

DEBRECENI EGYETEM
AGRÁR- ÉS MŰSZAKI TUDOMÁNYOK CENTRUMA
MEZŐGAZDASÁGTUDOMÁNYI KAR
ÉLELMISZERTUDOMÁNYI, MINŐSÉGBIZTOSÍTÁSI ÉS
MIKROBIOLÓGIAI INTÉZET

HANKÓCZY JENŐ NÖVÉNYTERMESZTÉSI,
KERTÉSZETI ÉS ÉLELMISZERTUDOMÁNYI DOKTORI ISKOLA

Doktori iskola vezető:

†**Dr. RUZSÁNYI LÁSZLÓ DSc.**
MTA doktora, egyetemi tanár

Dr. GYŐRI ZOLTÁN DSc.
MTA doktora, egyetemi tanár

Témavezető:

Dr. GYŐRI ZOLTÁN DSc.
MTA doktora, egyetemi tanár

**A KÉNTRÁGYÁZÁS HATÁSA AZ ŐSZI BÚZA MINŐSÉGI ÉS
MENNYISÉGI PARAMÉTEREINEK ALAKULÁSÁRA**

Doktori (PhD) értekezés

Készítette:

Mars Éva
doktorjelölt

DEBRECEN
2009

*„Te nemesített mag, te búzaszem,
Amint itt fekszel a tenyeremen,
Te búzaszem, te áldott, te konok,
Hány ezredév titkát sokasítod.
Hány emberét, ki jó kalászt nevet
Válogatott és kereste a jelt,
Mely ott van minden búza homlokán
Későn terem, vagy éppen jó korán,
Oly mindegy az, de végtelen terem,
Hogy legyen mindennapi kenyere,
Velünk neveltek az évszázadok, búzák, milliók, sokasodjatok!
Te búzaszem, nemes vagy, földbe rejtve.
Légy te az élet legszebbik szerelme!”*

(Takács Tibor: TE búzaszem)

TARTALOMJEGYZÉK

1.	Bevezetés és Téma felvetés	1
2.	Irodalmi áttekintés	4
2.1.	Kén a talajban	4
2.1.1.	Szerves kén	5
2.1.2.	A szerves kénformák mineralizációja a talajból	6
2.1.3.	Szervetlen kén	7
2.1.4.	A talajok kénforgalma	9
2.2.	Kén a növényben	10
2.2.1.	A kén növényélettani szerepe	11
2.2.2.	A növények kénellátottsága, hiánytünetek	12
2.3.	Kén visszaforgatás a talajba	15
2.4.	Kén trágyázás	18
2.5.	Az őszi búza termesztése	20
2.5.1.	Az őszi búza rendszer- és fejlődéstana	22
2.5.2.	Az őszi búza kémiai összetétele	23
2.5.3.	A minőség	25
2.5.4.	Az őszi búza minősítése	26
2.5.5.	Az őszi búza minőségét meghatározó tényezők	28
2.6.	Az őszi búza kén trágyázása	30
3.	Anyag és Módszer	34
3.1.	Kisparcellás kísérletek	34
3.1.1.	A műtrágyázási tartamkísérlet leírása	34
3.1.2.	A kisparcellás kén trágyázási kísérlet leírása	35
3.1.3.	Időjárási körülmények	36
3.2.	Üzemi kísérlet	37
3.2.1.	A kísérlet körülményeinek leírása	38
3.2.2.	Az üzemi kísérlet éveiben jellemző időjárási tényezők	39
3.2.3.	Alkalmazott kezelések	39
3.2.4.	A növényi mintavétel leírása	41
3.3.	Laboratóriumi vizsgálatok leírása	41
3.3.1.	Elemtartalom-meghatározása ICP-OES készülékkel	41
3.3.2.	A lisztminőség meghatározása	42
3.4.	A statisztikai adatfeldolgozás módszere	46
4.	Eredmények és Értékelésük	47
4.1.1.	A műtrágyázás hatása a búzanövény kémiai összetételére	47
4.1.2.	Az öntözés hatása a búzanövények kémiai összetételére	56
4.1.3.	Az évjárat hatása a búzanövény kémiai összetételére	64
4.1.4.	A nitrogéntartalom alakulása az őszi búza fejlődése folyamán	72
4.1.5.	A kén tartalom alakulása az őszi búza fejlődése folyamán	74
4.1.6.	A N/S-tartalom alakulása az őszi búza fejlődése folyamán	76
4.2.	Kisparcellás kén trágyázási kísérlet	78
4.2.1.	A FitoHorm 32 S hatásának elemzése	78
4.2.2.	A szuperfoszfát hatásának elemzése	87
4.2.3.	A biofert hatásának elemzése	93
4.2.4.	A N- és a S-tartalom, valamint a minőségi paraméterek összefüggései	99

4.2.5.	A FitoHorm 32 S, a szuperfoszfát és a biofert hatása az őszi búza termésére.100	
4.3.	A kéntrágyázás hatásának vizsgálata üzemi keretek között	101
4.3.1.	A kéntrágyázás hatása a teljes búzanövény kémiai összetételére.....	101
4.3.2.	A teljes búzanövénytípusok elemtartalmának alakulása	106
4.3.3.	A búzaszár nitrogén- és kén tartalma	110
4.3.4.	A búzalevél nitrogén- és kén tartalma	113
4.3.5.	A kalász nitrogén- és kén tartalma	118
4.3.6.	A FitoHorm 32 S hatása a búza termésére és sütőipari minőségére.....	121
5.	Következtetések	126
6.	Összefoglalás	136
7.	Summary	140
	Új és újszerű tudományos eredmények	144
	Gyakorlatban hasznosítható tudományos eredmények	146
	Irodalomjegyzék.....	147

1. BEVEZETÉS, TÉMAFELVETÉS

A kén, mint a negyedik makroelem a növényi test felépítése és életfunkciói fenntartása szempontjából létfontosságú, ún. bioelemek közé tartozik. Speciális feladatokat lát el a növények anyagcsere folyamataiban, nélkülözhetetlen a kéntartalmú aminosavak és a fehérjék szintézisében, fehérjebontó enzimeket aktivizál, alkotó eleme egyes vitaminoknak, fokozza bizonyos növények olajsintézisét.

A kén növényélettani jelentőségét, szerepét sokáig nem ismerték fel, illetve nem tulajdonítottak kellő figyelmet a kénellátottság vizsgálatának. Ez részben azzal a ténnyel magyarázható, hogy napjainkig kénhiánnyal csak kedvezőtlen tényezők összjátéka esetén találkozhattunk. Ezek lehetnek a savanyú kémhatású talajon történő termesztés, a nagy kénigényű – keresztesvirágú és pillangós – növények túlsúlya a vetésforgóban, valamint a ként nem tartalmazó műtrágyák használata. A kén mezőgazdasági szerepével foglalkozó irodalmak száma azonban az utóbbi években egyre nőtt és ezek a közlemények határozottan az elem hiányának terjedésére mutatnak rá.

Ennek oka lényegileg négy tényezőre vezethető vissza:

1. A kénmentes műtrágyák használatának széleskörű elterjedése;
2. A kénnek, mint rovar- és gombaölőszernek kisebb mértékű felhasználása;
3. A kénvegyületek koncentrációjának csökkenése a légkörben és a csapadékban, a kénben gazdag fűtőanyagok csökkenő használata következtében;
4. A terméseredmények növekedése, amely együtt jár a nélkülözhetetlen tápelem-szükséglet növekedésével.

A fent említett okok, azok közül is elsősorban a szigorodó levegőtisztaságvédelmi intézkedések következtében csökkenő atmoszférikus kéndepozíció, valamint a szuperfoszfát felhasználásának visszaszorulása, a termőterületek automatikus kéntrágyázásának megszűnésével jártak. Ennek tükrében az elkövetkező időszakban több helyen negatív kénmérleggel és egyre fokozódó kénhiánnyal kell számolni.

A magyar mezőgazdaságban az őszi búza (*Triticum aestivum L.*) termesztése hagyományosan nagy jelentőséggel bír. Hazánkban az őszi búza vetésterülete sok év átlagában 1,1-1,2 millió ha körül alakul. Az országos termésátlagok 2,6-5,2 t/ha között ingadoznak (2006. 4,13 t/ha; 2007. 3,59 t/ha; 2008. 5,02 t/ha), ennek megfelelően 3-6 millió tonna össztermés kerül a magtárakba az évjáratnak megfelelően. Az ország kenyérbúza-ellátása sohasem forgott veszélyben. A mennyiségi ingadozások mellett az igazi gondot a minőségi problémák jelentik. Az élet minden területén, így a

gabonavertikumban is óriási a piaci verseny. A felvásárlókat, legyenek azok hazai vagy külföldi cégek, nemzetközi szervezetek vagy különböző országok, csakis a megállapodás szerinti egyenletes minőségű, a megkívánt mennyiségű áruval lehet ellátni, kiszolgálni. Jó példa erre, hogy a malmok is folyamatosan jó minőségű búzát várnak el a termelőktől, noha a gazdák ebben a túlságosan bő fajtaválasztékban nem tudnak kellő alapossággal eligazodni. A mai növénytermesztésben a szakszerű és okszerű növénytermesztési gyakorlatot sok helyütt felváltotta a kényszermegoldások rendszeres alkalmazása. Mindezek azt eredményezik, hogy a valóságban sok termesztő apró táblákon, kb. 120 őszi búzafajta közül válogatva, különböző trágyaszinteket alkalmazva egy rendkívül inhomogén áruval jelentkezik a gabonapiacra. Így pedig, ha egy malom több száz termelőtől vesz búzát, az annyiféle minőséget vásárol fel. A sütőipar részéről nagyon konkrétan fogalmazódik meg az igény: a sütőipar bevonásával ki kellene jelölni azt a 8-15 búzafajtát, melyekkel a végtermék orientált céltermelést végre lehet hajtani. A nemesítőmunka révén a napjainkban meglévő genetikai alapok és a termesztési módszerek fejlesztése lehetővé tette búzatermesztésünk töretlen fejlődését annak érdekében, hogy mennyiségi, minőségi és gazdaságossági vonatkozásban a legfejlettebb országokéhoz zárkózzunk fel. A piacon maradás egyik feltételeként a minőségi búza-termesztés jelölhető meg, azonban Magyarország Európai Unióhoz való csatlakozása új helyzetet teremtett. A világszerte elismert, hagyományosan jó minőségű magyar búzatermés előállítás helyett egy régi-új alternatíva jelent meg a termesztők előtt: a tömegtermelés. E szemlélet visszatérésének két fő oka van: az első, hogy a GOFR (gabona-, olaj-, fehérje- és rost-) növényeket termesztők alanyi jogon, terület alapon kapnak támogatást, csupán termesztői tevékenységük végzése után. A másik ok az értékesítési csatornák és az értékesítési ár körüli bizonytalanságok, melyek elkerülésére kiváló lehetőséget nyújt a garantált felvásárlási áras intervencióra történő termesztés.

A kén szerepét és a kéntrágyázás jelentőségét elsősorban fő gazdasági növényeink, a gabonafélék és a kukorica, valamint a magas kénigényű olajnövények estében vizsgálják. Ezek közül gabonafélék esetében kénhiány csökkent mértékű N-hasznosulást, termés-csökkenést eredményez, továbbá rontja a búza sütőipari értékét.

Az előzőekben részletezett összefüggéseknél fogva, ahhoz, hogy megfelelő hozamokat és minőséget tudjunk biztosítani, bizonyos esetekben kéntrágyázásra lehet szükség.

Mínt hogy azt már 1955-ben POTAPOV és FEJÉR is megállapította: „a kén és kénvegyületek növény táplálási szerepének tisztázása nem egyszerű tudományos feladat

csupán, hanem a mennyiségi és minőségi növénytermelés időszerűvé vált, parancsolóan szükségszerű követelménye”. Mindezekből kiindulva munkánk során lehetőségünk nyílt arra, hogy üzemi kísérlet keretei között vizsgáljuk, hogyan alakul a kéntrágyázás függvényében az őszi búza különböző szerveinek N- és S-tartalma, valamint miként változnak a sütőipari paraméterek, illetve a mért növényi elemkoncentrációk milyen biztonsággal tükrözik a növény tápláltsági állapotát. Választ kerestünk arra, hogyan változik a N/S arány az egyes növényi szervekben a kénellátottság függvényében és ezen adatok mennyire használhatók diagnosztikai célokra a szaktanácsadásban. Mindezekkel célunk volt a búzatermesztés gyakorlatában is alkalmazható termésmennyiség- és minőségjavító kéntrágyázási módszerek megállapításához hozzájárulni.

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A növényi test felépítése és életfunkciói fenntartása szempontjából létfontosságú elemek az ún. bioelemek, melyek nemcsak jelen vannak a növény szervezetében, hanem a testét felépítő anyagok nélkülözhetetlen részei is. A víz alkotóelemein kívül a szén, a nitrogén, a foszfor, a kálium, a kén, a magnézium, a kalcium, valamint a vas a bioelemek legfontosabbjai.

A növények ásványi táplálkozásával foglalkozó hatalmas irodalom-tömegben szinte meglepően kevés foglalkozik a kén és kénvegyületek növénytáplálkozási szerepével; jelentőségét nem ismerték fel, sőt sokszor alábecsülték a növény táplálóelemei között. A növényekben eddig ismertté vált kénvegyületek számát és a növény szárazanyagához viszonyított mennyiségét tekintve határozottan állíthatjuk, hogy a növény legkevésbé vizsgált táplálóeleme a kén (POTAPOV és FEJÉR, 1956). Indokolatlan a kén ilyen elhanyagolt kezelése, hiszen a kén szinte valamennyi természetes fehérjének nélkülözhetetlen alkotórésze; az első izolált aminosav éppen a kéntartalmú cisztin volt.

2.1. Kén a talajban

A növények a szennyezett légkörből gázcserenyílásaikon keresztül képesek kis mennyiségű kén felvételére SO_2 , valamint H_2S formájában (FALLER, 1968). Az így felvett csekély mennyiségű kénnel szemben döntő növénytáplálási jelentősége a talajból szulfát alakban felvételre kerülő kénmennyiségnek van. Ezért termesztett növényeink megfelelő kénellátása szempontjából a talaj kénformáinak, kénforgalmának ismerete elengedhetetlen.

A kén mind biológiai, mind geokémiai szempontból a mozgékony elemek közé tartozik az ökoszisztémákban, ahol viselkedését leginkább a nitrogénéhez lehet hasonlítani. A Föld szilárd kérgének kéntartalma 0,04 - 0,06 %, míg a talajok kéntartalma 0,004 %-tól 0,8-0,12 %-ig változik.

A kén a legtöbb szántóföldben oldható szulfátok alakjában a talajoldatban, szerves anyagban vagy a talaj kolloid felületén adszorbeálva található (TISDALE és NELSON, 1966). A legfontosabb szulfátok a gipsz ($\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$) és az anhidrit (CaSO_4), ezen kívül szikes, illetve sós talajokon Na_2SO_4 és MgSO_4 is előfordulhat. Szulfidok közül FeS_2 és FeS , valamint egyéb fémszulfidok találhatóak. A szerves kéntartalom mellett a

talajokban a kén 50-80 %-a szerves anyagokhoz kötve fordul elő. A talajok átlagos kéntartalma a 20 cm-es szántott rétegben 0,1 % összes kéntartalom mellett 3 t/ha (GYÓRI, 1984). STEFANOVITS (1981) szerint a talajokban található kén mennyisége általában 0,02 és 0,2 % között fordul elő, de a lép- és szikes talajok esetében ennek többszöröse kimutatható.

2.1.1. Szerves kén

A talajok szerves és szervetlen kénformáinak egymáshoz viszonyított aránya erősen változó, talajtípustól, mélységtől és gazdálkodási módtól függ (KANWAR és MUDAHAR 1986). A talajok kéntartalmának jelentős része azonban szervesen kötött formában található. GRUNWALDT (1969) vizsgálatai alapján ez kiteheti a talaj kéntartalmának 0,8-100 %-át is. A szerves kénformák a következők lehetnek: észterekhez kötött szulfátok, szénhez kötött, nem aminosav kén, illetve aminosavak formájában szénhez kötött kén (KANWAR és MUDAHAR 1986).

- Az észterekhez kötött szulfátok képezik a talajok szerveskén-tartalmának leglabilisabb frakcióját (MCLAREN et al., 1985). Ez a frakció, amely az összes kéntartalom mintegy 30-70 %-át adja, csak kötéseinek felbomlása után – mely folyamatot szulfatázok, szulfátészter-hidrolázok katalizálnak – válhat a növények számára hozzáférhetővé (ZARDI és BUCHER 2001).
- A szénhez kötött kénformák kémiai természetéről viszonylag kevés információval rendelkezünk. A frakció kéntartalmú aminosav- (cisztin-, cisztein-, metionin) tartalma mintegy 30%-ra tehető (FRENEY et al., 1972). GHANI et al. (1991) vizsgálatai alapján ez a részleg a mineralizált kén legfontosabb forrása. Következtetéseit alátámasztják ZHOU et al. (1999), valamint PARK et al. (1988) tudományos adatai is.

Számos vizsgálat igazolja, hogy a talajok C:N:S aránya átlagosan 135:10:1,25 körüli értéknek vehető (WILLIAMS, 1967a, 1967b, GRUNWALDT, 1969, BROOK, 1979). A N:S arány ezekben a vizsgálatokban kevésbé volt változékony, mint a C:S arány. A megközelítőleg állandó viszony a kénnek a talaj szervesanyag-képződésében és -lebontásában betöltött fontosságát jelzi (TISDALE és NELSON, 1966).

2.1.2. A szerves kénformák mineralizációja a talajban

Ahhoz, hogy a növény a szerves kötésekben tárolt kénmennyiséget felvehesse, annak először mineralizálnia kell. A talaj szerves kötéseiben található kénformák mineralizáció során történő feltáródását SANCHEZ (1976) évi 1-10 %-ra, BROMFIELD et al. (1982) Nigériában végzett vizsgálatai alapján évi 2,0-2,3 %-ra, ERICKSEN (1994) évi 2 %-ra becsüli. Durva becsléssel ez a talaj felső 30 cm-es rétegében 5 % szervesanyag-tartalom mellett, ha 0,5 % S-tartalommal számolunk, évi 15 kg/ha-os feltáródást jelent. Ezzel szemben termesztett növényeink kénigénye 5-50 kg/ha közötti érték (HEKSTRA, 1996). GYÖRI (1984) vizsgálatai alapján ugyanez az adat repcénél 1,5 t/ha szemterméssel és ugyanennyi mellékterméssel számolva meghaladja a 21 kg kén/ha-os értéket. Így a mineralizáció során feltáródó éves kénmennyiség aligha lenne elegendő termesztett növényeink kielégítő fejlődéséhez.

MCGILL és COLE (1981) alapján a mineralizáció két úton, biológiai és biokémiai úton játszódhat le. A biológiai mineralizáció során a mikroorganizmusok használják fel a szénhez kötött kénforrásokat, és e folyamat melléktermékeként szulfát keletkezik. A biokémiai út lejátszódásával akkor kell számolni, ha a szerves szulfát-tartalom túl kevés a mikrobiológiai kénigény kielégítéséhez. Ez állandó növényborítottság esetén nagyon gyakori jelenség lehet, melynek során a növények által termelt enzimek, valamint növényi stimulációra a mikrobák által termelt enzimek a talaj észterekhez kötött szulfát-vegyületeit SO_4^{2-} ionná hidrolizálják (ZHOU et al., 1999).

MCDONALD et al. (1995) mérték a vizsgált talajok mikrobiális légzését, valamint különböző hőmérsékleti értékeken (5, 10, 15, 20, 25 °C) a felvehető N- és S-tartalmat. Megállapították, hogy a mineralizáció a hőmérséklet emelkedésével – így a nyári hónapokban is – nő. Vizsgálódásaikat alátámasztják DHAMALA és MITSCHELL (1995) eredményei is.

CHAUDHRY és CORNFIELD (1967) a mineralizáció számára optimális talajnedvességet a talajok víztartó-képességének 60 %-ában határozzák meg, mely gyakorlatilag megfelel a szántóföldi vízkapacitás értékének. A talajok kiszáradása kifejezett hatással van a kén ásványosodására. Ha a talajokat érlelés előtt kiszáritották, a kén ásványosodása nagymértékben fokozódott. Ez a tény különös figyelmet érdemel az olyan trágyázási javaslatok esetében, amikor légszáraz talajok kén tartalmát vették alapul (KITTAMS, 1963).

Az e talajokban mért nagyobb kén tartalom ugyanis arra mutathat, hogy a kiegészítő kéntrágyázás nem feltétlenül szükséges, holott ez a következtetés zavartalan szántóföldi körülmények között nem állja meg a helyét. (TISDALE és NELSON, 1966).

STEWART et al. (1966) felhívja a figyelmet, hogy a S mineralizációja csak akkor játszódik le, ha a talajba juttatott vagy ott található szerves anyag (pl. szalma) S-koncentrációja 0,15 % feletti, a 0,15 %-nál kevesebb ként tartalmazó szervesanyag-minták esetében az érlelési időszak végére tényleges csökkenés következik be a talaj szulfát szintjében. Az összefüggés háttérében a C:S, illetve a N:S arány áll. A kén azokban a talajokban immobilizálódhat, amelyekben a szén vagy a nitrogén aránya a kénhez túl tág (TISDALE és NELSON, 1966). Vizsgálataikat kiegészítik WU et al. (1993) Angliában, valamint ERIKSEN (1998) Dániában végzett szántóföldi kísérletei, melyek alapján a szerzők figyelmeztetnek, hogy gyengébb S-ellátottságú talajokon a S-hiányos, tág C:S arányú növények visszaforgatásával a talajbeli mikrobiális S-immobilizáció fokozódik.

FRENEY és SPENCER (1960) azt tapasztalták, hogy a növények növekedése fokozta a szerves kén ásványosodását a talajokban. Ezt a jelenséget a magyarázatok szerint a rizoszféra-hatás okozza, ugyanis a talajmikroorganizmusok nagyobb koncentrációját figyelték meg a gyökerek körüli övezetben, mint a talaj többi részében. A mikroorganizmusok serkentő hatásával magyarázzák a talaj szerves anyagának fokozott lebomlását és a szulfátkén ezt követő felszabadulását.

CHOPRA és KANWAR (1968) Indiában végzett kísérletei során megállapította, hogy meszezés hatására bekövetkező pH-érték – emelkedés (7,4 → 8,2) következtében a szerves-S mineralizációja növekedett (5,6 % → 7,7 %).

DU-TOIT et al. (1995) dél-afrikai művelt és nem művelt talajokkal végzett kísérleteik során azt tapasztalták, hogy a rendszeres talajművelés mintegy 30 %-kal növelte a talajbeli szerves S mineralizációját.

2.1.3. Szervetlen kén

Jól szellőző szántóföldek talajában majdnem minden szervetlen kén kationokkal összekapcsolódva kalcium-, magnézium-, kálium-, nátrium- vagy ammónium-szulfát alakjában fordul elő. Száraz éghajlat alatt gyakran nagy mennyiség csapódik ki ezen elemek sóiként, vagy adszorbeálják az 1:1 típusú agyagok, valamint a vas- és

alumínium-oxihidrátok. Elemi ként jól szellőző talajokban gyakorlatilag nem találunk, redukált formái, a szulfidok azonban gyakran előfordulnak vízzel elárasztott területeken. Talajaink legfontosabb szulfátjai a gipsz és az anhidrit, legfontosabb szulfidjai a pirit és az FeS, mely utóbbi vegyületek optimális körülmények között azonban gyorsan szulfáttá oxidálódnak. Míg a humid régiók talajainak szulfát-koncentrációja a 10 mg/kg talaj értéket sem éri el, addig szárazabb környezetben (szántóföldi vízkapacitáshoz közeli értéken) mennyiségük meghaladhatja az 1000 mg/kg-os értéket (BETTANY és ROBERTS, 1985; JANSSON, 1994).

A talajok szulfátion-adszorpcióját a következő tényezők befolyásolják:

- A talaj pH értéke: ENSMINGER (1954), KAMPRATH et al. (1956), NELSON (1964), ZHANG et al. (1996), PATIL et al. (1997) vizsgálatai alapján a pH-érték emelkedésével a talajok szulfát-adszorpciója csökken. Egy adott pH-érték szinten azonban az agyagásványok felületén adszorbeált kationok is jelentősen befolyásolják a talajok szulfátion-adszorpcióját. Legkevesebb az adszorbeált mennyiség, ha az agyagon adszorbeált kation kálium. Az összefüggést CHAO et al. (1962) vizsgálatai is alátámasztják, melyek során az agyagkolloidok szulfátion-adszorpciója $K \rightarrow Ca \rightarrow Al$ irányban nőtt.
- Az agyagtartalom, a Fe- és Al-oxidok mennyisége: az agyagtartalom és az agyagásványok típusa is alapvető meghatározója egy talaj szulfátion-adszorpciójának. NELLER (1959), valamint CHAO et al. (1962) eredményei is alátámasztják, hogy az agyagtartalom növekedésével a talajok szulfátion-megkötő képessége nő.
- A foszfátadagolás: METSON és BLAKEMORE (1978) vizsgálatai alapján a szulfát-ion adszorpció foszfátrágyázás hatására csökken. Ennek következtében a talajoldat szulfátion-koncentrációja megnő. Az összefüggést alátámasztják AYLMOORE et al. (1967) eredményei is, melyek során a MAP műtrágyázás a víznél 20 %-kal több szulfátot szabadított fel a talajból. Nagyadagú foszfortrágyázás esetén az adszorbeált szulfátionokat foszfátionok cserélik ki az adszorpciós helyeken, ezáltal növelve a talajok szabad szulfáttartalmát és csökkentve az adszorbeált szulfát mennyiségét (METSON és BLAKEMORE, 1978). A megállapítást alátámasztják ELFATTAH et al. (1991), HILAL és ELFATTAH (1987) tenyészedényes, valamint BOLAN et al. (1988) talajérleléses vizsgálatai is.

- A talaj szervesanyag-tartalma, melynek csökkenésével az adszorpció is csökkenő tendenciát mutat (KAMPRATH et al., 1956., CHAO et al., 1962., KALTRUN 1996).

2.1.4. A talajok kénforgalma

A talaj kénforgalmát tekintve a legfontosabb input kénforrásként az öntözővíz és a talajvíz (BLOEHM et al., 1998), a S-tartalmú peszticidek és a műtrágyázás, a szerves-trágyázás, valamint az antropogén és biológiai hatásra a légkörbe jutó és onnan száraz, ill. nedves ülepedéssel a talajra kerülő kén jelölhető meg (KALOCSAI et al., 2003).

A légköri csapadék útján jelentős mennyiségű kén kerül a talajba. A csapadékkal aláhulló éves kénmennyiség ipari területeken elérheti a 60-140, esetenként 234 kg/ha-t, míg pl. Afrika egyes területein ezen érték alig haladja meg az 1 kg/ha-os mennyiséget (REISENAUER, 1975).

KOZÁK és MÉSZÁROS (1971) mérései szerint ez az adat Magyarországon éves átlagban 23,6 kg S/ha volt. Egyes iparilag fejlett országokban ez a mennyiség számottevően nagyobb értéket mutatott, pl. Németország egyes vidékein az 1970-es években elérte, esetenként meghaladta a 100 kg S/év/ha értéket is. LOCH (1992) a légköri lecsapódásokból évente a talajba jutó kén mennyiségeként 30-70 kg értéket jelöl meg, ami az iparvidéken lényegesen több is lehet.

Fontos kénforrásként kell említeni a talajvizet, amely nagyobb mennyiségben tartalmaz ként, mint a csapadék (10-50 mg S/l), ezért a magas talajvízszintű területeket kevésbé veszélyezteti a kén hiánya (BLOEM et al., 1995).

A rendszeres istállótrágyázás révén egyúttal kénvegyületeket is viszünk a talajba, amelyek fokozatosan alakulnak át szulfátvegyületekké (RATNER, 1963).

A talaj kéntartalmának veszteségei közül első helyen a szulfát-kimosódást kell megemlíteni. Anion természete és legtöbb közönséges sójának oldhatósága miatt a szulfátok kilúgzásos veszteségei általában meglehetősen nagyok és különösen laza talajokon a nitrogénhez hasonló nagyságrendűek (TISDALE és NELSON, 1966). A szulfátot a talajkolloidok gyengén kötik meg, így különösen csapadékos időszakban, illetve öntözés hatására könnyen kimosódhat a talajból (ZEHLER et al., 1981). A kimosódás átlagos éves mennyiségét HEKSTRA (1996) 30 -70 kg S/ha-ra tartja. Mértékét

a klíma, az évszak, a talaj fizikai-kémiai tulajdonságai, az időjárás (csapadékviszonyok) és az öntözés befolyásolják. JÜRGENS-GSCHWIND és JUNG (1979) adatai szerint öntözés nélkül évente 350 kg/ha szulfát mosódott ki a talajból, míg öntözéssel 450 kg/ha. EVDOKIMOVA et al. (1976) vizsgálatai azt igazolták, hogy szárazabb területeken csökkent a kén kimosódás mértéke. Hazai körülmények között 2,8 kg/ha átlagértékkel számolhatunk azokon a területeken, ahol csapadékfelesleg van, vagyis a Dunántúlon és az Északi-hegyvidéken. Az ezen az alapon számított érték 5.000 t kén kimosódás évente (GYÖRI, 1984).

A növények által a talajból kivont kén mennyisége függ a növényfajától és a növények kén tartalmától (GYÖRI, 1984). A növényi szövetek összes kén tartalma 0,2-0,7 % között változhat szárazanyagban. Az egyes növényi szervek közül általában a levelekben a legmagasabb a kén tartalom. A szerves kötésben lévő kén 0,06 %-tól (pl. fenyőtűk) 0,7 %-ig (pl. egyes keresztesvirágúak) változhat a levelekben (FÜLEKY, 1999). Más források szerint a keresztesvirágúak közül pl. a repce 1,15 % kén tartalmú (GYÖRI, 1984), míg a gabonafélék kén tartalma 0,12-0,2 % között változik, vagyis 1/5-1/10 része a repcének. Gabonafélék szár + levél kén tartalma 0,3-0,5 % között változik. 3 t/ha gabonatermésnél és ugyanennyi melléktermésnél a terméssel a talajból 12,0-16,0 kg/ha kén kerül kivonásra. Repcénél 1,5 t/ha szemterméssel és ugyanennyi mellékterméssel $17 + 4,5 = 21,5$ kg/ha kén felvétele és kivonása történik a talajból. Ez a mennyiség a talaj összes kén tartalmának 0,4-0,7%-a (GYÖRI, 1984).

A talaj kénmennyiségét nemcsak a kultúrnövények fogyasztják, hanem egy része az öntözővízzel kimosódik, másik jelentős részét pedig a mikroorganizmusok bontják el (POTAPOV és FEJÉR, 1956).

A talajok eróziós kénvesztése is jelentős lehet. A talajok szulfátkén-tartalmának vízdoldható része, másrészt a talaj felső rétegében a szerves anyagokban lévő kén eltávozik erózió hatására. Az erózióknak kitett talajokra számítva az évi kénvesztés 65 kg/ha, országos átlagban 150.000 tonna (GYÖRI, 1984).

2.2. Kén a növényben

A kénnek, mint a növény szempontjából nélkülözhetetlen tápláló elemnek a növény életében betöltött szerepét csak a XIX. század végén, XX. század elején kezdték

vizsgálni. Ezen munkálatok BERHELOT és ANDRÉ (1891), BOGDANOV (1899), továbbá DYMOND (1905) nevéhez fűződnek.

2.2.1. A kén növényélettani szerepe

A kén igen fontos és speciális feladatokat lát el a növények anyagszere-folyamataiban:

- nélkülözhetetlen a kén tartalmú aminosavak (cisztein, cisztein, metionin) és a fehérjék szintézisében;
- aktivizál bizonyos fehérjebontó enzimeket, pl. a papinázokat;
- alkotóeleme egyes vitaminoknak, mint a koenzim A-nak és a glutationnak, a biotin (H-vitamin), amely növekedésszabályozó, szintén tartalmaz ként;
- jelen van egyes növények olajában (len, kender, szója) és fokozza azok olajsintézisét;
- a diszulfid-kötés (-S-S-) egyik meghatározója a protoplazma szerkezetének, a szulfhidrilcsoportok (-SH) mennyisége pedig befolyásolja a növények fagyűrő képességét;
- a glutation a fehérjebontásban résztvevő enzim alkotórésze, amelynek légzést fokozó hatása van (BÚZÁS, 1983);
- illóanyagok vegyületeiben is szerepet játszik, pl. a mustár és a hagymafélék jellegzetes ízének és illatának kialakításában;
- nélkülözhetetlen alkotóeleme a tiazolgyűrűnek, amely a tiamin (B1-vitamin) fő összetevője;
- a kén a ferredoxin létfontosságú alkotója, a ferredoxin részt vesz a redoxfolyamatokban az elektronok szállításával, a fotoszintézis fény- és sötét szakaszában egyaránt (FÜLEKY, 1999).

Ezen túlmenően adekvát mennyiségben növeli a zöldtömeget, serkenti a növények vegetatív növekedését, növeli a klorofilltartalmat, javítja a takarmánynövények emészthetőségét, valamint ízletességét. Gabonaféléknél a megfelelően alkalmazott kéntrágyázás javítja a sütőipari értékmérők alakulását, összefügg a gabonafélék, hüvelyesek, valamint termesztett olajnövényeink minőségi paramétereinek alakulásával. A kén fokozza az egyes trágyaanyagok hatékonyságát, növeli a növények károsítókkal és kórokozókkal szembeni ellenállását, azok biotikus és abiotikus stressz-ellenálló képességét, így csökkenti a növényvédelem költségeit és javítja a termésbiztonságot. Fungicid hatásánál fogva eredményesen alkalmazzák termesztett növényeink

gombakártevőkkel szembeni védelmére is. Szűkíti a növényi szövetek N:S arányát, ezáltal csökkenti azok nitrát-, amid- és hidrogén-rodanid tartalmát. A kén mind a növényi, mind az állati szervezet számára fontos elem. Esszenciális tápelem, mely közvetlenül vagy közvetve szinte az összes növényi és állati életfunkcióban részt vesz (KALOCSAI et al., 2002).

2.2.2. A növények kénellátottsága, hiánytünetek

A ként a növények szulfát- (SO_4^{2-}) ion formájában veszik fel. A szulfátion a növényekben redukálódik, és a nitrogénhez hasonlóan a fehérjékbe épül be. A szulfát-kén nagy mennyiségben visszamarad számos növény szöveiben és sejtnedvében, anélkül, hogy károsodást okozna (BÚZÁS, 1983).

Magyarországon már az 1900-as évek közepén megállapították, hogy a szulfátionok felvételük után jelentős részben már magában a gyökérben átalakulnak. Ily módon a növények könnyezési nedvében már szerves kötésben lévő redukált kén (metionin, glutation alakjában) is kimutatható. A könnyezési nedvben talált kénvegyületek összes mennyisége is változást mutat a tenyészidő folyamán. Legnagyobb mennyiségben az élénk életműködési szakaszok idején figyelhetők meg: a növekedés kezdetekor, a virágzáskor és a termés érésekor (RATNER, 1963).

Az utóbbi évtizedekben számos ismeret áll rendelkezésre, arra vonatkozóan, hogy a növények képesek a légköri SO_2 -ot hasznosítani. A kis koncentrációban jelenlevő SO_2 kedvező hatásáról több közlemény is beszámol (TERMAN, 1978; MAUGH, 1979; BELL, 1980; ZEHLER et al., 1981; BOHN et al., 1985; NYOMARKAY et al., 1986.; HORVÁTH et al., 1993).

Míg egyes mezőgazdasági területeken az input kén fedezi, sőt meg is haladja termesztett növényeink kénigényét (MOTOWICKA-TERELAK, 1998, LACATUSU et al. 1998), addig számos területen hiányával kell számolnunk. Míg napjainkban számos tápanyagot főlegesen juttatunk ki az agroökoszisztémába, a kén az elmúlt években a legjelentősebb teljesítménykorlátozó elem lett a növénytermesztésben (SCHNUG, 1991; SCHNUG és EVANS, 1992; SCHNUG és HANEKLAUS, 1994). Észak-Németországban pl. 1980 és 1990 között a kénüledés éves szinten mintegy 35 kg/ha-ról kevesebb, mint 15

kg/ha-ra csökkent. Ezzel szemben a kénigényes növényeknek (pl. repce) évente 70-90 kg/ha kénre van szükségük (SCHNUG, 1988).

A növények kénellátásának csekély jelentőségéhez nagymértékben hozzájárul az a tény, hogy szabadföldi körülmények között a hiánytünetek még az alacsony humusztartalmú talajokon termesztett növényekben is nehezen mutathatók ki, másrészt ezek a tünetek egyéb elemek, elsősorban a nitrogén hiánytüneteitől nehezen különválaszthatók (SKEL', 1979; LÁSZTITY, 1992). A növények kénellátottságának megítélésére szolgáló hagyományos módszerek esetén (talaj- és növényanalízis) a következő problémák merülnek föl:

- A talajban a növény rendelkezésére álló S-tartalom a csapadék hatására, illetve a biológiai tevékenység révén állandóan változik, így a kén tartalmat kifejező érték csak pillanatfelvételnél értékelhető (HANEKLAUS et al., 1994).
- A növényanalízis során megállapítható, hogy a kénhiány tipikus tüneteket idéz elő a vegetatív növényi részekben, mely visszafordíthatatlan termés kieséssel párosul (SCHNUG és HANEKLAUS, 1994. HANEKLAUS et al., 1994).

A kénhiány kifejezetten késleltető hatással van a növények növekedésére (RATNER, 1963; BÚZÁS, 1983; FÜLEKY, 1999; SOLTI, 2000). Hiányát jellemzik az egyöntetűen klorotikus növények, csökevényes fejlődés, vékony száruk, felnyúló növekedés. A kénhiány egyik első jele a fiatal levelek és ezek levélerezetének elhalványodása. Ha a kénhiány tovább tart, vagy erősebb fokú, akkor az idősebb levelek is halványodnak, de a nitrogénhiány tüneteivel ellentétben az idősebb levelek nem száradnak el. Eltérően a nitrogéntől a kén nem vándorol át az idősebb növényi részekből a fiatalabb részekbe (POTAPOV és FEJÉR, 1956; BÚZÁS, 1983; LOCH, 1992; FÜLEKY, 1999).

EATON (1922) megfigyelte, hogy a kénhiány miatt rendellenesen halványzöld növények az alájuk szórt gipsz, sőt elemi kén hatására is hamarosan egészséges sötétzöldekké válnak, a klorofill tartalmuk pedig mintegy 18%-kal növekedett (POWERS, 1930).

A kénhiány kóros tünetei a növény anyagcseréjének megváltozásában is megmutatkoznak: magasabb lesz a nitrogén-tartalmuk, de csökken a cukor- és fehérje-kén-tartalmuk az elegendő kén tartalmazó növényekhez képest (EATON, 1941; ZEHLER et al., 1981). Csakis megfelelő kénellátás mellett alakul át a nitrogén trágya teljes értékű fehérjévé, ellenkező esetben nem fehérje jellegű N-vegyületek halmozódnak fel nem kívánt koncentrációban (TÖLGYESI, 1991), melyek ártalmasak lehetnek a kérődző állatokra (BÚZÁS, 1983).

Ausztrália egyes területein a szulfátrágyázásnak évtizedek óta nagy jelentőséget tulajdonítanak (MCLACHLAN és MARCO, 1968). MAHLER és MAPLES (1987) öntéshordalék-talajon, különböző kén-tartalmú műtrágyák (ammónium-, kálium- és kalcium-szulfát) és az elemi kén-adagolás hatását vizsgálta az őszi búza termésére. Kísérleteik során megállapították, hogy a termés minden esetben nőtt a különböző trágyaféleségek hatására, de a leghatásosabbnak az ammónium-szulfáttal történt kezelés bizonyult. Európa egyes területein sem újkeletű a kén-alultápláltság problematikája (COOKE, 1969; SAALBACH, 1968; BUNDY és ANDRASKY, 1990). Angliában WITHERS et al. (1997) őszi búzával, laza homoktalajon végzett szántóföldi kísérleteiben bizonyítja a 10-20 kg/ha mennyiségű elemi kénnel történő trágyázás szignifikáns termés- és zöldtömeg növelő hatását.

A harmonikus fejlődéshez fontos a növényekben a megfelelő N/S arány, ami útmutatóul szolgálhat abban, hogy a növények kellően vannak-e ellátva kénnel. Kedvező körülmények között ez az arány 30-40:1 között van, míg a kénhiányos növényeknél 70-80:1 közötti értékeket mértek (FÜLEKY, 1999). A kén fiziológiai- a fehérjeszintézisben betöltött- szerepe folytán számos irodalom tartja fontosnak a harmonikus növénytáplálás érdekében a megfelelő N/S arányok biztosítását (KANWAR és MUDAHAR, 1986; RASMUSSEN et al., 1975; STEWARD és PORTER, 1969). LÁSZTITY (1991) az NPK műtrágyázás hatását vizsgálta mészlepedékes csernozjom talajon az őszi búza N/S tápanyagarányok változására a tenyészidő folyamán. A számított arányok teljes földfeletti növényrészben 10,8-17,3 közötti értékeket mutatnak, a legnagyobb N/S arányt az őszi búza teljes érésakor, a legalacsonyabbat kalászolás idején tapasztalta. SCHMIDT (1990) hazai gyepterületeken végzett vizsgálatai alapján kénhiány leküzdésére az ammónium-szulfát műtrágyát javasolja. Figyelmeztet, hogy növekvő N-adagokkal a növényzet S-tartalma csökken. Vizsgálatait alátámasztják YEATES (1984), COLE (1985), valamint JONES et al (1971) eredményei is. SALBACH (1972) szerint a különböző növényfajok levelében mért kritikus N/S arány értéke 10,4 és 14,0 között változik. Növénytáplálási vonatkozások mellett mindenképp említést érdemel, hogy a termesztett növényeink, így az őszi búza N/S aránya meglehetősen állandó, általában 15:1 (aszályos májusú években 16,0-17,5:1), mely megállapítást megerősítik MECHTELD et al. (1999) hidropóniás kultúrában nevelt búzanövényekkel végzett kísérletei is. Ugyanezen arány Brassica fajoknál 4-8:1 (GYÖRI és PUY, 2001). A N/S arányt tekintve a legismertebb határértékek őszi káposztarepce esetében a következők: a vegetatív szakaszban lévő teljes repcehajtásra vonatkozóan SPENCER et al. (1984) szerint < 20, a virágzáskori

levélre nézve pedig BAILEY (1986) alapján $< 14,8$, SALBACH (1972) szerint 10 körüli érték. Az összefüggés következménye, hogy minden egyes kg S hiánya 4-15 kg-mal csökkenti termesztett növényeink N-felvételét, mely ökonómiai mutatókon túl felveti a környezetszennyezés veszélyét is (HANEKLAUS és SCHNUG, 2001). SCHNUG et al. (1993) olyan szántóföldi kísérletről számoltak be, ahol a szulfát-tartalmú műtrágya használata növelte a búzaszem kéntartalmát, csökkentette a szem N/S arányát és növelte a cipótérfogatot. HANEKLAUS és SCHNUG (1992) különböző németországi termőhelyeken a búza kéntartalmát és sütőipari minőségét mérte. Vizsgálataik során megállapították, hogy a N:S arány a vidéki területeken 17:1-nél tágabb, ezáltal azok kénhiányt mutatnak. Ezzel összefüggésben SCHNUG et al., (1993) felhívják a figyelmet, hogy Németországban a búzák 12 %-a volt kénhiányos a szem kéntartalma és 45 %-a a szem N/S aránya alapján, mely utóbbi a N- és S-ellátás diszharmóniájára utal. Hasonló tendenciákról számolnak be repcénél is (SCHNUG és PISSAREK, 1982; HANEKLAUS et al., 1994). Az összefüggés hátterében az atmoszférikus ülepedés változása áll, mely 1955-től 1985-ig mintegy 60 kg/ha-ra csökkent és napjainkban csak 20 kg/ha (SCHNUG és HOLZ, 1987). ZHAO et al. (1997) a nitrogén- és kéntrágyázás hatását vizsgálták a szem N/S arányára, valamint a szemben található fehérje N/S arányára.

A szem N/S arányának ismeretében a kénhiány jól diagnosztizálható. GYÖRI et al. (1996) különböző kukoricahibridek és búzafajták szemtermésében vizsgálták mészlepedékes csernozjom talajon a nitrogén és a kén arányának változását. A N/S arány kontrollhoz viszonyított kedvező csökkenése (búzaszemek esetén 15,03-ról 14,54-re, kukoricaszemek esetén 15,59-ről 13,34-re) során javult a két elem viszonya, a nitrogén és a kén minden esetben egyértelmű lineáris összefüggést mutatott. GYÖRI (1998) rámutat a nitrogén- és kéntartalom közötti szoros összefüggésre. Búza esetében a búzatermesztésre átlagosnak tekinthető évjáratokban 15 körüli, míg az aszályos, különösen száraz májusú évjáratokban 16,0-17,5 közötti N/S arány értékeket ad meg. Kukorica, illetve a hüvelyesek közül borsó és szója esetében ez az érték hasonlóan 15,0-17,0 között változnak.

2.3. Kénvisszapótlás a talajba

A kén alapvető mennyisége a légköri csapadékkal és a kéntartalmú trágyákkal, mint az ammónium-szulfát, szuperfoszfát, foszfor-gipsz, gipsz jut a talajba. Ezeknek a

trágyáknak a hatékonysága gyengén termő talajokon, illetve nagy nitrogén-trágya adagok mellett nagyobb. Nemcsak a termés nagyságára, hanem a minőségére is nagy hatással vannak. A rendszeres kéntrágyázás a talaj agrokémiai tulajdonságaira is kedvezően hat (SKEL', 1979).

Hazánk kénellátottságával SZÁNTÓ (1984) mellett átfogóan csak JANSSON (1995) foglalkozott. Hazai termőterületekről az 1970-es évben gyűjtött 144 búza, valamint kukorica növény és talaj laborvizsgálati eredményei alapján megállapította, hogy a vizsgált növényminták kén tartalma nemzetközi összehasonlításban is előkelő helyet foglal el. Talajaink kedvező kénellátottsága többek között a foszfortrágyaként alkalmazott szuperfoszfát elterjedt használatával magyarázható. Az elmúlt évtizedben azonban műtrágya-felhasználásunk jelentősen visszaesett, gyakorlatilag csak N-visszapótlásra korlátozódik. Az 1991-1995-ig terjedő időszakban a műtrágyázással visszapótlott foszfor mennyisége 4 kg/ha az 1986-1990-es 47 kg/ha értékhez képest (KISMÁNYOKY, 2002).

A műtrágyázás története éppen a kénvegyületek alkalmazásával, a gipszezéssel kezdődött. A gipszezés módszerét termésfokozás és talajjavítás céljára kiterjedten alkalmazták, egyetemesen használható bármely talajra, mindenféle növény alá egyaránt szükséges műtrágyának tartották. A kéntrágyázás történetének első periódusa, a gipszezés időszaka 1750-1850 közötti évekre tehető, a második periódus (1840-1910) a szuperfoszfát alkalmazása volt, a harmadik pedig az ún. modern periódus (POTATOV és FEJÉR, 1956). A gipsz mellett tápanyagként alkalmazzák az elemi ként is, amely a talajban könnyen oxidálódik kénsavvá. Ennek hatása azonban már jóval túl megy azon, hogy ellátja a növényeket kénrel, mint tápelemmel (RATNER, 1963). A műtrágyák közül jelentős kén tartalma van a szuperfoszfátnak és a káliumfoszfátnak, azonban a szuperfoszfát-felhasználás jelentősen meghaladja a káliumszulfátét, így a talajra kerülő kénmennyiséget- amely a műtrágyákból ered- a szuperfoszfát kén tartalma határozza meg (GYÖRI, 1984). Az ammónium-szulfát szintén kén tartalmú műtrágya, használata hazánkban és világszerte is nagymértékben csökkent erősen savanyító hatása miatt. Alkalmazása csak lúgos kémhatású talajokon javasolt, alaptrágyaként (LOCH, 1992; TÖLGYESI, 1991). A műtrágyák, különösen a kén tartalmú szuperfoszfát eléggé elterjedt használata mellett - a nyugati világ 1980-ban 20,5 millió tonna ként alkalmazott műtrágyában (ZEHLER et al., 1981) - a növények kén igényét általában kielégíti a talajban lévő, illetve a légköri csapadékkal a talajba kerülő kén, valamint az egyszerű szuperfoszfát kén tartalma. Újabban azonban előrehaladt a nagy töménységű

foszformútrágyák gyártása és alkalmazása (pl. a kétszeres szuperfoszfát, a precipitát, esetleg a monofoszfát). Ezek nem tartalmazzak kén. Ilyen körülmények között bekövetkezhet, hogy a természetes forrásokból származó kén már nem lesz elegendő nagy és állandó termékek eléréséhez. Ebben az esetben szükség lehet arra, hogy a növény kénellátását külön adagolással biztosítsuk (RATNER, 1963).

GYŐRI (1998) gabonafélékkel és maghüvelyesekkel végzett vizsgálatai során a kénmérleg pozitívnak bizonyult, de felhívja a figyelmet arra a tényre, hogy számos helyen már hosszabb ideje nem használnak szuperfoszfátot takarékosági okokból, továbbá arra, hogy egyes foszformútrágyák nem tartalmazzak kén. TÖLGYESI (1991) a kukorica kénfelvételét és a kén kapcsolatát vizsgálta a többi elem koncentrációjával. A kukorica minden formájában kénhiányos takarmány, még akkor is, ha növénytermelési szempontból optimálisan ellátott. Véleménye szerint fel nem ismert jelentősége van a kalciumkarbonát-túlsúlyban lévő talajaink meliorációjánál a kén-tartalmú szereknek (lignitpor, kénpor, ammóniumsulfát). Ezek részint csökkentik a pH-t, megemelik a talaj oldható Mn-, Zn- és B-koncentrációját, megszüntetve ezzel ezen elemek és a kén hiányából fakadó termelési korlátokat. KÁDÁR és NÉMETH (2004) 28 éves műtrágyázási tartamkísérletben vizsgálták többek között a szulfát-kén lemosódását a talajban. Vizsgálataik azt igazolták, hogy a 28 éve szuperfoszfát-műtrágyázásban, tehát S-forrásban nem részesülő kontroll talaj oldható S-tartalmában lassan elszegényedik. NÉMETH (1986) szerint, a repce tápelemfelvételét vizsgálva, hazánkban az valószínűsíthető, hogy amíg a műtrágyát zömében szuperfoszfát formájában adagolják, a repcénél kénhiánnyal nem kell számolni. Azokon a területeken, ahol áttérnek MAP-alapú folyékony, illetve szuszpenziós műtrágyázásra, bizonyos idő után kénhiányos táblákat figyelhetünk meg. KÁDÁR és NÉMETH (2004) vizsgálatai szerint a S-igényes olajnövények esetén a szuperfoszfát nemcsak foszforforrásként, hanem egyben kénforrásként is szolgál, a foszfor és a kén elemi hatása ebből adódóan nem is választható szét, amennyiben a S minimumba kerül.

A talajba kerülő kén fő forrásai a légköri SO₂ és különféle oxidációs termékei, amelyek a széntüzelésből, a kőolaj feldolgozásából, az érckohászatból és a szél által elsodort tengervízcseppek szulfáttartalmából származnak. A légkörben lévő ipari és egyéb emberi tevékenységből származó kén képződése helyén, az iparvidékek közelében csapódik le (BOHN et al, 1985). A kén meghatározásának jelentőségét az elmúlt évtizedben különösen fokozta, hogy a levegő tisztaságvédelmi intézkedések következtében jelentősen csökkent a talajokra jutó atmoszférikus kén-depozíció.

Emellett számos országban visszaszorult a szuperfoszfát, mint foszforműtrágya felhasználása (GYÖRI, 1998). Az automatikus kéntrágyázás megszűnt azáltal, hogy a szuperfoszfátot sok helyen a tisztább hármasszuperfoszfáttal - melyet H_3PO_4 -val gyártanak - helyettesítették. A H_2SO_4 -as feltárással készített szuperfoszfát 50 mól % szulfátot tartalmaz (BOHN et al., 1985). A kénkibocsátás trendje a környezetvédelem, valamint az egyéb, alternatív energiaforrások felhasználásával megtorpant, sőt csökkenő tendenciát mutat (RADALIEU, 1995, BLAKE-KLAFF et al., 1998, REYNOLDS et al., 1999). A kritikus koncentráció a légkörben 0,5-0,7 mg SO_2 -S/ m^3 között van. A szigorodó környezetvédelmi előírások miatt Északnyugat-Európában, pl. Angliában, Németországban a '80-as évektől kezdve még az ipari körzetek kénzennyeződése sem érte el a növények számára felvehető mennyiséget, így potenciálisan egyre fokozódó kénhiányra lehet számítani (FÜLEKY, 1999).

A fenti összefüggések alapján a műtrágyázással a talajba jutó éves kén mennyisége jelentősen csökkent, melynek nagy része, különösen laza talajokon, kimosódhatott. Az elmúlt 30 évben az ország talajainak kénállapotáról felmérés nem készült, holott a fenti folyamatokat is figyelembe véve annak indokoltsága vitathatatlan. A környezetvédelem erősödésével 1980 óta a kén-dioxid és szilárd anyag kibocsátásának jelentős és tartós csökkenése (KÖM 2000) tovább fokozza a kénrel foglalkozó hazai kutatások szükségességét.

2.4. Kéntrágyázás

Az utóbbi évtizedekben számos közlemény jelent meg a kén terméshozamra gyakorolt hatásáról. A kén szerepét, a kéntrágyázás hatását nemcsak a magas kénigényű növények, mint pl. a keresztesvirágúak esetében kutatták, hanem egyéb gazdasági növényeknél, gabonaféléknél, kukoricánál, lucernánál is. Nemzetközi viszonylatban HOCKING és munkatársai (1987) napraforgón vizsgálták a kén-, nitrogén-, valamint a két elem együttes hiányának hatását a vegetatív és reprodukív növekedés fázisaira, a terméshozamra és a terméskomponensekre. Elemezték a különböző kén-nitrogén szintek hatását a virágzat számára, a magszámra, a magvak tömegére és olajtartalmára, cisztein- és metionin-tartalmára, valamint az egyes szövetek kén- és nitrogénkoncentrációjára. Németországban SOTIRIOU és KICK (1983) a kéntrágyázás hatását

vizsgálta az őszi búza termésére és minőségi jellemzőire tenyésztedény kísérletekben. Tapasztalataik szerint a kéntrágyázás hatására nőtt a szem- és szalmatermés, az ezerszem tömeg, ugyanakkor csökkent a N/S arány a szemben és a szalmában egyaránt, valamint erősen javult a sütési minőség. MULLINS és MITCHELL (1989) Amerikában tenyésztedény-kísérletben 35 búzafajtánál vizsgálta a kén hatását. A kén tartalmú tápoldattal öt héten át kezelt növények zöld tömege nagyobb lett, szárazanyagukban több ként lehetett kimutatni. A kezelést befolyásolta a Mg-, Cu-, P-, Fe- és Mn-felvétel is. Lengyelországban UZIAK és SZYMANSKA (1979) kukorica- és babnövényeken figyelték meg a N-, P- és S-felvételt a vegetáció különböző szakaszaiban, valamint a terméseredmények alakulását a trágyázás függvényében. Svédországban SELMER-OLSEN et al. (1979) tenyésztedény-kísérleteket végeztek lucerna és rozs kén tartalmának meghatározására. Kénforrásként gipszet használtak, a növények szerves kötésben lévő, illetve összes kén tartalmát mérték eltérő kénadagoknál. Indiában MAROK (1978) a kénhiány hatását vizsgálta búzatermésre arid barna talajon. NPK műtrágyánál, ha a foszfort diammonium-foszfát formájában adagolták, kisebb termést kaptak, mint szuperfoszfát alkalmazása esetén, ami 10% ként tartalmazott. A kénnel bevont karbamid műtrágya előnyeinek megállapítására végzett kísérleteket Afganisztánban SAMIN (1975) búza és kukorica növényekkel. Oroszországban SKEL' et al. (1979) a kén tartalmú trágyák hatását vizsgálták a talaj termőképességére és a gazdasági növények termésére. Megállapították, hogy az NPK műtrágyában és a foszfor gipszben lévő kén kedvezően hat a búza, árpa, zab, lucerna és tarlórépa termésére és minőségére. A kén elősegíti a talajban, illetve trágyákban lévő egyéb tápelemek feltáródását és felvételét a növények számára. Hazánkban LÁSZTITY (1991) az NPK-tápanyagellátás hatását vizsgálta az őszi búza kén tartalmának és -felhalmozásának dinamikájára. A kísérletet mészlepedékes csernozjom talajon végezte, mérte az őszi búza teljes föld feletti részében a kén tartalmát, a N/S arányt és a felhalmozást a tenyészidő folyamán. A műtrágyázás valamennyi fenofázisban szignifikánsan növelte a kén felhalmozását eleinte az NP- és NPK-kezelésekben, majd a generatív szakaszban a N- és NK-kezelések esetében. Teljes éréskor a felhalmozott kén nagyobb része a szemtermésben található. LÁSZTITY kukoricán kívül vizsgálta a rozs kénfelhalmozásának is és az NPK műtrágyázásnak kapcsolatát karbonátos homokon (1992), valamint szemes cirok (1995) és köles (1997) makroelem - köztük a kén - tartalmának változását a tenyészidő folyamán. TÖLGYESI (1991) kukoricával végzett vizsgálatának témája a kénfelvétel és a kén kapcsolata a többi elem koncentrációjával. Eredményei alapján a kén tartalom széles

tartományban való elhelyezkedése mutatja, hogy növénytermelési és a takarmányozási szempontok szerint is a kénhiány és kénfelesleg nem ritka jelenség Magyarországon. MÁTHÉNÉ GÁSPÁR et al. (2007) mészlepedékes csernozjom talajon végzett N-trágyázási tartamkísérlet során, őszi káposztarepce állományban vizsgálták többek között a S-tartalom és a N/S arány alakulását különböző vegetatív szakaszokban. Az irodalmi határértékeknek megfelelő, kedvező S-ellátottsági mutatókat kaptak.

2.5. Az őszi búza termesztése

A búza az emberiség táplálkozásában világszerte döntő jelentőségű, mind az öt kontinensen termesztik. Vetésterületének mintegy 90%-át a közönséges búza (*Triticum aestivum* L.) foglalja el, kisebb területen termesztik a durum búzát.

A búza a mérsékelt égöv növénye, termesztése a trópusoktól majdnem a sarkvidékig terjed. Vetésterületének nagy része az északi félteke mérsékelt égövére esik, csak egészen kis hányada jut a délire (RAGASITS, 1998).

A gabonafélék hazánk legnagyobb területen termesztett növényei, a két világháború között termőterületünk mintegy 70-75%-át foglalták el, a nyolcvanas években ez 60% körüli volt (RAGASITS, 1998). A kalászos gabonák közül is nagy hagyománya van az őszi búza termesztésének. Hazánk természeti adottságai lehetővé teszik a kiváló sütőipari minőségű búza előállítását. Nagyszámú szakirodalom tesz említést arról, hogy a magyar föld talaj- és éghajlati adottsága jó alapot teremt a minőségi búza, szőlő és gyümölcs, valamint a zöldség- és gabonafélék termesztéséhez.

A magyar agrártudomány művelői igen sokat tettek azért, hogy hazánk természeti adottságait a termesztés érdekében felhasználják. A nemesítő munka kapcsán kiemelkedő eredményeket ért el Mokry Sámuel, Cserháti Sándor, Székács Elemér, a kitűnő bankúti búzák előállítója Baross László, valamint meg kell említenünk a Fleischmann Rudolf által nemesített fajtákat is. A nemesítők és termesztők eredményes tevékenységéhez nagymértékben hozzájárult Hankóczy Jenő búzaminőséggel kapcsolatos tudományos munkássága, s az általa megalkotott farinográf.

A búza fontos népelelmezési cikk, a kenyér alapanyaga. Mindez kedvező beltartalmi értékeire és egyéb kedvező tulajdonságaira vezethető vissza. Jelentőségét növeli

rendkívül jó alkalmazkodó képessége, ezért szinte az ország teljes területén termesztethető (ERDEI és SZÁNIEL, 1975).

A bronzkori lelőhelyekről előkerült mag és kenyérleletek bizonyítják, hogy rendszeres termesztése már nagyon régóta folyik. Honfoglaló őseink is ismerték a búzát, s termesztését a Kárpát-medencében is tovább folytatták.

Az ősi kenyérből az idők folyamán a különböző termékek sokasága alakult ki, ma már mindenhol megtalálhatók a legkülönbözőbb kenyérféleségek, és a fehér kenyértől a teljes kiőrlésű kenyérig nagy a választék (POLLHAMMERNÉ, 1973).

Régóta kiemelkedő jelentőségű búzaexportunk, először a XII. században a hainburgi vámokmányokban említik a magyar búzát, mint exportcikket (LELLEY és RÁJHÁTHY, 1955). A hazai lakosság ellátása mellett búzaexportunk a XIX. században igen számottevő volt, melyet a jó minőség alapozott meg (BOCZ, 1992).

A legjobb minőségű búzatételek az Alföld középső és déli tájairól (Tisza vidéke) kerültek ki. A termesztési feltételek különösen a '60-as évektől javultak, számos külföldi fajtát is kipróbáltak, s kialakult az a fajtaválaszték, amellyel az új, korszerű búzatermesztés megvalósulhatott. Erre az időszakra tehető a műtrágyázás nagyobb arányú elterjedése, a vegyszeres gyomirtás megvalósítása. Minőségi változáson ment keresztül a talaj-előkészítés, vetés és betakarítás, korszerűbb géppark jött létre, s ezek a változások megalapozták a búzatermesztésünk fejlődését (RAGASITS, 1998).

A jó minőségű búzafajta értéke tulajdonképpen a sütőiparban realizálódik. A kenyérgyártáshoz ezért csak jó minőségű lisztet ajánlatos felhasználni. Sokéves adatok alapján azonban jól látható, hogy nemcsak egyes rossz minőségű búzafajtáknak nem megfelelő a sütőipari értéke, hanem a jó minőségű fajták sütési minősége is kifogásolható a nem megfelelő agrotechnika miatt (POLLHAMMERNÉ, 1973).

A legkiválóbb nemesített fajta minősége sem megfelelő, ha a búza károsodik a szárazságtól, a sok csapadéktól, a túladagolt kemikáliáktól, a nagy adagú műtrágyáktól, a túl sűrű vetéstől és egyéb környezeti tényezőktől.

Mindebből következik tehát, hogy a jó minőségű búzatermés a fajta genetikai tulajdonságainak, az optimális tápanyag-ellátottságnak és a megfelelő agrotechnikának az eredménye (POLLHAMMERNÉ, 1981).

Az agrotechnikai tényezők közül POLLHAMMERNÉ (1981) a műtrágyázásnak tulajdonítja a legnagyobb jelentőséget. A műtrágya minőséget módosító hatása nagyon sokféle lehet. A háború utáni időszakban a műtrágyázás alapvető célja az egyoldalúan kihasznált talajok tápanyaghiányainak pótlása, a termésmennyiség növelése volt.

Később egyoldalú nitrogéntrágyázás alakult ki, majd a hatvanas évektől elterjedt a nitrogén-foszfor-kálium műtrágyák együttes adagolása, s a hangsúly a megfelelő arányokra tevődött. A hetvenes évektől tapasztalható volt a talajok tápanyagokkal való mind jellemzőbb feltöltődése, a búzatermesztésben egyre inkább a gazdaságosságot helyezték előtérbe. A minőségi igények továbbra is figyelmen kívül maradtak.

2.5.1. Az őszi búza rendszer- és fejlődéstana

A jelenleg termesztett búza-fajok származásán a szakemberek már régóta vitatkoznak. Kialakulásukról, rokonságukról több elméletet is kidolgoztak. Az ökológiai igényben, alkalmazkodó képességben, morfológiai és fenológiai tulajdonságokban lényeges különbség van a termesztett és a vadon termő búzák között.

Hazánkban három fajt termesztünk: közönséges búzát (*Triticum aestivum L.*), a durum búzát (*Triticum durum*) és a tönkölybúzát (*Triticum spelta*). A vetésterület jelentős részét a közönséges búza teszi ki. A *T. aestivum* Délnyugat-Ázsiából terjedt el és vált szinte egyeduralmukodóvá az egész világon (BOCZ, 1992). Rendkívül jó alkalmazkodó képességű növény, tavaszi és őszi változata ismert, hazánkban az őszi változatát termesztjük (RAGASITS, 1998).

A búza növekedése során különböző fejlődési szakaszokon megy keresztül, amelyek törvényszerűen követik egymást és mindig azonos sorrendben zajlanak le.

Ezek a következők (FE= *Feekes skála*):

- Kelés (FE 1): a kelés időszaka a csírázástól a kelés befejezéséig tart. Optimális körülmények között a vetéstől a kelésig 12-15 nap telik el, ezt befolyásolja a magágy minősége, az optimális (0°C-os) hőmérséklet megléte és a talaj nedvességtartalma.
- Bokrosodás (FE 2-5): az első mellékhajtás megjelenésétől a szárbaindulásig tart a bokrosodás, s a fejlődésnek erre a szakaszára esik a generatív szervek differenciálódása. Nagyon fontos, hogy ebben a szakaszban megfelelő mennyiségű felvehető tápanyag álljon a növények rendelkezésére, különösen fontos a megfelelő nitrogénellátás, melyet kora tavaszi fejtrágyázással kell biztosítani.

- Szárbaindulás (FE 6-10): a szárbaszökkenés az első kitapintható nádusz megjelenésétől a kalászolás végéig tart, és a kialakult vegetatív szervek nagymértékű mennyiségi növekedése jellemzi.
- Kalászhányás (FE 11-14): az első kalász megjelenésétől a teljes kalászolásig tart a kalászhányás fenofázisa.
- Virágzás (FE 15-17): a virágzás az első portokoknak a kalászkából való kilépésétől a teljes elvirágzásig tart.
- Érés (FE 18-21): az érésen belül gyakran vizsgáljuk külön a tejes érés, viaszérés, teljes érés és a holtérés szakaszát.

A fejlődési szakaszok hosszát és bekövetkezésük időpontját azonban az ökológiai körülmények befolyásolhatják.

Mivel a fenológiai fázisok lefolyásának döntő hatása van a termés mennyiségére és minőségére, fontos a növény fejlődését az egész tenyészidő alatt figyelemmel kísérnünk (RAGASITS, 1998).

2.5.2. Az őszi búza kémiai összetétele

Az őszi búza kémiai összetételét GYÖRI és GYÖRINÉ (1998) a következőképpen jellemzi: nagy keményítő-, számottevő fehérje- és alacsony zsírtartalom.

A búzaszem három fő részből áll: a héj vagy korpa, az endospermium, illetve a csíra. LÁSZTITY (1981) közlése szerint a búza 13%-os, tárolási nedvességtartalom mellett 12-13% fehérjét, 1,9 % nyerszsírt és nyersrostot, 1,7 % hamut és 71,9 % keményítőt tartalmaz. A gabonafélék közül a búza fehérjetartalma az egyik legmagasabb. A liszt technológiai minőségét számos szerző szerint a fehérjeösszetétele alakítja ki, de sok esetben a keményítősérülés mértékét állítják kapcsolatba a sütőipari minőséggel. A fehérjék egy része vízben oldódik, míg másik része vízben oldhatatlan, viszont nagy mennyiségű víz megkötésére képes. Ezek a sikérfehérjék, melyek feldolgozás során adott szerkezetet, ún. sikérvázat biztosítanak a termék számára. A búzafehérjéket több szempont alapján lehet csoportosítani (LÁSZTITY, 1981; GASZTONYI és LÁSZTITY, 1993). Morfológiai szempontból csírafehérjékről, aleuronfehérjékről és endosperm fehérjékről beszélhetünk. Oldhatósági viszonyokat figyelembe véve OSBORN (1907) négy fehérjefrakciót különített el. A vízben oldódó albuminok és a híg sóoldatban oldódó globulinok

alkotják a fehérjék 15-20%-át, míg az alkoholban oldható prolaminok 33%, a híg lúgban oldódó gluteninek a 16%-ban vannak jelen, s a maradék 30 % fehérje ezen kivonószerekkel nem oldható.

Funkció szerint szerkezeti és anyagcsere, valamint tartalékfehérjéket különböztethetünk meg (SHEWRY és HALFORD, 2002). A szerkezeti és metabolikus fehérjék az albumin, globulin és amphiphilic fehérjék csoportjába tartoznak, és akkumulációjuk a szem érésének korai fázisára jellemző. Az endospermium sejtjeinek osztódása végén, a sejtnövekedési szakaszban indul a tartalékfehérjék, a gliadinok és a gluteninek akkumulációja. A gliadinok egy része kénben gazdag aminosavakból áll (α , β , γ), míg az ω -gliadinok kénben szegények. A gluteninek molekulásúlyuk szerint csoportosíthatóak magas molekulásúlyú (HMW) és alacsony molekulásúlyú (LMW) egységekre. A szerkezeti és metabolikus fehérjék, valamint a gliadinok mennyiségének növekedése a dagasztás során a tészta nyújthatóságát javítja, a glutenin egységek mennyisége pedig a tészta erősségét és ellenállóképességét növeli. A gluteinek és gliadinok mennyiségével számos minőségi paraméter erős összefüggést mutat (IVANOV et al., 1998; UTHAYAKUMARAN et al., 2002; BEASLEY et al., 2002). A fehérjeszerkezet genetikailag meghatározott fajtatulajdonság, de környezeti hatások módosíthatják (GRAYBOSCH ET AL., 1996; TRIBOI ET AL., 2000).

A keményítőszemcsék sérülése a búzaszemek őrlésének elkerülhetetlen következménye. A szem keménysége és az őrlés módja befolyásolja a sérülés mértékét (HOSENEY, 1994). Bizonyos fokú keményítősérülés fontos a kenyérfeldolgozás alatti vízfelvétel, illetve az erjedési folyamatok lejátszódása érdekében, viszont nagymértékű keményítősérülés esetén a tészta túlzottan nedvessé válik és az enzimatikus folyamatok is az optimálisnál nagyobb sebességgel játszódnak le, ami pedig nyúlós, nehezen szelhető tésztát eredményez (RANHORTA et al., 1993). Az őszi búza endospermiumának viszonylag alacsony rosttartalma dietetikai szempontból kifogásolható. A búzaszem korparésze 42% diétás rostot tartalmaz (FIGONI, 2003), így teljes kiőrlésű lisztek előállításával és továbbfeldolgozásával korszerű, rostokban gazdag élelmiszerek készíthetőek. A szénhidrátok közül még az endospermium csekély, de fontos 2-3%-os pentozántartalmát kell kiemelni (CSAPÓ és CSAPÓNÉ KISS, 2003).

Fontos továbbá kiemelnünk az ásványi elemek, közülük is elsősorban a kén szerepét az őszi búza minősége kapcsán. A búzaszem kén-tartalma és a belőle készült termékek minősége között számos kutatás tárt fel szoros kapcsolatot (MOSS et al., 1981, MOSS et al., 1983, SCHNUG et al., 1993). Alacsony kénellátottság esetén csökken a

cisztintartalom, minek következtében kevesebb a lehetséges diszulfid kötések száma, így a siker, illetve a tészta rugalmassága csökken (KOHLER et al., 1993, KECK és WIESER, 1995). Mind a kénellátottság mind a kén tartalom jellemezhető a nitrogén-kén aránnyal, ami átlagos szántóföldi körülmények között 12-16 közötti érték. Ez a lisztek minősítése mellett a környezet kénellátottságát is értékeli (RANDALL et al., 1981). Az ásványi elemek közül mikroösszetevők, azaz a búzaszem vas, réz, kálium, nátrium és cinktartalmát is érdemes kiemelni (FIGONI, 2003). Az őszi búzaszem átlagos összetételét az 1. táblázat foglalja össze (LEWANDOWSKI és KAUTER, 2003; KINCSESNÉ, 2004; SKRIBIC és GYURA, 2005; SHTANGEVA és AYRAULT, 2006).

1. táblázat: Az őszi búzaszem átlagos elemtartalma, mg/kg

S	P	K	Ca	Mg	Cu	Mn	Zn
1500-1800	3300-3500	3500-4500	300-800	900-1300	3,6-7,6	32-88	15-44

2.5.3. A minőség

Hazánkat éghajlati adottságai kiválóan alkalmassá teszik az őszi búza termesztésére, hiszen általánosan adottak azon környezeti feltételek, melyek a megfelelő mennyiségű és minőségű termés eléréséhez szükségesek. A búzával szemben támasztott minőségi követelmények igen sokrétűek, így a minőség pontos meghatározása egyáltalán nem egyszerű feladat.

Egy termék minőségét azon jellemzők határozzák meg, amelyek befolyással lehetnek piaci árának alakulására (JOLÁNKAI et al., 1998a). Valójában a minőséget mindig a felhasználás célja dönti el. Így a búza sütőipari minőségét a nedves siker tartalom, és a farinográfus vagy valorigráfus értéke határozza meg. A tésztaiparban a főzhetőség, a szín stb., a takarmánygabonáknál fehérje-, keményítő-, aminosav összetétel, nyersrost tartalom, vitaminok és ásványi anyagok mennyisége a döntő (MESTERHÁZY, 1995). Az 1980-as években jelentősen meggyorsultak azok a kutatások, amelyek a minőségi búzatermesztéssel kapcsolatosak. Ennek eredményeképpen a Gabona Tröszt 1980-tól a búza átvételére új átvételi rendszert vezetett be, amely során a felvásárlásra kerülő tetteleket műszeres vizsgálattal is értékeli. Az MSZ 6383:1998 szabvány foglalja össze

az őszi búza részletes minőségi követelményeit. GYÓRI és SZILÁGYI (1999) szerint a búzaminőség két irányból közelíthető meg:

a, fermentációs paraméterek: a szénhidrát tartalom és az enzimatikus tevékenység (α -amiláz) kapcsolata

b, reológiai tulajdonságok: a vízfelvétel és a tészta formázhatóságával jellemezhetők. Mutatói: fehérjetartalom, Zeleny-féle szedimentációs térfogat, farinográfus érték, alveográfus értékek.

A klasszikus búzavizsgálatokat alapvetően négy csoportra lehet osztani:

- Fehérjesajátsággal kapcsolatos vizsgálatok (fehérjetartalom, sikértartalom, -minőség, szedimentációs érték)
- Reológiai vizsgálatok (vízfelvétel, farinográf/valorigráf, alveográf, mixográf, extenzográf)
- Fermentációs vizsgálatok (gáztermelő képesség, esésszám)
- Beltartalmi vizsgálatok (elem- zsír-, keményítő-, rosttartalom)

Magyarország EU-csatlakozása után a végtermék jó minőségét és ezzel egyidőben a környezetvédelmet célzó kutatások a hagyományos technológiai elemek racionalizálását, a műtrágyák, növényvédőszer alkalmazásának okszerű csökkentését és a környezetkímélő gazdálkodásra alkalmas új fajták előállítását irányozzák elő (PEPÓ PÁ. et al., 2004).

2.5.4. Az őszi búza minősítése

Hazánkban az első lisztminősítési vizsgálatok Pekár Imre nevéhez fűződnek, aki az 1860-as években szín szerint osztályozta a lisztet, és a sikérvizsgálat laboratóriumi lebonyolításának kivitelezésén dolgozott (P. HARTYÁNYI, 2004a). A búzavizsgálatok esetében a fizikai ismérveken túl (alak, szín, állapot, keménység) a hektolitertömeg szerint osztályozta az egyes tételeket, míg a liszteket örölhetőségük, küllemi tulajdonságaik, a belőlük készült tészta minősége (keménység, szín), a nedves siker tartalom, a siker színe és keménysége valamint az aleuométeres sikerminőség-vizsgálat alapján minősítette (PEKÁR, 1881.). Ezzel egy időben Kosutány Tamás kezdett a búzalisztek minőségvizsgálatával foglalkozni (PINTÉR, 2004). KOSUTÁNY (1907) Mosonmagyaróváron végzett kutatásai során megállapította, hogy a búza, illetve liszt

fontos értékmérője a fehérje, illetve sikértartalom, melyben a magyar búza a nemzetközi átlagnál jobb eredményt képes produkálni. Kosutánnal szorosán együttműködött Cserhádi Sándor, aki a fizikai jellegű vizsgálatok fejlesztésén dolgozott. Kettőjük munkássága alapozta meg a lisztminőség korszerű vizsgálatának módszertanát (SZABÓ, 2004). A múlt század elején indult hat éves országos és nemzetközi vizsgálatsorozat mintáinak kiértékelésére Hankóczy Jenőt bízta meg Cserhádi Sándor (P. HARTYÁNYI, 2004b). Hankóczy a vizsgálatok idejének csökkentése érdekében 1905-ben megalkotta az első lisztvizsgálatra alkalmas műszert, a Farinométert, mely a lisztből kimosott siker erejének és nyújthatóságának megállapítására volt alkalmas. 1912-ben elkészítette a Hankóczy-féle vízfelvevő képesség meghatározó műszert, mellyel kimutatta, hogy azonos vízmennyiség hozzáadásával milyen erősségű tészta készíthető. 1912 és 1928 között elkészítette el és tökéletesítette a Farinográfot, mely számos országban ma is objektív vizsgálati módszer, bár az értékelés menete eltér a Magyarországon szabványossal (SZALAI, 2001a).

Hasonló módon terjedt el a Fermentograph nevű gáztermelő és –visszatartó képességet mérő műszer, az Extenzograph, valamint a Labograph nevű nyújthatóság vizsgáló műszer (NEHÉZ, 1989.).

A klasszikus hármas liszt-osztályozási rendszer szintén Hankóczy és Gruzl nyomán terjedt el, mely szerint az A1-A2 minőségű búzák lisztje minőségjavításra alkalmas, a B minőségű búzák lisztje önmagában is jó minőségű, míg a C minőségű búzák csak az A minőségű búzákkal keverve használható sütésre (P. HARTYÁNYI, 2004c). Gruzl 1936-ban a sikért üveglapra helyezte és méretének változását negyedóránként feljegyezve vizsgálta a siker minőségét. A sikerterületet, mint a siker minőségét jellemző mutatót szántóföldi kísérletben POLLHAMMERNÉ (1964) vizsgálta részletesen.

A búzaszem enzimikus állapotának jellemzésére az α -amiláz aktivitásának mérése terjedt el. A mutató alakulásából következtethetünk arra, hogy a szemben a csírázási folyamatok megindultak-e. Magas enzimaktivitású lisztben a keményítő több-kevesebb része már lebomlott cukorrá, s az ebből a lisztből készült kenyér lapos, ragacsos lesz (GYÖRI, 1998). A mérési módszert az esésszám mérésének nevezték el, utalva annak folyamatára (HAGBERG, 1960; 1961).

2.5.5. Az őszi búza minőségét meghatározó tényezők

A búza minőségére ható tényezők vizsgálatával kapcsolatosan az utóbbi időben egyre több publikáció jelenik meg. PEPÓ PÉ. (1997) a biológiai, az ökológiai és az agrotechnikai tényezők súlyát és szerepét a 2. táblázatban közöltek szerint foglalja össze.

2. táblázat: A búza minőségét befolyásoló tulajdonságok csoportosítása
(PEPÓ PÉ. 1997)

Tényezőcsoport	Jelentősége		
	Meghatározó	Átlagos	Mérsékelt
Biológiai	Fajta minőségi tulajdonságai		
	Fajta agronómiai tulajdonságai		
Ökológiai	Csapadék mennyisége	Talaj fizikai tulajdonságai	
	Csapadék megoszlása		
	Hőmérséklet	Talaj kémiai tulajdonságai	
	Napfény		
Agrotechnikai	N-adag	Elővetemény direkt hatás	Talajelőkészítés
	N-megosztása	Elővetemény indirekt hatás	
	NPK-arány	Kórokozók	
	Öntözés	Kártevők	
	Betakarítási idő	Gyomok	
	Tárolás	Vetésidő	
		Állomány-sűrűség	

GYÖRI és GYÖRINÉ (1998) szerint a növényi termékek minőségét befolyásoló tényezők két fő csoportra oszthatók: belső és külső tényezőkre. Belső tényezők a növények genetikai tulajdonságai. Külső tényezők: a termesztéstechnológia és a klimatikus tényezők. A termesztéstechnológia azonosságán túl az utóbbiak: a talaj, a víz és az időjárás, melyeket a környezet erőforrásainak is nevezhetünk.

Korábbi, minőségi búza – termeltetési tapasztalatok azt mutatják, hogy a kiváló minőség az évjárat és termőhely hatásai miatt jó agrotechnikával is csak 70–75% valószínűséggel érhető el (LÁNG és BEDŐ, 2003). Ezzel egybehangzó megállapítást találunk RUZSÁNYI és PEPÓ (1999) egyik munkájában is. Megállapították, hogy a termesztéstechnológia és a fajta együtt 70%-ban, míg az évjárat és a termőhely együtt 30%-ban befolyásolta a termés minőségét. Hazánk időjárási feltételei kitűnőek a búza termesztéséhez, nagy termések mellett a legjobb minőségű kenyérnek való liszt is megtermelhető termőföldjeink jelentős részén (BEDŐ et al., 1997).

GYŐRI és GYŐRINÉ (1998) az időjárás hatását vizsgálva megállapították, hogy egy-egy évjárat alapvetően befolyásolja az egész tápelem felvételt és beépülési folyamatot. Hatása rendkívül nagy, olyannyira például, hogy még a kiváló sütőipari minőségű búzák jellemzőit is nagymértékben ronthatja, amint ez az 1997-es évben történt.

RAGASITS (1997) szerint a búza minőségét döntően a termőhely határozza meg, s a jó minőség érvényesülését a kedvező évjárat teszi lehetővé.

LESZNYÁKNÉ (1996, 1998) megállapította, hogy az ezerszemtömeg átlagos csapadékellátottság mellett nem növekedett a terméshozammal, sőt, egyes esetekben csökkent. Az öntözés az ezerszemtömeg növekedését eredményezte mind borsó, mind kukorica elővetemény után (LESZNYÁKNÉ, 1997)

SZILÁGYI (2000) különböző búza fajták fehérje- és sikértartalmát, Zeleny-féle szedimentációs térfogatát, Hagberg-féle esésszámát, farinográfus értékét valamint az alveográfus W értékét vizsgálta, és kéttényezős varianciaanalízis segítségével arra a következtetésre jutott, hogy az évjáratok között általában 0,1%-os szinten szignifikáns különbség van a minőségi mutatók alakulásában.

PEPÓ (1998) szerint az elővetemény a termés mennyiségén túl annak minőségi paramétereit is jelentősen befolyásolja. Kedvező elővetemény (pl. borsó) után lényegesen jobb lisztminőségi paraméterek érhetőek el, mint kedvezőtlen elővetemény (pl. búza, kukorica) után. Ezt a hatást a fajták genetikai sajátosságai tompíthatják, de nem szűrhetik ki. Megfelelő agrotechnika alkalmazásával (talajművelés, tápanyagellátás, növényvédelem) tovább lehet tompítani a kedvezőtlen hatást mind a nedves sikértartalom, mind a valorigráfus értékszám esetében (PEPÓ, 1997).

PEPÓ et al., (1986) kísérletei során megállapították, hogy a nitrogén-műtrágyázás száraz évjáratban öntözés hatására jelentősen megnövelte a fehérjetartalmat, míg a foszfor- és kálium-műtrágyázás nem eredményezett szignifikáns növekedést. RAGASITS (1998) kísérleteiben igazolta, hogy a foszfortrágyázás hatására nőtt a fehérjetartalom és a

nedves sikermennyiség. 50 kg/ha-os nitrogénszint mellett rontotta, 150 kg/ha-os mellett javította, 100 kg/ha-os nitrogénszintnél pedig nem volt hatással a sütőipari minőségre. A legjobb eredményt 200 kg/ha nitrogén és 150 kg/ha foszfor műtrágya kijuttatásakor kapta.

GYÓRI (1999) erős, lineáris kapcsolatot tárt fel a búzaszem kéntartalma és nitrogéntartalma, valamint nedves siker tartalma között. Kénhiány esetén a tészta nyújthatási ellenállása nő, a nyújthatóság csökken

PEPÓ (2002) megállapította, hogy a növekvő műtrágyaadagok a nedves sikértartalom és a sütőipari értékszám növekedésére gyakorolt hatása lineáris, illetve parabolikus összefüggéssel igazoltan leírható. A hiányos tápanyagellátás a minőségi mutatók stabilitását is nagymértékben csökkentette.

2.6. Az őszi búza kéntrágyázása

A mezőgazdaságilag hasznosított területeken a kén-dioxid kibocsátás csökkenése által (levegőtisztaság-védelem) a 80-as évek óta nem csak az olyan kénigényes növények fejlődését gátoljuk, mint amilyen a repce, hanem pl. a hagyományos termesztésű búza esetében is jelentős minőségromlást okoz (nyúlós tészta) a kén hiánya (HAGEL et al., 1998).

Németországban mind a hagyományos termesztésű (HANEKLAUS és SCHNUG, 1992), mind pedig az öko-mezőgazdaságból származó őszi búza esetében végeztek kénellátottság megítélésére vonatkozó kutatásokat.

HAGEL és munkatársai (1998) az erre vonatkozó vizsgálataikat 1995-ös termésadatok alapján végezték el több fajta esetében. A teljes szem N-tartalmát Kjeldahl-módszerrel határozták meg, a kéntartalmát pedig röntgenfluoreszcens spektroszkópiával. A nyersfehérje-tartalmat a szárazanyag százalékában adták meg. A nyersfehérje-tartalom terén alacsony értékeket – átlagosan 10 % - kaptak, ami nagymértékben alacsonyabb, mint a BRÜMMER és SIEBEL (1991), valamint VÖLKELE és POHLMANN (1994) által megadott 10,5-11 %-os értékek.

SCHNUG és munkatársai 31 bio-búzaminta (*Rektor* és *Bussard* fajták), illetve 30 hagyományos termesztésű minta esetében (*Rektor*, *Bussard* és *Astron*) vizsgálták az 1996-os termési évből N- és S-tartalmat a teljes szemben, valamint a maximális nyújthatóságot siker-extenzográf segítségével. A bio-gazdaságokból származó minták nyersfehérje-tartalma átlagosan 9,8 % volt, a hagyományos termesztésűeké pedig 13,4

%.

A N-tartalom ugyanebben az összehasonlításban 2,2-2,5 %, valamint 1,4-2,2 %. A bio-minták jelentősen alacsonyabb kén tartalmi értékeket hoztak, mint a hagyományos termesztésből származók, ami azzal indokolható, hogy a kén tartalom (fehérjealkotóként) részben a N-tartalomtól is függ. A szem N-tartalmának növekedésével annak S-tartalma csak kisebb mértékben nőtt. Különösen a fehérjében gazdag hagyományos termesztésű búza esetében áll a N/S-arány igen közel – vagy haladja meg - a 17:1-es, már kénhiányt mutató határértékhez. A közepes S-tartalom értékei bio-minták esetében 1,2 %, hagyományos termesztésűeknél 0,15 %. A közepes N/S-arányok hagyományos termesztésű mintáknál 15,9, a bio-termesztésűeknél pedig 14,1, ami jelentős mértékben függ a kénben szegény N-trágyák alkalmazásától.

A kénfelvétel kapcsán még fajtaspecifikus különbségek is számításba veendőek; a hagyományos termesztésű német *Bussard* fajta esetében a N:S-arány 16,3, s ezzel a legnagyobb értéket mutatja, ezt követi az *Aston* (16,3) és a *Rektor* (15,3). A fajta tudatos megválasztása tehát különösen nagy jelentőséggel bír a biogazdálkodást folytatók számára. A siker-extenzográffal mért maximális nyújthatóság sem a N-, sem a S-tartalommal, sem pedig a két elem arányával nem mutatott szignifikáns összefüggést.

Többé már gabonában sem szabad elhanyagolnunk a kéntrágyázást, hiszen a növények kénigénye a talajból, ill. a légkörből mára már nem biztosított (BLOEM ET AL., 1995).

A tavasszal felfedezhető egyenetlen fejlődésű állományok oka gyakran ennek az elemnek a hiánya. A nem teljesen egyöntetű erre vonatkozó kísérleti eredmények azt jelzik számunkra, hogy a kéntrágyázás sikeressége nagymértékben függ az adott termőhely adottságaitól.

A kénellátás megítéléséhez döntő fontosságú a talaj vízháztartásának, szerkezetének és porózusságának ismerete.

BLOEM és munkatársai szerint (1995) 6-7 t/ha-os közepes termés esetén a gabonáknál a terméssel kivont kén mennyisége mintegy 25 kg/ha. Ehhez viszonyítva a mezőgazdasági területeken mára csupán 10-15 kg/ha kénnel számolhatunk évente. Ezért a laza szerkezetű, mélyebb talajvízszintű, csekély vízkapacitással rendelkező talajokon nagyobb valószínűséggel kell kénhiánnyal számolnunk.

A kötött talajokon nagymértékű a terméssel kivont kén mennyisége, továbbá a talajszerkezetből kifolyólag gátolt a gyökérnövekedés; mindez kénhiányhoz vezethet. Mivel a kénhiány befolyásolja a termőrészek kialakulását, a gabonát a vegetáció kezdeti szakaszában a kalászolás, ill. az első hiánytünetek megjelenése előtt trágyáznunk kellene.

Az optimális kéntrágyázási adagok területileg különbözők lehetnek. A kénhiánnyal veszélyeztetett területeken BLOEM és munkatársai (1995) a következő trágyaadagokat ajánlják a gabona esetén:

- tavaszi gabona: 30-50 kg/ha S, főként S-tartalmú N-trágyák formájában,
- őszi gabona: legalább 10 kg/ha ként juttassunk ki még ősszel, pl. szulfáttartalmú alaptrágya formájában, ez javítja az állomány ellenállóképességét; legalább 30 kg/ha kén kijuttatása szükséges a vegetáció kezdetén pl. kéntartalmú N-trágya formájában, majd szárbainduláskor további 20-30 kg/ha kénre lehet szükség.

Ha egy 25 kg/ha-os S-elvonást veszünk alapul, akkor kénhiányos termőhelyeken mintegy 30 kg/ha ként kell talajtrágyaként kijuttatnunk.

A szárbaszökkenéshez aztán további adagok szükségesek levéltrágya formájában. A télen elvégzett kéntrágyázás a növény faggyal és betegségekkel szembeni ellenállóképességét javítja. Ebből a célból a kénhiánnyal veszélyeztetett területeken kéntrágyázást végezhetünk 10 kg/ha adagig.

Azokon a termőhelyeken, amelyeken viszonylag kisebb mértékben számolhatunk kénhiánnyal, az említettél kisebb mennyiségű kén kijuttatását végezzük el talaj- vagy lombtrágya formájában. Az alkalmazott kéntrágyáról az ára és a tápanyag-összetétele alapján döntsünk, figyelembe kell venni, hogy a kén szulfát formájában azonnal a növény rendelkezésére áll, míg az elemi ként a mikroorganizmusoknak először át kell alakítaniuk, ezáltal az lassabban hasznosuló kénforrásnak minősül (BLOEM et al., 1995). Németországban SOTIRIOU és KICK (1983) azt vizsgálták, hogy miként befolyásolja a kéntrágyázás az őszi búza termésmennyiségének és -minőségének alakulását tenyészedény kísérletekben. Az eredményeik azt mutatják, hogy a kéntrágyázás hatására nőtt a szem- és szalmatermés, ugyancsak nőtt az ezerszem tömeg, ellenben mind a szemben, mind a szalmában csökkent a N/S arány. A sütőipari minőség jelentősen javult.

Szintén tenyészedényben tanulmányozta 35 búzafajta kénre történő reakcióját MULLINS és MITCHELL (1989) az Egyesült Államokban. Kéntartalmú tápoldattal kezelték a növényeket öt héten keresztül, majd a következő megállapításokra jutottak; a növények zöld tömege nagyobb lett és a szárazanyagukban több ként lehetett kimutatni. Mindezekre a Mg-, Cu-, P-, Fe- és Mn-felvétel is hatással volt.

Indiában MAROK (1978) arid barna talajon vizsgálta a kénhiány hatását a búza termésére. Az alap NPK-trágyázást úgy végezték el, hogy az alkalmazott

foszformútrágyaként diammónium-foszfátot választottak. A termés mennyisége kevesebb volt, mint a szuperfoszfáttal (10 % S) végzett kezeléseknél.

Hazánkban LÁSZTITY (1991) az NPK-tápanyagellátás hatását vizsgálta az őszi búza kén tartalmának és -felhalmozásának dinamikájára. A kísérletet mészlepedékes csernozjom talajon végezte. Vizsgálódásai során zöld növényi részben és szemben egyaránt tanulmányozta az elem tartalmát, valamint a N/S arányt. Tapasztalatai szerint a műtrágyázás valamennyi fenofázisban szignifikánsan növelte a kén felhalmozását eleinte az NP- és NPK-kezelésekben, majd a generatív szakaszban a N- és NK-kezelések esetében. Teljes éréskor a felhalmozott kén nagyobb része a szemtermésben található.

ZHAO és munkatársai (1997) ugyancsak a nitrogén- és kéntrágyázás hatását vizsgálták a búzaszem N/S arányára. A szem N/S arányának ismeretében a kénhiány jól diagnosztizálható.

3. Anyag és módszer

3.1. Kisparcellás kísérletek

3.1.1. A műtrágyázási tartamkísérlet leírása

A vizsgálatokat a Debreceni Agrár- és Műszaki Tudományok Centruma Látóképi Kísérleti Telepén †Dr. Ruzsányi László Professor Úr által 1984-ben beállított tartamkísérletében végeztem (2001; 2002). A kísérletben az őszi búza termesztése kétféle vetésváltásban, bi- (őszi búza - kukorica) és trikultúra (kukorica - borsó - őszi búza) vetésváltásban történt. A parcellák területe 46 m^2 . A kísérlet elrendezésére jellemző, hogy az egyes táblák fő parcelláit öntözési változatok és talajművelési módok szerint ismétlés nélkül, az alparcellákat pedig különböző műtrágyázási szinteken négy ismétlésben osztották meg. Az öntözés és a talajművelés sávos, a műtrágyázás pedig véletlen blokk elrendezésű. A kísérletben három talajművelési változat szerepel: tárcsázás, tárcsázás+lazítás, szántás. A vizsgálati minták a 2000/2001-es és a 2001/2002-es termesztési év növényállományaiból, trikultúra vetésváltásból, szántásos talajművelésből, öntözetlen és öntözött parcellákról származnak. A termesztett fajta mindkét évben Mv Pálma volt. A Kísérleti Telep talaja löszön képződött alföldi mészlepedékes csernozjom. Kémhatása közel semleges, a művelt réteg KCl-os pH-ja 5,5-6,5 közötti, mésztartalma 10-13 %, az Arany-féle kötöttségi szám 43. Humusztartalma 2,5-3,0 %, a humuszréteg 70-80 cm vastagságú. A talaj közepes AL-oldható P_2O_5 - ($130\text{-}150 \text{ mgkg}^{-1}$) és jó AL-oldható K_2O - ($240\text{-}260 \text{ mgkg}^{-1}$) értékekkel jellemezhető. A kísérleti terület a IV. vízgazdálkodási csoportba sorolható, amely közepes vízbefogadó képességet és jó víztartó tulajdonságot jelent. A talajvíz 6-8 m között helyezkedik el. Mikroelem hiány a kísérlet talajában nem mutatható ki. Al-oldható kén tartalma $6\text{-}6,2 \text{ mgkg}^{-1}$ közötti. Vizsgálataim szempontjából a következő fontos paramétereket vettem figyelembe: N- és S-tartalom, N/S arány alakulása. A kísérlet során öntözéssel kijuttatott vízmennyiséget a 3. táblázat, az alkalmazott műtrágyakezeléseket a 4. táblázat tartalmazza. A kísérletben alkalmazott műtrágyák: 34 %-os ammóniumnitrát, 18 %-os szuperfoszfát, 60 %-os kálisó.

3. táblázat: Az öntözéssel kijuttatott vízmennyiség a vizsgált években

(Debrecen-Látókép; 2001, 2002)

Év	Öntözővíz (mm)
2001	2x30 mm
2002	2x30 mm

4. táblázat: A Ruzsányi L. tartamkísérletben kijuttatott műtrágya hatóanyag mennyiségek (Debrecen-Látókép, 2000/2001; 2001/2002)

Kezelések	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
	kg/ha/ hatóanyag		
Kontroll	0	0	0
1	50	35	40
2	100	70	80
3	150	105	120
4	200	140	160

A foszfor- és kálium műtrágyák őszele, a legmélyebb talajmunkát megelőzően, a nitrogén műtrágya 50-50 % megosztásban, őszele és kora tavasszal került kijuttatásra.

A növényvédelmi beavatkozások során – a feltételektől függően – rendszeresen herbicid- és fungicid-kezeléseket végeztek. Állati kártevők ellen csak bizonyos évjáratokban volt szükség inszekticides védekezésre.

3.1.2. A kisparcellás kéntrágyázási kísérlet leírása

A kísérletet a 2001/2002-es termesztési évben állítottuk be, szintén a Debreceni Egyetem Agrár- és Műszaki Tudományok Centruma Látóképi Kísérleti Telepén, így a talaj- és vízháztartási jellemzők megegyeznek a 3.1.1. pontban leírtakkal. A kísérlet, illetve a laboratóriumi vizsgálatok célja az volt, hogy a magyarországi szerény számú

kéntrágyázási irodalomban egyfajta hiánypótlást végeznek, különös tekintettel a kéntrágyázás hatásának az őszi búza tápelem-ellátottságára és minőségi paramétereire. A 2001/2002-es termesztési évben beállított kísérlet során olyan trágyakezeléseket alkalmaztunk, melyeket a céljainknak megfelelően összevethetünk a látóképi NPK-tartamkísérlet adataival kénkiegészítés mellett. Ezen felül vizsgáltuk a „különböző kénformák” minőségre, mennyiségre gyakorolt hatását. Az alkalmazott trágyakezeléseket és a felhasznált műtrágyaformákat az 5. táblázat tartalmazza.

5. táblázat: A kisparcellás kéntrágyázási kísérletben kijuttatott műtrágya hatóanyag mennyiségek (Látókép, 2001/2002)

Kezelés	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	SO ₄	Alkalmazott műtrágyák
	kg/ha/hatóanyag			g/ha/hatóanyag	
1	0	0	0	0	-
2	100	70	80	-	MAP
3	100	70	80	500	MAP; FitoHorm 32S
4	100	70	80	1000	MAP, FitoHorm 32S
5	100	70	80	-	Szuperfoszfát
6	100	140	80	-	Szuperfoszfát
7	100	70	80	-	Biofert; MAP
8	150	70	80	-	Biofert; MAP

A kísérlet során az NPK-műtrágyázást eltérő műtrágyaformákkal végeztük el. Vizsgáltuk a különböző műtrágyaféleségekben kísérőelemként jelen lévő kén hatását az őszi búza mennyiségi és minőségi paramétereinek alakulására, továbbá két esetben tavasszal kifejezetten kén-lombtrágyázást alkalmaztunk. A táblázat jól szemlélteti, hogy az 1. parcellát (kontroll) nem műtrágyáztuk, illetve a 2. parcellán sem alkalmaztunk kén-tartalmú műtrágyaféleséget. A 3. és 4. kezelések alkalmával foszforműtrágyaként a 2. parcellához hasonlóan mono-ammónium-foszfát (MAP) került felhasználásra, a kénellátást tavasszal, kén-tartalmú lombtrágyával biztosítottuk. A 7-8-as parcellákon MAP-ot és a kén kísérőelemként tartalmazó lizingyártási mellékterméket a Biofertet használtunk. Az 5-6-os kezelések esetében szuperfoszfát alkalmazására került sor.

A termesztett fajta az előző kísérlettel megegyezően az MV Pálma volt. A kezeléseket 4 ismétlésben alkalmaztuk, a parcellák mérete a 24 m², a parcellák elrendezése véletlenszerű volt.

3.1.3. Időjárási körülmények

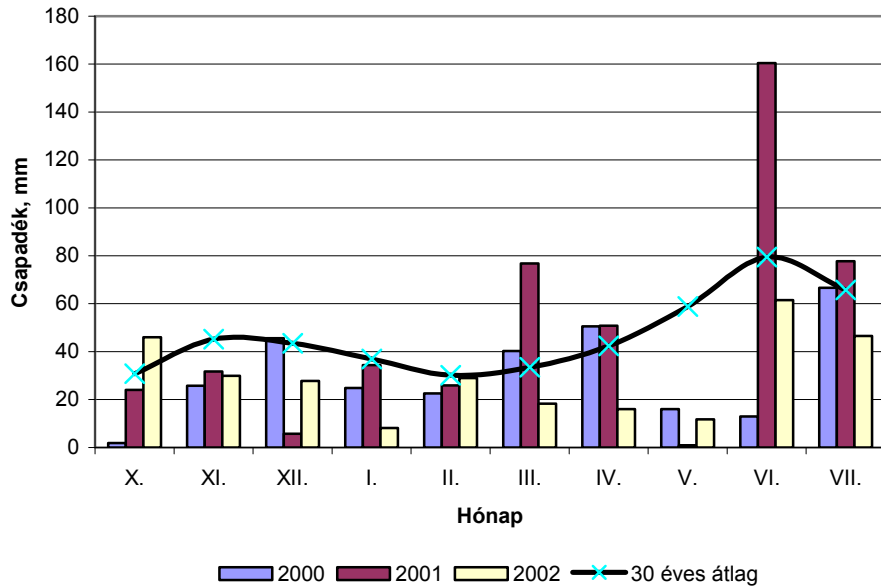
A tartamkísérlet ideje alatt eltérő időjárású évjáratok fordultak elő. Az egyes évjáratok jellemzésére a csapadékmennyiségnek, a hőmérsékletnek, a napsütéses órák számának, a relatív légnedvességnek a havi értékeit, valamint a 30 éves átlagokat vettem figyelembe.

A 2000/2001-es tenyészidőszakot száraz ősz, enyhe, átlagos csapadéku téli hónapok jellemezték. Az átlagos tavasz után forró, csapadék nélküli május következett, mely megrekesztette az állományt normális fejlődésében. Ezt a júniusban lehullott 160 mm csapadék valamelyest kompenzálta.

2001/2002-ben a kedvező őszi időjárás miatt az állományok fejlődése megfelelő volt, illetve az előző év talajnedvesség-feltöltése biztosította őszi búza állomány kezdeti fejlődését. A hideg tél, az enyhe tavasz és a májustól kezdődő hőség, csapadékhiánnyal párosulva viszont összességében kedvezőtlen feltételeket biztosított.

A kísérleti telep körzetében mért csapadékmennyiségek és a 30 éves átlag alakulását az *1.ábra* szemlélteti.

1. ábra: A kísérleti évek csapadékviszonyainak alakulása a 30 éves átlaggal összefüggésben (Debrecen-Látókép)



3.2. Üzemi kísérlet

A 2001/2002-es termesztési évben üzemi körülmények között beállított kísérletsorozatba kezdtem, melynek folytatására a következő évben is lehetőségem volt. Munkám során kéntartalmú levéltrágyát alkalmazva vizsgáltam a kísérleti állományok tápelem-ellátottságát, valamint a kén hatását az őszi búza termésmennyiségére és minőségi paramétereire.

3.2.1. A kísérlet körülményeinek leírása

A kísérletet 2001 őszén állítottuk be Felsőzsolcán, a Felsőzsolcai Mezőgazdasági Termelőszövetkezet B-2-4-6 jelű tábláján. A kísérlet összterülete 2,88 ha volt. A kísérletet a 2002 őszén megismételtük a szövetkezet B-8-9-11 jelű tábláján, azonos összterületen.

A kísérleti területek talaja a réti talaj típusba, azon belül a réti öntés talaj altípusba sorolható. E talajok vízgazdálkodása általában kedvező, és amennyiben a talajvíz nincs túl közel a felszínhez, a tavaszi túl nedves időszak sem tart sokáig. A nyári időszakot a

talajvíz a növények számára kedvezően befolyásolja. Művelhetőségük a nagymértékű kötöttség, valamint a jellegzetes vízgazdálkodásuk miatt kedvezőtlen, ezért a minőségére a tápanyagok jobb érvényesülése miatt is nagy figyelmet kell fordítani. A talaj kémiai vizsgálatát mindkét termesztési évben elvégeztük, a vizsgálatok alapján a következő adatokat kaptuk a szántott rétegre vonatkozóan: humusz – 2,77 %, CaCO₃ – 2,62 %, Arany-féle kötöttségi szám 55, pH_(KCl) 6,13, Al-oldható P₂O₅ – 145 mg/kg, Al-K₂O – 235 mg/kg. A MÉM NAK (1979) által elfogadott módszerek és határértékek alapján ezek az adatok a talaj közepes humusz-, jó foszfor-, gyenge kálium-ellátottságról tanúskodnak. A talajvíz szintje 4 m mélyen található, a terület nem aszályérzékeny. A kísérleti területek feltalajának különböző kivonószerekkel meghatározott kéntartalmát a 6. táblázat tartalmazza.

Az agrotechnikai tényezők megválasztása az üzemi gyakorlat szerint történt. A területre a kísérlet beállításának évében P- és K-műtrágyát nem szórtak ki, a N-műtrágya felét ősszel, szántás előtt, a másik felét tavasszal juttatták ki, 34 % hatóanyag tartalmú ammónium-nitrát formájában. A N-műtrágyázás 200 kg/ha adagot jelentett.

A mindkét kísérleti évben GK Élet fajtájú őszi búzát termesztettünk. A fajta rekordtermésre képes, jó-kiváló (B2-A1) malmi minőséget biztosít, korai, tar kalászu, és igen széles körben termesztett. Levelei szélesek, szára erős, az intenzív termesztési körülményeket (jó műtrágyahatás) kiváló terméshozammal és kiváló minőséggel hálálja meg.

Kísérleteinkben a vetés 2001. október 3-án, illetve 2002. október 5-én történt. A hektáronkénti csíraszám 4,86 millió, a vetésmélység 6 cm volt. A talajmunkák tárcsás talajműveléssel, mindkét termesztési évben azonos módon történtek

6. táblázat: Az üzemi kísérlet feltalajának különböző kivonószerekkel meghatározott kéntartalma (Felsőzsolca)

Elem (mg/kg)	1M KCl	Lakanen-Erviö oldat	Roncsolt (cc.HNO ₃ /H ₂ O ₂)
S	21,56	20,40	288

3.2.2. Az üzemi kísérlet éveiben jellemző időjárási tényezők

A 2001/2002-es termesztési évet az egész országot sújtó szárazság jellemezte. Vetéskor az átlagosnál melegebb volt, a csapadékellátottság pedig kedvező, így a

vegetáció kezdetén az időjárási feltételek adottak voltak az állomány megfelelő fejlődéséhez. A telet kellően megerősödve váró növényállományban az évszázad egyik leghidegebb decemberi időjárása a mindig elegendően vastag hótakaró alatt nem okozott számottevő kárt. A tél során azonban nagyon kevés csapadék érkezett, így a tavaszi vegetáció indulásakor az 50-70 %-os telítettségű 1 m-es talajrétegben csak 100-150 mm tartalék víz volt jelen. A továbbra is csapadékszegény tavaszi időjárás eredményeként május végére országosan jelentős csapadékhiány alakult ki, a legsúlyosabb volt a helyzet az északi vidékeinken, beleértve kísérleti területeinket is. A csapadékszegénységgel az átlagosnál 2,2-3°C-kal magasabb középhőmérsékletű nyári hónapok párosultak.

A 2002/2003-as tenyészidőszak időjárási jellemzői rendkívül kedvezőtlenek voltak többek közt a búzatermesztés szempontjából. A termesztési év nagy mennyiségű őszi-téli csapadékkal kezdődött. Csapadék szempontjából száraz volt viszont a tavasz és a nyár is, melynek hatásait felnagyították az előző aszályos év hatásai is. A búza áttelelését a változékony és a sokévi átlagnál hidegebb hónapok rendkívüli módon megnehezítették. Ebben a tenyészidőszakban mérték a legnagyobb hőséget májusban és júliusban, ami a szárazsággal együtt lehetetlenné tette a kiegyensúlyozott fejlődést.

3.2.3. Alkalmazott kezelések

A kísérleti növényállományokat az üzemi gyakorlatban alkalmazott alaptrágyázáson kívül levéltrágya formájában FitoHorm 32 S kénoldattal kéntrágyáztuk. Kéntrágya szulfát-kén tartalma 25 m/v%, ez alapján a hatóanyagtartalma 250 g szulfát/l.

A gyakorlatban alkalmazott növényvédőszerrel jól keverhető, így a kijuttatást mindkét esetben a tavaszi növényvédelmi munkálatokkal egy menetben valósítottuk meg, az állományok bokrosodási fenofázisában. A kijuttatás időpontjai: 2002. április 10., illetve 2003. április 16. Az alkalmazott kezelések meghatározásánál a FitoHorm 32 S kénoldatot gyártó cég ajánlását vettem alapul. A 7-8. táblázat a kezelésekkel kijuttatott műtrágya-, illetve hatóanyag-mennyiségeket tartalmazza. A parcellák elrendezése véletlenszerű, mérete pedig 200 m x 18 m (0,36 ha) volt, a levéltrágya kijuttatásához alkalmazott permetezőgép munkaszélességéhez igazodva. A kezeléseket 2 ismétlésben alkalmaztuk.

7. táblázat: A kísérlet során alkalmazott műtrágya-kezelések
(Felsőzsolca; 2002, 2003)

KEZELÉS	MŰTRÁGYA FORMA	KIJUTTATOTT MŰTRÁGYA-MENNYISÉG		
		l/ha	l/parcella	
			Felsőzsolca 2001/2002	Felsőzsolca 2002/2003
1. kezelés (kontroll)	-	0	0	0
2. kezelés	Fitohorm 32 S kénoldat	2	0,72	0,72
3. kezelés	Fitohorm 32 S kénoldat	4	1,44	1,44
4. kezelés	Fitohorm 32 S kénoldat	6	2,16	2,16

8. táblázat: A kezelésekkel kijuttatott hatóanyag-mennyiség
(Felsőzsolca; 2002, 2003)

KÍSÉRLETI TERÜLETEK	KIJUTTATOTT SZULFÁT HATÓANYAG-MENNYISÉG							
	1. kezelés (kontroll)		2. kezelés		3. kezelés		4. kezelés	
	g/ha	g/parcella	g/ha	g/parcella	g/ha	g/parcella	g/ha	g/parcella
2001/2002	0	0	500	180	1000	360	1500	540
2002/2003	0	0	500	180	1000	360	1500	540

3.2.4. A növényi mintavétel leírása

KALOCSAI et al. (2006) a szakszerű talaj- és növény-mintavételezés jelentőségéről és módszereiről ír. KÁDÁR (2006) a növény- és talajvizsgálatokat értelmezi műtrágyázási tartamkísérletben. Mindezeket figyelembevéve, valamint LÁSZTITY ajánlása alapján a kritikus mintavételi pontoknak a következő fenofázisokat jelöltem meg: bokrosodás, szárbaindulás, kalászosítás, teljes érés. A teljes növénymintákról a gyökereket leválasztottam, a szennyeződések csapvizessal távolítottam el. A növény föld feletti részeit külön vizsgáltam, levél, szár, kalász részekre különítve. Mértem a zöld növényi minták friss és légszáraz tömegét, majd szabvány szerinti előkészítés után a N- és S-tartalmukat. A kalászból kinyert szemek esetében az azokból kapott liszt sütőipari paramétereit vizsgáltam.

3.3. Laboratóriumi vizsgálatok leírása

A laboratóriumi vizsgálatokra a Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum Mezőgazdaságtudományi Kar akkori Regionális Agrárműszerközpontjának (jelenleg Élelmiszertudományi, Minőségbiztosítási és Mikrobiológiai Intézet) akkreditált laboratóriumában került sor. A laboratóriumi vizsgálatok a hatályos, megfelelő MSZ, MSZ-ISO szabványok, illetve AACC módszerek szerint történtek.

A zöld növényi mintákat az MSZ 6884-1 sz. szabvány előírásai alapján készítettem elő. A szennyeződések csapvizes eltávolítása után mértem a minták friss tömegét, majd 60 °C-os szárítószekrényben légszáraz állapotúra szárítottam a mintákat. Ezt követően a légszáraz mintákat 1 mm átmérőjű betéttel ellátott készülékkel daráltuk. A további vizsgálatokhoz az így előkészített, homogenizált mintákat használtam fel.

3.3.1. Elemtartalom-meghatározása ICP-OES készülékkel

Méréseinkhez egy a Perkin Elmer Ltd. által gyártott OPTIMA 3300 DV típusú induktív csatolású plazma optikai emissziós spektrométert (ICP-OES) alkalmaztunk (KOVÁCS et al., 1996, 1998). Perkin Elmer OPTIMA 3000 családba tartozó mérőrendszer felépítése a következő; ICP spektrométer, ICP Winlab software, mely a spektrométer működését irányítja, FIAS 400 (folyamatos áramú injektáló) rendszer, illetve AS 90 mintaváltó. A vizsgált mintákat az összelemtartalom meghatározáshoz HNO₃-H₂O₂ nedves roncsolással készítettük elő, amelyhez LABOR MIM OE718/A típusú elektromos blokkroncsolót használtunk, melybe egy alkalommal maximum 50 db roncsoló csövet (25 x 420 mm, 50 cm³-re és 100 cm³-re kalibrált) kerülhet. A megfelelően előkészített (szárított, darált) minta bemért anyagmennyisége 1,0 g (±0,01 g) – szemtermés esetén 2,0 g (±0,01 g). Az eredmények kiértékelése során az elemtartalom adatok szárazanyagra vonatkoztatva kerültek megadásra.

3.3.2. A lisztminőség meghatározása

A búzából lisztet az MSZ 6367/9:1989 sz. szabvány szerint, LABOR MIM AQC-109 labormalmon őröltük. A sütőipari minőség meghatározáshoz szükséges

vizsgálatok felsorolását, az alkalmazott módszert és a felhasznált eszközöket a 9. táblázat tartalmazza. A lisztminősítésnél a vizsgálatokat négy ismétlésben végeztük.

9. táblázat: A sütőipari minőség meghatározáshoz szükséges vizsgálatok, az alkalmazott módszer és felhasznált eszközök

Minőségi mutató	Alkalmazott módszer	Vizsgálat eszköze
Nyersfehérje-tartalom	MSZ 6367/11 – 84	Tecator Kjel-Tech nitrogén-meghatározó
Nedves sikér-tartalom és terület	MSZ-ISO-5531:1993	LABOR-MIM és Glutomatic 2200 sikérmosók 2015 centrifugával
Farinográfos vízfelvevő képesség és vizsgálat	MSZ-ISO-5530-3:1994 MSZ ISO 5530-3/1995	LABOR MIM valorigráf és Brabender farinográf
Hagberg- féle esésszám	MSZ ISO 3093:1995	Perten esésszámmérő

A búza fehérjetartalmának meghatározása

A búza nyersfehérje tartalmát az MSZ-6367:11-1984 alapján határoztuk meg. A módszer szerint nitrogénmentes selyempapírba bemért 1 g mintát a roncsolócsőbe helyezük, hozzáadunk 14 ml 96 %-os kénsavat, valamint két katalizátor tablettát, és a blokkroncsolóba tesszük, 1 órára 420°C-on amíg az oldat teljesen átlátszóvá válik. Az így előkészített mintát az automata TECATOR Kjeltec System, 1026 Distilling Unit egységbe helyezük, és 40 %-os NaOH oldat hozzáadásával az ammónia teljes mennyiségét felszabadítjuk, ami átdestillál 30 cm³ 4 %-os bórsav oldatba, amely bróm-krezolzöld és metilvörös keverékindikátort tartalmaz. A desztillálás időtartama 6 perc. A kapott oldatot automata buretta segítségével (NH₄)₂SO₄-ra faktorozott 0,2 mol·dm⁻³ H₂SO₄-oldattal titráljuk.

A titrálásból kiszámoljuk a nitrogéntartalmat, amelyből búza esetén az alábbi képlet segítségével meghatározzuk a nyersfehérje tartalmat:

$$\text{Nitrogéntartalom [\%]} = \frac{1,401 \cdot 0,2 \cdot f_{0,2\text{NH}_2\text{SO}_4} \cdot (V - V_{\text{vak}})}{m}$$

ahol

1,401 = állandó

0,2 = a kénsav oldat koncentrációja [mol·dm⁻³]

- $f =$ a kénsav oldat faktora
 $V =$ a titrálás során fogyott kénsav oldat térfogata [cm^3]
 $V_{\text{vak}} =$ vak mintára titrálás során fogyott kénsav oldat térfogata [cm^3]
 $m =$ a pontos bemérés [g]

$$\text{Fehérjetartalom [\%]} = \{\text{Nitrogéntartalom [\%]}\} \cdot 5,7$$

A búza nedves siker tartalmának meghatározása

A nedves siker-tartalmat az MSZ-ISO-5531:1993 szabvány alapján FQA-260 kétmunkahelyes sikermosó készülékkel, illetve az alábbiakban ismertetett [ICC No. 155] módszerrel, Glutomatic sikermosó készülékkel határoztuk meg.

A lisztmintából 10,00 g-ot lemérünk, behelyezzük a sikermosó készülékbe (Glutomatic) és a tartályból megnedvesítjük néhány csepp nátrium-klorid-oldattal, majd desztillált vízzel 10 percig mossuk a tésztát. Kb. 400 ml vizet használunk ehhez a művelethez. A kimosást akkor tekintjük teljesnek, ha a kapott sikérgolyóból kipréselt nedvesség csak nyomokban tartalmaz keményítőt. A keményítő kimutatására a jóddoldatot használtuk.

A liszt minősítése Farinográfal/Valorigráfal

A vizsgálatokat az MSZ-ISO-5530/1-1994 szabvány alapján végeztük. A liszt vízfelvevő képessége az a vízmennyiség ml-ben kifejezve, amelyet 100 g 14 % (m/m) nedvességtartalmú liszthez kell hozzáadni, hogy 500 FE maximális konzisztenciájú tésztát kapjunk meghatározott feltételek mellett.

A Farinográf lassúbb dagasztólapátjának fordulatszám: (63 ± 2) fordulat/perc; a dagasztó-lapátok fordulatszámának aránya $1:1,50 \pm 0,01$. A diagrampapír sebessége $(1,00 \pm 0,03)$ cm/min.

A liszt nedvességtartalmának meghatározása a szabványban előírt módszer szerint történik, ez a gyakorlatra előkészített lisztek esetében általában már ismert. A mérés első lépéseként a liszt hőmérsékletét beállítjuk $25 \pm 5^\circ\text{C}$ hőmérsékletre. Bekapcsoljuk a termosztátot és keringtetjük a vizet, amíg elérjük a $30 \pm 0,2^\circ\text{C}$ -t. A dagasztócsészét lekapcsoljuk a meghajtótengelyről, és az ellensúlyokat úgy állítjuk be, hogy a mutató kitérése 0 legyen az előírt forgási sebességű motor mellett. Kikapcsoljuk a motort és visszahelyezzük a dagasztócsészét. A dagasztócsészét a hátlap és mindkét dagasztólapát között egy csepp vízzel megnedvesítjük. Ellenőrizzük, hogy a mutató állása 0 ± 5 FE

értékek között legyen, miközben a dagasztólapátok az előírt sebességgel forognak az üres, tiszta dagasztócsészékben Ha a kitérés nagyobb, mint 5 FE, a dagasztócsészét alaposan megtisztítjuk. Az író toll karját úgy állítjuk, hogy a mutatóval azonos kitérést mutasson. A járó motor mellett a csillapítót úgy állítsuk be, hogy az író toll az 1000 FE-ről a 100 FE-re ($1,0 \pm 0,2$) s alatt álljon be. Megtöltjük a bürettát $30 \pm 5^\circ\text{C}$ hőmérsékletű vízzel. Kb. 1 ml vizet kifolyatunk a bürettából, hogy a csapja is megteljen vízzel, majd ismét jelig töltjük a bürettát.

Lemérünk 0,1 g-os pontossággal az 50 g 14 % (m/m) nedvességtartalmú lisztnek megfelelő mennyiségű lisztet. Legyen ez a mennyiség m gramm, ennek értéke a víztartalom függvényében a mellékelt táblázatban található. Helyezzük be a lisztet a dagasztócsészébe, fedjük le a csészét és tartsuk lefedve a dagasztás végéig. A fedőt csak a lehető legrövidebb időtartamra szabad eltávolítani, pl. amikor vizet kell adagolni, vagy a tésztát lekaparni. A lisztet keverjük 1 percig. A víz adagolását a bürettából a dagasztócsésze jobb kéz felőli elülső sarkába akkor kezdjük meg, amikor az író toll már az egy egész percnél megfelelő helyet elhagyta. A liszthez közel annyi vizet adunk, amennyi az 500 FE maximális konzisztencia eléréséhez várható. Dagasztás közben a csésze oldalára tapadt tésztát a spatulával lekaparjuk, és a tésztához adjuk úgy, hogy közben a dagasztólapátokat nem állítjuk le. Ha a konzisztencia értéke túl nagy, akkor adjunk a liszthez még egy kis vizet, hogy a maximális konzisztenciának megfelelő kb. 500 FE értéket kapjuk. Ezután leállítjuk a keverést és kitisztítjuk a dagasztócsészét. Várjunk legalább 5 percig, amíg a termosztát beállítja a dagasztócsésze megfelelő hőmérsékletét, mielőtt elkezdjük a következő dagasztást. Ha szükséges a további dagasztásokat addig végezzük, amíg két olyan dagasztás áll rendelkezésünkre, amelyben a víz adagolása 25 s alatt befejeződött, a maximális konzisztencia 480 FE és 520 FE közé esett, a diagram regisztrálása folytatódott legalább 12 percig a dagasztási időtartam vége után, ha a tészta ellágyulási mértékét is meg kell adni. Ezután leállítjuk a keverést és kitisztítjuk a dagasztócsészét.

A laboratóriumban rendelkezésünkre áll egy számítógép-vezérelt Farinográf, így a mérés során nyert diagramok kiértékelése ezzel történik. A szoftver segítségével a diagramokat ki lehet értékelni az *ICC* (*International Association for Cereal Science and Technology*), az *AACC* (*American Association of Cereal Chemists*), a svájci élelmiszerkönyv (*SLMB*), valamint a *magyar* előírások szerint.

A farinogramokról leolvashatóak azok a részmutatók, amelyeket a vizsgálat során meg lehet határozni. A tészta maximális konzisztenciáját egy meghatározott értékre [500 FU]

állítjuk be a hozzáadott vízmennyiség adagolásával. A helyes vízmennyiség adagolása, amelyet vízfelvevő képességnek nevezünk, egy teljes dagasztási görbét eredményez, amelynek lefutásából a liszt erősségére lehet következtetni.

A Hagberg-féle esésszám meghatározása

A Hagberg-féle esésszámot az MSZ-6367:16-1984 állapítottuk meg. A vizsgálat célja a gabonaliszt, vagy a teljes őrlemény desztillált vízzel készített szuszpenziójának gyors elcsirizedése a forrásban lévő vízfürdőben, majd az α -amiláz hatására bekövetkező keményítő-elfolyósodás mérése. A vizsgálatokhoz desztillált vizet használunk. Az esésszám meghatározását Hagberg-féle esésszám mérő készülékkel történik. A desztillált vizet $25 \pm 0,2$ ml térfogatú pipetta segítségével adagoljuk a viszkoziméter csőbe. Az idő mérésére automata időszámlálót használunk, amely jelzi a keverőelem alsó helyzetbe jutását. A liszt beméréséhez mérleget használunk. A vizsgálni kívánt lisztet, illetve gabonaőrleményt kalapácsos darálóval állítottuk elő, amely még 30 % nedvességtartalmú minták aprítására is alkalmas. A töretből 800 μm nyílásméretű szitával állítottuk elő a vizsgálatához szükséges lisztet. A vizsgálni kívánt minta nedvességtartalmát előzőleg szabvány alapján határoztuk meg. A 7 g mintát 0,05 g pontossággal bemérjük. (Ezt a tömeget úgy határozták meg, hogy a 25 ml víz hozzáadását követően megfeleljen egy 15 % (m/m) nedvességtartalmú mintából végzett bemérésnek. Ha a lisztnek igen nagy az α -amiláz aktivitása, bemérhetünk 9,00 g 15 % (m/m) nedvességtartalmú mintának megfelelő mennyiséget.

A vízfürdőt feltöltjük desztillált vízzel a tartály felső szélétől 2-3 cm magassáig. A vizet forrásig melegítjük, és forrásban tartjuk a vizsgálat egész időtartama alatt. A lisztmintát bemérjük a viszkoziméter csőbe és pipettával 25 ml $20 \pm 5^\circ\text{C}$ hőmérsékletű vizet. Gumidugó segítségével azonnal lezárjuk a viszkoziméter csövet, és kézzel erőteljesen összerázzuk, hogy homogén szuszpenziót kapjunk. Kivesszük a dugót és a keverőt behelyezzük a csőbe, amivel a cső falára tapadt lisztet vagy töretet is a szuszpenzióba juttatjuk. A viszkoziméter csövet a keverővel együtt a forrásban lévő vízbe helyezzük a csőtartó nyílásán keresztül. Bekapcsoljuk a Hagberg-féle esésszám mérőt. A csövet és az ebonitdugót az elfordítható elemmel rögzítjük. A készülék 59 s eltelte után (ez alatt az idő alatt összekeveri a szuszpenziót) a felső helyzetben megállt keverőt a 60. s-ban szabadon engedi. Az automatikus időmérő ekkor indul. Az időszámláló pontosan megáll abban a pillanatban, amikor keverő felső ütközője eléri az

ebonitdugót. Az időtartamot másodpercben leolvassuk az időszámlálóról, ami a Hagberg-féle esésszám.

3.4. A statisztikai adatfeldolgozás módszere

Az adatok feldolgozásánál az adathalmaz általános jellemzését a leíró statisztika alapstatisztikai módszereivel végeztem (szélső értékek, átlag, szórás, relatív szórás). Az eloszlásvizsgálat eredménye alapvetően meghatározza a további statisztikai feldolgozása lehetőségeit.

Varianciaanalízissel vizsgáltam, hogy a különböző kvalitatív és kvantitatív tényezők hatására a mintahalmaz alcsoportjai statisztikailag igazoltan különböznek-e egymástól, azaz a minőségi paraméterek a különféle tényezők hatására változtak-e. Az $SzD_{5\%}$ értékszámításával meghatározom azt a hibahatárt, ami felett a tényezők kölcsönhatása igazolt.

A statisztikai adatfeldolgozás során az SPSS 12.0 szoftvert használtam (KETSKEMÉTY és IZSÓ, 1996). Az átlagértékeket és szórásokat bemutató diagrammok Microsoft Excel 2003 programmal készültek.

4. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

4.1. NPK műtrágyázási tartamkísérlet

4.1.1. A műtrágyázás hatása a búzanövény kémiai összetételére

A Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrumának látóképi kísérleti telepén, a †Dr. Ruzsányi László Professor Úr által beállított tartamkísérlet eredményeinek vizsgálatát első lépésben varianciaanalízis segítségével végeztem el. A kísérletben három hatótényezőnek (évjárat, műtrágyakezelés, öntözés) a teljes föld feletti növényi rész nitrogén- és kén tartalmára, illetve N/S arányára gyakorolt hatását elemeztem különböző fenológiai fázisokban. Elsőként a műtrágyázás hatásainak elemzését részletezem.

A **bokrosodási** fázisban még nem történt öntözés, ezért az alábbi táblázatban csak öntözetlen adatsorok szerepelnek (10. táblázat).

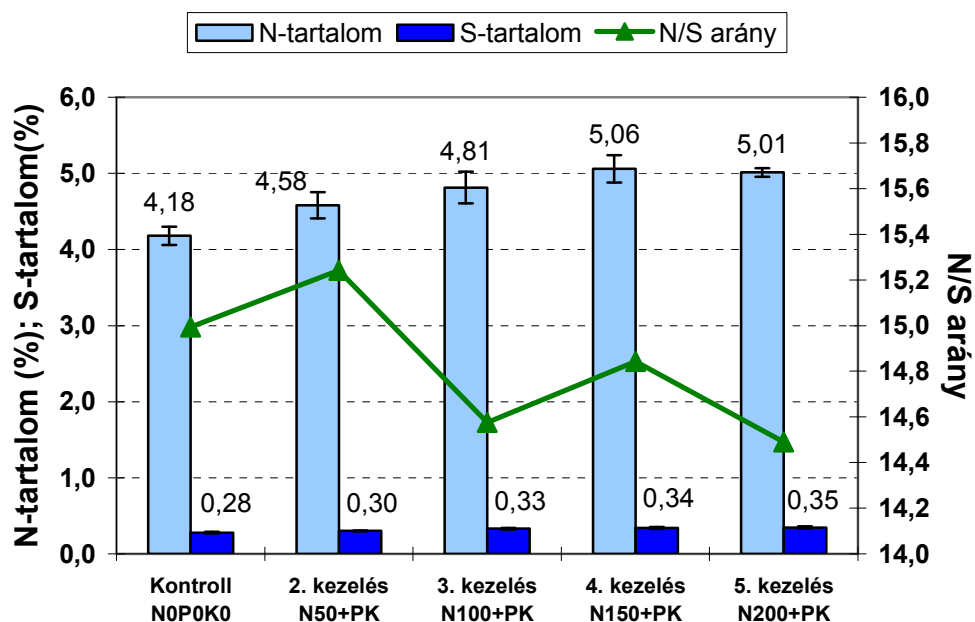
10. táblázat: A műtrágyakezelések hatása a búzanövény nitrogén- és kén tartalmának, valamint N/S arányának alakulására a búza bokrosodási fázisában Ruzsányi L. tartamkísérlet, (Debrecen-Látókép; 2001, 2002)

Öntözés	Kezelés		2001			2002			
			N (%)	S (%)	N/S	N (%)	S (%)	N/S	
Öntözetlen	Kontroll	Átlag	4,18	0,28	14,99	4,27	0,38	11,21	
		szórás	0,12	0,01	0,51	0,31	0,00	0,74	
	N-50 kg/ha P ₂ O ₅ -35 kg/ha K ₂ O-40 kg/ha	Átlag	4,58	0,30	15,24	4,33	0,37	11,73	
		szórás	0,17	0,00	0,41	0,31	0,02	0,18	
	N-100 kg/ha P ₂ O ₅ -70 kg/ha K ₂ O-80 kg/ha	Átlag	4,81	0,33	14,58	4,40	0,38	11,57	
		szórás	0,21	0,01	0,36	0,39	0,03	0,14	
	N-150 kg/ha P ₂ O ₅ -105 kg/ha K ₂ O-120 kg/ha	Átlag	5,06	0,34	14,84	4,45	0,39	11,30	
		szórás	0,18	0,01	0,55	0,35	0,04	0,23	
	N-200 kg/ha P ₂ O ₅ -140 kg/ha K ₂ O-160 kg/ha	Átlag	5,01	0,35	14,49	4,46	0,39	11,48	
		szórás	0,06	0,01	0,44	0,34	0,04	0,38	
	SZD 5%			0,24***	0,02***	0,69	0,59	0,05	0,70

Szignifikancia szintek: *P=5%, **P=1%, ***P=0,1%;

Az egytényezős varianciaanalízis eredményei szerint a 2001-ben betakarított növényi minták nitrogén- és kén tartalmának alakulását a műtrágyázás $P=0,1\%$ szignifikancia szinten befolyásolta. A számadatokat tekintve megállapítható, hogy a N/S arány alakulása tendenciaszerű, de statisztikailag nem alátámasztható. A nitrogéntartalom növekedése a kezelések hatására másodfokú görbével jellemezhető (2. ábra) míg a kén tartalom növekedésének tendenciája lineáris. A kontroll parcellákról származó búzaminták nitrogéntartalma a négy ismétlés átlagában $4,18\%$ volt, mely a kezelések közül a legkisebb érték. A nitrogéntartalom alakulásánál a görbe csúcspontja a harmadik kezelésnél található, ahol a növény minták nitrogéntartalma 5% feletti volt ($5,06\%$). A kén tartalom szintén a műtrágyázásban nem részesült parcella esetén volt legkisebb ($0,28\%$), míg legnagyobbak a negyedik kezelésből gyűjtött búzaminták kén tartalmát mértük ($0,35\%$). A nitrogéntartalom növekedése tehát nagyobb mértékű volt, mint a kén tartalom növekedése, így a két paraméter változásából következett, hogy a vizsgált N/S elemarány a kezelések hatására csökkent.

2. ábra: A bokrosodási fázisban vett búzánövény nitrogén- és kén tartalmának, valamint N/S arányának alakulása a műtrágyakezelések hatására
Ruzsányi L. tartamkísérlet (Debrecen-Látókép; 2001)



A 2002-es évjáratban a fent leírtakhoz hasonló, statisztikailag is alátámasztott megállapítást nem tudtam tenni. A nitrogéntartalom a kontrollparcellák átlaga esetén volt a legkisebb, szám szerint $4,27\%$. A műtrágyadózisok emelése a növényi minták

nitrogéntartalmát növelte, ennek megfelelően a negyedik kezelésből származó minták nitrogéntartalmát találtam a legnagyobbnak 4,46%-os értékkel. A különböző kezelésből származó minták kén tartalma között szintén nincs szignifikáns különbség. A nitrogéntartalom esetében megfigyelt, egyértelműen növekvő tendencia a kén tartalom esetében nem állapítható meg. A 2002-ben betakarított minták kén tartalmát 0,38%-nak mértük, míg a műtrágyával kezelt kísérleti területek búzamintáinak kén tartalma 0,37-0,39% között ingadozott. A két vizsgált elem hányadosának alakulásában szintén nem volt szignifikáns eltérés a különböző műtrágyaadagokkal kezelt parcellák között. A N/S arány kiszámításakor 11,30 és 11,73 közötti értékeket kaptam, a kontroll minták átlagos 11,21-es értéke mellett.

Jelen kísérletből származó őszi búzaminták bokrosodási állapotban történő vizsgálatával tehát a következő eredményeket kaptam: 2001-ben a műtrágyakezelésben részesült parcellák növénymintáinak nitrogén- és kén tartalma a kontroll parcellákon mért értékektől nagyobb. Ezen esetekben a különbségeket statisztikailag is igazoltnak találtam. A következő évben gyűjtött minták eredményeinek esetében nem fogalmazható meg a fenti megállapítás, vagyis hogy a kezelt parcellák nitrogén- és kén tartalma minden esetben nagyobb lenne a kontroll adatoktól. Sem a nitrogén-, sem a kén tartalom értékeinek elemzésekor nem találtam tendenciaszerű változásokat.

Megállapítható, hogy a növekvő tápanyagdózisok kijuttatása az évjárat jellegétől erősen befolyásolt módon van hatással a bokrosodási fázisban lévő búzanövények nitrogén- és kén tartalmának alakulására.

A második növényi mintavétel a **szárbaindulás** időszakában történt. Az első kísérleti év öntözetlen parcelláin a műtrágyaadagok növelése mellett a kontroll kezelésben a nitrogéntartalom 2,48%-os értékkel a legkisebb volt, míg a legnagyobb értéket (2,81) a harmadik kezelésben találtuk (11. táblázat). Jóllehet az egyes műtrágyaszintekről vett minták eredményei között jelentős különbség van, de az adatok magas szórásértékei miatt a műtrágyázás szignifikáns hatását nem tudtam megállapítani. Ugyanez a megállapítás fennáll a kén tartalom esetében is, hiszen az SZD 5% = 0,08 értéke mellett 0,03 – 0,07 között szórásértékek figyelhetők meg. A kezelésenkénti kén tartalom a következőképpen alakult: a legkisebbnek a kontroll kezelés kén tartalma bizonyult (0,24%), míg a legnagyobb kén tartalmat a negyedik kezelés műtrágyaadagjainak kijuttatásánál mértük. A kén tartalom alakulása lineáris tendenciát követ. A N/S arány értékeinek varianciaanalízise során megállapítottam, hogy a műtrágyakezelések 2001-ben statisztikailag igazoltan nem befolyásolták az arányszám alakulását.

11. táblázat: A műtrágyakezelések hatása a búzanövény nitrogén- és kén-tartalmának, valamint N/S arányának alakulására a búza szárbaindulási fázisában
Ruzsányi L. tartamkísérlet (Debrecen-Látókép; 2001, 2002)

Öntözés	Kezelés		2001			2002			
			N (%)	S (%)	N/S	N (%)	S (%)	N/S	
Öntözetlen	Kontroll	átlag	2,48	0,24	10,42	4,07	0,36	11,32	
		szórás	0,42	0,05	0,48	0,31	0,02	0,54	
	N-50 kg/ha P ₂ O ₅ -35 kg/ha K ₂ O-40 kg/ha	átlag	2,60	0,26	10,06	3,95	0,35	11,16	
		szórás	0,31	0,06	1,12	0,54	0,05	0,35	
	N-100 kg/ha P ₂ O ₅ -70 kg/ha K ₂ O-80 kg/ha	átlag	2,71	0,26	10,56	4,12	0,36	11,34	
		szórás	0,41	0,03	0,87	0,48	0,05	0,21	
	N-150 kg/ha P ₂ O ₅ -105 kg/ha K ₂ O-120 kg/ha	átlag	2,81	0,29	9,70	4,23	0,36	11,66	
		szórás	0,28	0,03	0,45	0,44	0,04	0,50	
	N-200 kg/ha P ₂ O ₅ -140 kg/ha K ₂ O-160 kg/ha	átlag	2,72	0,34	8,38	4,27	0,38	11,26	
		szórás	0,19	0,07	1,93	0,30	0,04	0,41	
	SZD 5%			0,58	0,08	1,93	0,74	0,07	0,73
	Öntözött	Kontroll	átlag	2,22	0,22	10,09	4,13	0,33	12,47
			szórás	0,13	0,02	0,33	0,26	0,03	0,74
		N-50 kg/ha P ₂ O ₅ -35 kg/ha K ₂ O-40 kg/ha	átlag	2,30	0,24	9,53	4,00	0,34	11,87
szórás			0,13	0,02	0,28	0,34	0,04	0,35	
N-100 kg/ha P ₂ O ₅ -70 kg/ha K ₂ O-80 kg/ha		átlag	2,75	0,27	10,47	4,13	0,34	12,13	
		szórás	0,13	0,04	1,73	0,36	0,03	0,20	
N-150 kg/ha P ₂ O ₅ -105 kg/ha K ₂ O-120 kg/ha		átlag	2,84	0,27	10,67	4,12	0,35	11,88	
		szórás	0,12	0,03	0,92	0,39	0,05	0,61	
N-200 kg/ha P ₂ O ₅ -140 kg/ha K ₂ O-160 kg/ha		átlag	2,82	0,25	11,40	4,12	0,35	11,84	
		szórás	0,19	0,02	0,24	0,26	0,04	0,92	
SZD 5%			0,22***	0,04	1,36	0,57	0,07	1,08	

Szignifikancia szintek: *P=5%, **P=1%, ***P=0,1%;

Az öntözött parcellákon 2001-ben a nitrogéntartalom a műtrágyakezelések hatására szintén a 3 kezelésben volt a legnagyobb. A varianciaanalízis eredményei szerint ebben az esetben az értékek alakulását a növekvő NPK-adagok statisztikailag igazolhatóan befolyásolták. A legkisebb nitrogéntartalommal (2,22%) a kontroll parcellákról származó minták rendelkeztek. Ehhez viszonyítva 13%-kal találtam nagyobbak a harmadik kezelés növényeinek nitrogéntartalmát (2,84%). A különböző adagú műtrágyázásban részesült parcellák búzamintáinak kén-tartalma között nem találtam szignifikáns különbséget. Az értékek alakulása a bokrosodási fázisnál megállapítottaktól

különbözik, s a nitrogéntartalomhoz hasonló tendenciájú növekedést mutat. A görbe legnagyobb értékeit a második és a harmadik kezelés adja, egyaránt 0,27%-os értékkel. A N/S arány az első és a negyedik kezelés között növekszik, 9,53-ról 11,40-re, vagyis a növényi szövetek nitrogéntartalma a műtrágyadózisok növelésének hatására gyorsabb ütemben növekedett, mint a kéntartalom.

A második kísérleti évben a szárbaindulási fázisban az öntözetlen parcellákról vett növényminták nitrogéntartalma 3,95% és 4,27% között változott. Előbbi értéket az első, míg utóbbit a negyedik kezelés mintáiból mértük. Az egyes kezelések közötti különbségek statisztikailag igazolhatóan nem különböznek egymástól (SZD 5%=0,74). A műtrágyadózisok növelésének sem a kéntartalom, sem a N/S arány esetében nem volt szignifikáns hatása az eredmények alakulására. A különböző kezelések kéntartalma a kontroll parcellák adataitól (0,36%) jelentősen tehát nem különbözik (0,35-0,38%) és tendencia sem illeszthető az adatsorra. A két vizsgált elem alakulásának szabálytalanságaiból következik, hogy a N/S arányból is egy nem szabályos ingadozású adatsort tudtam kiszámítani. A legszűkebb N/S aránya az egyes kezelésnek van (11,16), míg a legtágabb arányszámmal a harmadik kezelés jellemezhető 11,66-os értékkel.

A 2002-es évjárat öntözött parcelláinak elemzése kapcsán megállapítottam, hogy sem a nitrogén-, sem a kéntartalomra, sem pedig a N/S arány alakulására a kijuttatott műtrágyaadagok nem voltak statisztikailag igazolható hatással. A nitrogéntartalom esetében azt tapasztaltam, hogy a kontroll kezelés búzamintáinak nitrogéntartalmától (4,13%) az első műtrágyaszint kivételével, az egyes kezelésekből származó növények nitrogéntartalma jelentősen nem tér el (4,12-4,13%). Egyértelmű tendencia a kéntartalom értékek alakulására sem írható fel, de a különböző NPK-adagokkal kezelt parcellákról nagyobb kéntartalommal (0,34-0,35%) rendelkező búzamintákat gyűjtöttem be a kontroll kezelés eredményeihez viszonyítva (0,33%). A N/S arány alakulása ebben az esetben sem szabályszerű, értéke az egyes kezeléseknél 11,84 és 12,47 között ingadozott.

A szárbaindulási fázisban gyűjtött búzaminták elemzése után a következő megállapítások emelhetők ki: a kísérlet első évében a különböző műtrágyaszintekről vett minták nitrogéntartalmában nagyobb különbségeket mértünk öntözött körülmények között, mely megállapítás a 2002-es eredményekre már nem érvényes. Mind öntözött, mind öntözetlen körülmények között megállapítható, hogy a két vizsgált elem koncentrációját és azok arányát a második évben magasabbnak mértem, de ennek bővebb elemzésére egy későbbi fejezetben térek ki (4.1.2.fejezet). A bokrosodási

fázisban tett megállapításaimhoz hasonlóan itt is leszögezhető, hogy a kezelt parcellák nitrogén- és kén tartalma nem minden esetben nagyobb a kontroll adatoktól.

Kalászoláskor 2001-ben az öntözésben nem részesült parcellákon a mintavételezés a következő eredményeket hozta: a növekvő műtrágyadózisok a vizsgált minták nitrogéntartalmának alakulására $P=0,1\%$, a kén tartalom alakulására pedig $P=5\%$ szignifikancia szinten voltak igazolható hatással (12. táblázat). A N/S arányt az NPK-adagok növelése statisztikailag is alátámasztható módon nem befolyásolta. Mindhárom vizsgált paraméter esetében megállapítható, hogy az eredmények a nagyobb tápanyagszintek felé haladva növekedtek. A legnagyobb értéket a nitrogéntartalom (1,86%) és a kén tartalom (0,29%) esetében is a harmadik kezelés esetében mértük, míg a N/S-arány legnagyobb értékét (8,20) az ezt megelőző műtrágyázási szinten számítottam ki. A vizsgált paraméterek mindegyikénél a kontroll kezelésben fordultak elő a legkisebb értékek.

Az öntözött kísérleti parcellák közül a fenti megállapítás csak a kén tartalom esetében igaz, hiszen a nitrogéntartalom és a N/S arány esetében az első műtrágyalépcsőről betakarított minták a kontroll mintáknál kisebb nitrogéntartalmat (1,23%) és kisebb N/S arányt (6,93) eredményeztek. A vizsgált paraméterek legnagyobb értékei az öntözetlen parcelláknál tapasztaltakhoz hasonlóan a nitrogén- és a kén tartalom esetén a harmadik, míg a N/S arány esetén a második kezelésben fordultak elő. Ezen paraméterek értékei sorrendben: nitrogéntartalom 2,22%, kén tartalom 0,21%, N/S arány 10,97. A varianciaanalízis eredményeit illetően megállapítható, hogy a műtrágyázás a nitrogén- és a kén tartalom alakulására is szignifikáns hatással volt. A megállapítás mindkét esetben $P=5\%$ szignifikancia szinten igazolt.

A következő évben a különböző kezelések hatását statisztikailag alátámasztva egyik paraméter esetében sem tudtam kimutatni. Egyértelmű tendenciák azonosítása is nehezebb, hiszen a növekvő műtrágyadózisokkal kezelt parcellák búzamintáinak nitrogéntartalma szabálytalanul változik. A legkisebb nitrogéntartalmat a harmadik kezelésnél mértük. Legnagyobb bizonyult a második kezelés nitrogéntartalma. A kén tartalom 0,20% és 0,23% között alakult.

A második és harmadik műtrágyalépcsőről vett búzaminták négy ismétlésből származó kén tartalmát egyaránt 0,23%-nak találtuk. A legnagyobb N/S arányt 10,24-es értékkel a kontroll kezelés adta, míg e paraméter a harmadik kezelésben volt a legkisebb (8,15).

12. táblázat: A műtrágyakezelések hatása a búzanövény nitrogén- és kén tartalmának, valamint N/S arányának alakulására a búza kalászolási fázisában
Ruzsányi L. tartamkísérlet (Debrecen-Látókép; 2001, 2002)

Öntözés	Kezelés		2001			2002		
			N (%)	S (%)	N/S	N (%)	S (%)	N/S
Öntözetlen	Kontroll	átlag	0,86	0,18	5,10	2,01	0,20	10,24
		szórás	0,08	0,04	1,62	0,24	0,04	2,79
	N-50 kg/ha P ₂ O ₅ -35 kg/ha K ₂ O-40 kg/ha	átlag	1,24	0,19	7,09	2,00	0,22	9,24
		szórás	0,12	0,06	2,34	0,13	0,04	1,46
	N-100 kg/ha P ₂ O ₅ -70 kg/ha K ₂ O-80 kg/ha	átlag	1,65	0,20	8,20	2,10	0,23	9,67
		szórás	0,20	0,02	0,66	0,29	0,04	2,94
	N-150 kg/ha P ₂ O ₅ -105 kg/ha K ₂ O-120 kg/ha	átlag	1,86	0,29	6,56	1,90	0,23	8,15
		szórás	0,06	0,06	1,12	0,21	0,01	0,94
	N-200 kg/ha P ₂ O ₅ -140 kg/ha K ₂ O-160 kg/ha	átlag	1,79	0,26	7,00	2,09	0,21	10,06
		szórás	0,19	0,02	0,91	0,28	0,05	1,13
SZD 5%			0,21***	0,07*	2,20	0,41	0,07	3,54
Öntözött	Kontroll	átlag	1,31	0,14	9,11	2,00	0,20	10,83
		szórás	0,52	0,02	3,64	0,25	0,06	2,45
	N-50 kg/ha P ₂ O ₅ -35 kg/ha K ₂ O-40 kg/ha	átlag	1,23	0,19	6,93	2,08	0,22	9,62
		szórás	0,17	0,04	2,51	0,27	0,04	1,77
	N-100 kg/ha P ₂ O ₅ -70 kg/ha K ₂ O-80 kg/ha	átlag	2,15	0,20	10,97	2,01	0,24	9,32
		szórás	0,33	0,01	2,09	0,24	0,05	2,48
	N-150 kg/ha P ₂ O ₅ -105 kg/ha K ₂ O-120 kg/ha	átlag	2,22	0,21	10,51	2,33	0,26	8,77
		szórás	0,32	0,03	1,41	0,27	0,03	1,71
	N-200 kg/ha P ₂ O ₅ -140 kg/ha K ₂ O-160 kg/ha	átlag	2,08	0,20	10,41	2,24	0,22	9,76
		szórás	0,37	0,00	1,85	0,24	0,05	1,82
SZD 5%			0,54*	0,04*	3,65	0,45	0,09	3,61

Szignifikancia szintek: *P=5%, **P=1%, ***P=0,1%;

2002-ben az öntözött parcellákról begyűjtött minták eredményei szerint a műtrágyázásnak szintén nem volt hatása az általam vizsgált paraméterek alakulására. A kén tartalom koncentrációjának legnagyobb értékét a harmadik kezelésben érte el 0,26%-os értékkel. A nitrogéntartalom a legkisebb értékét (2,00%) a kontroll kezelésben, míg a N/S-aránynál a harmadik kezelésben (8,77) tapasztaltam. A nitrogéntartalmat a harmadik kezelésben (2,33%), míg a N/S arányt a kontroll parcellákon mértük legnagyobbak.

A kalászos fázisról szóló megállapítások összegzéseként ki kell emelni, hogy a műtrágyázás a vizsgált paraméterek alakulására csak 2001-ben volt szignifikáns hatással. A növekvő NPK-adagok mindkét öntözési változatban statisztikailag is bizonyítottan befolyásolták a nitrogén- és kén tartalom alakulását. Kiemelendő még, hogy a kén tartalom esetében mindkét általam vizsgált évjáratban, mind öntözött, mind öntözetlen körülmények között csúcspontját a harmadik kezelésben tapasztaltuk, azaz a búzanövény-minták kén tartalma 150 kg nitrogén, 105 kg foszfor és 120 kg kálium hektáronkénti hatóanyag mennyiségek kijuttatása mellett volt a legnagyobb.

A búza vegetációjának során, utolsó alkalommal a növények **teljes érésének** fázisában vettem mintákat a kísérlet parcelláiról. A minták nitrogén- és kén tartalmának eredményeit, illetve az ezekből számított N/S arány értékeit a *13. táblázatban* mutatom be. Az első kísérleti évben az öntözetlen parcellákról származó minták elemzése során megállapítottam, hogy a búzanövények kén tartalmának alakulását a kezelésként kijuttatott különböző nagyságú műtrágyaadagok statisztikailag igazoltan befolyásolták ($P=5\%$). A varianciaanalízis szerint a nitrogéntartalom és a N/S arány alakulását a műtrágyázás nem befolyásolta szignifikánsan. A két vizsgált elem értékei a növekvő NPK-adagokkal egyetemben szintén növekedést mutatnak, melyek a korábbi fenofázisok elemtartalom-változásaival ellentétben lineárisak. Így legkisebb nitrogén- és kén tartalma a kontroll kezelésnek, míg legnagyobb a negyedik műtrágyaszint mintáinak. A nitrogéntartalom a kontrollhoz (1,13%) viszonyítva 24%-kal, míg a kén tartalom a kezeletlen minták 0,12%-os koncentrációjához viszonyítva 42%-kal nőtt. Mivel a kén tartalom gyorsabb ütemben nőtt, ezért a növényi szövetek N/S aránya szűkült, 9,99-ről 8,16-ra.

2001-ben öntözött körülmények között a műtrágyázásnak szintén csak a kén tartalom alakulására volt statisztikailag igazolható hatása ($P=5\%$). A nitrogéntartalomnál a felírható görbe csúcspontja a harmadik kezelésre esik (1,39%). Négy ismétlés átlagában a műtrágyázásban nem részesült parcellák mintáinak nitrogéntartalma (0,95%) bizonyult legkisebbnek. A kén tartalom szabályosnak tűnő növekedését az első kezelés eredménye törli meg. A legnagyobb nitrogéntartalom érték a legkisebb közel másfélszerese, míg a kén tartalom esetében a változás majd kétszeres. A N/S arány alakulására szintén nem illeszthető tendencia, a hányados értékei 6,73 és 10,12 közé esnek.

13. táblázat: A műtrágyakezelések hatása a búzanövény nitrogén- és kén tartalmának, valamint N/S arányának alakulására a búza teljes érési fázisában
Ruzsányi L. tartamkísérlet (Debrecen-Látókép; 2001, 2002)

Öntözés	Kezelés		2001			2002		
			N (%)	S (%)	N/S	N (%)	S (%)	N/S
Öntözetlen	Kontroll	átlag	1,13	0,12	9,99	0,73	0,08	8,93
		szórás	0,28	0,03	3,37	0,06	0,00	0,66
	N-50 kg/ha P ₂ O ₅ -35 kg/ha K ₂ O-40 kg/ha	átlag	1,19	0,12	9,94	0,95	0,10	9,45
		szórás	0,23	0,02	2,50	0,13	0,02	0,69
	N-100 kg/ha P ₂ O ₅ -70 kg/ha K ₂ O-80 kg/ha	átlag	1,20	0,13	9,60	1,30	0,13	10,68
		szórás	0,19	0,02	2,57	0,15	0,02	0,71
	N-150 kg/ha P ₂ O ₅ -105 kg/ha K ₂ O-120 kg/ha	átlag	1,39	0,16	8,71	1,32	0,16	8,32
		szórás	0,18	0,02	2,29	0,06	0,01	1,01
	N-200 kg/ha P ₂ O ₅ -140 kg/ha K ₂ O-160 kg/ha	átlag	1,40	0,17	8,16	1,39	0,19	7,39
		szórás	0,26	0,01	1,77	0,05	0,01	0,38
SZD 5%			0,35	0,03*	3,85	0,15***	0,02***	1,04***
Öntözött	Kontroll	átlag	0,95	0,12	8,55	0,73	0,08	9,09
		szórás	0,25	0,04	4,13	0,08	0,00	0,39
	N-50 kg/ha P ₂ O ₅ -35 kg/ha K ₂ O-40 kg/ha	átlag	1,05	0,10	10,12	0,90	0,08	11,08
		szórás	0,09	0,01	1,24	0,15	0,01	1,14
	N-100 kg/ha P ₂ O ₅ -70 kg/ha K ₂ O-80 kg/ha	átlag	1,15	0,13	9,21	1,21	0,12	9,77
		szórás	0,25	0,03	1,72	0,06	0,01	1,39
	N-150 kg/ha P ₂ O ₅ -105 kg/ha K ₂ O-120 kg/ha	átlag	1,39	0,14	9,84	1,32	0,15	10,02
		szórás	0,01	0,01	0,66	0,11	0,02	0,83
	N-200 kg/ha P ₂ O ₅ -140 kg/ha K ₂ O-160 kg/ha	átlag	1,15	0,17	6,73	1,32	0,16	8,07
		szórás	0,28	0,01	1,53	0,06	0,01	0,44
SZD 5%			0,31	0,03*	3,32	0,15***	0,02***	1,39*

Szignifikancia szintek: *P=5%, **P=1%, ***P=0,1%;

2002-ben az öntözetlen parcellák mintáit tekintve, a műtrágyázás szignifikáns hatással volt a vizsgált paraméterek alakulására. Megállapítottam, hogy a különböző műtrágyadózisok kijuttatása mind a nitrogén- és kén tartalom, mind a N/S arány alakulását P=0,1% szignifikancia szinten befolyásolták. A nitrogéntartalmat a kontroll kezelésben 0,73%-nak, míg a negyedik kezelésben 1,39%-nak mértük, mely növekedést az előző évi tendenciához hasonlóan lineáris-jellegűnek találtam. A kén tartalom a kontroll kezelés 0,08%-os értékétől a negyedik műtrágyalépcső felé haladva 0,19%-ig lineárisan növekszik. A kontroll minták N/S-arány értéke (8,93) a negyedik kezelésre

7,39-re csökkent, miközben a második tápanyagszinten 10,68-as értékkel egy csúcsot mutatott.

2002-ben, öntözött körülmények között a kezelések során a nitrogéntartalom lineáris trend szerint alakult. A legkisebb nitrogéntartalmat (0,73%) a kontroll parcellákon, míg a legnagyobbat (1,32%) a negyedik kezelésnél mértük. A kén-tartalom itt is kétszeres növekedést mutat: értéke a kontroll parcellák átlagában 0,08%, míg a negyedik kezelésben 0,16%. A N/S arány legtágabb az első kezelésben (11,08), míg legszűkebb a negyedik műtrágyalépcső esetében (8,07).

A két év öntözetlen adatsorait tekintve megállapítottam, hogy a műtrágyázás hatására a kén-tartalom mindkét esetben gyorsabb ütemben növekedett a nitrogéntartalomnál. A nitrogéntartalom alakulása az öntözött parcellákon 2001-ben másodfokú görbével jellemezhető lefutást mutatott, a többi vizsgált esetben nitrogéntartalmi adatok emelkedése lineáris volt. Áttérve a kén-tartalomra megállapítottam, hogy mind az öntözetlen, mind pedig az öntözésben részesült parcellákról származó minták mindkét évben lineáris növekedés mutattak a műtrágyadózisok növelésének hatására.

4.1.2. Az öntözés hatása a búzanövény kémiai összetételére

A búzatermesztés eredményessége szempontjából a főként gyakorlati szempontból leginkább az öntözés vizsgálatának szükségessége vitatott, de mivel a tápanyagban jól ellátott talajon, mint amilyen a kísérleti terület talaja is, az öntözés hatékonysága nagyobb, mint a tápanyagban szegény talajokon, mindez indokoltá tette kísérletünkben az öntözés hatásának vizsgálatát (MIHÁLYFALVI és FRANK; 1968). Az öntözéssel biztosított jobb vízellátással fokozhatjuk a nagyobb tápanyag-dózisok kedvező hasznosulását (KOLPAKOV; 1964, PETINOV; 1966, DEBRECZENI; 1965, LÁNG; 1975, DEBRECZENI; 1975, LOCH; 1976, JOLÁNKAI, 1982, BOCZ és PEPÓ; 1985) Az öntözés hatékonyságát azonban nem csupán a talajadottságok határozzák meg, hanem döntő szerephez jut az évjárathatás is (DEBRECZENI; 1971, HARMATI; 1975). A 2001-2002-es rendkívül aszályos termesztési években fokozottan szükségesnek ítéltük meg az öntözés búzatermesztésre gyakorolt hatásának kutatását (KOLTAY és BALLA; 1982).

A †Dr. Ruzsányi László Professzor Úr által koordinált kísérletben az öntözetlen parcellák mellett szereplő öntözött parcellákra összesen kétszer 30 mm csapadékot juttattak ki. E csapadékmennyiség kijuttatásának hatását az eddigiekhez hasonlóan egytényezős varianciaanalízis segítségével vizsgáltam.

Az öntözés hatásainak elemzését a búza **szárbaindulási** fázisának elemzésével kezdem, hisz mint ahogyan már korábban említettem első mintavételünk megelőzte az öntözővíz kijuttatását. A szárbaindulás eredményeinek összefoglalása a *14. táblázatban* található.

14. táblázat: Az öntözés hatása a búzanövény nitrogén- és kén tartalmának, valamint N/S arányának alakulására a búza szárbaindulási fázisában Ruzsányi L. tartamkísérlet (Debrecen-Látókép; 2001, 2002)

2001		Műtrágyakezelések									
		Kontroll		1. kezelés		2. kezelés		3. kezelés		4. kezelés	
Öntözés		átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás
Öntözetlen	N	2,48	0,42	2,60	0,31	2,71	0,41	2,81	0,28	2,72	0,19
Öntözött		2,22	0,13	2,30	0,13	2,75	0,13	2,84	0,12	2,82	0,19
SZD5%		0,62		0,48		0,61		0,43		0,33	
Öntözetlen	S	0,24	0,05	0,26	0,06	0,26	0,03	0,29	0,03	0,34	0,07
Öntözött		0,22	0,02	0,24	0,02	0,27	0,04	0,27	0,03	0,25	0,02
SZD5%		0,07		0,08		0,07		0,06		0,09*	
Öntözetlen	N/S	10,42	0,48	10,06	1,12	10,56	0,87	9,70	0,45	8,38	1,93
Öntözött		10,09	0,33	9,53	0,28	10,47	1,73	10,67	0,92	11,40	0,24
SZD5%		0,82		1,63		2,74		1,45		0,40***	
2002		Műtrágyakezelések									
		Kontroll		1. kezelés		2. kezelés		3. kezelés		4. kezelés	
Öntözés		átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás
Öntözetlen	N	4,07	0,31	3,95	0,54	4,12	0,48	4,23	0,44	4,27	0,30
Öntözött		4,13	0,26	4,00	0,34	4,13	0,36	4,12	0,39	4,12	0,26
SZD5%		0,49		0,78		0,74		0,72		0,48	
Öntözetlen	S	0,36	0,02	0,35	0,05	0,36	0,05	0,36	0,04	0,38	0,04
Öntözött		0,33	0,03	0,34	0,04	0,34	0,03	0,35	0,05	0,35	0,04
SZD5%		0,04		0,08		0,07		0,08		0,07	
Öntözetlen	N/S	11,32	0,54	11,16	0,35	11,34	0,21	11,66	0,50	11,26	0,41
Öntözött		12,47	0,74	11,87	0,35	12,13	0,20	11,88	0,61	11,84	0,92
SZD5%		1,13*		0,61**		0,36***		0,97		1,23	

Szignifikancia szintek: *P=5%, **P=1%, ***P=0,1%;

A kísérlet beállításának első évében az öntözés nem volt szignifikáns hatással a nitrogéntartalom alakulására. Az öntözetlen parcellákon a nitrogéntartalom a legkisebb értékét (2,48%) a kontroll kezelésben érte el, csakúgy, mint az öntözött parcellák esetében (2,22%). A nitrogéntartalmi értékek maximuma mindkét öntözési változatban a harmadik kezelésben található. Első esetben ennek értékét 2,81%-nak, míg utóbbi esetben 2,84%-nak mértük. Az öntözött parcellák négy ismétlésből számított átlagértékei a kontroll és az első kezelés parcelláit kivéve nagyobbak az öntözetlen terület hasonló értékeitől. A kén tartalom vizsgálati eredményeit tekintve

megállapítottam, hogy számításaim szerint az öntözésnek csak a negyedik kezelés esetén volt statisztikailag igazolható hatása a kéntartalom alakulására. A nitrogéntartalomhoz hasonlóan a kéntartalmat mindkét öntözési változat vizsgálatakor a műtrágyázásban nem részesült parcellák átlagában találtam a legkisebbnek. Az öntözetlen parcellák legnagyobb kéntartalmát (0,34%) a negyedik, míg az öntözött parcellákon (0,27%) a második kezelésben mértük. Az öntözés a N/S arány alakulására szintén csak a legnagyobb műtrágyadózisban részesült parcellákon volt szignifikáns hatással ($P=0,1\%$ szinten). Öntözetlen körülmények között a N/S arány a negyedik kezelésben (8,38), míg öntözött körülmények között az első műtrágyaszinten (9,53) volt a legkisebb. Ezen értékeket legnagyobbnak a második (10,56), illetve az öntözött blokkban a negyedik kezelésben (11,40) találtam. A N/S arány öntözött körülmények között nagyobb volt az öntözetlen parcellákon kapott N/S aránynál a harmadik és a negyedik kezelésben.

2002-ben a nitrogéntartalom alakulását az öntözés szintén nem befolyásolta szignifikánsan. A nitrogéntartalom értékei közel kétszeres nagyságúak, mint az előző évjáratban, de erről bővebben a fejezet vége felé lesz szó. Kiemelendő az előző évi megállapításokhoz képest, hogy a kontroll öntözetlen nitrogénérték (4,07%) alig kisebb a kezelt parcellákhoz viszonyítva. Az öntözött kontroll parcellák nitrogéntartalma (4,13%) pedig a második kezeléssel együtt a különböző műtrágyaszintek közül a legnagyobbak bizonyult. A kontroll, valamint a második és harmadik kezelésben az öntözött parcellák nitrogéntartalmi értékei nagyobbak az öntözetlenekhez viszonyítva, jól lehet mint ahogy azt fent említettem szignifikáns különbséget nem tudtam megállapítani. A szárbaindulási fázisban gyűjtött növényminták kéntartalma mind öntözetlen, mind öntözött körülmények között a negyedik kezelésben volt a legnagyobb, 0,38%-os, illetve 0,35%-os értékkel. A legkisebb értékeket az első műtrágyalépcsőn (0,35%), illetve a kontroll kezelésben (0,33%) mértük. A négy ismétlésből számított kéntartalmi értékek minden műtrágyaszinten az öntözés alkalmazása mellett bizonyultak kisebbnek. A N/S arány alakulását az öntözés a kontroll kezelésben, valamint az első és a második kezelés parcelláin befolyásolta statisztikailag is igazolható módon. Öntözetlen körülmények között a N/S arányt legszűkebbnek az első műtrágyaszinten (11,16), míg öntözött körülmények esetén a negyedik kezelésben (11,84) találtam. A két elem aránya a harmadik (11,66), illetve a kontroll kezelésben (12,47) bizonyult a legtágabbnak. A N/S arány valamennyi kezelésben tágabb volt az öntözött parcellákon, mint az öntözetlenekben.

A búza érése során, a növény szárbaindulási fázisában, a nitrogéntartalom alakulására az öntözés egyik évben sem bírt statisztikailag igazolható befolyásoló hatással. Érdemes felhívni a figyelmet arra, hogy 2001-ben a nagyobb, míg 2002-ben a kisebb műtrágyadózissal kezelt parcellák esetében mértünk nagyobb nitrogéntartalmat, mely lényeges különbségre az évjáratok időjárásának elemzése adhat magyarázatot. A kén-tartalom alakulását az öntözés csak egy esetben befolyásolta szignifikánsan. A 2001-es második műtrágyaszint eredményeit kivéve a kén-tartalmat minden esetben az öntözetlen parcellákon találtam nagyobbra. Fenti megállapításokból következik, hogy az öntözött parcellák N/S aránya 2001-ben a nagyobb műtrágyadózisok kijuttatása esetén volt tágabb, míg 2002-ben minden kezelésben tágabbnak bizonyult.

Az őszi búza **kalászás** fenofázisában történt a harmadik növényi mintavétel, melynek eredményeit a 15. táblázatban mutatom be. Az első éves eredmények kiértékelését ez esetben is a nitrogéntartalom elemzésével kezdem. Kalászás fázisban a búza nitrogéntartalmát a kezeletlen parcellákon és a második kezelésben befolyásolta az öntözés szignifikánsan, mindkét esetben közel másfélszeresére növelve a minta nitrogéntartalmát. A kontroll parcella esetében $P=0,1\%$, míg a második kezelés esetén $P=5\%$ szignifikancia szinten. A különböző NPK dózisokban részesült parcellák nitrogéntartalmi adatait tekintve megállapítható, hogy mind öntözetlen, mind öntözött körülmények esetén a 3. kezelés értékeit találtam a legnagyobbra. Az első kezelés kivételével a nitrogéntartalmat minden esetben az öntözött parcellákon találtam nagyobbra. A kén-tartalom esetében egy ezzel ellentétes megállapítást tettem, vagyis a kén-tartalmat minden esetben az öntözetlen parcellákon mértük kisebbre. A kén-tartalmi adatok növekedése a nitrogéntartalomhoz hasonlóan alakult. Így mindkét öntözési változatban a harmadik műtrágyaszintről betakarított minták rendelkeztek a legnagyobb kén-tartalommal (0,29%, illetve 0,21%). Az öntözetlen és az öntözött parcellák átlaga közötti különbséget a harmadik és a negyedik kezelés esetében találtam szignifikánsnak, első esetben $P=5\%$, míg utóbbi esetben $P=0,1\%$ szinten. Az öntözés szignifikáns hatása a N/S arány esetében az első kezelés kivételével minden műtrágyaszinten érvényesült. Az öntözés ezen esetek mindegyikében növelte a N/S arányt.

15. táblázat: Az öntözés hatása a búzanövény nitrogén- és kén tartalmának, valamint N/S arányának alakulására a búza kalászolási fázisában
Ruzsányi L. tartamkísérlet (Debrecen-Látókép; 2001, 2002)

2001		Műtrágyakezelések									
		Kontroll		1. kezelés		2. kezelés		3. kezelés		4. kezelés	
Öntözés		átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás
Öntözetlen	N	0,86	0,08	1,24	0,12	1,65	0,20	1,86	0,06	1,79	0,19
Öntözött		1,31	0,52	1,23	0,17	2,15	0,33	2,22	0,32	2,08	0,37
SZD5%		0,20***		0,25		0,47*		0,40		0,51	
Öntözetlen	S	0,18	0,04	0,19	0,06	0,20	0,02	0,29	0,06	0,26	0,02
Öntözött		0,14	0,02	0,19	0,04	0,20	0,01	0,21	0,03	0,20	0,00
SZD5%		0,06		0,09		0,03		0,08*		0,02***	
Öntözetlen	N/S	5,10	1,62	7,09	2,34	8,20	0,66	6,56	1,12	7,00	0,91
Öntözött		9,11	3,64	6,93	2,51	10,97	2,09	10,51	1,41	10,41	1,85
SZD5%		3,86**		4,21		2,69*		2,21***		2,53**	
2002		Műtrágyakezelések									
Öntözés		Kontroll		1. kezelés		2. kezelés		3. kezelés		4. kezelés	
		átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás
Öntözetlen	N	2,01	0,24	2,00	0,13	2,10	0,29	1,90	0,21	2,09	0,28
Öntözött		2,00	0,25	2,08	0,27	2,01	0,24	2,33	0,27	2,24	0,24
SZD5%		0,43		0,37		0,54		0,47		0,45	
Öntözetlen	S	0,20	0,04	0,22	0,04	0,23	0,04	0,23	0,01	0,21	0,05
Öntözött		0,20	0,06	0,22	0,04	0,24	0,05	0,26	0,03	0,22	0,05
SZD5%		0,09		0,07		0,08		0,04		0,09	
Öntözetlen	N/S	10,24	2,79	9,24	1,46	9,67	2,94	8,15	0,94	10,06	1,13
Öntözött		10,83	2,45	9,62	1,77	9,32	2,48	8,77	1,71	9,76	1,82
SZD5%		4,55		2,81		4,71		2,39		2,15	

Szignifikancia szintek: *P=5%, **P=1%, ***P=0,1%;

A legtágabb N/S arányt mind az öntözött mind az öntözetlen parcellákon a második kezelésben találtam 8,20-as, illetve 10,97-es értékkel.

A következő kísérleti évben egyik vizsgált paraméter esetében sem tudtam az öntözés statisztikailag igazolt hatását megállapítani. A nitrogéntartalom változását az öntözetlen parcellákon nem találtam tendenciaszerűnek, míg öntözött körülmények között az értékek növekedése másodfokú görbére jellemző lefutást mutatott. Az öntözetlen-öntözött értékek szabálytalanul alakulva nagyobbak vagy kisebbek az egyes kezeléseknél. A kén tartalom az öntözetlen parcellákon majdhogynem lineáris, míg az öntözötteken a N-tartalom változásához hasonló tendencia szerint alakult. Az öntözött értékek a második kezeléstől kezdődően nagyobbak bizonyultak, mint az öntözetlen kén tartalmi adatok. Egyforma értékkel, 0,20%-kal mindkét öntözési változat esetén a kontroll kezelésben mértük a legkisebb kén tartalmat. A N/S arány vizsgálatánál tehát

szintén nem fordult elő olyan különbség az egyes parcellák eredményei között, hogy az öntözés szignifikáns hatásáról tudtam volna beszámolni. A N/S arány vizsgálatokor sem az öntözött, sem az öntöztelen parcellákon nem találtam szabályos tendencia-szerű növekedést vagy csökkenést. A legnagyobb értékkel minkét esetben a kontroll parcellák rendelkeznek, mely értékek négy ismétlés átlagában a következők: az öntöztelen kontroll parcellák növénymintáinak átlagos N/S arányát 10,24-nek, míg az öntözött parcellák hasonló értékét 10,83-nak találtam. A legkisebb értékek is egy kezelésben fordulnak elő. Mindkét öntözési változatban a harmadik kezelésben (150,105,120 NPK) találtam legszűkebbnek a N/S arányt, mely előbbi értéke 8,15, utóbbi pedig 8,77. A búza kalászolási fázisának két évből származó eredményeit tekintve megállapítottam, hogy a nitrogéntartalom az esetek többségében az öntözött kezelésekben tágabb. Az egyes öntözési változatokban a nitrogéntartalom növekedésének vizsgálata a legnagyobb értékeket a harmadik kezelésnél mutatta. A kijuttatott műtrágyaadagok növelésével a kéntartalom növekedésére ugyanez mondható el. 2001-ben a kalászolási fázisban lévő búzanövények esetében a kéntartalom az öntöztelen parcellákon vagy nagyobb volt, vagy egyenlő volt az öntözött parcellák eredményeivel, míg 2002-ben az öntözött parcellák mintáinak kéntartalmát mértük nagyobbnak az öntöztelen parcellák eredményeitől vagy azonosnak azokkal.

A búza **teljes érési** fázisában csakúgy, mint a korábbi fenológiai fázisokban, az egyes növények teljes föld feletti részét vizsgáltam. 2001-ben a nitrogéntartalom esetében a legszembevetőbb megállapítás, hogy az öntöztelen parcellák mintáinak nitrogéntartalma minden esetben nagyobb, illetve a harmadik kezelés esetében azonos, az öntözött parcellák hasonló eredményeihez viszonyítva (16. táblázat). Az öntöztelen parcellák közül a legkisebb nitrogéntartalmat a kontroll kezelés szolgáltatja 1,13%-os értékkel. Az öntözött parcellák legkisebb nitrogéntartalommal (0,95%) rendelkező mintáját szintén a műtrágyázás nélküli parcelláról gyűjtöttem. A legnagyobb nitrogéntartalom a negyedik (1,40%), illetve a harmadik kezelésben (1,39%) fordult elő. Az öntöztelen kezelésekben a nitrogéntartalom lineáris tendencia szerint alakult, míg az öntözött parcellákon a legnagyobb értékeket a harmadik kezelésnél tapasztaltuk. Mind a nitrogéntartalom, mind a kéntartalom esetében megállapítottam, hogy 2001-ben az öntözés egyik műtrágyaszinten sem gyakorolt statisztikailag is igazolható hatást a két említett elem koncentrációjának alakulására. A műtrágyázásban részesült parcellákon, a hektáronként kijuttatott NPK-dózisok növelésével, a minták kéntartalma mind öntöztelen, mind öntözött körülmények között lineáris tendenciához hasonló módon

növekedett. Ebből következik, hogy mindkét öntözési változatban a legnagyobb műtrágyaadagok kijuttatása esetén mértük a legnagyobb kéntartalmi értékeket (mindkét esetben 0,17%). Az öntözetlen parcellák kéntartalmát a kontroll kezelés esetében (0,12%), míg öntözött területen az első kezelésben (0,10%) találtam a legkisebbnek. Az egytényezős varianciaanalízis eredményei szerint az öntözésnek a N/S arány alakulására szintén nem volt szignifikáns hatása. A kezelésenkénti magasabb értékek nem szabályszerű módon vagy az öntözetlen, vagy az öntözött parcellákon fordultak elő. Az öntözésben nem részesült parcellákon a műtrágyaadagok növelésével a N/S arány lineáris csökkenését tapasztaltam, mely csökkenés a kontroll parcella 9,99-es értékétől a negyedik kezelés 8,16-os értékéig tartott. Az öntözött kezeléseknél hasonló tendenciaszerűséget nem figyeltem meg.

2002-ben a nitrogéntartalom kapcsán a következő megállapítást tudtam tenni: a nitrogéntartalom lineáris növekedését tapasztaltam mind öntözetlen, mind öntözött körülmények között. A szélsőértékek között az öntözetlen parcellákon találtam nagyobb különbségeket. A kontroll parcellák 0,73%-os átlag minimumértéke és a negyedik műtrágyakezelés 1,39%-os átlag maximumértéke a koncentráció majd kétszeresére történő emelkedését jelenti. A kontroll és a harmadik kezelés egyenlő koncentrációinak kivételével minden esetben az öntözetlen parcellák mintáinál mértünk nagyobb nitrogéntartalmat. Míg a nitrogéntartalom esetében egyik kezelésben sem tudtam az öntözés szignifikáns hatását megállapítani, addig a kéntartalom esetében az öntözés egy esetben volt hatással az említett elem koncentrációjának alakulására. A 16. táblázatban bemutatott eredmények szerint a kéntartalom mind öntözetlen, mind öntözött körülmények növekszik a műtrágyaadagok növelésével. Mind az öntözetlen, mind az öntözött parcellákon lineáris növekedést figyeltem meg. Ennek megfelelően a kéntartalom minimumértékeit mindkét esetben a kontroll parcellákon találjuk meg, 0,08%-os értékkel. Az öntözetlen parcellákon a kéntartalom 0,19%-ig, míg az öntözötteken 0,16%-ig növekszik. A következő vizsgált paraméter a két elem hányadosa (N/S arány), melynek alakulását a kétszer 30 mm öntözővíz kijuttatása egyik kezelésben sem befolyásolta statisztikailag is igazolható módon. A műtrágyázásban nem részesült parcellák N/S arányát öntözetlen körülmények között 8,93-nak, míg öntözött körülmények között 9,09-nek találtam. A műtrágyázásban részesült parcellák adatsorait tekintve megállapítottam, hogy a N/S arány öntözetlen körülmények között a harmadik kezelésben volt a legnagyobb, míg az öntözött parcellák adatsorainál szabályos tendenciát nem tapasztaltam. A harmadik műtrágyalépcső kivételével minden

kezelésben az öntözött parcellák átlagát találtam nagyobbak, ám ezt a különbséget – mint ahogy azt már a fentiekben is leírtam – nem találtam szignifikánsnak.

16. táblázat: Az öntözés hatása a búzanövény nitrogén- és kén tartalmának, valamint N/S arányának alakulására a búza teljes érési fázisában
Ruzsányi L. tartamkísérlet (Debrecen-Látókép; 2001, 2002)

2001		Műtrágyakezelések									
		Kontroll		1. kezelés		2. kezelés		3. kezelés		4. kezelés	
Öntözés		átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás
Öntözetlen	N	1,13	0,28	1,19	0,23	1,20	0,19	1,39	0,18	1,40	0,26
Öntözött		0,95	0,25	1,05	0,09	1,15	0,25	1,39	0,01	1,15	0,28
SZD5%		0,45		0,30		0,39		0,23		0,47	
Öntözetlen	S	0,12	0,03	0,12	0,02	0,13	0,02	0,16	0,02	0,17	0,01
Öntözött		0,12	0,04	0,10	0,01	0,13	0,03	0,14	0,01	0,17	0,01
SZD5%		0,06		0,03		0,04		0,03		0,02	
Öntözetlen	N/S	9,99	3,37	9,94	2,50	9,60	2,57	8,71	2,29	8,16	1,77
Öntözött		8,55	4,13	10,12	1,24	9,21	1,72	9,84	0,66	6,73	1,53
SZD5%		6,54		3,42		3,78		2,92		2,87	
2002		Műtrágyakezelések									
		Kontroll		1. kezelés		2. kezelés		3. kezelés		4. kezelés	
Öntözés		átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás
Öntözetlen	N	0,73	0,06	0,95	0,13	1,30	0,15	1,32	0,06	1,39	0,05
Öntözött		0,73	0,08	0,90	0,15	1,21	0,06	1,32	0,11	1,32	0,06
SZD5%		0,12		0,24		0,21		0,16		0,09	
Öntözetlen	S	0,08	0,00	0,10	0,02	0,13	0,02	0,16	0,01	0,19	0,01
Öntözött		0,08	0,00	0,08	0,01	0,12	0,01	0,15	0,02	0,16	0,01
SZD5%		0,01		0,02		0,03		0,03		0,02**	
Öntözetlen	N/S	8,93	0,66	9,45	0,69	10,68	0,71	8,32	1,01	7,39	0,38
Öntözött		9,09	0,39	11,08	1,14	9,77	1,39	10,02	0,83	8,07	0,44
SZD5%		0,93		1,55		1,92		1,60		0,70	

Szignifikancia szintek: *P=5%, **P=1%, ***P=0,1%;

A teljes érés időszakában végzett mintavétel és a minták laboratóriumi elemzése a következő eredményeket hozta: a nitrogéntartalom mindkét évben lineáris tendencia szerint alakult a műtrágyaadagok növelésével, a 2001-es év öntözött adatsorának kivételével. A szélsőértékeket tekintve, 2001-ben az öntözésben részesült parcellákon, míg 2002-ben az öntözetlen parcellákon mértünk nagyobb különbségeket a minimum és maximumértékek között. Az egyes kezelésekben mindkét évben az öntözött parcellák mintáinak nitrogéntartalma bizonyult kisebbnek az öntözetlen parcellák hasonló értékeitől, vagy egyenlő mérési eredmények születtek. 2001-ben a nitrogéntartalom növekedése a műtrágyázással öntözött körülmények között volt gyorsabb ütemű, míg

2002-ben az öntözetlen parcellák esetében tehető hasonló megállapítás. A műtrágyadózisok növelésével a kén tartalom alakulásában kivétel nélkül lineáris növekedés figyeltem meg. Az egyes kezelésekben mindkét évben az öntözetlen parcellák mintáinak kén tartalma bizonyult nagyobbak az öntözött parcellák hasonló értékeitől, illetve néhány esetben egyenlő koncentrációkat mértünk. Az NPK-adagok növelése mellett 2001-ben a N/S arány alakulására mind öntözetlen, mind öntözött körülmények esetén csökkenő tendenciát tapasztaltam, míg 2002-ben öntözetlen körülmények között az értékek másodfokú görbével jellemezhető lefutása volt jellemző. A kísérlet második évének öntözött adatsorára nem illeszthető szabályos tendencia.

4.1.3. Az évjárat hatása a búzanövény kémiai összetételére

A 2000/2001-es és a 2001/2002-es évjáratok időjárásbeli különbözőségére a dolgozatban már többször kitértem. A lehullott csapadékmennyiségek, illetve azok megoszlása közötti eltérés miatt az őszi búza fejlődési lehetőségei másképp alakultak a vizsgált két termesztési évben. E fejezetben a búzaminták nitrogén- és kén tartalmát, valamint N/S arányát öntözési változatonként és műtrágya-kezelésenként vizsgáltam úgy, hogy a két évjárat parcellánkénti átlageredményei között számítottam ki az SzD5% értékét.

A 17. táblázat **bokrosodáskori** értékeit tekintve megállapítottam, hogy a 2001-ben gyűjtött búzaminták nitrogéntartalma a műtrágyázásban részesült parcellák esetében nagyobb, mint a második évből származó mintáknál. Azt, hogy a 2001-ben vett minták nitrogéntartalma statisztikailag is igazoltan nagyobb, csak a harmadik és negyedik műtrágyalépcső mintáinak esetében bizonyította az egytényezős varianciaanalízis. 2001-ben a harmadik kezelés búzamintáinak négy ismétlésből számított átlagát 5,06%-nak mértük, míg a 2002-es év hasonló értéke 4,45% volt. A kísérletben alkalmazott legnagyobb műtrágyaadagok kijuttatása esetén a két érték 5,01% és 4,46% volt.

A kén tartalom alakulására áttérve azt tapasztaltam, hogy a búzaminták kén tartalma a második vizsgált évjáratban minden kezelésben nagyobbak bizonyult a 2001-es eredményekhez viszonyítva. A varianciaanalízis eredményei szerint ez a megállapítás a negyedik kezelést kivéve, minden esetben statisztikailag is igazolt. A mért különbségeket a kontroll kezelésben $P=0,1\%$, az első kezelésben $P=1\%$, míg a második és harmadik műtrágyaszinten $P=5\%$ szignifikancia szinten találtam igazoltnak. Az évjáratok közötti legkisebb különbség a legnagyobb műtrágyalépcsőnél fordult elő, ahol

a vizsgált minták kén tartalmát 0,35, illetve 0,39%-nak mértük. Az évjáratok közötti, kezelésként megfigyelt különbségek a műtrágyadózisok növelésével párhuzamosan csökkentek, így 0,1% különbséget mértünk az évjáratok között a kontroll kezelésben, míg 0,02% különbséget a negyedik műtrágyakezelésben. A N/S arány esetében egyöntetűbb évjáráthatást tapasztaltam, hiszen kivétel nélkül $P=0,1\%$ szignifikancia szinten igazolt különbségeket kaptam a N/S arány számítása során a két vizsgált évjárat eredményei között. A nitrogén- és kén tartalom alakulásából adódóan, a 2001-ben gyűjtött minták rendelkeznek a tágabb N/S aránnyal.

A **szárbainduláskor** gyűjtött minták nitrogéntartalom-eredményeinek elemzése során a következő eredményeket kaptam: öntözetlen és öntözött körülmények között is szignifikáns különbség van a két vizsgált évjáratból származó teljes növényi minták kezelésként vizsgált nitrogéntartalma között (*18. táblázat*). A különbségeket az öntözetlen parcellákon a negyedik kezelés kivételével $P=1\%$, míg az öntözötteken kivétel nélkül minden esetben $P=5\%$ szignifikancia szinten igazoltnak találtam. A bokrosodási fázisban megállapítottaktól eltérően, a szárbaindulási fázisban – öntözéstől függetlenül – minden esetben a 2002-es növénymintákból mértük a nagyobb nitrogéntartalmat. Az NPK-dózisok növelésével a kezeléskénti különbségek nem növekedtek vagy csökkentek szabályszerűen. A kén tartalmi adatok elemzésére áttérve, a szárbaindulási fázisban az NPK-dózisok növelésével a kezeléskénti különbségek – a nitrogéntartalomhoz hasonlóan – szintén nem növekedtek vagy csökkentek szabályszerűen. Az öntözetlen parcellákon minden kezelésben a 2002-ből származó búzaminták kén tartalmát mértük nagyobbak. Az előbbi megállapítást a kezeletlen parcellákon, illetve a második (100,70,80 NPK) és harmadik (150,105,120 NPK) műtrágyalépcsőben találtam statisztikailag is igazoltnak. Az öntözötteken az évjáratok között mért különbség az egytényezős varianciaanalízis eredményei szerint minden kezelés esetén statisztikailag igazolt. Az évjárat a kontroll kezelésben $P=0,1\%$, az első kezelésben $P=1\%$, míg a többi alkalmazott kezelésben $P=5\%$ szignifikancia szinten volt hatással a kén tartalom alakulására. Az öntözetlen körülmények között vett minták eredményeihez hasonlóan itt is a második kísérleti évből származó búzaminták kén tartalmát találtam nagyobbak. Öntözött körülmények között szintén a 2002-ben gyűjtött minták N/S arányát találtam nagyobbak. Statisztikailag igazolható különbség azonban csak a műtrágyakezelés nélküli és a legkisebb műtrágyadózisban részesült parcellák esetében állapítható meg. Az évjáráthatást az előbbi esetben $P=1\%$, míg utóbbi esetben $P=0,1\%$ szinten szignifikánsnak találtam.

17. táblázat: Az évjárat hatása a búzanövény nitrogén- és kéntartalmának, valamint N/S arányának alakulására a búza bokrosodási fázisában

Ruzsányi L. tartamkísérlet (Debrecen-Látókép; 2001, 2002)

Öntözés	Kezelés		N (%)			S (%)			N/S		
			2001	2002	SZD 5%	2001	2002	SZD 5%	2001	2002	SZD5 %
Öntözetlen	Kontroll	átlag	4,18	4,27	0,40	0,28	0,38	0,01***	14,99	11,21	1,11***
		szórás	0,12	0,31		0,01	0,00		0,51	0,74	
	1. kezelés	átlag	4,58	4,33	0,44	0,30	0,37	0,03**	15,24	11,73	0,54***
		szórás	0,17	0,31		0,00	0,02		0,41	0,18	
	2. kezelés	átlag	4,81	4,40	0,54	0,33	0,38	0,04*	14,58	11,57	0,47***
		szórás	0,21	0,39		0,01	0,03		0,36	0,14	
	3. kezelés	átlag	5,06	4,45	0,48*	0,34	0,39	0,05*	14,84	11,30	0,73***
		szórás	0,18	0,35		0,01	0,04		0,55	0,23	
	4. kezelés	átlag	5,01	4,46	0,42*	0,35	0,39	0,05	14,49	11,48	0,71***
		szórás	0,06	0,34		0,01	0,04		0,44	0,38	

Szignifikancia szintek: *P=5%, **P=1%, ***P=0,1%

A búza **kalászolási** fázisában gyűjtött mintáinak mérési eredményeit a 19. táblázat mutatja. Öntözetlen körülmények között az évjáratnak a nitrogéntartalomra gyakorolt statisztikailag is igazolható hatását a kontrollkezelésben, valamint az első és második műtrágyaszinten tudtam megállapítani. Az évjárat az első két esetben $P=0,1\%$, míg utóbbi esetben $P=5\%$ szignifikancia szinten volt hatással a nitrogéntartalom alakulására. A különböző évjáratokban a nitrogéntartalmakban mért kezelésenkénti különbségek a műtrágyadózisok növelésével csökkentek, mely a 2001-es eredmények növekedése miatt következett be, de egyik kezelésben sem találtam azokat nagyobbak a 2002-es adatoktól. Öntözött körülmények között 2001-ben a nitrogéntartalom nagyobb mértékben növekedett, mint az öntözetlen parcellákon, ami többek között a kétszer 30 mm öntözővíz tápanyagfelvételt elősegítő hatásának tudható be. Így a második kezelésnél (100/70/80 NPK) a 2001-ben betakarított minta nitrogéntartalmát mértük nagyobbak (2,15%). A nitrogéntartalomban az évjárat szignifikáns eltérést az első kezelés esetén (50/35/40 NPK) mutatott, ahol a második kísérleti évben betakarított minta nitrogéntartalma 2,08%, míg a 2001-es minta hasonló értéke 1,23% volt.

A búzaminták kén tartalmának eredményeiből megállapítottam, hogy sem öntözetlen, sem öntözött körülmények között nincs statisztikailag igazolható különbség az eltérő évjáratban gyűjtött, azonos kezelésből származó búzaminták kén tartalma között. 2001-ben, öntözetlen körülmények között a két nagy dózisú műtrágyakezelésben a kén tartalmat nagyobbak találtam a 2002-es hasonló értékektől. Az öntözött parcellákon azonban minden esetben a 2002-ből származó minták eredményei nagyobbak.

A N/S arányt öntözetlen körülmények között szintén minden esetben 2002-ben találtam nagyobbak. Szignifikáns különbséget azonban csak a kezeletlen parcellákon és a negyedik műtrágyakezelésben (200,140,160 NPK) tapasztaltam, mindkét esetben $P=1\%$ szignifikancia szinten. A kontroll szinten a 2002-es nitrogéntartalmi érték (10,24) kétszerese az előző évi minta hasonló eredményének (5,10), melyhez hasonló mértékű különbséget a többi kezelés esetében nem állapítottam meg. A két év N/S arányának adatsorait elemezve megállapítottam, hogy az évjárat nem okozott szignifikáns különbségeket e paraméter alakulásában. A N/S arányt a második kezeléstől kezdődően tágabbnak találtam 2001-ben.

18. táblázat: Az évjárat hatása a búzanövény nitrogén- és kéntartalmának, valamint N/S arányának alakulására a búza szárbaindulási fázisában

Ruzsányi L. tartamkísérlet (Debrecen-Látókép; 2001, 2002)

Öntözés	Kezelés		N (%)			S (%)			N/S		
			2001	2002	SZD 5%	2001	2002	SZD 5%	2001	2002	SZD5 %
Öntözetlen	Kontroll	átlag	2,48	4,07	0,63**	0,24	0,36	0,06**	10,42	11,32	0,89*
		szórás	0,42	0,31		0,05	0,02		0,48	0,54	
	1. kezelés	átlag	2,60	3,95	0,76**	0,26	0,35	0,09	10,06	11,16	1,44
		szórás	0,31	0,54		0,06	0,05		1,12	0,35	
	2. kezelés	átlag	2,71	4,12	0,77**	0,26	0,36	0,07**	10,56	11,34	1,10
		szórás	0,41	0,48		0,03	0,05		0,87	0,21	
	3. kezelés	átlag	2,81	4,23	0,64**	0,29	0,36	0,06*	9,70	11,66	0,82**
		szórás	0,28	0,44		0,03	0,04		0,45	0,50	
	4. kezelés	átlag	2,72	4,27	0,43***	0,34	0,38	0,10	8,38	11,26	2,42*
		szórás	0,19	0,30		0,07	0,04		1,93	0,41	
Öntözött	Kontroll	átlag	2,22	4,13	0,35***	0,22	0,33	0,04***	10,09	12,47	1,00**
		szórás	0,13	0,26		0,02	0,03		0,33	0,74	
	1. kezelés	átlag	2,30	4,00	0,44***	0,24	0,34	0,05**	9,53	11,87	0,55***
		szórás	0,13	0,34		0,02	0,04		0,28	0,35	
	2. kezelés	átlag	2,75	4,13	0,47***	0,27	0,34	0,07*	10,47	12,13	2,13
		szórás	0,13	0,36		0,04	0,03		1,73	0,20	
	3. kezelés	átlag	2,84	4,12	0,50***	0,27	0,35	0,07*	10,67	11,88	1,35
		szórás	0,12	0,39		0,03	0,05		0,92	0,61	
	4. kezelés	átlag	2,82	4,12	0,40***	0,25	0,35	0,06*	11,40	11,84	1,16
		szórás	0,19	0,26		0,02	0,04		0,24	0,92	

Szignifikancia szintek: *P=5%, **P=1%, ***P=0,1%;

19. táblázat: Az évjárat hatása a búzanövény nitrogén- és kéntartalmának, valamint N/S arányának alakulására a búza kalászolási fázisában

Ruzsányi L. tartamkísérlet (Debrecen-Látókép; 2001, 2002)

Öntözés	Kezelés		N (%)			S (%)			N/S		
			2001	2002	SZD 5%	2001	2002	SZD 5%	2001	2002	SZD5 %
Öntözetlen	Kontroll	átlag	0,86	2,01	0,31***	0,18	0,20	0,08	5,10	10,24	3,96**
		szórás	0,08	0,24		0,04	0,04		1,62	2,79	
	1. kezelés	átlag	1,24	2,00	0,22***	0,19	0,22	0,09	7,09	9,24	3,38
		szórás	0,12	0,13		0,06	0,04		2,34	1,46	
	2. kezelés	átlag	1,65	2,10	0,44*	0,20	0,23	0,05	8,20	9,67	3,69
		szórás	0,20	0,29		0,02	0,04		0,66	2,94	
	3. kezelés	átlag	1,86	1,90	0,30	0,29	0,23	0,08	6,56	8,15	2,07
		szórás	0,06	0,21		0,06	0,01		1,12	0,94	
	4. kezelés	átlag	1,79	2,09	0,41	0,26	0,21	0,06	7,00	10,06	1,78**
		szórás	0,19	0,28		0,02	0,05		0,91	1,13	
Öntözött	Kontroll	átlag	1,31	2,00	0,82	0,14	0,20	0,09	9,11	10,83	6,20
		szórás	0,52	0,25		0,02	0,06		3,64	2,45	
	1. kezelés	átlag	1,23	2,08	0,39**	0,19	0,22	0,07	6,93	9,62	3,76
		szórás	0,17	0,27		0,04	0,04		2,51	1,77	
	2. kezelés	átlag	2,15	2,01	0,65	0,20	0,24	0,08	10,97	9,32	4,59
		szórás	0,33	0,24		0,01	0,05		2,09	2,48	
	3. kezelés	átlag	2,22	2,33	0,64	0,21	0,26	0,06	10,51	8,77	3,14
		szórás	0,32	0,27		0,03	0,03		1,41	1,71	
	4. kezelés	átlag	2,08	2,24	0,60	0,20	0,22	0,04	10,41	9,76	3,09
		szórás	0,37	0,24		0,00	0,05		1,85	1,82	

Szignifikancia szintek: *P=5%, **P=1%, ***P=0,1%;

A búza **teljes érési** fázisában a nitrogéntartalmat tekintve, az évjárat statisztikailag igazolt hatását csak öntözetlen körülmények között, a kontroll kezelésben tudtam megállapítani, ahol $P=5\%$ (20. táblázat). Az egyes kezelések átlagait – a második műtrágyaszint kivételével – 2001-ben mértük nagyobbak. Az öntözött parcelláknál váltakozó módon az egyik vagy másik év mintáinak nitrogéntartalma bizonyult nagyobbak. Az egyes kezelésekben az évjáratok átlagai közötti különbségeket vizsgálva megállapítottam, hogy a kontroll kezeléstől a nagyobb műtrágyadózisokban részesült parcellák átlagai felé haladva, az értékek közötti különbség csökken, azaz a műtrágyázás a két évjárat hatásai közötti eltérést mérsékelte. Előbbi megállapítás az öntözött parcellákon csak a harmadik kezelés eredményeivel bezárólag igaz.

A teljes érési fázisban, a különböző évjáratokban mért kén-tartalom a korábbi fenológiai fázisokkal ellentétben a kezelések többségében 2001-ben volt nagyobb. Az évjáratok átlagai között tapasztalt különbségek a műtrágyaadagok emelésével nagyságrendileg nem mutatnak nagy különbséget, mely megállapítás mind az öntözetlen, mind az öntözött parcellák eredményeinek tanulmányozása esetén is elmondható. Az öntözetlen parcellák adatsoránál az évjárat statisztikailag is igazolt hatását a kontroll és a negyedik kezelésben tudtam bizonyítani. A megállapítás mindkét két esetben $P=5\%$ szignifikancia szinten igazolt. Öntözött körülmények mellett mindössze az első műtrágyalépcső esetében (50/35/40 NPK) tapasztaltam az évjárat szignifikáns hatását, ahol $P=5\%$.

A dolgozatomban vizsgált két elem koncentrációjának alakulásából következőleg, az öntözetlen parcellákon a kezelésként számított N/S arány a kijuttatott műtrágyamennyiségek növelésével 2001-ben csökkent, míg 2002-ben nőtt, maximumát a 3. kezelésben mutatta. Ha az egyes évjáratokban számított N/S arányt kezelésként hasonlítjuk össze, akkor megállapíthatjuk, hogy öntözetlen körülmények között a második kezelés (N-100, P-70, K-80) kivételével a 2001-ben gyűjtött búzaminták rendelkeztek tágabb N/S aránnyal. Öntözött körülmények között mért értékek vonatkozásában fordított megállapítást tudok tenni, hiszen ezek esetében minden kezelésben a 2002-es eredmények bizonyultak nagyobbak. Az évjárat hatását egyik kezelésben sem találtam szignifikánsnak.

20. táblázat: Az évjárat hatása a búzanövény nitrogén- és kéntartalmának, valamint N/S arányának alakulására a búza teljes érési fázisában

Ruzsányi L. tartamkísérlet (Debrecen-Látókép; 2001, 2002)

Öntözés	Kezelés		N (%)			S (%)			N/S		
			2001	2002	SZD 5%	2001	2002	SZD 5%	2001	2002	SZD5 %
Öntözetlen	Kontroll	átlag	1,13	0,73	0,40*	0,12	0,08	0,05*	9,99	8,93	5,29
		szórás	0,28	0,06		0,03	0,00		3,37	0,66	
	1. kezelés	átlag	1,19	0,95	0,37	0,12	0,10	0,04	9,94	9,45	3,67
		szórás	0,23	0,13		0,02	0,02		2,50	0,69	
	2. kezelés	átlag	1,20	1,30	0,30	0,13	0,13	0,03	9,60	10,68	3,53
		szórás	0,19	0,15		0,02	0,02		2,57	0,71	
	3. kezelés	átlag	1,39	1,32	0,26	0,16	0,16	0,03	8,71	8,32	3,27
		szórás	0,18	0,06		0,02	0,01		2,29	1,01	
	4. kezelés	átlag	1,40	1,39	0,32	0,17	0,19	0,01*	8,16	7,39	2,22
		szórás	0,26	0,05		0,01	0,01		1,77	0,38	
Öntözött	Kontroll	átlag	0,95	0,73	0,40	0,12	0,08	0,05	8,55	9,09	6,42
		szórás	0,25	0,08		0,04	0,00		4,13	0,39	
	1. kezelés	átlag	1,05	0,90	0,20	0,10	0,08	0,02*	10,12	11,08	2,08
		szórás	0,09	0,15		0,01	0,01		1,24	1,14	
	2. kezelés	átlag	1,15	1,21	0,35	0,13	0,12	0,03	9,21	9,77	2,76
		szórás	0,25	0,06		0,03	0,01		1,72	1,39	
	3. kezelés	átlag	1,39	1,32	0,15	0,14	0,15	0,03	9,84	10,02	1,47
		szórás	0,01	0,11		0,01	0,02		0,66	0,83	
	4. kezelés	átlag	1,15	1,32	0,39	0,17	0,16	0,02	6,73	8,07	2,11
		szórás	0,28	0,06		0,01	0,01		1,53	0,44	

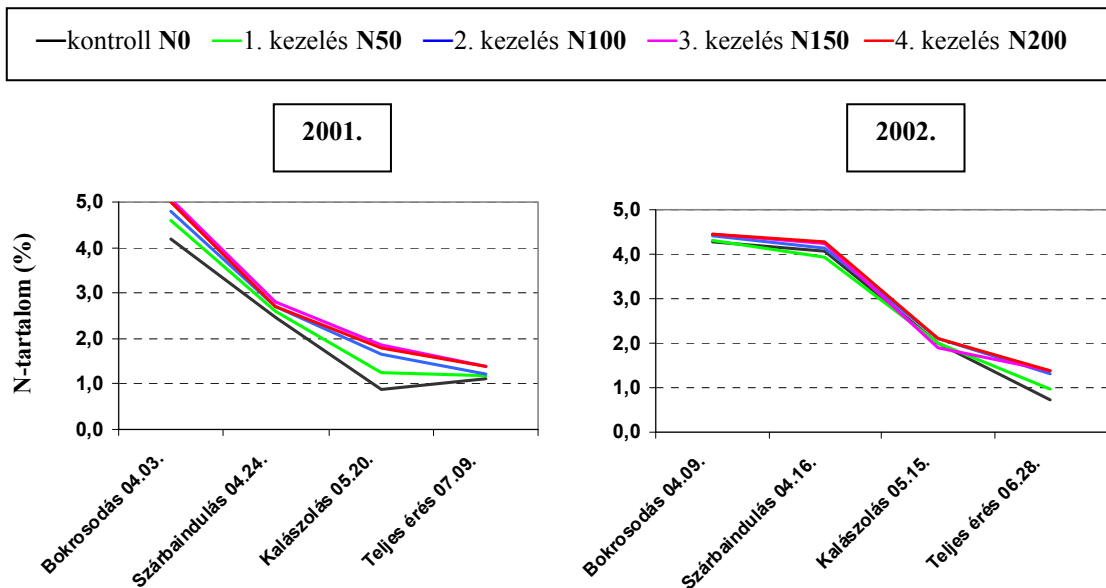
Szignifikancia szintek: *P=5%, **P=1%, ***P=0,1%

4.1.4. A nitrogéntartalom alakulása az őszi búza fejlődése folyamán

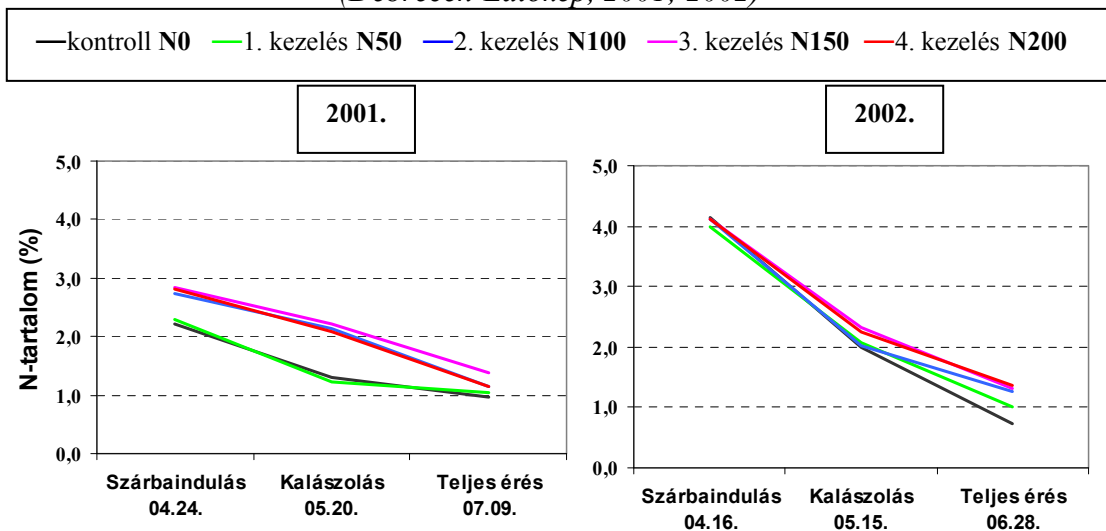
A Dr. Ruzsányi László Professor Úr által beállított kísérletek eredményeinek elemzésekor az egyes tényezők hatásának vizsgálata mellett fontosnak tartottam a különböző paraméterek koncentrációjának alakulását szemléletesebben, komplexebben megjeleníteni a búza fejlődése során. Az öntözetlen és öntözött parcellák adatsorait külön ábrázolva, a nitrogén- és kén tartalom, illetve a N/S arány eredményeit grafikonok segítségével is elemeztem. Az alábbi grafikonok pontjai a négy ismétlésből mért eredmények átlagait mutatják a szórásértékek és a varianciaanalízis eredményei nélkül.

A 3. ábra a két kísérleti év öntözetlen parcelláiról gyűjtött teljes növényi minták nitrogéntartalmának alakulását mutatja, fenológiai fázisonként ábrázolva. 2001-ben a nitrogéntartalom minden fenológiai fázisban a kontroll kezelésben volt a legkisebb. Legnagyobbak a két legnagyobb dóziszú (N-150, P-105, K-120; N-200, P-140, K-160) műtrágyaszint eredményeit találtam, váltakozva a fenológiai fázisok során. 2002-ben szintén a kontroll, emellett pedig az első műtrágyaszint (N-50, P-35, K-40) mintáinak nitrogéntartalmát mértük a legkisebbnek és – a 2001. évi eredményekhez hasonlóan – a nagyadagú műtrágyadózisok (3. és 4. kezelés) eredményezték a nagyobb nitrogéntartalmi adatokat. Mindkét évjáratban a nitrogénkoncentráció „felhígulása” következett be a növény fenológiai fejlődésének előrehaladásával, hiszen a bokrosodási fázisban mért 4% fölötti nitrogéntartalmak 1-1,5%-ra csökkentek le. Míg a bokrosodási fázisban az első kísérleti év különböző kezeléseinek eredményeit mértük nagyobbak, addig a szárbaindulási és a kalászolási fenológiai fázisokban a 2002. évben gyűjtött búzaminták nitrogéntartalma bizonyult nagyobbak. A teljes érési fázisában a két év mérései hasonló nagyságrendben elhelyezkedő adatpontokat eredményeztek. Jelentős különbség van a két év mintáinak nitrogéntartalmában a szárbaindulási fázisban. 3% alatti, illetve 4% fölötti nitrogéntartalom eredményeket kaptunk méréseink során 2001-ben, illetve 2002-ben. A következő, 4. ábrán az öntözött kísérleti parcellák nitrogéntartalmait láthatók. A vizsgált elem koncentrációjának a fenológiai fázisok előrehaladtával megfigyelt alakulásában nincs lényeges eltérés az öntözetlen parcellák esetében tett megállapításoktól.

3. ábra: Különböző fenológiai fázisokban vett búzanövény minták N-tartalmának alakulása a műtrágyakezelések hatására öntözetlen körülmények között (Debrecen-Látókép, 2001; 2002)



4. ábra: Különböző fenológiai fázisokban vett búzanövény minták N-tartalmának alakulása a műtrágyakezelések hatására öntözött körülmények között (Debrecen-Látókép, 2001; 2002)



Az öntözetlen és az öntözött parcellák eredményeinek vizsgálata után megállapítottam, hogy a búza szárbaindulási fázisában a 2001-ből származó minták nitrogéntartalma jelentősen kisebb a következő év hasonló eredményeitől, míg a további fenológiai fázisokban nem tapasztaltam a két év eredményei között élesen elváló különbségeket. A szárbaindulás időszakában a búza szöveteinek nitrogéntartalma jelentősen kisebb volt tehát 2001-ben. Erre magyarázatul szolgálhat az a tény, hogy 2001. márciusában és

áprilisában összesen csaknem 130 mm csapadék hullott a kísérleti területen, míg 2002. hasonló időszakában mindössze 35 mm csapadékot regisztráltak. Így előfordulhatott, hogy a bokrosodás végétől, illetve a szárbaindulási szakaszban – a nagyobb mennyiségű csapadék hatására – 2001-ben egy jóval bujább, nagyobb zöldtömegű vegetáció fejlődött és azonos mennyiségű tápanyagkészletből gazdálkodva a nagyobb mennyiségű zöld növényi tömegbe relatívan kevesebb nitrogén épült be.

A 2001. év adatsorait tekintve látható, hogy a kalászolási fázisra a különböző műtrágyaszintek búzamintáinak nitrogéntartalma szélesebb tartományban van, a nagyobb műtrágyadózisban részesült parcellákról nagyobb nitrogéntartalommal rendelkező mintákat gyűjtöttem be.

4.1.5. A kéntartalom alakulása az őszi búza fejlődése folyamán

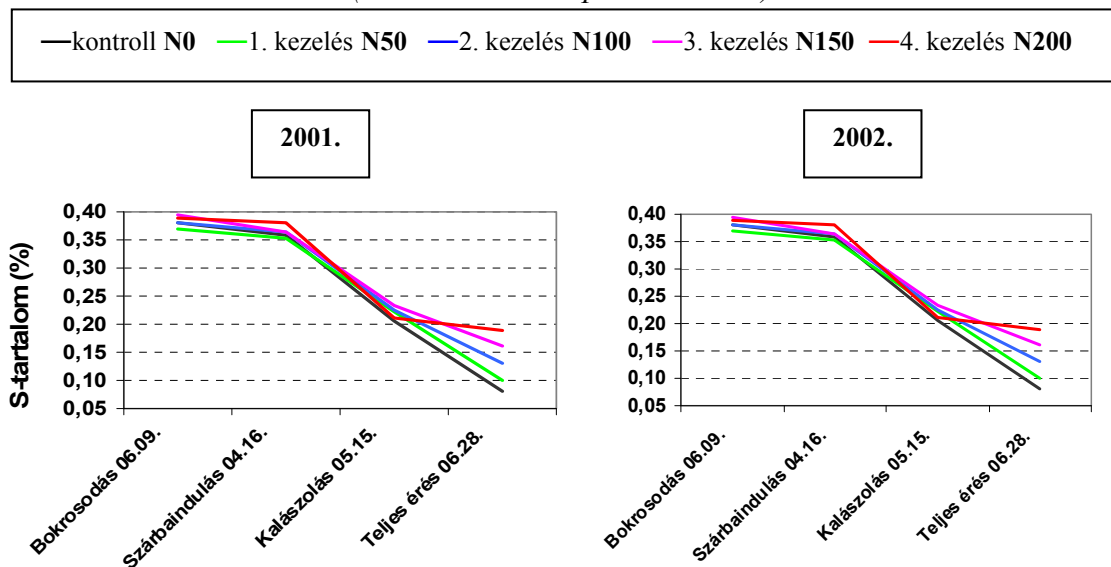
A kéntartalom öntözetlen körülmények között mért eredményeit a különböző fenológiai fázisokban az 5. *ábra* mutatja. A 2001-es eredményeket tekintve megállapítottam, hogy a kéntartalom minden fenológiai fázisban a kontroll kezelésben volt a legkisebb. Legnagyobbak a két nagyobb dózisú műtrágyaszint (150/105/120 NPK és 200/140/160 NPK) kéntartalmát mértük, váltakozva a fenológiai fázisok során. A bokrosodási fázisban a kontroll és az első műtrágyakezelés (50/35/40 NPK) kéntartalma 0,3% alatti, míg a nagyobb műtrágyadózisokban (150/105/120 és 200/140/160 NPK) részesült parcellák mintáinak kéntartalma 0,35% körüli volt.

A teljes érés fázisában az előbb számszerűsített koncentrációk már a felére csökkentek, értéküket 0,15% körülinek találtam. 2002-ben a bokrosodási fázisban 0,35% fölötti átlageredményeket mértünk. Ezen koncentrációk a szárbaindulási fázisra csak kis mértékben, majd a kalászolás időszakára több, mint 0,1%-ot csökkentek.

A teljes érési fázisra a különböző adagú műtrágyázásban részesült parcellákról gyűjtött minták kéntartalma tág határok között helyezkedett el. Legkisebb értéket a kontroll kezelésben mértünk, míg a minták kéntartalma a műtrágyaadagok növelésével növekedett, így 200 kg hatóanyag/ha nitrogén, 140 kg hatóanyag/ha foszfor és 160 kg hatóanyag/ha kálium kijuttatása esetén a minták átlagos kéntartalma megközelítette a 0,2%-ot. A 2002-ben betakarított minták eredményeit fenológiai fázisonként tekintve megállapítottam, hogy azok a bokrosodási és a szárbaindulási fázisban nagyobbak voltak az előző évi számadatoktól. A teljes érési fázis eredményeit tekintve visszautalnék Lesznyákné egy 1997-es publikációjára, melyben megállapította, hogy

őszi búza esetében az öntözés az ezerszem-tömeg növekedését eredményezte mind borsó, mind kukorica elővetemény után (LESZNYÁKNÉ, 1997). Jelen esetben, ha a csapadékot öntözésnek fogjuk fel, akkor azt valószínűsíthetjük, hogy a 2001-es, csapadékosabb esztendő mintáinak ezerszem-tömege átlagosan nagyobb volt. Mivel az ezerszem-tömeg nagyobb részt a szénhidrátok beépülésétől függ, arra következtethetünk, hogy 2001-ben a szénhidrát beépülés sikerebben zajlott le, így a szemekben sok szénhidrát halmozódott fel, aminek következtében relatívan kisebb átlagos fehérjetartalom alakult ki, melynek egyik alkotóeleme a kén. 2002-ben a szénhidrátok kisebb mennyiségben épültek be a szemekbe, így a fehérjetartalom, illetve konkrétan a kén tartalomban megfigyelt különbségek hangsúlyosabbak az egyes műtrágyaszintek között.

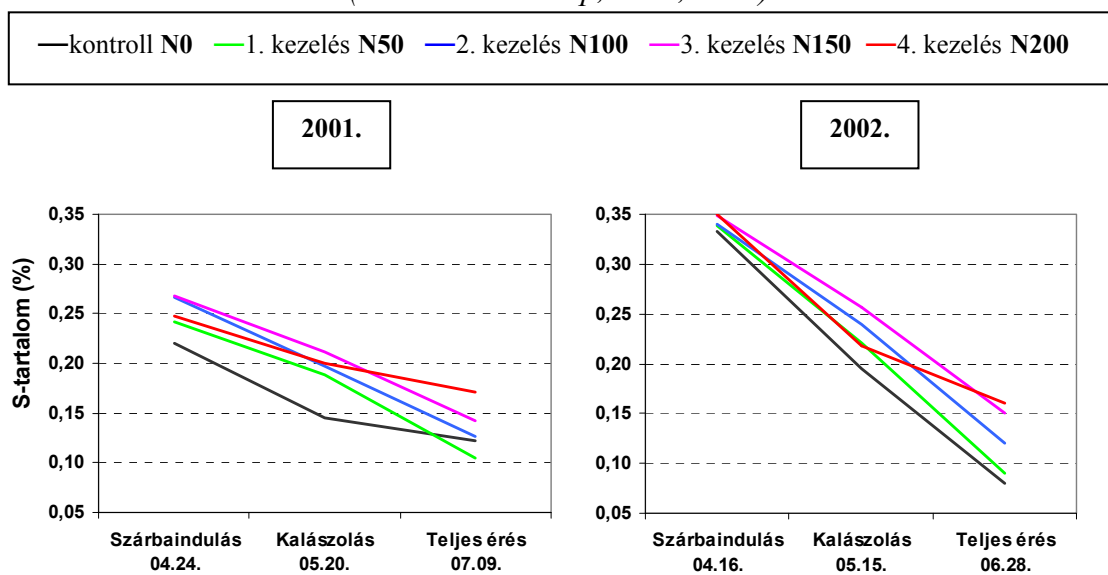
5. ábra: Különböző fenológiai fázisokban vett búzanövény minták S-tartalmának alakulása a műtrágyakezelések hatására öntözetlen körülmények között
(Debrecen-Látókép, 2001; 2002)



Az öntözött parcellák eredményeit az 6. ábra segítségével mutatom be, mely ábráról leolvasható, hogy a kontroll kezelés mintái mindkét évben a legkisebb kén tartalommal rendelkeznek. Szintén mindkét évre igaz a megállapítás, hogy a műtrágyalépcsőket képviselő egyenesek egyre nagyobb kén tartalmat ábrázolnak az NPK-adagok növelésével. A 2001-es év eredményei a különböző fenológiai fázisokban hasonló intervallumban szóródnak. 2002-ben a szárbaindulási fázisban a különböző kezelések mintáinak kén tartalma 0,33-0,35% között helyezkedett el. A teljes érési fázisra a kontroll kezelés mintáinak kén tartalmát szintén a legkisebbnek találtam, 0,10% alatti értékkel. A

második műtrágyalépcső (100/70/80 NPK) búzamintáinak négy ismétlésből számított kén tartalom átlageredményét 0,13%-nak találtam. A harmadik és negyedik műtrágyakezelésekből (150/105/120 és 200/140/160 NPK) gyűjtött minták kén tartalmát a 0,15% fölöttinek mértük. A szárbaindulási fázistól a kalászolási fázisra a kén tartalom értékek csökkentek, majd a teljes érési fázisra még tovább csökkenve egy valamelyest szélesebb intervallumon belül szóródtak.

6. ábra: Különböző fenológiai fázisokban vett búzanövény minták S-tartalmának alakulása a műtrágyakezelések hatására öntözött körülmények között (Debrecen-Látókép, 2001; 2002)

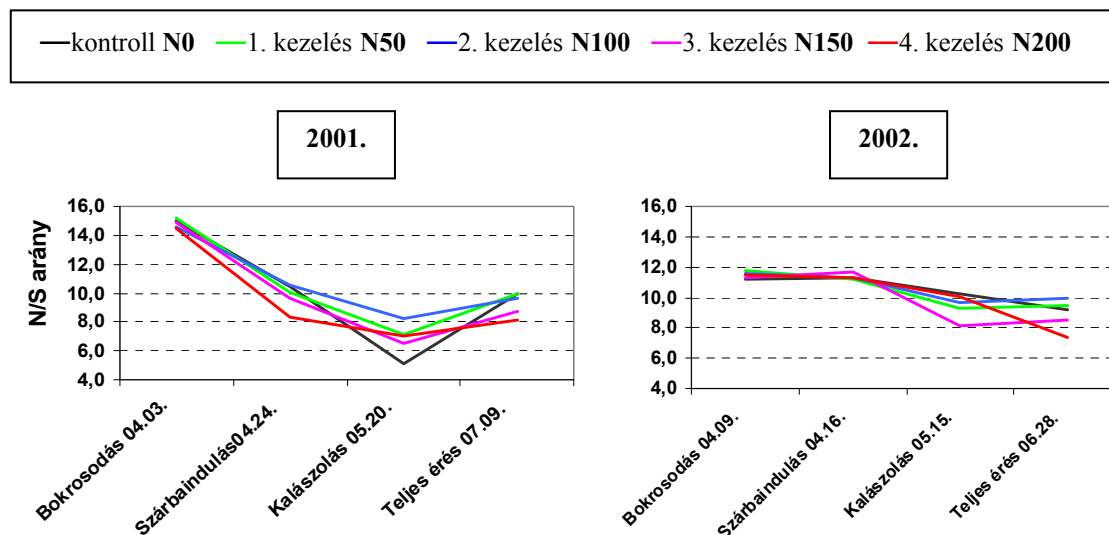


4.1.6. A N/S arány alakulása az őszi búza fejlődése folyamán

A N/S arány öntözetlen körülmények között számított adatsorait grafikusán a 7. ábrán tüntettem föl. Az elemzést az első kísérleti évvel kezdve megállapítottam, hogy a különböző műtrágyaszintek mintáinak N/S aránya a bokrosodási fázisban 14-15 között alakult. Ezen értékek a kezelésektől függő mértékben a szárbaindulási fázisra 8-11 közé csökkentek le. 2001-ben a búza fenológiai fejlődése során a legszűkebb N/S arányt a kalászolási fázisban tapasztaltam. A kezelésekek között a legkisebb N/S értéket a kontroll kezelés mintái vették fel, mely minták négy ismétlésből számított átlaga 5 körül alakult. A kalászolási fázisban a N/S arány emelkedése nem egyezik meg a kezelésekek sorrendjével, legtagabbnak a második műtrágyalépcső mintáinak (N-50, P-35, K-40) N/S arányát találtam, melynek értéke 8 fölötti volt. A kalászolási fázishoz viszonyítva a teljes érés fázisára minden műtrágyaszinten nőtt a minták N/S aránya. A következő

évben a bokrosodási fázisban számított eredmények 11-12-es értékek között helyezkednek el és a szárbaindulási fázisra csökkenés nem következett be. A műtrágyalépcsők eredményei közötti különbségek a kalászolási és a teljes érési fázisra már jól detektálhatók voltak. Legnagyobbak a második kezelés (100/70/80 NPK) mintáinak N/S arányát találtam 10-es értékkel, míg legkisebbnek a harmadik kezelés (150/105/120 NPK) mintáinak N/S aránya bizonyult. Ez utóbbi értéke 8,5 körül helyezkedett el.

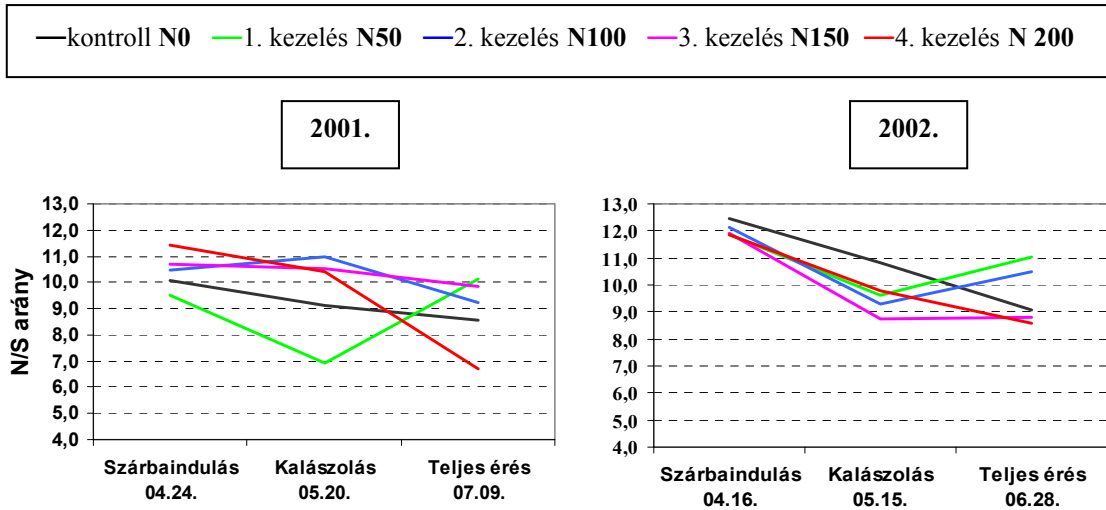
7. ábra: Különböző fenológiai fázisokban vett búzanövény minták N/S-arányának alakulása a műtrágyakezelések hatására öntözetlen körülmények között
(Debrecen-Látókép, 2001; 2002)



Az öntözött kísérleti parcellák eredményeit a 8. ábra mutatja. A 2002-es év eredményei az öntözetlen parcellák eredményeihez hasonló módon alakultak. Ez a megállapítás mind a görbék lefutására, mind pedig az értékek nagyságára igaz. A szárbaindulási fázisban a N/S arány 12 körüli értéket vett fel, majd az egyes kezeléseket jelölő szaggatott vonalak süllyedni kezdtek és a búza kalászolási vagy teljes érési fázisában vették fel minimumértéküket. A teljes érési fázisban a kontroll, a harmadik és a negyedik kezelés (150/105/120 és 200/140/160 NPK) N/S aránya 9 körül alakult, míg a két kisebb műtrágyadózisban (50/35/40 NPK; 100/70/80 NPK) részesült parcellák mintáinak N/S aránya 10 fölötti értéket vett fel. 2001-ben az öntözött körülmények mintáit ábrázoló görbék nem hasonlatosak az öntözetlen adatokra felrajzolt görbék lefutásához. A szárbaindulás fázisában a N/S arány értékeit 10-11 körülnek találtam, mely a teljes érés eredményeitől csak kissé nagyobbak. A teljes érési fázisban a N/S arány emelkedése öntözött körülmények között megegyezett a kijuttatott

műtrágyamennyiségeknek megfelelő görbék egymáshoz való elhelyezkedésével, mely alól csak a negyedik kezelés kivétel (N-200, P-140, K-160), hiszen értéke 7 alattinak bizonyult.

8. ábra: Különböző fenológiai fázisokban vett búzanövény minták N/S-arányának alakulása a műtrágyakezelések hatására öntözött körülmények között (Debrecen-Látókép, 2001; 2002)



4.2. Kísarcellás kéntrágyázási kísérlet

4.2.1. Kéntartalmú levéltrágya (*FitoHorm 32 S*) hatásának elemzése

A disszertáció ezen fejezetében a Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrumának Látóképi Kísérleti telepén a 2001/2002-es termesztési évben beállításra került egy éves kísérlet eredményeit mutatom be, melyben különböző típusú tápanyagforrások kijuttatásával igyekeztünk pozitív hatást gyakorolni a búzaállomány kénellátottságára. Az említett évjárat a 30 éves csapadékadatokhoz viszonyítva száraz évjáratnak tekinthető, ennél fogva pedig alkalmas lombtrágyák vizsgálatára, hiszen azok alkalmazásának főként szárazabb periódusokban van nagyobb jelentősége. A kísérlet kísérlet kísérlet elrendezésben, négy ismétlésben zajlott, így lehetőségem nyílt varianciaanalízis segítségével elemezni a különböző tápanyagok különböző dózisainak hatását a növények kémiai összetételére, ezen keresztül pedig a termésmennyiségre és termésminőségre. Kedvező kénellátottságú talajokon, mint amilyen a kísérleti terület talaja, a kénutánpótlás hatékonyságának vizsgálatok általános érvénnyel kevésbé számolhatunk szembeötlő eredményekkel, mégis a 2001/2002-es igen aszályos

termesztési évben a lombon keresztül kijuttatott magas kén-tartalmú műtrágya szerepe felértékelődik. E fejezet első harmadában a FitoHorm 32 S nevű készítmény különböző dózisokban történő kijuttatásának eredményeit mutatom be. A 100 kg hatóanyag/ha nitrogén, 70 kg hatóanyag/ha foszfor és 80 kg hatóanyag/ha kálium mellett bokrosodáskor hektáronként kettő és négy liter FitoHorm 32 S került kijuttatásra. Mivel az alkalmazott kénkészítmény hatóanyag-tartalma 250g szulfát/liter, a kisebb kéndózissal 500 g szulfát hatóanyag került hektáronként kijuttatásra, a nagyobb dózissal pedig 1000g. A 21. táblázat a teljes búzanövény nitrogén- és kén-tartalmának, valamint N/S arányának alakulását mutatja be a kénkezelések hatására, különböző fenológiai fázisokban. A készítmény alkalmazása a vizsgált fenológiai fázisok közül a kalászolási eredményezett szignifikáns hatást a búzanövények nitrogéntartalmának alakulására (P=5%), tendenciájában pedig a bokrosodási és a kalászolási fázisban a nitrogéntartalom csökkenését állapítottam meg a növekvő kéndózisok hatására (előbbi esetben a nitrogéntartalom 4,46%-ról 4,21%-ra, utóbbi esetben 1,94%-ról 1,79%-ra csökkent).

21. táblázat: A kéntrágyázás hatása a búzanövény nitrogén- és kén-tartalmának, valamint N/S arányának átlagértékeire és szórására
Kéntrágyázási kísérlet (Debrecen-Látókép, 2002)

Fenológiai fázis	Kezelés: NPK (100/70/80) + FitoHorm 32 S	N (%)		S (%)		N/S	
		Átlag	szórás	Átlag	szórás	Átlag	szórás
Bokrosodás 04.09.	0 l/ha FitoHorm 32 S	4,46	0,09	0,31	0,01	14,24	0,05
	2 l/ha FitoHorm 32 S	4,39	0,19	0,31	0,02	13,55	0,66
	4 l/ha FitoHorm 32 S	4,21	0,10	0,30	0,01	13,86	0,61
	SZD 5%	0,21		0,03		0,92	
Szárbaindulás 04.16.	0 l/ha FitoHorm 32 S	3,66	0,10	0,35	0,01	10,68	0,19
	2 l/ha FitoHorm 32 S	3,56	0,03	0,33	0,02	10,33	0,11
	4 l/ha FitoHorm 32 S	3,73	0,11	0,36	0,03	9,72	0,03
	SZD 5%	0,14		0,03		0,21***	
Kalászolás 05.15.	0 l/ha FitoHorm 32 S	1,94	0,02	0,20	0,01	9,61	0,51
	2 l/ha FitoHorm 32 S	1,91	0,01	0,19	0,02	10,84	0,16
	4 l/ha FitoHorm 32 S	1,79	0,10	0,21	0,03	8,19	1,38
	SZD 5%	0,10*		0,03		1,37*	
Teljes érés 06.28.	0 l/ha FitoHorm 32 S	1,30	0,06	0,15	0,02	9,24	1,23
	2 l/ha FitoHorm 32 S	1,27	0,00	0,15	0,01	8,54	0,12
	4 l/ha FitoHorm 32 S	1,31	0,08	0,14	0,01	9,26	0,21
	SZD 5%	0,11		0,02		1,36	

Szignifikancia szintek: *P=5%, **P=1%, ***P=0,1%;

A szárbaindulás és a teljes érés fázisában egyértelmű tendencia nem írható fel a vizsgált elem koncentrációjának alakulására. A FitoHorm 32 S különböző dózisokban történő kijuttatása statisztikailag igazolható módon egyik fenológiai fázisban sem befolyásolta a kéntartalom alakulását. A kéntartalom egyértelmű csökkenését vagy növekedését az egyes fejlődési fázisokban szintén nem tudtam megállapítani. A bokrosodáskor gyűjtött búzaminták kéntartalmát 0,30-0,31%-nak mértük, mely értékek 0,33-0,36% közé estek a növény szárbaindulási fázisában. A kalászolás idején a fent említett értékeket 0,19-0,21%-nak, míg a teljes éréskor 0,14-0,15%-nak mértük.

A N/S arány vizsgálatok megállapítottam, hogy a szárbaindulási és a kalászolási fázisban a FitoHorm 32 S alkalmazása statisztikailag is igazoltan befolyásolta az arányszám alakulását. Az előző megállapítás $P=0,1\%$, illetve $P=5\%$ szignifikancia szinten igazolt. A N/S arány értéke a bokrosodási fázisban 13-14-es nagyságrendet ért el, mely lecsökkent egy 10, illetve 9 körüli átlagos nagyságrendre a következő két vizsgált fenológiai fázisra. A teljes érési fázis elérésekor a N/S arány további csökkenését nem tapasztaltam. Az egyes fenológiai fázisokon belül vizsgálva a FitoHorm 32 S hatását megállapítható, hogy egyértelmű csökkenő tendenciát csak a szárbaindulás időszakában tapasztaltunk. Ezt az értéket 10,33-ra módosította a FitoHorm 32 S 2 liter/ha dózisban történő kijuttatása. A folyékony kénműtrágya hektáronkénti mennyiségét 4 literre emelve azt tapasztaltam, hogy a N/S arány 9,72-es értéket vett fel, mely a legszűkebb N/S arányt jelenti a kezelések között. Kutatásaim során lehetőségem nyílt arra, hogy a FitoHorm 32 S hatását a búzanövények kémiai összetételére ne csak a teljes növény minták esetében vizsgáljam, hanem az egyes növényi részeket elkülönítve is méréseket végezzünk az adott mintabázison. Az egyes növényi részek analíziséből származó eredményeket külön táblázatban mutatom be, ám az adatok elemzését rövidítve igyekeztem elvégezni. A búzanövényeket szárra, levélre és kalászra választottam szét, természetesen az adott fenológiai fázis fejlettségének megfelelően. Így az itt elemzett szárminták vizsgálatára (22. táblázat) a szárbaindulási, a kalászolási és a teljes érési fázisban került sor.

Az egytényezős varianciaanalízis eredményei szerint **a búzaminták szárának** nitrogén- és kéntartalmát, illetve a N/S arányának alakulását a FitoHorm 32 S különböző dózisokban történt kijuttatása nem befolyásolta statisztikailag is igazolható módon. Az egyes értékek fenológiai fázisokon belüli növekedése vagy csökkenése nem követett határozott trendet. Az eltérő fenológiai fázisok viszont különböző kémiai összetétellel rendelkező mintákat szolgáltatottak, hiszen a fejlődés előrehaladtával mindhárom általam

vizsgált paraméter nagyságrendjében csökkenést figyeltem meg. Így a nitrogéntartalom a szárbainduláskor 2,4-2,5% körül alakult, mely értékek a teljes érési fázisban 0,5-0,7%-os nagyságrend közé kerültek. A kén tartalomban az átlagértékek 0,20%-ról 0,14%-os nagyságrendre történő csökkenését figyeltem meg. Ezekből kiindulva természetesen a N/S arányban is jelentős csökkenést tapasztaltam: a teljes érésben számított 4-es körüli hányados mintegy harmada a szárbaindulás mintáinak N/S arányához viszonyítva.

22. táblázat: A kéntrágyázás hatása a búzanövény szárának nitrogén- és kén tartalmának, valamint N/S arányának átlagértékeire és szórására
Kéntrágyázási kísérlet (Debrecen-Látókép, 2002)

Fenológiai fázis	Kezelés: NPK (100/70/80) + FitoHorm 32 S	N (%)		S (%)		N/S	
		Átlag	SD	Átlag	SD	Átlag	SD
Szárbaindulás 04.16.	0 l/ha FitoHorm 32 S	2,48	0,09	0,20	0,01	12,21	0,17
	2 l/ha FitoHorm 32 S	2,42	0,14	0,21	0,01	11,73	0,83
	4 l/ha FitoHorm 32 S	2,54	0,06	0,20	0,01	12,33	0,16
	SZD 5%	0,17		0,02		0,83	
Kalászolás 05.15.	0 l/ha FitoHorm 32 S	1,08	0,24	0,14	0,01	7,77	1,39
	2 l/ha FitoHorm 32 S	1,21	0,06	0,15	0,02	8,75	0,24
	4 l/ha FitoHorm 32 S	1,14	0,07	0,14	0,02	8,12	1,32
	SZD 5%	0,23		0,03		1,92	
Teljes érés 06.28.	0 l/ha FitoHorm 32 S	0,65	0,18	0,14	0,00	5,34	0,93
	2 l/ha FitoHorm 32 S	0,69	0,19	0,13	0,00	4,31	1,78
	4 l/ha FitoHorm 32 S	0,49	0,11	0,15	0,02	3,33	1,03
	SZD 5%	0,27		0,02		2,25	

Szignifikancia szintek: *P=5%, **P=1%, ***P=0,1%;

A következő, 23. táblázat a begyűjtött búzamintákból leválasztott levelek mérési eredményeit mutatja. A FitoHorm 32 S kijuttatása a nitrogéntartalom esetén az utolsó mintavételi fázisban, míg a kén tartalom esetén a kalászolási fázisban fejtett ki statisztikailag bizonyított hatást az említett elemek koncentrációjának alakulására. Vizsgálataim szerint a FitoHorm 32 S hektáronkénti kettő, illetve négy literes dózisban történő alkalmazása a nitrogéntartalom növekedését eredményezte a begyűjtött levélmintáknál a teljes érési fázisban. A kontroll kezelés mintáinak nitrogéntartalmát 1,19%-nak, a kisebb dózisú FitoHorm 32 S kezelés mintájának nitrogéntartalmát 0,64%-nak, míg a nagyobb adagú kénkezelés levélmintáinak nitrogéntartalmát 0,80%-nak mértük. Az eredmények közötti különbség P=1% szignifikancia szinten igazolt. A kén tartalom esetén az eredmények esetleges csökkenésére vagy emelkedésére egyik

fenológiai fázisban sem lehet tendenciát illeszteni. Ennek megfelelően változatosan alakult a kalászolási fázisban gyűjtött minták kén tartalma is, hiszen a kontroll kezelésben 0,32%-nak, a következő lépcsőben 0,43%-nak, míg a nagyobb kéndózis kijuttatása esetén ismét 0,32%-nak mértük a minták kén tartalmát. A megállapított különbségek az egytényezős varianciaanalízis eredményei szerint P=5% szignifikancia szinten igazoltak. A N/S arány számított értékei a szárbaindulási fázis 10 fölötti nagyságrendjéről a teljes érési fázisra annak felére csökkentek.

23. táblázat: A kéntrágyázás hatása a búzanövény levélzetének nitrogén- és kén tartalmának, valamint N/S arányának átlagértékeire és szórására Kéntrágyázási kísérlet (Debrecen-Látókép, 2002)

Fenológiai fázis	Kezelés: NPK (100/70/80) + FitoHorm 32 S	N (%)		S (%)		N/S	
Szárbaindulás 04.16.	0 l/ha FitoHorm 32 S	4,02	0,20	0,38	0,02	10,29	0,65
	2 l/ha FitoHorm 32 S	3,75	0,17	0,36	0,02	10,88	0,57
	4 l/ha FitoHorm 32 S	4,02	0,13	0,38	0,02	10,60	0,55
	SZD 5%	0,29		0,03		1,02	
Kalászolás 05.15.	0 l/ha FitoHorm 32 S	3,23	0,15	0,32	0,02	9,98	1,04
	2 l/ha FitoHorm 32 S	3,31	0,23	0,43	0,05	8,15	1,43
	4 l/ha FitoHorm 32 S	3,14	0,37	0,32	0,03	8,82	0,86
	SZD 5%	0,44		0,06*		1,94	
Teljes érés 06.28.	0 l/ha FitoHorm 32 S	1,19	0,03	0,17	0,01	6,39	1,04
	2 l/ha FitoHorm 32 S	0,64	0,01	0,15	0,01	3,88	3,79
	4 l/ha FitoHorm 32 S	0,80	0,09	0,15	0,01	5,76	0,79
	SZD 5%	0,12**		0,02		3,62	

Szignifikancia szintek: *P=5%, **P=1%, ***P=0,1%;

A kalász vizsgálatára a két utolsó fenológiai fázisban kerülhetett sor (24. táblázat). A mérési eredmények szerint a teljesérésben lévő kalászok nitrogéntartalma 2,0-2,2% között alakult, míg ezt az eredményt az előző időszakban 1,8-1,9% közöttinek találtam. A két fejlődési fázis közül a teljes éréskori vizsgálatok eredményei között állapítottam meg szignifikáns különbséget (P=0,1%). A kontroll kezeléshez viszonyítva (2,20%), a FitoHorm 32 S 2 liter/ha dózisban történő alkalmazása csökkentette (2,06%), míg kétszeres mennyiségben történő kijuttatása növelte (2,17%) a kalázminták nitrogéntartalmát. A kén tartalom esetében hasonló tényeket nem tapasztaltam. A kalászoláskor gyűjtött minták kén tartalmát 0,19%-nak, a teljes érés időszakában vett minták kén tartalmát pedig 0,15-0,16% közötti nagyságrendűnek mértük. A N/S arány esetében megállapítottam, hogy a FitoHorm 32 S kijuttatása mind a kalászolási, mind a

teljes érés időszakában statisztikailag igazoltan hatással volt az említett paraméter alakulására. A kalászolás időszakában a kezelések között a N/S arány csökkenését tapasztaltam, míg a búza teljes érési időszakában növekvő vagy csökkenő tendenciát nem tudtam megállapítani. A FitoHorm 32 S-nek a nitrogén- és kéntartalomra, valamint a N/S arány alakulására gyakorolt hatásának vizsgálatán túl mindenképpen célszerűnek láttam kiterjeszteni az elemzést a minőségi paraméterek alakulására is.

24. táblázat: A kéntrágyázás hatása a búzanövény kalászábanak nitrogén- és kéntartalmának, valamint N/S arányának átlagértékeire és szórására
Kéntrágyázási kísérlet (Debrecen-Látókép, 2002)

Fenológiai fázis	Kezelés: NPK (100/70/80) + FitoHorm 32 S	N (%)		S (%)		N/S	
		Átlag	SD	Átlag	SD	Átlag	SD
Kalászolás 05.15.	0 l/ha FitoHorm 32 S	1,88	0,10	0,19	0,00	10,19	0,42
	2 l/ha FitoHorm 32 S	1,80	0,10	0,19	0,01	10,10	0,13
	4 l/ha FitoHorm 32 S	1,85	0,03	0,19	0,01	9,53	0,30
	SZD 5%	0,13		0,02		0,52*	
Teljes érés 06.28.	0 l/ha FitoHorm 32 S	2,20	0,07	0,15	0,00	15,05	0,58
	2 l/ha FitoHorm 32 S	2,06	0,03	0,16	0,01	13,22	0,97
	4 l/ha FitoHorm 32 S	2,17	0,02	0,15	0,01	14,11	0,74
	SZD 5%	0,07**		0,01		1,28*	

Szignifikancia szintek: *P=5%, **P=1%, ***P=0,1%;

A **minőségi mutatók** közé beltartalmi-, enzimikus- és reológiai tulajdonságokat egyaránt beválogattam, mert szándékomban állt mind teljesebb képet kapni a FitoHorm 32 S minőséget befolyásoló hatásáról, a kéntrágyázás technológiai műveletekre való alkalmassága ugyanis ezekkel határozható meg egyértelműen. A négy ismétlésből kapott adatsorok lehetővé tették az egytényezős varianciaanalízis alkalmazását, melynek eredményei szerint a nedves siker tartalom alakulására a FitoHorm 32 S különböző dózisokban történő kijuttatása P=0,1% szignifikancia szinten statisztikailag igazolt hatást gyakorolt (25. táblázat). A kontroll kezeléshez (30,7%) viszonyítva 2 liter/ha FitoHorm 32 S kijuttatása 2%-kal 32,7%-ra, míg 4 liter/ha FitoHorm 32 S alkalmazása 3,8%-kal 34,5%-ra növelte a nedves siker tartalmat. Ez a növekedés a Magyar Szabvány (MSZ 6383:1998) határértékeit tekintve azt jelenti, hogy a búzaminta a B₁-es sütőipari minőségi csoportból a javító (A) sütőipari minőségi csoportba került át. A FitoHorm 32 S növekvő adagokban történő alkalmazása csökkentette a sikerindexet, bár a különbségek nem szignifikánsak. Szintén nem tudtam a FitoHorm 32 S statisztikailag

igazolt hatásáról beszámolni a sikerterülés és a Hagberg-féle esésszám esetében. Az esésszám értékeire azonban tendencia illeszthető, hiszen a kontroll kezelés 319 másodperces értéke 311 másodpercre csökkent le. A reológiai tulajdonságok vizsgálata farinográffal történt, mely vizsgálati eredmények közül a részparaméterek elemzésére is kitérek. A méréseim egy jellemző farinográfós diagram látható a 9. ábrán.

A tészta kialakulási időt a kontroll kezelésben 1,9 percnél, a következő lépcsőben 3 percnél, míg a 4 liter/ha kéndózisban részesült parcellák mintáinál 4,6 percnél mértem. A megállapított különbségek szignifikánsak ($P=1\%$). A tészta stabilitásának ideje szintén növekedett a készítmény növekvő dózisainak hatására, de az adatok nagy szórása miatt a varianciaanalízis eredményei szerint a különbségek statisztikailag nem igazolhatók. Ugyanez a megállapítás tehető a diagram szélességének alakulásával kapcsolatosan is, bár tendencia ez esetben is megfigyelhető: a FitoHorm 32 S növekvő dózisainak hatására a diagram szélessége csökkent. Vizsgálataim során azt tapasztaltam, hogy a FitoHorm 32 S kijuttatása a farinográfós görbe ellágyulásának mértékét statisztikailag igazolt módon befolyásolta. A varianciaanalízis eredményei szerint a megfigyelt hatás $P=5\%$ szignifikancia szinten bizonyított. Szintén szignifikáns hatást gyakorolt a készítmény kijuttatása a búza sütőipari értékszámának alakulására, mely megállapítás $P=1\%$ szignifikancia szinten igazolt. A FitoHorm 32 S kezelésben nem részesült kontroll parcellák búzamintáinak sütőipari értékszámát 61-nek mértem. Hektáronként 2 liter FitoHorm 32 S kijuttatása az említett paramétert 68-ra, míg 4 liter készítmény kijuttatása 75-re emelte. A farinográfós sütőipari értékszámot a farinográfós görbe alatti planimetrált területből számítjuk. Az adatsorok elemzésekor megállapítottam, hogy a sütőipari értékszám növekedését leginkább a görbe ellágyulási mértékének csökkenése okozta. Az utolsó vizsgált reológiai paraméter a vízfelvevő képesség volt, melynek esetében a FitoHorm 32 S szignifikáns hatását nem tudtam megállapítani, bár e mutató genetikai determináltságát már igazolták (Sipos 2006). Az értékek ingadozása meglehetősen szűk határokon belül történt, hiszen a kontroll minta vízfelvevő képességét 56,2%-nak, míg a második kezelés hasonló értékét 56,9%-nak találtam. Gyakorlati agronómiai szempontból kiemelten fontosnak tartottam megvizsgálni a FitoHorm 32 S-nek a **termésátlag** alakulására gyakorolt hatását. Megállapítottam, hogy a készítmény nincs szignifikáns hatással a búza hektáronkénti termésátlagának alakulására.

BRABENDER

Brabender® Farinograph

BRABENDER

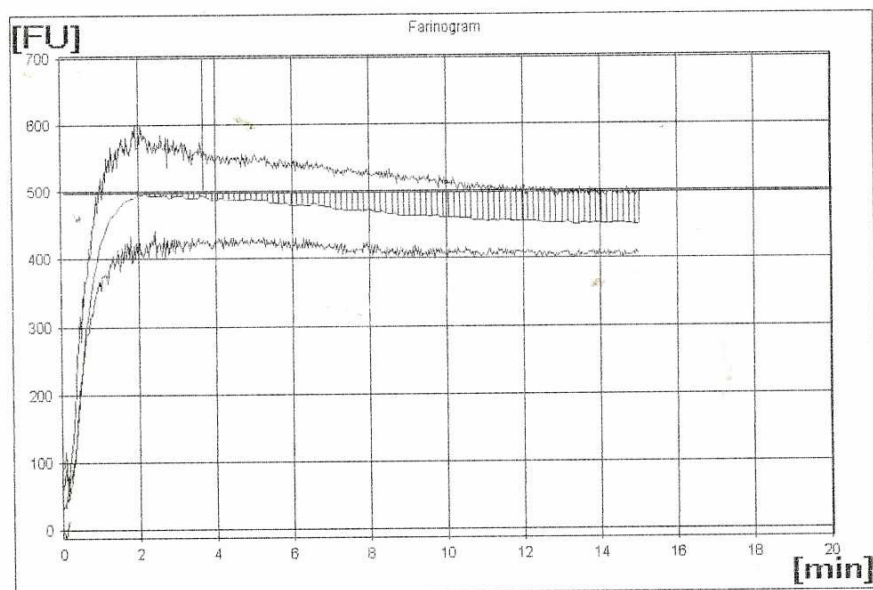
Sample: MEIV5
Date: 2002.10.10. 14:44:44

Method: HUNGARY
Operator: nbPAKOZDY

Mixer: 50 g
Consistency 497 FU with waterabsorption 56,3%

Moisture content: 10,6%

Waterabsorption (corrected for 500 FU):	56,2%
Waterabsorption (corrected to 14,0 %):	52,4%
Development time:	2,0 min
Stability:	1,7 min
Width of the diagram:	164 FU
Degree of softening (15 min):	44 FU
Hungarian quality number:	67,7 (6,3 cm ²)
Farinograph quality number:	84
Remarks:	



Test: C:\Program Files\FarinoProg\MEIV-5 FAD

9. ábra: Farinogramm,
Kéntrágyázási kísérlet (Debrecen- Látókép; 2002)

25. táblázat: A kéntrágyázás hatása a búzaminták sütőipari tulajdonságainak alakulására
Kéntrágyázási kísérlet (Debrecen-Látókép, 2002)

Kezelés: NPK (100/70/80) + FitoHorm 32 S		Nedves- siker- tartalom (%)	Siker- index	Sikerter. (mm/óra)	Eséssz. (sec)	Kialakul. idő (perc)	Stabilit. idő (perc)	Diagram szélessége (FE)	Ellágy. mértéke (FE)	Sütőip. értéksz. (FE)	Vízfelv.- kép. (%)	Termés (t/ha)
0 l/ha FitoHorm 32 S	átlag	30,7	95,8	4,1	319	1,9	0,7	157	71	61	56,2	3,79
	szórás	0,3	0,9	1,8	9	0,4	0,5	18	16	5	0,5	1,0
2 l/ha FitoHorm 32 S	átlag	32,7	95,2	2,9	312	3,0	1,6	153	47	68	56,3	4,13
	szórás	0,3	1,3	0,5	12	0,6	0,8	34	11	3	0,5	0,6
4 l/ha FitoHorm 32 S	átlag	34,5	93,4	5,2	311	4,6	2,4	129	41	75	56,9	4,00
	szórás	0,6	2,1	0,3	19	1,0	1,1	17	6	2	0,8	0,8
SZD 5%		0,7***	2,4	1,9	23	1,2**	1,4	38	19*	6**	1,0	0,58

Szignifikancia szintek: *P=5%, **P=1%, ***P=0,1%;

4.2.2. A szuperfoszfát hatásának elemzése

A FitoHorm 32 S alkalmazása után, e kísérlet keretében a következő kezelést a szuperfoszfát alkalmazása jelentette. A vizsgálatok elvégzésének és e fejezet megírásának kiindulópontja az a kérdés volt, hogy a szuperfoszfát, mint évtizedeken keresztül a legszélesebb körben alkalmazott foszfor műtrágya, kísérő-kéntartalmánál fogva hogyan befolyásolja a búza kén- és nitrogéntartalmának, illetve N/S arányának alakulását. A szuperfoszfát kijuttatása az előző fejezetekben tárgyalt kén-levéltrágya alkalmazásához hasonlóan két dózisban valósult meg: 100 kg hatóanyag/ha nitrogén és 80 kg hatóanyag/ha kálium kijuttatása mellett az első kezelésben 70 kg/ha, míg a második kezelésben 140 kg/ha foszfor hatóanyagnak megfelelő mennyiségű szuperfoszfát kiszórása történt meg. Ennek megfelelően az előbbi esetben hektáronként 7,7kg /ha kén hatóanyag, az utóbbi esetben pedig ennek duplája, azaz 15,4% kén hatóanyag került kijuttatásra. A **teljes búzanövény** nitrogéntartalmának alakulására a szuperfoszfát dupla dózisban történő kijuttatása a bokrosodási és a teljes érési fázisban statisztikailag igazolt hatással volt (26. táblázat). Számításaim szerint a megállapítás előbbi esetben P=1%, míg utóbbi esetben P=5% szignifikancia szinten igazolt.

26. táblázat: A szuperfoszfát hatása a teljes búzanövény nitrogén- és kéntartalmának, valamint N/S arányának átlagértékeire és szórására
Kéntrágyázási kísérlet (Debrecen-Látókép, 2002)

Fenológiai fázis	Kezelés	N (%)		S (%)		N/S	
Bokrosodás 04.09.	NPK 100/70/80	4,28	0,07	0,32	0,01	13,74	0,10
	NPK 100/140/80	4,56	0,06	0,34	0,02	13,42	0,88
	SZD 5%	0,11**		0,03		1,08	
Szárbaindulás 04.16.	NPK 100/70/80	3,56	0,20	0,35	0,01	11,14	1,01
	NPK 100/140/80	3,68	0,07	0,35	0,02	10,39	0,30
	SZD 5%	0,29		0,02		1,46	
Kalászolás 05.15.	NPK 100/70/80	1,74	0,06	0,20	0,04	9,29	1,37
	NPK 100/140/80	1,77	0,15	0,20	0,04	8,37	0,49
	SZD 5%	0,22		0,06		2,02	
Teljes érés 06.28.	NPK 100/70/80	1,26	0,06	0,13	0,01	9,68	0,41
	NPK 100/140/80	1,08	0,07	0,15	0,02	7,84	0,76
	SZD 5%	0,13*		0,03		0,17*	

Szignifikancia szintek: *P=5%, **P=1%, ***P=0,1%;

A bokrosodási fázisban a dupla adag szuperfoszfát kiszórása 4,28%-ról 4,56%-ra növelte, míg a teljes érési fázisban 1,26%-ról 1,08%-ra csökkentette a teljes növényi minták nitrogéntartalmát.

Az alkalmazott foszfor műtrágya kétféle dózisban történő kijuttatása a kén tartalom alakulására egyik fenológiai fázisban sem volt szignifikáns hatással. A szárbaindulási és a kalászolási szakaszokban a kén tartalom nem változott, a bokrosodási és a teljes érési fázisokban az említett elem koncentrációja növekedett a foszfor hatóanyag mennyiségének emelésének hatására, bár ezek a hatások csak tendenciaszerűek és nem szignifikánsak. A dupla adagú szuperfoszfát kiszórása a N/S arány csökkenését eredményezte az egyes fenológiai fázisokban, bár a varianciaanalízis szerint a hatás csak a teljes érési fázisban szignifikáns, ahol $P=1\%$. Ez esetben a vizsgált növényi minták N/S aránya 9,68-ról 7,84-re szűkült.

A szuperfoszfát különböző adagokban történő kijuttatásának hatását a búzaminták **szárának** kémiai összetételére a 27. táblázat adatainak segítségével mutatom be. Kutatásaim során megállapítottam, hogy a foszfor hatóanyag hektáronkénti 70 kg-os mennyisége helyett a 140 kg hatóanyag alkalmazása statisztikailag nem volt hatással a búzaminták szárának nitrogén- és kén tartalmának alakulására. A vizsgált fejlődési fázisok mindegyikében megegyező, egyöntetű tendenciát a kén tartalom esetében tudtam csak megállapítani, ahol a nagyobb foszfor mennyiségben részesült parcellákon minden esetben nagyobb kén tartalmat mértünk.

27. táblázat: A szuperfoszfát hatása a búzanövény szárának nitrogén- és kén tartalmának, valamint N/S arányának átlagértékeire és szórására
Kéntrágyázási kísérlet (Debrecen-Látókép, 2002)

Fenológiai fázis	Kezelés	N (%)		S (%)		N/S	
		Átlag	SD	Átlag	SD	Átlag	SD
Szárbaindulás 04.16.	NPK 100/70/80	2,41	0,06	0,19	0,01	13,00	0,40
	NPK 100/140/80	2,37	0,23	0,21	0,03	12,06	0,63
	SZD 5%	0,34		0,04		1,10	
Kalászolás 05.15.	NPK 100/70/80	1,13	0,03	0,13	0,03	9,03	0,42
	NPK 100/140/80	1,10	0,08	0,15	0,02	7,64	0,25
	SZD 5%	0,12		0,04		0,68**	
Teljes érés 06.28.	NPK 100/70/80	0,44	0,06	0,13	0,02	3,50	0,88
	NPK 100/140/80	0,52	0,05	0,16	0,03	3,84	1,15
	SZD 5%	0,10		0,04		1,78	

Szignifikancia szintek: * $P=5\%$, ** $P=1\%$, *** $P=0,1\%$;

A N/S arány elemzése kapcsán a kalászosítás időszakában vett minták N/S arányában statisztikailag igazolt különbséget számítottam ki. Az első kezelés szármintáinak átlagos N/S aránya 9,03 volt, míg a második kezelés hasonló értékét 7,64-nek találtam, mely különbség P=1% szinten szignifikánsnak bizonyult.

A foszfor hatóanyag kétszeres mennyiségben történő kijuttatása a **levélminták** nitrogéntartalmának alakulására, számításaim szerint egyik fenológiai fázisban sem volt statisztikailag igazolható hatással (28. táblázat). A levelek kén-tartalmának vizsgálata a következő eredményeket hozta: a búza szárbaindulási, kalászosítási és teljes érési fázisában a foszfor dupla dózisban történő alkalmazása gyakorlatilag semmiféle változást nem okozott. A N/S arány értékeinek alakulására szintén nem gyakorolt szignifikáns hatást az említett kezelés alkalmazása.

28. táblázat: A szuperfoszfát hatása a búzanövény levélzetének nitrogén- és kén-tartalmának, valamint N/S arányának átlagértékeire és szórására Kéntrágyázási kísérlet (Debrecen-Látókép, 2002)

Fenológiai fázis	Kezelés	N (%)		S (%)		N/S	
		Átlag	SD	Átlag	SD	Átlag	SD
Szárbaingulás 04.16.	NPK 100/70/80	3,77	0,15	0,36	0,04	11,61	1,12
	NPK 100/140/80	3,75	0,35	0,36	0,05	10,60	0,83
	SZD 5%	0,53		0,07		1,94	
Kalászosítás 05.15.	NPK 100/70/80	3,06	0,34	0,43	0,04	6,77	0,50
	NPK 100/140/80	3,21	0,06	0,42	0,02	8,40	1,07
	SZD 5%	0,49		0,06		1,61	
Teljes érés 06.28.	NPK 100/70/80	0,92	0,22	0,14	0,01	6,15	0,39
	NPK 100/140/80	0,92	0,22	0,14	0,01	6,15	0,39
	SZD 5%	0,32		0,01		1,95	

Szignifikancia szintek: *P=5%, **P=1%, ***P=0,1%;

A búza **kalászásának** vizsgálati eredményei a 29. táblázatban láthatók. Összefoglalva az ott szemléltetett eredményeket megállapítottam, hogy a szuperfoszfát dupla dózisú kijuttatásának hatására egyik vizsgált paraméter esetében sem mértünk statisztikailag is igazolható különbségeket sem a kalászosítási, sem a teljes érési fázisban. A nitrogén- és a kén-tartalom esetében a négy ismétlésből számított átlageredményeket a nagyobb műtrágyadózisban részesült parcellákon találtam kisebbnek.

A szuperfoszfát **búzaminóságra** gyakorolt hatását a FitoHorm 32 S-nél is tárgyalt valamennyi paraméter esetében elvégeztem (30. táblázat). Vizsgálataim szerint a két

különböző adagban kijuttatott foszfor műtrágya a nedves siker tartalomra nem volt statisztikailag is igazolható hatással.

29. táblázat: A szuperfoszfát hatása a búzanövény kalászának nitrogén- és kéntartalmának, valamint N/S arányának átlagértékeire és szórására Kéntrágyázási kísérlet (Debrecen-Látókép, 2002)

Fenológiai Fázis	Kezelés	N (%)		S (%)		N/S	
		Átlag	SD	Átlag	SD	Átlag	SD
Kalászás 05.15.	NPK 100/70/80	1,81	0,11	0,20	0,00	9,51	0,19
	NPK 100/140/80	1,77	0,02	0,19	0,02	9,49	0,15
	SZD 5%	0,16		0,02		0,32	
Teljes érés 06.28.	NPK 100/70/80	2,33	0,07	0,16	0,02	14,63	0,51
	NPK 100/140/80	2,27	0,04	0,15	0,00	14,92	0,22
	SZD 5%	0,11		0,02		0,77	

Szignifikancia szintek: *P=5%, **P=1%, ***P=0,1%;

Szignifikánsan növelte viszont a sikerindex értékét (P=5%), vagyis a szuperfoszfát dózisének növelése erősítette a sikérvázat. Nem tapasztaltam statisztikailag is igazolható hatást a proteáz és az α -amiláz enzimek aktivitását vizsgálni hivatott sikerterülés és esésszám alakulásában. A reológiai tulajdonságokat szemléltető farinográfus jellemzők esetében a tészta kialakulási idő, a stabilitási idő és a diagram szélessége nem mutattak szignifikáns csökkenést vagy növekedést a szuperfoszfát dózisének emelt mennyiségben történt kijuttatásának hatására. A logikai egymásra épülés miatt a tészta ellágyulásának mértékét és a farinográfus sütőipari értékszámot célszerűnek látom együtt vizsgálni. Megállapítottam, hogy a sütőipari értékszám alakulását P=5% szignifikancia szinten befolyásolta a kiszórt szuperfoszfát mennyiségének növelése. Az első kezelésben a sütőipari értékszám 66 FE-gel volt egyenlő, mely érték 60 FE-re csökkent a második kezelésben. A csökkenés oka a farinográfus görbe alatti planimetrált terület csökkenése, mely a tészta ellágyulási mértékében tapasztalt növekedésnek tudható be. Az első kezelés parcelláiról betakarított minták ellágyulásának mértéke 57 volt, míg a második kezelésből származó minták ellágyulásának mértékét 74 -nek mértem. A FitoHorm 32 S esetében megállapítottakhoz hasonlóan a vízfelvevő képességet a szuperfoszfát kétszeres dózisban történő kijuttatása sem tudta statisztikailag igazolhatóan befolyásolni.

A **termésátlag** eredményeinek értékelésekor megállapítottam, hogy a dupla mennyiségű szuperfoszfát kijuttatásának hatása megmutatkozott a termésátlag növekedésében. Az első kezelés terméseredménye 3,63 t/ha, míg a második kezelés hasonló értéke 4,21 t/ha

volt. Az eredmények között tapasztalt 0,54 t/ha-os különbség P=5% szignifikancia szinten igazolt. A 100 kg hatóanyag/ha nitrogén és 80 kg hatóanyag/ha kálium kijuttatása mellett az első kezelésben 70 kg/ha, illetve a második kezelésben 140 kg/ha foszfor hatóanyagnak megfelelő mennyiségű szuperfoszfát kijuttatása a termésátlagot szignifikánsan növelte (3,63 t/ha-ról 4,21 t/ha-ra), míg a búza sütőipari értékszámát csökkentette (66-ról 60-ra).

Összefoglalásképp itt megjegyezhető, hogy amíg a szuperfoszfát elsősorban a termésátlagot javította, a célzott kénutánpótlás (Fitohorm 32 S) megvalósulása egyértelműen a sütőipari minőség javulását eredményezte. Mindez a lombtrágyák speciális hatásmechanizmusával, érvényesülésével magyarázható, hiszen a lombon keresztül megvalósuló célzott tápanyag-utánpótlás lehetővé teszi a növény adott fejlődési fázisának megfelelő mennyiségű és arányú tápelempótlást a termőhelyi és klimatikus tényezők hatásának mérséklése mellett (KALOCSAI ET AL., 2004).

30. táblázat: A szuperfoszfát hatása a búzaminták sütőipari tulajdonságainak alakulására
Kéntrágyázási kísérlet (Debrecen-Látóké,p 2002)

Kezelés		Nedves- siker- tartalom (%)	Siker- index	Sikerter. (mm/óra)	Eséssz. (sec)	Kialakul. idő (perc)	Stabilit. idő (perc)	Diagram szélessége (FE)	Ellágy. mértéke (FE)	Sütőip. értéksz. (FE)	Vízfelv.- kép. (%)	Termés (t/ha)
NPK 100/70/80	átlag	29,8	94,2	3,1	364	2,1	1,5	157	57	66	55,6	3,63
	szórás	2,1	1,4	0,5	17	0,3	1,0	15	11	3	0,7	0,6
NPK 100/140/80	átlag	31,0	96,6	3,8	354	1,8	1,1	156	74	60	55,2	4,21
	szórás	2,5	1,0	0,9	11	0,3	0,7	8	7	3	0,7	0,7
SZD 5%		3,7	2,0*	1,1	22	0,4	1,4	19	15*	5*	1,2	0,54*

Szignifikancia szintek: *P=5%, **P=1%, ***P=0,1%;

4.2.3. A Biofert hatásának elemzése

A harmadik anyag, melynek hatását a Látóképi kisparcellás kísérletekben vizsgáltam, a Biofert nevű lizingyártási melléktermék volt. A Biofert 100 kg hatóanyag/ha nitrogén, 70 kg hatóanyag/ha foszfor és 80 kg hatóanyag/ha kálium kiszórása mellett került kijuttatásra kontroll kezelés mellett az első kezelésben 5 liter/ha, míg a második kezelésben 7,5 liter/ha mennyiségben. A kisebb dózissal kísérőelemként így 390g kén hatóanyag került hektáronként kijuttatásra, az emelt dózis mellett pedig 585 g/ha kén.

A Biofert hatásának vizsgálatát elvégeztem a teljes növényre, illetve a növényminták különböző részeire is úgy, ahogy azt a FitoHorm 32 S és a szuperfoszfát esetében is tettem. A Biofert hatását a **teljes növényi minták** nitrogén- és kéntartalmának, valamint N/S arányának alakulására a 31. táblázat segítségével vizsgáltam. Megállapítottam, hogy a Biofert különböző dózisokban történt kijuttatása a nitrogéntartalom alakulására egyik fenológiai fázisban sem gyakorolt statisztikailag igazolt hatást.

31. táblázat: A Biofert hatása a teljes búzanövény nitrogén- és kéntartalmának, valamint N/S arányának átlagértékeire és szórására
Kéntrágyázási kísérlet (Debrecen-Látókép, 2002)

Fenológiai fázis	Kezelés: NPK (100/70/80) + Biofert	N (%)		S (%)		N/S	
Bokrosodás 04.09.	0 l/ha Biofert	4,46	0,09	0,31	0,01	14,24	0,05
	5 l/ha Biofert	4,42	0,09	0,34	0,01	12,86	0,36
	7,5 l/ha Biofert	4,50	0,21	0,33	0,03	13,30	1,15
	SZD 5%	0,23		0,03		1,21	
Szárbaindulás 04.16.	0 l/ha Biofert	3,66	0,10	0,35	0,01	10,68	0,19
	5 l/ha Biofert	3,65	0,21	0,36	0,01	10,57	0,89
	7,5 l/ha Biofert	3,36	0,13	0,32	0,02	10,67	0,21
	SZD 5%	0,28		0,02*		0,01	
Kalászolás 05.15.	0 l/ha Biofert	1,94	0,02	0,20	0,01	9,61	0,51
	5 l/ha Biofert	1,98	0,10	0,22	0,02	9,12	0,65
	7,5 l/ha Biofert	1,83	0,11	0,22	0,04	8,46	1,06
	SZD 5%	0,15		0,05		1,25	
Teljes érés 06.28.	0 l/ha Biofert	1,30	0,06	0,15	0,02	9,24	1,23
	5 l/ha Biofert	1,26	0,04	0,16	0,02	8,54	0,38
	7,5 l/ha Biofert	1,24	0,02	0,14	0,00	8,97	0,09
	SZD 5%	0,08		0,02		1,39	

Szignifikancia szintek: *P=5%, **P=1%, ***P=0,1%;

Egyértelmű tendenciákat szintén nem tapasztaltam, kivéve a teljes érési fázist, ahol a kontroll kezelés mintáinak átlag nitrogéntartalmát 1,30%-nak, az első kezelést 1,26%-nak, míg a második kezelést 1,24%-nak mértük.

Áttérve a kéntartalmi eredményekre, azt tapasztaltam, hogy a lizingyártás melléktermékének alkalmazása csak a szárbaindulási fázisban eredményezett szignifikáns különbséget az egyes kezelések kéntartalmában. Ez esetben a Biofert kezelésben nem részesült parcellák mintáinak kéntartalmát 0,35%-nak, az első kezelés hasonló értékét 0,36%-nak, míg a nagyobb Biofert dózist kapott parcellák mintáinak ezen értékét 0,32%-nak találtam. A táblázatban feltüntetett különbségek P=5% szinten szignifikánsak. A N/S arány esetében hasonló megállapításra jutottam, mint a nitrogéntartalom elemzésekor, hiszen a vizsgált termésköszítő anyag egyik fenológiai fázisban sem volt statisztikailag igazolható hatással az említett hányados értékének alakulására. Az eredmények közül a kalászolási fázis adatsorát emelném ki, ahol a Biofert-kijuttatás hatására az eredmények csökkenő tendenciát mutatnak: a kontroll kezelés 9,61-es értékéről a N/S arány a 7,5 liter/ha Biofert alkalmazása mellett 8,46-ra csökkent le. A következő, 32. táblázat a **búza szárminták** vizsgálati eredményeit tartalmazza.

32. táblázat: A Biofert hatása a búzanövény szárának nitrogén- és kéntartalmának, valamint N/S arányának átlagértékeire és szórására
Kéntrágyázási kísérlet (Debrecen-Látókép, 2002)

Fenológiai fázis	Kezelés: NPK (100/70/80) + Biofert	N (%)		S (%)		N/S	
Szárbaindulás 04.16.	0 l/ha Biofert	2,48	0,09	0,20	0,01	12,21	0,17
	5 l/ha Biofert	2,31	0,09	0,19	0,01	12,22	0,78
	7,5 l/ha Biofert	2,35	0,13	0,18	0,02	12,71	0,83
	SZD 5%	0,17		0,02		1,15	
Kalászolás 05.15.	0 l/ha Biofert	1,08	0,24	0,14	0,01	7,77	1,39
	5 l/ha Biofert	1,25	0,09	0,16	0,02	7,75	0,13
	7,5 l/ha Biofert	1,13	0,03	0,14	0,02	8,04	0,82
	SZD 5%	0,22		0,02		1,62	
Teljes érés 06.28.	0 l/ha Biofert	0,65	0,18	0,14	0,00	5,34	0,93
	5 l/ha Biofert	0,52	0,01	0,16	0,01	3,97	0,99
	7,5 l/ha Biofert	0,96	0,08	0,14	0,01	6,74	0,18
	SZD 5%	0,24*		0,02*		1,37*	

Szignifikancia szintek: *P=5%, **P=1%, ***P=0,1%;

Az adatokat áttekintve megállapítottam, hogy a varianciaanalízis eredményei szerint a Biofert felhasználása e kísérletben csak a teljes érési fázisban gyakorolt statisztikailag is igazolható hatást az általam vizsgált paraméterek alakulására. A nitrogéntartalom esetében legkisebbnek az első kezelés mintáinak nitrogéntartalmát találtam 0,52%-kal, míg legnagyobb nitrogéntartalommal a második kezelés parcelláiról származó szárminták rendelkeztek (0,96%). Vagyis a különböző mennyiségben kijuttatott termésfokozó anyag nem gyakorolt egyértelmű hatást az eredményekre. A kén tartalom esetében azt tapasztaltam, hogy a kontroll kezelés és a második kezelés eredményei két tizedes jegy pontossággal megadva egyenlő nagyságrendet képviselnek és 0,16%-os értékével az első kezelés bizonyult a legnagyobb kén tartalommal rendelkező mintának. A N/S arány adatsorának ingadozása a nitrogéntartalomnál leírtakhoz hasonló: az első kezelés mintái esetében számítottam ki a legkisebb (3,97), míg a második kezelésben a legnagyobb (6,74) N/S arányt. Mind a nitrogén- és kén tartalom, mind pedig a N/S arány esetében a különbségek $P=5\%$ szignifikancia szinten igazoltak.

A növényminták **levélzetének** vizsgálati eredményeit a 33. táblázat segítségével mutatom be. A nitrogéntartalom alakulására a Biofert növekvő tendencia szerint a kalászolási fázisban volt hatással, de a mérési eredmények közötti különbségek nem szignifikánsak. Statisztikailag is igazoltnak találtam azonban a Biofert hatását a teljes érési fázisában, ahol a készítmény emelkedő dózisokban történő kijuttatása csökkentette a búzalevelek nitrogéntartalmát. Számszerűsítve az eredmények a következőképpen alakultak: a kontroll kezeléssel gyűjtött levélminták nitrogéntartalmát 1,19%-nak, az első kezelés mintáinak hasonló értékét 0,85%-nak, míg a második kezelését 0,81%-nak mértük. A megfigyelt különbségek $P=1\%$ szinten szignifikánsnak bizonyultak. A kén tartalom adatsorából a kalászolás időszak mintáinak vizsgálati eredményeit emelném ki, ahol a Biofert $P=5\%$ szignifikancia volt hatással a vizsgált elem értékeinek alakulására. Legkisebb kén tartalmúnak (0,30%) a második kezelés mintáit mértük, míg 0,35%-os értékkel az első kezeléssel származó levélminták kén tartalma bizonyult. A N/S arány esetében a Biofert alkalmazása nem eredményezett statisztikailag is igazolható különbségeket az egyes fenológiai fázisok különböző kezelése között.

33. táblázat: A Biofert hatása a búzánövény levélzetének nitrogén- és kéntartalmának, valamint N/S arányának átlagértékeire és szórására
Kéntrágyázási kísérlet (Debrecen-Látókép, 2002)

Fenológiai fázis	Kezelés: NPK (100/70/80) + Biofert	N (%)		S (%)		N/S	
Szárbaindulás 04.16.	0 l/ha Biofert	4,02	0,20	0,38	0,02	10,29	0,65
	5 l/ha Biofert	3,73	0,08	0,35	0,02	10,95	0,45
	7,5 l/ha Biofert	3,81	0,17	0,35	0,03	10,31	0,25
	SZD 5%	0,25		0,04		0,83	
Kalászolás 05.15.	0 l/ha Biofert	3,23	0,15	0,32	0,02	9,98	1,04
	5 l/ha Biofert	3,33	0,31	0,35	0,01	8,70	0,87
	7,5 l/ha Biofert	3,41	0,05	0,30	0,00	9,43	1,66
	SZD 5%	0,35		0,02*		2,00	
Teljes érés 06.28.	0 l/ha Biofert	1,19	0,03	0,17	0,01	6,39	1,04
	5 l/ha Biofert	0,85	0,00	0,17	0,01	5,14	0,43
	7,5 l/ha Biofert	0,81	0,12	0,15	0,02	5,30	0,32
	SZD 5%	0,14**		0,02		1,17	

Szignifikancia szintek: *P=5%, **P=1%, ***P=0,1%;

A búzaminták **kalásza**inak nitrogén- és kéntartalmát, valamint N/S arányát a 34. táblázat segítségével mutatom be. A nitrogéntartalom esetében a Biofert 5, illetve 7,5 liter/ha mennyiségben történő felhasználása egyik fenológiai fázisban sem eredményezett szignifikáns különbségeket a mérési eredmények között. A kéntartalom esetében más megállapítást tehetek, hiszen a kalászolási fázisban lévő növényekről gyűjtött kalázminták kéntartalma között – a különböző kezelések hatására – statisztikailag is igazolható különbségeket tapasztaltam. A varianciaanalízis eredményei szerint az egyes kezelések két tizedes jegyig feltüntetett kéntartalma között P=0,1% szignifikancia szinten igazolt különbségek vannak. A legnagyobb kéntartalmat a kalászolási fázisban a legnagyobb Biofert dózis kijuttatása esetén mértük, melynek szám szerinti értéke 0,21%. A N/S arány esetében a Biofert kijuttatásának hatására nem tapasztaltam szignifikáns hatást. A kalászolás időszakából származó minták esetében a nitrogéntartalom tendenciaszerű csökkenését figyeltem meg, mely szerint a kontroll eredmények nitrogéntartalma 10,19%-ról 9,29%-ra csökkent le 7,5 liter/ha Biofert kijuttatásának hatására.

34. táblázat: A Biofert hatása a búzánövény kalászának nitrogén- és kéntartalmának, valamint N/S arányának átlagértékeire és szórására
Kéntrágyázási kísérlet (Debrecen-Látókép, 2002)

Fenológiai fázis	Kezelés: NPK (100/70/80) + Biofert	N (%)		S (%)		N/S	
Kalászosítás 05.15.	0 l/ha Biofert	1,88	0,10	0,19	0,00	10,19	0,42
	5 l/ha Biofert	1,91	0,09	0,19	0,00	10,01	0,25
	7,5 l/ha Biofert	1,86	0,04	0,21	0,00	9,29	0,51
	SZD 5%	0,14		0,01***		0,71	
Teljes érés 06.28.	0 l/ha Biofert	2,20	0,07	0,15	0,00	15,05	0,58
	5 l/ha Biofert	2,23	0,05	0,15	0,01	15,18	0,78
	7,5 l/ha Biofert	2,17	0,10	0,15	0,01	14,51	0,90
	SZD 5%	0,12		0,01		1,24	

Szignifikancia szintek: *P=5%, **P=1%, ***P=0,1%;

A Biofert búzaminőséget befolyásoló hatását összefoglaló eredményeket a 35. táblázatban foglaltam össze. A Biofert csökkentette (P=5%) a nedves siker mennyiségét (33,6%-ról a 7,5 liter/ha Biofert mellett 30,9%-ra). A sikerindex szintén csökkent, azonban a különbségek statisztikailag nem igazoltak. Az enzimatikai tulajdonságok közül a Biofert kijuttatása az α -amiláz enzim aktivitására volt szignifikáns hatással (P=5%). A Biofert alkalmazása a tészta kialakulási idejét szignifikánsan nem, de tendenciájában csökkentette, a kontroll kezelés 4 perces idejét a második kezelésben már csak 2,2 percre mértem. A tészta ellágyulásának mértékét és a sütőipari értékszám alakulását a készítmény statisztikailag igazoltan befolyásolta. Méréseim szerint az ellágyulás mértékénél tapasztalt növekedés csökkentette le a minta sütőipari értékszámát, ami a mintának egy alacsonyabb sütőipari minőségi kategóriába való átkerülését eredményezte. Az ellágyulás mértéke a kontroll 39-es értékéről 60-ra, majd 64-re növekedett. A kontroll parcellákról származó minta 75-ös értékkel rendelkező sütőipari értékszámára 65-re, majd 63-ra csökkent le. Ez azt jelenti, hogy a javító (A₂) minőségi kategóriába besorolható minőségű minta malmi (B₁) kategóriába került át. A varianciaanalízis eredményei szerint, az általam kiemelt különbségeket P=1% szignifikancia szinten igazoltnak találtam. A terméseredmények vonatkozásában nem állapítottam meg a Biofert alkalmazásának statisztikailag igazolható hatását. A legnagyobb hektáronkénti termésátlagot a Biofert 5 liter/ha dózisban történő kijuttatása esetén mértem.

35. táblázat: A Biofert hatása a búzaminták sütőipari tulajdonságainak alakulására
Kéntrágyázási kísérlet (Debrecen-Látókép, 2002)

Kezelés: NPK (100/70/80) + Biofert		Nedves- siker- tartalom (%)	Siker- index	Sikerter. (mm/óra)	Eséssz. (sec)	Kialakul. idő (perc)	Stabilit. idő (perc)	Diagram szélessége (FE)	Ellágy. mértéke (FE)	Sütőip. értéksz. (FE)	Vízfelv.- kép. (%)	Termés (t/ha)
0 l/ha Biofert	átlag	33,6	94,3	3,9	303	4,0	2,0	152	39	75	54,7	3,79
	szórás	1,3	2,2	1,1	15	1,5	1,4	35	9	4	3,4	1,0
5 l/ha Biofert	átlag	32,7	92,3	3,1	343	2,8	2,0	154	60	65	56,4	4,13
	szórás	1,1	2,0	0,5	26	0,2	0,2	22	11	2	0,5	1,1
7,5 l/ha Biofert	átlag	30,9	92,8	4,1	311	2,2	2,4	174	64	63	55,9	3,84
	szórás	1,3	1,7	0,9	13	0,4	1,4	19	11	5	0,4	0,7
SZD 5%		2,0*	3,2	1,4	30*	1,5	1,8	42	16**	7**	3,2	0,63

Szignifikancia szintek: *P=5%, **P=1%, ***P=0,1%;

4.2.4. A N-, és a S-tartalom, valamint a minőségi paraméterek összefüggései

E fejezetnek kimondottan nem témája, hogy a kénnek és nitrogénnek a növény életében betöltött szerepét, funkcióját taglalja, azonban az őszi búza sütőipari minőségével való kapcsolatrendszerük vizsgálatának szempontjából célszerűnek láttam korrelációanalízist alkalmazni az összefüggések számszerűsítése érdekében.

A 36. táblázat a nitrogén- és a kéntartalom, illetve néhány fontosabb minőségi paraméter közötti összefüggést mutatja. A korrelációanalízis elvégzésére mindhárom kísérletbe vont anyag eredményeiből sor került. Elsőként a nedves sikér-tartalom eredményeivel való összefüggéseket vizsgáltam, mely során megállapítottam, hogy statisztikailag igazoltan egyik anyag alkalmazása esetén sem tudtam összefüggéseket kimutatni.

36. táblázat: A nitrogén- és kéntartalom, illetve néhány minőségi paraméter közötti összefüggés („r”-érték); Kéntrágyázási kísérlet (Debrecen-Látókép, 2002)

	Biofert		Szuperfoszfát		FitoHorm 35 S	
	N-tartalom (%)	S-tartalom (%)	N-tartalom (%)	S-tartalom (%)	N-tartalom (%)	S-tartalom (%)
Nedves sikér tartalom (%)	-0,211	-0,346	0,504	-0,302	-0,256	0,427
Sütőipari értékszám (FU)	-0,249	0,115	0,409	-0,036	-0,239	0,334
Diagram szélessége (FU)	-0,383	0,067	0,460	-0,818*	-0,172	0,138
Tészta stabilitás idő (sec)	-0,615*	0,106	0,606	-0,549	-0,161	0,340

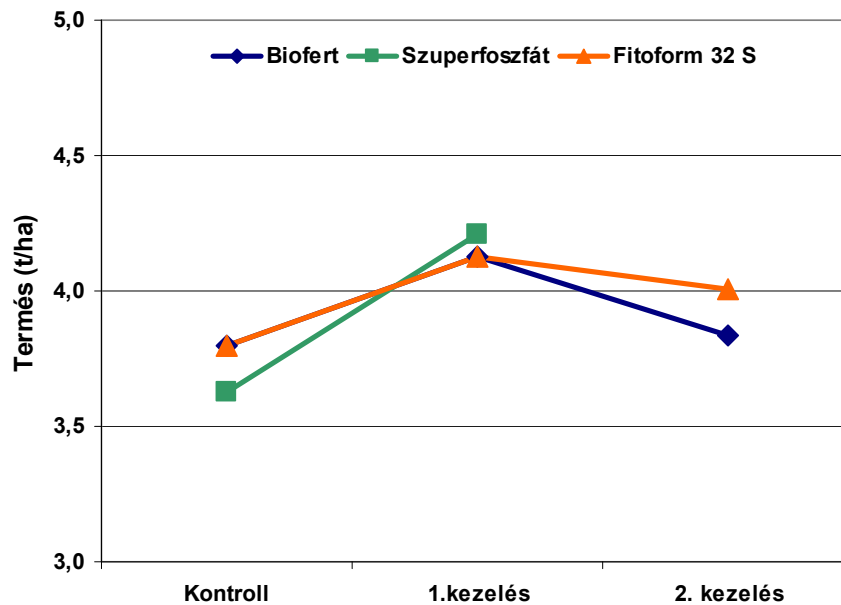
A legfontosabb sütőipari minőségi mutató, a sütőipari értékszám esetében az előbbivel teljesen megegyező eredményeket tapasztaltam, azaz szignifikáns összefüggéseket nem találtam. A farinográfus mutatók közül a fenti táblázatban két olyan minőségi részparamétert mutatók még be, melyek esetében legalább az egyik alkalmazott tápanyag eredményei között szignifikáns összefüggést találtam. Ennek megfelelően, a farinográfus készült diagram szélessége és a kéntartalom között, igen szoros, negatív korrelációt tapasztaltam a szuperfoszfát alkalmazása esetén. Szintén negatív, szoros

kapcsolatot mutat a vizsgálat a nitrogéntartalom és a tészta stabilitási ideje között a biofert alkalmazása esetén.

4.2.5. A FitoHorm 32 S, a szuperfoszfát és a Biofert hatása az őszi búza termésére

A búzatermesztéssel foglalkozó gazdálkodók, cégek részéről a búza sikértartalma és sütőipari minősége nem minden évjáratban kap kiemelt figyelmet. Ellenben a termés nagysága alapvető akár a kisgazdaságok, akár a nagy területeken gazdálkodók számára. Ezen okból kiindulva a kísérletből született terméseredményeket külön is elemzem. A kísérleti parcellákról betakarított terméseredmények varianciaanalízissel történő vizsgálata az előző három fejezetben (4.2.1.; 4.2.2.; 4.2.3.) található. Ebben a részben egyrészt összefoglalásképpen, másrészt a három alkalmazott kezelés összehasonlításának kedvéért ábrázoltam a terméseredményeket a 10. ábrában.

10. ábra: A Biofert, szuperfoszfát és a FitoHorm 32 S növekvő dózisainak hatása az őszi búza termésének alakulására, Kéntrágyázási kísérlet (Debrecen-Látókép, 2002)



	Kontroll	1. kezelés	2. kezelés
Biofert	0 l/ha	5 l/ha	7,5 l/ha
Szuperfoszfát	100/70/80 NPK	100/140/80 NPK	-
FitoHorm 32S	0 l/ha	2 l/ha	4 l/ha

Valamennyi kezelés között a legkisebb hozamot természetesen a kontroll parcellák egyikén találhatjuk meg. Konkrétan a 100 kg/ha nitrogén- és 80 kg/ha kálium-hatóanyag mellett történő 70 kg foszfor-hatóanyag kijuttatása után kaptuk a legkisebb betakarított termést (3,63 t/ha). A kezelések által eredményezett maximum termésátlag (4,21 t/ha) szintén a szuperfoszfáttal kezelt parcellákon fordult elő ($P_2O_5=140$ kg/ha).

A Biofert és a FitoHorm 32 S lombtrágya kijuttatása esetében a 3,79 t/ha kontroll szintről az első kezelés mindkét anyag esetében 4,13 t/ha mennyiségre emelte a termésátlagot. Fontos azonban itt is kiemelni azt a tényt, melyet az előző fejezetekben már megállapítottam, vagyis hogy az egytényezős varianciaanalízis szerint a Biofert és a FitoHorm 32 S kezelések a termés nagyságára e kísérletben nem gyakoroltak szignifikáns hatást. A fenti ábra görbéinek lefutásából tehát csak tendenciaszerű megállapításokat célszerű tenni.

A fenti fejezetekben bemutatott, termésminőségre és termésmennyiségre egyaránt elvégzett varianciaanalízis-eredmények és a 9. *ábra* kiértékelése alapot adhat egy agrónómiailag ajánlható optimumkezelés megfogalmazására. E kisparcellás eredmények szerint tehát, a 100/140/80 kg/ha hatóanyag NPK kijuttatás a nagy termésátlagot, míg a FitoHorm 32 S lombtrágya 4 liter/ha dózisban történő alkalmazása egy kiemelkedő nedvesség-tartalmat és sütőipari minőséget biztosít.

4.3. A kéntrágyázás hatásának vizsgálata üzemi keretek között

A kisparcellás kísérletek mellett két egymást követő termesztési évben (2001/2002 és 2002/2003) üzemi kereteken belül is vizsgáltam a kéntrágyázás alkalmazhatóságát az őszi búza termesztésében. Kéntrágyaként a FitoHorm 32 S levéltrágyát alkalmaztam.

4.3.1. A kéntrágyázás hatása a teljes búzanövény kémiai összetételére

Az egytényezős varianciaanalízis eredményei szerint **bokrosodási** fázisban a 2002-es évben a növekvő adagú kéntrágyázás a búzanövény teljes föld feletti részének kémiai összetevői közül egyik vizsgált paraméter esetében sem fejtett ki statisztikailag igazolható hatást. A nitrogéntartalom a kontrollparcellák átlagában volt a legkisebb (4,11%), a műtrágyadózisok emelése a növényi minták nitrogéntartalmát növelte. Ennek megfelelően a 4l/ha dóziséű FitoHorm 32 S-el végzett kezelésből származó minták nitrogéntartalmát találtam a legnagyobbaknak 4,69%-os értékkel. A kén-tartalom

alakulását illetően a különböző kezelésekből származó minták kén-tartalma között szintén nincs szignifikáns különbség. A kontroll parcellákról 2002-ben betakarított minták kén-tartalmát 0,38%-nak mértük, míg a műtrágyával kezelt kísérleti területek búzamintáinak kén-tartalma 0,38-0,43% között ingadozott. A két vizsgált elem hányadosának alakulásában ugyancsak nem volt szignifikáns eltérés a különböző műtrágyaadagokkal kezelt parcellák között. A N/S arány kiszámításakor 10,53 és 10,91 közötti értékeket kaptam, a kontroll minták átlagos 11,10-es értéke mellett.

A 2003-as növényi minták kén-tartalmának alakulását a műtrágyázás $P=1\%$ szignifikancia szinten befolyásolta. A számadatokat tekintve ugyanakkor megállapítható, hogy a nitrogéntartalom, illetve N/S arány alakulása ugyan tendenciaszerű, de statisztikailag nem alátámasztható. Jelen kísérletből származó őszi búzaminták bokrosodási állapotban történő vizsgálatával tehát a következő eredményeket kaptam: 2003-ban a műtrágyakezelésben részesült parcellák növénymintáinak nitrogén- és kén-tartalma a kontroll parcellákon mért értéktől minden esetben nagyobb. A kén-tartalmi adatok vizsgálatánál a különbségeket statisztikailag is igazoltnak találtam (37. táblázat).

37. táblázat: A FitoHorm 32 S hatása a teljes búzanövény nitrogén- és kén-tartalmára, valamint N/S arányának alakulására a búza bokrosodási fázisában
Üzemi kísérlet (Felsőzsolca; 2002, 2003)

Kezelés: NPK (128,5/43,5/43,5) + FitoHorm 32 S dózis		2002			2003		
		N (%)	S (%)	N/S	N (%)	S (%)	N/S
0 l/ha	átlag	4,11	0,38	11,10	4,65	0,41	11,27
	szórás	0,19	0,01	0,72	0,29	0,01	0,67
2 l/ha	átlag	4,46	0,38	10,83	4,82	0,43	11,08
	szórás	0,41	0,03	0,47	0,03	0,01	0,20
4 l/ha	Átlag	4,69	0,43	10,91	4,83	0,42	11,55
	Szórás	0,19	0,01	0,30	0,02	0,01	0,20
6 l/ha	Átlag	4,33	0,42	10,53	4,86	0,42	11,57
	Szórás	0,06	0,07	1,49	0,02	0,01	0,10
SZD 5%		0,40	0,06	1,49	0,19	0,01**	0,51

Szignifikancia szintek: * $P=5\%$, ** $P=1\%$, *** $P=0,1\%$;

A **szárbaindulási** fázisban vett minták eredményeit a 38. táblázat foglalja össze. Elemzésük során megállapítottam, hogy 2002-ben a FitoHorm 32 S lombtrágya növekvő dózisokban történő kijuttatása mindkét vizsgált elem koncentrációját növelte. A maximális nitrogéntartalmat 6 liter/ha mennyiségű lombtrágya alkalmazása esetén figyeltem meg, 2,80%-os értékkel. A kén-tartalom maximum értékét 0,32%-nak mértük, mely adat a 4 liter/ha dózisú parcellák átlageredménye. A N/S arány alakulására szabályos tendencia nem illeszthető. Elmondható viszont, hogy az egytényezős varianciaanalízis szerint a FitoHorm 32 S alkalmazása mindhárom vizsgált paraméter alakulására szignifikáns hatást gyakorolt, mely megállapítás mindegyik paraméter esetében $P=0,1\%$ szignifikancia szinten igazolt.

38. táblázat: A FitoHorm 32S kezelések hatása a teljes búzánövény nitrogén- és kén-tartalmára, valamint N/S arányának alakulására a búza szárbaindulási fázisában
Üzemi kísérlet (Felsőzsolca; 2002, 2003)

Kezelés: NPK (128,5/43,5/43,5) + FitoHorm 32 S dózis		2002			2003		
		N (%)	S (%)	N/S	N (%)	S (%)	N/S
0 l/ha	Átlag	2,21	0,26	8,98	2,67	0,26	10,36
	Szórás	0,06	0,01	0,21	0,17	0,01	0,15
2 l/ha	Átlag	2,36	0,27	9,08	2,93	0,27	10,52
	Szórás	0,05	0,01	0,52	0,10	0,01	0,12
4 l/ha	Átlag	2,49	0,32	7,74	3,01	0,28	10,76
	Szórás	0,08	0,01	0,13	0,14	0,03	0,30
6 l/ha	Átlag	2,80	0,30	9,32	2,88	0,28	10,28
	szórás	0,02	0,01	0,14	0,07	0,00	0,19
SZD 5%		0,09***	0,02***	0,50***	0,20	0,02	0,30*

Szignifikancia szintek: * $P=5\%$, ** $P=1\%$, *** $P=0,1\%$;

A kísérlet második évének adatsorait tekintve megállapítható, hogy 2003-ban mindössze a N/S arány alakulását befolyásolta szignifikánsan a kén-lombtrágya kijuttatása ($P=5\%$). A nitrogéntartalom maximumát 3,01%-nak, a kén-tartalomét 0,28%-nak találtam. A két év adatsorait paraméterenként összevetve megállapítottam, hogy a nitrogéntartalom minden kezelésben 2003-ban volt nagyobb. A kén-tartalom a kontroll és az első kezelésben azonos értéket mutat, míg a két nagyobb kéntrágya dózisonál 2002-ben mértük nagyobbak a teljes növényminták kén-tartalmát.

A búza **kalászolási** fázisában 2002-ben a nitrogéntartalom értékei a bokrosodási fázisban tapasztaltak szerint alakultak (39. táblázat), vagyis a FitoHorm 32 S növekvő dózissal az értékek növekedését eredményezték. A kontroll kezelésben mért 1,90%-os nitrogéntartalom 2,19%-ra változott 4 liter/ha adagú lombtrágya alkalmazása mellett. Ennél nagyobb FitoHorm S 32 dózissal történt kezelés a nitrogéntartalmat 2,10%-ra csökkentette.

39. táblázat: A FitoHorm 32S kezelések hatása a teljes búzanövény nitrogén- és kén tartalmára, valamint N/S arányának alakulására a búza kalászolási fázisában
Üzemi kísérlet (Felsőzsolca; 2002, 2003)

Kezelés: NPK (128,5/43,5/43,5) + FitoHorm 32 S dózis		2002			2003		
		N (%)	S (%)	N/S	N (%)	S (%)	N/S
0 l/ha	átlag	1,90	0,23	8,42	1,70	0,22	7,73
	szórás	0,15	0,01	0,63	0,18	0,04	1,75
2 l/ha	átlag	2,03	0,23	9,16	1,94	0,26	7,46
	szórás	0,06	0,03	0,73	0,11	0,01	0,04
4 l/ha	átlag	2,19	0,29	8,51	2,06	0,31	7,00
	szórás	0,06	0,04	0,28	0,02	0,03	1,52
6 l/ha	átlag	2,10	0,27	7,96	2,02	0,29	7,18
	szórás	0,21	0,06	1,60	0,08	0,02	0,67
SZD 5%		0,22	0,06	1,62	0,18**	0,05*	2,05

Szignifikancia szintek: *P=5%, **P=1%, ***P=0,1%;

Ugyanezen év kén tartalmi adatsora ugyancsak növekedést mutat, 0,29%-os maximummal, melyet szintén a második kezelésben tapasztaltam. A két mért elem koncentrációjának és arányának alakulására a FitoHorm 32 S kezelések statisztikailag is igazolható módon nem voltak hatással. A N/S hányados értékei esetében a képzeletbeli görbe csökkenő lefutású, hiszen az első kezelés adta a maximum és a harmadik kezelés a minimum értéket (9,16 illetve 7,96).

A következő évjáratban mind a nitrogén-, mind a kén tartalom adatsorának vizsgálatakor az a megállapítás tehető, hogy az értékek a kontroll kezelésben veszik fel a minimum koncentrációjukat (1,70%, illetve 0,22%) és a második kezelésben mutatnak maximum értéket. 4 liter/ha FitoHorm 32 S kipermetezésével 2,06%-os nitrogéntartalmat és 0,31%-os kén tartalmat mértünk a teljes növényminták laboratóriumi vizsgálatának

alkalmával. A N/S arány értékeit tekintve megállapítható, hogy egyértelmű tendencia az adatsorra nem illeszhető. 2003-ban az egytényezős varianciaanalízis eredményei szerint a N/S arány kivételével a vizsgált paraméterek alakulására a különböző kéntrágya dózisok kijuttatása szignifikáns hatást gyakorolt. Előbbi megállapítás a nitrogéntartalom esetében $P=1\%$, míg a kén tartalom esetében $P=5\%$ szignifikancia szinten igazolt.

Az egyes adatpárokat a két évjáratban összehasonlítva megállapítottam, hogy a bokrosodási és a szárbaindulási fázissal ellentétben, a kalászolási fázisban a 2002-es év mutatta a nagyobb értékeket mind a nitrogén-, mind a kén tartalom esetében.

A teljes növényi minták vizsgálatát a búza **teljes érési** fázisában a 40. táblázat foglalja össze. Elemzése során megállapítható, hogy 2002-ben a nitrogéntartalom a FitoHorm 32 S lombtrágya növekvő mennyiségben történő kijuttatásának hatására növekedett, ám szabályos tendenciát nem követett. A kontroll kezelés 1,92%-os értékét követően 2,01%, 2,00% és 2,16%-os értékeket mértünk. Az egyes átlageredmények közötti különbség statisztikailag nem megbízható különbség, azaz nincs közöttük a kezelések hatására bekövetkező szignifikáns eltérés. A kén tartalom esetében viszont a különbségeket statisztikailag is megbízhatónak találtam, mely megállapítás a mezőgazdaságban elfogadott $P=5\%$ szignifikancia szinten igazolt. A kontroll kezelésben mért 0,22%-os kén tartalom lineáris növekedést mutatott és 6 liter/ha FitoHorm 32 S kijuttatásánál vette fel maximális értékét (0,31%). A két vizsgált elem hányadosának elemzésekor tapasztalt kezelések közötti különbségeket a varianciaanalízis statisztikailag szintén $P=5\%$ szignifikancia szinten támasztotta alá. Az értékek egyértelmű, lineárisan csökkenő tendenciát mutatnak, a hányados 8,72-es értékről 7,04-re szűkült. 2003-ban sem a nitrogén-, sem a kén tartalom esetében nem tudtam a FitoHorm-kezelések hatását statisztikailag is bizonyítani. A nitrogéntartalom alakulásának vizsgálatakor elmondható, hogy az első és második kezelésben gyűjtött növényminták nitrogéntartamát egyaránt 1,98%-nak mértük. Ettől mind a kontroll, mind pedig a harmadik kezelés parcelláinak átlagát kisebbnek találtam. A kén tartalmat tekintve, a hektáronkénti 2 és 4 liter FitoHorm 32 S alkalmazása azonos átlageredményeket adott (0,20%). 0,23%-os értékkel a legnagyobb kén tartalmat a legnagyobb dózis kijuttatása esetén mértük. A N/S arány alakulása növekvő tendenciát követ, a kezelésenként kiszámított átlageredmények között pedig, az egytényezős varianciaanalízis eredményei szerint $P=5\%$ szignifikancia szinten igazolt különbségek állapíthatók meg.

A teljes érés fázisában szintén célszerű a két év adatsorát összevetni, melyből megállapítható, hogy a kalászolási fázisnál elmondottakhoz hasonlóan ez esetben is a 2002-es év mintái bírtak nagyobb nitrogén-, illetve nagyobb kén tartalommal.

40. táblázat: A FitoHorm hatása a teljes búzanövény nitrogén- és kén tartalmára, valamint N/S arányának alakulására a búza teljes érési fázisában
Üzemi kísérlet (Felsőzsolca; 2002, 2003)

Kezelés: NPK (128,5/43,5/43,5) + FitoHorm 32 S dózis		2002			2003		
		N (%)	S (%)	N/S	N (%)	S (%)	N/S
0 l/ha	átlag	1,92	0,22	8,72	1,80	0,19	9,30
	szórás	0,17	0,04	0,77	0,16	0,01	0,80
2 l/ha	átlag	2,01	0,24	8,39	1,98	0,20	10,09
	szórás	0,06	0,00	0,15	0,12	0,02	0,36
4 l/ha	átlag	2,00	0,25	8,00	1,98	0,20	10,18
	szórás	0,01	0,02	0,69	0,22	0,03	0,33
6 l/ha	Átlag	2,16	0,31	7,04	1,95	0,23	8,72
	szórás	0,04	0,04	0,82	0,12	0,04	1,04
SZD 5%		0,16	0,05*	1,08*	0,25	0,04	1,08*

Szignifikancia szintek: *P=5%, **P=1%, ***P=0,1%;

4.3.2. A teljes növényminták elemtartalmának alakulása

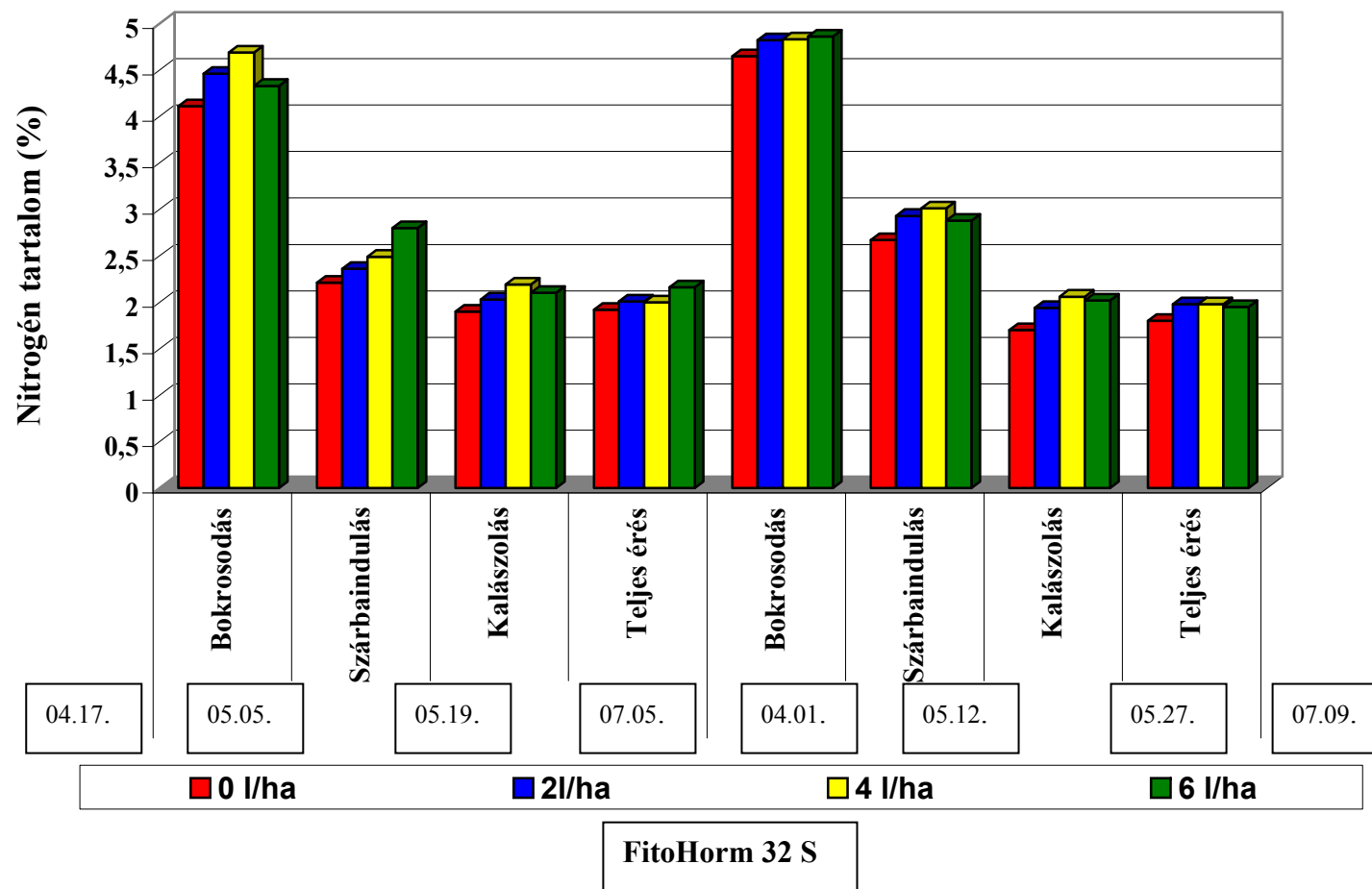
A Felsőzsolcán beállított üzemi kísérlet célja elsősorban a FitoHorm 32 S lombtrágya hatásának tanulmányozása volt a búzanövények nitrogén- és kén tartalmának alakulására. Ennek megfelelően célszerűnek láttam a teljes növényi minták laboratóriumi elemzése során született eredmények külön ábrák segítségével történő összefoglalását. A 11. és 12. ábrákon jól követhetők és szemléltethetők a kezelések, az évjáratok és a fenológiai fázisok között mért különbségek, nagyságrendek.

A nitrogéntartalom esetében megállapítható, hogy 2002-ben a bokrosodási és a kalászolási fázisban másodfokú görbével jellemezhető lefutás szerint, míg a szárbaindulási és a teljes érési fázisban lineárisan növekedett a kezelések hatására az említett elem koncentrációja. 2003-ban lineáris növekedést csak a bokrosodási fázisban tapasztaltam, míg az ezt következő fejlődési fázisok mindegyikében másodfokú görbével jellemezhetően alakult a lombtrágyázás hatására a minták nitrogéntartalma. Az

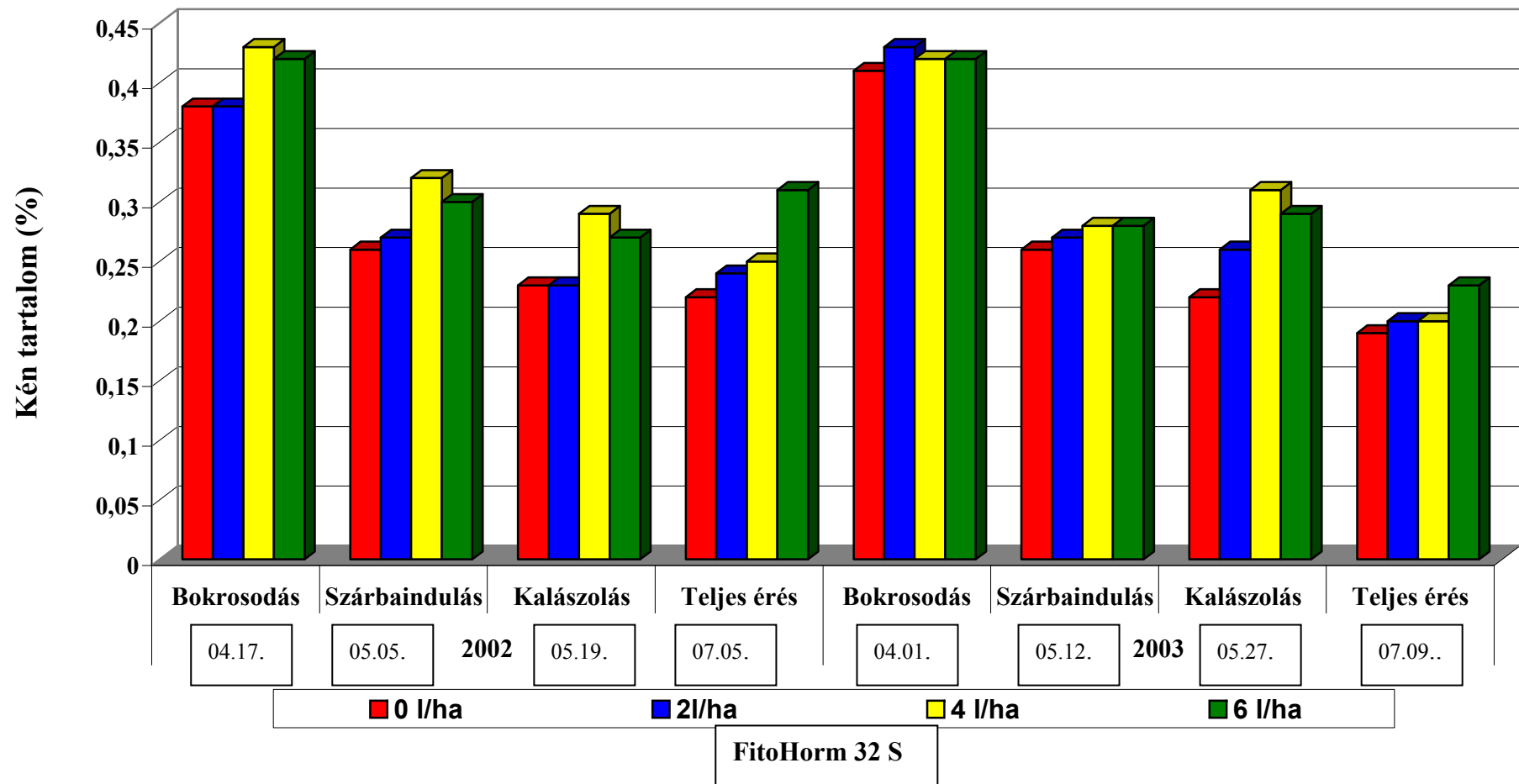
egyres fenológiai fázisok eredményeit évjárat szerint hasonlítva össze megállapítható, hogy 2002-ben a bokrosodási és a szárbaindulási fázisban kisebb értékeket mértünk, 2003-ban, míg a kalászolási és a teljes érési időszakában vett minták eredményei 2003-ban bizonyultak kisebbnek.

A 11. ábrára tekintve azt tapasztaljuk, hogy 2002-ben a teljes érési fázist kivéve minden mintavételi időpontban a 4l/ha FitoHorm 32S-dózis mellett volt a legnagyobb a növényi szövetek kénkoncentrációja. Ez az észrevétel a kísérlet következő évében csak a kalászolási fázisban gyűjtött minták esetében helytálló. A kén tartalom alakulása 2003-ban a bokrosodási fázisban nem tendenciakövető, míg a szárbainduláskor lineáris növekedést tapasztaltam. A teljes érési fázisban mind 2002-ben, mind pedig 2003-ban lineáris a növekedés.

Mindkét év, minden fenológiai fázisában gyűjtött teljes növényi minták kén tartalmának együttes vizsgálata után megállapítható, hogy a bokrosodási, a szárbaindulási és a kalászolási fázisokban a 4 liter/ha, míg a teljes érési fázisban a 6 liter/ha mennyiségben kijuttatott FitoHorm 32 S lombtrágya eredményezte a legnagyobb kén tartalmat. A kalász kén tartalmának vizsgálatakor és ezáltal a sütőipari minőség értékelésekor célszerű figyelembe venni a fenti megállapítást.



11. ábra: A teljes búzanövény minták nitrogéntartalmának alakulása a FitoHorm 32 S kezelések hatására a kísérlet két évében
 Üzemi kísérlet (Felsőzsolca; 2002, 2003)



12. ábra: A teljes búzanövény minták kéntartalmának alakulás a FitoHorm 32 S kezelések hatására a kísérlet két évében

Üzemi kísérlet (Felsőzsolca; 2002, 2003)

4.3.3. A búzaszár nitrogén- és kéntartalma

A búza szárának vizsgálatát a 41. táblázat segítségével foglaltam össze. Megállapítottam, hogy 2002-ben **szárbainduláskor** minden vizsgált elem, illetve a N/S arány alakulását is statisztikailag igazoltan befolyásolta a FitoHorm kezelések alkalmazása. A nitrogén- és a kéntartalom esetében a kiszámított különbségek $P=5\%$, míg a N/S arány esetében $P=1\%$ szignifikancia szinten igazoltak. A nitrogéntartalom növekedését a kezelések hatására lineárisnak találtam: a legkisebb nitrogéntartalommal (1,58%) a kontroll kezelésből származó minták, míg a legnagyobb nitrogéntartalommal (1,79%) a harmadik kezelés mintái rendelkeztek. A kéntartalom esetében a legnagyobb értékeket 4 liter/ha lombtrágya kijuttatása eredményezte, számszerűleg 0,20%-os értékkel. A N/S arány értékeinek alakulására tendencia nem illeszthető, így az arányszám legkisebb értékét (8,40) a második kezelésben, míg maximumát a harmadik kezelésben vette fel, 9,44-es értékkel.

41. táblázat: A kéntrágyázás hatása a búza szárának nitrogén- és kéntartalmára, valamint N/S arányának alakulására a búza szárbaindulási fázisában
Üzemi kísérlet (Felsőzsolca; 2002, 2003)

Kezelés: NPK (128,5/43,5/43,5) + FitoHorm 32 S dózis		2002			2003		
		N (%)	S (%)	N/S	N (%)	S (%)	N/S
0 l/ha	Átlag	1,58	0,17	9,29	2,04	0,19	10,62
	Szórás	0,16	0,02	0,97	0,03	0,00	0,14
2 l/ha	Átlag	1,64	0,19	8,49	2,07	0,19	11,00
	Szórás	0,05	0,00	0,27	0,04	0,00	0,05
4 l/ha	Átlag	1,68	0,20	8,40	2,26	0,20	10,89
	Szórás	0,07	0,02	1,00	0,21	0,03	0,13
6 l/ha	Átlag	1,79	0,19	9,44	2,36	0,21	10,79
	Szórás	0,03	0,00	0,21	0,27	0,00	0,85
SZD 5%		0,14*	0,02*	1,10**	0,28	0,02	0,68

Szignifikancia szintek: * $P=5\%$, ** $P=1\%$, *** $P=0,1\%$;

2003-ban a varianciaanalízis eredményei szerint a szárban a lombtrágyázás szignifikánsan nem befolyásolta sem a nitrogén-, sem a kéntartalom, sem pedig a N/S arány alakulását. A nitrogén- és a kéntartalom növekedése lineáris tendencia szerint történt. Előbbi elem 2,04%-ról 2,36%-ra növekedett a FitoHorm alkalmazásának hatására. A kísérlet beállításának

második évében a kén tartalom növekedésére szintén lineáris tendencia illeszthető, bár a növekedés mértéke a teljes növény minták elemzésekor tapasztaltaktól kisebb. A kontroll kezelés mintáinak átlagos kén tartalmát így 0,19%-nak, míg a harmadik kezelés mintáinak hasonló értékét 0,21%-nak mértük. A N/S arány alakulására egyértelmű tendencia nem jellemző.

Ha a nitrogén- és kén tartalmat évjárat szerinti összehasonlításban vizsgáljuk, megállapítható, hogy az egyes értékek a 2003-as évben gyűjtött szárminták esetében nagyobbak bizonyultak. A **kalászoslási** időszakban történt újabb mintavétel eredményei a 42. táblázatban láthatók. A 2002-ben gyűjtött minták laboratóriumi eredményeinek varianciaanalízise szerint a FitoHorm 32 S lombtrágya növekvő adagokban történő kijuttatása statisztikailag is igazolhatóan egyik vizsgált paraméter alakulására sem gyakorolt szignifikáns hatást. A nitrogéntartalom vizsgálatakor a 4 liter/ha lombtrágya dózis mellett érték tapasztaltam a maximum-értéket (1,47%). A kén tartalmi adatokat tekintve nem okoz meglepetést, hogy a varianciaanalízis a fentebb ismertetett eredményt hozta, hiszen további számítások elvégzése nélkül is látható, hogy az egyes kezelésekből származó minták átlagértékei egyenlők. A N/S arány alakulása egyértelmű, lineárisan csökkenő tendenciát mutat: az értékek a kontroll kezelés mintáinak 8,11-es értékéről 7,35-re csökkent le a legnagyobb dózisú FitoHorm 32 S kijuttatásának esetében.

2003-ban a nitrogéntartalom egyértelmű lineáris növekedését tapasztaltam, mely növekedés alapján az átlagértékek között statisztikailag is megbízható különbséget tapasztaltam. Varianciaanalízis segítségével megállapítottam, hogy a kiszámított különbségek $P=0,1\%$ szinten szignifikánsak. A nitrogéntartalom a kezelésben nem részesült parcellák mintáinak átlagában 1,22%-os, míg a harmadik kezelésben 1,45%-os értéket vett. A kén tartalom alakulása az optimumgörbéhez hasonló tendenciájú, ám ezen elem esetében a lombtrágya-kezelés nem okozott statisztikailag is igazolható különbséget a különböző tápanyagszintekről származó minták átlageredményei között. Vizsgálataim szerint a búzaszár N/S arányának alakulása tendenciát nem követett 2003-ban, azonban a különböző kezelésben részesült parcellák átlageredményei között statisztikailag is megbízható különbséget tapasztaltam ($P=5\%$).

Az évjárathatást tendenciájában vizsgálva megállapítható, hogy a kén tartalom esetében a kezelések átlagai 2003-ban bizonyultak nagyobbak, míg a nitrogéntartalom esetében a harmadik kezelés kivételével a 2002-es értékeket mértük nagyobbak.

42. táblázat: A kéntrágyázás hatása a búza szárának nitrogén- és kén tartalmára, valamint N/S arányának alakulására a búza kalászolási fázisában
 Üzemi kísérlet (Felsőzsolca; 2002, 2003)

Kezelés: NPK (128,5/43,5/43,5) + FitoHorm 32 S dózis		2002			2003		
		N (%)	S (%)	N/S	N (%)	S (%)	N/S
0 l/ha	átlag	1,32	0,16	8,11	1,22	0,20	6,08
	szórás	0,10	0,02	0,87	0,06	0,03	0,99
2 l/ha	átlag	1,43	0,19	7,79	1,24	0,20	6,20
	szórás	0,02	0,02	0,87	0,06	0,02	0,22
4 l/ha	átlag	1,47	0,19	7,66	1,43	0,24	5,96
	szórás	0,06	0,02	0,46	0,01	0,02	0,38
6 l/ha	átlag	1,40	0,19	7,35	1,45	0,22	6,24
	szórás	0,12	0,02	0,59	0,04	0,02	0,32
SZD 5%		0,13	0,03	1,11	0,08***	0,04	1,11*

Szignifikancia szintek: *P=5%, **P=1%, ***P=0,1%;

A teljes éréskor az értékelést a 2002-es eredményekkel kezdve, megállapítottam, hogy a varianciaanalízis szerint a szár nitrogéntartalmának alakulására a lombtrágya-kezelések nem gyakoroltak statisztikailag igazolható hatást (43. táblázat). A FitoHorm 32 S dózisainak növelésével a minták nitrogéntartalma nőtt ugyan, de a növekedés nem szabályosan lineáris. A kontroll kezelésben tapasztaltam a legkisebb nitrogéntartalmat (1,05%), míg a 6 liter/ha dózisú kezelésnél a legnagyobb értéket (1,19%). Áttérve a kén tartalomra elmondható, hogy az adatsor értékeinek növekedése egyértelműen lineáris tendenciát mutat. A két szélsőértéket a kén tartalom esetében is kontroll és a harmadik kezelés jelenti 0,23%-os, illetve 0,35%-os értékkel. Az egyes parcellák átlageredményei közötti különbséget statisztikailag is megbízhatónak találtam, mégpedig a mezőgazdasági adatelemzésnél elfogadott P=5% szignifikancia szinten. A N/S arány esetében az értékek csökkenő tendenciáját állapítottam meg, valamint azt, hogy az egyes eredmények közötti eltérések nem szignifikánsak.

Az üzemi kísérlet második évében a nitrogéntartalom eredmények lineáris növekedést mutattak, így az átlagértékek 1,23%-ról 1,35%-ra emelkedtek. Meg kell azonban jegyezni, hogy ez a növekedés tendenciaszerű, statisztikailag nem alátámasztott. Szintén nem bizonyított a kén tartalom átlageredményei közötti különbség sem, de az adatok részletes vizsgálata erre magyarázatot is ad: a kontroll, az első, valamint a második kezelésből származó szalmaminták kén tartalmának átlaga egyenlő, számszerűen 0,16%. A 6 liter/ha

dózisban történt FitoHorm kezelés ezt az értéket 0,20%-ra növelte. Megbízható különbségeket tapasztaltam viszont a N/S arány alakulásának vizsgálatokor az egyes tápanyagszintek átlagai között, mely megállapítás P=0,1% szignifikancia szinten igazolt. Az egyes értékek a 4 liter/ha-os dózissal kezelt parcellákig folyamatosan növekedtek, majd a hányados a harmadik kezelésben vette fel minimumértékét (6,79). A nitrogéntartalmat szemléltető adatsor értékei 2003-ban bizonyultak nagyobbak, míg a kén tartalom esetében ezt 2002-ben mértük nagyobbak. Előzőekből következik, hogy az első év adatai között találjuk meg a szűkebb, míg a második évben a tágabb N/S arányt jelentő értékeket.

43. táblázat: A kéntrágyázás hatása a búza szárának nitrogén- és kén tartalmára, valamint N/S arányának alakulására a búza teljes érési fázisában
Üzemi kísérlet (Felsőzsolca; 2002, 2003)

Kezelés: NPK (128,5/43,5/43,5) + FitoHorm 32 S dózis		2002			2003		
		N (%)	S (%)	N/S	N (%)	S (%)	N/S
0 l/ha	átlag	1,05	0,23	4,57	1,23	0,16	8,32
	szórás	0,07	0,05	1,10	0,18	0,01	0,41
2 l/ha	átlag	1,11	0,25	4,64	1,27	0,16	8,44
	szórás	0,04	0,06	1,13	0,31	0,02	0,35
4 l/ha	átlag	1,11	0,27	4,11	1,29	0,16	8,51
	szórás	0,01	0,03	0,44	0,24	0,02	0,52
6 l/ha	átlag	1,19	0,35	3,42	1,35	0,20	6,79
	szórás	0,12	0,06	0,46	0,30	0,05	0,35
SZD 5%		0,11	0,08*	1,31	0,42	0,05	0,65***

Szignifikancia szintek: *P=5%, **P=1%, ***P=0,1%;

4.3.4. A búzalevél nitrogén- és kén tartalma

A növényminták levélrészének elemzésekor szembevető nagyságrendi különbségeket figyelhetünk meg a nitrogén- és kén tartalom esetében a szár esetében mért eredményekhez viszonyítva. Évjárártól és kezeléstől függetlenül, a szár nitrogéntartalma 1,10-2,10%-os, míg kén tartalma 0,16-0,35%-os tartományban mozgott. A levélminták hasonló értékei a nitrogéntartalom esetében 2,39-4,11%, míg a kén tartalom esetében 0,27-0,65% közötti értékeket vettek fel.

Mint ahogyan az a 44. táblázatból jól látható, 2002-ben, a búza **szárbaindulásának** idején gyűjtött minták nitrogéntartalmára a FitoHorm 32 S lombtrágya-kezelések statisztikailag

igazolt hatást gyakoroltak, mely megállapítás P=5% szignifikancia szinten igazolt. A lombtrágya dózisának növelése a nitrogéntartalom növekedését okozta (3,84% és 4,11% között), bár az értékek alakulására szabályos tendencia nem illeszthető.

44. táblázat: A kéntrágyázás hatása a búza levélzetének nitrogén- és kéntartalmára, valamint N/S arányának alakulására a búza szárbaindulási fázisában
Üzemi kísérlet (Felsőzsolca; 2002, 2003)

Kezelés: NPK (128,5/43,5/43,5) + FitoHorm 32 S dózis		2002			2003		
		N (%)	S (%)	N/S	N (%)	S (%)	N/S
0 l/ha	átlag	3,84	0,40	9,78	3,18	0,31	10,21
	szórás	0,08	0,01	0,15	0,22	0,02	0,22
2 l/ha	átlag	3,90	0,41	9,61	3,28	0,30	10,50
	szórás	0,12	0,02	0,35	0,45	0,01	0,93
4 l/ha	átlag	3,89	0,53	7,38	3,55	0,34	10,34
	szórás	0,12	0,01	0,07	0,02	0,01	0,19
6 l/ha	átlag	4,11	0,43	9,60	3,67	0,35	10,38
	szórás	0,09	0,01	0,27	0,15	0,01	0,24
SZD 5%		0,16*	0,02***	0,38***	0,41	0,02***	0,78

Szignifikancia szintek: *P=5%, **P=1%, ***P=0,1%;

A kéntartalom alakulásában 2002-ben jellemzően a kontroll parcellák átlaga bizonyult legkisebbnek (0,40%) és a második kezelés átlageredménye a legnagyobb (0,53%). A varianciaanalízis elvégzése után megállapítottam, hogy a FitoHorm 32 S-kezelések hatására az átlagértékek között statisztikailag is megbízható különbségeket lehet megfigyelni (P=0,1%). A legtágabb N/S aránnyal a kontroll parcellák (9,78), míg legkisebb hányadossal (7,38) a második kezelés mintái rendelkeznek. Az a megállapítás, mely szerint a kiszámított átlagértékek statisztikailag igazoltan eltérnek egymástól – a kéntartalomnál elmondottakhoz hasonlóan – szintén P=0,1% szignifikancia szinten igazolt.

2003-ban a nitrogéntartalom szabályos, lineáris tendencia szerinti növekedést mutatott: legkisebbnek a kontroll kezelés (3,18%), míg legnagyobb a harmadik kezelés (3,67%) mintáinak nitrogéntartalmát mértük. Az átlageredmények közötti eltérés megbízhatóságát statisztikailag nem támasztotta alá a varianciaanalízis elvégzése. Ezzel ellentétben P=0,1% szignifikancia szinten igazolt a különbség a kéntartalom esetében, ahol az adatsor minimumértéke (0,30%) az első kezelésben, míg maximuma (0,35%) a 6 liter/ha dózisú lombtrágya-kezelésben részesült parcellákon fordult elő. A N/S arány értékek alakulására

tendencia nem rajzolható fel. Az értékek 10,21 és 10,50 közé esnek, ahol előbbi a kontroll, míg utóbbi az első kezelés parcelláinak átlageredménye. A varianciaanalízis szerint az egyes kezelések átlageredményei között szignifikáns különbség nem tapasztalható.

A laboratóriumi eredményeket évjáratok szerint is összehasonlítva megállapítható, hogy a 2002-es évben begyűjtött levélminták nitrogén- és kén tartalma minden kezelésben nagyobbak bizonyultak a 2003-as adatoknál.

A levélminták **kalászoláskori** nitrogén-és kén tartalmának adatait a 45. táblázat segítségével mutatom be. A kísérlet beállításának első évében a nitrogéntartalom növekedését tapasztaltam a FitoHorm 32 S dózisainak növelésével párhuzamosan. A növekedés üteme lineáris a kontrolltól a második kezelésig (2,745-ről 3,63%-ra), majd újabb két liter/ha lombtrágya kijuttatása már csak 0,02%-kal növelte a nitrogéntartalmat. A varianciaanalízis bebizonyította, hogy a kezelésként számított átlagok közötti eltérés $P=1\%$ szignifikancia szinten igazolt. Áttérve a kén tartalom alakulásának elemzésére, elmondható, hogy a kezelések átlagai közötti eltérések szintén szignifikáns különbséget jelentenek, ahol $P=5\%$. A nitrogéntartalom eredményekhez hasonlóan, a kénkoncentráció növekedésének üteme a második kezelésig lineáris, majd e növekedés intenzitása csökken. A kontroll parcellákról származó minták kén tartalmát 0,36%-nak, míg a harmadik kezelés hasonló értékét 0,48%-nak mértük. A szár, illetve szalma minták N/S arányának alakulására tett megállapítás ez esetben is helytálló, azaz az értékek alakulása nem követ szabályos, egyértelmű tendenciát. 7,61-el legkisebb volt a kontroll, míg 8,28-al legnagyobbak bizonyultak a harmadik kezelés N/S aránya.

A Felsőzsolcán beállított üzemi kísérlet második évében a levélanalízis során a nitrogéntartalom lineáris növekedési ütemét tapasztaltam a FitoHorm-kezelések hatására. Ennek megfelelően a kontroll parcellák mintái vették fel a legkisebb nitrogéntartalmat (2,60%), míg 6 liter lombtrágya hektáronként történő alkalmazása eredményezte az adatsor maximum értékét (3,09%). A kísérleti átlagértékek nagy szórása miatt az átlagadatok közötti különbségek statisztikailag nem bizonyultak megbízhatónak. Hasonló megállapítást tudtam tenni a kén tartalom vizsgálatakor is, ahol az említett elem koncentrációja 0,40-0,46% közötti volt. Az eddigi tapasztalatoknak megfelelően kontroll kezelésben mértük a legkisebb értéket, a legmagasabb koncentrációval a 4 liter/ha dózisú kezelésben részesült parcellák mintái rendelkeztek.

Az N/S arány esetében az imént említett kezelések adták a legszűkebb hányadost (6,17), míg a harmadik kezelésben figyeltem meg a legnagyobb értéket (6,87).

45. táblázat: A kéntrágyázás hatása a búza levélzetének nitrogén- és kéntartalmára, valamint N/S arányának alakulására a búza kalászolási fázisában
Üzemi kísérlet (Felsőzsolca; 2002, 2003)

Kezelés: NPK (128,5/43,5/43,5) + FitoHorm 32 S dózis		2002			2003		
		N (%)	S (%)	N/S	N (%)	S (%)	N/S
0 l/ha	átlag	2,74	0,36	7,61	2,60	0,40	6,50
	szórás	0,51	0,05	0,72	0,20	0,08	1,29
2 l/ha	átlag	3,23	0,39	8,28	2,73	0,44	6,20
	szórás	0,14	0,02	0,96	0,36	0,00	0,20
4 l/ha	átlag	3,63	0,47	7,70	2,84	0,46	6,17
	szórás	0,03	0,04	0,70	0,06	0,03	1,54
6 l/ha	átlag	3,65	0,48	7,82	3,09	0,45	6,87
	szórás	0,29	0,10	0,99	0,18	0,05	0,70
SZD 5%		0,43**	0,09*	1,34	0,36	0,09	1,78

Szignifikancia szintek: *P=5%, **P=1%, ***P=0,1%;

A N/S arány értékein szintén elvégeztem az egytényezős varianciaanalízist, mely vizsgálat végén megállapítottam, hogy a lombtrágya-kezelések 2003-ban nem voltak statisztikailag is igazolható hatással e paraméter alakulására.

Az évjáratok közötti különbségekről tett megállapítások a nitrogéntartalom esetében megegyeznek a szárbaindulási fenofázisnál leírtakkal, azaz a kezelésenkénti átlagok mindegyikének esetében a 2002-es év adta a magasabb koncentrációt. A kéntartalom esetében ez a megállapítás csak a második és harmadik kezelés mintáinak esetén igaz, hiszen a kontroll szinten és az első kezelésben a 2003-as év átlageredményeit találtam nagyobbaknak.

A **teljes érési** fenofázisban gyűjtött levélminták laboratóriumi mérési eredményeit a 46. táblázat foglalja össze. A kontroll parcellákról származó levélminták nitrogéntartalmának átlaga 2,40%-os értéket vett fel, majd a FitoHorm 32 S növekvő adagokban történő kijuttatása 2,77%-ig emelte az említett elem koncentrációját. A növekedésre lineáris tendencia illeszthető. Megállapítható ezen túlmenően az egyes átlagértékek közötti különbség, azaz a lombtrágya-kezelések statisztikailag igazolt hatást gyakoroltak a levélminták nitrogéntartalmának alakulására (P=5%). Ugyanezen a szignifikancia szinten nyert bizonyítást az a tény, mely szerint az egyes parcellák kéntartalom-átlageredményei között szignifikáns eltérés van. A lombtrágya dózisainak emelése a minták kéntartalmát folyamatosan növelte. A kontroll kezelés 0,43%-os értékéhez viszonyítva a 2 liter/ha FitoHorm 32 S kijuttatása csak kis mértékben növelte a kén koncentrációját (0,44%), ám a második és harmadik

kezelésekben a kén tartalom nagyobb mértékű növekedését tapasztaltam 0,56%-os és 0,65%-os értékekkel. A N/S arány elemzésére áttérve megállapítottam, hogy 2002-ben a kénkészítmény különböző dózisokban történt kijuttatása nem volt statisztikailag is igazolható hatással a hányados alakulására. Az értékek növekedése, illetve csökkenése nem mutatott tendenciaszerű változást. A kísérlet második évéből származó minták nitrogéntartalma, a lombtrágya adagjainak növelésével – az előző évihez hasonlóan – lineáris tendencia szerint növekszik. Az adatsor minimum értékét (2,39%) a kontroll parcellákról származó minták adták, míg a legnagyobb nitrogéntartalommal (2,60%) a 6 liter/ha dóziséjú FitoHorm 32 S kezelésben részesült parcellákról begyűjtött levélminták rendelkeztek.

46. táblázat: A kéntrágyázás hatása a búza levélzetének nitrogén- és kén tartalmára, valamint N/S arányának alakulására a búza teljes érési fázisában
Üzemi kísérlet (Felsőzsolca; 2002, 2003)

Kezelés: NPK (128,5/43,5/43,5) + FitoHorm 32 S dózis		2002			2003		
		N (%)	S (%)	N/S	N (%)	S (%)	N/S
0 l/ha	átlag	2,40	0,43	5,58	2,39	0,27	8,85
	szórás	0,19	0,10	1,63	0,06	0,04	0,60
2 l/ha	átlag	2,48	0,44	5,64	2,45	0,28	8,66
	szórás	0,07	0,11	1,57	0,19	0,03	0,18
4 l/ha	átlag	2,59	0,56	4,63	2,54	0,29	8,76
	szórás	0,04	0,10	0,64	0,33	0,05	0,81
6 l/ha	átlag	2,77	0,65	4,33	2,60	0,28	8,43
	szórás	0,16	0,11	0,76	0,29	0,03	0,24
SZD 5%		0,21*	0,16*	1,93	0,39	0,06	0,92

Szignifikancia szintek: *P=5%, **P=1%, ***P=0,1%;

Amíg 2002-ben a különböző parcellák mintáinak kén tartalma lineárisan növekedett, addig a következő évjáratban a levelek kénkoncentrációjának alakulásában a maximumértéket (0,29%) a második kezelés mintáinak laboratóriumi mérése adta. A mérési eredmények varianciaanalízissel történő vizsgálata szerint, a közöttük lévő különbségek statisztikailag nem megbízhatóak. Ez a megállapítást a N/S arány esetében is helytállónak találtam. A hányados értékeinek ingadozása 2003-ban nem szabályszerűen történt. A búzalevél minták nitrogéntartalmának vizsgálata esetén megállapítható továbbá, hogy 2002-ben minden kezelésben nagyobb mértékű a minták nitrogéntartalmát. A kén tartalom esetében a

nagyságrendi különbségek még nagyobb mértékben figyelhetők meg, hiszen míg 2002-ben 0,43-0,65%-os értékeket, addig 2003-ban 0,27-0,29%-os értékeket tapasztaltam.

4.3.5. A kalász nitrogén- és kén tartalma

A kalásznak, mint termésképző elemnek kiemelt figyelmet szántam, így a nitrogén- és kén tartalom mind szemléletesebb bemutatását, az eddig megszokott táblázaton (47. táblázat) kívül két ábra (12-13. ábrák) is szolgálja. A laboratóriumi mérési eredmények kiértékelését ezúttal is a nitrogéntartalommal kezdve megállapítottam, hogy a FitoHorm 32 S különböző dózisokban való kijuttatása a kezelésenkénti átlageredmények között statisztikailag is igazolt eltéréseket okozott. Számításaim szerint előbbi megállapítás $P=1\%$ szignifikancia szinten helytálló. Mind a táblázat adatsorából, mind az ábra diagramjain jól követhető az a lineáris tendencia, mely az értékek növekedésére illeszthető. Ennek megfelelően a kezeletlen parcellák kalászában a nitrogéntartalmát mértük a legkisebbnek (2,06%), míg a harmadik kezelés parcelláin figyeltem meg a legnagyobb nitrogénkoncentrációt (2,32%). Az egyes kezelések parcelláinak kén tartalom értékei között szintén megbízható eltéréseket találtam az egytényezős varianciaanalízis segítségével, ahol $P=1\%$. A második ábrán jól kivehető, hogy a 2002-ben a kén tartalom növekedésének alakulása eltér a nitrogéntartalomtól, hiszen ezen elem vizsgálatakor megállapítottam, hogy a minimumértéket 0,17%-kal a kontroll parcella képviseli, míg a második kezelés kalászában mértük a legnagyobb kén tartalmát (0,19%). A N/S arány esetében elmondható, hogy a kezelésenkénti átlagok szignifikánsak nem térnek el egymástól. Tendenciát azonban itt is megállapíthatunk, mégpedig a 4 liter/ha lombtrágya kipermetezése adta a legszűkebb hányadost (12,39) és a kontroll kezelés értékét (12,81) találtam a legnagyobbként.

2003-ban, a kísérlet második évében a FitoHorm 32 S hatása a kalászkalászkénti nitrogéntartalmának alakulására, az előző évhez hasonlóan, szintén bizonyítást nyert. A varianciaanalízis elvégzése során azt találtam, hogy a parcellánként kiszámított átlageredmények között $P=1\%$ szignifikancia szinten igazolt eltérés van.

Az első kezelés parcelláinak átlagát és a kontroll kezelés mintáinak átlagát közel azonosnak mértük. Az értékek nagyságrendi növekedésre jellemző, hogy a legnagyobb nitrogéntartalmat, szám szerint 2,06%-ot, 4 liter FitoHorm 32 S hektáronkénti dózisban történő alkalmazása eredményezte.

47. táblázat: A kéntrágyázás hatása a búza kalászábanak nitrogén- és kén tartalmára, valamint N/S arányának alakulására a búza teljes érési fázisában
 Üzemi kísérlet (Felsőzsolca; 2002, 2003)

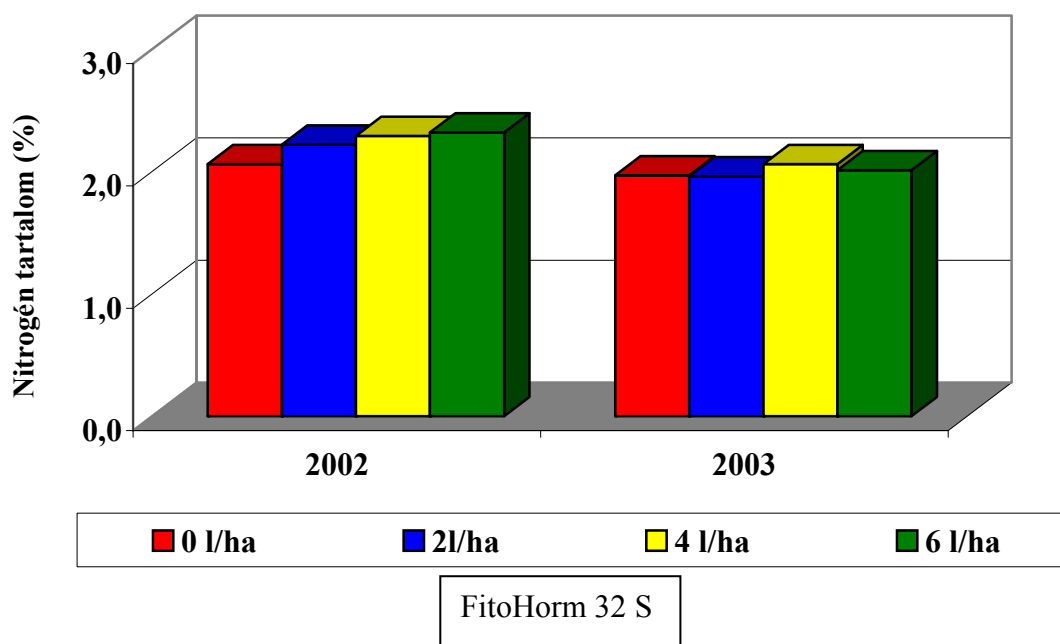
Kezelés: NPK (128,5/43,5/43,5) + FitoHorm 32 S dózis		2002			2003		
		N (%)	S (%)	N/S	N (%)	S (%)	N/S
0 l/ha	Átlag	2,06	0,17	12,81	1,97	0,15	12,34
	Szórás	0,07	0,00	0,21	0,02	0,01	0,95
2 l/ha	Átlag	2,22	0,18	12,57	1,96	0,17	11,53
	Szórás	0,03	0,01	0,18	0,04	0,01	0,99
4 l/ha	Átlag	2,29	0,19	12,39	2,06	0,18	11,44
	Szórás	0,02	0,00	0,30	0,02	0,01	0,42
6 l/ha	Átlag	2,32	0,17	12,74	2,01	0,17	12,41
	szórás	0,11	0,00	0,29	0,01	0,01	0,51
SZD 5%		0,11**	0,01**	0,41	0,04**	0,02*	1,22

Szignifikancia szintek: *P=5%, **P=1%, ***P=0,1%;

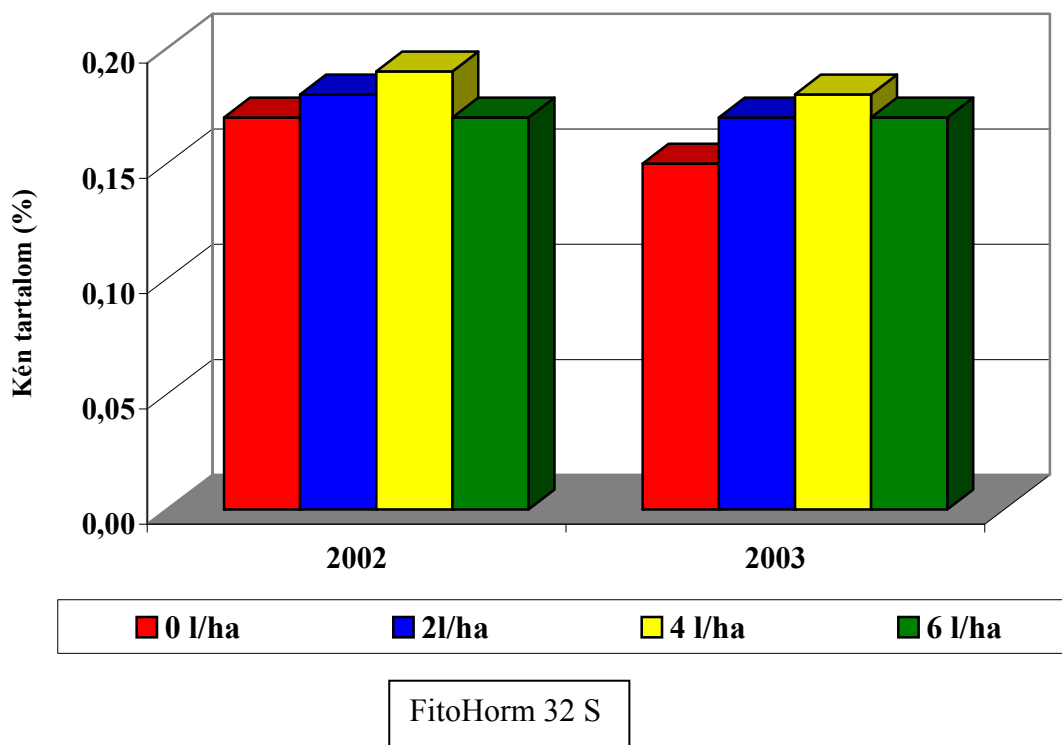
Az első kezelés parcelláinak átlagát és a kontroll kezelés mintáinak átlagát közel azonosnak mértük. A minimumérték ez esetben is a kezelésben nem részesült parcellákon fordult elő, melynek értéke 0,15%. A maximum kén tartalmat (0,18%) a harmadik kezelés kalázmintáinak átlaga adta. Természetesen a varianciaanalízis elvégzésére ez esetben is sor került, így megállapítást nyert, hogy a lombtrágya különböző dózisokban történő kijuttatása P=5% szignifikancia szinten befolyásolta a kalázminták kén tartalmának alakulását. A N/S arány esetében elmondható, hogy a 2002-es évhez hasonlóan, 2003-ban sem nyert bizonyítást a FitoHorm 32 S -kezelések szignifikáns hatása a hányados értékeinek alakulására. Az értékek minimumpontja 11,44-es átlagértékkel a harmadik kezelésben található meg. Az évjárat hatások által okozott, nitrogéntartalomban tapasztalt változások szintén személetesen nyomon követhetőek a 13. ábra oszlopdiagramjainak segítségével.

A kén tartalom mérési adatsorait megvizsgálva a 14. ábra segítségével, egyértelmű, hogy a lombtrágya emelkedő dózisokban történő alkalmazása mindkét vizsgált évjáratban a legnagyobb kén tartalommal rendelkező kalázmintákat a FitoHorm 4 liter/ha dózisban történő alkalmazása adta. Az egyes kezelésekből származó minták laboratóriumi mérési eredményeit összehasonlítva megállapítható, hogy az aszályosabb, 2002-es évben gyűjtött minták esetében fordultak elő a nagyobb kén tartalom értékek.

13. ábra: A búzakaralász nitrogéntartalmának alakulása a búza teljes érési fázisában
 Üzemi kísérlet (Felsőzsolca; 2002, 2003)



14. ábra: A búzakaralász kén tartalmának alakulása a búza teljes érési fázisában
 Üzemi kísérlet (Felsőzsolca; 2002, 2003)



4.3.6 A FitoHorm 32 S hatása a búza termésére és sütőipari minőségére

Az egyes növényi részek kémiai összetételének elemzése a különböző fenológiai fázisokban egy feltáró kutatási igénnyel elvégzett munka. A mezőgazdasági haszonnövények tápanyag-utánpótlása viszont csak akkor térül meg, ha az adott gazdasági környezetben olyan terméshozadékot, vagy minőségbeli javulást ér el a termelő, mely profitra váltható. Ezen megfontolás miatt célszerűnek láttam az üzemi kísérlet termésátlagainak és a minták minőségének elemzésére nagy hangsúlyt fektetni.

48. táblázat: A kéntrágyázás hatása a búza termésátlagának alakulására;

Üzemi kísérlet (Felsőzsolca; 2002, 2003)

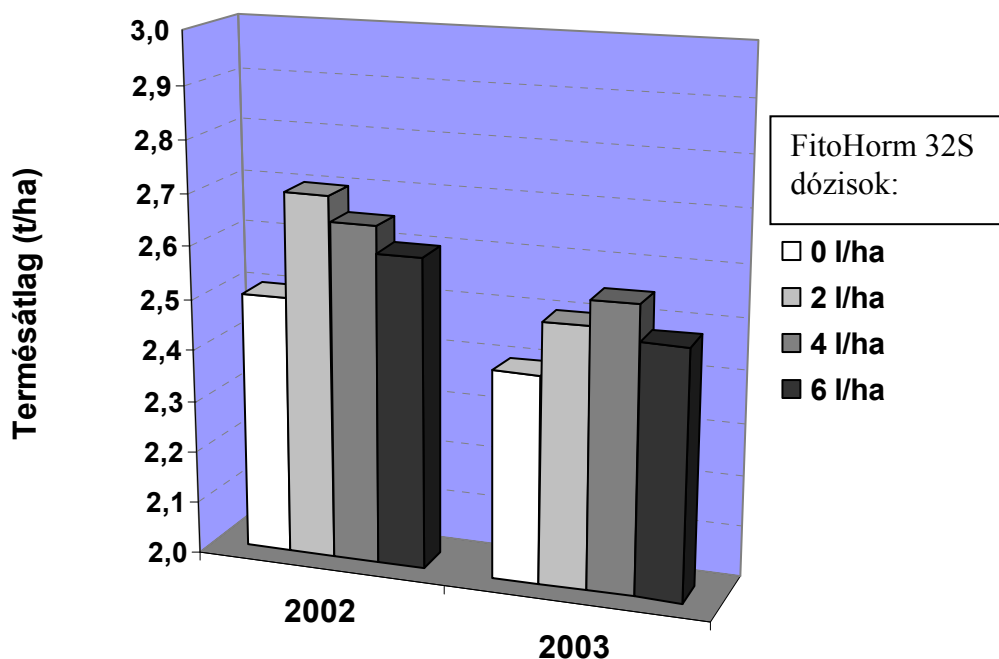
Kézelés: NPK (128,5/43,5/43,5) +FitoHorm 32 S dózis		Termés (t/ha)	
		2002	2003
0 l/ha	Átlag	2,50	2,35
	Szórás	0,14	0,05
2 l/ha	Átlag	2,70	2,50
	Szórás	0,12	0,01
4 l/ha	Átlag	2,65	2,55
	Szórás	0,35	0,04
6 l/ha	Átlag	2,60	2,48
	szórás	0,14	0,07
SZD 5%		0,49	0,13

Szignifikancia szintek: *P=5%, **P=1%, ***P=0,1%;

A **terméseredmények** kiértékelésekor (48. táblázat) megállapítottam, hogy a FitoHorm 32 S különböző dózisokban történő kijuttatása sem 2002-ben, sem 2003-ban nem volt statisztikailag igazolható hatással a termésátlagok alakulására. A jobb szemléltethetőség érdekében a termésátlagokat a 15. ábrán is bemutatom. A diagram szerint a kísérlet első évében a lombtrágya emelkedő dózisainak hatására a termésátlag nőtt. Legkisebb termésátlagot a kontroll kezelésben kaptuk (2,50 t/ha), míg egy hektárról a legtöbb búzát 2

liter/ha dózisú FitoHorm 32 S kijuttatása esetén takarítottuk be. Ez esetben a termést 2,70 t/ha-nak mértük, míg a második és harmadik kezelésben ezen érték 2,65, illetve 2,60 t/ha volt.

15. ábra: A kéntrágyázás hatása az őszi búza termésére
Üzemi kísérlet (Felsőzsolca, 2002;2003)



A második kísérleti évben szintén a lombtrágyázásban nem részesült parcella adta a legkisebb termést, melynek értéke 2,35 t/ha volt. 2003-ban 2 liter FitoHorm 32 S hektáronként történő kijuttatása a termésátlag növekedését eredményezte a kontroll értékhez viszonyítva, mely így 2,50 t/ha volt. A maximális nagyságú termést hektáronként (2,55 t/ha) a második kezelés eredményezte, míg a lombtrágya legnagyobb dózisban történő kijuttatása csökkentette az előbb említett maximum termésátlagot.

A kísérlet két évében a felsőzsolcai térségben, csakúgy, mint az ország többi részén aszályos időszakok nehezítették a növénytermesztést. Ezen a kifejezetten kötött réti öntéstalajon, két aszályos év vizsgálati után a kísérlet eredményei tehát következőképpen foglalhatók össze: az egytényezős varianciaanalízis szerint a FitoHorm 32 S különböző dózisa a termésátlagok alakulására nem gyakoroltak szignifikáns hatást. A termésátlagok nagyságrendjét tekintve megállapítható, hogy egyik évben lombtrágya 2 liter/ha, míg a második évben 4 liter/ha dózisban történt kijuttatásával érték el a maximális termésátlagot.

A **minőségi paraméterek** közül kiemeltem a nedves siker tartalmat és a sütőipari értékszámot. Az egyes minőségi paraméterek alakulásának vizsgálatát egytényezős

varianciaanalízissel végeztem el (49. táblázat). A nagyságrendek jobb szemléltethetőségének és az eredmények összehasonlíthatóságának érdekében az adatsorokat egy közös ábrán mutatom be.

A kísérlet első évében a sütőipari értékszám alakulására a FitoHorm 32 S különböző dózisokban történő kijuttatása $P=1\%$ szignifikancia szinten hatással volt. A kontroll kezelés adta az adatsor minimumát, mely 44,7-es értékkel C_1 -es sütőipari minőségi kategóriát jelent a hatályban lévő MSZ 6383:1998 számú, a búza részletes minőségi követelményei szerint. A kén-lombtrágya-kezelésben részesült parcellák bármelyikét tekintve megállapítottam, hogy a kénkészítmény kijuttatása a sütőipari minőség egyértelmű javulását eredményezte. A különböző dózisu FitoHorm32 S-kezelésben részesült parcellák búzamintáinak laboratóriumi vizsgálata után megállapítottam, hogy a kezeléssel a minták a takarmány minőségi kategóriából a javító minőségű kategóriába kerültek át.

A sütőipari értékszám a kontroll kezelés 44,7-es értékéről az első kezelésben 71,2-re, a második kezelésben 76,5-re, míg a harmadik kezelésben 79,2-re növekedett, azaz az értékek alakulása egyértelmű lineáris tendenciát követett. Ugyanezen év nedves sikér tartalmának vizsgálatára áttérve megállapítottam, hogy a lombtrágyázás a sütőipari értékszám esetében elmondottakhoz hasonlóan, e paraméter esetében is statisztikailag igazolt hatással volt az értékek alakulására. Előbbi megállapítás az egytényezős varianciaanalízis eredményei szerint $P=1\%$ szignifikancia szinten igazolt. A fent említett szabvány nedves sikér tartalomra vonatkozó határértékei szerint a 34% fölötti sikértartalom javító minőséget jelent. Az 49. táblázat adatsoraiból megállapítható, hogy az egyes kezelések mérési eredményei alapján, a vizsgált búzaminták mindegyike (a kontroll kezelés mintáját is beleértve) javító minőségű volt. A kezeletlen parcellák mintáinak átlagát 45,7%-nak találtam, mely az adatsor legkisebb értéke. Megállapítottam továbbá, hogy a maximum nedves sikér tartalmat (48,4%) a 4 liter/ha-os dózisban részesült parcellák átlaga adta.

2003-ban a sütőipari értékszám, az előző évihez hasonlóan, szintén lineáris tendencia szerinti növekedést mutatott a lombtrágya dózisainak emelésével. Legalacsonyabb sütőipari értékszámot (44,8) a kontroll kezelésben mértünk, míg a maximumot (83,1) a 6 liter FitoHorm 32 S hektáronkénti dózisban történő kijuttatása eredményezte. Az egyes parcellák eredményeinek átlaga alapján a minták sütőipari besorolása a következő: az előző évihez hasonlóan, szintén takarmány minőségi kategóriába került a kezeletlen parcella mintája, míg javító (A_2) kategóriába került a lombtrágya-kezelésben részesült valamennyi parcelláról betakarított búzaminta. A varianciaanalízis eredményei szerint az egyes átlagértékek között statisztikailag is megbízható különbséget találtam, így megállapítottam, hogy a kezelésenkénti

eredmények között $P=0,1\%$ szignifikancia szinten igazolt eltéréseket okozott a FitoHorm 32 S különböző dózisokban történő alkalmazása.

49. táblázat: Az üzemi kísérleti minták minőségvizsgálati eredményeinek varianciaanalízise, Üzemi kísérlet (Felsőzsolca; 2002, 2003)

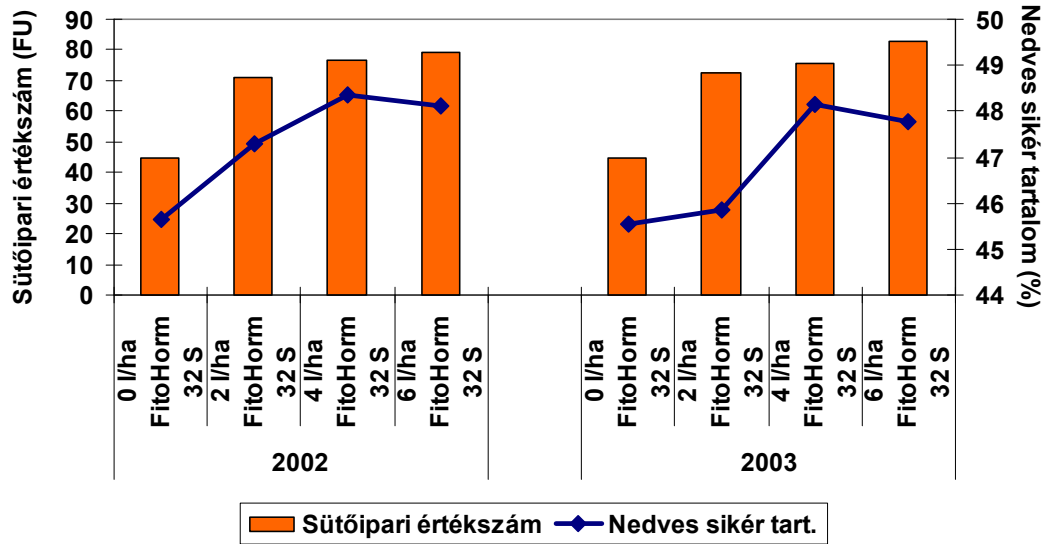
Kezelés: NPK (128,5/43,5/43,5) + FitoHorm 32 S		2002		2003	
		Sütőipari értékszám (FE)	Nedves sikér tartalom (%)	Sütőipari értékszám (FE)	Nedves sikér tartalom (%)
0 l/ha	Átlag	44,7 (C ₁)	45,7	44,8 (C ₁)	45,5
	Szórás	0,4	0,3	2,7	0,2
2 l/ha	Átlag	71,2 (A ₂)	47,3	72,5 (A ₂)	45,9
	Szórás	6,8	0,4	3,6	0,2
4 l/ha	Átlag	76,5 (A ₂)	48,4	75,4 (A ₂)	48,2
	Szórás	1,5	0	1,9	1,7
6 l/ha	Átlag	79,2 (A ₂)	48,1	83,0 (A ₂)	47,8
	Szórás	1,4	0	2,1	0,6
SZD 5%		5,67**	0,42**	4,23***	1,48

Szignifikancia szintek: * $P=5\%$, ** $P=1\%$, *** $P=0,1\%$;

A nedves sikér tartalom esetében hasonló megállapítást nem tudtam tenni, melynek véleményem szerint az eredmények egyes kezeléseknél megfigyelt nagy szórás az oka. Az értékek alakulására 2003-ban a következő jellemző: legkisebb átlagos sikértartalommal (45,5%) a kezeletlen parcellák mintái rendelkeztek, míg legnagyobb (48,2%) a második kezeléssel származó búzaminták nedves sikér tartalmát mértük.

A 16. ábra segítségével összefoglalást tehetünk a FitoHorm 32 S búzaminőségre gyakorolt hatásainak üzemi tapasztalatairól. Megállapítható, hogy a sütőipari értékszám mindkét vizsgált évjáratban a kezelések hatására nőtt. A kezelésenkénti eredmények váltakozva bizonyultak nagyobbak a két évjárat között. Meg kell jegyezni, hogy 2003-ban – valószínűsíthetően a kedvezőbb csapadékellátottság hatására – a FitoHorm 32 S alkalmazása a sütőipari értékszám nagyobb mértékű növekedését eredményezte. A nedves sikér tartalom mindkét évben a 3. kezelésben volt a legnagyobb, ám az ábrán látható görbék lefutása alapján a növekedés 2002-ben történt szabályosabb módon.

16. ábra: A sütőipari értékszám és a nedves sikkér tartalom alakulása
 a FitoHorm 32 S kezelések hatására
 Üzemi kísérlet (Felsőzsolca; 2002, 2003)



5. KÖVETKEZTETÉSEK

Értekezésemben három fő részre tagolva vizsgáltam az őszi búza nitrogén- és kén tartalmának, a N/S-aránynak, valamint a termésnek és a sütőipari paramétereknek alakulását a műtrágyázás függvényében.

Elsőként **látóképi műtrágyázási tartamkísérlet** két egymást követő évéből (2001; 2002) származó búzaminták elemtartalom-vizsgálatát végeztem el a tápanyag-utánpótlás szempontjából kritikusnak ítélt fejlődési szakaszokban. Az adatok elemzése során a tartamkísérlet vizsgált időszakában megállapítható, hogy a növekvő tápanyagdózisok kijuttatása az évjárat jellegétől erősen befolyásolt módon van hatással a bokrosodási fázisban lévő búzanövények nitrogén- és kén tartalmának alakulására. Szárbainduláskor, öntözött körülmények között a kísérlet első évében tapasztaltunk nagyobb változást a nitrogéntartalom alakulásában az eltérő műtrágyaszintek összevetésekor, ugyanakkor 2002-ben az előző évihez képest mind öntözetlen mind öntözött körülmények között nagyobb mértékben a vizsgált elemek koncentrációját és azok arányát.

A kalászosítás időszakában 2001-ben a növekvő NPK-dózisok mind öntözetlen, mind öntözött körülmények között statisztikailag is bizonyítottan befolyásolták a nitrogén- és kén tartalom alakulását. A kén tartalom mindkét vizsgált évjáratban és mindkét öntözési változat esetében csúcspontját a harmadik kezelésben vette fel, azaz a búzanövény-minták kén tartalma 150 kg nitrogén, 105 kg foszfor és 120 kg kálium hektáronkénti hatóanyag mennyiségek kijuttatása mellett volt a legnagyobb.

A két év teljes érés kori öntözetlen adatsorait tekintve megállapítottam, hogy a műtrágyázás hatására a kén tartalom gyorsabb ütemben növekedett a nitrogéntartalomnál. A nitrogéntartalom az öntözött parcellákon 2001-ben másodfokú görbével jellemezhető módon alakult, a többi vizsgált esetben emelkedését lineáris tendenciát találtam. A kén tartalmi adatok elemzésekor lineáris növekedést mutattam ki a műtrágyadózisok növelésének hatására.

Az öntözés elemtartalomra gyakorolt hatásának részletezésekor a növény szárbaindulási fázisában, a nitrogéntartalom változása egyik évben sem volt statisztikailag igazolható. A 2001-es második műtrágyaszint (N-100, P-70, K-80) eredményeit kivéve a kén tartalmat minden esetben az öntözetlen parcellákon találtam nagyobb mértékben. Fenti megállapításokból következik, hogy az öntözött parcellák N/S aránya 2001-ben a nagyobb műtrágyadózisok kijuttatása esetén volt nagyobb, míg 2002-ben minden kezelésben nagyobb mértékben bizonyult. A két év kalászosítási eredményeit tekintve megállapítottam, hogy a nitrogéntartalom az esetek többségében az öntözött kezelésekben nagyobb mértékben növekedett. A kijuttatott műtrágyaadagok növelésével a

kéntartalom növekedése szintén másodfokú görbére jellemző lefutás szerinti volt. 2001-ben a kéntartalom az öntözetlen parcellákon nagyobb volt, míg 2002-ben az öntözött parcellák mintáinak kéntartalmát mértük nagyobbaknak.

A teljes érés időszakában a nitrogéntartalom mindkét évben lineáris tendencia szerint alakult a műtrágyaadagok növelésével, a 2001-es év öntözött adatsorának kivételével. A szélsőértékeket tekintve, 2001-ben az öntözött parcellákon, míg 2002-ben az öntözetleneken mértünk nagyobb műtrágyahatást. Az egyes kezelésekben mindkét évben az öntözött parcellák mintáinak nitrogéntartalma bizonyult kisebbnek az öntözetlen parcellák hasonló értékeitől. A kéntartalom vizsgálatakor az egyes kezelésekben mindkét évben az öntözetlen parcellák mintáinak kéntartalma bizonyult nagyobbaknak. Az NPK-adagok növelése mellett 2001-ben a N/S arány mindkét öntözési változatban csökkent. A kísérlet második évének öntözött adatsora szabályos tendenciával nem jellemezhető.

A tartamkísérletben fennálló három tényező (műtrágyázás x öntözés x évjárat) komplex elemzése kapcsán a két évjárat között megfigyelt különbségek statisztikailag igazolható hatással voltak az általam vizsgált minták kémiai összetételére, a N/S arány kivételével. Az évjárat $P=1\%$ szignifikancia szinten volt hatással a növényi részek nitrogén-, illetve $P=0,1\%$ szignifikancia szinten a kéntartalom alakulására. A tápanyag-utánpótlás hatását elemezve megállapítottam, hogy a nagyobb műtrágyaadagok alkalmazása a kéntartalom alakulására a mezőgazdasági kutatásokban elfogadott, $P=0,1\%$ szignifikancia szinten mutatott igazolható eltérést, míg a nitrogéntartalom és a N/S arány változását a műtrágyakezelések nem befolyásolták statisztikailag is igazolható módon. Az öntözés a búza teljes föld feletti részeinek nitrogén- és kéntartalmára számításaim szerint nem volt szignifikáns hatással, míg a N/S-arányra igen ($P=5\%$). Az évjárat és a műtrágyázás, a műtrágyázás és az öntözés, illetve az évjárat és az öntözés együttesen egyik vizsgált paramétert sem befolyásolta statisztikailag igazoltan.

A **2001/02-es látóképi kéntrágya-kísérletben** különböző kénutánpótlási lehetőségek eredményességét elemeztem. Az itt alkalmazott FitoHorm 32 folyékony kéntrágya különböző dózisokban történő kijuttatása statisztikailag igazolható módon egyik fenológiai fázisban sem befolyásolta a kéntartalom alakulását. A kéntartalom egyértelmű csökkenését vagy növekedését az egyes fejlődési fázisokban szintén nem tudtam megállapítani. A készítmény alkalmazása a vizsgált időszakok közül a kalászoláskor eredményezett szignifikáns hatást a búzanövények nitrogéntartalmának alakulására ($P=5\%$). A N/S arány a szárbaindulási és a kalászolási fázisban a FitoHorm 32 S alkalmazása során statisztikailag igazoltan változott.

A búzánövények egyes növényi részeinek esetében a búzaminták szárának nitrogén- és kén tartalmát, illetve a N/S arányának alakulását a FitoHorm 32 S különböző dózisokban történt kijuttatása nem befolyásolta statisztikailag is igazolható módon. A levelek vizsgálatakor a FitoHorm 32 S kijuttatása a nitrogéntartalom alakulására teljes éréskor, míg a kén tartalom alakulására a kalászolási fázisban volt statisztikailag bizonyított módon ($P=1\%$) hatással. A minőségi mutatók közül a a FitoHorm 32 S különböző dózisokban történő kijuttatása $P=0,1\%$ szignifikancia szinten statisztikailag igazolt módon növelte a nedves sikér tartalmát. A reológiai vizsgálatok alkalmával (farinográf) a tészta kialakulási időt a kéntrágyázás statisztikailag igazolhatóan befolyásolta ($P=1\%$). A tészta stabilitásának ideje szintén növekedett a készítmény növekvő dózisainak hatására, a diagram szélessége csökkent. Vizsgálataim során azt tapasztaltam, hogy a kéntrágya kijuttatása a farinográfos görbe ellágyulásának mértékét statisztikailag igazolt módon befolyásolta ($P=5\%$). Szintén szignifikáns hatást állapítottam meg a búza sütőipari értékszámának alakulásában ($P=1\%$).

Gyakorlati agronómiai szempontból kiemelten fontosnak tartottam összegezni, hogy az alkalmazott nitrogén hatóanyag mennyisége mellett milyen mértékű kén kiegészítés eredményezte a minőségi paraméterek (sikér mennyiség %, lisztminőség) legkedvezőbb alakulását az őszi búza esetében. Az eredmények komplex, rendszerszemléletű elemzése alapján meghatároztam, hogy a különböző dózisú kén-kezelések esetében hogyan alakul a növény nitrogén- és kén tartalma a teljes növény és a kalász vizsgálatakor a kalászosítás fenofázisában. Az adatok értékelésének eredménye megerősítette és igazolta, hogy 100 kg ha^{-1} nitrogén hatóanyag alkalmazása mellett a legkedvezőbb minőséget a 4 l ha^{-1} dózisú *FitoHorm 32 S*-el végzett kén-kiegészítés mellett érhetjük el. Ezzel egyidejűleg a kalászosítás fázisában a teljes növény nitrogéntartalma jellemzően $1,79\%$ feletti értéket mutatott, kén tartalma pedig $0,20\%$ felett alakult (50. táblázat.).

50. táblázat: Összefüggésvizsgálat a komplex hatékonyság tekintetében, Kéntrágyázási kísérlet (Debrecen-Látókép; 2002)

Kijuttatott nitrogén kg/ha/hatóanyag	Kijuttatott kén g/ha/hatóanyag																
	0 g/ha			500 g/ha			1000 g/ha			0 g/ha			500 g/ha			1000 g/ha	
100	N-tartalom						S-tartalom										
	Egész növény	Kalász	Egész növény	Kalász	Egész növény	Kalász	Egész növény	Kalász	Egész növény	Kalász	Egész növény	Kalász	Egész növény	Kalász			
	1,94	1,88	1,91	1,80	1,79	1,85	0,20	0,19	0,19	0,19	0,21	0,19	0,21	0,19			
SZD5%	Egész növény: 1,208 kalász: 2,376						Egész növény: 0,029 kalász: 0,717										

Kijuttatott nitrogén kg/ha/hatóanyag	Kijuttatott kén g/ha/hatóanyag								
	0 g/ha	500 g/ha	1000 g/ha	0 g/ha	500 g/ha	1000 g/ha	0 g/ha	500 g/ha	1000 g/ha
100	Sikértartalom			Farinográfus érték			Minőségi csoport		
	30,7	32,7	34,5	61	68	75	B2	B2	A2
SZD5%	9,651			14,402					

Szintén fontosnak találtam megvizsgálni a FitoHorm 32 S-nek a termésátlag alakulására gyakorolt hatását. Megállapítottam, hogy a készítmény nincs szignifikáns hatással a búza hektáronkénti termésátlagának alakulására, A szuperfoszfát, mint évtizedeken keresztül a legszélesebb körben alkalmazott foszfor műtrágya kétféle dózisban történő kijuttatása a kén tartalom alakulására egyik fenológiai fázisban sem volt szignifikáns hatással. A nitrogéntartalom alakulására a szuperfoszfát emelt dózisban (140 kg/ha) történő kijuttatása a bokrosodási és a teljes érési fázisban statisztikailag igazolt hatással volt. 140 kg/ha hatóanyag szuperfoszfát kiszórása a N/S arány csökkenését eredményezte az egyes fenológiai fázisokban, bár a varianciaanalízis szerint a hatás csak a teljes érési fázisban szignifikáns (P=1%).

Az őszi búza szárának elemtartalmának elemzésekor megállapítottam, hogy a vizsgált fejlődési fázisok mindegyikében megegyező, egyöntetű tendencia csak a kén tartalom esetében tehető, a nagyobb foszfor mennyiségben részesült parcellákon minden esetben nagyobb kén tartalmat mértünk. A N/S arány elemzése kapcsán a kalászás időszakában vett minták N/S arányában statisztikailag igazolt különbséget számítottam ki. Az emelt mennyiségű (140 kg/ha) foszfor hatóanyag kijuttatása a levélminták nitrogén- és kén tartalmának alakulására, számításaim szerint egyik fenológiai fázisban sem volt statisztikailag igazolható hatással. A két különböző adagban kijuttatott foszfor műtrágya ($P_2O_5=70$; $P_2O_5=140$) szignifikánsan növelte a sikérindex értékét (P=5%), vagyis a szuperfoszfát dózisának megemlése erősítette a sikérvázat. A reológiai tulajdonságokat illetően megállapítottam, hogy a sütőipari értékszám alakulását P=5% szignifikancia szinten befolyásolta a kiszórt szuperfoszfát mennyiségének növelése. Az első kezelésben a sütőipari értékszám 66 FE-gel volt egyenlő, mely érték 60 FE-re csökkent a második kezelésben.

A FitoHorm 32 S esetében megállapítottakhoz hasonlóan a vízfelvevő képességet a szuperfoszfát kétszeres dózisban történő ($P_2O_5=140$) kijuttatása sem tudta statisztikailag igazolhatóan befolyásolni. A 100 kg hatóanyag/ha nitrogén és 80 kg hatóanyag/ha kálium kijuttatása mellett az első kezelésben 70 kg/ha, illetve a második kezelésben 140 kg/ha foszfor hatóanyagnak megfelelő mennyiségű szuperfoszfát kijuttatása a termésátlagot szignifikánsan növelte.

A harmadik anyag, melynek hatását a Látóképi kisparcellás kísérletekben vizsgáltam, a Biofert nevű lizingyártási melléktermék volt. Megállapítottam, hogy a Biofert különböző dózisokban történt kijuttatása a nitrogéntartalom, valamint a N/S-arány alakulására egyik fenológiai fázisban sem gyakorolt statisztikailag igazolt hatást. A kén tartalmi eredmények vizsgálatakor megállapítható, hogy a lizingyártás melléktermékének alkalmazása csak a

szárbaindulási fázisban eredményezett szignifikáns különbséget az egyes kezelések kén tartalmában.

A búzaszár vizsgálatokor megfigyeltem, hogy a Biofert felhasználása e kísérletben csak a teljes érési fázisban gyakorolt statisztikailag is igazolható hatást az általam vizsgált paraméterek alakulására. A levélminták elemzése során a nitrogéntartalom alakulására a biofert növekvő tendencia szerint a kalászolási fázisban volt hatással, de a mérési eredmények közötti különbségek nem szignifikánsak. Statisztikailag is igazoltnak találtam (P=1%) azonban a biofert hatását a teljes érés fázisában, ahol a készítmény emelkedő dózisokban történő kijuttatása csökkentette a búzalevelek nitrogéntartalmát. A kén tartalom adatsorából a kalászolás időszak mintáinak vizsgálati eredményeit emelném ki, ahol a Biofert igazolt hatással volt (P=5%) a vizsgált elem értékeinek alakulására. Legkisebb kén tartalmat (0,30%) a második kezelésben mértünk, legnagyobbak 0,35%-os értékkel az első kezeléssel származó levélminták kén tartalma bizonyult. A N/S arány esetében a Biofert alkalmazása nem eredményezett statisztikailag is igazolható különbségeket az egyes fenológiai fázisok különböző kezelése között.

A kalászolási fázisban gyűjtött kalászminták kén tartalma között – a különböző kezelések hatására – statisztikailag is igazolható különbségek voltak (P=0,1%). A legnagyobb kén tartalmat a legnagyobb Biofert dózis kijuttatása esetén mértük. A kalászolás időszakából származó minták esetében a nitrogéntartalom tendenciaszerű csökkenését figyeltem meg. A sütőipari paraméterek terén megállapítottam, hogy a biofert alkalmazása csökkentette a nedves siker mennyiségét. A kontroll eredményekhez viszonyítva a sikerindex esetében is csökkenést láthatunk, azonban a különbségek statisztikailag nem igazoltak, a tézta kialakulási ideje szignifikánsan nem, de tendenciájában szintén csökkent. A tézta ellágyulásának mértékét és a sütőipari értékszám alakulását a készítmény statisztikailag igazoltan befolyásolta (P=1%). Méréseim szerint az ellágyulás mértékénél tapasztalt növekedés csökkentette le a minta sütőipari értékszámát, ami a mintának egy alacsonyabb sütőipari minőségi kategóriába való átkerülését eredményezte. A terméseredmények vizsgálatokor nem állapítottam meg a biofert alkalmazásának statisztikailag igazolható hatását. A legnagyobb hektáronkénti termésátlagot az 5 liter/ha dózisban történő kijuttatásakor mértem.

Az **üzemi** keretek között beállított **kénkísérlet** mintasorának részletes vizsgálatával nyomon követtém a FitoHorm 32 S kén tartalmú levéltrágya hatását az érés folyamán. A búzaminták elemzésekor bokrosodási fázisban a 2002-es évben a növekvő adagú kén trágyázás a búzanövény teljes föld feletti részének kémiai összetevői közül egyik vizsgált paraméter

esetében sem (N; S; N/S) fejtett ki statisztikailag igazolható hatást. 2003-ban a műtrágyakezelésben részesült parcellák növénymintáinak nitrogén- és kén-tartalma a kontroll parcellákon mért értéktől minden esetben nagyobb volt, a kén-tartalmi adatok vizsgálatánál a különbségeket statisztikailag is igazoltnak találtam.

Szárbainduláskor 2002-ben a FitoHorm 32 S lombtrágya növekvő dózisokban történő kijuttatása mindkét vizsgált elem koncentrációját növelte. Az egytényezős varianciaanalízis szerint a készítmény mindhárom vizsgált paraméter alakulására szignifikáns hatást gyakorolt ($P=0,1\%$). A kísérlet második évének adatsorait tekintve 2003-ban mindössze a N/S arány alakulását befolyásolta szignifikánsan a kénkészítmény kijuttatása ($P=5\%$).

A búza kalászolási fázisában 2002-ben a nitrogéntartalom értékeit a FitoHorm 32 S növekvő dózisa (2-4-6 l/ha) növelték, a maximum értékeket a 4 l/ha FitoHorm 32 S dózis alkalmazásánál tapasztaltam. Ugyanezen év kén-tartalmi adatsorára hasonló megállapítás tehető, 0,29%-os maximummal, melyet szintén a második kezelésben (4 l/ha) tapasztaltam. A következő évjáratban mind a nitrogén-, mind a kén-tartalom adatsorának vizsgálatakor az a megállapítás tehető, hogy a legkisebb értékeket a kontroll parcellákon tapasztaltam, a legnagyobbat a második kezelésben (4 l/ha) mértem.

A teljes növényi minták kén-tartalmában kapott változásokat 2002-ben a búza teljes érési fázisában statisztikailag is megbízhatónak találtam ($P=5\%$). A második kísérleti évben sem a nitrogén-, sem a kén-tartalom esetében nem tudtam a FitoHorm-kezelések hatását statisztikailag is igazolni.

A két termesztési év valamennyi fenológiai fázisában gyűjtött teljes növényi minták kén-tartalmának együttes vizsgálata után megállapítható, hogy a bokrosodási, a szárbaindulási és a kalászolási fázisokban a 4 liter/ha, míg a teljes érési fázisban a 6 liter/ha mennyiségben kijuttatott FitoHorm 32 S lombtrágya eredményezte a legnagyobb kén-tartalmat.

A búzaszár esetében 2002-ben szárbainduláskor mindkét vizsgált elem koncentrációját, illetve azok arányát is statisztikailag igazolta a kéntrágyázás. A nitrogéntartalom növekedése a kezelések hatására lineáris, a kén-tartalom a legnagyobb értéket 4 liter/ha lombtrágya kijuttatása eredményezte. 2003-ban a varianciaanalízis eredményei szerint a szárban a lombtrágyázás szignifikánsan nem befolyásolta sem a nitrogén-, sem a kén-tartalom, sem pedig a N/S arány alakulását. A nitrogén- és a kén-tartalom növekedése lineáris. Ha a nitrogén- és kén-tartalmat évjárat szerinti összehasonlításban vizsgáljuk, megállapítható, hogy az egyes értékek a 2003-as évben gyűjtött szárminták esetében nagyobbak bizonyultak.

A kalászoláskor történt mintavétel eredményei szerint a 2002-ben gyűjtött minták laboratóriumi eredményeinek varianciaanalízise a FitoHorm 32 S lombtrágya növekvő

adagokban történő kijuttatásának statisztikailag is igazolható hatását egyik vizsgált paraméter alakulására sem mutatta. A nitrogéntartalom maximumát 4 liter/ha lombtrágya dózis mellett érte el. A búzaszár N/S arányának alakulása tendenciát nem követett 2003-ban, azonban a különböző kezelésben részesült parcellák átlageredményei között statisztikailag is megbízható különbséget tapasztaltam ($P=5\%$).

Az évjáráthatást tendenciájában vizsgálva megállapítható, hogy a kén tartalom esetében a kezelések átlagai 2003-ban bizonyultak nagyobbak, míg a nitrogéntartalom esetében a harmadik kezelés kivételével a 2002-es értékeket mértük nagyobbak.

A teljes éréskor az értékelést a 2002-es eredményekkel kezdve, megállapítottam, hogy csak a szár kén tartalma nőtt egyértelműen lineárisan ($P=5\%$). A kísérlet második évében megbízható különbségeket tapasztaltam viszont a N/S arány alakulásának vizsgálatakor az egyes tápanyagszintek átlagai között ($P=0,1\%$). A nitrogéntartalmat szemléltető adatsor értékei 2003-ban bizonyultak nagyobbak, míg a kén tartalom esetében ezt 2002-ben mértük nagyobbak. Előzőekből következik, hogy az első év adatai között találjuk meg a szűkebb, míg a második évben a tágabb N/S arányt jelentő értékeket.

Az első kísérleti évben, a szárbainduláskor gyűjtött levélminták nitrogéntartalmára a FitoHorm 32 S lombtrágya-kezelések statisztikailag igazolt hatást gyakoroltak ($P=5\%$). A kén tartalom alakulása növekvő tendenciát mutat (legnagyobb értékek a 3. kezelésnél tapasztalhatók), az átlagértékek között statisztikailag is megbízható különbségeket lehet megfigyelni. A következő év mintáinak nitrogéntartalma lineárisan nőtt, a kén tartalom esetében ($P=0,1\%$) az adatsor minimumértéke az első kezelésben (2 l/ha FitoHorm 32 S), maximuma a 6 liter/ha kéndózis mellett fordult elő.

A laboratóriumi eredményeket évjáratok szerint is összehasonlítva megállapítható, hogy a 2002-es évben begyűjtött levélminták nitrogén- és kén tartalma minden kezelésben nagyobbak bizonyult a 2003-as adatoknál. A levélminták kalászoláskori nitrogén-és kén tartalmának elemzésekor mindkét esetben a kísérlet beállításának első évében az elem tartalmak statisztikailag igazolt növekedését tapasztaltam a FitoHorm 32 S dózisainak növelésével párhuzamosan ($P=1\%$). A koncentrációk növekedésének üteme a második kezelésig lineáris, majd e növekedés intenzitása csökken. 2003-ban a levélanalízis során a nitrogéntartalom lineárisan nőtt. A legkisebb S-tartalmat a kontroll parcellákon mértük, a legnagyobb koncentrációval a 4 liter/ha dózisú kezelésben részesült parcellák mintái rendelkeztek. Az N/S arány a kontroll parcellákon volt legszűkebb (6,17), míg a harmadik kezelésben figyeltem meg a legnagyobb értéket (6,87).

Az évjáratok közötti különbségekről megállapítottam, hogy a kezelésenkénti átlagok mindegyikének esetében a 2002-es év adta a magasabb koncentrációt.

Teljes éréskor a lombtrágya-kezelések statisztikailag igazolt hatást gyakoroltak a levélminták nitrogéntartalmának alakulására, s növelték a kén tartalmat. A kísérlet második évében a nitrogéntartalom a lombtrágya adagjainak növelésével – az előző évihez hasonlóan – lineárisan nőtt, a kénkoncentráció maximumértéket (0,29%) a második kezelés mintáinál találtam.

A levél nitrogéntartalmának az első évben minden kezelésben nagyobbak mértük, a kén tartalom esetében a nagyságrendi különbségek még nagyobb mértékűek. A FitoHorm 32 S különböző dózisokban való kijuttatása a kezelésenkénti N-átlageredmények között a kalász esetében statisztikailag is igazolt eltéréseket okozott ($P=1\%$), a növekedése lineáris. 2003-ban a kéntrágya hatása a kalászok nitrogén- és kén tartalmának alakulására, az előző évhez hasonlóan megmutatkozott ($P=1\%$), a legnagyobb értékeket a 3. kezelésnél (4 l/ha kén) tapasztaltam. A N/S arány egyik kísérleti évben változott bizonyíthatóan a kezelések hatására. A kísérlet első évében a sütőipari értékszámot a FitoHorm 32 S különböző dózisokban történő kijuttatása szignifikánsan ($P=1\%$) befolyásolta. A kénkezelésben részesült parcellák bármelyikén a sütőipari minőség egyértelmű javulását tapasztaltam. A minták laboratóriumi vizsgálata után megállapítottam, hogy a kezeléssel a minták a takarmány minőségi kategóriából a javító minőségű kategóriába kerültek át. A nedves siker-tartalomra a FitoHorm 32S kijuttatása ugyancsak statisztikailag igazolt hatással volt (javító minőség). Megállapítottam továbbá a vizsgált paraméter növekedését, ahol a maximum nedves siker tartalmat (48,4%) a 4 liter/ha-os dózisban részesült parcellák átlaga adta.

2003-ban a sütőipari értékszám, az előző évihez hasonlóan, lineáris tendencia szerinti növekedést mutatott a lombtrágya dózisainak emelésével ($P=1\%$).

A terméseredmények üzemi kiértékelésénél megállapítottam, hogy a FitoHorm 32 S különböző dózisokban történő kijuttatása mindkét termesztési évben növelte az őszi búza termésátlagát, de a növekedés statisztikailag nem volt igazolható. A termésátlagok nagyságrendjét tekintve megállapítható, hogy egyik évben lombtrágya 2 liter/ha, míg a második évben 4 liter/ha dózisban történt kijuttatásával érték el a maximális termésátlagot.

5. Összefoglalás

Értekezésem fő célkitűzése volt, hogy alapadatokat adjak meg a DE ATC MTK Látóképi Kísérleti Telepén folytatott †Dr. Ruzsányi László Professzor Úr által vezetett több évtizedes őszi búza műtrágyázási tartamkísérlet, illetve az ugyanitt általam beállított kisparcellás, valamint a Felsőzsolcai Mezőgazdasági Szövetkezetben végzett üzemi méretű kéntrágyázási kísérlet eredményeinek felhasználásával a Magyarországon köztermesztésben lévő őszi búzafajták sütőipari-, elemtartalmi, és mennyiségi paramétereinek alakulására. Céлом volt továbbá, hogy a gyakorlat számára is hasznosítható eredményekkel szolgálhassak a műtrágyázásnak, az évjáratnak, valamint az öntözésnek az őszi búza nitrogén- és kén tartalmára, valamint a két elem arányára gyakorolt hatásának vizsgálatával a teljes föld feletti zöld növény, a szár, a levél és a kalász esetében egyaránt.

A **búza teljes föld feletti részének elemzését a N- és S-tartalom, illetve a N/S-arány** vizsgálatát illetően mindhárom kísérletben elvégeztem. A látóképi tartamkísérlet adatsorán külön vizsgáltam a műtrágyázás, az öntözés, és az évjárat elemtartalomra gyakorolt hatását. A *növekvő tápanyagdózisok* az évjárat jellegétől erősen befolyásolt módon voltak hatással a búzanövények nitrogén- és kén tartalmára. A búza érése folyamán kiemelhetők a kalászoláskor betakarított minták eredményei, melyek szerint a növekvő NPK-dózisok mind öntözetlen, mind öntözött körülmények között statisztikailag is bizonyítottan befolyásolták a nitrogén- és kén tartalom alakulását. A legnagyobb kén tartalmat mindkét általam vizsgált évjáratban, mindkét öntözési változatban a harmadik kezelésben, azaz 150 kg nitrogén, 105 kg foszfor és 120 kg kálium hektáronkénti hatóanyag mennyiségek kijuttatása mellett tapasztaltam. Az *öntözés* elemtartalomra gyakorolt, tendencijelleggel érvényes, és statisztikailag is igazolható hatását egyik vizsgált évben sem tudtam megállapítani. A kalászolás időszakának búza-adatsora itt is kiemelhető; a nitrogéntartalom az esetek többségében az öntözött kezelésekben volt nagyobb, tendenciája másodfokú görbére jellemző lefutásúnak felel meg. A műtrágyaadagok növelésével a kén tartalom változása minden esetben hasonlóképp jellemezhető. Az *évjárathatást* vizsgálva megállapítottam, hogy bokrosodáskor a N/S arány esetében egyöntetű szignifikáns ($P=0,1\%$) különbségeket kaptam az arányszám számítása során a két vizsgált évjárat eredményei között. A nitrogén- és kén tartalom az első évben betakarított minták esetében eredményezett tágabb N/S arány-t. A kalászoláskor betakarított mintasornál a nitrogéntartalom alakulásában egyöntetű megállapítások tehetők, miszerint mindkét öntözési változatban az első műtrágyalépcsőnél (2l/ha FitoHorm 32 S) állapítottam meg szignifikáns összefüggést.

A 2001/02-es látóképi kéntrágya-kísérletben alkalmazott *FitoHorm 32 S* folyékony kéntrágya alkalmazása statisztikailag igazolható hatással a kalászoláskor vett minták esetében volt a búza nitrogéntartalmára ($P=5\%$). A N/S arány elemzésekor a szárbaindulás és a kalászolási hozott szignifikáns összefüggéseket ($P=0,1\%$; illetve $P=5\%$). A *szuperfoszfát*, mint évtizedeken keresztül a legszélesebb körben alkalmazott foszfor műtrágya dupla dózisban történő kijuttatása ($P_2O_5=140$) a bokrosodási és a teljes érési fázisban statisztikailag igazolt hatással volt a nitrogéntartalom alakulására, hatására a N/S arány csökkent. A *Biofert* különböző dózisosokban történt kijuttatása a nitrogéntartalom, valamint a N/S-arány alakulására egyik fenológiai fázisban sem gyakorolt statisztikailag igazolt hatást. A kén tartalmi eredmények vizsgálatakor megállapítható, hogy a lizingyártás melléktermékének alkalmazása csak a szárbaindulási fázisban eredményezett szignifikáns különbséget az egyes kezelések kén tartalmában.

Az üzemi kénkísérlet éveiből származó búzaminták elemzésekor az egytényezős varianciaanalízis eredményei szerint a bokrosodási fázisban a növekvő adagú kéntrágyázás a búzanövény teljes föld feletti részének kén tartalmára statisztikailag igazolt hatást gyakorolt. Az előbbi két kísérletben említettekhez hasonlóan a kalászás fenofázis mintasorának vizsgálata során mindkét vizsgált elem koncentrációját a növényben a *FitoHorm 32 S* növekvő dózisa (2-4-6 l/ha) növelték, maximumukat a második kezelésben vették fel (4 l/ha). Kutatómunkám során vizsgáltam a teljes föld feletti növény **különböző szerveinek elem tartalmát** is a kéntrágyázás függvényében.

A *búza szárának* vizsgálatakor a kén tartalmat a kisparcellás kénkísérletben a szuperfoszfát a vizsgált fejlődési fázisok mindegyikében egyöntetűen tendencijelleggel növelte. A N/S arány elemzése kapcsán a kalászás időszakában vett minták N/S arányában statisztikailag igazolt különbséget számítottam ki. Üzemi keretek között vizsgálva a búza szárának elem tartalmát megállapítottam, hogy 2002-ben szárbainduláskor mindkét vizsgált elem, illetve a N/S arány alakulását is statisztikailag igazoltan befolyásolta a *FitoHorm 32 S* kezelések alkalmazása. A nitrogéntartalom növekedését a kezelések hatására lineárisnak találtam, a kén tartalom esetében a legnagyobb értéket 4 liter/ha lombtrágya kijuttatása eredményezte. Az évjárathatást tendenciájában vizsgálva megállapítható, hogy a kén tartalom esetében a kezelések átlagai 2003-ban bizonyultak nagyobbak, míg a nitrogéntartalom esetében a harmadik kezelés kivételével a 2002-es értékeket mértük nagyobbak.

A *levelek* vizsgálata során a kisparcellás kénkísérletben a *FitoHorm 32 S* alkalmazásakor, kalászoláskor tapasztaltam statisztikailag igazolt hatást, a kén tartalom alakulását illetően. Az üzemi kénkísérlet első évében a búza szárbaindulásának idején gyűjtött levélminták

nitrogéntartalmára a kénkezelések statisztikailag igazolt hatást gyakoroltak. A kén tartalom alakulása optimumgörbét írt le. 2003-ban a nitrogéntartalom szabályos, lineáris tendencia szerinti növekedést mutatott, a kén tartalom esetében $P=0,1\%$ szignifikancia szinten igazolt a különbség, a minimumérték az első-, a maximum a 6 liter/ha dózisú mellett fordult elő.

A *kalászosok* kén tartalmát a Biofert alkalmazása tendencijelleggel, statisztikailag igazoltan befolyásolta a kalászosítás fenofázisában. A legnagyobb kén tartalmat a legnagyobb dózis (6 l/ha) kijuttatása eredményezte. A FitoHorm 32 S különböző dózisokban történő kijuttatása Felsőzsolcán a N-átlageredmények vonatkozásában teljes éréskor a kalász esetében hozott szignifikáns eltéréseket ($P=1\%$), a növekedése lineáris. Az egyes kezelések parcelláinak kén tartalom értékei között szintén megbízható eltéréseket találtam.

A **sütőipari paraméterek** elemzésekor, kisparcellán a FitoHorm 32 S szignifikánsan növelte a nedves siker tartalmát, illetve a farinográfus vizsgálatok alkalmával a tészta kialakulás idejét és a sütőipari értékszámot. A két különböző adagban kijuttatott foszfor műtrágya ($P_2O_5=70$; $P_2O_5=140$) szignifikánsan növelte a sikerindex értékét ($P=5\%$), vagyis a szuperfoszfát dózisának megemlése erősítette a sikérvázat. A Biofert alkalmazása a kísérletben csökkentette a nedves siker mennyiségét. A kontroll eredményekhez viszonyítva a sikerindex esetében is csökkenést láthatunk, azonban a különbségek statisztikailag nem igazoltak. A Biofert alkalmazása a tészta kialakulási idejét szignifikánsan nem, de tendenciájában csökkentette. A tészta ellágyulásának mértékét és a sütőipari értékszám alakulását a készítmény statisztikailag igazoltan befolyásolta ($P=1\%$). Méréseim szerint az ellágyulás mértékénél tapasztalt növekedés csökkentette le a minta sütőipari értékszámát, ami a mintának egy alacsonyabb sütőipari minőségi kategóriába való átkerülését eredményezte.

Az üzemi kísérlet első évében a sütőipari értékszám alakulására a FitoHorm 32 S különböző dózisokban történő kijuttatása $P=1\%$ szignifikancia szinten hatással volt. A kénkezelésben részesült parcellák bármelyikén a sütőipari minőség egyértelmű javulását tapasztaltam. A növekvő dózisú kénkezelések hatásának vizsgálatok megállapítottam, hogy a kezeléssel a minták a takarmány minőségi kategóriából a javító minőségű kategóriába kerültek. A nedves siker-tartalomra a FitoHorm 32 S kijuttatása szintén statisztikailag igazolt hatással volt. A vizsgált paraméter maximum értékét a 4 liter/ha dózis adta. 2003-ban a sütőipari értékszám, az előző évihez hasonlóan, szignifikáns, lineáris tendencia szerinti növekedést mutatott a lombtrágyadózis emelésével párhuzamosan.

Gyakorlati agronómiai szempontból kiemelten fontosnak tartottam megvizsgálni a FitoHorm 32 S-nek a **termésátlag** alakulására gyakorolt hatását. Kisparcellán a készítmény nem volt szignifikáns hatással a búza hektáronkénti termésátlagának alakulására. A 100 kg

hatóanyag/ha nitrogén és 80 kg hatóanyag/ha kálium kijuttatása mellett az első kezelésben 70 kg/ha, illetve a második kezelésben 140 kg/ha foszfor hatóanyagnak megfelelő mennyiségű szuperfoszfát kijuttatása a termésátlagot a kisparcellás kísérletben szignifikánsan növelte. A terméseredmények vonatkozásában nem állapítottam meg a Biofert alkalmazásának statisztikailag igazolható hatását, a legnagyobb termésátlagot 5 liter/ha dózis esetén mértem. A terméseredmények üzemi kiértékelésénél a FitoHorm 32 S különböző dózisokban történő kijuttatása mindkét termesztési évben növelte az őszi búza termésátlagát.

Summary

The aim of my study was to provide basic data for the baking value, element content and quantitative parameters of winter wheat varieties commercial production in Hungary. The data I used was provided by the long term winter wheat field trial set by Prof. Dr. László Ruzsányi on the Látókép Research Site of the University Of Debrecen Centre Of Agricultural Sciences and Engineering decades ago; the other part of my study was based on the sulphur fertilization experiment set up by myself on the same site and on the on-farm sulphur fertilization experiment in the Felsőzsolca Agricultural Cooperation. Furthermore, my objective was to provide practical data on the effect of fertilization, crop year and irrigation on the nitrogen and sulphur content and N/S ratio of the stem, leaf and ear of winter wheat.

Nitrogen and sulphur content and N/S ratio of the wheat were analysed in all the three experiments. In the Látókép field trial the effect of fertilization, irrigation and crop year on the element content was examined. The crop years strongly influenced the effect of the *increasing fertilizer doses* on the nitrogen and sulphur content of the wheat. The samples gathered in the heading and flowering stage worth special attention, where the increasing NPK doses had statistically proved influence on the nitrogen and sulphur content in both irrigated and non-irrigated circumstances. The sulphur content can be presented by an optimum curve in both irrigation methods and in both years, with the peak in treatment 3, where the sulphur content of the wheat samples was highest at the application of 150 kg nitrogen, 105 kg phosphorus and 120 kg potassium per ha. *Irrigation* had no statistically proved influence on the element content or tendency in either research years. The data set from the heading and flowering stage worth attention: In most cases the nitrogen content was highest in the irrigated treatment, and the increase can be presented by an optimum curve. As a result of the increasing fertilization doses clear tendency was found in the sulphur content and the increase can be presented by optimum curve. Examining the *crop year effect*, I found that as regards the N/S ratio, there was unique significant difference ($P=0.01\%$) between the results of the two examined crop years. The nitrogen and sulphur content resulted in wider N/S ratio in the samples of the first year. As regards the samples gathered in the heading and flowering stage, clear conclusions can be drawn on nitrogen content, i.e. in both irrigation method there was significant correlation at the first fertilizer step (2 l/ha FitoHorm 32 S).

The application of FitoHorm 32 S liquid sulphur fertilizer applied in the experiment in Látókép in 2001/2002 had statistically proved influence on the nitrogen content of wheat samples gathered in the heading and flowering stage ($P=5\%$). Examining the N/S ratio we

found significant correlations in the booting and heading and stooling stages ($P=0.01\%$ and $P=0.5\%$). The application of superphosphate, which has been the most commonly used phosphorus fertilizer for decades, in two doses had significant effect on the nitrogen content in the stooling and staking stages and increased the N/S ratio. The application of different doses of Biofert had no statistically proved influence on the nitrogen content and N/S ratio in either growth stage. As regards the sulphur content results, I found that only in the staking stage caused the application of Biofert significant difference in the sulphur content of the samples from different treatments.

According to the results of the one-factor variance analysis, in the on-farm sulphur fertilization experiment the application of increasing doses of sulphur fertilizer had statistically proved influenced on the wheat plant in the stooling stage. Similar to the formerly described two experiments, when examining the samples gathered in the heading and flowering stage we found that the application of increasing doses of FitoHorm 32 S increased the amount of both elements in the plant, the tendency can be presented by an optimum curve, the maximum was reached in the second treatment (4l/ha).

The effect of sulphur fertilization on the element content in the **different plant parts** was analysed. Superphosphate showed clear increasing tendency on the sulphur content in the stem in the small plot experiment. Statistically proved difference was found in the N/S ratio of samples gathered in the heading and flowering stage. In the on-farm experiment the analysis of the element content of the wheat stem revealed that both elements and the N/S ratio were statistically influenced by FitoHorm 32 S treatments in the staking stage in 2002. The nitrogen content showed linear increase as a result of the treatments, the increase of the sulphur content can be presented by an optimum curve, where the highest sulphur content was reached in the 4 l/ha foliar fertilizer treatment. Examining the tendency of the crop year effect I found that in case of the sulphur the averages of the treatments were higher in 2004, while in case of the nitrogen content except from the third treatment the values in 2002 were higher.

In the small plot sulphur experiment, FitoHorm 32 S had statistically proved influence on the sulphur content of leafs in the heading and flowering stage. In the on-farm sulphur fertilization experiment, the sulphur fertilization had statistically proved influence on the nitrogen content of leaf samples gathered in the staking stage in the first year. The sulphur content can be presented by an optimum curve. In 2003 linear tendency was observed in the nitrogen content values, the difference is proved at $P=0.1\%$ significance level, the minimum value was achieved in the first treatment while the maximum is achieved in the 6 l/ha dose treatment.

In the heading and flowering stage, Biofert had statistically proved influence on the sulphur content of the *ears*. The highest sulphur content was measured in the highest fertilization dose treatment. In Felsőzsolca, the application of different doses of FitoHorm 32 S caused significant difference (P=1%) in the N mean values in the maturing stage, the increase was linear. I found significant differences among the sulphur content values of the plots in the single treatments.

As regards the baking parameters, in the small plot experiment FitoHorm 32 S significantly increased the wet gluten content, the dough formation time and the baking value. Applied in two different doses, the phosphorus fertilizer significantly increased the gluten index (P=5%) i.e. the increase of the superphosphate dose strengthened the gluten structure. The application of Biofert decreased the wet gluten content. Compared to the control results the gluten index also decreased but the differences are not statistically proved. Biofert decreased the dough formation time, but it was not significant. However, Biofert had statistically proved influence on the dough deformation time and the baking value (P=1%). According to my measurements, it was the increase in the dough deformation that resulted in the decreased baking value of the sample, which rated a lower quality class.

In the on-farm experiment, the application of different doses of FitoHorm 32 S influenced the baking quality at P=1% significance level in the first year. The baking value of the samples clearly improved on plots where sulphur fertilizer was used. As a result of the increasing sulphur treatment the samples were rated A quality class from the feed-grade. FitoHorm 32 S had statistically proved influence on the wet gluten content as well. The tendency of the increased in the examined parameters can be presented by an optimum-curve, the maximum wet gluten content was measured in the 4 l/ha dose treatment. The increase of the foliar fertilizer doses had significant and linear effect on the baking value of the samples.

Concerning the practical points, high importance was given to examining the effect of FitoHorm 32 S on the **crop yield**. In the on-farm experiment the product had no significant effect on the wheat crop yield. Besides using 100 kg nitrogen in active agent component and 80 kg potassium in active agent component, the application of 70 kg/ha and 140 kg/ha phosphorus in active agent component, respectively, had significant increase on the crop yield in the small plot experiment. Biofert had no statistically proved effect on the crop yield, the highest yield was achieved in the 5 l/ha treatment. In the on-farm experiment the application of FitoHorm 32 S increased the crop yield of winter wheat in both years.

Új és újszerű tudományos eredmények

1. *A látóképi* mészlepedékes csernozjom talajon az őszi búza teljes föld feletti részének kén tartalma és a N/S-aránya az érés folyamán a következőképpen alakult:

bokrosodáskor	S=0,30-0,38%	N/S=11,73-14,47
szárbainduláskor	S=0,24-0,36%	N/S=8,38-12,10
kalászoláskor	S=0,19-0,29%	N/S=8,19-10,97
teljes éréskor	S=0,13-0,15%	N/S=7,84-9,54

A felsőzsolcai réti öntéstalajon ugyanezen adatok a következők:

bokrosodáskor	S=0,38-0,43%	N/S=10,53-11,57
szárbainduláskor	S=0,27-0,32%	N/S=9,32-10,76
kalászoláskor	S=0,23-0,29%	N/S=7,00-9,16
teljes éréskor	S=0,20-0,31%	N/S=7,04-10,18

2. Az egyes növényi részeket vizsgálva *Látóképen* a következő kén tartalmi és N/S-arány eredményeket kaptam:

szár esetében - szárbainduláskor:	S=0,19-0,21%	N/S=11,73-13,00
- kalászoláskor:	S=0,13-0,15%	N/S=7,64-9,03
- éréskor :	S=0,13-0,16%	N/S=3,50-5,00
levélnél - szárbainduláskor	S=0,36-0,38%	N/S=10,60-10,88
-kalászoláskor	S=0,32-0,43%	N/S=8,15-8,82
-éréskor	S=0,14-0,17%	N/S=3,88-6,15
kalásznál -kalászoláskor	S=0,19-0,20%	N/S=9,53-10,10
-éréskor	S=0,15-0,16%	N/S=13,22-14,11

Felsőzsolcán:

a szárnál -szárbainduláskor	S=0,19-0,21%	N/S=8,40-11,00
kalászoláskor	S=0,19-0,24%	N/S=6,24-7,79
-éréskor	S=0,16-0,27 %	N/S=4,64-6,70
a levél -szárbainduláskor	S=0,30-0,53%	N/S=7,38-10,50
-kalászoláskor	S=0,39-0,48%	N/S=6,20-8,28
-éréskor	S=0,28-0,65%	N/S=4,63-8,66
a kalászé -éréskor	S=0,17-0,19%	N/S=11,44-12,74

3. A területen szisztematikusan végrehajtott öntözés utóhatásaként a búza bokrosodási és szárbaindulási fázisában az öntözés csökkentette a minták

kéntartalmát, a kalászoláskori és érés kori kéntartalmat az öntözés az évjáratától függő módon befolyásolta.

4. A búza bokrosodási fázisában, mind öntözetlen, mind öntözött körülmények között megállapítható, hogy az évjárat őszi búza kéntartalmára gyakorolt hatását a megfelelő NPK- műtrágyadózis mérsékelni, tompítani tudja.
5. A Hajdúsági löszhat mészeledékes csernozjom talaján a FitoHorm 32 S készítmény 4liter/ha dózisban történő alkalmazása a kontroll kezeléshez viszonyítva növelte a búzaminták nedves siker tartalmát ($P=0,1\%$), és a sütőipari értékszámot ($P=0,1\%$).
6. A kéntrágyázás az őszi búza termésmennyiségét és –minőségét egyaránt pozitívan befolyásolja. A hatás aszályos évjáratban hangsúlyosabban jelentkezik, így a levéltrágyázás ezen évjáratokban különösen indokolt.

Gyakorlat számára is hasznosítható eredmények

1. A minőségi búzatermesztés technológiájába javasoljuk a kéntrágyázás gyakorlati megvalósítását, valamint a növényanalízis eredményei alapján adott szaktanácsadás a kénellátottság megítélésére és a kéntrágyázás gyakorlati megvalósítására is ki kell terjedjen.
2. Tapasztalataim szerint a FitoHorm 35 S 4 liter/ha dózisban történő alkalmazása az általam vizsgált búzaminta nedves sikér tartalmát növelte, valamint sütőipari értékszámát javította, így a búzaminta a B₁-es sütőipari minőségi csoportból a javító (A₂) sütőipari minőségi csoportba került át. A FitoHorm 32 S kénkészítményt ezen hatása miatt célszerű olyan helyzetekben is alkalmazni, amikor megnövelt szuperfoszfát dózis kijuttatás történik, így ellensúlyozni lehet a szuperfoszfát általam tapasztalt minőségdepresszálo hatását. Magas termésátlagot és javító sütőipari minőséget tehát a 100/140/80 kg/ha hatóanyag NPK adag és a FitoHorm 32 S lombtrágya 4 liter/ha dózisban történő együttes alkalmazása biztosíthat.

IRODALOMJEGYZÉK

1. AYLMOORE, L. A. G., KARTIM, M., QUIRK, J. P. 1967. Adsorption and desorption of sulphanic ions by soil constituents. *Soil Sci.* 103: 10-15.p.
2. BEASLEY, H.L., UTHAYAKUMARAN, S., STODDARD, FL., PARTRIDGE, S.J., DAQIQ, L., CHONG, P., BÉKÉS, F. 2002. Synergistic and Additive Effects of Three High Molecular Weight Glutenin Subunit Loci. II. Effects on Wheat Dough Functionality and End-Use Quality. *Cereal Chemistry*, 79. 2. 301-307.p.
3. BEDŐ Z., LÁNG L., VIDA GY., JUHÁSZ A., KARSAI I. 1997. A minőségi tulajdonságok felértékelődése a búzanemesítésben. *Agro-21 Füzetek*, 23. 19-30.p.
4. BELL, J. N. B., 1980. A növények reagálása a kéndioxidra. *Nature*, London, 248 (3) 399-400.p.
5. BERTHELOT, P., ANDRÉ, S., 1891. Sur la silice dans les végétaux. *C. r. Soc. Biol. Paris.* 112-122.p.
6. BETTANY, J. R. - ROBERTS, T. L. 1985. The influence of topography on the nature and distribution of soil sulphur across a narrow environmental gradient. *Can. J. Soil. Sci.* 65: 419-434.p.
7. BLAKE-KLAFF, M., ZHAO, J. F., MCGRATH, S. P. 1998. Sulphur nutrition and environmental quality. COST Action 829: Fundamental, agronomical and environmental aspects of sulphur nutrition and assimilation in plants. Meeting og working group IV 'sulphur nutrition environmental quality and pest tolerance' November 6-7., 1998. Pulawry, Poland 14-30.p.
8. BLOEM, E., HANEKLAUS, S., SCHNUG, E. 1998. Influence of the soil water regime on the S uptake of plants. COST Action 829. Join meetings of the working groups: Regulatory aspects of uptake and reduction of sulfate in plants in relation to the metabolic need for growth. Session II.: Which factors affect sulphur uptake under field conditions? Goslar January 31- February 2. 69-74.p.
9. BLOEM, E., PAULSEN, H.M., SCHNUG, E. 1995. Schwefelmangel nun auch in Getreide. *DLG Mitteilungen* 8: 18-19.p.
10. BOCZ, E. (szerk.): 1992. Szántóföldi növénytermesztés. Mezőgazda Kiadó. Budapest 887.p.
11. BOGDANOV, S. M., 1899. A növények kén tartalma. *Jour. Russ. Phys.-Chem. Soc.* 31 471-477.p.
12. BOHN, H. L., MCNEAL, B. L., O'CONNOR, G. A. 1985. Talajkémia. Mezőgazdasági Kiadó- Gondolat Kiadó, Budapest 652.p.

13. BOLAN, N.S., SYERS, J. K., TILLMANN, R. W., SCOTTER, D. R.. 1988. Effect of liming and phosphate additions on sulphate leaching in soils. *J. of Soil. Sci.* 39. 4: 493-504.p.
14. BROMFIELD, A. R., HANCOCK, I., R., DEBENHAM, D. F. 1982. 'A collection of published papers: Soil and crop sulphur research project R3375, December 1974-March 1980, 'Sponsors: Overseas development administration of the United Kingdom and Ministry of agriculture, Kenya 1225-1230.p.
15. BROOK, R. H. 1979. 'Sulphur in agriculture' Abstracts on tropical agriculture 5, 9: 9-20.p.
16. BUNDY, L. G., ANDRASKY, T.W. 1990. Sulphur, nitrogen and pH levels in Wisconsin precipitation *J. Env. Qual.* 64: 148-179.p.
17. BÚZÁS, I. 1983: Növénytáplálás zsebkönyve. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest 68.p.
18. CHAO, T. T., HARWARD, M. E., FANG, S. C. 1962. Adsorption and desorption phenomena of sulphate ions in soils. *Soil Sci. Soc. of Am. Proc.* 26: 234-237.p.
19. CHAUDHRY, I. A., CORNFIELD, A. H. 1967. 'Effect of temperature of incubation on sulphate levels in aerobic and sulphide levels in aerobic soil,' *Journal of the science of food and agriculture* 18.: 82-84.p.
20. CHOPRA, S. L., KANWAR, J. S., 1968. Effects of some factors on the transformation of elemental sulphur in soils. *Journal of the Ind. Soc. Of Soil. Sci.* 16, 1: 83-88.p.
21. COLE, A. G. 1985. Nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, copper as plant nutrients for grass grown on wood fen peat. *Ir. J. Agric. Res.* 24: 95-103.p.
22. COOKE, G. W. 1969. Plant nutrients cycles. *Kolloquium des Kali-Instituts, Tel-Aviwe*, 58-117.p.
23. CSAPÓ J., CSAPÓNÉ KISS ZS. 2003. *Élelmiszerkémia*, Mezőgazda Kiadó, Budapest, 78-87. p.
24. DHAMALA, B. R., MITSCHELL, M. J. 1995. Sulfur speciation, vertical distribution, and seasonal variation in a northern hardwood forest soil, USA. *Can. J. of Forest Res.* 25,2: 234-243. p.
25. DU-TOIT, M. C., DO-PREEZ, C. C., TOIT, M. C., PREEZ, C. C. 1995. Sulfur fractions, ratios and relations in selected virgin and cultivated South African soils. *South Afr. J. of Pl. and Soil* 12, 1: 11-19.p.
26. DYMOND, T. S. 1905: The influence of sulfate manure upon the yield and feeding value of crops. *J. Agric. Sci.* 1 217-229.p.
27. EATON, S. V., 1941. Influence of sulphur deficiency on metabolism of the Sunflower. *Bot. Gaz.* 102 536-556.p.

28. ELFATTAH, A., SABER, M. S. M., HILAL, M. H. 1991. The use of Thiobacillus in regulating the metabolism in a clay loam soil supplemented with elemental sulphur. Egypt. J. of Soil Sci. 31, 3: 333-341.p.
29. ENSMINGER, L. E. 1954. Some factors affecting the adsorption of sulphate by Alabama soils. Soil Sci. Soc. of America, Proceedings 18. 259-264.p.
30. ERDEI, P., SZÁNIEL, I. 1975. A minőségi búza termesztése. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest 137.p.
31. ERICKSEN, J. 1964. Soil organic matter as a source of plant available sulfur. Norwegian J. Agric. Sci.: Suppl. 15. 28-149.p.
32. ERIKSEN, J.- MURPHY, M. D.- SCHNUG, E. 1998: The soil sulphur cycle. In: Sulphur in Agroecosystems (ed. E. Schnug), Kluwer Academic Publ.. Dordrecht. Boston. London. 39-74.p.
33. EVDOKIMOVA, T. J., BISZTRICKAJA, T. L., VASZILJEVSZKAJA, V. D., GRISINA, L. A., SZAMOLJOVA, E. M. 1976. Biogeochemické cikly elementov v prirodnih zonah avropajszkaj csasztyi SZSZSZR. Biogeochem, cikly v bioszfere. Moszkva, 154-183.p.
34. EVDOKIMOVA, T. J., BISZTRICKAJA, T. L., VASZILJEVSZKAJA, V. D., GRISINA, L. A., BELL, J. N. B. 1980: A növények reagálása a kéndioxidra. Nature, London, 248 (3) 399-400.p.
35. FALLER, N. N. 1968. Der Schwefeloxidgehalt der Luft als Komponente der Schwefelversorgung der Pflanze. Diss. D. Landw. Fakultät d. Justus Liebig-Univ., Giessen, 10-98.p.
36. FIGONI, P.I. 2003. How Baking Works: Exploring the Fundamentals of Baking Science. Chapter 5: Wheat flour. John Wiley & Sons Inc., USA, 63-85.p.
37. FRENEY, J. R., SPENCER, K. (1960). Studies on mineralization of sulphur from soil organic matter. Australian Journal of Agricultural Research 12(2) 306-319.p.
38. FRENEY, J. R., STEVENSON, F. J., BEAVERS, A. H. 1972. 'Sulphur –Containing amino acids in soil hydrolysates' Soil Sci. 114. 468-476.p.
39. FÜLEKY, GY. 1999. Tápanyaggazdálkodás. Mezőgazda Kiadó, Budapest 704.p.
40. GASZTONYI, K., LÁSZTITY, R. 1993. Élelmiszer-kémia 2. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 544.p.
41. GHANI, A. , MCLAREN, R. G., SWIFT, R. S. 1991. Sulphur mineralization in some New Zealand soils. Biol. Fertil. Soils 11: 68-74.p.

42. GRAYBOSCH, R.A., PETERSON, C.J., SHELTON, D.R., BAENZIGER, P.S. 1996. Genotypic and environmental modification of wheat flour protein composition in relation to end-use quality. *Crop Science*, 36. 296-300. p.
43. GRAYBOSCH, R.A., PETERSON, C.J., SHELTON, D.R., BAENZIGER, P.S. 1996. Genotypic and environmental modification of wheat flour protein composition in relation to end-use quality. *Crop Science*, 36. 296-300. p.
44. GRUNWALDT, H. S. 1969. Untersuchungen zum Schwefelhaushalt schleswig-holsteinischer Böden. Diss. D. Landw. Fakultät der Christian-Albrechts-Universität, Kiel, 176-180.p.
45. GYŐRI, D. 1984. Makro- és mikroelemek a talaj- növény rendszerben, in.: A talaj termékenysége. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 119-212.p.
46. GYŐRI, Z. 1999. Sulphur content and quality of Hungarian winter wheat varieties. Proceedings of the Second Croatian Congress of Cereal Technologists „BRASHO-KRUH '99”, 41-51. p.
47. GYŐRI, Z., GYŐRINÉ, MILE, I., 1998. A búza minősége és minősítése. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest 50.p.
48. GYŐRI, Z., PUY, K. 2001. A kén jelentősége az őszi káposztarepce termesztésében. II. Növénytermesztési tudományos Nap „Integrációs feladatok a hazai növénytermesztésben” MTA Növénytermesztési Bizottság, Budapest p. 64.
49. GYŐRI, Z., RUZSÁNYI, L., DÁNIEL, P., KOVÁCS, B., PROKISCH, J. 1996. A nitrogén és kén arányának változása búza és kukorica szemtermésében. *Növénytermelés*. 45 (2) 145-154.p.
50. GYŐRI, Z. 1998. A termesztési tényezők hatása egyes gabonafélék és maghüvelyesek minőségére. Akadémiai doktori értekezés. Agrártudományi Egyetem. Debrecen p.198.
51. HAGBERG, S. 1960. A rapid method for determining amylase activity. *Cereal Chemistry*, 37. 218-222.p.
52. HAGBERG, S. 1961. Note on a simplified rapid method for determining alpha-amylase activity. *Cereal Chemistry*, 38. 202-203.p.
53. HANEKLAUS, S.- FLECKENSTEIN, J.- SCHNUG, E. 1994. Comparative studies of plant and soil analysis for the sulphur status of oilseed rape and winter wheat. *Z. für Pflanzenernährung u. Bodenkunde* 109-111.p.

54. HANEKLAUS, S.- MURPHY, D.- GRZEGORZ, N.- SCHNUG, E. 1994. Morphogenetic effects of sulphur application timing on grain yield and yield components of wheat. *Z.f.Pflanzenernährung und Bodenkunde* 233-238.p.
55. HANEKLAUS, S., SCHNUG, E. 1992. Baking quality and sulphur content of wheat II: Evolution of the relative importance of genetics and environment including sulphur fertilization. *Sulphur in Agriculture*. 16. 35-38.p.
56. HANEKLAUS, S., SCHNUG, E. 2001. Impact of sulfur supply on nitrogen fertilizer efficiency. COST Action 829: Combined meeting of Working Groups III and IV.: „Sulfur–Nitrogen interactions in plants”. Oulu, Finland. Sept. 7-8. 756-760.p.
57. HEKSTRA, A. 1996. Sustainable Nutrient Management in Agriculture. Nutrient limited yield. *HANDICOM*, Netherland, 104-109.p.
58. HILAL, M. H., ELFATTAH, A. 1987. Effect of CaCO₃ and clay content of alkaline soils on their response to added sulphur. *S. in Agric.* 11: 15-19.p.
59. HOCKING, P. J. - RANDALL, P. J. - PINKERTON, A., 1987: Sulphur nutrition of sunflower (*Helianthus annuus*) as affected by nitrogen supply: Effects on vegetative growth, the development of yield components and seed yield and quality. *Field Crops Res.* 16 (2) 157-175.p.
60. HORVÁTH, L., BARANKA, GY., FÜHRER, E. GY. 1993. Decreasing concentration of air pollutants and the rate of dry wet acidic deposition at the three forestry monitoring station in Hungary. *Időjárás.* 97 (3) 179-186.p.
61. HOSENEY, R. C. 1994. Dry milling of cereals, *Principles of cereal science and technology*. AACC, St. Paul, Minnesota, USA, 125-145.p.
62. IVANOV, P., TODOROV, I., STOEVA, I., IVANOVA, I. 1998. Storage proteins characterization of a group of new bulgarian high breadmaking quality wheat lines. *Cereal Research Communications*, 26. 447-454.
63. JANSSON, H. 1995. Status of sulphur in soils and plants of thirty countries. *World Soil Resources Reports*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 426-498.p.
64. JANSSON, H. 1994. Sulphur status of soils – a global study. *Norweg. J. Agric. Sci.:* Suppl. 15: 173-214.p.
65. JOLÁNKAI M., SZENTPÉTERI ZS., SZALAI T. 1998a. A búza minőségének alakulása agrokémiai kezelésekben, kedvező és kedvezőtlen évjáratokban. *Gyakorlati Agrofórum*. Szekszárd. 10. 22-24.p.
66. JONES, R. K., ROBINSON, P. J., HAYDOCK, K. P. 1971. Sulphur-nitrogen relationship in the tropical legume *Stylosanthes humilis*. *Aust. J. Agric. Res.* 22: 885-894.p.

67. JÜRGENS-GESWIND, J.- JUNG, J., 1979: Results of lysimeter trials at the Limburgerhof facility, 1927-1977.: The most important findings from 50 years of experiments. *Soil. Sci.* 127 146-160.p.
68. KÁDÁR I. (2006): Növény- és talajvizsgálatok értelmezése műtrágyázási tartamkísérletben. *Növénytermelés*, 2006. Tom. 55. No. 1-2. 123-13.p.
69. KÁDÁR, I. NÉMET, T. 2004. A $\text{NO}_3\text{-n}$ és a $\text{SO}_4\text{-s}$ lemosódása egy 28 éves műtrágyázási kísérletben, *Növénytermelés*. Tom.53.no.5.414-42.p.
70. KALOCSAI, R., FÖLDES, T., SCHMIDT, R., SZAKÁL, P. 2003. A műtrágyázás és elemi kén adagolás hatása a talaj kémhatására és felvehető SO_4^{2-} - tartalmára. *Agrokémia és Talajtan* 52: (1-2) 121-132.p.
71. KALOCSAI, R., SCHMIDT, R., FÖLDES, T., SZAKÁL, P. 2002. Az elemi kén talajbeni oxidációjának vizsgálata. *Acta Agronomica Óváriensis* Vol. 44:1, 19-28.p.
72. KALOCSAI, R., SCHMIDT, R., SZAKÁL, P. 2006. A szakszerű talaj- és növény-mintavételezés jelentősége, módszerei. *Agro Napló* X. évf. 2006/10. 26-28.p.
73. KALOCSAI, R., SCHMIDT, R., SZAKÁL, P., GICZI, ZS., GLATZER, W. 2004. Effekt der Blattdüngung auf den Zuckergehalt der Weintraubensorte Zweigelt. *Acta Agronomica Óváriensis* Vol. 46: 2, 151-162.p.
74. KALTRUN, E. 1996. The role of sulfur in soil maintenance. *Kungl. Skogs och Lantbrukskademies Tidskrift*. 135, 6: 23-28.p.
75. KAMPRATH, E. J., NELSON, W. L., FITTS, J. W. 1956. The effect of pH, sulphate, and phosphate concentrations on the adsorption of sulphate by soils. *Soil. Sci. Of America*, Proceeding 20: 463-466.p.
76. KANWAR, J. S. - MUDAHAR, M. S., 1986: Fertilizer sulfur and food production *Martinus Nijhoff. Dr. W. Junk Publishers. Dordrecht* 247.p.
77. KECK, B., WIESER, H. 1995. Disulfide binding in wheat glutenin. *Lebensmittelchemie*, 49, 108-109.p.
78. KETSKEMÉTY L., IZSÓ L. 1996. Az SPSS for Windows programrendszer alapjai. *SPSS Partner Bt., Budapest* 422.p.
79. KINCSESNÉ, 2004. Az NPK-trágyázás hatása a búza és kukorica makro- és mikroelemfelvételére öntözött és nem öntözött viszonyok között. *Doktori (PhD.) értekezés, Debrecen*
80. KISMÁNYOKY, T. 2002. A talajerőgazdálkodás Magyarországon (előadás) *Cserhádi Sándor Tudományos Emlékkülés, Mosonmagyaróvár* 2002. november 21.

81. KITTAMS, H. A. 1963. The use of sulfur increasing the availability of phosphorus in rock phosphate. Ph.D. Thesis, University of Wisconsin, 12-26.p.
82. KOHLER, P., BELITZ, H. D., WIESER, H. 1993. Disulphide bonds in wheat gluten: further cystine peptides from high molecular weight (HMW) and low molecular weight (LMW) subunits of glutenin and from gamma-gliadins. Zeitschrift fur Lebensmittel Untersuchung und Forschung, 196.3. 239-247.p.
83. KOSUTÁNY, T. 1907. A magyar búza és magyar liszt a gazda, molnár és sütő szempontjából. Molnárok Lapja Könyvnyomdája, Budapest 323.p.
84. KOVÁCS B., DÁNIEL P., GYŐRI Z., LOCH J., PROKISCH J. 1998 Studies on Parameters of Inductively Coupled Plasma Spectrometer. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 29. 11-14. 2035-2054.p.
85. KOVÁCS B., GYŐRI Z., PROKISCH J., LOCH J., DÁNIEL P.: 1996 A study of plant sample preparation and inductively coupled plasma emission spectrometry parameters. Communications in soil science and plant analysis, 27.5-8.1177-1198.p.
86. KOZÁK, M., MÉSZÁROS, E. 1971: Magyarországi csapadékvizek kémiai összetétele és mezőgazdasági jelentősége. Agrokémia és Talajtan. 20 329-352.p.
87. KÖM Környezeti Elemek Védelmének Főosztálya: 2000. A levegőt érő terhelések. <http://www.gridbp.ktm.hu/grid3ver/hatas/levego/2leghat.htm>
88. LACATUSU, R., CIOBANU, C., DUMITRU, M., GAMET, E., LAZAR, R. 1998. Sulfur abundance in polluted and non-polluted soils from Romania. COST Action 829: Fundamental, agronomical and environmental aspects of sulfur nutrition and assimilation in plants. Meeting of Working Group IV 'Environmental Aspects of Sulfur nutrition in Plants' November 6-7, 1998 Pulawry, Poland 541-547.p.
89. LÁNG, L. BEDŐ, Z. 2003. Subával az EU piacokra: három új, javító minőségű Mv búzafajta. Az MTA Martonvásári Kutatóintézetének Közleményei, Martonvásár, 15.2. 6-7.p.
90. LÁSZTITY B., 1991: Az NPK-tápanyagellátás hatása az őszi búza kén tartalmának és felhalmozásának dinamikájára. Agrokémia és Talajtan. 40 (1-2) 131-139.p.
91. LÁSZTITY B., 1992: A rozs kénfelhalmozásának és az NPK műtrágyázás kapcsolatának vizsgálata karbonátos homokon. Növénytermelés. 41 (6) 547-554.p.
92. LÁSZTITY, R. 1981. Gabonafehérjék. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest 194.p.
93. LELLEY, J., RAJHÁTHY, T. 1955. A búza és nemesítése. Akadémiai Kiadó. Budapest 544.p.

94. LESZNYÁK, M-né 1996. Az őszi búza terméslemeinek vizsgálata faktoranalízissel különböző évjáratban és vetésváltási változatban. *Növénytermelés*, 45. 133-144.p.
95. LESZNYÁK, M-né 1997. A termesztési tényezők hatása az őszi búza szárazanyag-termelésére és a terméslemeire. *Növénytermelés*, 47. 461-469.p.
96. LESZNYÁK, M-né 1998. A termesztési tényezők hatása az őszi búza terméslemeire. *Növénytermelés*, 46. 299-311.p.
97. LEWANDOWSKI, I., KAUTER, D. 2003. The influence of nitrogen fertilizer on the yield and combustion quality of whole grain crops for solid fuel use. *Industrial Crops and Products*, 17. 2. 103-117.p.
98. LOCH J. - NOSTICZIUS Á. 1992: *Agrokémia és növényvédelmi kémia*. Mezőgazda Kiadó, Budapest 399.p.
99. MAHLER, R. J., MAPLES, R. L. 1987. Effect of sulfur additions on soil and the nutrition of wheat. *Comm. In Soil Sci. Pl. Anal.* 18:653-673.p.
100. MAROK, A.S., 1978: Sulphur deficiency limits wheat yield in arid brown soil. *Indian J. Agron.* 23 (2) 168-169.p.
101. MÁTHÉNÉ GÁSPÁR, G., RADIMSZKY, L., GYÓRI, Z., HÜVELY, A., NÉMETH, L. 2007. Őszi káposztarepce N-, C- és S-tartalmának alakulása N-trágyázás hatására. *Agrokémia és Talajtan* 56. 56:49-60
102. MAUGH II., T. H., 1979: SO₂ pollution maybe good for plants. *Science*, Washington. 205 (4404) 383.p.
103. MCDONALD, N. W., ZARK, D. R., PREGITZER, K. S. 1995. Temperature effects on kinetics of microbial respiration and net nitrogen and sulfur mineralization. *Soil Sci. Soc. of Am. J.* 59, 1: 233-240.p.
104. MCGILL, W. B., COLE, C. V. 1981. Comparative aspects of cycling organic C, N, S and soil organic matter. *Geoderma* 26: 267-286.p.
105. MCLACHLAN,, K. D., MARCO, D. G. 1968. The influence of gypsum particle size on pasture response on a sulphur deficient soil. *Austr. J. Exp. Agric. Anim. Husband.* 8: 203-222.p.
106. MCLAREN, R. G., KEER, J. I., SWIFT, R. S. 1985. Sulfur transformation in soils using sulfur-35 labellin. *Soil Biol. Biochem.* 17: 73-79.p.
107. MECHTEL, M. A., BLAKE-KLAFF-YOUNG, M. E., ZHAO, F. J., HAWKSWORTH, M. J., MCGRATH, S. P. 1999. Patterns of sulfur allocation in rape and wheat. Meeting of Working Groups I. and III. Sulfur and Crop Quality: Molecular and agronomical strategies for crop improvement. Napoli, Italia, January 8-10. 220-225.p.

108. MESTERHÁZY, Á. 1995. Minőségbiztosítási rendszer a gabonavertikumban. *Agrofórum*, 11. 8-9.p.
109. METSON, A. J., BLAKEMORE, L. C. 1978. Sulphate retention by New Zealand soils in relation to the competitive effect of phosphate. *New Zealand J. of Agric. Res.* 21: 243-253.p.
110. MOSS, H. J., WRIGLEY, C. W., MACRITHIE, F., RANDALL, P. J. 1981. Sulphur and nitrogen fertilizer effects on wheat, II. Influence on grain quality, *Australian Journal of Agricultural Research*, 32, 213-226.p.
111. MOSS, H.J., RANDALL, P.J., WRIGLEY, C.W. 1983. Alteration to grain, flour and dough quality in three wheat types with variation in soil sulfur supply. *Journal of Cereal Science*, 1, 255-264.p.
112. MOTOWICKA-TERELAK, T. 1998. Sulfur in soils and plants of Poland: Agricultural and ecological aspects. COST Action 829: Fundamental, agronomical and environmental aspects of sulfur nutrition and assimilation in plants. Meeting of Working Group IV' Environmental Aspects of Sulfur Nutrition in Plants' November 6-7, Pulawy, Poland 310-318.p.
113. MSZ 6367/11-1984. Élelmezési, takarmányozási, ipari magvak és hántolt termények vizsgálata. Nyersfehérje-tartalom meghatározása.
114. MSZ 6367/1-1983. Élelmezési, takarmányozási, ipari magvak és hántolt termények vizsgálata. Előkészítés és mintavétel.
115. MSZ 6367/3-1983. Élelmezési, takarmányozási, ipari magvak és hántolt termények vizsgálata. Nedvességtartalom meghatározása.
116. MSZ 6367/9-1989. Élelmezési, takarmányozási, ipari magvak és hántolt termények vizsgálata. A búzaliszt laboratóriumi előállítás.
117. MSZ 6369/5-1987. Lisztvizsgálati módszerek. A sikér vizsgálata.
118. MSZ 6369/6-1988. Lisztvizsgálati módszerek. A vízfelvevő képesség és a sütőipari érték vizsgálata.
119. MSZ 6383:1998
120. MSZ ISO 3093/1995. Gabonafélék. Az esésszám meghatározása. (MSZ 6367/16-1983. Élelmezési, takarmányozási, ipari magvak és hántolt termények vizsgálata. Amilolites állapot meghatározása helyett).
121. MULLINS, G. L. MITCHELL, C. C , 1989: Wheat varietal response to sulfur. *J. of Plant Nutrition*. 12 (7) 909-922.p.

122. NEHÉZ R. 1989. Hankóczy Jenő halálának 50. évfordulójára. Növénytermelés. 38. 180-181.p.
123. NELSON, L. E. 1964. The effect of pH on the acetate-soluble sulfur content of a Mayhew soil in Mississippi before and after incubation. Soil. Sci. Soc. Am. Proc. 28: 290-291.p.
124. NÉMETH, T.: 1986. Az őszi káposztarepce tápelemfelvétele és trágyázása. Agrokémia és Talajtan. 35. 1-2. 294-312.p.
125. NYOMARKAY, K., FRIDVALSZKY, L., VÉRTESSY, B., SZÁSZ, J. 1986. Maize seedlings raised in air space containing sulphur dioxide. Acta Agronomica Hungarica. 35 (1-2) 53-62.p.
126. P. HARTYÁNYI, B. 2004b. Hankóczy Jenő. Mezőgazdasági Pantheon <http://193.224.162.52/MGPANTHE/hankoczy.html> (2004. június 1.)
127. P. HARTYÁNYI, B. 2004c. Gruzl Ferenc. Mezőgazdasági Pantheon <http://193.224.162.52/MGPANTHE/gruzl.html> (2004. június 1.)
128. P. P. HARTYÁNYI, B. 2004a. Pekár Imre. Mezőgazdasági Pantheon <http://193.224.162.52/MGPANTHE/pekar.html> (2004. június 1.)
129. PARK, J. K., PARK, Y. H., KIM, W. C., YOON, J. H., SHIN, J. S. 1988. Sulphur status in Korean soils. Proceeding: International Symposium on sulphur for Korean agriculture, May 5-7, Seoul, Korea, 21-28.p.
130. PATIL, S. G., VEERAMALLAPPA, P., HEBBARA, M. 1997. Silphate retention as influenced by pH and soil constituents in some major soil groups of Karnataka. J. of the Ind. Soc. of Soil Sci. 45, 1: 48-53.p.
131. PEKÁR, I. 1881. Földünk búzája és lisztje a tudomány, a fogyasztó, a molnár és a termelő szempontjából. Budapest, 1-89.p.
132. PEPÓ, P. 1997. A fajtaspecifikus agrotechnika szerepe az őszi búza termesztésében. Gyakorlati Agrofórum, 10. 15-18.p.
133. PEPÓ, P. 1998. A gabonatermesztési technológiák és a minőség. „AGRO-21” füzetek. Kompolt, „AGRO-21” Kutatási Programiroda, 1998. 23. 40-68.p.
134. PEPÓ, P. 2002. Őszibúza-fajták trágyareakciója eltérő évjáratokban. Növénytermelés, 51. 189-198.p.
135. PEPÓ, P., GYŐRI, Z., PEPÓ, P. 1986. Agrotechnikai tényezők és az évjárat hatása az őszi búzafajták szemtermésének kémiai összetételére. Növénytermelés, 35.1. 17-26.p.

136. PEPÓ, PÁ., TÓTH, SZ., PETŐNÉ, S. L. 2004. A minőségjavítás lehetőségei és korlátai gabonanemesítési programunkban. VI. Nemzetközi Élelmiszertudományi Konferencia. 2004. május 20-21. Szeged. Összefoglalók, 53-54.p.
137. PEPÓ, PÉ. 1997. A fajtaspecifikus agrotechnika szerepe az őszi búza termesztésében. Gyakorlati Agroforum, 10. 15-18.p.
138. PINTÉR, J. 2004. Kosutány Tamás. Mezőgazdasági Pantheon. <http://mek.oszk.hu/00000/00058/html> (2004. június 26.).
139. POLLHAMER, E.-né. 1964. A sikerterületékenység, mint a sütőipari minőség egyik tényezője. Növénytermelés, 13.3. 229-246.p.
140. POLLHAMER, E.-né. 1973. A búza minősége a különböző agrotechnikai kísérletekben. (Martonvásár 1963-1971). Akadémiai Kiadó, Budapest 199.p.
141. POLLHAMER, E.-né: 1981. A búza és a liszt minősége. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest 203.p.
142. POTAPOV, N. G., FEJÉR D. 1956. A kén szerepe a növények életében. Agrokémia és Talajtan. 1 37-45.p.
143. POWERS, W. L. 1930. The role of sulfur in plant nutrition. Oreg. Agr. Exp. Sta. Bien. Rep. 46.
144. RADALIEU, D. 1995. The air pollution problem. Handbook of air pollution control engineering and technology. Lewis Publishers, New York 635.p.
145. RAGASITS I. 1997. Agrotechnikai tényezők és a búza minősége. Gyakorlati Agroforum 13. 4-7.p.
146. RANDALL, P.J., SPENCER, K., FRENEY, J.R. 1981. Sulphur and nitrogen fertilizer effects on wheat. I. Concentrations of sulphur and nitrogen and the nitrogen to sulphur ratio in grain relation to the yield response. Austr. J. Agric. Res. 32. 203-212.p.
147. RANHORTA, G. S., GELROTH, J.A., EISENBRAUN, G.R. 1993. Correlation between Chopin and AACC methods of determining damaged starch. Cereal Chemistry, 70. 235-236.
148. RASMUSSEN, P. E. ET AL., 1975. Nitrogen sulfur relations in soft white winter wheat II. Initial and residual effect of sulfur application on nutrient concentration, uptake and N/S ratio. Agron. J. 67. 224-228.
149. RATNER, E. I. 1963. A növények táplálkozása és a trágyázás. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest 197.p.

150. REISENAUER, H. M. 1975. 'Soil Assays for the recognition of sulphur deficiency' IN sulphur in Australian Agriculture, K. D. McLachlan (Ed.),. Sydney Univ. Press, Sydney, Australia 182-187.p
151. REYNOLDS, B., LOWE, J. A. H., SMITH, R. I., NORRIS, D. A., FOWLER, D., BELL, S. A, STEVENS, P. A., ORMEROD, S. J. 1999. Acid deposition in Wales: the results of the 1995 Welsh acid waters survey. Environmental pollution. 1999, 105, 2: 251-266.p.
152. RUZSÁNYI, L., PEPÓ, P. 1999. Környezet és minőség. Magyar mezőgazdaság, 54. 18. 14–15.p.
153. SAALBACH, E. 1968. Ergebnisse von Düngungversuchungen mit flüssigem Ammoniak in der Bundesrepublik. Landw. Forsch. 21: 91.p.
154. SALLBACH, E., 1972: Über den Schwefelbedarf landwirtschaftlicher Nutzpflanzen. Landw, Forsch. 27/1 Sonderh. 224-228.p.
155. SAMIN, A. Q.: 1975. A karbamid és a kénnel bevont karbamidműtrágya hatása a búza és kukorica szemtermésére Afganisztánban. Agrokémia és Talajtan. 24. 1-2. 17-21.p.
156. SANCHEZ, P. A. 1976. Properties and Management of soils in the tropics. John Wiley and Sons, New York, New York U.S.A. 373-375.p.
157. SCHMIDT, R. 1990. A N-műtrágyázás hatása a gyepek ásványianyag-tartalmára. Kandidátusi értekezés Mosonmagyaróvár 130.p.
158. SCHNUG E., HANEKLAUS S., MURPHY D. 1993. Impact of sulphur fertilization on fertilizer nitrogen efficiency. Sulphur in Agriculture. 16. Sulphur Institute, Washington DC. 31-34.p.
159. SCHNUG, E. 1988. Quantitative und qualitative Aspekte der Diagnose und Therapie der Schwefelversorgung von Raps (*Brassica napus*) unter besonderer Berücksichtigung glucosinolatärmer Sorten. Habilitation, Universität Kiel. 205-210.p.
160. SCHNUG, E. 1991: Sulphur nutritional status of European crops and consequences for agriculture. Sulphur in Agriculture 15. The Sulphur Institute. Washington DC. 7-12.p.
161. SCHNUG, E.- HANEKLAUS, S. 1994: Ecological aspects of plant sulphur supply. Proc. 15th Int.Congr.Soil Sci. Acapulco/Mexico. Vol. 5a. Comm. IV. Symposia. pp. 364-371.p.
162. SCHNUG, E., EVANS, E. 1992. Monitoring of the sulphur supply of agricultural crops in Northern Europe. Phyton 32. 119-122.p.
163. SCHNUG, E., HOLZ,F. 1987. Deposition of nitrate-N and sulphate_S by precipitations in Schleswig-Holstein. Atmosphere and Environment. 21: 1235-1241.p.
164. SCHNUG, E., PISSAREK, H. P. 1982. Kalium und Schwefel, Minimumfaktoren des schleswig-holsteinischen Rapsbaus, Kali-Briefe (Büntehof) 16: 77-84.p.

165. SELMER-OLSEN, A. R., SORTEBERG, A., ODELIEN, M. 1979. Experiments with various sulphur containing compounds for rye grass and clover. Acta Agric. Scand. 28 (3) 293-297.p.
166. SHEWRY, P.R., HALFORD, N.G. 2002. Cereal seed storage proteins: structures, properties and role in grain utilization. Journal of Experimental Botany, Vol. 53. 947-958.p.
167. SHTANGEEVA, I., AYRAULT, S. 2006. Effects of Eu and Ca on yield and mineral nutrition of wheat (*Triticum aestivum*) seedlings. Environmental and Experimental Botany Volume 59. Issue 1. January 2007, 49-58.p.
168. SIPOS, P. 2006. Az őszi búza minőségére ható tényezők számszerűsítése. Doktori (PhD) értekezés, Debrecen 191.p.
169. SKEL', M. P. - ANDRJIUNINA, R. D. - ZSUKOVA, I. A., 1979: Vlijanie szerveszoderzsascsih udobrenij na plodorodie pocsvü i urozsaj polevüh kultur. Agrohimiya. 12 86-92.p.
170. SKRBIĆ, B., GYURA, J. 2005. Iron, copper and zinc in white sugar from Serbian sugar beet refineries. Food Control Volume 18. Issue 2, February 2007, 135-139.p.
171. SOLTI, G., 2000: Talajjavítás és tápanyag-utánpótlás az ökológiai gazdaságban. Biogazda könyvtár. Mezőgazda Kiadó, Budapest 580.p.
172. SOTIRIOU, N. - KICK, H., 1983: Kéntrágyázás hatása az őszi búza termésére és minőségi jellemzőire tenyészedény kísérletnél. Z. Pflernähr. Bodenk. 146 (1) 101-108.p.
173. SPENCER, K., FRENEY, J. R., JONES, M. B. 1984. A preliminary testing of plant analysis procedure for the assessment of the sulfur status of oilseed rape. Aust. J. Agric. Res. 35, 163-175.p.
174. STEFANOVITS, P., 1981: Egyéb makroelemek, in: Talajtan. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 183-185.p.
175. STEWART, B. A., PORTER, L. K. 1969. Nitrogen- sulfur relationship in wheat corn and beans. Agron. J. 61 267-271.p.
176. STEWART, B. A., PORTER, L. K., VIETS, F. G. 1966. Effect of sulphur content of straws on rates of decomposition and plant growth. Soil Sci. Soc. of America, Proceedings 30: 355-358.p.
177. SVÁB, J. 1981. Biometriai módszerek a kutatásban. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest 557.
178. SZABÓ, L. 2004. Cserhádi Sándor. Mezőgazdasági Pantheon. <http://193.224.162.52/MGPANTHE/cserhati.html> (2004. június 1.)

179. SZALAI, L. 2001a. A farinográfus vizsgálat értékelési módszerei. Sütőiparosok, pékek, 5. 1-12.p.
180. SZÁNTÓ, A. 1984. Rezent fertilizer trends in Hungary. In. Proc. 9th World Fertilizer Congress Proc. Budapest, 65-68.p.
181. SZILÁGYI, SZ. 2000. A műtrágyázás hatása a búzaliszt minőségére, összefüggés vizsgálatok a minőségi mutatók között. Doktori (PhD) értekezés. Debrecen
182. TERMAN, G. L., 1978: Atmospheric sulphur- the agronomic aspects. Technical Bulletin, Washington. The Sulphur Institute. 23 (111) 15.p.
183. TISDALES. L., NELSON, W. L. 1966. A talaj termékenysége és a trágyázás. Akadémiai kiadó, Budapest, 209-242.p.
184. TÖLGYESI, GY., 1991: A kukorica kénfelvétele és kapcsolata a többi elem koncentrációjával. Növénytermelés. 40 (5) 425-433.p.
185. TRIBOI, E., ABAD, A., MICHELENA, A., LLOVERAS, J., OLLIER, J. L., DANIEL, C., 2000. Environmental effects on the quality of two wheat genotypes: I. Quantitative and qualitative variation of storage proteins. European Journal of Agronomy, 13. 47-64.p.
186. TRIBOI, E., MARTRE, P., TRIBOI-BLONDEL, A. M. 2003. Environmentally-induced changes of protein composition for developing grains of wheat related to changes in total protein content. Journal of Experimental. Botany. 54: 1731-1742.p.
187. UTHAYAKUMARAN, S., BEASLEY, H. L., STODDARD, F. L., KEENTOK, M., PHAN-THIEN, N., TANNER, R. I., BÉKÉS, F. 2002. Synergistic and Additive Effects of Three High Molecular Weight Glutenin Subunit Loci. I. Effects on Wheat Dough Rheology. Cereal Chemistry, 79. 2. 294-300.p.
188. UZIAK, Z. - SZYMANSKA, M., 1979: Wspoldzialanie azotu, fosforu i siarki w pobieraniu makroskladnikow przez bobik i kukurydze. PAM. Pulaw. 71 39-51.p.
189. WILLIAMS, C. H. 1967b. 'Some factors affecting the mineralization of organic sulphur in soils, 'Plant and Soil 26: 205-223.p.
190. WILLIAMS, C. H. 1967a. 'Nitrogen, sulphur and phosphorus-Their Interactions and Availability', International Society of Soil Science, Joint meeting of comission 2 (soil chemistry) and comission 4 (soil fertility and plant nutrition), Transactions, 93-111.p.
191. WITHERS, P. J. A., ZHAO, F. J., MCGRATH, S. P., EVANS, E. J., SINCLAIR, A. H., GOODING, M. J. (ed.), SHEWRY, P. R. 1997. Sulphur inputs for optimum yield of cereals. Optimising cereal inputs: its scientific Basis. Part I: Genetics and nutrition. Cirencester, UK, 15-17. December 1997. Aspects of Appl. Biol. 50: 191-198.p.

192. WU, J., O'DONNELL, A. G., SYERD, J. K. 1993. Microbial growth and sulphur immobilization following the incorporation of plant residues into soil. *Soil Biol. And Biochem.* 25, 11: 1567-1573.p.
193. YEATES, J. S. 1984. Sulphur needs of crops and pasture, *J. Agric, West. Australia* 25: 65-71.p.
194. ZARDI, G., BUCHER, M. 2001. Is it possible to increase S availability in the rhizosphere by genetic engineering of plant roots? COST Action 829: Plant sulphur metabolism at the beginning of the 21st. Century. Combined Meeting of Working Groups I. and II. 2001. February 2-3.p.
195. ZEHLER, E., KREIPE, H., GETHING, P. A. 1981. The importance of sulphur of plant growth. *Int. Pot. Ints.* 9 (108) 15-26.p.
196. ZHANG, G. Y., BRUMMER, G. M., ZHANG, X. N. 1996. Effect of perchlorate, nitrate, chloride and pH on sulfate adsorption by variable-charge soils. *Geoderma* 73, 3-4: 217-229.p.
197. ZHAO, F. J., MCGRATH, S. P., SALMON, S. E., SHEWRY, P. R., QUAYLE, R., WITHERS, P. J. A., EVANS, E. J., MONOGHAN, J. 1997. Optimising sulphur inputs for breadmaking quality of wheat. *Aspects of Applied Biology.* 50. 14.ref. 199-205.p.
198. ZHAO, F. J., SALMON, S. E., WITHERS, P. J., MONOGHAN, J. M., EVANS, E. J., SHEWRY, P. R., MCGRATH, S. P. 1999. Variation in the breadmaking quality and rheological properties of wheat in relation to sulphur nutrition under field conditions. *Journal of Cereal Science.* 30 (1). 21.ref. 19-31.p.
199. ZHAO, F. J., WITHERS, P. J. A., EVANS, E. J., MONOGHAN, J., SALMON, S. E., SHEWRY, P. R., MCGRATH, S. P. 1997. Sulphur nutrition: An important factor for the quality of wheat and rapeseed. *Soil Sci. Plant Nutr.* 43. 1137-1142.p.
200. ZHAO, F., SALMON, S. E., WITHERS, P. J. A., EVANS, E. J., MONOGHAN, J. M., SHEWRY, P. R., MCGRATH, S. P., ZHAO, F. J. 1999. Responses of breadmaking quality to sulphur in three wheat varieties. *Journal of the Science of Food and Agriculture.* 1999. 79 (13) 21.ref. 1865-1874.p.