotú humuszos és gyengén humuszos, rendszeresen szerves trágyázott homok és a laza erdőtalajokon sikeresen termeszthető. Búza termesztésére kevésbé alkalmasak a sekély termőrétegű, kolloidokban szegény, lejtős és erodált talajok, hegy és dombvidékeink gyenge termőképességű rendzinatalajai, illetve a köves-kavicsos talajok (*Bocz 1996*). Heterogén táblákon, a kora tavasszal vízállásos és a mély fekvésű talajokon termésmennyisége alacsonyabb, de szárazabb tavaszokon ezeken is kedvező lehet a búza termése (*Antal 2000*).

Búza termesztésére nem alkalmasak a laza, kavicsos, sekély termőrétegű talajok (*Bocz 1996*). Sekély termőrétegű talajokon a búzát az erős szárazság veszélyezteti, ami viszont a termés biztonság csökkenéséhez vezet (*Antal 2005; Láng 1966*). Magyarország legjobb búzatermő területei, a Körös- Tisza vidék, Bánát, Mezőföld, Duna-Tisza köze, Bácska és nem utolsó sorban a Kisalföld. E térségekben is csak a típusos mészlepedékes csernozjom és mélyben sós változatai, a kilúgzottabb löszhátai, továbbá a réti talajok, s azoknak a jobb termőképességű réti szolonyec típusai, a mészben nem szegény öntéstalajok és a jobb termő szikesek használhatóak. Természetesen e talajoktól eltérő,

gyengébb változatain történő búzatermesztést befolyásolja a gazdálkodási rendszer, a termesztési költség szintje, a fajta, az éghajlat illetve az általunk biztosítható tápanyagellátás.

A domborzati viszonyok szintén határt szabnak a búza termesztésének. Mezőgazdasági művelés maximum 20-25%-os meredekségű lejtős, dombos területeken folytatható. Az arató-cséplő gép csak 15%-os lejtőig üzemeltethető biztonságosan. A búza és általában minden más őszi kalászos a közepesen jó talajvédő, talajeróziót gátló kultúrák közé tartozik lejtős területeken (Bocz 1996).

2.2 Az őszi búza éghajlatigénye

Az őszi búza kontinentális éghajlatot kedvelő növény. A legnagyobb búza termesztő tájak a mérsékelt éghajlati övben, a 35-50. szélességi fokok között találhatóak meg. A búza nagy formagazdagsága és alkalmazkodóképessége lehetővé teszi, hogy hazánk egész területén kisebb nagyobb termésmennyiség eltéréssel, biztonsággal termeszthető. A Dunántúlon kisebb termésingadozások várhatóak, míg az Alföldön jobb minőség. A sikeres búzatermesztéshez elengedhetetlen, hogy tenyészidejük alatt a +5°C feletti nappali átlaghőmérsékletek összege elérje a 2100°C-ot. A -20 és a + 40°C közötti hőmérséklet tartomány szükséges a búza termesztéséhez. Kezdeti fejlődéséhez, az enyhe, hosszú ősz kedvez, míg a jobb télállóságra a tél eleji derült, napos idő ad lehetőséget a búza számára felkészülni, így akár a -20-25 ° C hideget is könnyebben elviselik, főleg ha a vetést hó is borítja, így nem kell tartanunk a fagykároktól (Láng 1966). Azonban maximum 90 nap hóborítást visel el (Bocz 1996). Egyedüli fagykárt, a tél végi, tavasz eleji erősebb felfagyások okozhatnak, ami nagymértékű növénypusztuláshoz vezethet (Antal 2005). A tavaszi felfagyást a vizes talaj elősegíti (Antal 2000). Kedvezőtlenül hat a termésre a hosszan tartó tél, és a jelentős hőingadozás. Az őszi búza tavaszi fejlődését a mérsékelt meleg idő elősegíti, míg a jó minőségű szemtermés kialakuláshoz elengedhetetlen a virágzás utáni száraz időjárás. Terméscsökkenéshez vezethet a száraz tavasz, csapadékszegény május, a betakarítás előtti esőzés, illetve a megdőlést előidéző viharos május vége és június eleje (Antal 2005). A június végi kánikula tejeséréskor magszorulást okozhat, ha a tavasz megkésett és a második fele hidegebb az átlagosnál (Antal 2000).

Az őszi búza csapadékgigényét tekintve 300-350 mm, viszont a megfelelő fejlődéséhez 500-600 mm-re van szükség. A csapadékmennyiségnél viszont a csapadék arányos eloszlása még fontosabb (Antal 2005). A búza vízfogyasztása a tenyészidő során a különböző fenofázisokban eltérő. A legnagyobb vízfelhasználása a bokrosodás és szárba indulás idejére (az összes vízfogyasztás 60%-a), április 10. és május 10. közé esik. A búza őszi kelése és megerősödése csak azokban az éveiben lehetséges, amikor a búza tenyészidejében lehulló csapadékmennyiségének

60 % augusztustól októberig lehullik. Ezeknek a feltételeknek hazánkban csak a Dunántúl csapadékosabb régiói felelnek meg (Bocz 1996).

2.3 A növényi anyagcsere

A növényi anyagcsere egyik legjellemzőbb vonása, hogy a növények képesek a fényenergiát szerves anyagok előállítására felhasználni. Azon folyamatok összességét, amely során a növényi szervezetek a szerves anyagok szintézisére a fényenergiát hasznosítják, fotoszintézisnek nevezzük. A Napból érkező energiának nagyjából a fele elnyelődik az atmoszférába, másik fele viszont eljut a Föld felszínére. A felszínre érkező sugárzásnak szintén megközelítőleg a fele, olyan hullámhossztartományba esik, amely a fotoszintetikus folyamatokban hasznosulhat.

Ahhoz, hogy a fotoszintetizáló szervezetekben fotokémiai folyamatok játszódhassanak le, a fény abszorpciójára van szükség. Csak az a fény válthat ki fotokémiai reakciót, amely az adott rendszerben elnyelődik (Láng 2007). A növényekre jutó fényből meghatározott sugárrészeket a fotoreceptorok más szóval a pigmentek nyelik el. Ezek rendszerint színes, komplex szerves vegyületek. Feladatuk, hogy a meghatározott hullámhosszúságú sugarakat abszorbeálják így hasznosíthatóvá téve a fotokémiai folyamatokban. A transzmittált azaz abszorpció nélkül áthaladó sugárrészecskék fotokémiailag hatástalanok. A pigmentek optikai tulajdonságát molekuláik kémiai szerkezete határozza meg. A látható sugarak abszorpciója és az ennek következtében egy szerves vegyület színe, sok esetben azon alapszik, hogy konjugált kettős kötések vannak a molekuláiban. Ez azt jelenti, hogy a szénatomok váltakozva egy és két vegyértékkel kapcsolódnak egymáshoz, némely esetben a nitrogénatommal is (Szalai 1974).

A magasabb rendű növények kloroplasztiszaiból acetonnal könnyen kioldható pigmentek a klorofillok. A klorofillok alapépítő kövük a négy, nitrogéntartalmú pirolgyűrű, melyek egymással porfirinvázat alkotnak. A porfirin gyűrű közepén Mg-atom helyezkedik el. A molekulában még egy öttagú ciklopentanon is található. A klorofill-a és -b között annyi a különbség, hogy utóbbinál a II. pirolgyűrűben a 3. sz. C-atomhoz formilcsoport kapcsolódik a metil helyett (Láng 2007). Attól függően, hogy a pigmentek a spektrum melyik területét hasznosítják, alakul az beérkező sugárzás abszorpciója (Szalai 1974). A klorofill-a és -b-két abszorpciós sávrendszerrel rendelkezik, az egyik a kék, a másik a vörös spektrumtartományában. Mindkettő megtalálható minden magasabb rendű növényben. Egymáshoz viszonyított arányuk általában 3:1 körül mozog (Láng 2007).

2.4 A Fotoszintézis intenzitása és a terméshozam

A klorofill lényeges alapeleme a fotoszintézisnek, de mennyisége nem alapvető a fotoszintézis sebessége szempontjából (Szalai 1974). Viszont a fotoszintézis a növények

produktivitásának alapja. (Pethő 2002). Szalai (1974) szerint, a klorofill mennyiségének csökkenésével a fotoszintézis sebessége is csökken. Azonban ezeket a méréseket olyan alacsony fényintenzitásban végezték el, amilyen szabadföldi viszonyok között sohasem fordulna elő. A fotoszintézis a növények produktivitásának alapja.

Barracough et al. (2002) szerint a kijutatott nitrogén mennyiség és a klorofill tartalom között szoros összefüggés van, mivel a nitrogén befolyásolja a növény növekedését és növeli a klorofill tartalmát.

2.5 Tápanyagellátás

A trágyázás célja a növények tápelem ellátása, a talajok termékenységének megőrzése, a termések szinten tartása vagy növelése, és a termésminőség javítása. Trágyázással pótolhatjuk a növények termése által elvont tápelemeket a talajból. A fenntartható gazdálkodás alapja, hogy a növények igénye mellett elegendő figyelmet fordítsunk az alkalmazott trágyák talajra és környezetre kifejtett hatásaira. Vagyis a fenntarthatóság fogalma kiterjed a természeti erőforrások védelmére, a talaj termékenységének megővására és a környezet minimális terhelésére.

A szakszerű tápanyag utánpótlás a növénytermesztési technológiák egyik legfontosabb összetevője. Az elmúlt évtizedekben, a fenntartható gazdálkodás előtérbe kerülése miatt, a műtrágya felhasználás alapjaiban megváltozott. A N műtrágya alkalmazása az elmúlt években $\frac{1}{4}$ -ére, míg a PK $\frac{1}{20}$ - $\frac{1}{25}$ -ére csökkent le. Az őszi búza a tápanyagellátásra, trágyázásra az egyik legigényesebb és legjobban reagáló kultúra (Pepó 2005).

A növényi tápanyagok közül a nitrogén fejt ki a legnagyobb hatását a termés minőségére (Pollhamer 1973). A talajok N-tartalma termékenységük fontos tényezője. Ásványi talajokon az összes N-tartalom 0,02-0,4% között ingadozik. A művelt rétegekben az összes N-nek több, mint 95%-a szerves kötésekben van jelen és mennyisége a humusztartalommal arányos. A növények a talaj összes N-tartalmának csak töredékét képző szervesetlen formákat tudják hasznosítani NO_3^- és NH_4^+ -ionként (Fülek 1999). A talaj szerves vegyületeiben foglalt nitrogén a növények gyökerei számára közvetlenül nem hasznosíthatóak. Ezért a növények nitrogén táplálásához elengedhetetlenek azok a mikrobiológiai folyamatok, amelyek szervesetlen vegyületekké tárják fel a humusz anyagokat, a növényi maradványokat és a szerves trágyák anyagát.

A talaj nitrogénkészlete állandóan változik (Almássy 1977). Fülek (1999) szerint a nitrogén-körforgalom egyes folyamatai a talajt N-ben gazdagítják, míg más folyamatokban a talajt N-vesztésig éri. Tekintélyes mennyiségű nitrogén viszunk el a növények termésével, a denitrifikációs folyamatokkal, mely során a N elemi gázalakban visszakerül a légkörbe. A kilúgzódási folyamatok során a nem abszorbeálódó nitrát-nitrogén távozik el a növények

gyökérszónájából. Nem szabad megfeledkeznünk az eróziós folyamatokról sem, amelyek a talaj nitrogénben leggazdagabb felső rétegeit pusztítják. A N-készlet pótlásában a nitrogén megkötő mikroorganizmusok mellett, a legnagyobb szerepe a műtrágyázásnak van (*Almássy 1977*).

A növényi tápanyagok közül a nitrogén fejt ki a legnagyobb hatást a termés minőségére. A nitrogéntrágyázás növeli a fehérjetartalmat, a nedves siker mennyiségét, az üvegességet az ezerszemtömeget, a keményítő és glutein tartalmat illetve a farinográfus értéket (*Pollhamer 1973, Szalay et al. 2007*). Természetesen ez csak optimális adagban alkalmazva igaz. A N hiány és a N túladagolás egyaránt kárt okozhat (*Fülek 1999*).

A N mind a földi élet hordozó anyagának, a protoplazmának, mind a genetikai információkat tároló és átvadó sejtelemeinek, a kromoszómáknak, géneknek, riboszómáknak egyik alapvető eleme. Mivel ennyire fontos szerepe van a nitrogénnel a növény növekedésében és fejlődésében, a N-hiány tünetei nagyon korán és egyértelműen jelentkeznek. A növény N-ellátásának optimális szintjét azonban külső jelekből nem lehet pontosan meghatározni, erre csak a növényanalízis nyújt lehetőséget.

2.6 Tápanyag-ellátottság és termés hozam kapcsolata

Már régről ismert szabály, hogy a fokozódó trágyázással fokozódik a hozam is, viszont mindig csökkenő arányban. *Szalai szerint, valamely tényező emelése annál nagyobb mértékben fokozza a hozamot, mennél távolabb van a tényleges hozam a maximális terméseredménytől, vagyis arányosan emeli a legmagasabb hozamból hiányzó mennyiséggel. A hozamnövekedés csökkenő jellegű.* Tehát minél közelebb vagyunk a teljes tápanyag ellátottság állapotához, annál kisebb mértékben fokozza a hozamot a tovább adagolt műtrágya. Ebből következik, hogy a műtrágya mennyiségét csak egy bizonyos fokig gazdaságos emelni (*Szalai 1974*).

A tápanyag hiány úgyszintén nem kedvez a növények fotoszintézisének. Csökkenhet a kloroplasztiszok mérete, hártyarendszerüknek differenciálódása gátolt, ami a fotoszintézis intenzitásának jelentős csökkenéséhez vezethet. A levelek nem tudják megfelelő mértékben hasznosítani a fényenergiát. Legkifejezettebb a csökkent N-ellátás hatása. Nitrogén hiányban, a növény asszimilációs felülete csökken, így erősen csökkentve a növények szervesanyag-termelését (*Pethő 2002*).

2.7 A növények nitrogén anyagcseréje

Az állati szervezetekkel ellentétben a növény képesek a szerves nitrogén tartalmú vegyületek asszimilációjára vagyis a nitrogén tartalmú szerves vegyületek szintetizálására. A

nitrogén szerepe sokoldalú, de minden élő szervezetben egyforma. Alkotórésze nélkülözhetetlen fehérjéknek, de számos koenzimben és fiziológiailag fontos csoportban megtalálható.

A nitrogén igény különösen fiatal, növekedésben lévő szervezetekben nagy. A növekedés jelentős plazmagyarapodással és intenzív fehérjeszintézissel jár. A csíranövények nitrogén igényüket a raktározott fehérjékből egy ideig fedezni képesek. Ha a növény a termésképzés idején nitrogén hiányban szenved, a mag tartaléktápanyag-készlete alacsony lesz, és a kikelt növény - mielőtt gyökereinek aktív felvevő felülete kifejlődne, s képes lenne a szükséges N-t a talajból felvenni- tartalékai elfogynak, és a csökkent ellátás következtében a merisztémái idő előtt elöregednek ez helyrehozhatatlan károsodást eredményez (*Pethő 2002*). Továbbá, az elégtelen mennyiségben előforduló nitrogén gátolja a protoplazma és a sejtmagfehérjék képzését (*Szalai 1974*).

A nitrogén, mint fehérje alkotó, közvetlen hatással van a növekedésre és a szervesanyag termelésre. Bizonyos határig a nitrogénműtrágyák mennyisége és a növény fehérje szintézise között szoros pozitív korreláció van. A nitrogén adagokat emelve a növények fehérje tartalma is növekszik. Így közvetett módon befolyásolja a növekedést, továbbá a növény számos élettévékenységét (*Pethő 1993*).

2.8 A nitrogén műtrágyák hatása az őszi búza minőségére

A termés mennyiségét és minőségét limitáló környezeti tényezőket, mint az időjárás, talajadottságok a gazdálkodók nem képesek befolyásolni, de a tudatosan végzett műtrágyázással elő tudják segíteni a várt hozam kialakulását. Környezetvédelmi szempontból a szántóföldi növénytermesztés során rengeteg kritika éri a műtrágyákat. A műtrágyák közül is a N-műtrágyák a legvitathatóbbak. Tény, hogy helytelen és szakszerűtlen használata komoly környezeti problémákat vethet fel.

Mivel Magyarországon az őszi búza vetésterülete meghaladja az egy millió hektárt, így nem lehet közömbös a nitrogén utánpótlás szakszerűtlensége. Cél, hogy a tervezett termés szinthez biztosítsuk a megfelelő nitrogén dózist (*Pálmai et al. 2006*).

A termesztett növények közül a kalászos gabonák, ezeken belül is az őszi búza reagál a legérzékenyebben a nitrogén ellátásra. A búza tápanyagellátása, speciális feladatok elé állít minket, hiszen ősssel vetjük és nyár első felében takarítjuk be. Tehát, a vegetációs időszak így két szakaszra válik, ami nagymértékben befolyásolja a kijuttatott tápanyagok hasznosulását (*Pálmai et al. 2012*).

A nitrogén utánpótlásról erősen megoszlanak a szakmai vélemények, hiszen eredményességét a klíma és talajadottságok illetve az alkalmazott technológia egyaránt befolyásolja.

Az őszi búzának a vetéstől a tél beálltaig nagyon minimális zöldtömeget kell előállítania, ezért ebben az időszakban minimális vagy elhanyagolható a N-igény. Tulajdonképpen a nitrogén igényt a termesztésre alkalmas talajok biztosítani képesek, ha megfelelően sikerült előkészíteni a magágyat, továbbá nem elhanyagolható tényező az optimális vetésidő betartása. Vizsgálatok kimutatták, hogy az őszi kiadott de a növény által fel nem használt nitrogén, a legtöbb esetben elveszik mint hasznos tápanyagforrás. Ez a mélyebb talajrétegekbe való mosódásnak köszönhető. Ezen folyamatok meglehetősen megterhelik a környezetet, továbbá csökkentik a befektetett pénz hatékonyságát (Pálmai et al. 2012).

Számos területen az első őszi N-adag aránya kiemelt jelentőségű, hiszen kitavaszkodáskor ugrásszerűen megnövekszik a N-igény, annak ellenére, hogy a hideg talajban gátolt a mineralizáció, továbbá nem elegendő a csapadék mennyisége sem. Ezt követően megtörténik a tél végi második N-dózis, azaz az első fejtrágya kijuttatása, mely elengedhetetlen a tavasszal ébredő búza életfolyamatainak fölgyorsulásához a hideg talajban. A bokrosodás vége-szárba indulás kezdete megfelelő időpont a harmadik nitrogén-adag kijuttatásához. Ebben a periódusban a nitrogén már nem növeli a sarjkalászkok számát, de javíthatja életképességüket, anélkül, hogy a megdőlés veszélye megnövekedne. A negyedik N-adag kiadagolására kalászhányás kezdetén kerülhet sor, mely a búza minőségének javításához járulhat hozzá (Petróczi et al. 2005). A nitrogén adagok megosztása több szempontból is előnyös a növény számára: egyrészt folyamatos a talajból felvehető tápanyagokat biztosít, másfelől a megosztott nitrogén adag biztosítja, hogy rugalmasabban reagáljunk az időjárás változásaira (Vári 2011). Nem szabad elfeledkeznünk arról, hogy a kijuttatott műtrágya hatása, csak akkor érvényesülhet megfelelően, ha a vegetációs időben optimális mennyiségű, és megfelelő eloszlású csapadék hullik.

A búza nitrogén szükségletét elsősorban nitrát (NO_3^-) és ammónium (NH_4^+) ionok felvételével fedezi. A nitrogén formák közül a nitrát az, amely a leggyorsabban hat, míg a karbamid és ammónium lassabban fejtik ki hatásukat. Nem elhanyagolható továbbá az a tény, hogy az ammónifikálódás jelentős veszteségforrás lehet, míg a karbamid nem való fejtrágyázásra. Széleskörben alkalmazzák az ammónium-nitrát hatóanyagú műtrágyákat. Előnyük, hogy a hideg talajokban, ahol még a mikrobiális tevékenység is gátolt, ott is gyorsan és könnyen felvehető a növény számára. A talaj egy élő rendszer, amelyben a mikroorganizmusok bontják le és alakítják át a szerves anyagokat a növény számára felvehető N formákká. Ahhoz, hogy megfelelő legyen az anyagcseréjük, elengedhetetlen a megfelelő talajhőmérséklet és talajnedvesség. Így nagy hidegben és száraz talajban működésük gátolt, mint ahogy a túlzott N-adagok megnehezítik működésüket. Ezen folyamatok szintén csökkenthetik a termés hozamát és minőségét is. A nitrogén elsősorban a hajtásrendszer, a levélzet és a generatív szervek fejlődését segíti elő. Ennek fényében hiánya problémákat okozhat a kalász differenciálódása során, továbbá a megtermékenyülés után nő az

abortálódás mértéke, mely kevesebb szemszámhoz, így a termés csökkenéséhez vezethet (*Petróczi et al. 2005*).

Az elmúlt évek tapasztalatai azt mutatják, hogy a nitrogéntrágyázás egyre alacsonyabb szintre esik, ami viszont felveti azt a jövőbeni képet, hogy a búzatételek minősége nem fog megfelelni a felvásárlás minőségi elvárásainak (*Győri 2006*).

2.9 Nitrogén hiánytünetek

A N-hiányban szenvedő növény nem éri el a normális nagyságot, rövid szárat fejleszt. Nem csak a hosszanti növekedést gátolja, hanem a szár és a hajtások megvastagodását is (*Bergmann 1979*). Az egész állomány halványabb, világos vagy sárgászöld esetleg citromsárga színűvé válik. Ennek következménye, hogy a szénhidrátok főlegbe kerülnek, és nitrogén hiányában új szövetek felépítésére már nem használódnak fel (*Szalai 1974*). Továbbá, a bokrosodásban is zavarok léphetnek fel. Az idősebb levelek a levélsúctól kiindulóan sárgulnak, majd megbarnulnak, elhalnak. A szártőn gyakran vöröses elszíneződés látható a hiány következtében előálló antocián képződés hatására. A nitrogén hiány további jellemző tünete a merevtartás. A szár mellett a leveleken is megnyilvánulhat a tünet, mely során a gabona félék megrövidült levélsúcsai felállóvá válnak és szorosan szárhoz simulnak. A kalász kicsi marad (*Bergmann 1979*), a termések hamar elszíneződnek (*Szalai 1974*). A növény N hiánya mindig először az idősebb levelekben és növényi részekben jelentkezik jellemző sárgulási és elhalási tünetekkel. Ennek oka, hogy ha a nitrogén hiány nem a fiatal növényben, hanem csak a fejlődés későbbi fázisában keletkezik, a növény bizonyos ideig még folytatni tudja a növekedést azáltal, hogy az idősebb levelek plazmafehérjeit elbontja és a képződött aminosavakat a hajtásmerisztéma növekedési centrumaiba szállítja (*Bergmann 1979*). A fiatalabb leveleken csak később, vagy erős hiányban észlelhetünk tüneteket, egyébként csak méreteik lesznek kisebbek (*Pethő 2002*).

2.10 Nitrogén többlet

A nitrogén többlet meghatározása nem mindig egyszerű dolog, mert általában a növény optimális N ellátottsága fokozatosan megy át fölöslegbe. Ezen folyamat gazdasági, növényélettani, környezetvédelmi szempontokból sem megfelelő (*Bergmann 1979*). A nagy N adagok fokozzák a vegetatív növekedést, elősegítik a gabonafélék bokrosodását és ez szélsőséges esetben már hátrányosan befolyásolhatja a kalász és szemképzést illetve az alsó szártagok beárnyékolásához vezet (*Pethő 2002*). A növények szöveteinek szerkezete némileg szivacsossá, puhábbá válik, ezért különböző fertőzésekre fogékonyabb. A növény mechanikai szilárdító szövetei a szénhidrátok és nitrogénvegyületek egyensúlyának megbomlása miatt kevésbé erősek. N-többlet esetén a növény

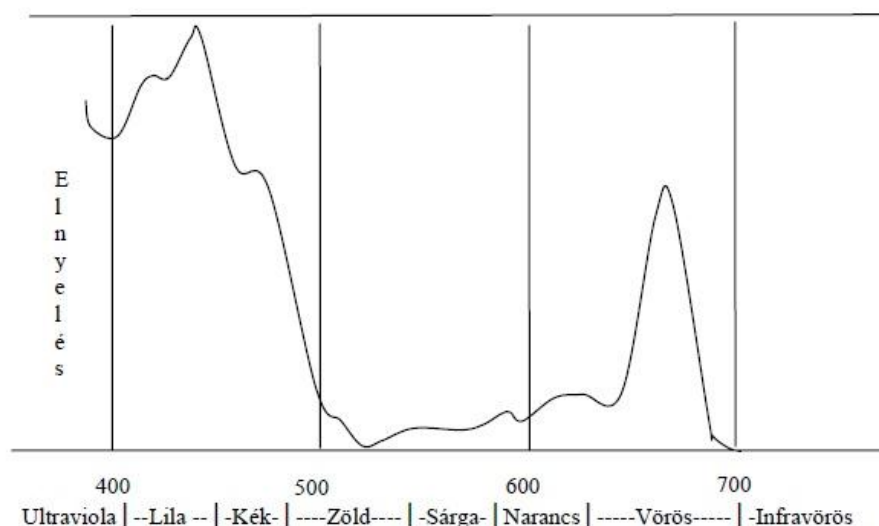
feltűnően sötétzöld, levelei szélesebbek és nedvdúsabbak. A tenyészideje megnyúlik és nagyobb zöldtömeget ad.

Nitrogén többlet esetén többnyire csökken a terméshozam, fokozódik a megdőlés veszélye. A növényekben feldúsuló nitrát vagy NH_4^+ a levélszáron jellegzetes klorotikus vagy nekrotikus jelenségeket vált ki, míg a NH_4^+ többlet a levélszáron fehéres barnás nekrozisokat idéz elő, a nitrát többletnél ezek inkább barnák. A levélszél nekrozisa fokozatosan terjed az egész interkosztális felületre és az egész levéllemezre; a levél széle besodródik, elhal. Ezek a többlet legjellegzetesebb, szemmel látható jelei (Bergmann 1979). A Nitrogén túlsúly másik lényeges következménye, hogy nő a betegségekkel szembeni fogékonyság, továbbá érzékenyebbé teszi a növényeket a csökkent vízellátásra (Pethő 2002).

A nitrogént különböző fenofázisaiban eltérő mértékben igényli a búzanövény (Jolánkai 2003). Kijuttatása általánosan alaptrágya és egy-, ritkábban többszöri fejtrágya formájában történik. Általában elmondható, hogy a minőség manifesztációjához a termésminőséget biztosító adagnál több nitrogénre van szükség (Pepó 2005). A különböző talajtípusok nitrogén-szolgáltató képessége rendkívül eltérő. A kor agrotechnikai színvonalán elvárható termések eléréséhez rendszerint jelentős mennyiségű kiegészítésre van szükség (Tóth 2003).

2.11 SPAD-502 PLUS klorofill mérőműszer

A mérés azon alapul, hogy a levélben lévő klorofill a különböző hullámhosszúságú fényt különböző mértékben képes elnyelni. A klorofill fényelnyelésének mértéke szorosan összefügg a levél klorofill tartalmával (Lopez-Bellido et al 2004). Az 1. ábrán látható, hogy a klorofill fényelnyelési csúcsa a kék és vörös hullámhosszon található. A fénykioltás alacsony a sárga és zöld tartományban, míg az infravörös tartományban gyakorlatilag nulla. Ebből következik, hogy az infravörös tartományt érdemes viszonyítási értéknek megválasztani, míg a kék és vörös tartományt mérésre használni. A vörös fény elnyelését a levél karotin tartalma nem befolyásolja, ezért a SPAD-502 PLUS mérőműszer ezen tartományt alkalmazza a mérésekhez.



1. ábra A klorofill színek elnyelése

A készülék világító rendszerében két fotodióda található, egy vörös (650 nm csúcsértékkel) és egy infravörös (940 nm csúcsértékkel). Mindkét fotodióda egyforma fényerőséggel váltakozva bocsátja ki a fényt. A megvilágított terület 6mm^2 . A vörös és infravörös fény áthalad a levéllemezen, egy része visszaverődik (reflexió), másik része elnyelődik (abszorpció), míg a fennmaradó hányada áthatol a levélen (transzmisszió). A levélen áthaladó fényt egy szilikon fotodiódából készült érzékelő fogja fel és alakítja át analóg elektromos jellé. Ezen elektromos jelet a műszer felerősíti és átalakítja számjeggyé. A számítás alapja, a levélen áthaladó vörös és infravörös fény erősségének aránya. Ez az arány annál nagyobb, minél több vörös fény nyelődik el a növény levelében, mely szoros összefüggést mutat a klorofill tartalommal. A SPAD érték 0-tól 100-ig terjedhet (Minolta Camera Co. Ltd. 1989).

A SPAD mérőműszert Japánban fejlesztették ki (Chubachi et al. 1986). Vizsgálatokat először rizsben, (Turner-Jund 1991) majd őszi búzában, (Fox et al. 1994) kukoricában, burgonyában, gyapotban, valamint fás szárú kultúrákban is végeztek.

3. Módszerek

3.1 A vizsgálatok célja

A vizsgálataim során az alábbi célokat tűztem ki:

- Az őszi búza korai növekedési szakaszában pontos eredményeket kaphassak a növény nitrogén ellátottsági állapotáról.
- Választ kívánok kapni, hogy hogyan változik az őszi búza termésmennyisége és minősége különböző nitrogén ellátottsági szinteken, a SPAD érték változások összefüggésében.

3.2 A vizsgálatok körülményei

A vizsgálataimat Hatvan-Nagygyombos (Heves megye) település határában végeztem 2012.-ben. A kísérleti tér a 47,682° és 19,669° koordináták metszéspontjában található.

A vizsgálataimat kispárcellás kísérletben végeztem. A parcellák mérete 10 m²-es (1x10 m) volt. Az őszi búza vetése 2011. október 17-én történt *Wintersteiger* típusú kispárcellás vetőgéppel.



2. ábra Az őszi búza vetése (Hatvan-Nagygyombos, 2011. 10.17)

Az őszi búza fajtája Mv Magdaléna volt. A parcellákra 20 különböző nitrogén dózist jutattam ki. A kijuttatott nitrogén mennyiségeket és a kisírelt elrendezését az 1. táblázat szemlélteti.

1. táblázat A parcellák elrendezése és a kijuttatott N mennyisége (kg/ha)

0+0	20+0	40+0	60+0	80+0
100+0	120+0	140+0	160+0	40+20
60+20	80+20	100+20	120+20	140+20
40+40	60+40	80+40	100+40	120+40

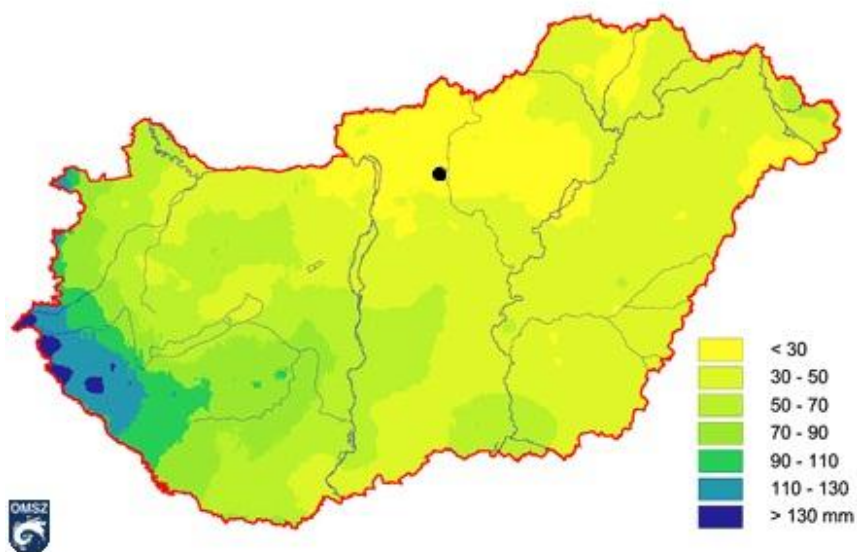
Az első adag műtrágya kijuttatása 2012. április 18-án történt. A fennmaradó részt 2012. május 18-án jutattam ki. A műtrágya mindkét esetben ammónium-nitrát volt, melynek kiszórása kézzel történt. A betakarítás 2012. július 3-án történt *Wintersteiger* típusú kisparcellás betakarító géppel.



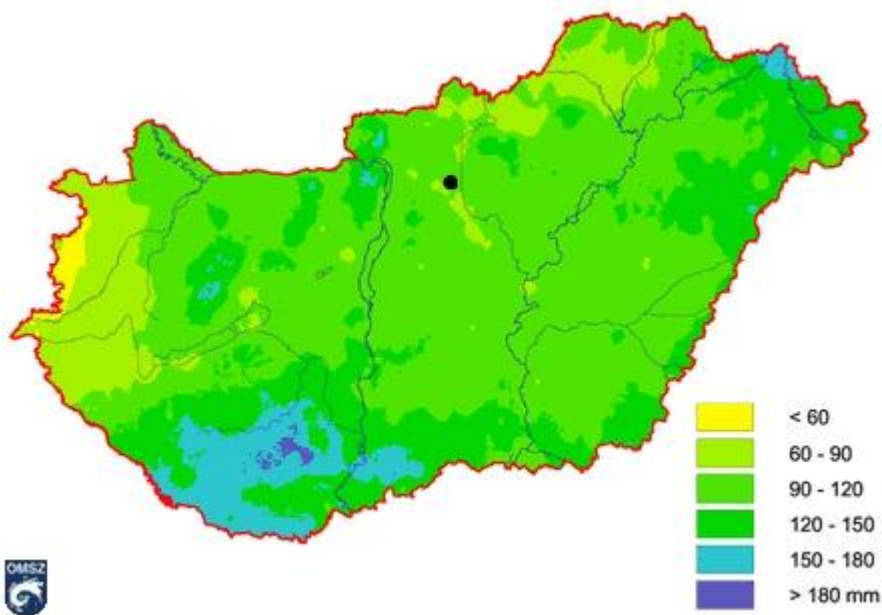
3. ábra A Wintersteiger típusú parcella kombájn (Hatvan-Nagygyombos, 2012)

A 4-6. ábrán jól látható, hogy a 2011-es ősz és az ezt követő időszak száraz volt. Sajnos nem állnak rendelkezésre a területről csapadékadatok, de az országos csapadékeloszlási térkép jól

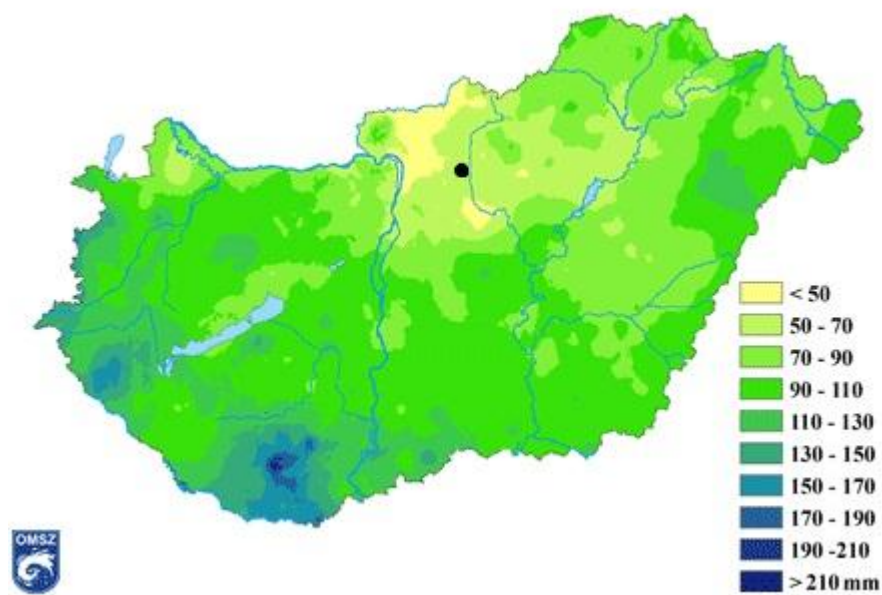
tükrözi a területre hullott csapadékot. A kísérleti területet a fekete pont jelzi. Az őszi búzára a vetéstől számítva 200 mm csapadék hullott.



4. ábra A 2011-es őszi csapadékösszeg (www.met.hu)



5. ábra A 2012-es téli csapadékösszeg (www.met.hu)



6. ábra A 2101-es tavaszi csapadékösszeg (www.met.hu)

2.3 A vizsgálatok módszerei

A búza klorofill tartalmát SPAD 502 PLUS (Soil Plant Analysis Development) mérőműszer segítségével mértem 10 naponta. Parcellánként mindenegyes alkalommal 10 mérést végeztem, melynek átlaga képezte az adott N dózisa jellemző SPAD értéket. A mérések 2012. április 18 és 2012. június 25 között történtek. A kapott eredményeket varianciaanalízis és regresszió analízis alkalmazásával értékeltem, Microsoft Excel program segítségével.

Az őszi búza beltartalmi paramétereit (siker- és fehérjetartalom) NIR-analizátor használatával mértem. Ezen kívül még vizsgáltam az őszi búza termésmennyiségét és nedvességtartalmát.



7. ábra NIR Instalab 600 analizátor



8. ábra SPAD 502 PLUS

4. Eredmények

Az őszi búza bokrosodásától kezdődően folyamatosan (10 naponta) mértem a SPAD mérőműszer segítségével. A tenyészidőszak alatt kapott adatokat a 2. táblázat tartalmazza. Ebben az esetben nem történt osztott műtrágya kezelés, a N adagokat egy menetben jutattam ki. A 2. táblázat alapján elmondható, hogy az április 18-án kijuttatott műtrágya következtében a SPAD értékek a következő mérés alkalmával magasabbak voltak. Valószínűsíthető, hogy a száraz időjárás következtében az ammónium-nitrát műtrágyát a növények nehezen, vagy egyáltalán nem tudták felvenni, így a két mérés közötti különbségek nem jelentősek.

2. táblázat A parcellánkénti átlagos SPAD értékek (Hatvan-Nagygyombos, 2012)

	0+0	20+0	40+0	60+0	80+0	100+0	120+0	140+0	160+0
IV.18	47,8	49,5	51,7	49,5	49,0	48,4	48,2	51,4	50,2
IV.27	47,8	48,6	52,1	51,7	55,2	51,6	51,7	52,4	54,4
V.09	45,8	47,7	53,2	48,2	53,9	53,6	56,4	55,3	54,4
V.18	43,6	48,8	51,4	52,4	55,1	53,7	54,0	51,8	59,1
V.29	48,4	48,6	57,7	57,4	61,4	58,2	61,3	61,8	61,4
VI.08	52,4	46,4	54,5	55,5	56,2	57,8	57,5	51,4	54,9
VI.15	48,0	47,2	47,5	53,6	54,7	54,1	56,1	59,7	54,1
VI.25	9,7	5,4	7,6	8,9	7,5	4,1	8,3	8,3	9,0

Május hónapban a területre nem hullott csapadék, így a vízhiány fokozott hervadást idézett elő a növényeken. Ennek ellenére a SPAD értékek tovább növekedtek, május végére (a május 29-i méréskor) elérte a tenyészidőszakra jellemző maximum értéket (61,8). A 0 és a 60 kg/ha hatóanyag közötti dózisokra általában 43,6 és 57,7 közötti SPAD érték, míg a 80 kg/ha hatóanyagnál magasabb dózisonál 51,8 és 61,8 közötti értékek voltak jellemző. Ezt követően elkezdődött az érés, így a búza klorofill-tartalma az összes parcellán elkezdett csökkenni. Június végére a búza megérett, a klorofill-tartalma minimálisra csökkent.

A 3. táblázat a második fejtrágyázásként kijuttatott 20 kg/ha hatóanyag-többlet parcelláinak átlagos SPAD értékeit szemlélteti. A tavaszi alaptrágya kijuttatása után a SPAD értékek a „40+20” parcella kivételével átlagosan 12%-al növekedtek. Ez a növekedés vélhetően a szárazságnak köszönhetően megállt. A második műtrágya adag (20 kg/ha) kijuttatása következtében a klorofill-tartalom ismét növekedtek átlagosan 13%-kal.

3. táblázat A parcellánkénti SPAD értékek átlaga osztott nitrogén dózis esetében I.
(Hatvan-Nagygyombos, 2012)

	40+20	60+20	80+20	100+20	120+20	140+20
<i>IV.18</i>	52,8	49,2	46,5	45,5	47,5	47,5
<i>IV.27</i>	49,9	53,9	53	51,5	54,2	53,1
<i>V.09</i>	47,7	53,9	49,0	51,1	51,8	58,6
<i>V.18</i>	49,8	52,0	51,7	53,2	50,7	56,9
<i>V.29</i>	54,0	61,2	60,3	57,6	61,4	63,4
<i>VI.08</i>	52,2	56,8	57,8	51,4	62,3	59,1
<i>VI.15</i>	48,7	50,2	55,5	60,5	56,8	62,0
<i>VI.25</i>	7,8	8,5	8,5	7,3	9,5	11,7

A 4. táblázat a második fejtrágyázásként kijuttatott 40 kg/ha hatóanyag-többlet parcelláinak átlagos SPAD értékeit szemlélteti. Az áprilisi műtrágyázás hatására a búza klorofill-tartalma közel 11%-al növekedett. A legmagasabb SPAD értékeket május 29-i mérés alkalmával mértem. A május 18-án kijuttatott nitrogén átlagosan 18%-al növelte a búza klorofill-tartalmát. A növekedés mértéke a „40+40” és a „60+40” parcellák esetében 30%, a többi parcella esetében 6-18% közötti volt a növekedés mértéke. Június elejétől elkezdődött az érés ezzel együtt a SPAD értékek is folyamatosan csökkentek, azonban június végére a többi parcellához képest ezen parcellák SPAD értékei magasabbak voltak, a nagyobb mennyiségű fejtrágyának köszönhetően.

4. táblázat A parcellánkénti SPAD értékek átlaga osztott nitrogén dózisok esetében II.
(Hatvan-Nagygyombos, 2012)

	40+40	60+40	80+40	100+40	120+40
<i>IV.18</i>	44,4	49,2	44,1	48,3	50,3
<i>IV.27</i>	51,7	53,8	47,7	54,7	54,3
<i>V.09</i>	51,5	50,7	48,2	53,2	54,3
<i>V.18</i>	44,5	46,6	48,9	56,7	57,5
<i>V.29</i>	57,4	61,2	57,7	60,0	61,4
<i>VI.08</i>	50,6	58,0	56,0	55,2	57,5
<i>VI.15</i>	47,5	53,8	52,2	59,7	59,1
<i>VI.25</i>	9,2	8,8	14,5	9,0	9,3

5. táblázat Az őszi búza mennyiségi és minőségi paraméterei I.
(Hatvan-Nagygyombos, 2012)

	0+0	20+0	40+0	60+0	80+0	100+0	120+0	140+0	160+0
Nedvesség (%)	9,8	12	14,1	12	9,9	11,8	10,9	12,1	11,6
Fehérje (%)	14,5	14,1	14,4	13,2	16,7	15,1	15,6	14,9	13,4
Sikér (%)	30,9	31,4	29,9	28,6	36,9	33,2	34,5	32,9	29,7
Termés (kg)	3	3,6	4,1	4,2	4,2	3,3	4	3,5	3,1

A búza betakarítása után minden parcellán vizsgáltam a termés mennyiségét és nedvességtartalmát, valamint laboratóriumban a búza sikér- és fehérjetartalmát. Az egyszer műtrágyázott parcellák eredményeit az 5. táblázat tartalmazza. A száraz évnek köszönhetően a nedvességtartalom alacsony volt, csak a „40+0” és a „140+20” parcellák esetében haladta meg a 12 %-ot. Ez valószínűleg a nagyobb gyomborítottságnak tudható be. A nedvességtartalom és a SPAD értékek között nem lehetett kimutatni korrelációt (8. táblázat).

A búza fehérje-tartalma 13,2 és 16,7 % között alakult. A fehérjetartalom és SPAD értékek között május hónapban gyenge illetve közepes volt a korreláció. Közvetlenül az érés előtt azonban erős és szignifikáns kapcsolat ($r=0,5483$) volt. Ez a kapcsolat a 6. és 7. táblázatban szereplő értékeknél is megfigyelhető volt. Jelentős eltéréseket nem tapasztaltam az osztott kezelésű és az egyben kijutatott N között. Ez annak tudható be, hogy nem volt elegendő csapadék, hogy a műtrágya feloldódjon és a növény fel tudja venni.

6. táblázat Az őszi búza mennyiségi és minőségi paraméterei II.
(Hatvan-Nagygyombos, 2012)

	40+20	60+20	80+20	100+20	120+20	140+20
Nedvesség (%)	12	11,3	11,4	11,2	12,1	12,2
Fehérje (%)	14,2	13,4	15,7	15,4	14,1	15,7
Sikér (%)	31,7	29,5	35,8	34,7	31,4	35,2
Termés (kg)	3,4	5,1	3,5	3	4,1	3,7

A búza sikértartalma 28,6 és 35,8% között alakult (5-7. táblázat). Május hónapban gyenge korrelációt mutat a SPAD értékek és a búza sikértartalma. A június közepe mérés azonban már erős korrelációt mutatott a mért SPAD érték és a sikértartalom között ($r=0,6225$).

A parcellánkénti termésátlag 2,7 és 5,1 kg/parcella között alakult. Április hónapban közepes korrelációt tapasztaltam a SPAD értékek és a termés mennyisége között. Ezt a kapcsolatot tapasztaltam a május végi és június eleji mérések alkalmával is (8. táblázat). A többi vizsgálati időben nem tapasztaltam értékelhető korrelációt.

7. táblázat Az őszi búza mennyiségi és minőségi paraméterei III.
(Hatvan-Nagygyombos, 2012)

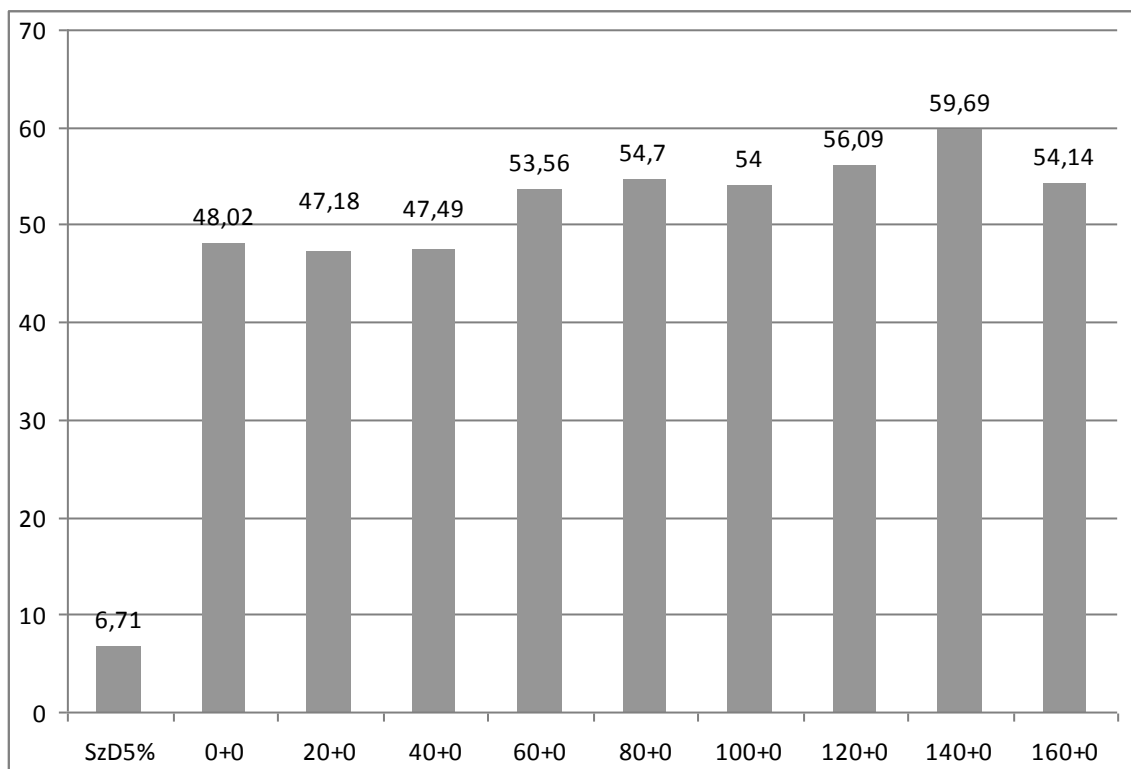
	40+40	60+40	80+40	100+40	120+40
Nedvesség (%)	11,7	11,3	11,7	11,5	11,5
Fehérje (%)	13,4	13,5	15,4	15,7	15,7
Sikér (%)	29,8	30	34,9	35,8	35,8
Termés (kg)	2,7	4,5	3,1	3,2	3,6

A június 15-i mérés alkalmával tapasztaltam szignifikáns kapcsolatot a SPAD értékek és az őszi búza sikér- és fehérjetartalma között. A dolgozatomban ezeket a mérési eredményeket is vizsgáltam és értékeltem varianciaanalízis segítségével.

8. táblázat A SPAD értékek és a búza minőségi paraméterei közötti kapcsolat eredményei
(2012)

	Nedvesség		Fehérje		Sikér		Termés	
	r	R ²	r	R ²	r	R ²	r	R ²
IV.18	0,3065	0,0939	-0,1906	0,0363	-0,2694	0,0726	0,3819	0,1459
IV.27	0,0014	0,0000	0,1251	0,0157	0,1676	0,0281	0,4176	0,1744
V.09	0,1560	0,0243	0,3215	0,1033	0,2997	0,0898	0,2320	0,0538
V.18	-0,1038	0,0108	0,2862	0,0819	0,2966	0,0880	-0,0153	0,0002
V.29	0,0992	0,0098	0,2509	0,0629	0,3050	0,0931	0,3557	0,1265
VI.08	-0,0172	0,0003	0,2118	0,0449	0,2242	0,0502	0,4416	0,1950
VI.15	-0,0970	0,0094	0,5483	0,3006	0,6225	0,3875	-0,0285	0,0008
VI.25	-0,0451	0,0020	0,0736	0,0054	0,1341	0,0180	-0,1070	0,0114

A 9. ábra szemlélteti az őszi búza SPAD értékeit az egyszeri nitrogén kijuttatásának (2012.04.18.) következtében. A diagram adataiból látszik, hogy a 140 kg/ha N dózis az optimális a klorofill tartalom növekedésének szempontjából. A 160 kg/ha N dózis már nem okozott növekvést a klorofill tartalomban a 140 kg/ha-os dózissal szemben. Szignifikáns különbséget tapasztaltam a 0, 20 és 40 kg/ha dózisok és a 120 és 140 kg/ha-os dózisok között, rendre páronként.



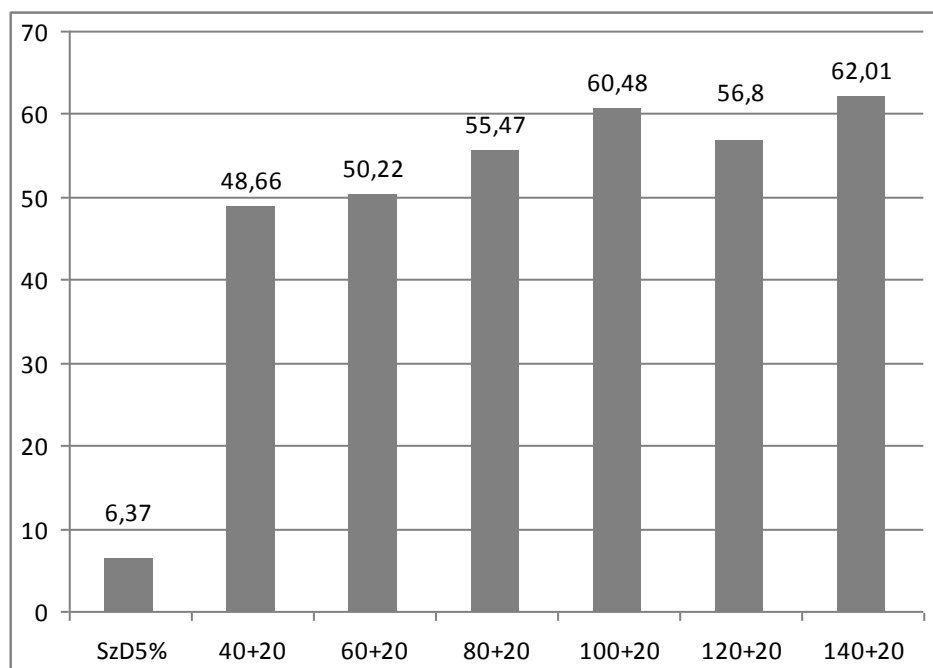
9. ábra Az őszi búza SPAD értékeinek alakulása egyszeri N kijuttatása következtében (Hatvan-Nagygyombos, 2012. 06.15)

A 11. ábra adatai az őszi búza SPAD értékeinek változását mutatja osztott N dózis alkalmazásával. Ebben a kezelésben a N dózisok két részletben kerültek kijuttatásra. Az első dózis 2012.04.18-án (bokrosodás kezdetén), míg a második 2012.05.18-án (kalászhányás elején) került kijuttatásra. Mindegyik kezelésben a második dózis 20 kg/ha volt.



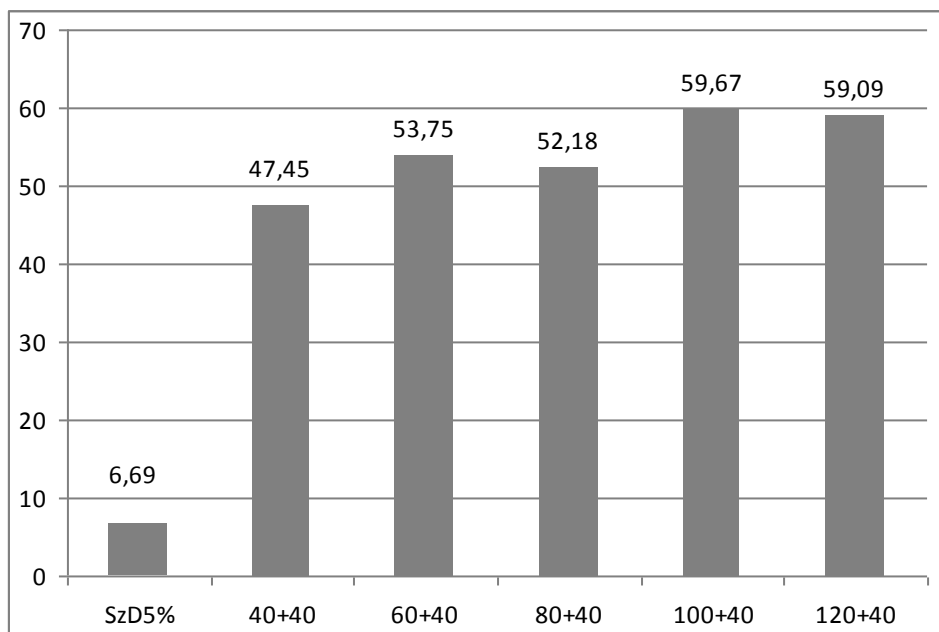
10. ábra SPAD mérés (Hatvan-Nagygyombos, 2012. 04.18)

Az adatokból látható, hogy a legmagasabb mért értéket a 140+20 kg/ha N dózis adta. Szignifikáns különbség a 40+20 és 60+20 valamint a 100+20, 120+20 és a 140+20 kg/ha-os N dózisok között volt tapasztalható a leírt sorrendben. A 80+20 kg/ha-os kezelésnél csak a 140+20 kg/ha dózissal szemben van szignifikáns különbség.



11. ábra Az őszi búza SPAD értékeinek alakulása osztott N dózis alkalmazása során I. (Hatvan-Nagygombos, 2012. 06.15)

Az őszi búza SPAD értékeinek alakulása látható a 12. ábrán. A különbség a 11. ábra adataival szemben az, hogy itt a második kijuttatott N dózis mindegyik kezelésben 40 kg/ha volt. A mért adatok közül a 100+40 kg/ha-os kezelés adta a legnagyobb SPAD értéket a mérés időpontjában. Szignifikáns különbség a 40+40, 60+40 és a 80+40 kg/ha-os dózisok valamint a 100+40 és a 120+40 kg/ha-os N dózisok között volt tapasztalható.



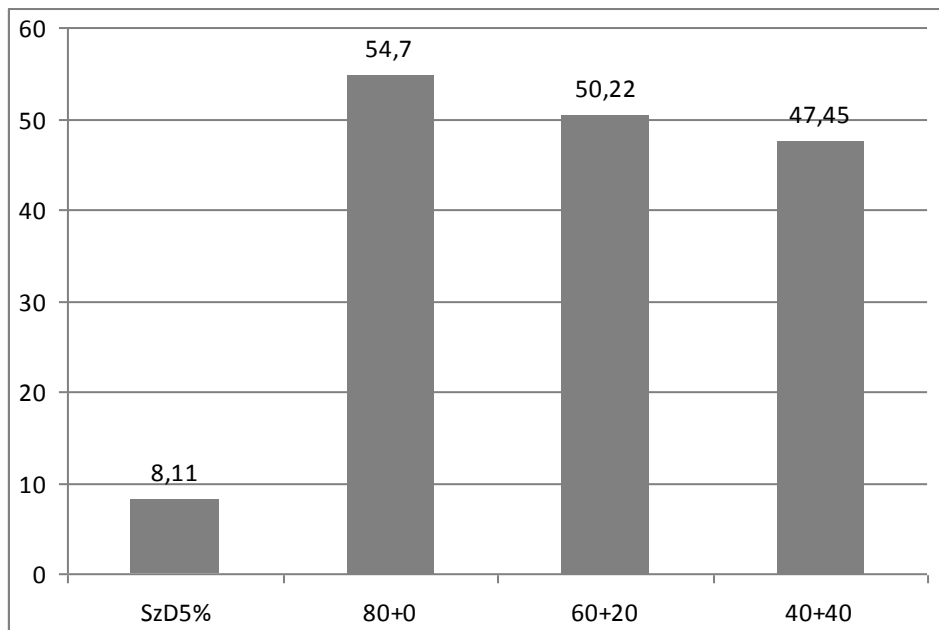
12. ábra Az őszi búza SPAD értékeinek alakulása osztott N dózis alkalmazása során II.
(Hatvan-Nagyombos, 2012. 06.15)

Az 14. ábra az őszi búza SPAD értékeinek változását szemlélteti 80 kg/ha N dózis kijuttatása során. A 80+0-ás kezelésre egy, míg a 60+20-as és a 40+40-es kezelésekre két részletben került kijuttatásra a 80 kg N hektáronként.



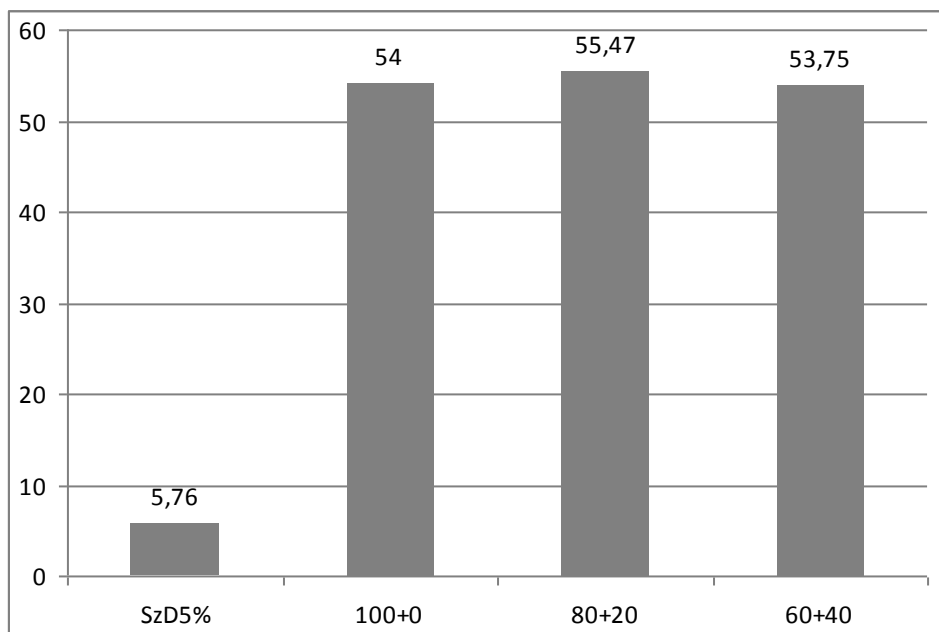
13. ábra Az őszi búza állomány (Hatvan-Nagyombos, 2012. 04.27)

Az adatokból látható, hogy a 2012. június 15-én mért értékek közül a 80+0, tehát az egy alkalommal kijuttatott 80 kg/ha-os kezelésben mértem a legnagyobb értékeket. A kapott értékek is bizonyítják, hogy az osztott kezelés nem növelte a SPAD értékeket, betudhatjuk ezt az egyébként szélsőséges időjárási viszonyoknak. A műtrágya második részletének kijuttatása után a területre szinte alig hullott csapadék, emiatt a talajoldat sókoncentrációja megnövekedett olyan mértékig, ami a növények tápanyag felvételét (a nitrogént is beleértve) már gátolta. Ezen értékek között nem tapasztaltam szignifikáns különbséget.



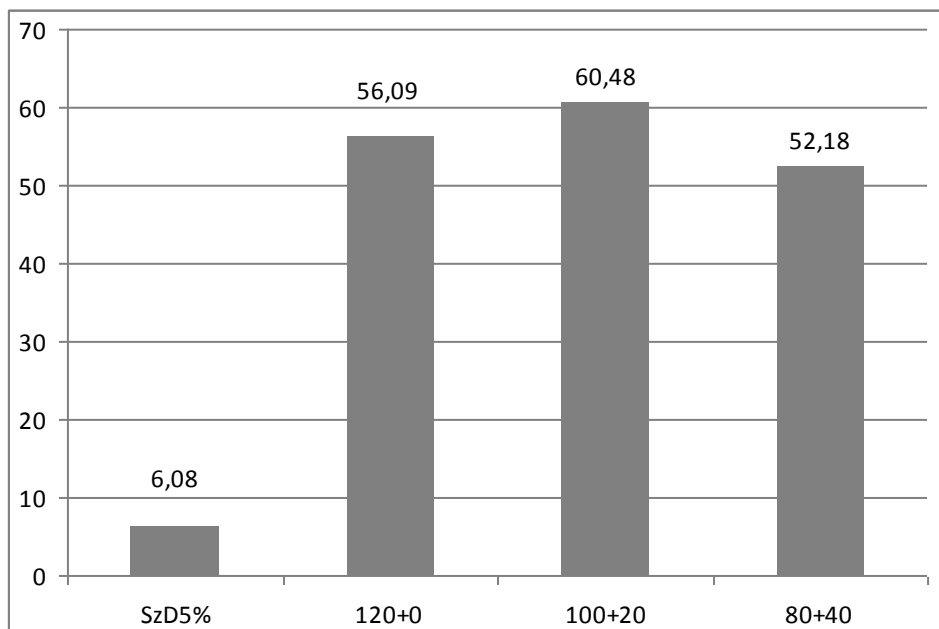
14. ábra Az őszi búza SPAD értékeinek alakulása 80 kg/ha N dózis alkalmazása során.
(Hatvan-Nagygyombos, 2012. 06.15)

A 15. ábra mutatja az őszi búza SPAD értékeinek alakulását 100 kg/ha N dózis kijuttatása mellett. A diagram adataiból láthatjuk, hogy az egy- és két részletben kijuttatott N dózis esetében sem tapasztaltunk szignifikáns különbséget. Ennek oka, hogy ebben az évjáratban az első fejtrágyázás során kijuttatott N adagból nem mosódott le jelentős mennyiség a talaj mélyebb rétegeibe, viszont a második fejtrágyázás során kapott mennyiséggel együtt sem töményedett be a talajoldat a növényállomány számára káros mértékben.



15. ábra Az őszi búza SPAD értékeinek alakulása 100 kg/ha N dózis alkalmazása során.
(Hatvan-Nagyombos, 2012. 06.15)

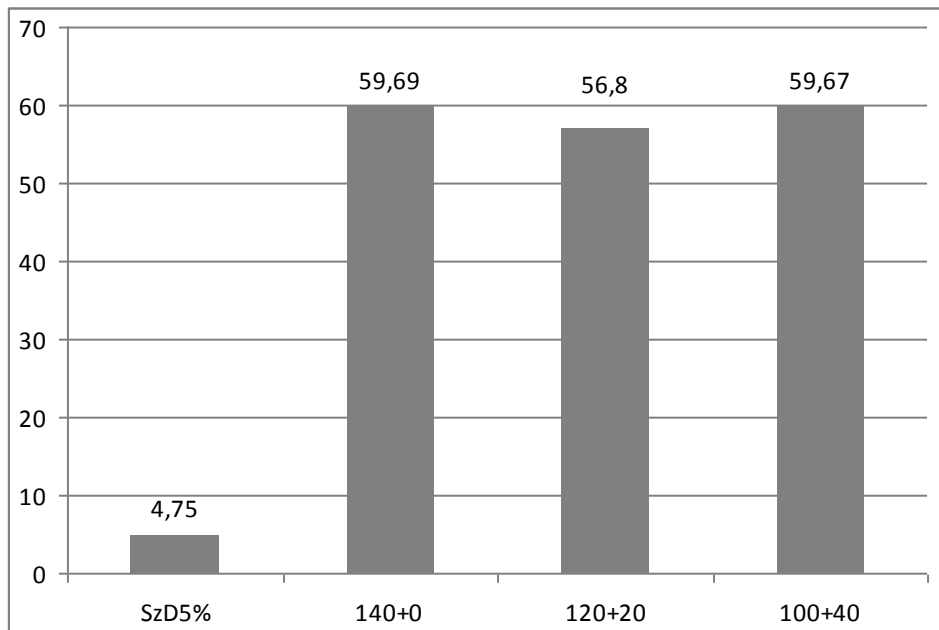
A 16. ábrán látható, hogy 120 kg/ha N dózis esetében hogyan változnak a SPAD értékei. Hasonlóan az előzőhöz, ebben az esetben is egy- és két részletben juttattam ki a N adagokat. A diagram adataiból jól látszik, hogy a legnagyobb értékeket a 100+20 kg/ha-os N dózis adta. Viszont szignifikáns különbség csak a 100+20 és a 80+40 kg/ha-os kezelések között volt tapasztalható.



16. ábra Az őszi búza SPAD értékeinek alakulása 120 kg/ha N dózis alkalmazása során.
(Hatvan-Nagyombos, 2012. 06.15)

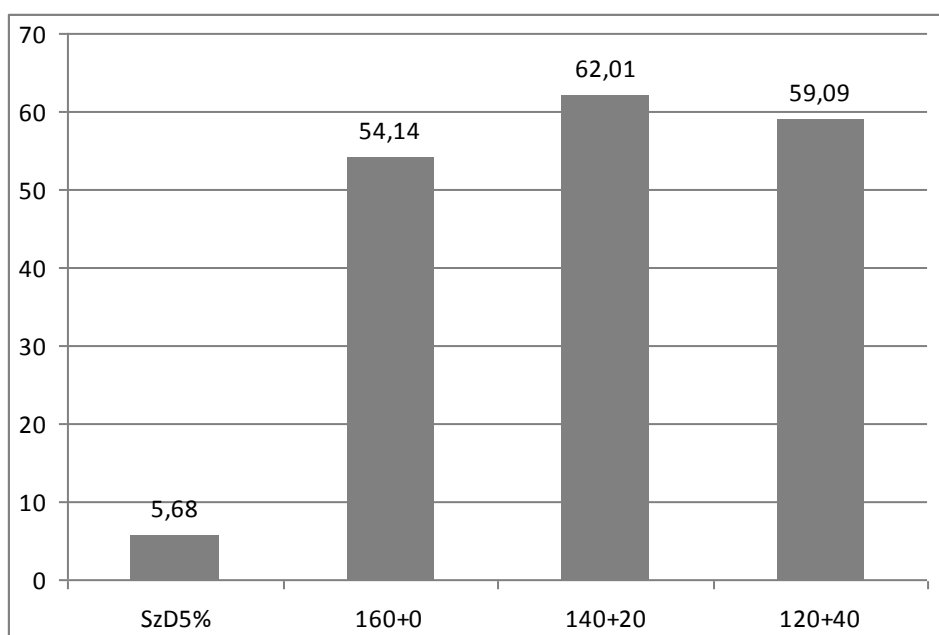
Az őszi búza SPAD értékeinek változását mutatja a 17. ábra. Ebben az esetben 140 kg nitrogént juttattam ki hektáronként egy- és két részletben. Az ábra értékei között szignifikáns

különbség nem tapasztalható. Megosztás nélkül is olyan magas klorofill tartalmat mutat, amin csupán az osztott kijuttatással nem tudtam tovább emelni.



17. ábra Az őszi búza SPAD értékeinek alakulása 140 kg/ha N dózis alkalmazása során.
(Hatvan-Nagygyombos, 2012. 06.15)

A 18. ábra reprezentálja az őszi búza SPAD értékeinek változását 160 kg/ha-os N dózis alkalmazása mellett. Az adatokból láthatjuk, hogy a legnagyobb értéket a 140+20 kg/ha-os osztott kijuttatásnál mértem. Szignifikáns különbséget csak a 160+0 kg/ha-os (egyszeri kijuttatás), és a 140+20 kg/ha-os (osztott kijuttatás) kezelések között tapasztaltam. A 160+0 kg/ha-os és a 120+40 kg/ha-os kezelések között nem volt igazolható különbség.



18. ábra Az őszi búza SPAD értékeinek alakulása 160 kg/ha N dózis alkalmazása során.
(Hatvan-Nagygyombos, 2012. 06.15)

5. Következtetések, javaslatok

A vizsgálataim alapján elmondható, hogy a SPAD értékek és a termésmennyiség között gyenge korrelációt tapasztaltam. Ennek az az alapja, hogy a búza esetében már bokrosodáskor determinálódik a kalászkák száma. A termés minősége a későbbiekben is változik. A május végi és a június eleji SPAD értékek a termés minőségével álltak szorosabb kapcsolatban. Ezekből az adatokból lehetett következtetni a várható termés mennyiségére és minőségére.

2011 ősztől kezdve az őszi búza betakarításáig a kísérleti területen mindössze 200 mm csapadék hullott. Ez azt eredményezte, hogy a búza nem tudta megfelelően felvenni a kijutatott műtrágyát. Ennek ellenére a növelt műtrágya-adagokkal lehetett valamennyit javítani a termés mennyiségén és minőségén. A kijutatott 40 kg/ha fejtrágya már termésdepressziót okozott, ezt mutatja, hogy a SPAD értékek bizonyos érték fölé nem emelkedtek. A talajoldat sókoncentrációja növekedett, mely stresszt okozott a búza állományban.

Az adott évben az adott fajtát vizsgálva megállapítottam, hogy amennyiben a május eleji mérések alkalmával a SPAD értékek nem érik el az 50-es értéket, abban az adott parcellában nem számíthatunk 4 t/ha-nál nagyobb termésre. Amennyiben ez az érték 60, vagy afeletti, jó eséllyel lehet a termésünk 5 t/ha. Jelen kutatás alkalmával megállapítottam, hogy a két változó közti korrelációs érték pozitívan függ össze. A SPAD érték emelkedésével párhuzamosan a termés mennyisége is nőtt.

Az Mv Magdaléna esetében, amennyiben nem éri el az 50-es SPAD értéket, az adott területen javasolható egy plusz, vagy növelt hatóanyag mennyiségű fejtrágyázás. Amennyiben a SPAD értékek májusban meghaladják a 60-as értéket, akkor nem szükséges fejtrágya kijuttatása.

A 2012-es év csapadékszegény volt, így a mért adatok száraz évre vonatkoznak. További mérésekre van szükség, hogy megfelelő biztonsággal lehessen állítani, hogy a SPAD értékek és a termés mennyisége és minősége között szoros kapcsolata van. Céлом a kutatások folytatása és a következő évben a kísérlet kibővítése.

A jövőben több fajtát illetve több fajtacsoportot lehetne bevonni a kísérletbe, de ennek megvan a kockázata, mivel minden egyes fajtának megvan a megfelelő SPAD értéke, így ezek egymással nehezebben összehasonlíthatóak. Célszerű új területeket (gyengébb minőségűeket) is

bevonni a kutatásba és természetesen a vizsgálatokat több éven keresztül folytatni. Jövőbeli célom, hogy néhány jelentősebb búzafajta esetében pontosítsam a fajtaspecifikus műtrágyázást. Ez elősegíti a megfelelő műtrágya-dózis kidolgozását a gazdák számára a környezetterhelés csökkentése érdekében.

A gazdák szempontjából nagyobb hangsúlyt kell fektetni a növények élettani vizsgálatára, hogy pontosabb képet kapjanak a növények szükségleteiről. Erre megfelelő műszer a SPAD klorofill-mérőműszer.

6. Összefoglalás

Az őszi búza a legfontosabb kalászos gabonánk. Ennek a növényfajnak az egyik legfontosabb tulajdonsága a nagyfokú ökológiai alkalmazkodóképessége, így a trópusi és sarkvidéki területek kivételével a világ minden részén találkozhatunk az őszi búza termesztésével. A búza azért is fontos növénye a magyar tájnak, mert a belőle készült búzaliszt értékes táplálék, amely olyan arányban tartalmaz szénhidrátot és fehérjét, amilyen arányban az emberi szervezetnek e táplálóanyagra szüksége van.

Az intenzív növénytaplálás elengedhetetlen a termés hozamok növekedéséhez, ami viszont költség- és energia igényes beavatkozás. A műtrágyák előállításához általában fosszilis energiára is szükség van, amely manapság egyre inkább hiánycikké válik. A fenntartható növénytaplálás érdekében a jövőben nagyobb figyelmet kell fordítanunk a kijuttatandó műtrágya mennyiségre és ehhez tartozó mérésekre.

Munkám során SPAD-502 PLUS (Soil Plant Analysis Development) mérőműszerrel vizsgáltam az őszi búza klorofill tartalmát különböző nitrogén ellátottsági szinteken. Az eredményeket kiértékelve következtettem a talaj nitrogén ellátottságára, mely meghatározza a termés mennyiségét és minőségét. A szántóföldi kutatásokat Hatvan-Nagygyombos határában végeztem 2012-ben.

A kísérleteim eredményéből arra a megállapításra jutottam, hogy a kijuttatott nitrogén dózisének növelése az őszi búza élettani (SPAD mérés) és beltartalmi (NIR mérés) paramétereire bizonyítható hatása van. A SPAD értékek és a termésmennyiség között gyenge korrelációt tapasztaltam. Ennek az az alapja, hogy a búza esetében már bokrosodáskor determinálódik a kalászkák száma. A termés minősége csak később alakul ki. A május végi és a június eleji SPAD értékek a termés minőségével álltak szoros kapcsolatban. Ezekből az adatokból lehetett következtetni a várható termés mennyiségére és minőségére.

A 2012 évben a Mv Magdaléna búzafajta SPAD értékeit vizsgálva megállapítottam, hogy amennyiben a május eleji mérések alkalmával a SPAD értékek nem érik el az 50-es értéket, abban az adott parcellán nem számíthatunk 4 t/ha-nál nagyobb termésre. Amennyiben ez az érték 60-nál nagyobb, úgy jó eséllyel számíthatunk magasabb termésátlagra. Jelen kutatás alkalmával megállapítottam, hogy a két változó közti korrelációs érték egyenes arányban növekedett, tehát magasabb SPAD értékkel párhuzamosan a termés mennyisége is nőtt.

A jövőben több fajtát illetve több fajtacsoportot lehetne bevonni a kísérletbe és a vizsgálatokat tovább kell folytatni. Jövőbeli célom, hogy néhány jelentősebb búzafajta esetében pontosítsam a fajtaspecifikus műtrágyázást.

7. Köszönetnyilvánítás

A dolgozat elkészítéséhez köszönettel tartozom témavezetőim,

Dr. Tarnawa Ákos
egyetemi tanársegéd

és

Pósa Barnabás
PhD. hallgató

segítségéért, szakmai támogatásért, továbbá ezúton szeretném megköszönni

Sallai András
PhD. hallgató

a vetésben és mérésekben nyújtott segítségét.

8. Irodalomjegyzék

- ALMÁSSY M. (1977): Műtrágyák. Műszaki Könyvkiadó, Budapest
- ANTAL J. (2000): Növénytermesztők zsebkönyve. Mezőgazda Kiadó, Budapest, pp. 62.
- ANTAL J. (2005): Növénytermesztéstan 1. A növénytermesztés alapjai, Gabonafélék. Mezőgazda Kiadó, Budapest, pp. 191-193.
- BARRACLOUGH, P. B. - KYTE, J. (2002): Effect of water stress on chlorophyll meter readings in winter wheat. *Developments in Plant and Soil Sciences* 92: 722-723.
- BERGMANN W. (1979) Termesztett növények táplálkozási zavarainak előfordulása és felismerése. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, pp. 51-55.
- BOCZ E. (1996): Szántóföldi növénytermesztés. Mezőgazda Kiadó, Budapest, pp. 243-246.
- CHUBACHI, T. – ASANO, I. – OIKAWA, T. (1986): The diagnosis of nitrogen nutrition of rice plants (Sasanishiki) using chlorophyll meter. *Japanese Journal of Soil Science and Plant Nutrition*. 57. 2: 190-193.
- FOX, R.H. – PIEKIELEK, W.P. – MACNEAL, K.M. (1994): Using a chlorophyll meter to predict nitrogen fertilizer needs of winter wheat. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 25. 3-4: 171-181
- FÜLEKY GY. (1999): Tápanyag-gazdálkodás. Mezőgazda Kiadó, Budapest
- GYŐRI Z. (2006): Ismét napirenden az őszi búza minősége. *Agrofórum* 17. 7: 27-28.
- LÁNG F. (2007): Növényélettan I. A növényi anyagcsere I. Elte Eötvös Kiadó, Budapest
- LÁNG F. (2007): Növényélettan II. A növényi anyagcsere II. I; Elte Eötvös Kiadó, Budapest
- LÁNG G. (1966): A növénytermesztés kézikönyve I. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, pp. 73-75.
- LOPEZ-BELLIDO, R.J. - SHEPHERD, C.E. - BARRACLOUGH, P.B. (2004): Predicting post-anthesis N requirements of bread wheat with a Minolta SPAD meter. *European Journal of Agronomy* 20. 3: 313-320.
- PÁLAMI O. - HORVÁTH J. - NÉMETH T. (2006): Az őszi búza környezetkímélő nitrogéntáplálása. *Agrofórum* 17. 5: 33-35.
- PÁLMAI O. - HORVÁTH J. (2012): Az őszi búza tápanyag-utánpótlása, különös tekintettel a környezetkímélő nitrogénellátásra. *Agrofórum* 22. 2: 62-65.
- PEPÓ P. (2005): A nitrogénfejtrágyázás hatása a búza termésmennyiségére és minőségére. In *Korszakváltás a hazai mezőgazdaságban: A modern növénytermesztés alapjai* (szerk. Szentpétery Zs.- Jolankai M.- Szöllősi G.) Debrecen, pp. 37.
- PETHŐ M. (1993): Mezőgazdasági növények élettana. Akadémiai Kiadó, Budapest, pp. 229-231.
- PETRÓCZI I.-GYURIS K. (2005): A búzát jól fejtrágyázni?... *Agrofórum* 16. 3: 35-36.

- POLLHAMER E-NÉ (1973). A búza minősége a különböző agrotechnikai kísérletekben. Akadémiai Kiadó, Budapest, pp. 55-57.
- RAGASITS I.(1998): Búzatermesztés, Mezőgazda Kiadó, Budapest
- SZALAI I. (1974): Növényélettan. Tankönyvkiadó, Budapest
- SZALAY D. – KLUPÁCS H. (2007): Quality benefits and failures induced by agronomic treatments in wheat crop. Cereal Research Communications 35.2: 1141-1144.
- TURNER, F.T. – JUND, M.F. (1991): Chlorophyll meter to predict nitrogen topdress requirement for semi-dwarf rice. Agronomy Journal. 83. 5: 926-928
- VÁNYINÉ. SZ. A. (2008): SPAD érték és a kukorica (Zea Mays L.) termésmennyisége közötti összefüggés elemzése különböző tápanyag - és vízellátottsági szinten. Doktori Értekezés, Debrecen, p. 111.
- VÁRI R. (2011): Az optimális N-trágyázás jelentősége. Agrofórum 21. 4: 14.

NYILATKOZAT

Alulírott *Fekete Ágnes*, a Szent István Egyetem Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar *Mezőgazdasági mérnök* szak nappali tagozat hallgatója nyilatkozom, hogy a dolgozat saját munkám, melynek elkészítése során a felhasznált irodalmat korrekt módon, a jogi és etikai szabályok betartásával kezeltem.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: **nem**.

Gödöllő, 2012. október 29.

.....
hallgató aláírása

A dolgozat készítőjének konzulense nyilatkozom arról, hogy a dolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmak korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: **nem**.

Gödöllő, 2012. október 29.

.....
konzulens aláírása