



SZENT ISTVÁN EGYETEM
MEZŐGAZDASÁG- ÉS KÖRNYEZETTUDOMÁNYI KAR
NÖVÉNYTERMESZTÉSI INTÉZET
AGRÁRMÉRNÖK MSC I. ÉVOLYAM
NAPPALI TAGOZAT

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

Készítette:

Fekete Ágnes

Belső témavezető:

Dr. Tarnawa Ákos

egyetemi adjunktus

Növénytermesztési Intézet

és

Pósa Barnabás

tanszéki mérnök

Növénytermesztési Intézet

Gödöllő

2014

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	8
2.5 Tápanyagellátás	8
2.6 Tápanyag-ellátottság és termés hozam kapcsolata	10
2.7 A növények nitrogén anyagcseréje	10
2.8 A nitrogén műtrágyák hatása az őszi búza minőségére	12
2.9 Nitrogén hiánytünetek	14
2.10 Nitrogén többlet	14
2.11 SPAD-502 PLUS klorofill mérőműszer	16
3.A vizsgálat módszerei	18
3.1. A vizsgálatok körülményei	18
3.2.. A vizsgálatok módszerei	24
4. Eredmények és értékelés	25
5. Következtetések javaslatok	53
6. Összefoglalás	55
7. Köszönetnyilvánítás	57
8. Irodalomjegyzék	58
Nyilatkozat	60

1. Bevezetés és célkitűzés

Az őszi búza a legfontosabb kalászos gabonánk. Ennek a növényfajnak egyik legfontosabb tulajdonsága a nagyfokú ökológiai alkalmazkodó képessége. 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. Az emberiség fejlődésével, a Föld lakosságának növekedésével alapvető követelménnyé vált a folyamatos, nagy mennyiségű, megfelelő beltartalmi értékekkel rendelkező búza termesztése. Folyamatosan 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 energia igényes 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 segítségükkel 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 mérő műszeres 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 és ez alapján további szükségletéről, ami által, elkerülhetővé válik a felesleges N többlet kijuttatása. Ezenkívül választ kívánok kapni, hogy hogyan változik a MV Magdaléna és az MV Toborzó őszi búzafajta termésmennyisége és minősége különböző nitrogén ellátottsági szinteken, a SPAD érték változásokkal összefüggésben.

2. A témához kapcsolódó szakirodalom áttekintése

2.1 Az őszi búza talajigénye

Egy bizonyos növényfaj termeszthetőségét alapvetően a termőterület éghajlati és talajtani körülményei határozzák meg. A fajválasztást alapvetően 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 búzatermesztésre legalkalmasabb talajok kémhatása semleges vagy gyengén lúgos, sokan úgy tartják, hogy ez az érték 6-7,5 pH körüli (*Ragasits 1998*). A nagyobb víztároló képességű és mészből 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 vízáztatású réti talajok is (*Antal 2005*). A többi kalászzal 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, leejtős és erodált talajok, hegy és dombvidékeink gyenge termőképességű rendzinalajai, 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 löszháti, továbbá a réti talajok, s azoknak a jobb termőképességű réti szolonyec típusai, a mészből 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 találhatók meg. A búza nagy formagazdagsága és alkalmazkodóképessége lehetővé teszi, hogy hazánk egész területén kisebb nagyobb termésmennyiség eltéréssel, biztonsággal termeszthető. A Dunántúlon kisebb terméshingadozások 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 megszorulást okozhat, ha a tavasz megkésett és a második fele hidegebb az átlagosnál (Antal 2000).

Az őszi búza csapadékgényét 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 fotokémiaileg 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 kloroplasztisaiból acetonnal könnyen kioldható pigmentek a klorofilok. A klorofilok alapépítő kövük a négy, nitrogéntartalmú pirolgyűrű, melyek egymással porfirinvázatot 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 hatásaira a talajra és a környezetre. Azaz 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 1/20-1/25-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 szerves 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 szerves 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-veszteség 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 gyökérzónájából. 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 üvegeességet az ezerszemsúlyt, a keményítő – 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 okozhatnak (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 nitrogénnek 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 terméshozam 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 termés eredménytől, 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, hártýarendszerüknek 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 mersztémái 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. Közvetett módon befolyásolja a növekedést, továbbá a növény számos élettevékenységét (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 legvitatottabbak. 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*). Ha a kijuttatott N mennyisége nincs összhangban a növény igényével, az a műtrágya hatékonyságának csökkenéséhez vezethet. A pontos N műtrágya adagok nem csak, hogy biztosítják a jobb hatékonyságot, egyszersmind csökkentik a búza termeszők input költségeit valamint a káros környezeti hatásokat (*L.M. Arregui 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 ősssel 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 csökkenti 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 ébredező 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 sarjkalászok 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 elfeledteznünk 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 nitrogénformák 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. Széles körben 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 levélcsúcstól

kiindulóan sárgulnak, majd megbarnulnak, elhalnak. A szártón 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 levélszálon jellegzetes klorotikus vagy nekrotikus jelenségeket vált ki, míg a NH_4^+ többlet a levélszálon fehéres barnás nektrózisokat idéz elő, a nitrát többletnél ezek inkább barnák. A levélszél nektrózisa 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 érzékennyé 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 klorofill mennyisége és a haszonnövények levélben lévő N tartalom között korreláció található, így összefüggés feltételezhető a klorofill tartalom, valamint a fotoszintézis kapacitása és a termelékenység között (Evans, 1983; Seeman *et al.*, 1987).

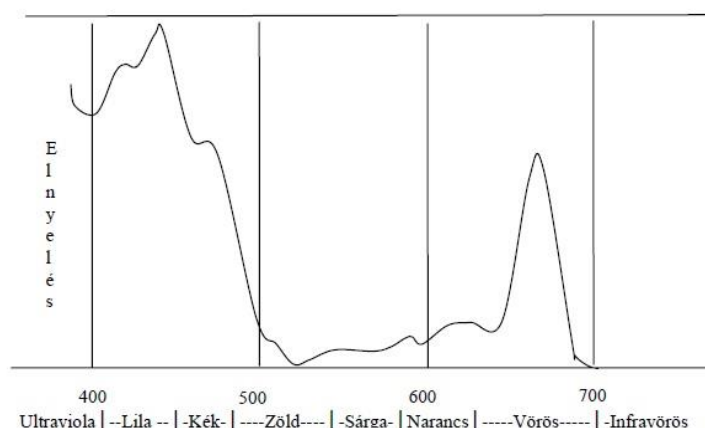
Ismeretes, hogy a különböző környezeti stressz faktorok, mint a vízhiány, a szélsőséges hőmérsékleti és fény viszonyok, UV-B sugárzás és az ásványi anyagok hiánya okozhatnak klorofill tartalom csökkenést (Brown *et al.* 1991). Ezért, a klorofill szint egy érzékeny indikátora a növény életképességének vagy gyengeségének, és ezt sok esetben mérik, számos élettani vizsgálat során (Y. Manetas, 1997).



1. ábra Klorofill mérés a SPAD 502-es klorofill mérőműszerrel

A kicsi és hordozható klorofill mérő (1. ábra) azonnal, roncsolás mentesen méri a növény levelében lévő klorofill tartalmat, tehát úgy is alkalmazható, mint a termés N állapotának indikátora (Piekielek *et al.*, 1995). Ezért, a klorofill mérőt már használják az őszi búza esetében hozamjavítási célból, pontos N adag meghatározásra (Follett, 1992; Vidal *et al.*, 1999; Denuit *et al.*, 2002). 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 2. 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.



2. ábra A klorofill színek elnyelése

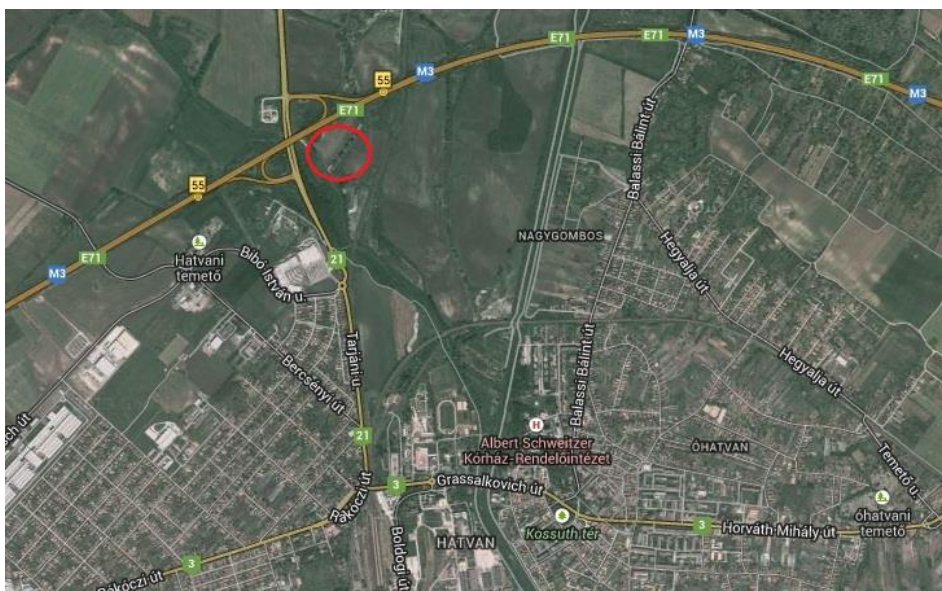
A készülék világító rendszerében két fotodióda található, egy vörös (650 nm csúcserősséggel) és egy infravörös (940 nm csúcserősséggel). Mindkét fotodióda egyforma fényerősséggel váltakozva bocsátja ki a fényt. A megvilágított terület 6 mm^2 . A vörös és infravörös fény áthalad a levéllemezen, egy része 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. A vizsgálatok módszerei

3.1 A vizsgálatok körülményei

A vizsgálataimat Hatvan-Nagygombos (Heves megye) település határában végeztem 2011-2013 tenyészévekben. A kísérleti tér a 47,682538° és 19,669287° koordináták metszéspontjában található (3. ábra).



3. ábra Hatvan-Nagygyompos és a kísérleti tér (www.googlemaps.hu)

A vizsgálataimat kisparcellás kísérletben végeztem. A parcellák mérete 10 m²-es (1 m × 10 m) volt. Az első évben az MV Magdaléna búzafajtát, a második évben az MV Toborzót is bevontam a kísérletembe. A vetés 2011-ben október 17-én, 2012-ben október 19-én történt, Wintersteiger típusú kisparcellás vetőgéppel (3. kép). A parcellákra 2012-ben 20, 2013-ban 24 különböző nitrogén dózist jutattam ki. A kijuttatott nitrogén mennyiségeket és a kísirelt elrendezését az 1. és 2. táblázat szemlélteti (1. kép). Az első szám, az első adag N mennyiséget, a második szám a fejtrágyaként kapott N mennyiséget jelöli.

1. táblázat A parcellák elrendezése 2011-ben 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 műtrágyát bokrosodáskor, a fennmaradó részt kalászhányáskor jutattam ki. A műtrágya mindkét esetben YARA BELA volt, melynek kiszórása kézzel történt.

Az első évben a betakarítása 2012. július 3-án, a második évben 2013. július 12-én került a sor, *Wintersteiger* típusú kisparcellás betakarító géppel (4. kép).

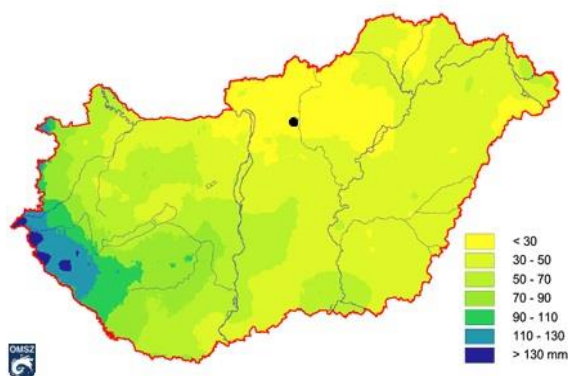
2. táblázat A parcellák elrendezése 2012-ben és a kijuttatott N mennyisége (kg/ha)

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

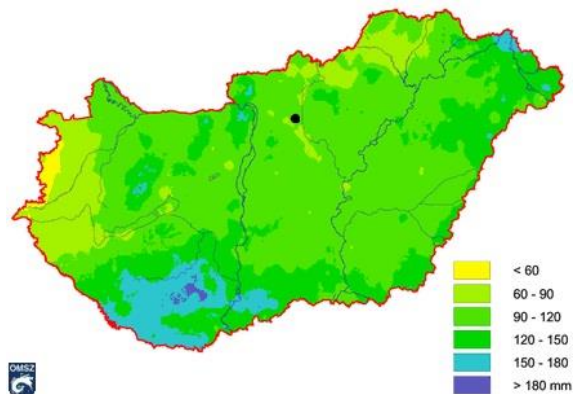


1. kép Búza tavaszi állapota (Hatvan-Nagygyombos, 2013. 04. 24)

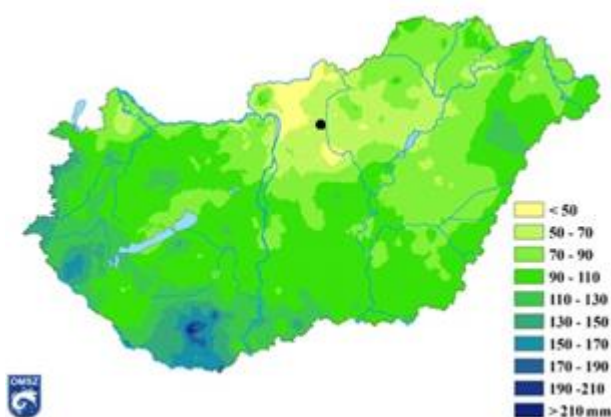
4. ábra A 2011-es őszi csapadékösszeg (www.met.hu)



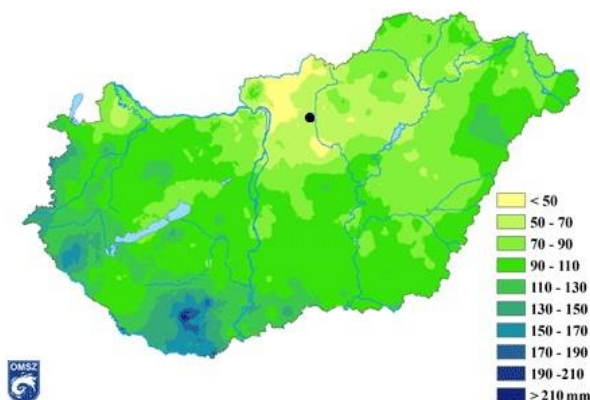
5. ábra A 2012-es téli csapadékösszeg (www.met.hu)



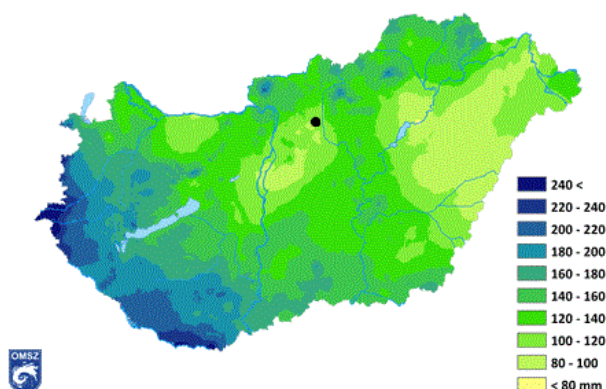
6. ábra A 2012-es tavaszi csapadékösszeg (www.met.hu)



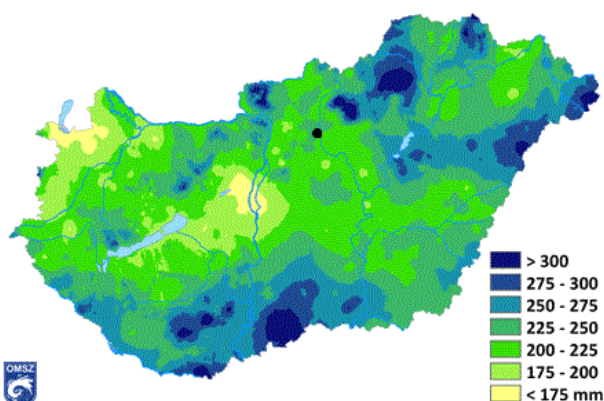
7. ábra 2012-es őszi csapadékösszeg(www.met.hu)



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



9. ábra 2013-as tavaszi csapadékösszeg (www. met.hu)



A 4-5. ábrán jól látható, hogy a 2011-es őszi és az ezt követő időszak száraz volt. Sajnos nem állnak rendelkezésre a területről csapadékadatok, de az országos csapadékeloszlási térkép jól tükrözi a területre hullott csapadékat. A kísérleti területet a fekete pont jelzi. A 2011-es évben, az őszi búzára a vetéstől számítva, 200 mm csapadék hullott.

Az előző időszakban tapasztalható csapadék hiányt a 2012-es tavasz sem tudta pótolni mint ahogy ez a 6. ábrán is látható. A 7 és 9-es ábra jól mutatja, hogy a 2012-es év őszére és 2013-as év telére szintén a száraz időjárás volt a jellemző.

A 2013-as tavaszi csapadék, mint ahogy az a 9. ábrán is látható, kielégíti a búza igényeit. A téli csapadékkal együtt átlagosnak mondható vízellátást biztosított, ennek köszönhetően a termésátlagok is a területnek és a technológia színvonalának megfelelően alakultak.

3.2 A vizsgálatok módszerei

A búza klorofill tartalmát SPAD 502 PLUS (Soil Plant Analysis Development) mérőműszer segítségével mértem (2. és 5. kép). Az első évben 10 naponta, a második évben Magdaléna esetében, 4, a Toborzó állományban 3 mérést tudtam elvégezni, a nagy szárazság következtében, a feltűnően lerövidült tenyészidő miatt. Parcellánként minden egyes alkalommal 10 mérést végeztem, melyeknek átlaga képezte az adott N dózusra jellemző SPAD értéket. A mérések első évben, 2012. április 18 és 2012. június 25 között, míg a második évben 2013. április 5 és 2013. június 19 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 határoztuk meg. Ezen kívül még vizsgáltam az őszi búza termésmennyiségét és nedvességtartalmát.



2. kép SPAD mérés őszi búza állományban
(Hatvan-Nagygyombos, 2013. június 20.)

4. Eredmények és értékelésük

Az őszi búza bokrosodásától kezdődően folyamatosan mértem a klorofill tartalmat a SPAD mérőműszer segítségével. A tenyészidőszak alatt kapott adatokat a 3.-11. táblázatok tartalmazzák.

A 3-5. táblázatokban összefoglalt esetekben nem történt osztott műtrágya kezelés, a N adagokat egy menetben jutattam ki, április 18-án A 3. táblázat alapján elmondható, hogy MV Magdaléna esetében, a kijuttatott műtrágya következtében, a SPAD értékek idővel növekedtek. Mint ahogy a korábbiakban látható volt, ebben a periódusban nagyon száraz volt az időjárás, ennek következtében az ammónium-nitrát műtrágyát a növények nehezen, vagy egyáltalán nem tudták felvenni. Ezzel magyarázható, hogy több helyen a két mérés közötti különbségek nem jelentősek. A júniusi időszakra a búza levele leszáradt, a klorofill aktivitás lecsökkent, ami az utolsó mérés eredményeiből, nagyon jól megfigyelhető.

3. táblázat A parcellánkénti átlagos SPAD értékek Magdaléna estében (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

A 4. táblázatban a következő évi Magdaléna mérési eredményeit foglaltam össze, ezek jól tükrözik a bokrosodáskor kijuttatott műtrágya hatékonyságát, a SPAD értékek növekedtek az első mérés után. Az eredmények alapján elmondható (4-5 táblázat), hogy az őszi búza érése több mint egy hónap késésben volt az időszakra normális körülmények közt jellemzőhöz képest.

4. táblázat A parcellánkénti átlagos SPAD értékek Magdaléna estében (Hatvan-Nagygyombos, 2013)

	0+0	20+0	40+0	60+0	80+0	100+0	120+0	140+0	160+0
V.03	28,5	31,7	30,3	30,8	34	31,5	31,7	35,6	31,2
V.24	38	41,7	49,8	53,2	53,2	54	56,8	56,2	55,8
VI.11	47,2	45,7	50,4	47	50,2	52,3	46,3	50,1	54,3
VI.19	37,1	39	42,1	49,3	43,8	48,6	46,2	54,1	49,4

Az 5. táblázat a Toborzó búzafajta SPAD értékeit tartalmazza. a 2013-as évben. Ebben az esetben, az aszályos időjárás eredményeképpen, csak három mérést tudtam elvégezni a gyors beérés miatt. Ennek ellenére a termés mennyisége nem volt alacsony, ami jól tükrözi a búza kiváló alkalmazkodó képességét. A három mérésből is látható, hogy rövid idő alatt megnövekedett a fotoszintetikus aktivitás. A legmagasabb SPAD értékek mindkét fajta estében a magas N dózist kapott parcellákban mértem (4.-5. táblázat).

5. táblázat A parcellánkénti átlagos SPAD értékek Toborzó estében (Hatvan-Nagygyombos, 2013)

	0+0	20+0	40+0	60+0	80+0	100+0	120+0	140+0	160+0
V.03	32,6	29,6	38,7	37,1	38,8	39,2	43,4	43,4	43,5
V.24	41,9	42,2	49,9	48,6	51,2	50,2	54,7	56,5	54,8
VI.11	39,8	41,9	46,3	47,9	47,5	48,7	52	56,5	55,3

2012-ben, 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+0 és a 60+0 kg/ha hatóanyag közötti dózisokra általában 43,6 és 57,7 közötti SPAD érték, míg a 80+0 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. 2012. június végére a búza megérett, a klorofill-tartalma minimálisra csökkent. 2013-ban a gyors érés miatt a klorofill tartalom annyira lecsökkent, hogy Toborzó fajtában 4. alkalomkor már mérni sem tudtam.



3. kép Az őszi búza (MV Magdaléna) vetése (Hatvan-Nagygyombos, 2011. 10.17)

A 6.-8. táblázatok a második fejtrágyázásként kijutatott +20 kg/ha hatóanyag-többletű parcelláinak átlagos SPAD értékeit szemléltetik.

A 6. táblázatban 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%-al.

6. 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
IV.18	52,8	49,2	46,5	45,5	47,5	47,5
IV.27	49,9	53,9	53	51,5	54,2	53,1
V.09	47,7	53,9	49,0	51,1	51,8	58,6
V.18	49,8	52,0	51,7	53,2	50,7	56,9
V.29	54,0	61,2	60,3	57,6	61,4	63,4
VI.08	52,2	56,8	57,8	51,4	62,3	59,1
VI.15	48,7	50,2	55,5	60,5	56,8	62,0
VI.25	7,8	8,5	8,5	7,3	9,5	11,7

7. táblázat A parcellánkénti SPAD értékek átlaga osztott nitrogén dózis, Magdaléna esetében I. (Hatvan-Nagygyombos, 2013)

	40+20	60+20	80+20	100+20	120+20	140+20
V.03	32,4	30,5	32,8	30,9	37,6	35
V.24	51,6	51,1	52,6	54	56	56
VI.11	35,8	52,5	45,5	51,9	50,4	57,8
VI.19	49,4	48,9	47,6	42,4	54,7	52,1

A 7. táblázatban található, hogy a következő évi lényegesen magasabb értékek (VI.19) azt mutatják, hogy a Magdaléna az ebben az időszakban hullott csapadékmennyiségnek köszönhetően, a második fejtrágyázásból fel tudta venni a megfelelő mennyiségű nitrogént.

8. táblázat A parcellánkénti SPAD értékek átlaga osztott nitrogén dózis, Toborzó esetében I. (Hatvan-Nagygyombos, 2013)

	40+20	60+20	80+20	100+20	120+20	140+20
V.03	38,4	34,7	39,8	37,2	45,6	43,4
V.24	50	48,3	43,4	49,4	55,5	56,5
VI.11	41,9	47,5	50,9	47,8	50,8	51,4

A 8. táblázat adatai alapján szembe tűnő, hogy a Toborzó fajta hasonlóan viselkedett, mint a Magdaléna, leszámítva, hogy a „+0”-ás mérésekhez hasonlóan az utolsó időpontban nem nyertünk értelmezhető adatokat.

A 9. táblázat a második fejtrágyázásként kijutatott 40 kg/ha hatóanyag-többlet parcelláinak átlagos SPAD értékeit szemléltet, a 2012-es évben. Az áprilisi műtrágyázás hatására a búza klorofill-tartalma közel 11%-kal növekedett. A legmagasabb SPAD értékeket

május 29-i mérés alkalmával kaptam. A május 18-án kijuttatott nitrogén átlagosan 18%-kal 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. 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.

9. táblázat A parcellánkénti SPAD értékek átlaga osztott nitrogén dózisok Magdaléna 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

Ugyanúgy, mint az előző Magdaléna búzafajta eredményeit ábrázoló táblázatokban, a következő évben is (*10. táblázat*) látható a csapadék miatti visszaesés, illetve hogy a második fejtrágyázásnak nem volt addig hatása, míg nem hullott csapadék a területre. Azonban az utolsó mérésnél jóval magasabb értékek olvashatóak le, mint a „+20”-as parcellák esetében, tehát végeredményben kifejtette a műtrágya a hatása. A legmagasabb SPAD értékeket ebben az esetben a május 24-ei mérés alkalmával kaptam.

10. táblázat A parcellánkénti SPAD értékek átlaga osztott nitrogén dózisok, Magdaléna esetében II.
(Hatvan-Nagygyombos, 2013)

	40+40	60+40	80+40	100+40	120+40
<i>V.03</i>	37,1	35,7	32,8	33,6	33,7
<i>V.24</i>	51,3	54	52,6	55,3	54,9
<i>VI.11</i>	47	52,2	51,9	53,4	51,5
<i>VI.19</i>	53,6	53,2	47,6	57,8	46,9

11. táblázat A parcellánkénti SPAD értékek átlaga osztott nitrogén dózisok, Toborzó esetében II.
(Hatvan-Nagygyombos, 2013)

	40+40	60+40	80+40	100+40	120+40
<i>V.03</i>	37,5	35,9	38	38	39,6
<i>V.24</i>	49,1	46,4	49,4	54,7	52,8
<i>VI.11</i>	37,5	48,7	51,2	39,8	52,7

A *11. táblázatban* található Toborzó búzafajta átlagos SPAD értékek eredményei esetében is a megfelelő csapadék mennyiség következményeképpen, a nitrogén műtrágya képes volt hatékonyságát kifejteni, így a SPAD értékek is növekedni kezdtek. A Toborzó

esetében is a május 24-ei mérések eredményei bizonyultak a legmagasabbnak. Július elejétől megkezdődött a búza érése, így a SPAD értékek kisebb mértékű változása következett be.



4. kép A Wintersteiger típusú parcella kombájn (Hatvan-Nagygyompos, 2012)

Beltartalom

12. táblázat Az őszi búza mennyiségi és minőségi paraméterei I.
(Hatvan-Nagygyompos, 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 nedvesség-tartalmát, valamint laboratóriumban a búza sikér- és fehérjetartalmát. Az egyszer műtrágyázott parcellák eredményeit az 12-14. táblázatok tartalmazzák.

A 2012-es száraz évnek köszönhetően a nedvességtartalom alacsony volt, (12. táblázat) csak a „40+0”, „120+20”, „140+0” és „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 (15. 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 13. és 14. 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.

13. 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 (12-14. 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 (15. táblázat). A többi vizsgálati időben nem tapasztaltam értékelhető korrelációt.

14. 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

15. 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 15. táblázatban megfigyelhető, hogy a VI. 15.-i méréssel a fehérje és sikér tartalom igen erős korrelációt mutat ezért, ennek megfelelően, ennek a periódusnak az eredményeit használtuk a variancia analízishez, melyek eredménye a későbbi diagramokon látható.

16. táblázat Magdaléna búzafajta mennyiségi és minőségi paraméterei I.

	0+0	20+0	40+0	60+0	80+0	100+0	120+0	140+0	160+0
<i>Sikér %</i>	31,1	30,6	31,1	33,4	30,8	33,5	31,8	34,5	34,8
<i>Fehérje%</i>	11,5	11,3	11,2	11,7	11,2	11,9	12,1	11,7	11,9
<i>Nedvesség%</i>	13,5	13,2	13,5	14,3	13,2	14,5	13,8	14,8	15,0
<i>Termés (kg)</i>	2	3,2	4,2	5,2	5,2	6	5,9	6,1	6,3

17. táblázat Magdaléna búzafajta mennyiségi és minőségi paraméterei II

	40+20	60+20	80+20	100+20	120+20	140+20
<i>Sikér %</i>	34,6	32,1	33,6	33,8	36,5	34,6
<i>Fehérje%</i>	11,6	11,3	11,7	11,4	11,9	11,9
<i>Nedvesség%</i>	14,8	13,9	14,4	14,5	15,5	14,8
<i>Termés (kg)</i>	4,6	4,5	5,3	5,7	6,4	6,4

18. táblázat Magdaléna búzafajta mennyiségi és minőségi paraméterei III.

	40+40	60+40	80+40	100+40	120+40
<i>Sikér %</i>	35,0	36,7	33,4	38,0	34,4
<i>Fehérje%</i>	11,3	12,1	11,8	12,3	12,0
<i>Nedvesség%</i>	15,0	15,6	14,4	16,1	14,9
<i>Termés (kg)</i>	4,3	6,5	4,8	6,9	6,2

2013-ban a Magdaléna beltartalmi mutatóit a 16-18. táblázatban foglaltam össze. Egyértelműen látható, hogy a fő tendenciák az előző évhez hasonlóan alakultak. Látható, hogy a nagyobb műtrágya adagokkal jobb minőséget érhetünk el illetve, azonos adagok esetén a megosztással javítható a minőség. A mennyiségre első sorban az összmennyiség van komoly hatással, kiemelve az első időpontban kijutatott fejtrágya mennyiségét.

19. táblázat Toborzó búzafajta mennyiségi és minőségi paraméterei I.

	0+0	20+0	40+0	60+0	80+0	100+0	120+0	140+0	160+0
<i>Sikér %</i>	34,7	34,6	34,5	32,1	28,8	29,5	40,0	38,4	37,6
<i>Fehérje%</i>	11,0	10,9	10,8	10,9	10,8	11,1	11,0	11,2	11,1
<i>Nedvesség%</i>	14,8	14,7	14,7	13,9	12,7	13,1	16,8	16,2	15,9
<i>Termés (kg)</i>	2,7	3	6,7	5,7	5,6	6,0	8,2	8,0	7,2

20. táblázat Toborzó búzafajta mennyiségi és minőségi paraméterei II.

	40+20	60+20	80+20	100+20	120+20	140+20
<i>Sikér %</i>	36,9	33,6	27,9	36,7	40,4	37,7
<i>Fehérje%</i>	11,2	10,8	11,0	10,9	11,1	11,2
<i>Nedvesség%</i>	15,7	14,4	12,4	15,6	16,8	15,9
<i>Termés (kg)</i>	5,8	5,9	5,7	6,9	7,4	7,9

21. táblázat Toborzó búzafajta mennyiségi és minőségi paraméterei III.

	40+40	60+40	80+40	100+40	120+40
<i>Sikér %</i>	35,3	33,8	33,4	38,8	39,2
<i>Fehérje%</i>	10,8	10,9	11,1	11,1	11,2
<i>Nedvesség%</i>	15,0	14,5	14,4	16,4	16,3

<i>Termés (kg)</i>	6	5,5	6,5	6,9	8,6
--------------------	---	-----	-----	-----	-----

A Toborzó fajtánál (19.-21. táblázatok) a Magdalénához hasonlóan alakulnak az értékek, a fajtákra jellemző potenciának megfelelő különbségekkel.

22. táblázat A SPAD értékek és Magdaléna búzafajta minőségi paraméterei közötti kapcsolat eredményei (2013)

	Nedvesség (%)	Fehérje (%)	Sikér (%)	Termés (kg)	Nedvesség (%)	Fehérje (%)	Sikér (%)	Termés (kg)
V.03	0,28	0,13	0,14	0,53	0,08	0,02	0,02	0,28
V.24	0,59	0,07	0,03	0,95	0,35	0,01	0,00	0,90
VI.11	-0,06	0,16	0,18	-0,33	0,00	0,03	0,03	0,11
VI.19	0,58	0,43	0,40	0,74	0,34	0,18	0,16	0,55

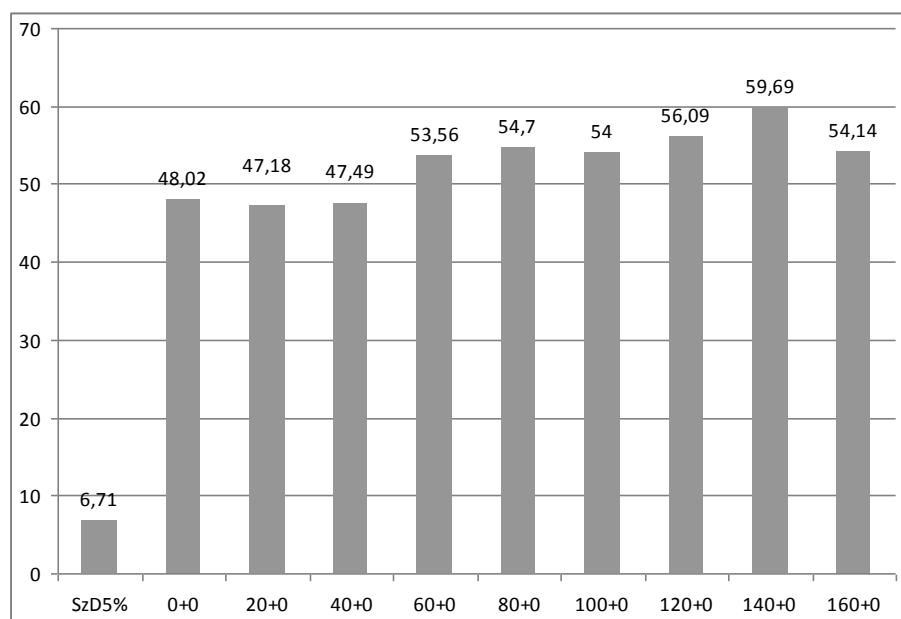
23. táblázat A SPAD értékek és Toborzó búzafajta minőségi paraméterei közötti kapcsolat eredményei (2013)

	Nedvesség (%)	Fehérje (%)	Sikér (%)	Termés (kg)	Nedvesség (%)	Fehérje (%)	Sikér (%)	Termés (kg)
r				R²				
V.03	0,22	0,02	0,02	0,88	0,05	0,00	0,00	0,78
V.24	0,41	0,34	0,34	0,89	0,17	0,12	0,12	0,78
VI.11	-0,31	-0,07	-0,07	-0,60	0,09	0,00	0,01	0,36

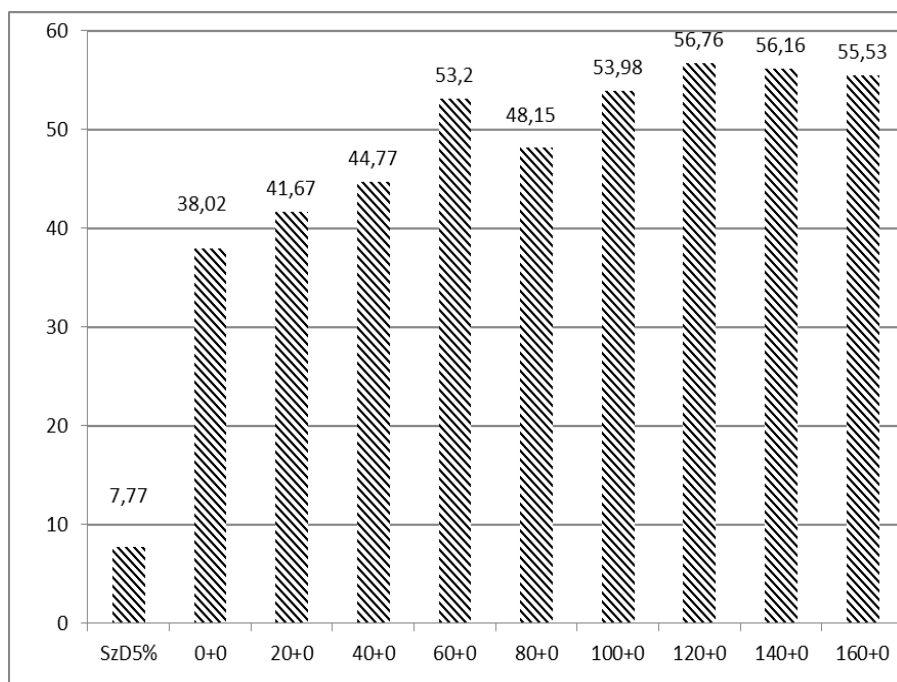
Mint a 22. és 23. táblázatban látható, a május 24-ei mérés adatait korreláltathatjuk a minőségi paraméterekkel az előző évihez hasonlóan. Itt kimagaslóan nagy értéket kapunk a termés mennyisége esetén.

A 15., 22. és 23. táblázatok kiemelt soraiból variancia analízist készítettem, ezeket a 10-33. ábrán mutatom be.

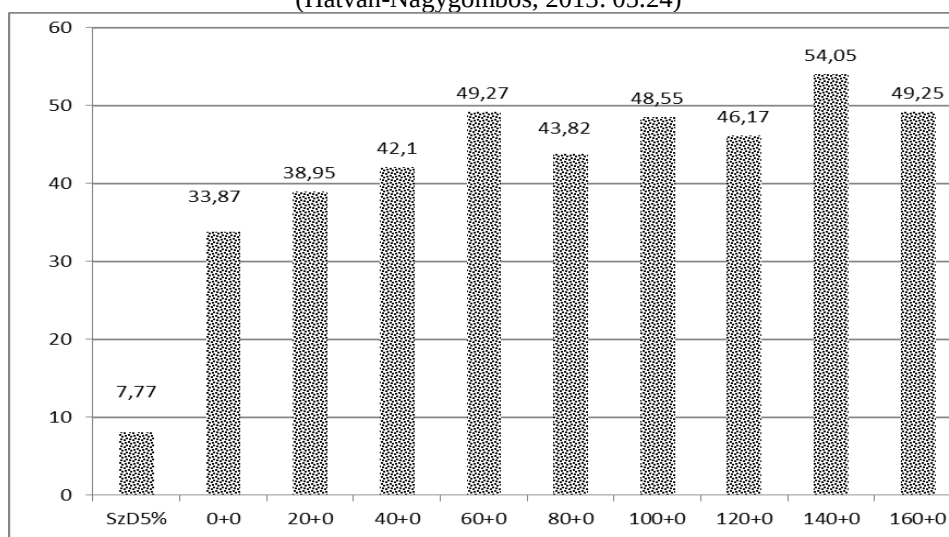
A 10.-13. ábrák szemléltetik az őszi búza SPAD értékeit az egyszeri nitrogén kijuttatás mellett 2012-ben. A diagram adataiból látszik, hogy a 140 kg/ha N dózis az optimális a klorofill tartalom növekedésének szempontjából. A 160 kg/ha N dózis már nem okozott növekvést a klorofill tartalomban a 140 kg/ha-os dózissal szemben. 2012-ben Magdaléna esetében szignifikáns különbséget tapasztaltam a 0, 20 és 40 kg/ha dózisok és a 120 és 140 kg/ha-os dózisok között, rendre páronként. 2013-ban a május 24.-i adatok alapján, ha a termésmennyiséget vesszük figyelembe, szintén szignifikáns differencia állt fent, a 0+0 és a 60+0 és az ennél nagyobb N dózist kapott parcellák között. Azonban, a 2013-ban mért eredmények alapján, a búza minősége és a SPAD értékek között, a június 19.-ei adatok között tapasztaltam erős korrelációt. (sikér: $r=0,40$, nedvesség: $r=0,58$, fehérje: $r=0,42$) A diagram értékei alapján, amelyet a 12. ábra tartalmaz, megállapítottam, hogy szignifikáns különbség volt a 40+0-s parcella, valamint az ennél nagyobb nitrogén dózist kapott parcellák között. A legmagasabb SPAD értéket a 140+0/kg nitrogén dózist kapott parcellában mértem.



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

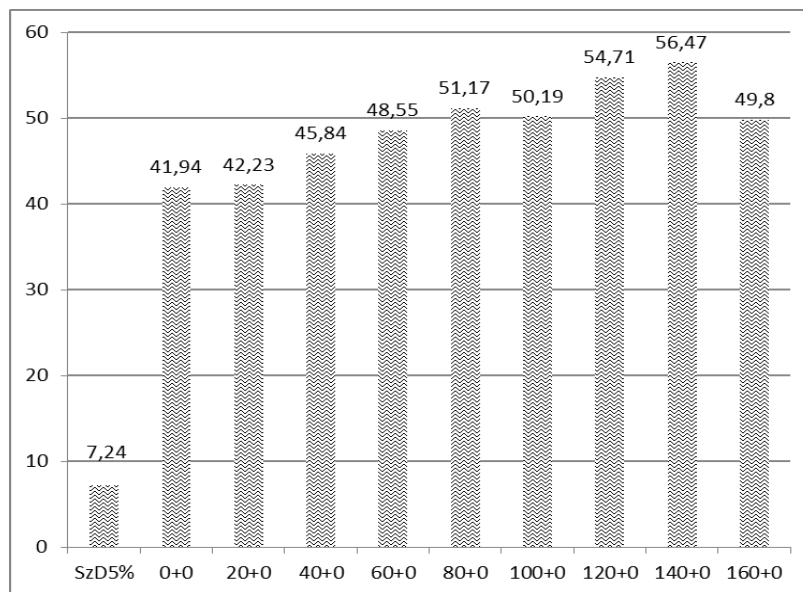


11. ábra Az őszi búza SPAD értékeinek alakulása egyszeri N kijuttatása következtében Magdaléna állományban (Hatvan-Nagygyombos, 2013. 05.24)

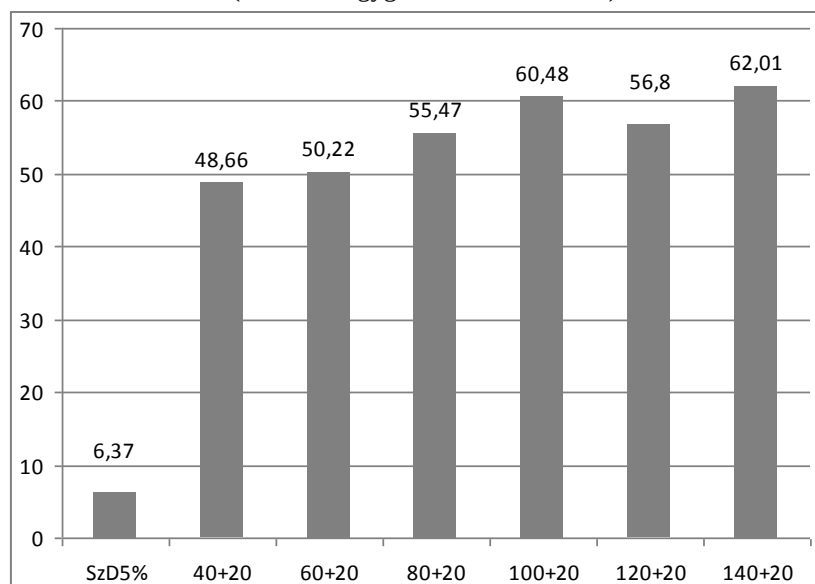


12. ábra Az őszi búza SPAD értékeinek alakulása egyszeri N kijuttatása következtében Magdaléna állományban (Hatvan-Nagygyombos, 2013. 06.19)

2013-ban, Toborzó búzafajta esetében a legmagasabb SPAD értéket a „140+0”-ás parcellában mértem, amelyet a 13. ábra szemléltet. Az ennél nagyobb N dózis már a klorofill tartalom csökkenését okozta. Az eredmények alapján szignifikáns különbség volt a „0+0”-ás „60+0”-ás, „80+0”-ás, a „100+0”-ás valamint a „120+0”-ás, „140+0”-ás, és a „160+0”-s parcellák között.



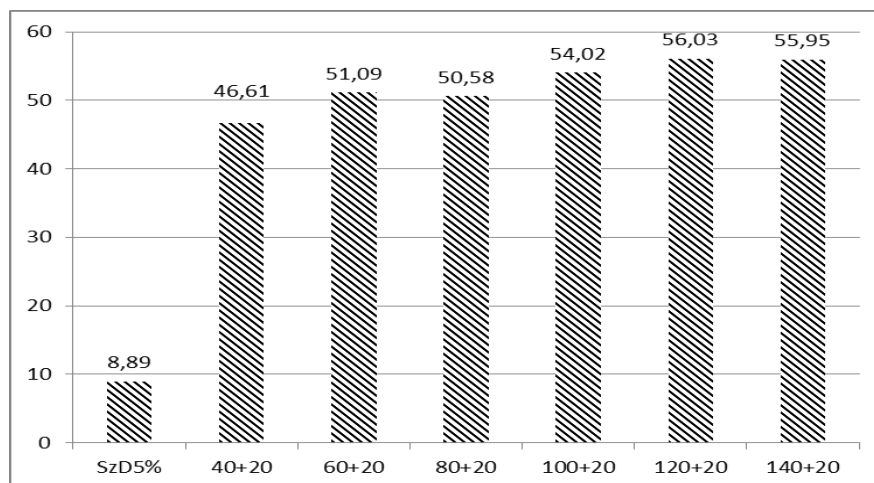
13. ábra Az őszi búza SPAD értékeinek alakulása egyszeri N kijuttatása következtében Toborzó állományban (Hatvan-Nagyombos, 2013. 05.24)



14. ábra Magdaléna SPAD értékeinek alakulása osztott N dózis alkalmazása során I. (Hatvan-Nagyombos, 2012. 06.15)

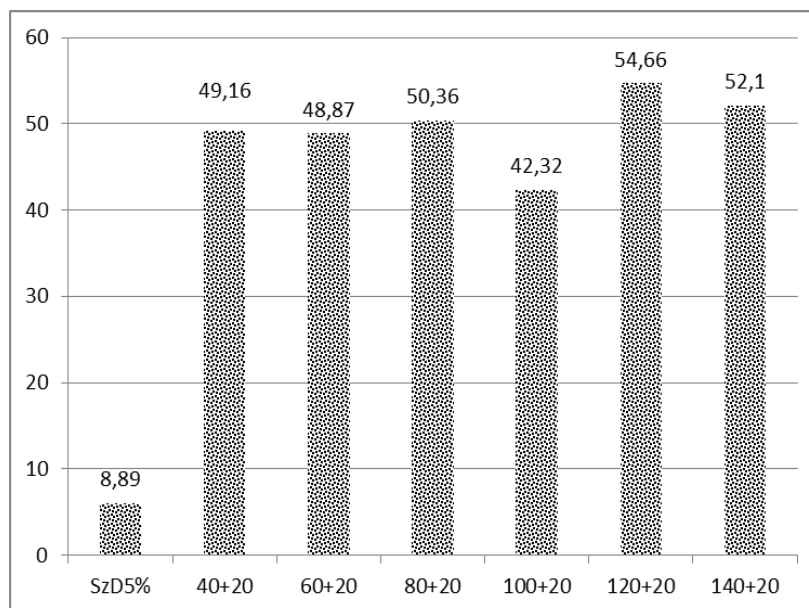
A 14-17. ábrák adatai az őszi búza SPAD értékeinek változását mutatják osztott N dózis alkalmazásával. Ebben a kezelésben a N dózisok két részletben kerültek kijuttatásra. Az első dózis 2012-ben Magdaléna esetében, április.18-án (bokrosodás kezdetén), míg a második 2012.05.18-án (kalászhányás elején) került kijuttatásra. 2013-ban Magdaléna és Toborzó búzafajták esetében szintén a bokrosodás és kalászhányás idején került sor a műtrágya kijuttatására. Ezekben a kezelésben (+20) a második dózis 20 kg/ha nitrogén volt.

A 14. ábra adataiból 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.

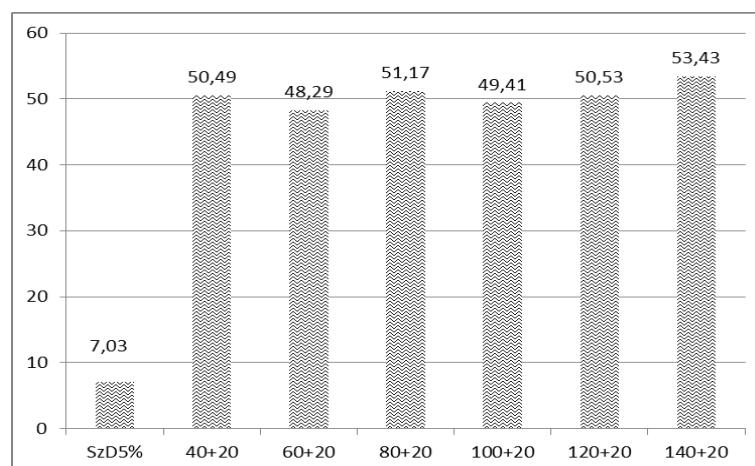


15. ábra Magdaléna SPAD értékeinek alakulása osztott N dózis alkalmazása során I. (Hatvan-Nagygyombos, 2013. 05.24.)

A 15. ábra a 2013-as Magdaléna SPAD értékeit mutatja be, osztott nitrogén dózis alkalmazása során. Szignifikáns differenciát tapasztaltam a 40+20kg/ha N-t és a 120+20kg/ha N-t és 140+20kg/ha N-t kapott parcellák között. Legmagasabb SPAD értéket a 120+20kg/ha N-t kapott parcella mutatta. A SPAD értékek és a minőségi paraméterek vizsgálatából eredő adatok alapján, szignifikáns különbséget állapítottam meg, a 100+20-as parcella értéke, valamint a 120+20-as és 140+20-as parcella értékei között (16. ábra)



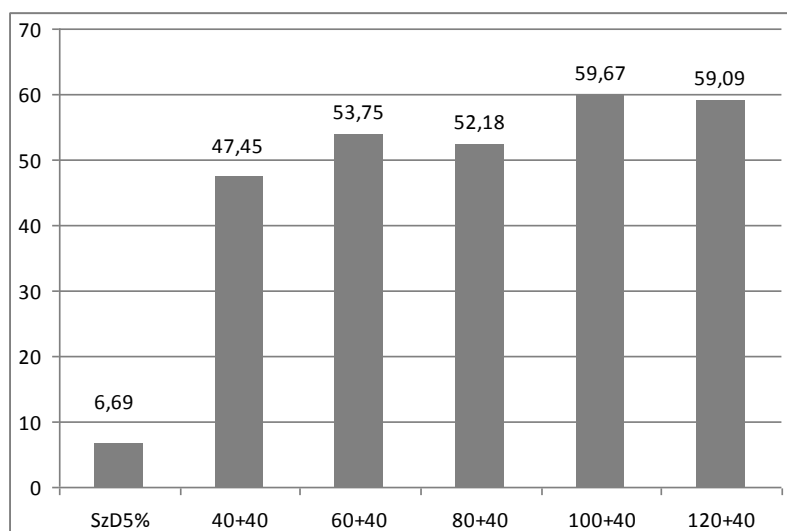
16. ábra Magdaléna SPAD értékeinek alakulása osztott N dózis alkalmazása során I. (Hatvan-Nagygyombos, 2013. 06.19.)



17. ábra Toborzó SPAD értékeinek alakulása osztott N dózis alkalmazása során I.
(Hatvan-Nagyombos, 2013. 05.24.)

Toborzó búzafajta esetében, a 2013-as év adatai alapján, amelyet a 17. ábra szemléltet, nem volt szignifikáns differencia a különböző nitrogén mennyiséget kapott parcellák eredményei között.

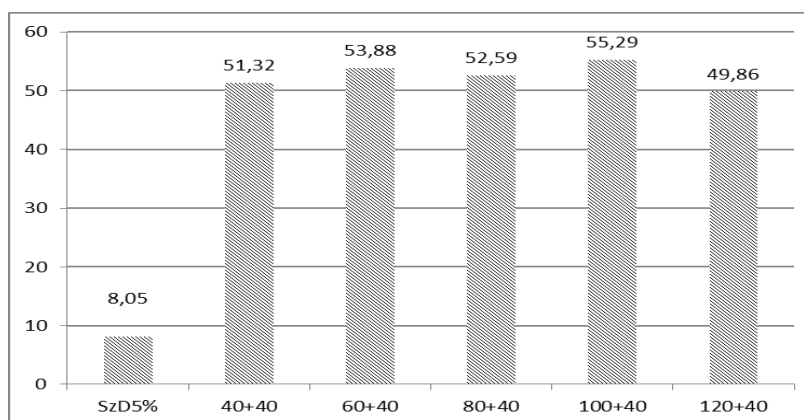
Az őszi búza SPAD értékeinek alakulása látható a 18-21. ábrákon. A különbség a 14-18. ábrák adataival szemben az, hogy itt a második kijuttatott N dózis mindegyik kezelésben 40 kg/ha volt. A mért adatok közül, 2012-ben Magdaléna esetében, (18. ábra) a 100+40 kg/ha-os kezelés adta a legnagyobb SPAD értéket 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.



18. ábra Magdaléna SPAD értékeinek alakulása osztott N dózis alkalmazása során II.
(Hatvan-Nagyombos, 2012. 06.15)

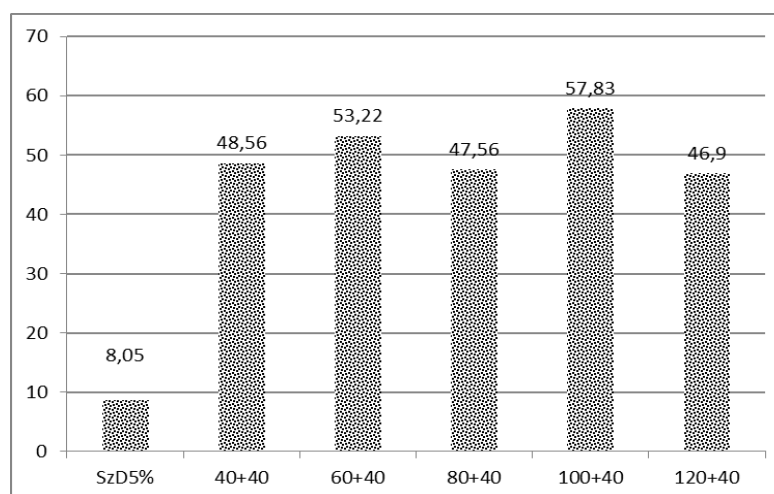
A 2013-as Magdaléna SPAD eredményeit figyelembe véve (19. ábra), elmondható, hogy osztott N dózis kijuttatása során, ahol az osztott nitrogén dózis +40 kg/ha jelent, nincs

szignifikáns differencia egyik parcella között sem. A legmagasabb klorofill aktivitást, az előző évi Magdaléna SPAD értékek adataihoz hasonlóan, a 100+40 kg/ha nitrogént kapott parcellában mértem.



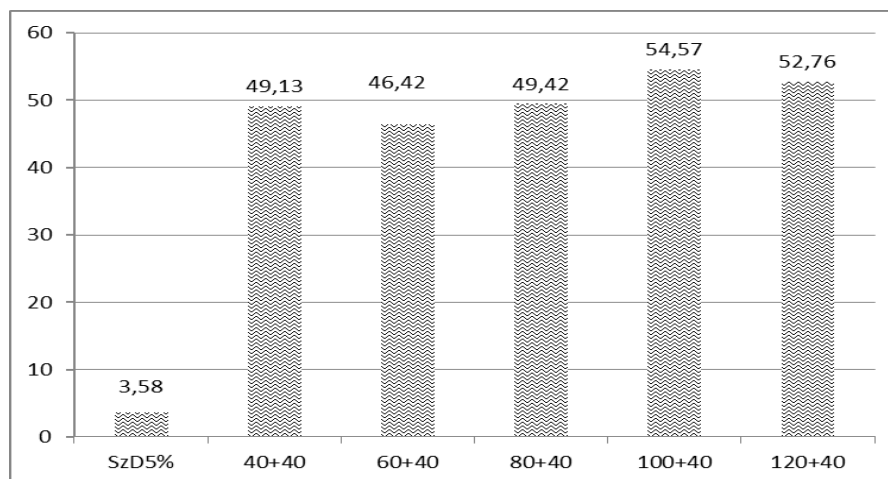
19. ábra Magdaléna SPAD értékeinek alakulása osztott N dózis alkalmazása során II.
(Hatvan-Nagyombos, 2013. 05.24)

A 20. ábra értékei alapján elmondható, hogy szignifikáns különbség a minőségi tulajdonságokra tekintve, csak a 40+40-es parcelláról és a 100+40-es parcelláról kapott adatok között állt fent. Legmagasabb SPAD értéket is ezen a parcellán mértem (57,83).



20. ábra Magdaléna SPAD értékeinek alakulása osztott N dózis alkalmazása során II.
(Hatvan-Nagyombos, 2013. 06.19.)

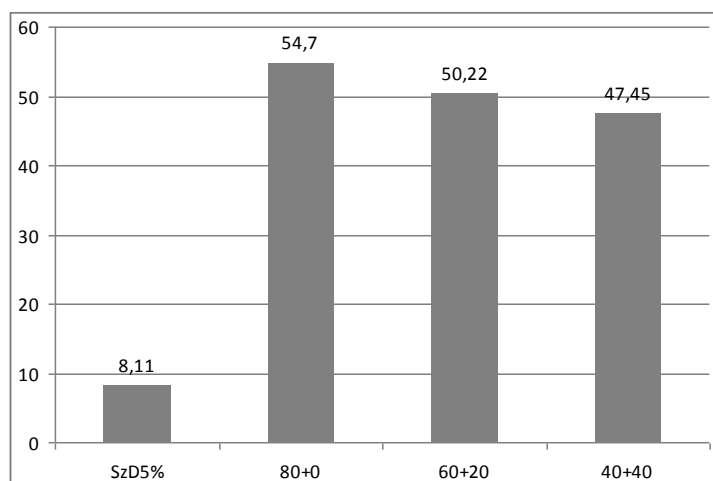
A Toborzó búzafajta esetében osztott N dózis kijuttatása után mért SPAD eredményeket a 21. ábra tartalmazza. Ezek alapján megállapítottam, hogy szignifikáns különbség volt a 40+40 kg/ha nitrogént, valamint a 100+40 kg/ha nitrogént és a 120+40 kg/ha nitrogént kapott parcellák között.



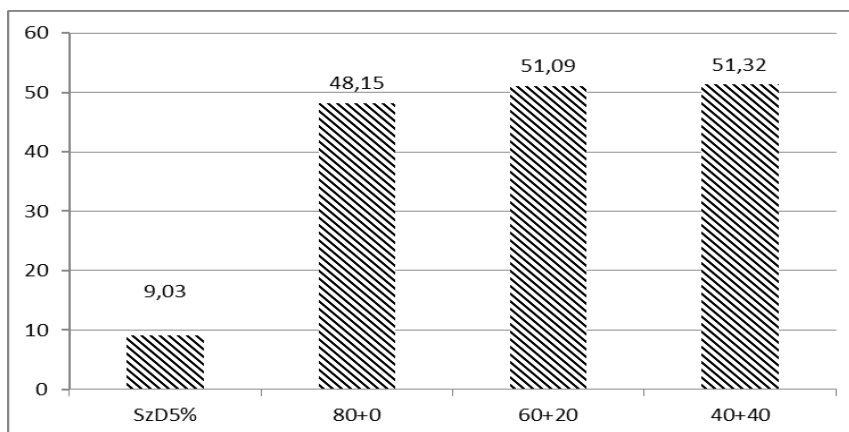
21. ábra Toborzó SPAD értékeinek alakulása osztott N dózis alkalmazása során II.
(Hatvan-Nagyombos, 2013. 05.24)

Az 22-25. ábrák 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.

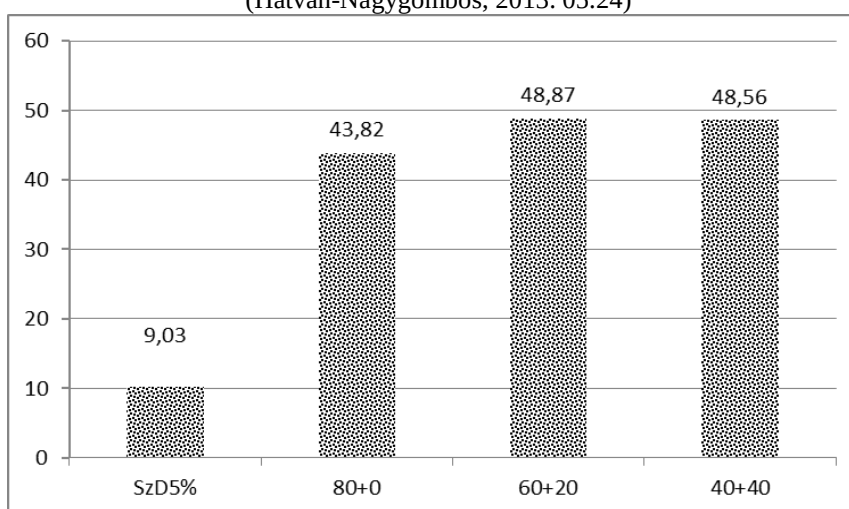
A 22.ábra adataiból látható, hogy a 2012. június 15-én mért értékek közül a 80+0, tehát az egy alkalommal kijuttatott 80 kg/ha-os kezelésben mértem a legnagyobb értékeket. A kapott értékek is bizonyítják, hogy az osztott kezelés nem növelte a SPAD értékeket, betudhatjuk ezt az egyébként szélsőséges időjárási 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.



22. ábra Az őszi búza SPAD értékeinek alakulása osztott N dózis alkalmazása során, Magdaléna esetében III.
(Hatvan-Nagyombos, 2012. 06.15)

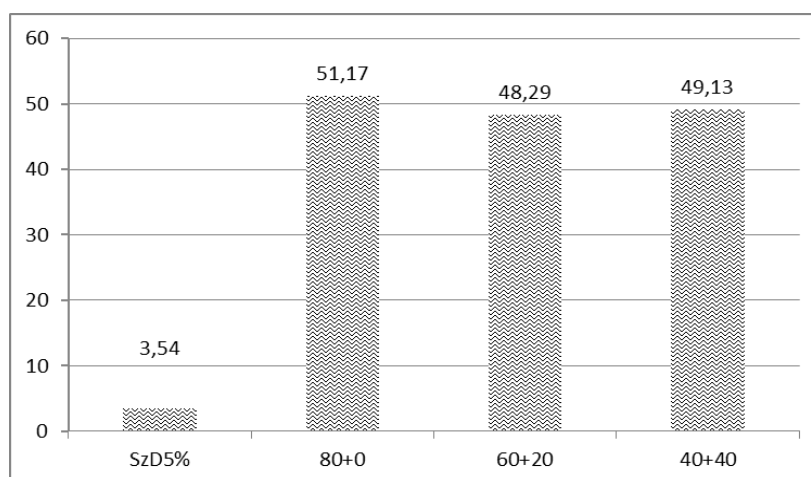


23. ábra Magdaléna SPAD értékeinek alakulása osztott N dózis alkalmazása során III.
(Hatvan-Nagyombos, 2013. 05.24)



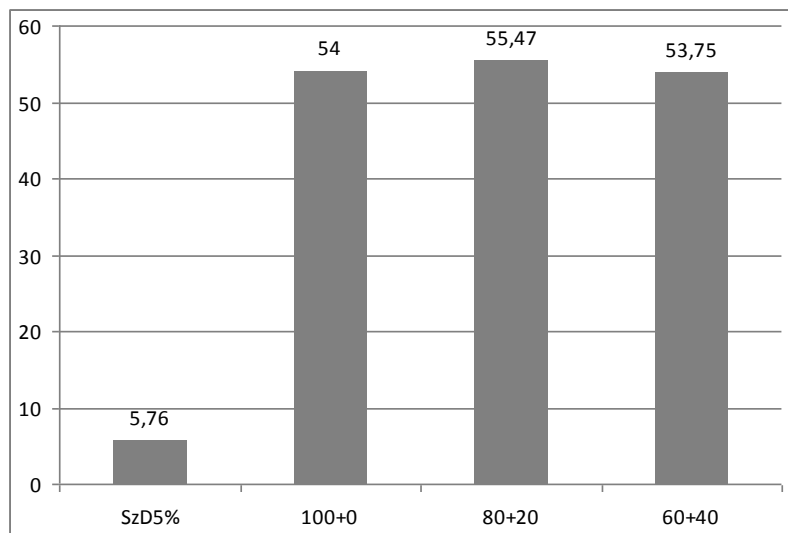
24. ábra Magdaléna SPAD értékeinek alakulása osztott N dózis alkalmazása során III.
(Hatvan-Nagyombos, 2013. 06.19)

A 2013-ban mért Magdaléna és Toborzó SPAD értékeinek adataiból kiderült, hogy ezekben az esetekben sem állt fent szignifikáns különbség az egyszeri valamint az osztott nitrogén dózist kapott parcellák között, sem mennyiségi, sem minőségi tulajdonságokra tekintve, mint ahogy a 23- 25. ábrán látható.



25 ábra Toborzó SPAD értékeinek alakulása osztott N dózis alkalmazása során III.
(Hatvan-Nagyombos, 2012. 05.24)

A 26-29. ábra mutatja az őszi búza SPAD értékeinek alakulását 100 kg/ha N dózis kijuttatása mellett. A 26. ábra esetében, 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.

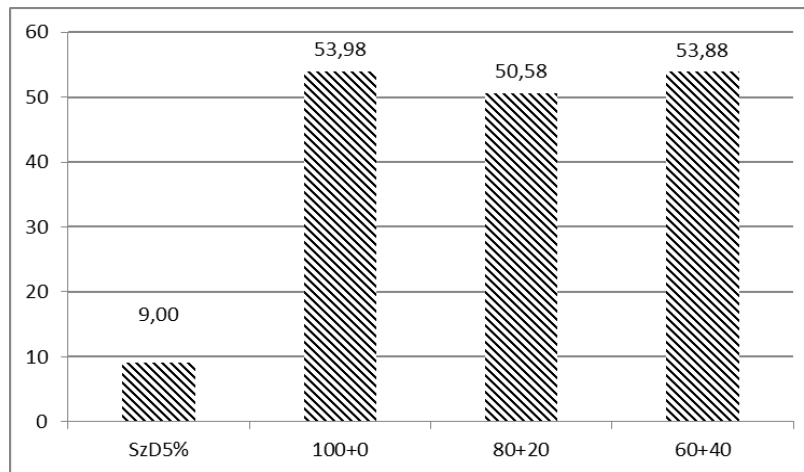


26. ábra Az őszi búza SPAD értékeinek alakulása osztott N dózis alkalmazása során IV.
(Hatvan-Nagygyombos, 2012. 06.15)

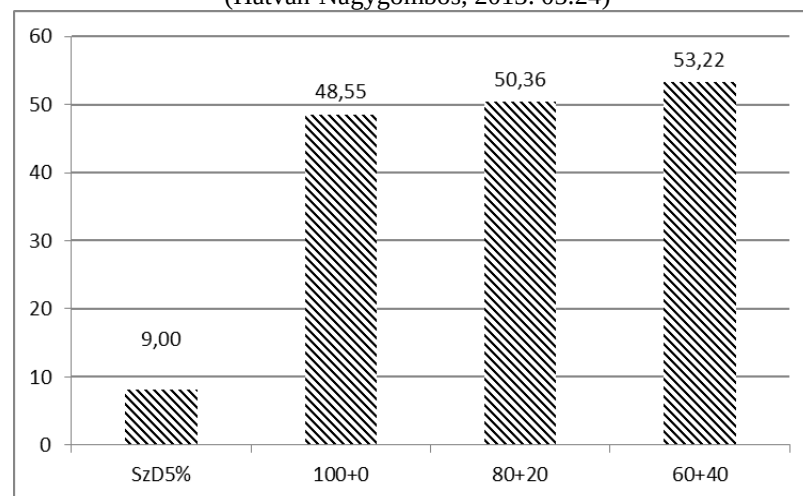
A 26 és 27. ábrák a Magdaléna búzafajta SPAD értékeit ábrázolja osztott N dózis kijuttatása során, ahol a kijuttatott N adag, 100 kg/ha nitrogén mennyiség volt. Az adatok alapján megállapítottam, hogy nem állt fent szignifikáns differencia egyszeri és osztott kezelésben részesült parcellák között, sem mennyiségi sem minőségi paramétereket tekintve.



5. kép SPAD mérés őszi búzában (Hatvan-Nagygyombos, 2013.05.24)

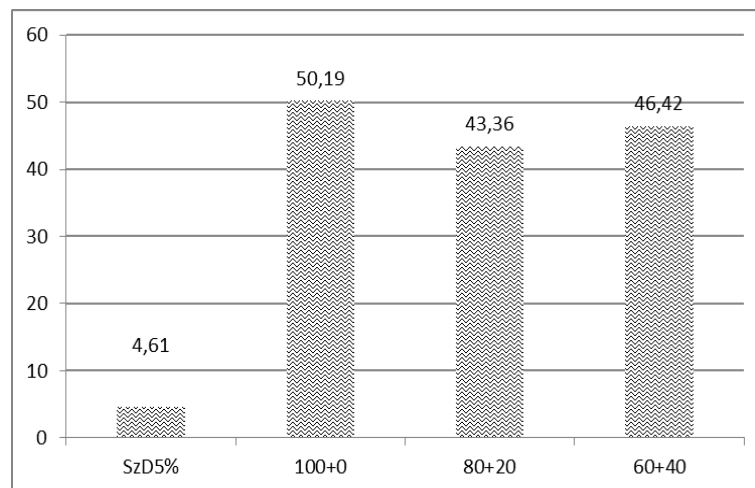


27. ábra Magdaléna SPAD értékeinek alakulása osztott N dózis alkalmazása során IV.
(Hatvan-Nagyombos, 2013. 05.24)



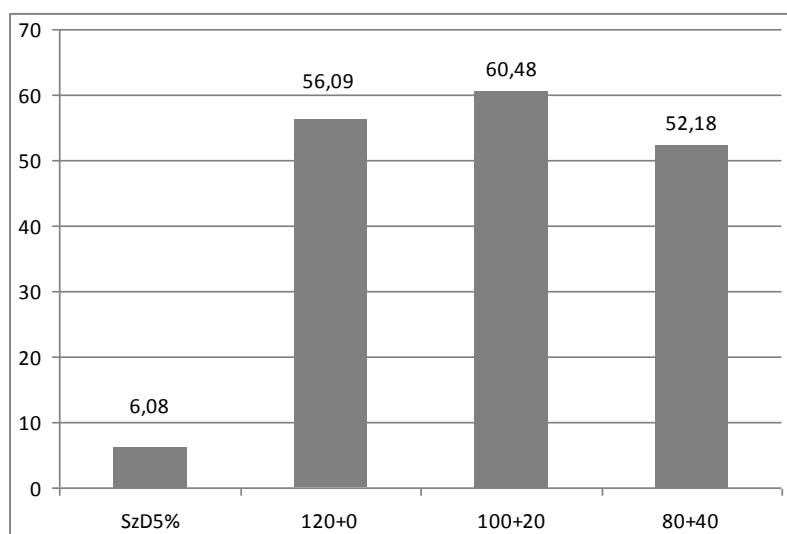
28. ábra Magdaléna SPAD értékeinek alakulása osztott N dózis alkalmazása során IV.
(Hatvan-Nagyombos, 2013. 06.19)

A Toborzó egyszeri, és osztott N dózis alkalmazása során mért adatokat a 29. ábra tartalmazza. A diagram eredménye szerint, szignifikáns differencia volt az egyszeri 100 kg/ha nitrogént, és az osztott dózis során 60+40 kg/ha nitrogént kapott parcella között. Magasabb klorofill aktivitást mértem az egyszeri, 100 kg/ha N kapott parcellán, a késői kitavaszkodás és csapadék miatt.

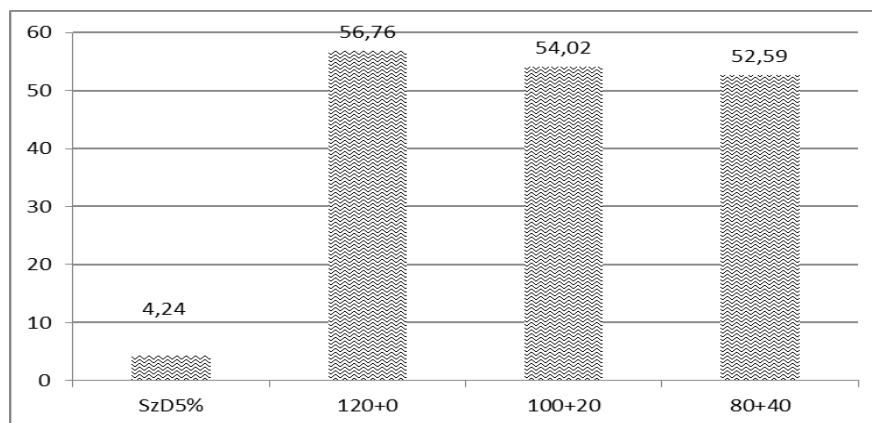


29. ábra Toborzó SPAD értékeinek alakulása osztott N dózis alkalmazása során IV.
(Hatvan-Nagygyombos, 2013. 05.24)

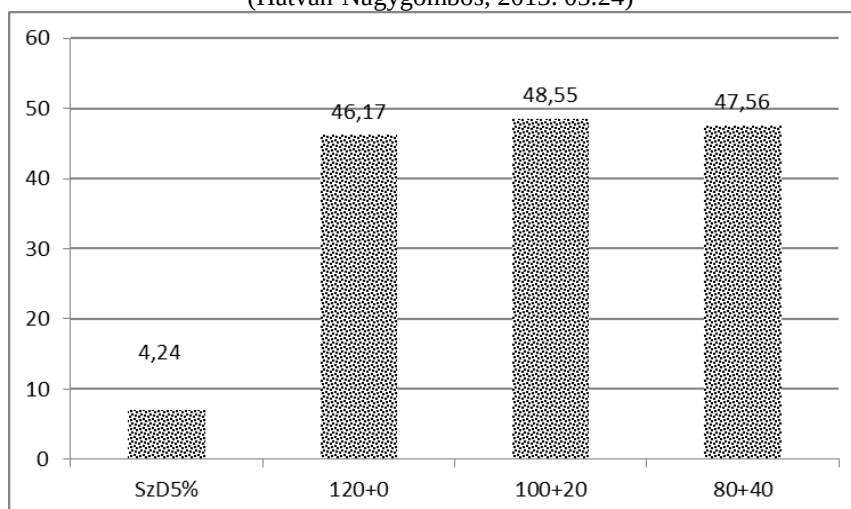
A 30-33 ábrákon látható, hogy 120 kg/ha N dózis esetében hogyan változnak a SPAD értékei. Hasonlóan az előzőhöz, ebben az esetben is egy- és két részletben juttattam ki a N adagokat. A diagram adataiból jól látszik, hogy a 2012-es eredmények alapján, Magdaléna esetében a legnagyobb értékeket a 100+20 kg/ha-os N dózis adta. Viszont szignifikáns különbség csak a 100+20 és a 80+40 kg/ha-os kezelések között volt tapasztalható, amely megfigyelhető a 30. ábrán.



30. ábra Az őszi búza SPAD értékeinek alakulása osztott N dózis alkalmazása során V.
(Hatvan-Nagygyombos, 2012. 06.15)

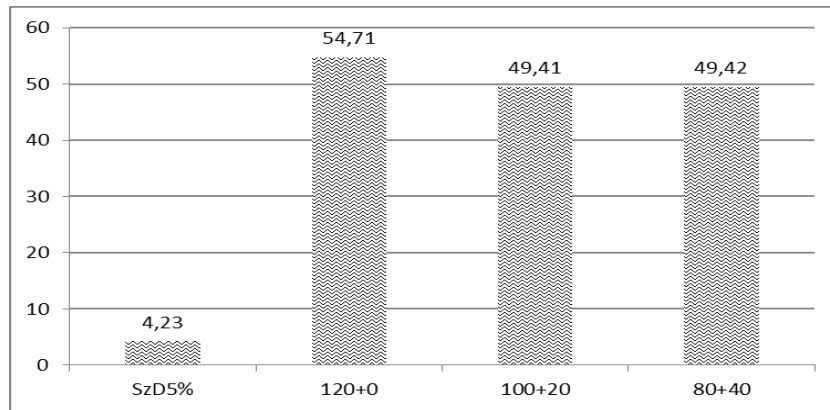


31. ábra Magdaléna SPAD értékeinek alakulása osztott N dózis alkalmazása során V.
(Hatvan-Nagygyombos, 2013. 05.24)

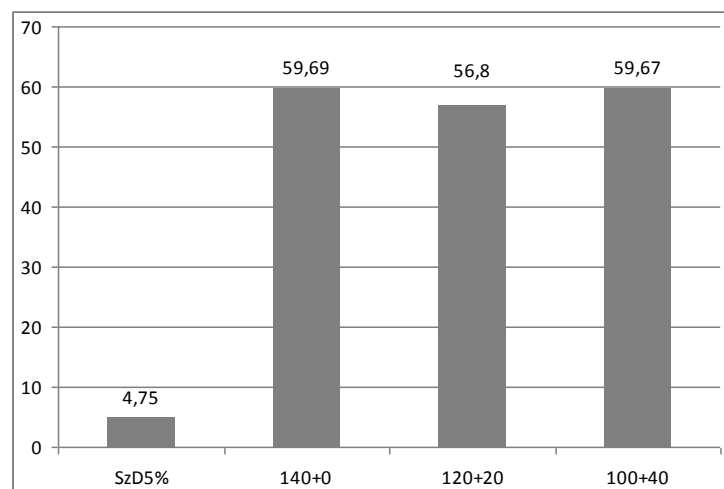


32. ábra Magdaléna SPAD értékeinek alakulása osztott N dózis alkalmazása során V.
(Hatvan-Nagygyombos, 2013. 06.19.)

A 2013-ban Magdaléna és Toborzó búzafajták esetében, ismételten az egyszeri N kezelés adta a legnagyobb SPAD értéket, 120 kg/ha N kijuttatása során, amit a 32.-34. ábra szemléltet. Mennyiségi eredmények vizsgálata esetben szignifikáns különbséget mutatott az egyszeri 120 kg/ha nitrogént és a 80+40 kg/ha nitrogént kapott parcellán mért eredmények között, mind Magdaléna, mind Toborzó állományban. Azonban, minőségi adatok alapján, megállapítottam, hogy Magdaléna esetében, egyik parcella között sem volt igazolható különbség, ezt jól mutatja a 33. ábra.

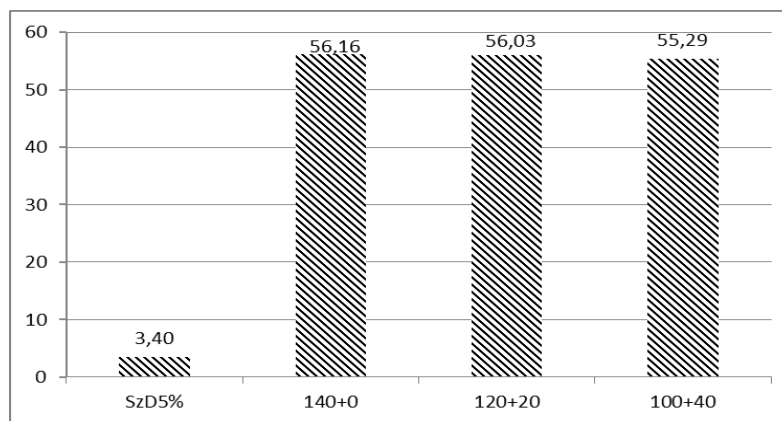


33. ábra Toborzó SPAD értékeinek alakulása osztott N dózis alkalmazása során V.
(Hatvan-Nagyombos, 2013. 05.24)

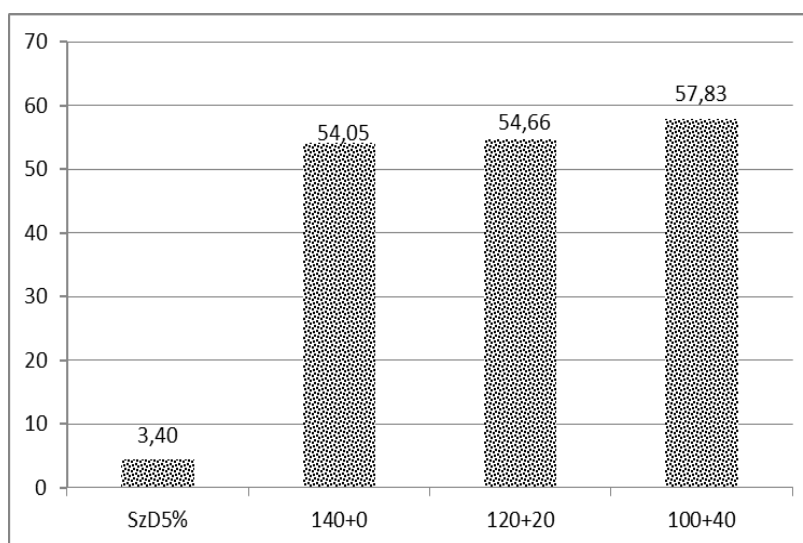


34. ábra Az őszi búza SPAD értékeinek alakulása osztott N dózis alkalmazása során VI.
(Hatvan-Nagyombos, 2012. 06.15)

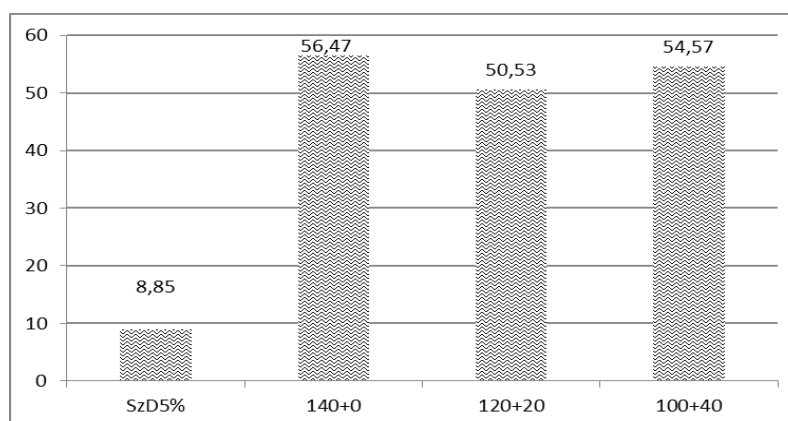
Az őszi búza SPAD értékeinek változását mutatja a 34-37. ábra. Ebben az esetben, 140 kg nitrogént juttattam ki hektáronként egy- és két részletben. A 34. és a 35. valamint a 37. ábrák értékei alapján, a mennyiségi tulajdonságok és a SPAD értékek között szignifikáns különbség egyik évben és egyik fajtánál sem tapasztalható. Megosztás nélkül is olyan magas klorofill tartalmat mutat, amin csupán az osztott kijuttatással nem tudtam tovább emelni. Ellenben, a nedvesség, a siker, és a fehérje mennyiség valamint a klorofill tartalom között, igazolható különbséget állapítottam meg, az egyszeri (140+0 kg N/ha) és az osztott (100+40 N kg/ha) kapott parcellák között, ahol a legmagasabb SPAD értéket az osztott, azaz a 100+40-es parcellán mértem (36. ábra)



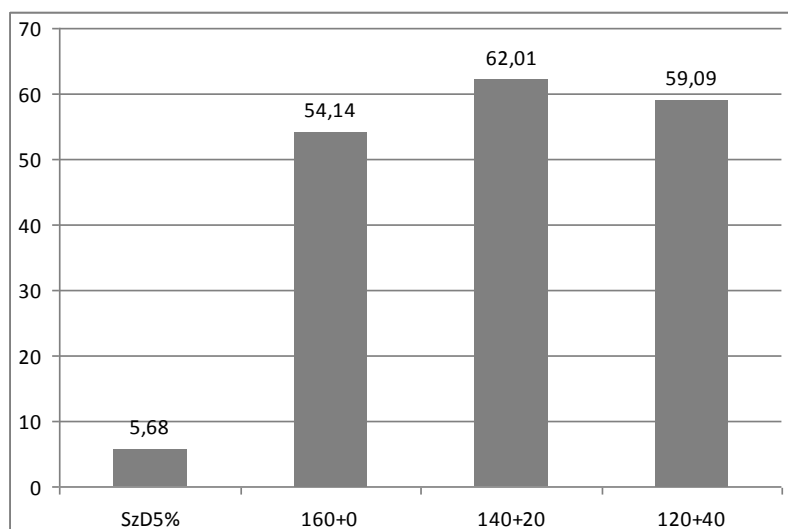
35. ábra Magdaléna SPAD értékeinek alakulása osztott N dózis alkalmazása során VI.
(Hatvan-Nagygyombos, 2013. 05.24)



36. ábra Magdaléna SPAD értékeinek alakulása osztott N dózis alkalmazása során VI.
(Hatvan-Nagygyombos, 2013. 06.19)

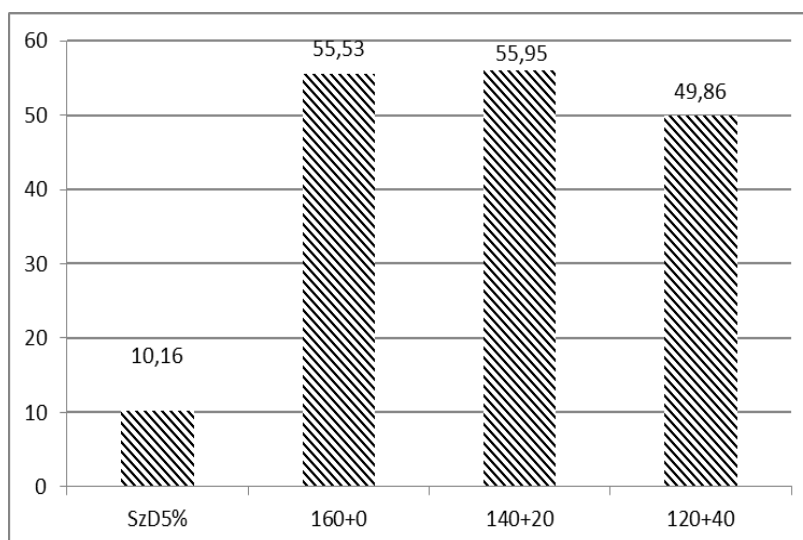


37. ábra Toborzó SPAD értékeinek alakulása osztott N dózis alkalmazása során VI.
(Hatvan-Nagygyombos, 2013. 05.24)

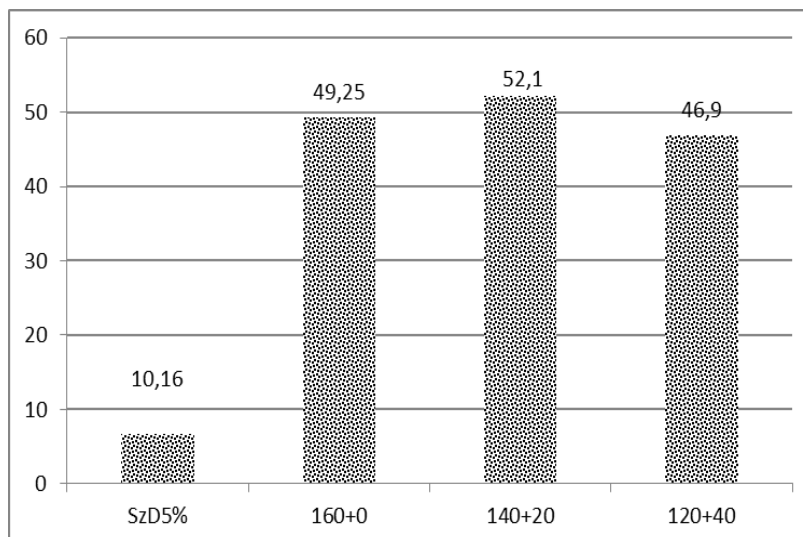


38. ábra Az őszi búza SPAD értékeinek alakulása osztott N dózis alkalmazása során VII.
(Hatvan-Nagygyombos, 2012. 06.15)

A 38-41. ábrák reprezentálják az őszi búza SPAD értékeinek változását 160 kg/ha-os N dózis alkalmazása mellett. A 38. ábra adataiból láthatjuk, hogy a legnagyobb értéket Magdaléna esetében 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 statisztikailag igazolható különbség.

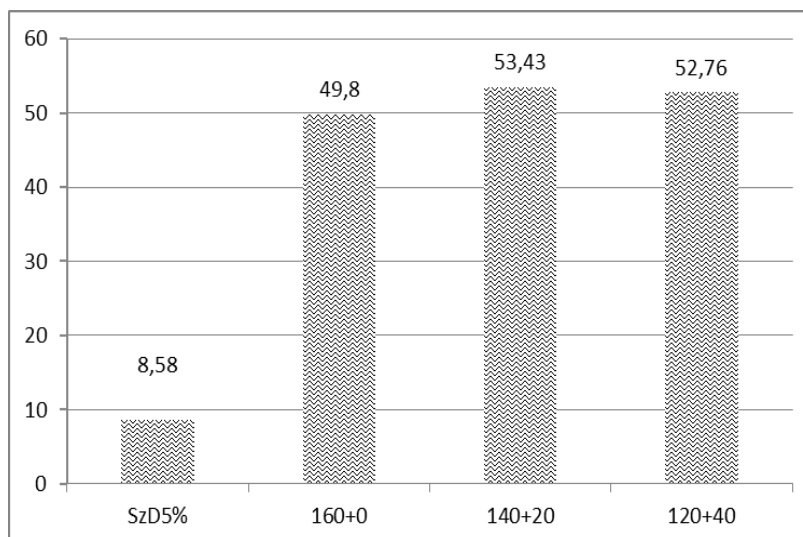


39. ábra Magdaléna SPAD értékeinek alakulása osztott N dózis alkalmazása során VII.
(Hatvan-Nagygyombos, 2013. 05.24)



40. ábra Magdaléna SPAD értékeinek alakulása osztott N dózis alkalmazása során VII.
(Hatvan-Nagygyombos, 2013. 06.19)

A 39.-41. ábra, 2013-as eredményei alapján arra a következtetésre jutottam, hogy sem Magdaléna, sem Toborzó esetén nincs igazolt különbség osztott és egyszeri nitrogén dózis kijuttatása során, sem mennyiségi, sem minőségi értékek és a klorofill tartalom között. Tehát nem állt fent szignifikáns differencia egyetlen parcellán mért érték között sem. Mindhárom esetben a legnagyobb SPAD értéket a 140+20 kg/ha nitrogént kapott parcellák mutatták. A további nitrogén dózis növekedés, azonban a klorofill aktivitás csökkenését okozta,



41. ábra Toborzó SPAD értékeinek alakulása osztott N dózis alkalmazása során VII.
(Hatvan-Nagygyombos, 2013. 05.24)

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.

Az első kísérleti évben, 2011 ősztől kezdve az őszi búza betakarításáig a kísérleti területen mindössze 200 mm csapadék hullott, a másodikban 430 mm Ez azt eredményezte, hogy a búza egyik évben sem tudta megfelelően felvenni a kijutatott műtrágyát, bár ez a 2013-as évre nem annyira szembetűnő. 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 kalászhányás eleji mérések alkalmával a SPAD értékek Magdaléna esetén, nem érik el az 50-es értéket, abban az adott parcellában nem számíthatunk 4 t/ha-nál nagyobb termésre, Toborzó esetén 45 alatt 5,5 t/ha alatt marad. Amennyiben ez az érték Magdalénánál 60, vagy afeletti, jó eséllyel lehet a termésünk 5 t/ha. Toborzó esetében pedig 49-es érték fölött, 6 tonna feletti mennyiséget kapunk. Jelen kutatás során 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 Toborzó esetében ez a két kritikus érték 45 és 49.

A 2012-es év csapadékszegény volt, így a mért adatok száraz évre vonatkoznak, a 2013-as év tavasza volt kedvező csapadék ellátású, így ez átmeneti évnak tekinthető. További mérésekre van szükség, hogy megfelelő biztonsággal lehessen állítani, hogy a SPAD értékek és a termés mennyisége és minősége között szoros kapcsolata van. Célom a kutatások folytatása és a következő években a kísérlet kibővítése.

A jövőben még több fajtát illetve több fajtacsoportot lehetne bevonni a kísérletbe, de ennek megvan a kockázata, mivel minden egyes fajtának megvan a megfelelő vonatkozó SPAD értéke, így ezek egymással nehezebben összehasonlíthatóak, mint ahogy már ez a Magdaléna és Toborzó esetében is megfigyelhető. 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. 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 terméshozamok 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 mérőműszerrel vizsgáltam az MV Magdaléna és MV Toborzó őszi búza fajták 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-Nagygyomai határán végeztem 2011-2013-ban.

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 2012-2013-as 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. A 2013-as év adatai alapján Mv Toborzó fajta esetén 45 alatti SPAD értéknél, a termés mennyisége nem valószínű, hogy meghaladja az 5,5 t/ha mennyiséget, míg 49 feletti SPAD érték esetében számíthatunk a 6 tonna feletti hozamra.

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 még 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 adjunktus

és

Pósa Barnabás
tanszéki mérnök

segítségéért, szakmai támogatásért, továbbá ezúton szeretném megköszönni a

YARA HUNGARIA KFT

hozzájárulását.

8. Irodalomjegyzék

- ALMÁSSY M. (1977): Mútrágyák. Műszaki Könyvkiadó, Budapest
- ANTAL J. (2000): Növénytermesztők zsebkönyve. Mezőgazda Kiadó, Budapest, pp. 62.
- ANTAL J. (2005): Növénytermesztés 1. A növénytermesztés alapjai, Gabonafélék. Mezőgazda Kiadó, Budapest, pp. 191-193.
- 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.
- BROWN, S. B., J. D. HOUGHTON, and G. A. F HENDRY(1991): Chlorophyll breakdown. in : SCHEER, H. (ed.): Chlorophylls, pp. 465-489.
- 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.
- DENUIT, J.P. - OLIVIER, M. - GOFFAUX, M.J. - HERMAN, J.L. - GOFFART, J.P. - DESTAIN, J.P. - FRANKINET, M. (2002): Management of nitrogen fertilization of winter wheat and potato crops using the chlorophyll meter for crop nitrogen status assessment. Agronomie 22: 847–853.
- FOLLETT, R.F. (1992): Use of a chlorophyll meter to evaluate the nitrogen status of dryland winter wheat. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 23: 687–697.
- EVANS, R (1983): Plant Physiol. 72: 297-302 .
- 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.
- L.M. ARREGUI - B. LASA - A. LAFARGA - I. IRAÑETA - E. BAROJA - M. QUEMADA (2006): Evaluation of chlorophyll meters as tools for N fertilization in winter wheat under humid Mediterranean conditions. Europ. Journal of Agronomy 24: 140–148.
- P. B. BARRACLOUGH - J. KYTE (2002): Effect of water stress on chlorophyll meter readings in winter wheat. Developments in Plant and Soil Sciences 92: 722-723.
- 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.
- PIEKIELEK, W.P. - FOX, R.H. - TOTH, J.D. - MACNEAL, K.E., (1995): Use of chlorophyll meter at the early dent stage of corn to evaluate nitrogen sufficiency. Agron. J. 87, 403–408.
- POLLHAMER E-NÉ (1973). A búza minősége a különböző agrotechnikai kísérletekben. Akadémiai Kiadó, Budapest, pp. 55-57.
- R.J. LOPEZ-BELLIDO - C.E. SHEPHERD - P.B. BARRACLOUGH (2004): Predicting post-anthesis N requirements of bread wheat with a Minolta SPAD meter. European Journal of Agronomy 20. 3:313-320.
- RAGASITS I.(1998): Búzatermesztés, Mezőgazda Kiadó, Budapest
- SEEMAN, J. R. - T. D. SHARKEY - J. WANG - C. B. OSMOND (1987): Plant Physiol. 84:796-802.
- 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): Chloophyll 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.
- VIDAL, I. - LONGERI, L. - H'ETIER, J.M. (1999): Nitrogen uptake and chlorophyll meter measurements in spring wheat. Nutr. Cycl. Agroecosyst. 55: 1–6.
- Y. MANETAS, G. GRAMMATIKOPOULOS, A. KYPARISSIS (1998): The Use of the Portable, Non-destructive, SPAD-502 (Minolta) Chlorophyll Meter with Leaves of Varying Trichome Density and Anthocyanin Content. Journal of Plant Physiology vol. 153:513-516

NYILATKOZAT

Alulírott *Fekete Ágnes*, a Szent István Egyetem Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar *Agrármérnöki* szak nappali/levelező tagozat végzős hallgatója nyilatkozom, hogy a dolgozat saját munkám, melynek elkészítése során a felhasznált irodalmat korrekt módon, a jogi és etikai szabályok betartásával kezeltem. Hozzájárulok ahhoz, hogy OTDK dolgozat/diplomadolgozat egyoldalas összefoglalója felkerüljön a Kar / Intézet / Szak honlapjára. A digitális verzióban (pdf formátumban) leadott dolgozatom elérhető legyen a témát vezető tanszéken/intézetben, illetve a kialakításra kerülő Kari központi nyilvántartásában, a jogi és etikai szabályok teljes körű betartása mellett.

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

Gödöllő, 2014 év május hó 7 nap

hallgató aláírása

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

A szakdolgozatot/diplomadolgozatot záróvizsgán történő védelemre javaslom / nem javaslom.

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

Gödöllő, 2014 év május hó 7 nap

témavezető aláírása