

SZEGEDI TUDOMÁNYEGYETEM
MEZŐGAZDASÁGI KAR
NÖVÉNYTUDOMÁNYI ÉS KÖRNYEZETVÉDELMI INTÉZET

**N-ELLÁTÁS HATÁSA HÁROM SZEGEDI ŐSZI BÚZA FAJTA
FEJLŐDÉSÉRE ÉS KLOROFILL-TARTALMÁRA**

TUDOMÁNYOS DOLGOZAT

Készítették:
VARGA RENÁTA
(IV. évfolyam, nappali tagozat)
HORVÁTH RÉKA
(III. évfolyam, nappali tagozat)

Belső konzulens:
DR. KRISTÓ ISTVÁN
főiskolai docens

Külső konzulens:
DR. PETRÓCZI ISTVÁN MIHÁLY
osztályvezető

HÓDMEZŐVÁSÁRHELY

2012

TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS	3
2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS	6
2.1.A búza rendszertana, a név eredete	6
2.2.A búza biológiája	7
2.3. Fajta hatása az őszi búza produktivitására	11
2.4. Tápanyag-ellátás hatása az őszi búza produktivitására	13
2.5.Hydro N-Tester klorofillmérő készülék	20
3. ANYAG ÉS MÓDSZER.....	22
3.1.Termőhely bemutatása	22
3.1.1. Talajadottságok bemutatása	22
3.1.2. Éghajlati adottságok bemutatása	23
3.2. Tápanyag-ellátási vizsgálatok bemutatása	24
3.3. Kísérletekbe vont fajták bemutatása.....	25
3.4. Kísérletekben végzett vizsgálatok és az adatelemzés módszerei	27
4. EREDMÉNYEK	31
4.1. Őszi búza fajták fejlődésmenete eltérő N kezelésekben.....	31
4.2. Az őszi búza szalmatömeg és kalásztömeg arányának alakulása eltérő N kezelésekben	37
4.3. Hydro N-Tester klorofill-mérő készülékkel végzett vizsgálatok eredményei különböző őszi búza fajtákban és eltérő N kezelésekben.....	38
5. KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK	41
6. ÖSSZEFOGLALÁS.....	45
7. IRODALOMJEGYZÉK.....	48

1. BEVEZETÉS

A gabonafélék lisztes magvú növények, a humán táplálkozás legfontosabb alapanyagai. Értékük óriási, hiszen túl azon, hogy kenyérgabonaként fontos helyet töltenek be az emberiség étkezésében, az állatok takarmányozásában is jelentősek. A gabonaféléket rendkívüli szerepüknek megfelelően az egész világon nagy területen termesztik. A gabonák vetésterületének aránya a világon: búza (32%), rizs (21%), kukorica (19%), árpa (10%), cirok (6%), köles (5%), zab (3%), rozs (2%) (Balogh, 2009). Hazánkban is a gabonafélék foglalják el termőterületünk számottevő részét, vetésterületünk több mint 60%-án (2,5-2,8 millió ha) termesztünk gabonákat.

A búza elsődleges kultúrnövény. Őshazája Kis-Ázsia területe: Jordánia, Izrael, innen indult, Afrika, Európa és Ázsia irányába. Kb. 40 fajt sorolnak a *Triticum* nemzetségbe.

A búza a legnagyobb területen termelt növényünk, vetésterülete 2010-ben a világon 217 millió ha volt, melyből Amerikában 36 millió ha, Ázsiában 101,6 millió ha, Afrika 9,5 Ausztráliában 13,6 millió ha, Európában 55,8 millió ha búzát termeltek (http1). Európában Oroszország 21,6 millió, Ukrajna 6,3 millió ha, Franciaország 5,4 millió ha, Németország 3,3 millió ha, Lengyelország 2,4 millió ha, Románia 2,2 millió ha, Nagy Britannia, Spanyolország és Olaszország 1,9 millió ha, Bulgária és Magyarország 1,1 millió ha búzát termeszt. Az összterület 90%-át a *Triticum aestivum* L. foglalja el, kisebb területen termesztik a durum búzát (*T. durum*), míg a többi búzafaj termesztése csekély, csupán helyi jelentőségű.

A búzát világszerte leginkább emberi táplálkozás céljából termesztik. A legtöbb búzát kenyér és tésztakészítésre használjuk, de egyéb élelmiszerek előállításában is szerepet játszanak (keksz, vitális glutin, édesipari termékek, gyógyszer-, szesz-, papíripari alapanyag). Az emberi táplálkozás mellett jelentős a takarmányozásra használt búza termesztése is, hiszen abrak- és szálas takarmánynak is használható.

A hazánkban termelt búza egy részét külföldön értékesítjük a hazai piac túltelítettsége miatt. Az exportálás a XIX. században indult meg a vasúthálózat kiépítésével, amikor a magyar búza szinte márkanevként szerepelt a tőzsdéken kiváló minősége miatt. A 20. század második felében viszont a nagyüzemek a minőség helyett inkább a mennyiségorientált termesztést célozták meg, hiszen a gyengébb minőségű áru is piacra talált. A keleti piac beszűkülése miatt azután a 90-es évek elejétől ismét a minőségorientált termesztéstechnológiák és fajták lettek sikeresebbek. Ma a termelők legfőbb feladata az egyenletes, jó minőség megteremtése mellett a gazdaságos termesztés. A gazdaságos,

környezetkímélő, fenntartható búzatermesztés célja olyan termőhelynek megfelelő fajtaválasztás és technológia alkalmazása, amellyel hosszú távon is jövedelmező termesztést lehet megvalósítani. Mivel a fajta helyes megválasztása nagymértékben befolyásolhatja a termesztés eredményességét, ezért a gazdálkodó számára nagyon fontos odafigyelni és körültekintően dönteni a fajtaválasztáskor. A termelők hazánkban körülbelül 120 államilag elismert fajta közül választhatnak, mely nem jár nagy költségkülönbséggel, viszont igen nagy odafigyelést igényel a termésmennyiség és minőség meghatározása miatt. A külföldi kutatóintézetek termékei is elterjedtek az EU csatlakozás óta, de a tapasztalatok szerint Magyarországon elsősorban a hazai fajták termesztetők nagyobb biztonsággal.

A 70-es évek végén és 80-as évek elején a tápanyag-ellátás igen jelentős volt, amely a tápanyagban szegény talajok feltöltését jelentette, illetve a túltrágyázás is jelentkezett. A rendszerváltás után ez drasztikusan visszaesett és a tápanyagok egymáshoz való aránya sem volt megfelelő. Ennek okait – több hazai szakíró szerint – a magángazdálkodók kedvezőtlen pénzügyi helyzetében, gyakran hiányos szakmai tudásában kell keresni.

A gabonanövények közül az egyik legigényesebb és legjobban reagáló kultúránk a tápanyagellátásra, a trágyázásra az őszi búza (Pepó, 1995; Szentpétery et al. 1995). A búza különböző fenofázisokban a nitrogént eltérő mértékben igényli (Jolánkai, 1993), melynek bevált módszerek és időpontok a termesztéstechnológiában megvalósíthatóak. Mégis újabb módszerek kifejlesztését teszi szükségessé a búza gazdaságos és környezetkímélő termesztése. A fajtaspecifikus trágyázás, N fejtrágyázás a fajta igényének legmegfelelőbb, ennek vizsgálata már a precíziós búzatermesztés lehetőségét mutatja. Eddig a termelők és gazdálkodók a búza N-ellátottságának mértékéről általában a költséges, időigényes és laboratóriumi háttér munkát igénylő analitikai vizsgálatokkal szembesülhettek. Ma már olyan gyorsmérővel tudjuk ezt kivitelezni, amellyel a növények N-ellátottságát hatékonyan fel lehet mérni. A Hydro N-Tester-t, a precíziós mezőgazdaság egyik legfontosabb eszközei közé sorolhatjuk, mely arra szolgál, hogy a növények leveléből mért információk alapján következtetni lehessen a termelőknek és gazdálkodóknak, hogy mennyi nitrogén (N) műtrágyát kell kijutatni az adott növényre, esetünkben a búzára. Rizsen, kukoricán, burgonyán, gyapoton kívül teszteket végeztek már Dél-Amerikában tizenhárom trópusi fafajon is (Coste et al. 2010). A gép mérései a levél klorofill tartalmára terjednek ki nem a nitrogén koncentrációját vizsgálja. A levél klorofill tartalmára viszont szoros összefüggésben van a nitrogénellátottsággal, hiszen lineáris kapcsolat van közöttük. A készülék a növény megsértése, megsebzése nélkül a mérés után rögtön képes információkat adni a növény nitrogénellátottságáról.

Vizsgálatunk célja, hogy Sváb-féle kumulatív terméselemzés segítségével megállapítsuk a búza N fejtrágyázásának hatását a vizsgált fajták fejlődésmenetére, illetve bemutassuk a Hydro N-Tester alkalmazási lehetőségét a precíziós növénytermesztésben.

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. A búza rendszertana, a név eredete

Az alcsalád szintjéig búza rendszertani besorolása megegyezik a rozs, az árpa és a zab besorolásával (Kristó, 2004).

Törzs: Zárva termők (ANGIOSPERMATOPHYTA)

Osztály: Egyszikűek (MONOCOTYLEDONOPSIDA)

Rend: Pázsitfűvek (POALES)

Család: Pázsitfűfélék (POACEAE=GRAMINEAE)

Alcsalád: Perjefélék (POOIDEAE=FESTUCOIDEAE)

Nemzetség: Búza (TRITICUM)

Faj: közönséges v. kenyérbúza (*Triticum aestivum* L.)

durum búza (*Triticum durum* DESF.)

tönköly búza (*Triticum spelta* L.)

A közönséges búza a *Poaceae* (*Gramineae*) család, *Triticum* nemzetségébe tartozó, egyszikű, kalászos gabonanövény. A búza (*Triticum*) kétség kívül az emberiség egyik legfontosabb termesztett növénye. Vetésterülete a Földön valamennyi termesztett növényfaj közül a legnagyobb. A nemzetség legfontosabb faja a közönséges búza (*Triticum aestivum*), amelynek egymagában 400-nál több faj alatti taxonja ismeretes. A különböző búzafajokat szabad szemmel is látható alaktani sajátosságai alapján három csoportba sorolták, amelyek tagjairól később derült ki, hogy egy-egy evolúciós sorozatot alkotnak (Tursányi et al., 1998), melyek a következők:

- diploid (alakor) sorozat: 14 kromoszómájuk van, egy termesztett faja az alakor, vagy egyszemű búza (*Triticum monoccocum*)
- tetraploid (tönke) sorozat: 28 kromoszómájuk van. A rendszertan szerint egy termesztett faj, a *Triticum turgidum* (hasas búza) tartozik ide, melynek több alfaja is ismert.
- hexaploid (tönköly) sorozat: 42 kromoszómájuk van. A világon, a legnagyobb területen termesztett közönséges búza (*Triticum aestivum* ssp. *vulgare*) is e sorozatba tartozik. Hazánkban főként a közönséges, vagy kenyérbúza őszi változatát termesztjük (Jolánkai és Szabó, 2005; Tanács, 2005).

1395-ben a Besztercei szójegyzékben jelenik meg először a gabona elnevezés, majd 1585-ben Calepinus szótárában (Rácz, 2010). 1595-ben a búza 'Triticum' szerepel Verancsics Faustus Dictionariumában. A búza csuvas jellegű, ótörök jövevényszavunk, amely a suvas, ujjgur, kumán, oszmán, tatár megfelelőin kívül a mongolban is megvan. A kőkorszakban általánosan termesztették a búzát – a kölessel és az árpával együtt – régészeti leletek szerint. Iránban találták a legrégebb búzaszemeket Kr. e. 6500 tájáról Ali Kosh mellett. A búzát honfoglalást követően bizonyítottan használta és termesztette a nomád életmódot folytató magyarság.

2.2. A búza biológiája

Bojtos gyökérrendszerét elsődleges és másodlagos gyökerek alkotják. Az elsődleges gyökérzet a főgyökérből és a 4-6 db mellégyökérből tevődik össze. A búzanövény egyetlen főgyökere vagy más néven alapgyökere a csírázás során a csíra gyököcskéjéből fejlődik ki, a mellégyökerei vagy csíragyökerei a mezokotilból (szikközépi szárból) alakulnak ki. Az elsődleges gyökerek a talaj mélyebb rétegeiből (90-250 cm) tudják felvenni a vizet és a tápanyagokat (Kováts 1996). A hajtás eredetű másodlagos, vagy járulékos gyökerek általában tavasszal a bokrosodási vagy az a feletti csomókból hajtanak ki, minden oldalhajtásnak önálló járulékos gyökérrendszere van. A másodlagos gyökerek kevésbé mélyre hatolók (25-30 cm), de a talaj felső rétegét sűrűn átszövik, így ebből a talajrétegből veszik fel a vizet és a tápanyagot, illetve nagy szerepük van a szár szilárdításában és a kidőlés megakadályozásában. Lelley és Mándy (1963) szerint egy kifejlett búzanövény gyökereinek teljes hossza 1-2m, a gyökérszöröké pedig kb. 10km.

A hajtásrendszer a csíra rügyecskéjéből fejlődik ki. A főhajtás kezdetben rügyhüvellyel fedett csírahajtás, amely később levélhüvelyek által alkotott főhajtáskezdeménnyé (áltengely) válik. A búza oldalhajtásai a bokrosodáskor jelennek meg (Ragasits 1998a). A búzának szalmaszára van, melyet a szárcsomók szártagokra osztanak. A szárcsomók állománya tömör, míg a szártagok üregesek. A szár felülete sima, esetleg hosszában finoman barázdált.

A búza levélképleteit a rügyhüvely (coleoptyl), a lomblevelek (folia), a mellék-hajtások előlevelei (prophyllum) és a virágzati fellevelek (pelyva-glumae, toklász-paleae) képezik (Lelley és Mándy 1963). A lomblevelek részei: levélhüvely, levéllemez, nyelvecske, fülecske. A levélhüvely szélei nem nőnek össze, de szorosan egymáshoz simulva borítják és szilárdítják az internódiumot. A levéllemez hossza 10-30 cm, a szélessége 10-18 mm között változhat. A

nyelvecske szorosan hozzásimul a szárhoz, és megakadályozza, hogy a víz a levélhüvely és a szár közé jusson. A levéllemez válla a fülecskében végződik, amelynek sajátosságai alapján a kalászos gabonák már kezdeti fejlődési állapotban is elkülöníthetők (gabona-ábécé).

Virágai összetett virágzatot, kalászt (füzéres fűzér) képeznek (Ragasits 1998a). A kalászvirágzat főtengele a kalászorsó, melynek két oldalán lépcsőzetesen helyezkednek el a kalászkák. A kalászorsónak azt a részét, melyhez a kalászkák ízesül orsópadkának, a két padka közötti részt pedig orsótagnak nevezzük. A kalászkák - tengelyének rövid szártagúsága miatt igen tömött szerkezetű - egyszerű füzérvirágzat, mely kalászkatengelyből, fellevelekből (pelyvák és toklászok) és virágokból áll. A kalászkát két oldalt külső és belső kalászkapelyva borítja. A kalászkában 3-5 virág képződik. Minden virágot külső és belső virágpelyva vagy más néven toklász vesz körül. A fejlettebb, alsóbb helyzetű a külső toklász, a kisebb, felsőbb helyzetű a belső toklász. A kalász szálkái a külső toklászon fejlődnek ki. Ha a külső toklász szálkái csökevényesek, illetve rövidek, akkor tar búzáról, ha erőteljesen kifejezettek, akkor szálkás búzáról beszélünk. A virágtakaró két csökevényes tojásdad alakú lepelpikkellyé módosul, melynek virágzásbiológiai szerepe abban nyilvánul meg, hogy virágzáskor megduzzad és a toklászokat szétnyitja. A búza kétivarú virágaiban 1-1 kétágú tollas bibét és 3-3 porzót találunk (Kováts 1996).

A búzának szemtermése van, vagyis a maghéj a terméshéjjal összenőtt (Ragasits 1998a). A szemtermésnek háti és hasi oldalát, valamint alapi és csúcsi részét különítjük el. A szem csúcsi részén epidermiszszőröket, az alapi részén pedig csírapajzsot láthatunk (Szabó 1987).

A búzanövény fejlődése az embrió kifejlődésétől a következő megtermékenyülésig tart, hiszen a virágzat megtermékenyülésekor új búzaegyed jön létre (Láng 1966, Kováts 1996). A búza egyedfejlődését a külső környezeti tényezők ugyan erőteljesen befolyásolják, de genetikailag mégis meghatározott meghatározott sorrendben, szabályosan valósul meg (Jolánkai és Szabó 2005). Ha a fejlődést látható jelek kísérik, akkor fejlődési fázisokat vagy fokozatokat, ha pedig a változásoknak nincsenek külső jelei, akkor fejlődési szakaszokat vagy stádiumokat különíthetünk el (Láng 1966, Kováts 1996).

A búza fejlődési szakaszaira főként a nappalok hossza és a hőmérséklet van hatással. Láng (1966) szerint az őszi, a tavaszi és a járó típusú búzákat főként abban különböztetik egymástól, hogy eltérő hőmérsékletű ökológiai feltételeket igényelnek fejlődésük hőszakaszában (jarovizációs stádium). A megvilágítás tartama (fotoperiódus) a fejlődés fényszakaszában hat a búza egyedfejlődésének generatív szakaszára. A tavaszi fajták kifejezetten hosszúnappalosak, viszont az őszi búzafajtákat kezdetben rövid, majd

hosszúnappalosság jellemzi állapította meg külföldi vizsgálatokra hivatkozva Láng (1966) és Kováts (1996). Két nagy periódusra bonthatjuk a búza egyedfejlődését (ontogenezis), a vegetatív és a generatív periódusra. A vegetatív periódusban csak zöldtömegében gyarapszik a növény, a tenyészőcsúcs megnyúlik és növekszik, viszont a tenyészőcsúcs sima marad és nem fejlődnek generatív szervek (Kováts 1996). A vetés időpontja jelentősen befolyásolja a vegetatív időszak hosszát. A tenyészőcsúcson megjelenő kettős gyűrűk jelzik a generatív periódus kezdetét. A szervképződés (organogenezis) különböző állapotain (etap) megy keresztül ebben az időszakban a növény. Az organogenezis etapjaira a tenyészőkúp nagysága és differenciálódottsága, majd a virág és a szem fejlettsége utal (Ragasits 1998a). Az uralkodó termőhelyi és termesztési feltételek (fény, hő, víz, tápanyag) meghatározzák a reprodukciós szervek fejlődését, azok számát és nagyságát az egyes etapokban (Kováts 1996).

Kassai (2004) illetve Jolánkai és Szabó (2005) szemléletesen összehasonlították, hogy a különböző morfológiai bélyegek alapján egymástól könnyen elkülöníthető fenológiai fázisok meghatározásához több módszert ismerünk (Feeke, Keller-Baggiolini, Zadoks). A gyakorlatban viszont a búza fejlődését általában hat főszakaszra bonthatjuk (Ragasits 1998a): 1. csírázás, kelés, 2. bokrosodás, 3. szárbaszökés, 4. kalászhányás, 5. virágzás, 6. érés

A búza csírázása 0 °C-on már megindul, de a 15-20 °C körüli hőmérséklet lenne az optimális (Ragasits 1998a), ami csak ritkán valósul meg a vetés idején. A túl meleg (35-45 °C) azonban káros lehet a csírázás időszakában, mert ekkor a tartaléktápanyagok átalakulása, illetve a csíra növekedése fokozatosan lassul, illetve meg is szűnhet (Láng 1966). Optimális viszonyok között a vetéstől a kelésig - amikor az összes csíranövény rügyhüvelye a talajfelszín fölé emelkedik - kb. 10-15 nap telik el.

Amikor a bokrosodási csomó rügyeiből oldalhajtások fejlődnek akkor beszélünk bokrosodásról. Már ősszel is bokrosodik, ha jókor vetjük el a búzát és kedvező az időjárás (hosszú, jó csapadék-ellátottságú ősz), de a búza bokrosodása javarészt mégis tavaszra tehető, tehát már novemberben elkezdődik és április közepéig tart. Az őszi búza bokrosodásának megkésése vagy tavaszi bekövetkezése a következő fázist, a szárbaindulást nem befolyásolja, legfeljebb a bokrosodás időszaka lerövidül Szabó (1987) véleménye szerint. Láng (1966) megállapítja, hogy az oldalhajtások száma, vagyis a bokrosodás mértéke részben fajtasajátosság, nagyobb részben viszont a környezeti tényezők határozzák meg, így a bokrosodást elősegíti a korai, ritka, sekély vetés, a talaj jó termőereje továbbá az enyhe, csapadékos ősz és a hűvös, csapadékos tavasz. A tél keményebb időszakában fejlődése szünetel, a búza rendszerint a bokrosodás kezdeti szakaszában vészeli át a telet. A bokrosodás kezdetén még a vegetatív szervek kialakulása dominál, viszont a második felében már a

generatív szervképződés tapasztalható. Jolánkai és Szabó (2005) szerint mindig tavasszal megy végbe a szervdifferenciálódás és ekkor alakul ki a kalásonkénti kaláskaszám. Kováts (1971) ezt az időszakot március második és április első felére teszi keszthelyi vizsgálatok alapján, ugyanakkor megállapítja, hogy különbségek figyelhetők meg a fajta, az időjárás, a vetésidő és a műtrágyázás hatására. A produktív bokrosodást az egy növényre jutó átlagos kalákszám értékével, a bokrosodás mértékét pedig a növényenkénti hajtásszámmal jellemezhetjük (Jolánkai és Szabó 2005).

Az első nódusz kitapintásától, vagyis a bokrosodás befejezésétől a kalácsolás kezdetéig tart a szárbaszökkenés időszaka, amely hazánkban Szabó (1987) szerint április elejétől május végéig tart. Ekkor a fejlődés legkritikusabb szempontja a tápanyag- és vízellátottság. A szár növekszik és a kalászka differenciálódik, a csúcsmerisztéma, a tenyészőkúp ekkor kerül a talaj fölé (Ragasits 1998a). Ebben az időszakban dől el a kalázkánkénti virágszám (Kováts 1981). Később a kalász a zászlós (legfelső) levél hüvelyébe kerül, a levélhüvely megvastagszik. Ezt a hasban lévő kalász időszakának nevezzük (Szabó 1987).

A kalácsolás időszakának kezdetét a zászlós levél hüvelyé felett megjelenő első kalászka, a végét pedig az első portokok előtűnése jelzi. Jolánkai és Szabó (2005) szerint ez a vetésidőtől függő, 4-9 napos időszak hazánkban általában május végén következik be.

Virágzásnak nevezzük az első portokok kalázkából való kilépésétől az összes kalászka elhervadásáig tartó időszakot, amely Magyarországon május végén-június elején következik be Szabó (1987) szerint. A búzánál mindig a kalász közepétől kezdődik a virágzás, innen terjed a kalász csúcsa és alapja felé. A búza öntermékenyülő, de idegen megporzásra is hajlamos fajtától és időjárástól (száraz, meleg időben) függően. A kalázkákban lévő szemszám Láng (1966) szerint, a környezeti hatások is befolyásolják és öröklődő fajtatulajdonság is. Véleménye szerint a termékenyülést, a növény tartalékolt asszimilátakészlete, az öröklődő sajátosságokon kívül a talaj termékenysége és az időjárási feltételek is befolyásolják.

Az érés a szemek kifejlődésétől a tápanyag bevándorlásának befejezéséig, illetve a víztartalomnak a légszáraz állapotig való csökkenéséig tart. A fehérjék épülnek be a szemekbe először, majd a keményítő. Ezért van, hogy a viaszeréskor hirtelen bekövetkező nagy meleg és aszályos időjárás miatt megszorult, kis ezerszemtömegű szem fehérjében gazdagabb, mint hűvösebb, csapadékosabb időjárás esetén (Kováts 1996, Ragasits 1998a). A szembe épülő tápanyagok a folyamat idején történő asszimiláció (kalász és a felső két levél) során

képződnek, másrészt transzlokáció útján jutnak a termésbe a többi növényi részből. Az érésnek 4 fokozata:

- A tejeséréskor erőteljes a tápanyagok beépülése, a szem kb. 50-60% vizet tartalmaz, körömmel szétnyomható, belsejében tejszerű, ragadós nedv található., a szem zöldes színű, a klorofil még nem bomlott le, ezért zöldérésnek is nevezik.
- A viaszérés vagy sárgaérés időszakában a szem kb. 25-30% vizet tartalmaz, körömmel szétvágható, belseje viasszerű. A tápanyagok beépülése ekkorra már nagyrészt befejeződik, a klorofil kezd elbomlani, így a szem sárgul.
- A teljes érés fázisában még nem pereg, a szem víztartalma 16% körül van. A tápanyag-beépülés befejeződik, a klorofiltartalom lebomlik.
- A holtérés vagy túlérés esetén a szem további víztartalmat veszít, a vegetatív részek elszáradása következtében könnyen pereg. Mindenképpen túlérés előtt kell betakarítanunk a gabonát a nagy termésvesztés miatt.

Tehát genetikailag meghatározottak az őszi búza morfológiai bélyegei és fenológiai sajátosságai, de nagy mértékben befolyásolják a termőhelyi feltételek és az agrotechnikai tényezők.

2.3. Fajta hatása az őszi búza produktivására

Újabb genotípusok bevezetésével és azok igényeinek minél nagyobb mértékű kielégítésével elérhető a terméseredmények növelése a búzatermesztésben. Ma már nagyon sok fajta található a köztermesztésben nemesítésnek köszönhetően, melyek magas genetikai színvonalat képviselnek, de a várakozásoktól gyakran elmaradnak az üzemi gyakorlatban produkált eredményeik. Tehát fontos a már meglévő és a jövőben köztermesztésbe kerülő fajták produktív tulajdonságaik minél részletesebb megismerésével, az agrotechnikai és ökológiai alkalmazkodó képességének feltárása. A jövőben ez lehet a kulcs, a fajták gazdaságosabb termesztéséhez szükséges, megfelelő agrotechnikai eljárások kidolgozásának. Nincs olyan fajta, amely minden termőhelyen a legmagasabb termést adná, ezért nincs egyértelműen legjobb fajta (Jolánkai és Szabó 2005).

A változó gazdálkodási feltételeknek megfelelően, jelentős agrotechnikai és gazdasági feladat az újabb búzafajták egyes termesztéstechnikai tényezőinek a termés mennyiségére és a minőségi paraméterekre történő vizsgálat. Tanács és mtsai. (2001) őszi búza fajták peszticides vizsgálatát végezte, melynek eredményeként arra a következtetésre jutott, hogy a fajta x

növényvédőszeres kezelés kölcsönhatása rendkívül sajátos eredményeket ad, amelyeket a továbbiak során még mélyrehatóbban szükséges tanulmányozni. Tanács és mtsai. (2003) 4 fajtaival (GK Garaboly, GK Kalász, GK Miska, GK Petur) végrehajtott, három tényezős vizsgálatában a fajta-, az évjárat- és ezek kölcsönhatását a sikerterületre, az esésszáma, a nedves- és szárazsiker tartalomra statisztikailag is igazolni tudta, viszont a herbicides kezelések nem minden esetben mutattak szignifikáns különbségeket a vizsgált paraméterekre (Tanács és mtsai. 2005).

A mennyiségi és minőségi termőképeség a fajta genetikailag meghatározott képessége, amit a környezeti tényezők és az agronómiai módszerek érvényre juttathatnak, leronthatnak, de számottevően javítani nem tudnak (Szentpétery et al. 1995). Ezzel Pepó (2004) is egyetért és leszögezi, hogy a fajták értékének reális megítéléséhez az agronómiai tulajdonság, a termőképeség, termésbiztonság és a termésminőség is hozzátartozik és a fajta gyakorlati értékét ezek együttesen, komplex módon alakítják ki.

Koltay (1971a) többtényezős kísérletének eredményeként megállapította, hogy fajták szerint eltérő talajművelési, vetésmélységbeli, csíraszám-beli és vetésidőbeli hatásokat tapasztalt az őszi búza terméshozamában, valamint azt, hogy az ezerszemtömeget elsősorban a fajták örökletessége, valamint az évjárat határozza meg.

Pepó (1995, 1996) nagyon fontosnak tartja a fajta-évjárat viszony termésmennyiségre gyakorolt hatását. Véleménye szerint az évjárat típusa, jellege nagyban befolyásolja az egyes búzafajták realizálható termésmennyiségét, a fajták genetikai termőképeségének érvényre jutását. A biztonságosabb termesztés érdekében célszerű figyelembe venni a fajtamegválasztás során a fajták környezeti adaptációs képességében lévő különbségeket. Az egyik legkiemelkedőbb értékmérő tulajdonsága a hazai fajtáknak a különböző ökológiai, elsősorban az időjárási feltételekhez való alkalmazkodóképesség.

A búza esetében a hosszú, 260-280 napos tenyészidő alatt az évjárat-tényezők (hőmérséklet, csapadékellátottság) a fejlődésben döntő jelentőségűek, mivel ez idő alatt szélsőséges időjárási körülmények fordulhatnak elő. Veisz (1993) a fajták télállóságát, és a fagy terméselemekre gyakorolt károsító hatását modellezve fitotronban végzett fajtavizsgálatot. Megállapítható a vizsgálatok alapján, hogy fontos fajtatulajdonság a télállóság, mivel voltak olyan fajták, amelyek teljesen kipusztultak, de voltak olyanok, melyek életben maradtak, de csökkent a termésmennyiségük. Jolánkai (1993) viszont arra a megállapításra jut, hogy nincs korrelálható ok-okozati összefüggés a búzafajták alkalmazkodóképessége és termőképesége között. Pepó és Zsombik (2002) szerint a termőhely szerinti fajtaválasztás igen fontos, miszerint a vizsgálatukban szereplő fajták

nagyobbik hányada csak adott termőhelyen adtak kedvező terméseredményt (speciális környezeti igényű fajták), viszont voltak olyan fajták (jó általános adaptációs képességű fajták), melyek több termőtájon is nagy termést produkáltak. Thurzó és Pepó (2002) szintén megerősíti a fajták kiemelkedő szerepét a tájtermesztésben. Szerintük a kedvező és stabil termésmennyiség érdekében adott területen adott feltételeknek megfelelő fajtákat érdemes termesztetni.

A genetikai termőképesség realizálásában résztvevő legerősebb tényező a műtrágyázás (Jolánkai 1993). A műtrágyázás alkalmazásával a növény fajtaspecifikus tápanyagigényét elégítjük ki, vagyis a termesztendő fajta tápanyagreakciójának ismerete nélkül okszerű tápanyagellátás nem lehet. (Jolánkai et al. (1986) agrotechnikai tényezők kölcsönhatását vizsgálva megállapítja, hogy csak a fajtára jellemző, megfelelő tőszámmal érvényesül az optimális vetésidő kedvező hatása.

Az alkalmazkodóképességet, amely a búzafajták termesztési értékét legjobban kifejező tulajdonság Jolánkai (1993) szerint ökológiai és agrotechnikai tényezők szerint is célszerű elvégezni. Ezért igen jelentős agrotechnikai és gazdasági feladat az őszi búza fajták optimális termesztési feltételeinek a meghatározása, az újabb fajták nemesítése, a gazdálkodási feltételek átalakulása, illetve a termőhelyek éghajlatváltozása miatt.

2.4. Tápanyag-ellátás hatása az őszi búza produktivitására

A tápanyag-pótlás körülbelül egyidős a növénytermesztéssel, bár évezredekken át inkább ösztönösen, hagyományokon, hiedelmeken, szokásokon illetve különféle megfigyelések alapján végezték a gazdálkodók, tudományosan megalapozott elvek helyett. Az első kísérleteket, Jan Baptista van Helmont flamand kémikus végezte még a XVII. század második felében, amelynek célja a növények fejlődése és tápanyagfelvétele közötti kapcsolat feltárása volt. Justus von Liebig németországi és Sir John Bennet Lawes angliai munkásságának köszönhetően XIX. század elején láttak napvilágot a növényi táplálkozás első tételei. Jean Baptiste Boussingault francia növényfiziológus kutatásai azután sok tekintetben magyarázatot adtak a jeles elődök eltérő elméleteire: ő állapította meg először, hogy a talaj nem csak statikus állapotú tápanyagforrás, hanem él és az idővel változik. Továbbá ő ismerte fel a növények aktív részvételét a táplálkozásban, leírta a nitrogén ciklust és értelmezte az asszimilációt (Füleky 1999). Elsőként Liebermann Leó nevéhez fűződik a tudományos alapokon álló tápanyagellátás, illetve tápanyagvisszapótlás gyakorlata Magyarországon. Liebermann 1881-ben alapítója, majd egyben első igazgatója volt a Magyar Királyi Chemiai

Intézetnek. A XX. század második felében bontakoztak ki széleskörű, szabadföldi tápanyag-ellátási kísérletek és nagyban segítették a termelők munkáját (Jolánkai, 2006).

Koronként eltérő volt Magyarországon a szerves- és műtrágyákkal történő tápanyag-visszapótlás színvonala. A 90-es évek elejére az egyes esetekben a szakértelem hiánya miatt, illetve a műtrágyaköltségek növekedésével a műtrágya-felhasználás drasztikusan csökkent és a szerény mértékű tápanyagellátás mellett a N, P és K egymáshoz viszonyított aránya sem volt megfelelő. Jolánkai és Máté (2001) a műtrágyafelhasználást egybevetik az agrár nemzeti össztermék trendjének alakulásával és megállapítják, hogy a tápanyag-utánpótlás színvonala összhangban áll a gazdaság e mutatójával.

A különböző időszakok trágyázási gyakorlatát a mezőgazdaságilag hasznosított területek N-, P- és K-mérlegének, illetve a talajok tápanyag-ellátottságának tükrében vizsgálta Kádár (1997). Megállapította, hogy a 60-as évekig jellemző negatív tápanyagmérlegek esetén először a P-egyenlege, később a 70-es évektől a nitrogén és kálium-mérleg vált pozitív előjelűvé. Az említett időszak alatt Kádár (1997) és Bocz (1996) szerint a legnagyobb mértékben talajaink P-ellátottsága változott, hazánk gyenge eredeti P-ellátottsága miatt. Ehhez képest a 80-as évek végéig ugyanúgy javult talajaink K-ellátottsága ugyan kisebb mértékben. A 90-es évek negatív tápanyagmérlegei viszont maguk után vonták, hogy a nitrogénnel, foszforral és káliummal legjobban ellátott hazai talajok részaránya 15-25%-kal csökkent.

Nagyon fontos szerepet játszik a tápanyag-ellátás az őszi búza növekedésében és fejlődésében. Harmati (1987) szerint a búza hozamát és minőségét leginkább az agrotechnikai tényezők közül a tápanyagellátással növelhetjük, javíthatjuk.

Bocz (1963) több ország adatait feldolgozva egyértelműen megállapította, hogy a műtrágya-felhasználás szoros összefüggésben áll a búza terméshozamával. Harmati (1987) és Jolánkai (1981) hazai példákön keresztül mutatja be a termés és a műtrágya-felhasználás közötti szoros, pozitív kapcsolatot.

Az Országos Műtrágyázási Tartamkísérletek eredményei alapján Debreczeni és Dvoracsek (1994), ill. Debreczeniné és Ragasits (1996) megállapítják, hogy a szükséges tápanyagok mennyisége termőhelyenként eltérő. Az optimális tápanyagszintet nemcsak a közgazdasági tényezők és a termőhelyi feltételek, hanem a termesztési cél is befolyásolja. A termelők tehát a talajvizsgálatok, az ökológiai adottságok és az ökonómiai paraméterek ismeretében tudják elvégezni az őszi búza tápanyag-ellátását.

Több mint 50 elemet mutattak ki a búza kémiai elemzése során, melyek közül makro-, mezo- és mikroelemek is felfedezhetők. Harmati (1987) szerint a búza tápanyag-ellátása túlnyomórészt (kb. 85%-ban) műtrágyázással valósul meg. Számos publikáció bizonyítja az

istállótrágya fontos szerepét az őszi búza mikroelem-ellátásában, de az őszi búzát hazánkban csak ritkán istállótrágyázzák (Kádár és Lásztity 1979, Németh 1987, Kismányoky és Kiss 1998). Ezzel szemben - elsősorban gazdasági okok miatt - a trágyázás gyakorlatában csak a nitrogént, a foszfort és a káliumot szokták pótolni (Ragasits 1998).

Harmati (1987) szerint a nitrogén legfőbb szerepe a fehérjék, enzimek és a vitaminok felépítése, a vegetatív fejlődés serkentése, a búza minőségének kialakítása (tartalékfehérjék, szikér). Ducsay és Ryant (2005) vizsgálatával bizonyította, hogy a N - trágyaféleségtől függetlenül - pozitív hatása a N, a P, a K, a Ca, a Mg, a S felvételére, a nedvessikér tartalomra és a nyers fehérje tartalomra. A N, P és K szerepét Lásztity (1987) vizsgálta az őszi búza szervesanyag-termelésére, ami alapján megállapította, hogy a nitrogénkezelések nemcsak a vegetatív fejlődési fázisokban, hanem a generatív részek fejlesztésében is segítettek, így növelték a vizsgált fajta szárazanyagtartalmát.

A szerves N-vegyületek csak kisebb jelentőséggel bírnak, a búza a nitrogént főként nitrát- (NO_3^-) és ammóniumion (NH_4^+) alakban veszi fel. A nitrogénfelvétel már a fejlődés kezdetén megindul, bár a bokrosodásig kismértékű. A bokrosodási időszakban és a szárba induláskor intenzív, később kisebb mértékű, de a vegetáció végéig tart (Ragasits 1998, Lásztity, 1988a). Harmati (1987) szerint a búza az összes nitrogén 15-20%-át a bokrosodásig, a 40-50%-át a szárbaindulásig, és 90%-át a kalászosítás végéig veszi fel. Bocz (1996) véleménye viszont az, hogy a N-felvétel ezekben a fázisokban közel 30-30-30%-ra tehető, így a tápelem kicsit korábbi raktározása lehetővé teszi a búza gyengébb feltételek közötti biztonságos termesztetőségét. Harmati (1987) azt javasolja, hogy a búza N-igényét amennyire lehet, folyamatosan és kellő mértékben elégítsük ki, mert ez az egyik alapvető feltétele a nagy és jó minőségű termés kialakításának. Zhai Bing Nian és Li Sheng Xiu (2005) vizsgálataik eredményeiből arra a következtetésre jutnak, hogy a N trágya felhasználása hatásosabb a fejlődés korai szakaszában, mint a későbbiben és az alacsonyabb N arány hatásosabb, mint a magasabb N arány öntözetlen körülmények alatt. Kísérletükben a N kezelések nagy hatással bírtak a kalászkaszámokra és a kalásonkénti szemszámokra, de nem befolyásolták az ezerszemtömeget. Ezzel szemben a hozam, a kalásonkénti szemszám és az ezerszemtömeg is növekedett, amikor öntözött körülmények között alkalmazták a N trágyát. Mattsson (2004) szintén azt tapasztalta közel negyven év adatait feldolgozva, hogy Svédországban a növekvő nitrogénadagok pozitívan hatottak az őszi búza terméshozamára, viszont a szerző azt is leszögezi, hogy az elért eredmények az előveteménytől is nagy mértékben függenek. Darwinkel (2000) Hollandiában három éves kutatást végzett, hogy a N trágyák különböző nagyságának (200-360kg/ha) összehasonlítsa a hatását az őszi búza

hozamára. A túlzott N adagolás megdőlést, a fuzárium megjelenését, magas fehérjeszintet, gyenge szem-szalma arányt, vírusfertőzést, alacsony hozamot okozott. 260-270 kg N/ha felhasználása maximális hozamot eredményezett (Darwinkel és Titulaer 2000). Tapasztalták, hogy a magasabb N adagolás már nem növelte a hozamot, viszont a fehérjeszintet javította.

A N nagyobbik hányada a szárból és a levélből a szembe jut a szemkifejlődés idején, így a föld feletti növényi rész nitrogéntartalmának kb. 65-70%-a a szemben található a teljes éréskor (Harmati 1987, Ragasits 1998).

A nitrogénhiány (Ragasits 1998) esetén a levelek a csúcstól sárgulnak, majd barnulnak, a szár vékony és rövid, a bokrosodás gyenge, akár el is maradhat, a kalászkok pedig kicsik, vagyis gyenge N-ellátottság esetén a gyenge bokrosodás ritka állományt, a csekély kalászkaképződés pedig kis kalászkokat és kevés szemet okoz. Végző soron a N-hiány termésnövekedést idéz elő (Jolánkai és Szabó 2005).

Bocz (1996) szerint nitrogéntöbblet esetén a búzaállomány sötétzöld, a szövetek lazák, a levelek szélesek, nedvdúsak, a növény betegség-ellenállósága csökken, megdőlési hajlama nő, télállósága csökken. A bokrosodással egy időben jelentkező kalászdifferenciálódás idején az optimálistól több, illetve kevesebb nitrogénmennyiség is kedvezőtlen (Bocz 1996). A kalászkezdemények kezdeti és későbbi szakaszában fellépő N-hiány már nehezen pótolható és a kalászkok, kalászkák illetve a szemek számának csökkenésével számolhatunk. Koltay (1971a) többletgyező kísérletében is azt tapasztalta, hogy a kalászproduktivitás a N hatására javult, vagyis a kalásonkénti szemszám értéke nőtt. Lelley és Mándy (1963) véleménye ezzel teljesen megegyezik, hiszen szerintük amellet, hogy a nitrogén főként a búza vegetatív fejlődését segíti, a generatív szervek fejlődésére is hatást gyakorol, mert a kalászk differenciálódása a vegetatív fázisban felvett N mennyiségtől függ. Ugyanakkor Bocz (1996) hangsúlyozza, hogy a termést meghatározó, elegendő számú kalász, kalászk és szem csak akkor fejlődhet ki, ha az optimális tápanyag-ellátottság mellett a vízellátás és az időjárási feltételek is megfelelőek. Cui Zhen Ling et al. (2006) Tápanyag-ellátási vizsgálatában megállapította, hogy az alkalmazott N hatástalan olyan talajon ahol egyébként is magas a talaj N szintje. Megállapította azt is, hogy környezetszennyezést okoz az aratás után a talajszelvény 90cm-ében visszamaradt N. Fotyma (2002) 1995-2000 között végzett szántóföldi kísérleteiben őszi búza, tritikálé és őszi árpa leveleinek klorofill tartalmát kézi klorofillmérő N-teszter használatával állapította meg. Leszögezi, hogy a klorofilltartalom fajtafüggő jellemző, így az őszi gabonafélék fajtáit három csoportba sorolta: alacsony, közepes és magas klorofill tartalmúak.

Kismányoky és Kiss (1998) és Kismányoky et al. (1989) eredménye szerint azonos P- és K-ellátás mellett a N növekvő adagja 150 kg/ha hatóanyagig 5%-os szinten szignifikánsan növelte a búza szemtermését, viszont a 200 kg/ha-os N-adag már enyhe csökkenést okozott.

Kozak és Sowinski (2002) eredménye is hasonló volt, mert a terméshozam 7,5; 223,8 és 52%-kal növekedett a N 30, 60 és 90kg/ha-os kezelésénél. Viszont a N-adag növelése nem növelte tovább a hozamot. Ducsay et al. (2004) 1999 és 2000 között végzett kisparcellás kísérleteik alapján arra jutottak, hogy jelentősen növelte az őszi búza terméshozamát a N trágya felhasználás. Ezzel szemben He-MingRong et al. (2005) vizsgálatai arról tanúskodnak, hogy a N trágyának nincs jelentős hatása a terméshozamra.

Tanács et al. (1993a, 1993b) megállapította az őszi búza tápanyagellátását tanulmányozva, hogy a növekvő P és K adagok csak bizonyos mennyiségig (60 kg/ha P_2O_5 és 120 kg/ha K_2O) fokozzák a terméshozamot, a nagyobb dózis viszont már csökkentti azt. A 120 kg/ha-os adag eredményezte a legnagyobb termésátlagot a N kezelések közül. Siuliauskas et al. (2000) különböző NPK arányok hatását és ezek felhasználási idejét vizsgálták. Megállapították, hogy P és K hozamnövekedése magasabb, ha ősszel vetés előtt juttatják ki, de lehet használni tavasszal is a vegetatív növekedés elején. A magas N adag esetén a búza trágyázása sokkal eredményesebb volt, ha 2-3 alkalommal juttatták ki, mintha a teljes mennyiséget tavasszal egyszerre biztosították, amikor már a vegetációs időszak elkezdődött. Ha a kalászos idején 30kg/ha N-t juttattak ki, megnőtt a termés (0.38 t/ha) és a szem fehérje tartalma (0.98%). Koltay és Balla (1975), Bocz és Győri (1985), Ducsay és Ryant (2005) egyaránt a N műtrágya kijuttatási idő helyes megválasztását javasolják.

Zhao Guang Cai et al. (2005) fejtrágyát és alaptrágyát 10:0, 7:3, 6:4, 5:5, 4:6, 3:7 és 0:10 arányban alkalmaztak. Azt tapasztalták, hogy amikor egyenlő arányba juttatták ki az alap- és fejtrágyát a hozam akkor volt a legmagasabb. Koteva (2001) Hidro-N-teszterrel végzett vizsgálata során megállapította, hogy a búza és az árpa szárbaindulásának kezdetét (április) és a kalászosodását (május) közvetlenül a terület nitrogén ellátási szintje határozta meg.

Pethes et al. (1997) megállapítása szerint a kalásztömeget növeli a tavaszi műtrágyaadag megosztása. Kutatásaiban a N-fejtrágya megosztásának hatását vizsgálta. Yue-Shou Song et al. (1997) kimutatták, hogy a termés mennyisége és a szem súlya növekedik a későbbi fejlődési fázisok folyamán alkalmazott N által. Kristaponyte és Maiksteniene (2004) szintén a N trágya felhasználásának az idejét és az mennyiségének a hatását tanulmányozták az őszi búza minőségére és hozamára. Azt tapasztalták, hogy kora tavaszi 60 kg/ha N felhasználás a kezeletlenhez képest a hozamot 51,5%-kal, a fehérjetartalmat 7,6%-kal, és a nedves siker tartalmat 18,2%-kal növelte. Az őszi búzáknak a kora tavaszi 90kg/ha-os kezelése

a hozamot 56,5%-kal, a fehérjetartalmat 14,3%-kal és a nedves sikértartalmat 30%-kal növelte. A terméshozam, a fehérjetartalom és a nedves sikértartalom 1,7; 3,1 és 4,7%-kal növekedett a tavaszi 120kg/ha-os N felhasználásnál. A 150kg/ha N felhasználást 2-3 adagban juttatták ki és nem volt jelentős hatása a terméshozamra. Ha a trágyákat a későbbi fejlődési fázisban juttatták ki, akkor jelentősen nőtt a termés minősége.

Pepó és Zsombik (2002) kutatásaival bebizonyosodott, hogy jelentősen befolyásolhatjuk a termésminőséget és növelhetjük a termés biztonságot a szakszerű trágyázással.

Ha a termőhelyi adottságok és a termesztési feltételek az adott genotípus igényének megfelelnek a fajta csak akkor érheti el genetikai teljesítő képességét (Szabó 1987). A fajták műtrágyaigénye, -hasznosítása és -reakciói között jelentős különbségek mutathatók ki, amellyel több hazai vizsgálat foglalkozott (Georgievics 1971, Harmati, 1982, Jolánkai 1981, Bocz és Pepó 1985). Gouis et al. (1996) az őszi búza fajtaspecifikus tápanyagellátásával foglalkozott. Különböző őszi búza fajták különbözőképpen reagálnak a N hiányra ezt vizsgálatai is igazolják.

Lásztity (1987) kimutatta, hogy a műtrágyakezelések kedvező hatással vannak az őszi búza teméselemekre és statisztikailag igazolta, hogy a különböző N-kezelések hatására nőtt a kalásonkénti szemtömeg, a kalásonkénti szemszám és az ezerszemtömeg. Lönhardné et al. (1995) arra az eredményre jutottak, hogy a tápanyagellátás döntően befolyásolja a kalászok mennyiségi mutatóit (kalász hosszúság, kalásztömeg, kalásonkénti szemszám). Ezzel szemben Harmati (1987) a trágyák által okozott terméstöbblet nagyobbik hányadát a produktív bokrosodásnak (kalászszer szám növekedése) tulajdonítja, és szerinte csak kisebbik része köszönhető a kalásztömeg növekedésének.

Lesznyákné (1998) szerint az elővetemény is nagymértékben befolyásolja a tápanyagok terméselemekre való hatását, hiszen vizsgálataiból kiderül, hogy a borsó elővetemény után a területegységenkénti kalászszer szám, a kalász hosszúság, a kalászkaszám, a kalásonkénti szemszám és a szemtömeg, míg a kukorica elővetemény után elsősorban a kalásonkénti szemszám, a kalász hosszúság és a kalásztömeg okozta a változást. Az ezerszemtömeg viszont olyan genetikailag erősen meghatározott fajtatulajdonság, amely a terméselemek növekedését nem követi, így agrotechnikai tényezőkkel még kedvezőtlen, aszályos évjáratban is csak kismértékben befolyásolható (Lesznyákné 2001). Harmati és Gyuris (2002) arra az eredményre jutott, hogy N és P műtrágyák hatását vizsgálva a búza szemtermésére és termésösszetevőire vonatkozóan, hogy csekély mértékben növelte a termést, az olajlen elővetemény esetében a N-trágyázás. Ennek oka, hogy az olajlen kis N-

felhasználása miatt N bőség alakult ki a talajban. Búza elővetemény után azonban a N műtrágyázás már 1 t/ha terméstöbbletet eredményezett. Kimutatták, hogy nagymértékben növelte az őszi búza szemtermését a P trágyázás is. Az optimális mindkét elővetemény esetében a 90 kg/ha P_2O_5 dózis volt. A termésösszetevők közül az ezerszemtömeg kivételével a N-műtrágya az olajlen után kisebb, míg a búza után nagyobb arányban növelte a különféle terméselemek értékét. A kalászszaámot és a kalászok szemszámát növelte, az ezerszemtömeget csökkentette a N adagok növekedése. A P műtrágya a terméskomponensek értékeit is növeli, így nőtt a kalászszaám, a kalásonkénti szemszám és ezerszemtömeg is, mely két utóbbi terméselem növekedése természetesen a kalásonkénti szemtömeg növekedésével járt.

Debreczeni és Dvoracsek (1994) az Országos Műtrágyázási Kísérletek eredményeként kimutatták, hogy a foszforral és káliummal közepesen vagy gyengén ellátott talajok egyoldalú N-trágyázása rontotta a hatóanyagok gazdaságos érvényesülését. Megállapították továbbá, hogy ezen körülmények között a N-ellátás mérséklésével, illetve a P K-trágyázás növelésével hasonló költségszintű, viszont a terméshozam többszörösére növelhető, ezért hatékonyabb gazdálkodás valósítható meg.

A műtrágyázás a termés mennyiségét meghatározó terméselemek változását idézte elő, állapította meg Ragasits (1983). Megfogalmazza, hogy a N adagok növelésével a szemnagyság csökken, míg a foszforkezelések jelentősen növelik az őszi búza ezerszemtömegét. Megállapította, hogy a foszfor kedvező hatása csak a megfelelő mennyiségű N műtrágya jelenlétében tud kedvező hatást gyakorolni, ezzel szemben a termés mennyiségére a foszfor nélküli és a foszforral együtt kijuttatott N növelte a terméshozamot.

Jiang et al. (2007) különböző trágyakezelések hatását vizsgálva megállapították, hogy az eltérő N, P és K arányú trágya felhasználása csökkentette a hozam, a kalászszaám, a vegetációs index, a fehérjetartalom változékonyságát, de nem növelte szignifikánsan a búza fehérjetartalmát és nem csökkentette az ezerszemtömeget. Emellett megállapították, hogy a különböző arányú trágyák felhasználása takarékosabb és környezetbarátabb hatású volt, mint az állandó arányú trágyák kijuttatása.

Jolánkai (1981) megállapította, a műtrágyakezelés emelésével nemcsak a búza terméshozama, hanem a minősége is javult, ugyanakkor az évjárat szerepe a műtrágyázását felülmúlta. Horvat (2006) megállapította, hogy a trágyafelhasználás növelte a hozamot, bár csupán a 200 kg/ha N kezelés okozott szignifikánsan nagyobb termésmennyiséget. Ezzel szemben a P és K nem befolyásolta a hozamot és a minőséget sem.

Bocz (1996) és Pepó (1990, 1996) szerint a fajták műtrágya-optimuma különböző, ezért fajtaspecifikus műtrágyázást javasoltak. A természetes tápanyagfeltárási képességük és a

trágyareakciójuk alapján a fajtákat négy csoportba sorolták (hagyományos, átmeneti, félintenzív, intenzív).

Jolánkai (1993) többtényezős vizsgálatai következményeiként kimondja, hogy a műtrágyázás az egyéb agrotechnikai tényezők közül az öntözéssel és a vetésidővel áll legerősebb kölcsönhatásban. Bocz (1996) egyetért ezzel és kijelenti, hogy a tápelemek hasznosulását a tápanyagmennyiség és azok aránya, illetve környezeti feltételek is nagymértékben befolyásolják. Yantchev et al. (2000) szintén összefüggést fedez fel a különböző agrotechnikai tényezők között.

2.5. Hydro N-Tester klorofillmérő készülék

A környezeti tényezők hatással vannak a növények fiziológiai állapotára, melynek indikátora a levél klorofill-tartalma. Manapság a roncsolás mentes műszeres vizsgálatot részesítik előnyben ennek meghatározására a kutatók, ezeket a szántóföldön gyorsan el lehet végezni (Maráczai et al., 2011). Vasileva et al. (2005) összefüggéseket találtak a levél klorofill mennyisége és a levél nitrogén tartalma között, mivel klorofill molekulákban található a levélben lévő nitrogén nagy része. A műszer által a termelő meghatározhatja a növény nitrogén háztartását a tünetek megjelenése előtt és időben optimalizálni tudja a növény tápanyag ellátását, mielőtt a hiány termésvesztést okozna. Magyarországon is forgalomban vannak már hasonló készülékek. (Pioneer, 2009). Például a mezőgazdasági termékek gyártására szakosodott Yara International ASA osloei központú nemzetközi vállalat egyik terméke a Hydro N-Tester ([http. 2.](http://2)), de az Európában vezető műtrágya-nagykereskedő Linzer Agro Trade Hungary Kft is terjeszti a hasonló tudású készülékét ([http. 3.](http://3)).

A Japánban kifejlesztett Minolta SPAD 502–klorofill- mérőkészülék, melyet a rizs nitrogénellátottságának értékeléséhez szántak (Chubachi et al., 1986) a norvégiai cég által piacon lévő Hydro N-Tester készülék elődje. A rizsben való vizsgálatok (Turner és Jund 1991, Peng et al., 1993, Janaki és Thiagarajan, 2004) mellett a készüléket búzában (Reeves et al., 1993; Fox et al., 1994; Hoel 2002.; Ortuzar-Iragorri et al., 2005.; Arregui et al., 2006.; Naud et al. 2009.; Kozhukhar 2010.) kukoricában (Piekielek et al., 1995, Chapman és Barreto, 1997, Rajcan et al., 1999), burgonyában (Jongschaap és Booij, 2004, Wu et al., 2007), gyapotban (Feibo et al., 1998), valamint fás szárú kultúrákban (Chang és Robinson, 2003, Bauerle et al., 2004, Pinkard et al., 2006) is tesztelték.

A fiatal növények a legalkalmasabbak a talaj tápanyag-ellátottságának a megítélésére, hiszen az intenzív szárazanyag-felhalmozódás és növekedés ezen időszakban még nem

kezdődik el. A fiatal szövetekben, a tápanyag-ellátottság hiányosságai kiélezettek, a tápelemek koncentrációja általában ekkor a legmagasabb. Fejtrágyával vagy levéltrágyázással az esetleges tápanyag-ellátottság hiányosságait még pótolni tudjuk. A pótolta tápanyagokat a termés minőségének javítására, a termés fokozására még fel tudja használni a növény. Koteva (2001) 1998-2001 között végezte Hidro-N-teszter kísérletét és megállapította, hogy kapcsolat volt a nitrogén ellátás, a meteorológiai feltételek, a műtrágyázás és a búza szemtermése között. Ezek alapján meghatározta a nitrogén műtrágya különböző ellátási szintjeit.

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

3.1. Termőhely bemutatása

3.1.1. Talajadottságok bemutatása

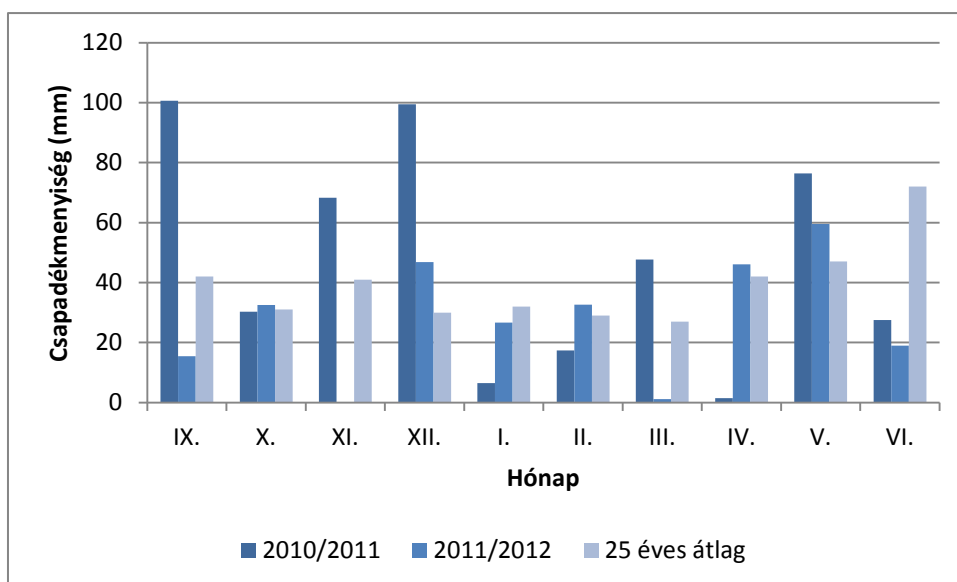
Vizsgálatainkat Gabonakutató Nonprofit Közhasznú Kft. Szeged–Öthalmi Kísérleti telepén végeztük. A kísérleti telep Szegedtől északra, az 5-ös főút jobb oldalán található. A telepen tritikálé, durumbúza és őszi búza, nemesítésével, illetve agrotechnikai vizsgálataival foglalkoznak, illetve borsó és őszi káposztarepce vetőmagot állítanak elő. A Gabonakutató Nonprofit Közhasznú Kft. munkatársai a kísérletet mélyben sós réti cserjőzom talajon állították be, mely közepes N, valamint jó P_2O_5 és K_2O szolgáltató képességgel jellemezhető (1. táblázat).

1. táblázat. Szeged-Öthalmi kísérleti telep talajvizsgálati adatai

Talajvizsgálati paraméterek	értékek
pH (KCl)	7,34
K_A	42
Ca (m/m%)	1,88
$CaCO_3$ (m/m%)	4,70
Humusz (m/m%)	2,94
$NO_3-N^+ NO_2-N^+$ (mg/kg)	24,0
P_2O_5 (mg/kg)	248
K_2O (mg/kg)	209
Mg (mg/kg)	167
Na (mg/kg)	84
Zn (mg/kg)	0,9
Cu (mg/kg)	1,8
Mn (mg/kg)	22
Összes só (m/m%)	0,044
SO_4-S (mg/kg)	9,7
Fe (mg/kg)	14

3.1.2. Éghajlati adottságok bemutatása

A 2010/2011-es esztendő Szeged-Öthalmon a 25 éves adatokhoz viszonyítva kétféleképpen csapadékos volt, viszont a csapadék eloszlása kedvezőtlennek bizonyult. Szeptemberben kiemelkedően sok csapadék hullott (100,6mm). Megfigyelhettük, hogy novemberben (68,3mm) és decemberben (99,5mm) is magas volt a mért csapadék mennyisége (1. ábra). Míg a január és februári időszakban a megszokottól kevesebb volt a csapadékmennyiség, addig márciusban kielégítően (47,7mm) alakult. Áprilisban egy száraz periódus következett, a termőhelyen ilyenkor szokásos csapadékmennyiségnek csupán 4%-át mértük a telepen. A következő hónapban a csapadék mennyisége közel a megszokott értékeket produkálta, viszont a szemtelítődés időszakában ismét kevesebb csapadékot tudtunk regisztrálni, mint a 25 éves átlag.



1. ábra. Csapadék megoszlása Szeged-Öthalmon

A 2011/ 2012-es év Szeged-Öthalmon száraz volt és a csapadék eloszlása is kedvezőtlennek bizonyult. Szeptemberben kevés csapadék hullott, 15,5mm ez a tavalyi évhez és a 25 éves átlaghoz képest is elenyészőnek tekinthető. Októberben 32,5mm esett ez nagyjából megegyezik a 25 éves átlaggal. A szárazságot tovább tetézte a novemberi (0,2mm), januári (26,7mm) és márciusi (1,2mm) csekély csapadékmennyiség. A decemberben (46,8mm), februárban (32,6mm) és áprilisban (46,1mm) hullott csapadék ugyan megközelítette a 25 éves átlagot, viszont a korábbi csapadékszegény periódust már ezek az esők sem tudták enyhíteni. A szemtelítődés időszakában az egy évvel korábbi tragédia ismét

lejátszódott, a 25 éves átlagnak csupán egy negyede esett júniusban, vagyis a szárazság miatt a szemek nem tudtak kellőképpen kifejlődni.

3.2. Tápanyag-ellátási vizsgálatok bemutatása

Három őszi búza fajtaival végeztük a kísérletet (GK Békés, GK Csillag, GK Petur) két éven át, két-két műtrágyakezelést végeztünk. A műtrágyakezelések a dózisokban és kijuttatás idejében is eltértek (2. táblázat).

2010/2011 volt az első kísérleti év, melynek első kezelésében, szeptemberben kijuttattak 45kg/ha adagot mindhárom makro elemből (N, P, K). Ezt követően csak nitrogént juttattak ki, február végén 55kg/ha mennyiségben; majd április elején 27 kg/ha és május dekadján 27kg/ha adagban. A második kezelésben a szeptemberi adag megegyezett az első kezelésben feltüntetettekkel, ellenben a februári kezelés kimaradt, majd áprilisban és májusban a kijuttatott adag mind a két esetben 100-100 kg/ha volt.

A második kísérleti évben (2011/2012) két műtrágyakezelés őszi alaptrágyázása (45kg/ha N, 45kg/ha P₂O₅ és 45kg/ha K₂O) és kora tavaszi (2012. február 20.) fejtrágyázása nem különbözött, viszont további fejtrágya-adagot csak a második műtrágyakezelés kapott 50-50 kg/ha N hatóanyag mennyiségben.

2. táblázat. A kísérletben alkalmazott műtrágyakezelések adatai

	2010/2011.				2011/2012.			
Kezelés jelzése	Kezelés ideje	N adag (kg/ha)	P adag (kg/ha)	K adag (kg/ha)	Kezelés ideje	N adag (kg/ha)	P adag (kg/ha)	K adag (kg/ha)
műtrágya 1	2010.09.06	45	45	45	2011.09.10.	45	45	45
	2011.02.24	55	0	0	2012.02.20.	50	0	0
	2011.04.07	27	0	0	2012.04.19.	0	0	0
	2011.05.10	27	0	0	2012.05.25.	0	0	0
műtrágya 2	2010.09.06	45	45	45	2012.09.10.	45	45	45
	2011.02.24	0	0	0	2012.02.20.	50	0	0
	2011.04.07	100	0	0	2012.04.19.	50	0	0
	2011.05.10	100	0	0	2012.05.25.	50	0	0

A 10m²-es kísérleti parcellákat 500 db csíra/m² csíraszámmal vetették mindkét évben október közepén. A vetést Oyjord típusú, programozható parcellavetőgép segítségével végezték, mely 8 sor egyidejű vetésére alkalmas (2. ábra). A vizsgált parcellák növényápolási munkái és egyéb vegyszeres kezelései nem különböztek egymástól. Az aratást Wintersteiger típusú parcellakombájnnal (3. ábra) végezték a teljes érés időszakában, július elején, illetve június végén.



2. ábra. Wintersteiger Oyjord típusú, programozható parcellavetőgép



3. ábra. Wintersteiger parcellakombájnnal

3.3. Kísérletekbe vont fajták bemutatása

A GK Békés fajta elismerésének éve: 2005. Az egyik legelterjedtebb fajta hazánkban, amit elsősorban a kiváló malom- és sütőipari tulajdonságainak köszönhet. Klasszikus értelemben vett javító búza. Alkalmazkodóképessége kiváló, gyakorlatilag az ország bármely búzaterületén eredményesen termesztethető. Fagy és télállósága jó, de a koraiságából adódóan a szárazság tolerálása sem elhanyagolható. A gombabetegségekkal szembeni ellenállósága elsősorban a lisztharmattal és a rozsdabetegségekkal szemben jó. Az egyéb levélbetegségekkal és a fusariummal kapcsolatban, átlagos reakciót mutat. Szalmája 85-95 cm. Szemtermése telt orsó alakú, teljes éréskor acélos, piros színű. Beltartalmi mutatói közül kiemelkedik a stabilan magas és jó minőségű nedves siker és fehérje tartalma. Az utóbbi években az egyik legnagyobb területen szaporított őszi búzánk. Termesztése az ország bármely vidékén kifizetődő, jó alkalmazkodóképességű, aminek eredményeképp határainkon túl is keresett fajtává vált (Románia, Szlovákia).(3. táblázat).

3. táblázat. A GK Békés, GK Csillag, GK Petur minőségi jellemzői

	GK Békés	GK Csillag	GK Petur
Ezerszemtömeg	40-45g	40-45g	42-45g
Szemkeménység	60-75	50-70	75-80
Esésszám	280-350s	300-350s	280-350s
Szemszín	piros	piros	piros
Hl tömeg	80-83kg	78-83kg	78-82g
Nedves sikér tartalom	33-36%	30-34%	30-34%
Sikér terület	2,5-5mm	2,5-4,5mm	2,5-5,5mm
Fehérje tartalom	13-15%	12-14%	12-15%
Zeleny érték	55-65	40-45	45-50
Alveográfus W érték	280-320 X 10 ⁻⁴ J/g	250-320 X 10 ⁻⁴ J/g	250-300 X 10 ⁻⁴ J/g
Farinográfus érték	75-85	66-75	65-75
Sütőipari besorolás	A1-A2	B1-A2	B1-A2

A GK Csillag fajtaelismerés éve: 2005. Szabadalmaztatás éve: 2007. Lajstromszáma: F000.045. A hazai, korai fajtasortiment egyik legnagyobb termésű fajtája. Levelei félig felállóak, közepesen szélesek, világoszöldek. Bokrosodó képessége az átlagosnál jobb. Átlagos évjáratban magassága 85-90 cm. Kalásza tar, kissé elhegyesedő, közepesen tömött. Kalásza érett állapotban félig felálló, színe fehér. Szemei érett állapotban acélosak, színe piros. A gombabetegségekkel szemben általános rezisztenciával rendelkezik. Kedvező csapadékviszonyok és jól beállott állomány esetén lisztharmat és fuzárium fogékonysága közepes. Termőképessége kiemelkedő átlagos évjáratot figyelembe véve 6,5-8,0 t/ha. Szemtermésének minősége jó-erős malmi búza. Érése egyöntetű, mivel kalászhossza megközelítőleg egy szintben vannak. A közepesen igényes fajták csoportjába tartozik, termesztése ezért gazdaságos. A kedvező termesztési tapasztalatokból adódóan a fajta iránti keresett nemcsak Magyarországon de Romániában és Szlovákiában is megnőtt. (3. táblázat).

A GK Petur fajtaelismerés éve: 1999. Szabadalmaztatás éve: 2002. Lajstromszáma: F221.450. A sikerfajtának számító GK Öthalom és a kiváló rezisztenciális tulajdonságú francia Thesée fajta kombinációjából szelektált középérésű fajta. Erőteljes kezdeti fejlődésű, jól bokrosodó. Állóképessége jó, magassága 75-85cm. Télállósága és szárazságtűrése jó. Szára szilárd megdőlésre nem hajlamos. Kalásza tar, oszlopos. Széles agronómiai alkalmazkodó képességgel rendelkező, éréscsoportjában rekordtermésre képes, kiválóan

adaptálódó fajta. A magasabb műtrágyaadatokat biztonsággal tűri és jól hasznosítja, amit szignifikánsan magasabb terméssel és jó minőséggel reagál le (3. táblázat). Vetési és a betakarítási időre nem érzékeny, kukorica után is vethető.

3.4. Kísérletekben végzett vizsgálatok és az adatelemzés módszerei

Többtényezős agrotechnikai vizsgálatok esetén a terméseredményekben észlelhető kezelések értelmezését megkönnyítik, ha a terméskomponensek értékeit is meghatározzuk. Mindkét vizsgálati évben a mintaszedést a növények teljes érésének időszakában, közvetlenül az aratás előtt végeztük. A mintaszedés során fajtánként és kezelésként 3 ismételtsben egységnyi területen (0,25fm) fejlődött növényeket és hajtásokat emeltünk ki. Mintáinkat tövesen a parcellák mértani közepéből emeltük ki, mérőbot (4. ábra) segítségével.



4. ábra. Mintavétel 25cm-ről



5. ábra. Kalászcseplő



6. ábra. Numigral magszámláló

A mintákból meghatároztuk a mintaterületen kifejlődött hajtások számát és tömegét, a kalászszaámot és kalásztömeget, kalászokban fejlődött kalászkák számát és a szemtömeget. A kalászok cséplését WINTERSTEIGER LD 180 ST 4. típusú (5. ábra) kalászcseplővel végeztük. A mintákból származó szemeknek a tömegét digitális mérleggel határoztuk meg. Mennyiségét pedig NUMIGRAL magszámoló berendezéssel állapítottuk meg (6. ábra).

A meghatározott termés elemeket Sváb-féle kumulatív termés elemzéssel (Sváb, 1961; Sváb, 1962) értékeltük. A kumulatív termés elemzéssel szemben a klasszikus termés elemzésnél az egyes termés elemek egy-egy másik termés elemmel kapcsolatosak (pl. szem/kalászkák, ezerszemtömeg stb.), így ezek szorzataként megkaphatjuk a termés hozamot. A rendszerben az egyes komponensek egymástól függetlenek és felcserélhetők, viszont nagy hátrányuk, hogy a termés kialakulását időrendileg nem jellemzik. Ezzel szemben a Sváb-féle kumulatív termés elemzés esetén az egyes komponensek területegységre vonatkoznak, sorrendjük követi a növény fejlődési időszakait, így nem cserélhetők fel, hiszen a termés komponensek egy-egy fejlődési fázis végtermékei, melyek jól jellemzik az adott, illetve az azt megelőző fejlődési fázisokat is. A termés elemek felcserélhetetlensége miatt a kumulatív termés elemzés segítségével a termés komponenseken keresztül olyan fejlődési folyamatot láthatunk, amelyből következtetni lehet az adott agrotechnikai vagy ökológiai elem hatásának irányára és mértékére, amelyekkel végső soron a termés hozam kialakult.

Kumulatív termés elemzés során termés elemeknek tekintjük: $A = \text{csíraszám}/\text{m}^2$, $B = \text{hajtásszám}/\text{m}^2$, $C = \text{kalászszaám}/\text{m}^2$, $D = \text{kalászkaszám}/\text{m}^2$, $E = \text{szemszám}/\text{m}^2$, $F = \text{szemtömeg}/\text{m}^2$. Sematikusan tehát $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow E \rightarrow F$ diagrammal ábrázolhatjuk a vizsgált állomány fejlődését, ahol a betűk az említett fázis végtermékeket, a nyilak pedig az egyes fejlődési fázisokat jelölik.

A kumulatív termés elemzés lehetőséget nyújt a növényállomány fejlődésének grafikus ábrázolására, ahol a vízszintes tengely (x) a fejlődés sorrendjében a területegységre (pl. m^2 -re) vonatkoztatott termés elemeket (fejlődési fázis végtermékeket), a függőleges tengely (y) a termés elemeknek az összehasonlítási alaphoz vonatkoztatott százalékos értékét jelenti. A grafikus termés elemzés százalékos ábrázolása azért előnyös, mert így a nagyságrendileg és a mértékegységben is eltérő termés elemeket közös grafikonon fejezhetjük ki. A grafikonon a vizsgált termés elemeket vonallal összekötve megkaphatjuk az elemzett állomány relatív fejlődés menetét a vízszintes 100%-os összehasonlító alaphoz viszonyítva. Az egyes fázis végtermékeket összekötő vonalak a fejlődés irányát és intenzitását jelölik. A fejlődés intenzitásának számszerű értékét a származtatott, vagyis két területegységre vonatkozó

terméselem arányából számolt terméskomponens értéke adja. Eszerint az A→B fázis intenzitását a hajtásszám/csíraszám, a B→C fázis intenzitását a kalászszerkezet/hajtásszám, a C→D fázis intenzitását a kalászkaszám/kalászszerkezet, D→E fázis intenzitását a szemszám/kalászkaszám, E→F fázis intenzitását a szemtömeg/szemszám, azaz az ezerszemtömeg egy ezred része fejezi ki.

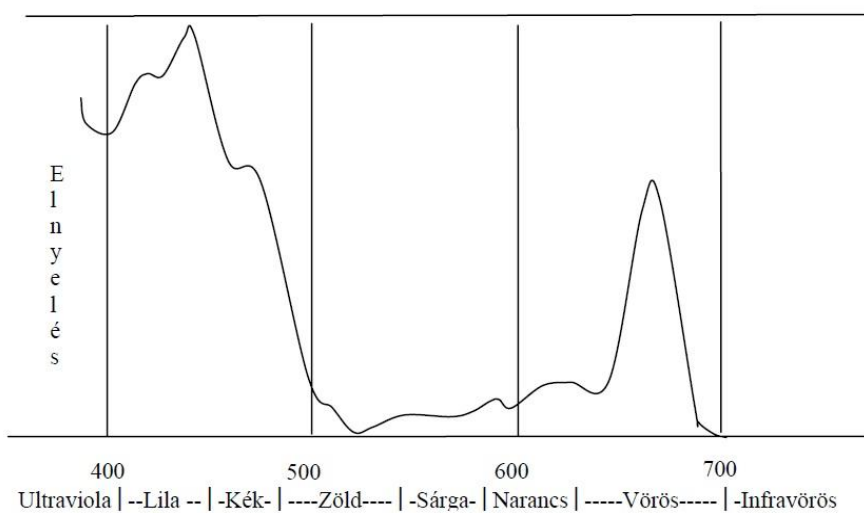
A búzalevél relatív klorofill koncentrációját a Hydro N-Tester hordozható klorofill mérőműszerrel mértük és értékeltük a növény tenyészidőszak alatti N-koncentrációját (7. ábra). A méréseket N-kezelésenként (1. és 2. műtrágyakezelések), az első évben négy (április 6., április 15., május 5., május 17.), a második évben három időpontban (április 18, május 4, június 7), három fajttal (GK Békés, GK Csillag és GK Petur) végeztük.

Hydro N-Tester klorofill mérő műszer működésének alapelve, hogy a különböző hullámhosszúságú fényt különböző mértékben nyeli el a növény levelében a klorofill. A levél klorofilltartalma igen szoros összefüggésben áll a klorofill fénykioltásának mértékével.). A 8. ábrán az látható, hogy gyakorlatilag nulla az infravörös tartományban a zöld és a sárga. Ebből adódóan a vörös vagy a kék tartományt használjuk mérésre és viszonyítási értéknek az infravörös tartományt választjuk. A Hydro N-Tester készülék mérésre vörös fényt használja, mivel a levél karotin tartalma nem befolyásolja ennek az elnyelését. Két fotodióda található a készülék világító rendszerében, egy infravörös (940nm csúcserősséggel) és egy vörös (650nm csúcserősséggel). A két fotodióda váltakozva, egyforma fényerősséggel bocsátja ki a fényt. A megvilágított terület 6mm². A levéllemezeken áthaladó kétféle fény egy része áthatol a levélen (transzmisszió) más része elnyelődik (abszorpció) és egy része visszaverődik (reflexió). A levélen áthatoló fényt egy szilikon fotodiódából álló érzékelő fogja fel, és alakítja át analóg elektromos jellé (Balogh, 2009), majd a műszer számjeggyé alakítja, úgy, hogy az elektromos jelet felerősíti.

A levélen áthaladt vörös és infravörös fény erősségének aránya adja számításaink alapját. A növény levelében minél több vörös fény nyelődik el, a műszer kijelzőjén annál nagyobb ez a szám és ez szoros összefüggésben van klorofill-tartalommal (Ványiné, 2008). A Hydro N-Tester-érték 0-tól 999-ig terjedhet. A méréshez egészséges és ép növényeket válasszunk és a műszert mindig teljesen kifejlett levélen alkalmazzuk. A Hydro N-Tester értékeléséhez harminc mérést kell elvégezni egy parcellából. A nagyon eltérő értékeket (legyen az „+” vagy „-” irányú) a gép nem veszi számításba, ezen adatokhoz pótló méréseket kér a műszer. Ha a parcella nagyon eltérő akkor parcella azon részéből kell mintát venni ami a legjobban megmutatja az adott részt.



7. ábra. Hydro N-Tester klorofillmérő készülék



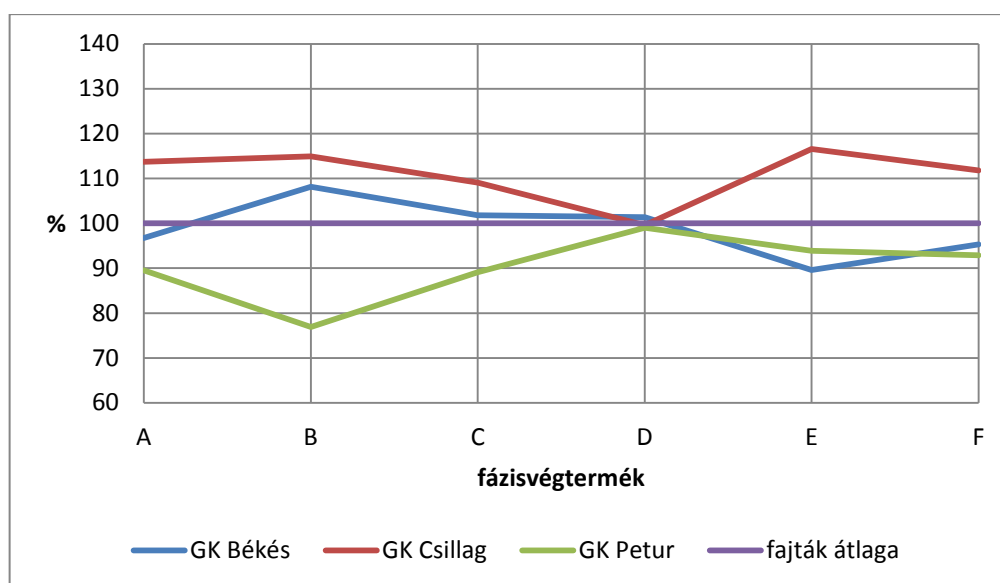
8. ábra. A klorofill színekélnyelése

4. EREDMÉNYEK

4.1. Őszi búza fajták fejlődésmenete eltérő N kezelésekben

A 9. ábrán a 3 vizsgált fajta első műtrágyakezelésben megfigyelt fejlődésmenetét láthatjuk, ahol a 100%-os szint a fajták átlagos fázisvégtermékeit jelöli.

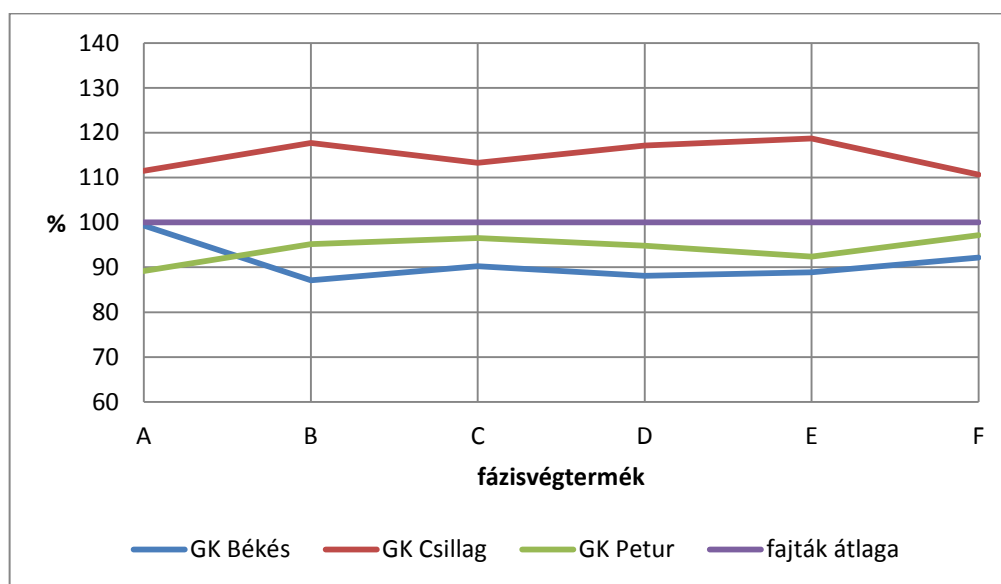
A 2010/2011-es tenyészidőszak első műtrágya kezelésében a GK Békés fajta bokrosodott a legjobban (területegységenkénti hajtásszám/növényszám), viszont a kalászszáma, kalászkaszáma és szemszáma olyan gyenge volt, hogy a területegységre jutó szemtömeg a fajtaátlagtól 5%-kal maradt el. GK Csillag ugyan az átlaghoz képest 14%-kal több területegységenkénti hajtásszámot ért el és a kalászkánkénti szemszáma is kedvezőnek bizonyult, de a hajtásai improduktívak voltak, a kalásonkénti kalászkaszáma és az ezerszemtömege is gyengén alakult. Végző soron a GK Csillag hozta létre a legnagyobb területegységre jutó szemtömeget. A vizsgált fajták közül a leggyengébb bokrosodású a GK Petur volt. A fajta gyenge kezdeti fejlődését követően a hajtásonkénti kalászszám és a kalásonkénti kalászkaszám a többi fajtához képest javulást mutatott, így a fejlődés végén kialakult területegységenkénti szemszám már csupán 7%-kal maradt el a fajták átlagától.



9. ábra. A GK Békés, GK Csillag, GK Petur fajták fejlődésmenete a 2010/2011. évi 1. műtrágyakezelésben

A második műtrágya-kezelésben (10. ábra) a fajták átlagához és a vizsgált fajtákhoz képest is a GK Csillag bokrosodott a legkiemelkedőbben, melyet a 117%-os területegységre

jutó hajtásszám értéke igazolja. A GK Csillag nem okozott csalódást a továbbiakban sem, a kalászkák száma 13%-kal, a kalászkaszám 17%-kal, a szemszám közel 19%-kal múlja felül a fajták átlagát. A fejlődés végén mutatkozó, a gazdálkodók számára a legértékesebb információt adó területegységre jutó szemtömeg 10%-kal magasabb volt, mint az átlag. A GK Békés és GK Petur fajták kezdeti fejlődése átlag alatt alakult és az ezt követő fázis végtermékek (kalászszaám, kalászkaszám és szemszám) eredményei is átlagon aluli eredményeket produkáltak. Mivel az ezerszemtömeg a két fajtánál hasonló értéket mutat, így nem is meglepő, hogy az átlaghoz képest a GK Békés a 12%-kal, a GK Petur 8%-kal kevesebb területegységre jutó szemtermést termelt.

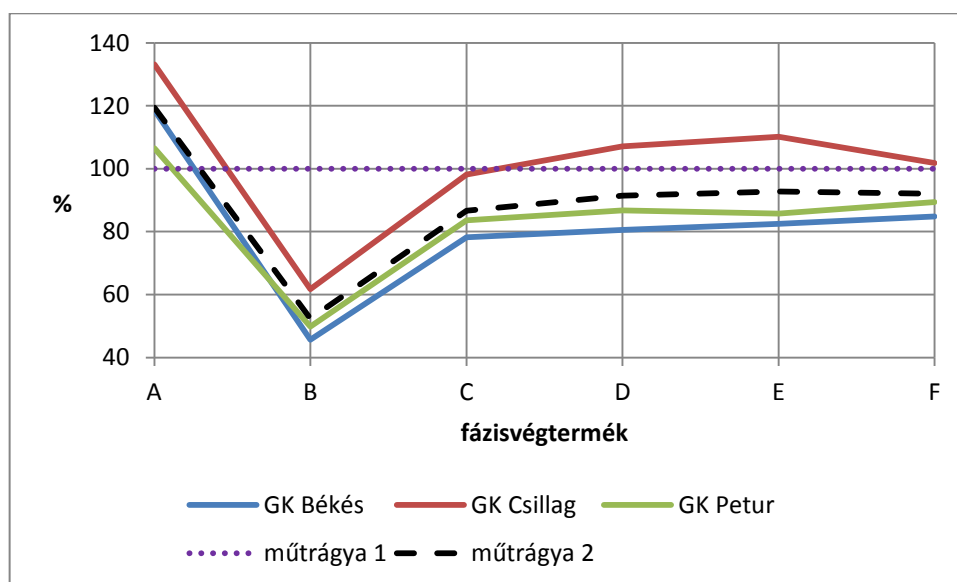


10. ábra. A GK Békés, GK Csillag, GK Petur fajták fejlődésmenete a 2010/2011. évi 2. műtrágyakezelésben

A 11. ábrán az első műtrágyakezelést vettük alapul (100%-nak) és hozzá viszonyítottuk a második műtrágyakezelés során meghatározott fajtánkénti terméselemadatokat.

A grafikonon jól látható, hogy a vizsgált fajták fejlődési vonalai nagyon hasonlóan, egymással szinte párhuzamosan rajzolódnak ki. A hajtásszám tekintetében a GK Békés fajta 54%-kal, a GK Petur 50%-kal és a GK Csillag 38%-kal alatta marad az első műtrágyakezelés fajtaátlagának. A két műtrágyakezelés közötti különbség tehát a területegységenkénti hajtásszám eltérésében szembetűnő, vagyis a második műtrágyakezelésben fejlődő növények, amelyek a kora tavaszi N adagot nem kapták meg nem tudtak olyan mértékben bokrosodni,

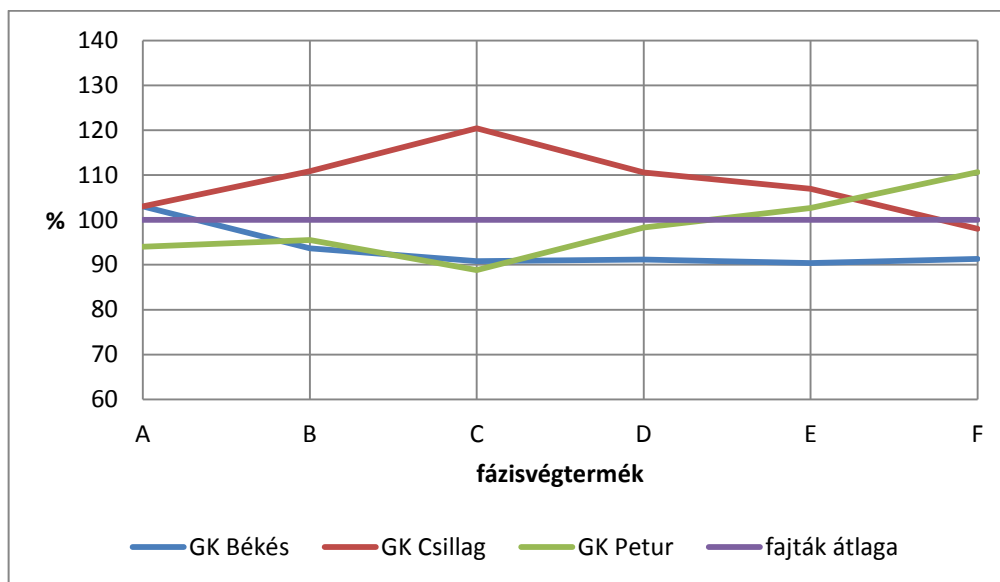
mint az időben N kezelésben (1 műtrágyakezelés) részesülők. A második műtrágyakezelés kevés számú hajtása azonban produktívabb volt, mint az 1. műtrágyakezelés esetén tapasztaltuk, a B (hajtásszám) és C (kalászsza) fázisvégtermékek közötti egyenes meredeken felfelé mutat. Tehát a második műtrágyakezelés április és május eleji N többlete előnyös volt a kalászsza, majd később a kalászkaszsa, szemsza és szemtömeg értékre. A sok, de megkésett N adag azonban nem tudta kompenzálni a 2. műtrágyakezelés növényeinek lemaradását, így a végső fázisvégtermék, a területegységenkénti szemtömeg a 2. műtrágyakezelésben kb. 8%-kal kevesebb volt, mint az 1. műtrágyakezelésben. Természetesen a 3 vizsgált fajta fejlődési vonala valamelyest itt is eltért egymástól. A legszembetűnőbb talán az ezerszemtömeg alakulásában van, hiszen míg a GK Békés és GK Petur fajták a 2. műtrágyakezelés többlet N adagját magasabb ezerszemtömeggel hálálták meg, addig a GK Csillag őszi búza fajta ezerszemtömegében már depressziót váltott ki a túlzott N ellátás (E és F fázisvégtermékek közötti vonal lefelé mutat).



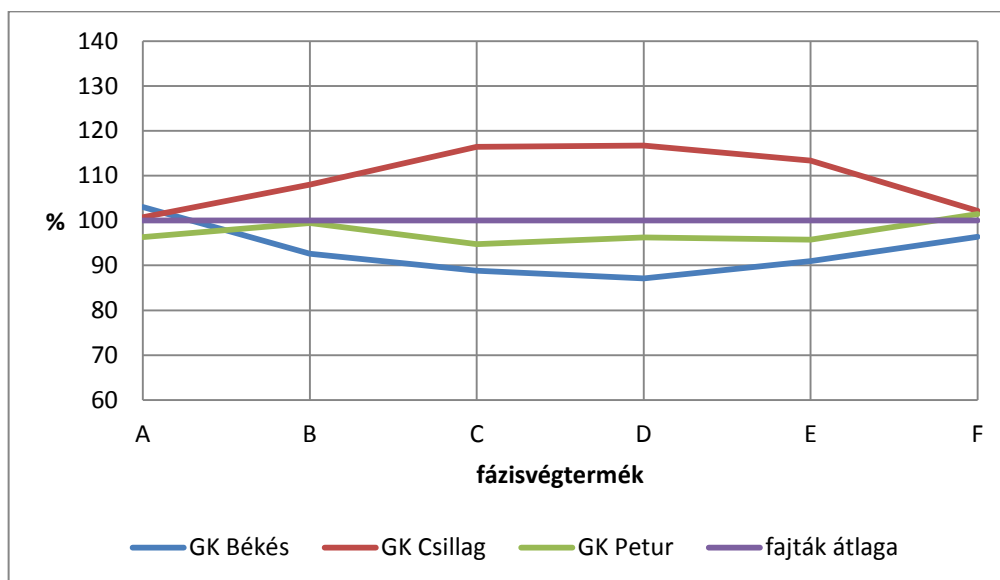
11. ábra. A 2. műtrágyakezelésben részesült fajták összehasonlítása az 1. műtrágyakezeléssel a 2010/2011. évben

A 12. ábrán 2011/2012-es 1. műtrágyakezelésében vizsgált fajták fejlődési vonalait láthatjuk, ahol a 100%-os szintet a fajták átlagos fázisvégtermékei képezik. A kísérlet második évében, az 1. műtrágyakezelésnél is látható, hogy a GK Csillag a területegységenkénti hajtássza, kalászsza kalászkaszsa és szemsza esetében ismét felülmulta a többi fajtát. A GK Csillag ezerszemtömege azonban kisebb, mint a GK Békés és

GK Petur fajtáké, így a területegységenkénti szemtömege 2%-kal a vizsgált fajták átlaga alatt maradt. A GK Békés és GK Petur fajták kezdeti fejlődése (hajtásszám és kalászs szám) nagyon hasonlóan alakult. Később a GK Petur dinamikusabban fejlődött, kalásonkénti kalászkaszáma, kalászkánkénti szemszáma és ezerszemtömege nemcsak a GK Békést, hanem a fajták átlagát is felülmúlta. Így a második vizsgálati év 1. műtrágyakezelésében a GK Petur területegységenkénti szemtömege a fajtaátlagot 11%-kal múlta felül.



12. ábra. A GK Békés, GK Csillag, GK Petur fajták fejlődésmenete a 2011/2012. évi 1. műtrágyakezelésben



13. ábra. A GK Békés, GK Csillag, GK Petur fajták fejlődésmenete a 2011/2012. évi 2. műtrágyakezelésben

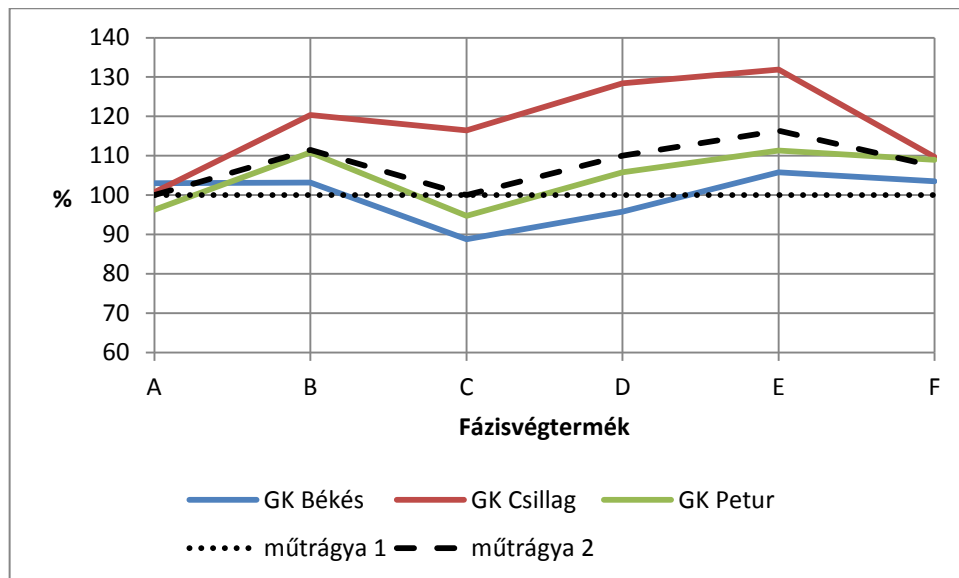
A GK Csillag a második műtrágyakezelés esetén (13. ábra) is rendkívüli bokrosodásával, területegységenkénti kalász- és kalászkaszámával, valamint szemszámával tűnik ki a többi fajtától. Azonban a GK Csillag fejlődési vonalából az is kiolvasható, hogy a fajta szemtermése kicsi, így a termés hozamban csupán 2%-kal tudta megelőzni a vizsgált fajták átlagát. A GK Békés és GK Petur fajták fejlődési vonala szinte párhuzamosan alakul. A két fajta a területegységenkénti hajtásszám, kalászszerkezet, kalászkaszám és szemtömeg értékeivel is elmarad a GK Csillag fajtától. Ezt a lemaradást a nagy ezerszemtömegükkel sem tudták teljes mértékben kompenzálni, hiszen a GK Petur 1%-kal haladta meg a vizsgált fajták átlagát, a GK Békés pedig kb. 4%-kal maradt el attól.

A 14. ábrán az első műtrágyakezelést vettük alapul (100%-nak) és hozzá viszonyítottuk a második műtrágyakezelés során felvett terméselem-adatokat.

A GK Csillag az első kezeléshez képest 20%-kal több a hajtásszáma területegységre nézve. A kalászszerkezet vezető vonal enyhén lefelé ível. A kalászkaszám és a szemszám igen jó eredményt ért el, a szemszám az első műtrágyázáshoz képest 31%-kal jobban teljesített. Területegységre jutó szemtömege viszont csalódást okozott (csak 10%-kal haladta meg az 1. műtrágyakezelés átlagát), mely a kis ezerszemtömeg értékének tulajdonítható.

A GK Békés hajtásszáma jóval a GK Csillag alatti, továbbá a kalászszerkezet 11%-kal, kalászkaszám 13%-kal kisebb, mint az első műtrágyakezelésben a fajták átlaga. A fajta ugyan több kalászkánkénti szemszámot ért el, de a szemek nagysága kisebb volt, mint az első műtrágyakezelésben a fajták átlaga, így jóval nagyobb N adag csupán 3%-os területegységenkénti terméstöbbletet eredményezett.

A GK Petur növényzetben nem, viszont minden más fázisban jobb teljesítményű, mint a GK Békés, így az első műtrágyakezelésben részt vevő fajták átlagához képest 9%-os hozamtöbbletet produkált.



14. ábra. A 2. műtrágyakezelésben részesült fajták összehasonlítása az 1. műtrágyakezeléssel 2011/2012-ben

Ha a két műtrágyakezelésben résztvevő fajták átlagát hasonlítjuk össze, akkor azt tapasztalhatjuk, hogy a 2. műtrágyakezelésben a területegységenkénti hajtásszám nagyobb, viszont a kalászszaám közel azonos az 1. műtrágyakezeléshez. Vagyis a később folyamatosan adagolt N hatására több hajtás alakult ki, ezek viszont már kalászt nem hordoztak, improduktívak lettek, hiszen a kalászkialakulására a többlet N már nem lehetett hatással. A 2. kezelés többletnitrogénje nemcsak a vegetatív részek fejlődését segítette elő, hanem a generatív részek is javulást mutattak: kedvezőbb lett a kalásonkénti kalászkaszám és a kalászkánkénti szemszám is az első (N fejtrágyázásban csak egyszer részesült) kezeléshez képest. A háromszor 50kg/ha-os N fejtrágyázásban részesült kezelés ezerszemtömege kisebb volt, mint az egyszeri fejtrágyázású kezelésé, így a terméshozama csupán 7%-kal haladta meg az első kezelését.

4.2. Az őszi búza szalmatömeg és kalásztömeg arányának alakulása eltérő N kezelésekben

4. táblázat. Szalma- és kalásztömeg aránya műtrágyakezelésenként a vizsgált fajtáknál

Kezelések jelzése	Fajták	2010/2011		2011/2012	
		Szalmatömeg	Kalásztömeg	Szalmatömeg	Kalásztömeg
műtrágya 1	GK Békés	1	1,07	1	1,64
	GK Csillag	1	1,35	1	1,84
	GK Petur	1	1,04	1	1,61
	átlag	1	1,15	1	1,70
műtrágya 2	GK Békés	1	1,20	1	1,77
	GK Csillag	1	1,43	1	1,78
	GK Petur	1	0,97	1	1,47
	átlag	1	1,20	1	1,67
Főátlag		1	1,00	1	1,15

A vizsgálat mindkét évében a fajtákat műtrágyakezelésenként összehasonlítva arra az eredményre jutottunk, hogy a GK Csillag fajta esetén a legnagyobb, a GK Petur fajta esetén pedig a legkisebb a szalmatömeg:kalásztömeg aránya.

A műtrágyakezeléseket összehasonlítva megállapítható, hogy a vizsgálat első (2010/2011) évében a kisebb adagú, kiegyenlítettebb fejtrágyázás (1. műtrágyakezelés) elenyésző mértékben, de kisebb szalmatömeg és kalásztömeg arányt eredményezett, mint a nagyobb adagú, megkésett N trágyázás (2. műtrágyakezelés). A vizsgálat második (2011/2012) évében az egyszeri (1. műtrágyakezelés) és a háromszori (2. műtrágyakezelés) N fejtrágyázás között még csekélyebb különbséget tudtunk megállapítani a szalmatömeg:kalásztömeg arányában.

Tehát megállapíthatjuk, hogy a szalmatömeg és kalásztömeg arányát a műtrágyakezelések alig változtatták meg, sokkal inkább a fajták sajátosságai jutottak érvényre ezen paraméter esetén.

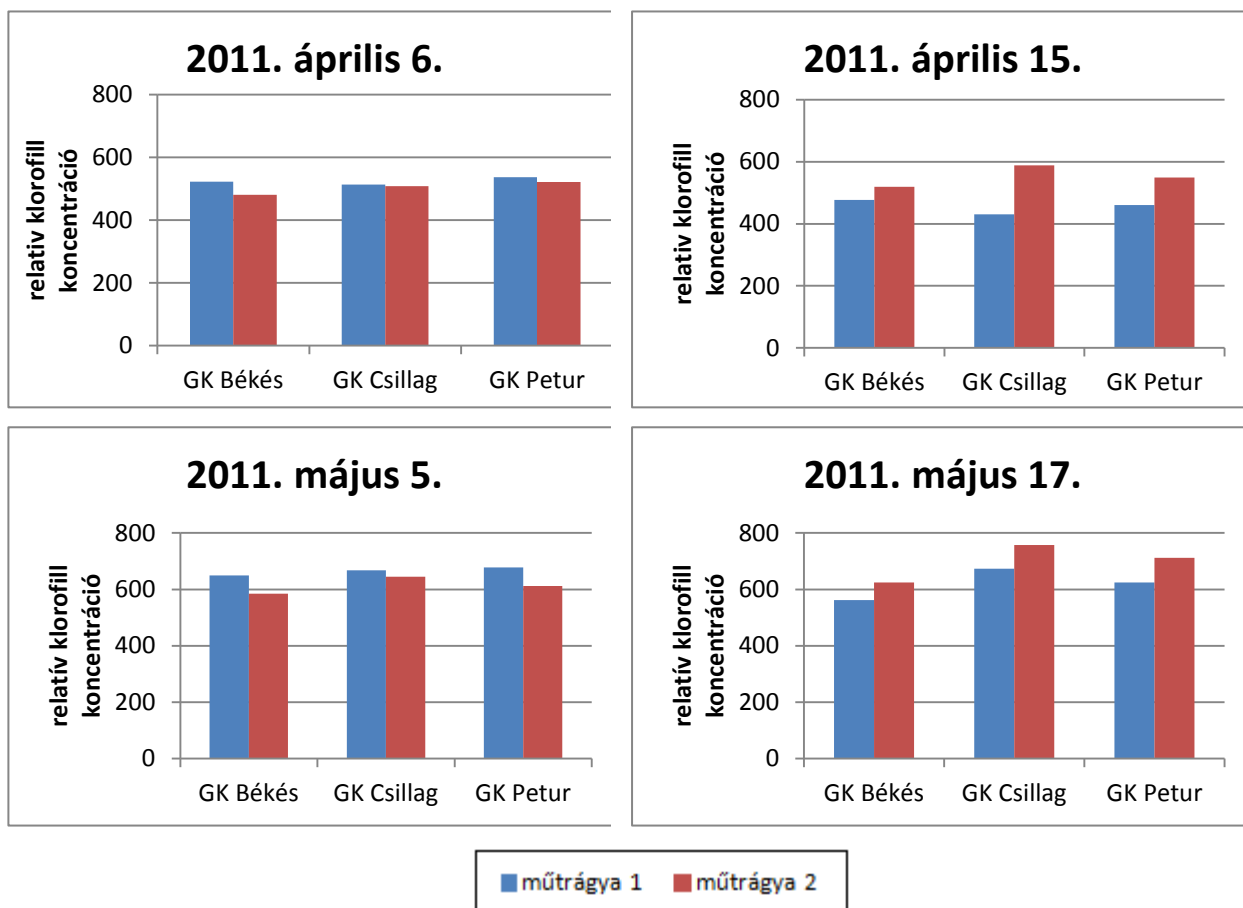
4.3. Hydro N-Tester klorofill-mérő készülékkel végzett vizsgálatok eredményei különböző őszi búza fajtákban és eltérő N kezelésekben

A kísérlet első évében az őszi NPK trágyázás után február 24-én lett kijuttatva 55kg/ha N hatóanyag az 1. műtrágyakezelésre, míg a második műtrágyakezelésű parcellákra ekkor nem szórtak N-t. A Hydro N-Testerrel végzett első mérésünket 2011. április 6.-án, vagyis 2 héttel az első N fejtrágyázást követően végeztük. A 15. ábra bal felső grafikonján látható, hogy az 1. műtrágyakezelésben minden vizsgált fajta klorofilltartalma nagyobb volt, mint a 2. műtrágyakezelésben. Tehát a N fejtrágyázás hatása a Hydro N-Testerrel mérhető volt. A grafikonon az is látható, hogy ugyanazon N adagra az egyes őszi búza fajták eltérő módon reagáltak: a legnagyobb különbséget a GK Békés, a legkisebb különbséget a GK Csillag esetén tapasztaltunk a klorofilltartalomban.

A következő N fejtrágya adagot 2011. április 7-én juttatták ki: az 1. műtrágyakezelésben 27kg/ha, a 2. műtrágyakezelésben 100kg/ha hatóanyag mennyiségben. A 15. ábra jobb felső grafikonján látható, hogy 8 nappal a N kijuttatása után már kimutatható volt a klorofilltartalom növekedése a 2. műtrágyakezelésben. Ekkor a GK Csillag esetén tapasztaltuk a legnagyobb, a GK Békés esetén pedig a legkisebb klorofilltartalom változást.

A következő mérési időpont előtt nem juttattunk ki N fejtrágyát. Látható (bal alsó grafikon), hogy a május 5-i mérésre ismét az 1. műtrágyakezelés növényeinek levelei tartalmaztak több klorofillt.

2011. május 10-én az 1. kezelés növényeinek 27kg/ha, a 2. kezelés parcelláiba 100kg/ha N hatóanyagot juttattunk ki. A műtrágya-kijuttatás után 7 nappal (május 17.) már látható változást tapasztaltunk a relatív klorofill koncentrációban: mindhárom fajta esetén a 2. műtrágyakezelés parcelláinak növényeinél mértünk magasabb értékeket.

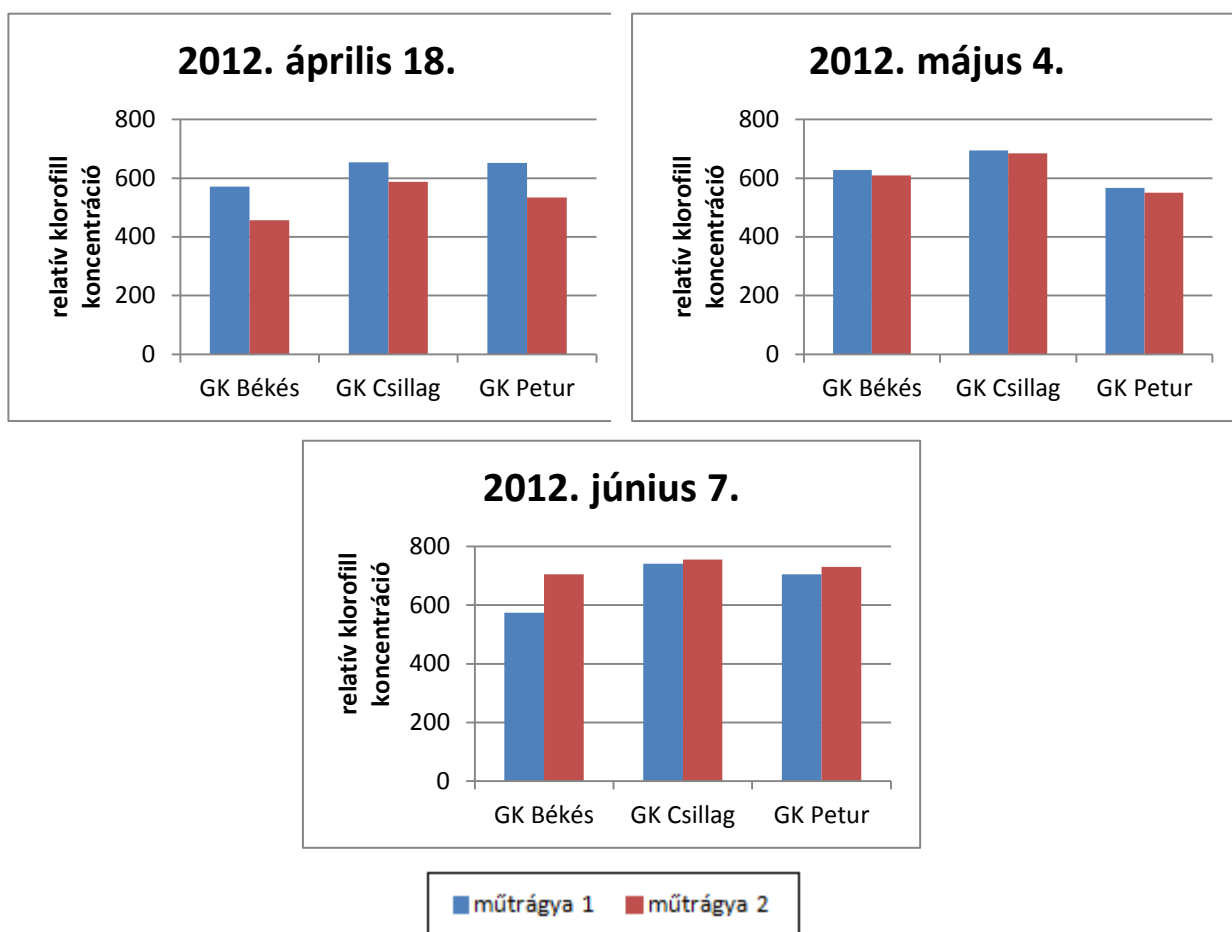


15. ábra. Hydro N-Teszterrel végzett mérések 2011-ben különböző őszi búza fajtákon

A 2011/2012-es tenyészidőszakban az őszi NPK műtrágya kijuttatása után február 20-án mindkét kezelés egyformán 50 kg/ha N fejtrágyát kapott. Dacára az egy időben és egyforma mennyiségben kijuttatott tápanyagellátásnak az április 6-i méréseink arról tanúskodnak (15. ábra), hogy mindhárom fajta 1. műtrágyakezelésében mértünk a magasabb relatív klorofill koncentrációt.

2012. április 19-én a 2. műtrágyakezelés 50kg/ha N hatóanyagban részesült, míg az 1. műtrágyakezelésű parcellák nem kaptak semmit. Így 2012. május 4-én végzett méréskor már azt tapasztaltuk, hogy mindhárom fajta esetén az előzőleg mért klorofilltartalom különbség csökkent.

2012. május 25-én juttattuk ki az utolsó 50kg/ha-os N fejtrágya dózist a 2. műtrágyakezelésre, de az 1. kezelés ekkor sem kapott semmit. Az év utolsó mérése június 7-én volt, amikor megállapíthatjuk, hogy mindhárom fajta relatív klorofill koncentrációja elérte az eddigi legmagasabb eredményt és a 2. műtrágyakezelés növényeinél magasabb volt a relatív klorofill koncentráció, mint az 1. műtrágyakezelés növényeinél.



16. ábra. Hydro N-Teszterrel végzett mérések 2012-ben különböző őszi búza fajtákon

5. KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

A jelenlegi gazdálkodási színvonalon a búza számára a tápanyagellátás döntő fontosságú, amelynek jelentős részét műtrágyák segítségével tudunk biztosítani. Lelley és Mándy (1963) véleménye szerint a búza termesztése esetén a műtrágyázás a legfontosabb agrotechnikai tényező, ugyanakkor a gazdasági és környezetvédelmi tényezőket is figyelembe kell venni a sikeres és fenntartható termesztés megvalósítása érdekében. A tápanyag-ellátás nagyon fontos szerepet játszik az őszi búza növekedésében és fejlődésében is. Harmati (1987), Szentpétery et al. (2005) valamint Pepó (2003) szerint az agrotechnikai tényezők közül a tápanyagellátással növelhetjük leginkább a búza hozamát és javíthatjuk minőségét.

Legnagyobb mértékű műtrágya-felhasználás Magyarországon az 1970-től 1990-ig tartó időszakban volt. Később a 90-es évek elejére a műtrágyaköltségek növekedésével, illetve - egyes szerzők szerint - a szakértelem hiánya miatt a műtrágya-felhasználás drasztikusan csökkent.

Napjainkban a sok új köztermesztésben lévő búza fajta széleskörű, sokoldalú megismerése érdekében egyre nagyobb szerep jut azon fajtaspecifikus tápanyag-ellátási vizsgálatoknak, amelyek a gazdaságos, fenntartható és környezetkímélő őszi búza termesztést célozzák. Jolánkai és Szabó (2005) szerint minden fajtának egyedi igénye van a tápanyagellátás szempontjából, mely alátámasztja, hogy kulcsfontosságú a precíziós tápanyag utánpótlás megvalósítása hazánk területén is. Mivel mindig újabb és újabb fajták jelennek meg a köztermesztésben, ezért nagy kihívás és állandó kutatási téma a hazai nemesítők és agrotechnikai szakemberek számára ezek tápanyag reakciójának ismerete, hisz e nélkül nem tudunk okszerű tápanyagellátást végezni, melyet Jolánkai (1993) is megerősített.

Vizsgálatainkkal arra a kérdésre kerestünk választ, hogy a különböző N-ellátási stratégiák milyen hatással vannak az őszi búza három kiválasztott fajtájának (GK Békés, GK Csillag, GK Petur) a termésmennyiségére és a hozamot meghatározó legfontosabb terméselemeire. Valamint arra is kíváncsiak voltunk, hogy a Hydro N-Tester klorofillmérő alkalmazható-e az őszi búza fajták N-ellátottságának megállapítására, így a precíziós növénytermesztés hazai gyakorlati megvalósítására.

Kísérleteinkben a három szegedi nemesítésű őszi búza fajtát két tenyészidőszakban vizsgáltuk. A vizsgált genotípusok fejlődését Sváb-féle kumulatív terméselemzéssel tanulmányozva megállapítható, hogy azok jellegzetes fejlődési vonallal rendelkeznek, vagyis terméselemeik egymáshoz viszonyított elhelyeződése a fajtára jellemző sajátosságokat mutatnak. Megfigyelhettük, hogy a GK Csillag nagyon kedvező bokrosodású fajta, s ennek

köszönhetően területegységenkénti kalászszáma, kalászkaszáma és szemszáma minden N-ellátási stratégiában kedvezőbb volt, mint a másik két fajta esetén. Viszont eredményeinkből az is jól látszik, hogy a GK Csillag szemtermése kicsi és a kis ezerszemtömege miatt a fajta kezdeti fejlődési előnye nem tudott minden esetben kellőképpen tükröződni a terméshozamokban.

Jolánkai (1993) szerint a genetikai termőképesség realizálásában résztvevő legerősebb tényező a műtrágyázás. A műtrágyázás alkalmazásával a növény fajtaspecifikus tápanyagigényét elégítjük ki, vagyis a természetendő fajta tápanyagreakciójának ismerete nélkül okszerű tápanyagellátás nem lehetséges. Vagyis a Sváb-féle kumulatív terméselemzés grafikonjain a fajták jól elkülöníthető fejlődési jellemzőkkel rendelkeznek viszont azt is láthattuk, hogy a genotípusok vizsgált termés elemeit a termesztési (N-ellátás) és környezeti körülmények jelentősen módosítják.

Az első időszak (2010/2011) első műtrágya kezelésében azok a növények, melyek nem kaptak kora tavaszi fejtrágyázást, nem is bokrosodtak kielégítően. Viszont hajtásaik produktívak voltak (sok hajtásonkénti kalászszám), így bár a későbbi nagy adagú N fejtrágyákkal ugyan kompenzálni nem tudták kezdeti lemaradásukat, mérsékeltebb termésvesztéseget tudtunk regisztrálni. Ezt bizonyítja Bocz (1963) megállapítása is miszerint, a műtrágya felhasználás szoros összefüggésben van a termés hozamával. Viszont Harmati (1987) az időben történő N-ellátásra is felhívja a figyelmet, vagyis hogy a búza N-igényét amennyire lehet folyamatosan és kellő mértékben elégítsük ki. Eredményei Zhai Bing Nian és Li Sheng Xiu (2005) megállapításával is egybeesnek hiszen megállapítják, hogy a N trágya felhasználás hatásosabb a fejlődés korai szakaszában, mint a későbbiben. Tehát vizsgálatainkban a sok, de megkésett N adag rányomta a bélyegét nem csak a termésmennyiségre, hanem a többi terméselemre is.

A GK Békés és GK Petur a magas N adagot nagy ezerszemtömeggel hálálta meg. A GK Csillagnál viszont depresszió mutatkozott így beigazolódott Lásztity (1987) megállapítása, hogy a nitrogén kezelések a vegetatív és generatív fejlődésre is kihatnak.

A második tenyészedőszakban (2011/2012) végzett vizsgálatok eredményeként megfigyelhettük, hogy a második műtrágyakezelésben (három egyenlő N adag) részesült növények fejlődésmenete sokkal kiegyenlítettebb volt, mint a csupán februári nitrogén fejtrágyázottaké. Vizsgálataink alapján azt is tapasztalhattuk, hogy a folyamatos N fejtrágyázás nagyobb területegységenkénti hajtásszámot, viszont közel azonos kalászszámot eredményezett, mint a csupán egyszeri N kezelésben részesült állomány. Vagyis a később

folyamatosan adagolt N hatására több hajtás alakult ki, ezek viszont már kalászt nem hordoztak, improduktívak lettek.

Koltay (1971a) véleménye szerint a kalászpoduktivitás a N hatására javul, vagyis a kalásonkénti szemszám értéke nő. Lelley és Mándy (1963) véleménye ezzel teljesen megegyezik, hiszen szerintük amellet, hogy a nitrogén főként a búza vegetatív fejlődését segíti, a generatív szervek fejlődésére is hatást gyakorol, mert a kalászka differenciálódása a vegetatív fázisban felvett N mennyiségtől függ. Kísérletünkben ezt mi is láthattuk, vagyis hogy a többletnitrogén nemcsak a vegetatív részek fejlődését segítette elő, hanem a generatív részek is javulást mutattak: kedvezőbb lett a kalásonkénti kalászkaszám és a kalászkánkénti szemszám is a N fejtrágyázásban csak egyszer részesült kezeléshez képest.

Ragasits szerint (1998) nitrogénhiány esetén az őszi búza bokrosodása gyenge, akár el is maradhat, a kalászok pedig kicsik, vagyis gyenge N-ellátottság esetén a gyenge bokrosodás ritka állományt, a csekély kalászkaképződés pedig kis kalászokat és kevés szemet okoz. Végső soron a N-hiány terméscsökkenést idéz elő (Jolánkai és Szabó 2005). Vizsgálataink második évi N-kezelései ezekkel a megállapításokkal teljesen szinkronban voltak. Alátámasztható a második műtrágyakezelés sikeressége az elsővel szemben Yue-Shou Song és mtsai (1997) kutatásaik eredményével is miszerint a termés mennyisége növelhető a későbbi fejlődési fázisok alatt kiszórt N műtrágya által. Viszont teljesen egyetértünk Ragasits (1983) megfogalmazásával: a nitrogén adagok növelése a szemnagyságot csökkenti.

Összességében megállapíthatjuk, hogy a folyamatos és kellő mennyiségű N kijuttatásával értük el a legmagasabb terméshozamokat, a megkésett, de nagyobb adagú trágyázás esetében ugyan a növények vegetatív fejlődése megfelelő volt, de gyengébb terméseredményeket értek el. Megállapíthatjuk, hogy a túlzott adagú nitrogén ellátás nem csak a környezetet szennyezi és felesleges költséget ró a gazdálkodóra, hanem a termés mennyiségben sem tud realizálódni, melyet Darwinkel és Titulaer (2000) illetve Cui Zhen Ling et al. (2006) is megfogalmaz.

Darwinkel és Titulaer (2000) szerint a túlzott nitrogén adagolás gyenge szem szalma arányt okoz. Ezzel szemben a két éves kísérlet eredményei alapján arra jutottunk, hogy a szalmatömeg és kalásztömeg arányát a műtrágyakezelések alig változtatták meg, ezen paraméter sokkal inkább fajtasajátosság.

A saját illetve mások (Fotyma 2002, Reeves et al., 1993; Fox et al., 1994; Hoel 2002.; Ortuzar-Iragorri et al., 2005.; Arregui et al., 2006.; Naud et al. 2009.; Kozhukhar 2010.) kutatási eredményei alapján leszögezhetjük, hogy a Hydro N-Tester alkalmas az őszi búza N-ellátottságának megállapítására, hiszen vizsgálatainkban a N fejtrágyázások után egy héttel

már számszerűsíthető volt a levelekben a klorofill-szint változás. Megállapításainkat Koltay és Balla (1975), Bocz és Győri (1985), Ducsay és Ryant, (2005) véleménye is alátámasztja, miszerint az őszi búza megfelelő időben való N trágyázásához elengedhetetlen tudni a fajta sajátosságait, igényeit. Ezért javasoljuk a precízebb, költség- és környezetkímélőbb búzatermesztő gazdálkodóknak, illetve szaktanácsadóknak az ilyen vagy ehhez hasonló készülék használatát. Azonban fontos arra is felhívni a műszert használók figyelmét, hogy a kapott értékek nemcsak a kijuttatott N mennyiségétől függenek, hanem a fajták is jelentősen befolyásolják azokat. Ezért a köztermesztésben legelterjedtebb őszi búza fajták esetén célszerű lenne több ilyen jellegű vizsgálatot is végezni, hogy a gazdálkodók számára a fajtasajátosságok figyelembevételével lehessen megvalósítani a termőhelyi sajátosságoknak megfelelő precíziós N-ellátást.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

A gabonafélék rendkívül fontos szerepet töltenek be a humán táplálkozásban, így a világon és Magyarországon is a legnagyobb területen termesztett növények. A gabonafélék közül az őszi búzát évente 1-1,2 millió ha-on termesztjük, mely azon túl, hogy étkezésünk legalapvetőbb gabonaféléje, az állatok takarmányozásában is igen nagy szerepet tölt be.

A búza a tápanyag-ellátás szempontjából gabonanövényeink közül az egyik legigényesebb, illetve legjobban reagáló kultúránk, ezért is tekinthetjük a tápanyagellátási kísérletek modell-növényének. A búza egyes fenofázisaiban különböző mértékben igényli a különféle tápanyagokat, melyek kielégítésére bevált módszerek, időpontok és termesztéstechnológia áll a gazdálkodók segítségére. Mégis az idő előrehaladtával, a klímaváltozással, az újabb fajták megjelenésével egyre korszerűbb módszerek kifejlesztésére van szükség, hogy termesztése gazdaságosabb és környezetkímélő legyen. Az új fajták termesztésbe vonásával szükségessé válik a fajtaspecifikus trágyázás megvalósítása, hiszen csak akkor érhetünk el optimális termésátlagot, ha a gazdasági és környezetvédelmi szempontok figyelembevételével az őszi búza fajtáinknak minden körülményt maximálisan biztosítunk.

A búza fajták optimális fejlődésének egyik legfontosabb tényezője a nitrogén-ellátás optimalizálása, melyhez fel kell tudnunk mérni a növény nitrogén-ellátottságát. Régebben csak analitikai vizsgálatokkal lehetett feltérképezni a búza N-ellátottságát, ami időigényes és költséges művelet. Ma már lehetőségünk nyílik arra, hogy a növény megsebzése, megsértése nélkül, kint a területen hatékonyan és azonnal megállapíthassuk a növény N-ellátottságát, amely már a precíziós búzatermesztés lehetőségét vetíti elénk.

Kísérletünk célja az volt, hogy Sváb-féle kumulatív terméselemzés segítségével megállapítsuk a N fejtrágyázás hatását a vizsgált három szegedi nemesítésű őszi búza fajta fejlődésmenetére, illetve a Hydro N-Tester alkalmazásával rámutassunk a precíziós növénytermesztés jelentőségére és lehetőségeire.

Vizsgálatainkat a Gabonakutató Nonprofit Közhasznú Kft. Szeged–Öthalmi Kísérleti telepén végeztük. A 2010/2011, illetve a 2011/2012-es tenyészidőszakban, három fajtát (GK Békés, GK Csillag, GK Petur) alkalmaztunk. A műtrágyakezelések a dózisokban és a kijuttatás idejében is eltértek. 2010/2011. év őszén mindkét kezelésre 45-45-45kg/ha hatóanyagot juttattak ki mindhárom makroelemből (N, P, K). Ezt követően az első műtrágyakezelésre csak nitrogént juttattak ki, február végén 55kg/ha mennyiségben; majd április elején 27 kg/ha és május 1. dekádjában 27kg/ha adagban. A második kezelésben a

szeptemberi adag megegyezett az első kezelésben feltüntetettekkel, ellenben a februári kezelés kimaradt, majd áprilisban és májusban a kijuttatott adag 100-100 kg/ha volt.

A második kísérleti évben (2011/2012.) két műtrágyakezelés őszi alaptrágyázása (45kg/ha N, 45kg/ha P₂O₅ és 45kg/ha K₂O) és kora tavaszi (2012. február 20.) fejtrágyázása nem különbözött, viszont további fejtrágya-adagot már csak a második műtrágyakezelés kapott, 50-50 kg/ha N hatóanyag mennyiségben.

Kísérleteink eredményéből megállapítható, hogy azok a növények, amelyek a kora tavaszi N adagot nem kapták meg nem tudtak olyan mértékben bokrosodni, mint az időben N kezelésben részesülők. Vizsgálatainkból az is kiderült, hogy az áprilisi és május eleji N többlet előnyös volt a kalászs szám, majd később a kalászkaszám, szemszám és szemtömeg értékére. A sok, de megkésett N adag azonban nem tudta kompenzálni a növények lemaradását, így a végső fázisvégtermék, a területegységenkénti szemtömeg kevesebb volt, mint a kisebb adagú, kiegyenlítettebb fejtrágyázás esetén. A fajtaspecifikus N-kezelés jelentőségét is megfigyelhettük kísérletünkben: hiszen amíg a GK Békés és GK Petur fajták a nagyobb adagú N fejtrágyázást magasabb ezerszemtömeggel hálálták meg, addig a GK Csillag őszi búza fajta ezerszemtömegében már depressziót váltott ki a túlzott N ellátás. Vizsgálataink alapján azt is tapasztalhattuk, hogy a folyamatos N fejtrágyázás a nagyobb területegységenkénti hajtásszámot viszont közel azonos kalászs számot eredményezett, mint a csupán egyszeri N kezelésben részesült állomány. Vagyis a később folyamatosan adagolt N hatására több hajtás alakult ki, ezek viszont már kalászt nem hordoztak, improduktívak lettek, hiszen a kalászk kialakulására a többlet N már nem lehetett hatással. Láthattuk, hogy a többletnitrogén nemcsak a vegetatív részek fejlődését segítette elő, hanem a generatív részek is javulást mutattak: kedvezőbb lett a kalásonkénti kalászkaszám és a kaláskánkénti szemszám is a N fejtrágyázásban csak egyszer részesült kezeléshez képest. Vizsgálatainkból az is kiderül, hogy az őszi búza számára a folyamatos, több részletben kijuttatott N-adag előnyösebb, magasabb termés hozamot eredményez, mint a kevesebb alkalommal kiszórt nagy adagú N-dózisok.

Kísérletünk során arra jutottunk, hogy a szalmatömeg és kalásztömeg arányát a műtrágyakezelések alig változtatták meg, sokkal inkább a fajták sajátosságai jutottak érvényre ezen paraméter esetén.

A Hydro N-Testerrel végzett vizsgálatok alapján leszögezhetjük, hogy a műszer alkalmas az őszi búza N-ellátottságának megállapítására, hiszen a N fejtrágyázások után egy héttel már számszerűsíthető volt a levelekben a klorofill-szint változás. Viszont arra is szeretnénk felhívni a figyelmet, hogy a műszer értékei nemcsak a kijuttatott N mennyiségétől

függenek, hanem a fajták is jelentősen befolyásolják azokat. Ezért a köztermesztésben legelterjedtebb fajták esetén célszerű lenne több ilyen jellegű vizsgálatot is végezni, hogy a gazdálkodók számára a fajtasajátosságok figyelembevételével lehessen megvalósítani a termőhelyi sajátosságoknak megfelelő precíziós N-ellátást.

7. IRODALOMJEGYZÉK

1. ANTAL J. (1999): Szántóföldi növények trágyázása. 295-366. p. In: FÜLEKY GY. (Szerk.): *Tápanyag-gazdálkodás*. Budapest: Mezőgazda Kiadó, 714 p.
2. ARREGUI, L. M., LASA, B., LAFARGA, A., IRANETA, I., BAROJA, E., QUEMADA, M. (2006): Evalution of chlorophyll meters as tools for N fertilization in winter wheat under humid Mediterranean conditions. *European Journal of Agronomy*. 24. 2: 140-148 p.
3. BALOGH Á. (2009): A fajtasecifikus tápanyagellátás hatása az őszi búza termésmennyiségére és minőségére. PhD értekezés. Debrecen 137. p.
4. BAUERLE, W. L., WESTON, D. J., BOWDEN, J. D., DUDLEY, J. B., TOLER J. E. (2004): Leaf absorptance of photosynthetically active radiation in relation to chlorophyll meter estimates among woody plant species. *Scientia Horticulturae*. 101. 1-2: 169-178 p.
5. BOCZ E. – KOVÁCS G. – RUZSÁNYI L. – VARGA J. (1996): Búza. In: BOCZ E. (szerk.): Szántóföldi növénytermesztés. Mezőgazda Kiadó Bp. 212-282 p.
6. BOCZ E. (1963): Szerves és műtrágyák korszerű alkalmazása a szocialista nagyüzemekben. MTA Agrártud. Oszt. Közl. Budapest. 22. 3-4: 468-471 p.
7. BOCZ E., GYŐRI Z (1985): Az öntözés és tápanyagellátás hatása a búza termesztésére 527-534 p., In: BAJAI J., KOLTAY Á. (Szerk.): *Búza termesztési kísérletek 1970-1980*. Budapest: Akadémiai Kiadó, 816. p.
8. BOCZ E., PEPÓ P. (1985): AZ őszi búza fajták trágyareakciójának vizsgálata csernozjom talajon. *Növénytermelés*. 34. (6) 481-493. p.
9. CHANG, S. X., ROBINSON, D. J. (2003): Nondestructive and rapid estimation of hardwood foliar nitrogen status using the SPAD -502 chlorophyll meter. *Forest Ecology and Management*. 181. 3: 331-338 p.
10. CHAPMAN, S. C., BARRETO, H. J. (1997): Using a chlorophyll meter to estimate specific leaf nitrogen of tropical maize during vegetative growth. *Agronomy Journal*. 89. 2: 557-562 p.
11. CHUBACHI, T., ASANO, I., OIKAWA, T. (1986): The diagnosis of nitrogen nutrition of rice plants (Sasanishiki) using chorophyll meter. *Japanese Journal of Soil Science and Plant Nutrition*. 57. 2: 190-193 p.
12. COSTE S., BARALOTO C., LEROY C., MARCON É., RENAUD A., RICHARDSON A. D., ROGGY J-C., SCHIMANN H., UDDLING J., HERAULT B.,

- 2010: *Assessing foliar chlorophyll contents with the SPAD-502 chlorophyll meter: a calibration test with thirteen tree species of tropical rainforest in French Guiana*; *Annals of Forest Science* 67. szám, 607 p.
13. CUI ZHEN LING, CHEN XIN PING, LI JUN LIANG, XU JIU FEI, SHI LI WEI, ZHANG FU SUO (2006): Effect of N fertilization on grain yield of winter wheat and apparent N losses. *Pedosphere Science Press*. 16 (6) 806-812. p.
 14. DARWINKEL A. (2000): N requirement and N uptake in high-yielding winter wheat: effects of high nitrogen applications on grain yield and yield components. *PAV-Bulletin-Akkerbouw*. (April) 16-19 p.
 15. DARWINKEL A., TITULAER H. H. H. (2000): Nitrogen in high-yielding winter wheat: effects of high nitrogen rates on nitrogen balance in the crop and the soil. *PAV-Bulletin-Akkerbouw*. (2) 11-15 p.
 16. DEBRECZENI B., DVORACSEK M. (1994): Szántóföldi tartamkísérletek különböző NPK-adagokkal, -arányokkal és műtrágyázási módokkal 166-284. p. In: DEBRECZENI B., DEBRECZENI B.-NÉ (Szerk.): *Trágyázási kutatások 1960-90*. Akadémiai Kiadó. Budapest. 411 p.
 17. DEBRECZENI B.-NÉ, RAGASITS I. (1996): A búza optimális tápanyagellátása eltérő talaj- és ökológiai viszonyok között. *Agrofórum*. 7. (11) 8-10 p.
 18. DUCSAY L., LOZEK O., VARGA L. (2004): The winter wheat response to topdressing with nitrogen. *Acta Fytotechnica et Zootechnica*. 7 (3) 67-71. p.
 19. DUCSAY L., RYANT P. (2005): Effect of different forms of nitrogen fertilizers applied in the end of tillering on yield and quality of winter wheat grain. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. 53 (4) 43-50. p.
 20. DUCSAY L., RYANT P. (2005): Effect of different forms of nitrogen fertilizers applied in the end of tillering on yield and quality of winter wheat grain. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. 53 (4) 43-50 p.
 21. ERDEI P. (1987): Agrotechnika. 401-414. p. In: BARABÁS Z. (Szerk.): *A búzatermesztés kézikönyve*. Budapest: Mezőgazdasági Kiadó, 538. p.
 22. FEIBO, W., LIANGHUA, W., FUHUA, X. (1998): Chlorophyll meter to predict nitrogen sidedress requirements for short –season cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Field Crops Research*. 56. 3: 309-314 p.
 23. FOTYMA E. (2002): Variety differentiation of chlorophyll content in the leaves of winter cereals.(Zroznacowanie odmianowe zawartosci chlorofilu w lisciach zboz ozimych.) 6. Scientific Conference IUNG: Crop Production in Poland; Environment -

- Biology - Technology. Pulawy (Poland). 3-5 Jun 2002. Pamietnik-Pulawski (Poland). Special number. (2002). (no.130(1)) 171-178. p.
24. 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 p.
 25. GEORGIEVICS M. (1971): A nagy hozamú búzafajták összehasonlító vizsgálata a hazai fajtákkal Szolnok megyében. 535-542. p. In: BAJAI J. (Szerk.): *Búzatermesztési kísérletek 1960-1970*. Budapest: Akadémiai Kiadó, 641. p.
 26. GOUIS J. L., PLUCHARD P., LE-GOUIS J., TIGERSTEDT P. M. A. (1996): XIV. EUCARPIA Congress on Adaptation in Plant Breeding. Jyväskylä, Finland. *Euphytica*. 92 (1-2) 221-224 p.
 27. HARMATI I. (1982): A búza fajtaspecifikus műtrágyázása. MÉM NAK. Budapest.
 28. HARMATI I. (1987): Tápanyagellátás. 351-365. p. In: BARABÁS Z. (Szerk.): *A búzatermesztés kézikönyve*. Budapest: Mezőgazdasági Kiadó, 538. p.
 29. HARMATI I. (1987): Tápanyagellátás. 351-365. p. In: BARABÁS Z. (Szerk.): *A búzatermesztés kézikönyve*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 538 p.
 30. HARMATI I., GYURIS K. (2002): A N és P műtrágyák hatása a búza szemtermésére és termésösszetevőire. In: JÁVOR A., SÁRVÁRI M. (Szerk.): *Innováció, a tudomány és a gyakorlat egysége az ezredforduló agráriumban. Növénytermesztés*. DE ATC-SZIE kiadványa - Debrecen. 301 –307. p.
 31. HE MING RONG, YANG WEN YU, WANG XIAO YING, WANG ZHEN LIN, YANG WAN LI (2005): Effects of different N management on the grain yield and quality, and N fertilizer use efficiency of winter wheat. *Acta Agronomica Sinica*. 31 (8) 1047-1051. p.
 32. HE MING RONG, YANG WEN YU, WANG XIAO YING, WANG ZHEN LIN, YANG WAN LI (2005): Effects of different N management on the grain yield and quality, and N fertilizer use efficiency of winter wheat. *Acta Agronomica Sinica*. 31 (8) 1047-1051. p.
 33. HOEL, BERNT OLAV (2002): Chlorophyll meter readings in winter wheat: Cultivar differences and prediction of grain protein content. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B Soil & Plant Science*. 52(4). 2002. 147-157.
 34. HORVAT D., LONCARIC Z., VUKADINOVIC V., DREZNER G., BERTIC B., DVOJKOVIC K. (2006): The influence of mineral fertilization on winter wheat yield and quality. *Cereal Research Communications*. 34 (1) 429-432. p.

35. [http 1.: www.fao.org](http://www.fao.org). Letöltve: 2012. április 25.
36. [http 2.: www.yara.hu](http://www.yara.hu) Letöltve: 2011. április 15.
37. [http 3.: www.borealisgroup.com/pdf/155200/W4W_CAST_Precision_Farming.pdf](http://www.borealisgroup.com/pdf/155200/W4W_CAST_Precision_Farming.pdf),
Letöltve: 2011. május 24.
Innováció, a tudomány és a gyakorlat egysége az ezredforduló agráriumban.
Növénytermesztés. (Szerk.: JÁVOR A., SÁRVÁRI M.) DE ATC-SZIE kiadvánia-
Debrecen.
38. JANAKI, P., THIYAGARAJAN, T. M. (2004): Effect of SPAD techniques and
planting density on 'y' leaf nitrogen concentration in transplanted rice. *Acta
Agronomica Hungarica*. 52. 1: 95-104 p.
39. JIANG A NING, HUANG WEN JIANG, ZHAO CHUN JIANG, LIU LIANG YUN,
WANG JI HUA, LIU KE LI (2007): Effect of variable nitrogen application based on
spectral index on winter wheat grain yield and economic benefits. *Journal of Triticeae
Crops*. 27. (1) 122-126. p.
40. JOLÁNKAI M, MÁTÉ A. (2001): A tápanyagvisszapótlás hazai szimptómái. 33-39.
p. In.: JÁVOR A, SZEMÁN L. (szerk.): Innováció, a tudomány és a gyakorlat
egysége az ezredforduló agráriumban. Növénytermesztés.Gödöllő-Debrecen.
Konferencia kiadvány.
41. JOLÁNKAI M. – SZABÓ M. (2005): Búza, 183-205 p. In: ANTAL J. (szerk.):
Növénytermesztéstan 1. A növénytermesztéstan alapjai Gabonafélék. Mezőgazda
Kiadó, Budapest, 183-204 p.
42. JOLÁNKAI M. (1981): Őszi búza fajták tápanyag és vízhasznosítása. Kandidátusi
értekezés. Martonvásár 158 p.
43. JOLÁNKAI M. (1993): A búzatermesztés egyes meghatározó tényezői. Tézisek a
mezőgazdasági tudomány doktora fokozat elnyeréséhez. Martonvásár.
44. JOLÁNKAI M. (2006): A földművelés fejlődésének rövid története, 15-21. p. In:
BIRKÁS M. (Szerk.): *Földművelés és földhasználat*. Mezőgazda Kiadó Budapest, 414
p.
45. JOLÁNKAI M., LÖVEI I., BARLA SZ. G. (1986): A genetikai termőképesség
realizálását elősegítő agrotechnika kidolgozása In: HAJDÚ M.: Jövedelmezőbb
búzatermesztés. MÉM Mérnök és Vezető- és továbbképző Intézet Budapest. 25-36. p.
46. JONGSCHAAP, R. E. E., BOOIJ, R. (2004): Spectral measurements at different
spatial scales in potato: relating leaf, plant and canopy nitrogen status. *International
Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*. 5. 3: 205-218 p.

47. KÁDÁR I (1997): Talajaink tápelemgazdálkodása az ezredfordulón. *Növénytermelés*. 46 (1) 73-84. p.
48. KÁDÁR I., LÁSZTITY B. (1979): Az őszi búza tápanyagfelvételének tanulmányozása szabadföldi kísérletben. *Agrokémia és Talajtan*. 28. 3-4 p.
49. KASSAI M. K. (2004): Az őszi búza minőségének herbológiai tényezői. *Doktori (PhD) értekezés*. Gödöllő.
50. KISMÁNYOKY T., BALÁZS J., HOFFMANN S., KOVÁTS A., SZANYI A. (1989): Gabonák vetésforgójának vizsgálata. In: MATE Talajtani Társaság Vándorgyűlése. Szarvas 1988. szept. 1-2. *Agrokémia és talajtan* 38. (1-2.) 93-97.
51. KISMÁNYOKY T., KISS L. (1998): A különböző szerves trágyák és a műtrágyázás hatása a gabonák termésére tartamkísérletben. *Növénytermelés*. 47 (3) 313-326 p.
52. KOLTAY Á. (1971a): A termesztési tényezők hatása a búzafajták szemtermésére és terméslelemeire. 111-123. In: BAJAI J. (Szerk.): *Búzatermesztési kísérletek 1960-1970*. Budapest: Akadémiai Kiadó, 641. p.
53. KOLTAY Á. (1971b): Vetésidő-kísérletek búzafajtákkal (1965-1967). 465-469. p. In: BAJAI J. (Szerk.): *Búzatermesztési kísérletek 1960-1970*. Budapest: Akadémiai Kiadó, 641. p.
54. KOLTAY Á., BALLA L. (1975): Búzatermesztés és -nemesítés, Budapest: Mezőgazdasági Kiadó, 254. p.
55. KOTEVA V. (2001): Hydro-N-tester diagnostic of the wheat and barley nitrogen fertilizing. *Pochvoznanie,-Agrokhimiya-i-Ekologiya (Bulgaria). Soil Science Agrochemistry and Ecology*. (2001). v. 36(2-3) p. 53-58.
56. KOVÁTS A. (1971): Az Őszi búza tenyészőcsúcsának differenciálódása különböző vetésidő és tápanyag-ellátottság esetén. 135-148. p. In: BAJAI J. (Szerk.): *Búzatermesztési kísérletek 1960-1970*, Budapest: Akadémiai Kiadó, 641. p.
57. KOVÁTS A. (1981): Növénytermesztési praktikum. Budapest: Mezőgazdasági Kiadó, 386. p.
58. KOVÁTS A. (1996): A búza morfológiája, fejlődése. 224-238. In: BOCZ E. (Szerk.): *Szántóföldi növénytermesztés*, Budapest: Mezőgazda Kiadó, 887. p.
59. KOZHUKHAR, T.V.; KOKHAN, S.S.; KIRICHENKO, E.V. (2010): Effect of mineral fertilization and preplant treatment of seeds with biological preparations on the content of chlorophyll in winter wheat leaves. *A poxnmnR*, no. 1. 2010; 61-67 p.

60. KRISTAPONYTE I., MAIKSTENIENE S. (2004): The influence of nitrogen fertilizer rates on winter wheat (*Triticum aestivum* L.) grain yield and quality. *Zemes ukio Mokslai*. (4) 7-14. p.
61. KRISTÓ I. (2004): Növénytermesztés II. A gabonafélék termesztése, Jegyzet; Hódmezővásárhely. 7-36 p.
62. LÁNG G. (1966): A búza. 48-111. p. In: LÁNG G. (Szerk.): *A növénytermesztés kézikönyve I*. Budapest: Mezőgazdasági Kiadó, 591. p.
63. LÁSZTITY B. (1987): A műtrágyázás és a szervesanyag-produkció dinamikája az őszi búzanövényben. *Növénytermelés*. 36 (2) 105-116 p.
64. LÁSZTITY B. (1988a): A műtrágyázás hatása a tápanyagok felvételére és dinamikájára őszi búzában (N-, P-, K-, Ca-, Mg). *Növénytermelés*. 37 (4) 143-155. p.
65. LELLEY J., MÁNDY GY. (1963): A búza, (*Triticum aestivum* L.) Budapest: Akadémiai Kiadó
66. LESZNYÁK M.-NÉ (1998): A termesztési tényezők hatása az őszi búza szárazanyagprodukciójára és terméselemekre. *Növénytermelés*. 47. (4) 461-469. p.
67. LESZNYÁK M.-NÉ (2001): A termesztési tényezők hatása az őszi búza termésére és a terméselemekre 2000-ben, *Debreceni Egyetem Agrártudományi közlemények – Acta Agraria Debreceniensis*. (1) 26-32. p.
68. LÖNHARDNÉ BORY É., NÉMETH I., RAGASITS I. (1995): N és P trágyázás hatása a búza generatív fejlődésére. *Növénytermelés*. 44. 2: 171-177. p.
69. MARÁCZI K., H. BARACSI É., (2011): Roncsolásmentes ökofiziológiai vizsgálatok díszcserjéken, Pannon Egyetem, Gerorgikon Kar, 1 p.
70. MATTSSON L. (2004): Nitrogen fertilization in winter wheat. (Kvaveintensitet i hostvete vid olika forutsattningar.) *Rapport Avdelningen for Vaxtnaringslara, Institutionen for Markvetenskap, Sveriges Lantbruksuniversitet*. (209) 35 p.
71. NAUD, CCBDRIC; MAKOWSKI, DAVID; JEUFFROY, MARIE-HCBLC.NE (2009): Leaf transmittance measurements can improve predictions of the nitrogen status for winter wheat crop. *Field crops research*. 2009 Jan. 5. 110(1) p. 27-34.
72. NÉMETH I., TÓTH B., TÖLGYESI GY. (1987): A különböző adagú istálló- és műtrágya hatása az őszi búza mikroelem-tartalmának alakulására. *Növénytermelés*. 36. (2) 117-124 p.
73. ORTUZAR-IRAGORRI, M. A.; ALONOS, A.; CASTELLON, A.; BESGA, G.; ESTAVILLO, J.M.; AIZPURUA, A. (2005): N-tester use in soft winter wheat:

- evaluation of nitrogen status and grain yield prediction. *Agronomy journal*. 2005 Sept-Oct. 97(5) 1380-1389. p.
74. PENG, S., GARCIA, F. V., LAZA, R. C., CASSMAN, K. G. (1993): Adjustment for specific leaf weight improves chlorophyll meter's estimation of rice leaf nitrogen concentration. *Agronomy Journal*. 85. 5: 987-990 p.
75. PEPÓ P. (1990): Őszi búzafajták trágyázása és öntözése. *Kandidátusi értekezés*. Debrecen.
76. PEPÓ P. (1995): Újabb adatok az őszi búza fajtaspecifikus tápanyagellátásához, *Debreceni Agrártudományi Egyetem Tudományos Közleményei*, Tom. XXXII. Debrecen, 125-142. p.
77. PEPÓ P. (1996): Az őszi búzatermesztés kritikus pontjai, *Gyakorlati Agroforum*. 7 (10) 3-8 p.
78. PEPÓ P. (2004a): Őszi búza fajtaspecifikus tápanyag-reakciójának vizsgálata tartamkísérletben. *Növénytermelés*. 53. (4) 339-350. p.
79. PEPÓ P. (2004b): Őszi búza tápanyagellátása a Hajdúságban. *MTA Doktori Értekezés*. 189. p.
80. PEPÓ P., ZSOMBIK L. (2002): A hazai őszi-búza-termesztés helyzete és fejlesztési lehetőségei, *Gyakorlati Agroforum*. 13 (9) 2-4 p.
81. PETHES J., KISS E., DEBRECZENI B.-NÉ (1997): A N fejtrágya megosztásának hatása őszi-búza-fajták kalászának tömegére és kalászszáma, *Növénytermelés*. 46 (2) 163-175.p.
82. PIEKIELEK, W. P., FOX, R. H., TOTH, J. D., MACNEAL, K. E. (1995): Use of a chlorophyll meter at the early dent stage of corn to evaluate nitrogen sufficiency. *Agronomy Journal*. 87. 3: 403-408 p.
83. PINKARD, E. A., PATEL, V., MOHAMMED, C. (2006): Chlorophyll and nitrogen determination for plantation –grown *Eucalyptus nitens* and *E. globulus* using a non-destructive meter. *Forest Ecology and Management*. 223. 1-3: 211-217 p.
84. PIONEER HÍRADÓ (2009) 18. szám 4 p.
85. RÁCZ J. (2010): *Növénynevek enciklopédiája*, Budapest, 164. p.
86. RAGASITS I. (1983): A műtrágyázás hatása a búza termésmennyiségére és minőségére. A talajtermékenység fokozása. *Georgikon Napok. Keszthely*. 272-282. p.
87. RAGASITS I. (1998): Búzatermesztés. *Mezőgazda Kiadó*, Budapest. p. 41., 47-49, 61-68, 152 p.

88. RAJCAN, I., DWYER, L. M., TOLLENAAR, M. (1999): Note on relationship between leaf soluble carbohydrate and chlorophyll concentrations in maize during leaf senescence. *Field Crops Research*. 63. 1: 13-17 p.
89. REEVES, D. W., MASK, P. L., WOOD, C. W., DELANEY, D. P. (1993): Determination of wheat nitrogen status with a hand –held chlorophyll meter: influence of management practices. *Journal of Plant Nutrition*. 16. 5: 781-796 p.
90. SIULIAUSKAS A, LIAKAS V., PALTANAVICIUS V. (2000): Peculiarities of winter wheat growth and yield formation under different fertilisation treatments. *Zemdirbyste, Mokslo Darbai*. (70) 79-85. p.
91. SOWINSKI J., KOZAK M. (2002): The effect of nitrogen fertilization on quality and quantity of winter wheat grain yield grown with direct sowing. *Collection of Scientific Papers, Faculty of Agriculture in Ceske Budejovice Series for Crop Sciences*. 19 (2) 67-73.p
92. SVÁB J. (1961): Új terméslemezési módszer a növényfajták fejlődésének jellemzésére. *MTA Agrártudományok Osztályának Közleményei* 19. 253-261. p.
93. SVÁB J. (1962): Trágyázási és egyéb agrotechnikai kísérletek értékelése kumulatív terméslemezéssel. *Agrokémia és talajtan*. 11. (2) 219-236. p.
94. SZABÓ M. (1987): Fajtakérdés, fajtarotáció, fajtavédelem. 237-251. p In: BARABÁS Z. (Szerk.): *A búzatermesztés kézikönyve*. Budapest: Mezőgazdasági Kiadó, 538. p.
95. SZENTPÉTERY ZS., JOLÁNKAI M., VARGA J., FEHÉR GY-NÉ (1995): Az őszi búza hektoliter-tömegének, fehérje és nedves siker mennyiségének változása az elhúzódo betakarítás hatására, *Növénytermelés*. 44. (4) 335-343. p.
96. TANÁCS L. (2005): Élelmiszer –ipari nyersanyagismeret; Szaktudás Kiadó Ház, Budapest. 14 p.
97. TANÁCS L., GERŐ L., KOVÁCS K. (1993a): Műtrágyázás hatása őszi búzafajták termés hozamára, sütőipari és egyes beltartalmi tulajdonságaira. *Élelmiszervizsgálati Közlemények*. XXXIX. kötet. 3. füzet. 214-219. p.
98. TANÁCS L., GERŐ L., SOÓS J., PETRÓCZI I. M. (2003): Gyomirtószeres állománykezelések és az évjárat hatása a búzafajták szemtermésének sikértartalmára, sikerterületére és esésszámára. *Növénytermelés*. 52. (6) 623-635. p.
99. TANÁCS L., MATUZ J., GERŐ L., KOVÁCS K. (1993b): Műtrágyázott őszi búzafajták sütőipari paramétereinek alakulása. *Növénytermelés*. 42. (6) 509-518. p.

100. TANÁCS L., SOÓS J., GERŐ L. (2001): Herbiciddel és fungiciddel kezelt búzaállományok valorigráfus paramétereinek alakulása. *Növénytermelés*. 50. (5) 531-543.p.
101. THURZÓ S., PEPÓ P. (2002): Őszi búza fajták vizsgálata a 2001. tenyészévben. In:
102. TURCSÁNYI G., ALMÁDI L., CZIMBER GY., FEHÉR T., KASZAB L., KOVÁCS M., B-NÉ NYAKAS A., ÖRDÖG V., PENKSZA K., RIMÓCZI I., SZABÓ I., SZIGETI J. (1998): Mezőgazdasági növénytan; Budapest. 363 p.
103. TURNER, F. T., JUND M. F. (1991): Chlorophyll meter to predict nitrogen topdress requirement for semi –dwarf rice. *Agronomy Journal*. 83. 5: 926-928 p.
104. VASILEVA E., FILIPOV KH., DACHEV Z. (2005): Evaluation of the nitrogen of wheat through the chlorophyll content in leaves. (Otsenka na azotnoto khranene na pshenitsata po khlorofilnoto sadarzhanie na listata.) *Journal Source Ekologiya-i-Badeshche* (Bulgaria). Ecology and Future.. v. 4(2-3) 98-101. p.
105. VEISZ O. (1993): A fagy károsító hatása a búza termésselekre. *Növénytermelés*. 42. (3) 205-211. p.
106. WU, J., WANG, D., ROSEN, C. J., BAUER, M. E. (2007): Comparison of petiole nitrate concentrations, SPAD chlorophyll readings, and QuickBird satellite imagery in detecting nitrogen status of potato canopies. *Field Crops Research*. 101. 1: 96-103 p.
107. YANTCHEV I., TERZIEV Z., KOLEV T. (2000): Influence of planting date, seeding rate and applied P on wheat's grain yield. *Rasteniye"dni-Nauki*. 37 (9) 747-751.
108. YUE-SHOU SONG, YU-ZHEN WEN, YU-SONG LIE, XU-YU MIN, YUE-SS, YU-ZW, YU-SL, XU-YM (1997): *Scientia Agricultura Sinica*. 30 (2) 42-46 p.
109. ZHAI BING NIAN ÉS LI SHENG XIU (2005): Study on the key and sensitive stage of winter wheat responses to water and nitrogen coordination. *Scientia Agricultura Sinica*. 38 (6) 1188-1195 p.
110. ZHAO GUANG CAI, ZHANG YAN, LIU LIHUA, YANG YU SHUANG, CHANG XU HONG (2005): Effect of different fertilizer regimes on grain yield, protein composition and processing quality in winter wheat. *Acta Agronomica Sinica*. 31 (6) 772-776. p.