

DOKTORI (PhD) ÉRTEKEZÉS

BARKÓCZI MARGIT

**MOSONMAGYARÓVÁR
2004**

**NYUGAT-MAGYARORSZÁGI EGYETEM
MEZŐGAZDASÁG- ÉS ÉLELMISZERTUDOMÁNYI
KAR
MOSONMAGYARÓVÁR
KÉMIA TANSZÉK**

*Precíziós növénytermesztési módszerek
doktori program*

Programvezető:

Dr. Kuroli Géza
MTA doktora

*Növényvédelmi módszerek és növénykezelések precíziós
termelésorientált integrálása
doktori alprogram*

Alprogramvezető:

Dr. Kuroli Géza
MTA doktora

Témavezető:

Dr. habil Szakál Pál
egyetemi tanár, a mezőgazdasági tudomány kandidátusa

**RÉZ-KOMPLEX VEGYÜLETEK LIGANDUM HATÁSÁNAK
VIZSGÁLATA AZ ŐSZI BÚZA HOZAMÁRA ÉS MINŐSÉGÉRE**

Készítette:

DR. BARKÓCZI MARGIT

Mosonmagyaróvár
2004

RÉZ-KOMPLEX VEGYÜLETEK LIGANDUM HATÁSÁNAK VIZSGÁLATA AZ ŐSZI BÚZA HOZAMÁRA ÉS MINŐSÉGÉRE (KIVONAT)

A minőségi és a mennyiségi növénytermesztés csak tudatos és korszerű tápanyagellátás mellett valósítható meg. A három legfontosabb makro tápanyag N, P, K mellett az esszenciális mikroelemekre is, így kiemelten a rézre mind nagyobb figyelmet kell fordítanunk, mivel a biokémiai folyamatokban elsődlegesen mint enzimalkotóként betöltött szerepe fontos. Magyarország talajai rézből hiányosak, így a hiánytünetek megszüntetésére réz pótlást kell végeznünk, mivel ellenkező esetben hozam csökkenéssel és minőség romlással számolhatunk.

Réz pótlási kísérleteket végeztünk három éven keresztül réz-tetramin-hidroxid-, réz-szacharóz-komplex, valamint réz-ioncserélt szintetizált zeolit felhasználásával Komáromban a SOLUM Rt. területén rézből hiányos Duna öntéstalajon.

Az őszi búza növényénél végzett lombtrágyázási kísérletek két fenológiai fázisban (bokrosodáskor és virágzáskor) kerültek beállításra 10 m².es parcellákon, véletlen blokk elrendezésben, négy ismétlésben. Az alkalmazott réz dózisok 0,1, 0,3, 0,5 1,0 kg/ha.

A bokrosodáskor végzett réz-kezelések hatására a hozamok emelkedtek, a réz-ioncserélt szintetizált zeolit esetében a jelentősebb hozamnövekedés csak magasabb réz-dózis esetén mutatható ki. Kedvezőbb hozamnövekedést értünk el a virágzáskori lombkezelés hatására, ez esetben a réz-szacharóz komplex biztosította a legkedvezőbb hatást 0,3 kg/ha réz-dózis mellett. A fehérje-tartalom emelkedett a réz-kezelések hatására, a bokrosodáskori kezelésben kaptuk a legnagyobb növekedést.

A nedves sikér tartalom a réz-kezelések hatására emelkedett, a legjelentősebb növekedést a virágzáskori kezelésben kaptuk réz-szacharóz komplex esetében 0,3 kg/ha réz-dózisnál.

A sütőipari értékszámot vizsgálva megállapítható, hogy a réz vegyületek jó hatással voltak. Szignifikáns növekedést a virágzáskori kezelésben réz-szacharóz komplex alkalmazásánál kaptunk, 0,3 kg/ha-os réz-dózisnál.

A réz ioncserélt szintetizált zeolit bokrosodáskori fázisban történő alkalmazása kedvező a vizsgált paraméterekre. Megállapításaim szerint magasabb dózisok kedvezőbb eredményeket biztosítanak.

Az alkalmazott réz-komplex vegyületek hulladékból kerültek előállításra, gazdaságosan felhasználható lombtrágyaként az őszi búza kezelésére.

**THE STUDY OF LIGAND EFFECTS OF COPPER COMPLEXES
ON THE YIELD AND QUALITY OF WINTER WHEAT
(ABSTRACT)**

We carried out field experiments for studying the effect of copper-tetramine-hydroxide, copper-saccharose and copper-ion-exchanged zeolite on the yield and quality of winter wheat.

The experiments included treatments at two phenological phases – tillering and flowering – and were carried out in copper deficient Danube alluvial soil in Komárom between 2000 and 2002.

On the basis of the experiment we can establish that due to copper supplementation, the yield, the raw protein content and the gluten content of wheat increased and baking quality improved. The highest and most significant increase was measured when copper-saccharose was applied at the phenological phase of flowering in a dose of 0.3 kg ha^{-1} .

TARTALOM

	Oldal
1. BEVEZETÉS	1.
2. A TÉMA IRODALMI ÁTTEKINTÉSE	5.
2.1. <i>Talajtermékenység</i>	5.
2.2. <i>Tápanyagigény</i>	6.
2.3. <i>Növényi tápanyagfelvétel</i>	7.
2.3.1. <i>Gyökéren keresztüli tápanyagfelvétel</i>	8.
2.3.2. <i>Levélen keresztüli tápanyagfelvétel</i>	9.
2.4. <i>Réz mikroelem</i>	12.
2.4.1. <i>A talajok réz mikroelem-ellátottsága</i>	12.
2.4.2. <i>A réz szerepe az enzimműködésben</i>	14.
2.4.3. <i>A réz szerepe a növényi szervezetben</i>	17.
2.4.4. <i>Réz kationok adszorpciója agyagásványon</i>	19.
2.4.5. <i>A réz és a növény kapcsolata</i>	20.
2.5. <i>Réz tartalmú vegyületek hulladékból történő újrahasznosítási lehetőségei</i>	23.
2.5.1. <i>Réz-vegyület formák, melyek hulladékként keletkeznek</i>	23.
2.5.1.1. <i>Réz-oxid</i>	23.
2.5.1.2. <i>Réz-szulfid</i>	23.
2.5.1.3. <i>Réz-szulfát</i>	23.
2.5.1.4. <i>Réz-klorid</i>	24.
2.5.1.5. <i>Réz-hidroxid</i>	24.
2.6. <i>Réz-komplexek jellemzése</i>	25.
2.6.1. <i>Réz-amin-komplex</i>	25.
2.6.2. <i>A réz biológiailag aktív ligandumokkal képzett komplexei</i>	27.
2.6.2.1. <i>A szénhidrátok komplexeiről</i>	27.
2.6.2.2. <i>Az aminosavak komplexeiről</i>	30.
2.6.2.3. <i>A peptidek fémkomplexeiről</i>	33.
2.7. <i>A liszt minősége és annak meghatározása</i>	36.
2.7.1. <i>Fehérjetartalom</i>	36.
2.7.2. <i>Vizsgálatok a liszt minőségére</i>	39.
2.7.3. <i>Műtrágyázás és az agrotechnikai tényezők hatása a liszt minőségére</i>	40.
2.7.4. <i>Réz-vegyületek hatása a búza és a liszt minőségére</i>	42.
2.8. <i>A zeolitok és szerkezetük</i>	47.

3.	ANYAG ÉS MÓDSZER	51.
3.1.	<i>Kisparcellás kísérletek réz-amin és réz szacharóz komplexekkel</i>	51.
3.1.1.	<i>Amin és szacharóz ligandumú komplexek előállítása</i>	51.
3.1.1.1.	<i>Amin-komplex előállítása</i>	51.
3.1.1.2.	<i>Réz-szacharóz komplex előállítása</i>	52.
3.1.2.	<i>Kisparcellás kísérletek réz-tetramin és réz-szacharóz komplexekkel</i>	52.
3.2.	<i>Kisparcellás kísérletek réz ioncserélt zeolittal</i>	54.
3.2.1.	<i>Réz ioncserélt zeolit előállítása</i>	54.
3.2.2.	<i>Lombtrágyázási kísérletek réz-ioncserélt zeolittal</i>	54.
4.	EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK	56.
4.1.	<i>2000. év kísérleti eredményeinek értékelése</i>	56.
4.1.1.	<i>A bokrosodáskor végzett kezelések hatása az őszi búza értékmérő tulajdonságainak alakulására</i>	56.
4.1.1.1.	<i>A hozam alakulása a kezelések hatására</i>	56.
4.1.1.2.	<i>A nyersfehérje-tartalom alakulása a kezelések hatására</i>	57.
4.1.1.3.	<i>A nedvessikér tartalom alakulása a kezelések hatása</i>	59.
4.1.1.4.	<i>A sütőipari értékszám alakulása a kezelések hatására</i>	60.
4.1.2.	<i>A virágzáskor végzett kezelések hatása az őszi búza értékmérő tulajdonságainak alakulására</i>	61.
4.1.2.1.	<i>A hozam alakulása a kezelések hatására</i>	61.
4.1.2.2.	<i>A nyersfehérje-tartalom alakulása a kezelések hatására</i>	62.
4.1.2.3.	<i>A nedvessikér tartalom alakulása a kezelések hatása</i>	63.
4.1.2.4.	<i>A sütőipari értékszám alakulása a kezelések hatására</i>	64.
4.2.	<i>2001. év kísérleti eredményeinek értékelése</i>	65.
4.2.1.	<i>A bokrosodáskor végzett kezelések hatása az őszi búza értékmérő tulajdonságainak alakulására</i>	65.
4.2.1.1.	<i>A hozam alakulása a kezelések hatására</i>	65.
4.2.1.2.	<i>A nyersfehérje-tartalom alakulása a kezelések hatására</i>	66.
4.2.1.3.	<i>A nedvessikér tartalom alakulása a kezelések hatása</i>	67.
4.2.1.4.	<i>A sütőipari értékszám alakulása a kezelések hatására</i>	69.
4.2.2.	<i>A virágzáskor végzett kezelések hatása az őszi búza értékmérő tulajdonságainak alakulására</i>	70.
4.2.2.1.	<i>A hozam alakulása a kezelések hatására</i>	70.
4.2.2.2.	<i>A nyersfehérje-tartalom alakulása a kezelések hatására</i>	71.
4.2.2.3.	<i>A nedvessikér tartalom alakulása a kezelések hatása</i>	72.
4.2.2.4.	<i>A sütőipari értékszám alakulása a kezelések hatására</i>	72.

4.3.	2002. év kísérleti eredményeinek értékelése	74.
4.3.1.	<i>A bokrosodáskor végzett kezelések hatása az őszi búza értékmérő tulajdonságainak alakulására</i>	74.
4.3.1.1.	<i>A hozam alakulása a kezelések hatására</i>	74.
4.3.1.2.	<i>A nyersfehérje-tartalom alakulása a kezelések hatására</i>	75.
4.3.1.3.	<i>A nedvessikér tartalom alakulása a kezelések hatása</i>	76.
4.3.1.4.	<i>A sütőipari értékszám alakulása a kezelések hatására</i>	76.
4.3.2.	<i>A virágzáskor végzett kezelések hatása az őszi búza értékmérő tulajdonságainak alakulására</i>	78.
4.3.2.1.	<i>A hozam alakulása a kezelések hatására</i>	78.
4.3.2.2.	<i>A nyersfehérje-tartalom alakulása a kezelések hatására</i>	79.
4.3.2.3.	<i>A nedvessikér tartalom alakulása a kezelések hatása</i>	80.
4.3.2.4.	<i>A sütőipari értékszám alakulása a kezelések hatására</i>	81.
4.4.	2000-2002. évek kísérleti eredményeinek átfogó értékelése	82.
4.4.1.	<i>A bokrosodáskor végzett kezelések hatása az őszi búza értékmérő tulajdonságainak alakulására</i>	82.
4.4.1.1.	<i>A hozam alakulása a kezelések hatására</i>	82.
4.4.1.2.	<i>A nyersfehérje-tartalom alakulása a kezelések hatására</i>	84.
4.4.1.3.	<i>A nedvessikér tartalom alakulása a kezelések hatása</i>	86.
4.4.1.4.	<i>A sütőipari értékszám alakulása a kezelések hatására</i>	87.
4.4.2.	<i>A virágzáskor végzett kezelések hatása az őszi búza értékmérő tulajdonságainak alakulására</i>	89.
4.4.2.1.	<i>A hozam alakulása a kezelések hatására</i>	89.
4.4.2.2.	<i>A nyersfehérje-tartalom alakulása a kezelések hatására</i>	91.
4.4.2.3.	<i>A nedvessikér tartalom alakulása a kezelések hatása</i>	93.
4.4.2.4.	<i>A sütőipari értékszám alakulása a kezelések hatására</i>	94.
4.5.	Réz-ioncserélt szintetizált zeolit hatása a búza hozamára és nyersfehérje-tartalmára	95.
4.5.1.	<i>Hozam változása az ioncserélt zeolittal történt kezelés hatására</i>	95.
4.5.2.	<i>A nyersfehérje-tartalom változása az ioncserélt zeolit hatására</i>	97.
5.	ÖSSZEFOGLALÁS	100.
6.	ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK	103.
7.	IRODALOM	105.
MELLÉKLET		

1. BEVEZETÉS

Az emberi fejlődés fontos mérföldköve volt, mikor a növények termesztésével kezdett foglalkozni. A történelem során fokozódott az igény, hogy adott területről minél több és értékesebb termést tudjunk betakarítani. A cél elérésének lehetőségét elsősorban a talaj termékenységének növelésében keressük. Ezen célok megvalósításához ismerni kell a talaj tápanyag ellátottságát, illetve tápanyag szolgáltató képességét. Az optimális növénytaplálás alapvető feltétele a tápláltsági állapot számszerűsített ismerete. Ehhez szükséges az adott növekedési stádiumban jellemző tápelem koncentrációk, illetve tápelemek pontos meghatározása (Jolánkai 2003, Kádár 1994, Sárdi és Balinkó 2003).

Az őszi búza (*Triticum aestivum* L.) hazánk legnagyobb területen termesztett kultúrnövénye. Az exportképesség megőrzése céljából mind nagyobb gondot jelent a minőség romlása, mely nemcsak az időjárási körülményeknek, hanem a hiányos tápanyagellátásnak is következménye (Kádár, 1992).

Ma már a növénytermesztés tápanyag-gazdálkodási problémái szinte megoldhatatlan gondokat okoznak a termelőknek, ezért nagyon fontos, hogy meglévő lehetőségeinket mind gazdaságosabban használjuk ki.

A minőségi és mennyiségi növénytermelés csak korszerű és tudatos tápanyagellátás mellett valósítható meg. A három legfontosabb makro tápanyag N, P, K mellett mind nagyobb figyelmet kell fordítanunk a mikroelemek ellátottságára is.

Az intenzív növénytermesztés, a korszerű feldolgozóipar, a nagyüzemi állattenyésztés kialakítása, valamint az urbanizáció következtében a talajból kivont esszenciális elemek nagy része nem kerülhet vissza. A hiányok csak tovább növekednek kimosódással (öntözés, savas eső, stb.). Sir Hugh Plat 1590-ben felismerte, hogy a trágyából kioldott anyagok hatással vannak a növény fejlődésére. Woodward 1699-ben bizonyította, hogy minél több oldott anyagot (sót) tartalmazott a tápközeg, annál erőteljesebben fejlődtek a növények. A növényeknek talajon keresztül történő táplálására az 1850-es évektől került sor a korszerű kémiai ipar kialakulásával.

A mesterséges trágyák három legfontosabb tápeleme az N, P, K. A megfelelő növényi fejlődés csak e három komponens biztosításával még nem valósítható meg, hanem – mint ezt Liebig óta tudjuk – az egyéb esszenciális tápelemeket és azok megfelelő arányát is biztosítani kell. Az elmúlt években világviszonylatban és hazánkban is egyre több kutató foglalkozik a növények mikroelem ellátottságával és vizsgálják a hiánytünetek hatásait

Mikroelem pótlásra leginkább szulfát- és klorid-tartalmú vegyületeket használnak, melyek nem minden esetben kedvezőek a növény számára, anionjaik néhány kultúrára károsan hatnak, elsősorban a kialakuló savjaik erősen perzselő hatásával kell számolnunk. Ezt figyelembe véve a különböző gyártó cégek a mikroelemeknek újabb és újabb vegyületeit hozzák létre a jobb felvehető képesség biztosítása érdekében, figyelembe véve azt a tényt is, hogy lúgos és savanyú talajok esetében másképp alakul a tápanyagfelvétel. Levélen keresztüli tápanyag

jobb visszapótlása végett a megfelelő komplex vegyületek alkalmazása került előtérbe.

Talajkezelésre is célszerű különböző típusú kelátokat alkalmazni, de a felhasználásuknak gátat szab a magas ár. Néhány esetben az alkalmazott komplex vegyületek nagy stabilitása (pl. EDTA) továbbá magas ára miatt a kijuttatott kis mennyiségek a kívánt hatást nem biztosítják.

Kísérleteim során három éven át vizsgáltam a különböző fenológiai fázisban kijuttatott réz-tetramin-hidroxid, réz-szénhidrát-komplex, valamint a réz-amin ioncserélt szintetizált zeolitnak a hatását a búza hozamára és minőségére. A réz-tetramin-hidroxidnak a mezőgazdasági célú eredményes felhasználását már évek óta vizsgálják a NYME Kémia Tanszékén. Munkám során további réz-komplex vegyületeknek, új típusú ligandumoknak a hatását vizsgáltam meg. Így került előállításra és felhasználásra a réz szénhidrát komplex. E komplex vegyület, mint új típusú vegyület került kifejlesztésre a Szegedi Egyetem Szervetlen és Analitikai Tanszékén, melynek a mezőgazdaságban történő felhasználhatóságát vizsgálom közel tíz éve. Az előállított komplex stabilitása nem volt megfelelő. A kísérleti munkánk során sikerült egy stabil réz-szénhidrát-komplexet előállítani a NYME Kémia Tanszéken. Az így előállított komplex-vegyülettel tudtuk megvalósítani a növénytáplálási kísérleteinket, továbbá végeztem a réz-amin a réz-anionok ioncserélt szintetizált zeolitnak a NYME Kémia Tanszéken történő előállítását. E vegyületnek a fizikai és kémiai tulajdonságának ismeretében kerestem a választ a mezőgazdaságban történő felhasználhatóságára.

A különböző ligandumú vegyületeknek a kijuttatása bokrosodáskori, valamint virágzáskori fenológiai állapotban történt. A kísérletek beállítását dunai öntéstalajon, Komáromban végeztük, szabadföldi kisparcellás kísérletekben.

2. A TÉMA IRODALMI ÁTTEKINTÉSE

2.1. Talajtermékenység

A növények fejlődéséhez tápanyagra van szükség. A tápanyagokat elsősorban a talajból veszik fel. A talaj a növényzet alapvető élettere. A legfontosabb tulajdonsága a termékenység, az a képesség, hogy kellő időben és a szükséges mennyiségben képes-e ellátni a növényeket vízzel és tápanyaggal (Stefanovits 1992).

A talaj termékenységét mindazon talajtulajdonságok és a talajban lejátszódó folyamatok határozzák meg, melyek kisebb-nagyobb mértékben szükségesek a növények optimális életfeltételeinek biztosításához. A talajtermékenységre a termés mennyiségi és minőségi tulajdonságai alapján is következtethetünk (Heckenast 1988).

Vizsgálatok alapján bizonyított, hogy minél nagyobb a talaj termékenysége, annál inkább képesek a külső körülmények a kedvező vagy kedvezőtlen hatásukat kifejteni.

A talajok természetes termékenységének kihasználását nagymértékben befolyásolja az ember a tudatos tevékenységével. A kialakított termesztéstechnológiák a termőképességet javító, vagy rontó folyamatokat eredményezhetnek, melyek lehetnek irreverzibilisek, így jótéhatetlen károkat okoznak a környezetben (Németh 2002). A talajtermékenység kialakulásában fontosak a szerves vegyületek (Németh 1996). A talaj szerves anyagai

- nem humusz anyagok (fehérjék, aminosavak, szénhidrátok, zsírok, viaszok, lignin, stb.)

- humusz anyagok (fulvosavak, huminsavak, humin)

A talaj szervesen alkotói, főleg agyagásványok és szervesen vegyületek. A különböző talajkolloidok képesek a rácsban, rácsközben, valamint a felületükön fizikai és kémiai úton az ionok megkötésére, melyek képesek jól hozzáférhető tápanyag biztosításra, közvetlenül vagy mállásuk során (Mengel 1972, Tisdale és Nelson 1966).

2.2. Tápanyagigény

A növények tápanyagigényén azt a tápelem-mennyiséget értjük, amelyet a növény felvesz a tervezett termésmennyiség eléréséhez. A tápanyagigény közel azonos azzal a tápelem-mennyiséggel, amely a teljes növényben (föld feletti és föld alatti növényi részekben együttesen) abban a fejlettségi állapotban van, amikor a felvett tápelem-mennyiség a legnagyobb.

A tápanyagigényt általában valamekkora termésmennyiségre szokás megadni. Az egy tonna termésre megadott tápanyagigény adja a fajlagos tápanyagigényt.

Egy növénykultúra, fajta esetén, ha a hozamok különbözőek is, de a különböző tápelem-arányok mégis meglepően hasonlóak. A tényleges tápanyagigény a tápelemek közötti kölcsönhatásokon túlmenően egyéb termesztési körülményektől is függ. Ennek értéke az adott körülmények között maximális termést adó növényállomány elemi összetételéből állapítható meg (Kádár et. al. 1981, Buzás 1987, Szakál et al. 1998a).

A tápelemek a talajban közvetlen felvehető ion-, vagy vegyületeik és részben nem felvehető formában találhatók. A nem felvehető forma is mehet át olyan átalakuláson, hogy az a növény számára felvehetővé váljon.

A különböző tápelemeknek a növények számára való hozzáférhetőségét elsősorban a talaj pH-ja, fizikai és kémiai ásványtani összetétele, valamint a benne lejátszódó biológiai és biokémiai folyamatok határozzák meg (Kemenesy 1972, Pálmai és Horváth 1998, Reisinger et al. 1998).

A tápelemek közötti kölcsönhatások következtében az egyes tápelem igények nem függetlenek egymástól. Ezért a növény igényét valamely tápelemből csak a hozzá tartozó összes többi tápelem-igénnyel együtt lehet megadni. (Kádár et al. 1999))

2.3. Növényi tápanyagfelvétel

A növények a felépítésükhöz szükséges anyagokat a környezetükből veszik fel. A föld feletti rész a légtérből a levélen keresztül (pl. levéltrágyával, esőből, levegőből) valamint a talajból a gyökéren keresztül.

A növényi tápanyagok felvételét bizonyos „válogató” tevékenység előzi meg, ami nagyon bonyolult összefüggésben van a növényben lejátszódó építő- és lebontó folyamatokkal. A növényben nemcsak az építő jellegű folyamatok, hanem ezekkel párhuzamosan a lebontó folyamatokon keresztül a felépített vegyületek lebontása is folyik (Peczник, 1976).

A növények a tápanyagok zömét a talajból veszik fel, melyek fő forrása a kőzetek és ásványok fizikai és kémiai mállásából, valamint a talaj szerves anyagainak bomlásából keletkező anyagok.

A tápanyagfelvételt nagymértékben meghatározza a talaj szerkezete, összetétele, ezen belül is az agyag frakciója és kémiai összetétele, a humusz, a talaj víztartalma, talajoldat összetétele, pH, stb. A tápanyagfelvételben jelentős szerepet játszanak a mikrobák is.

Hiltner (1904) leírta, hogy a magasabb rendű növények gyökérzetének körzetében a mikrobák száma 10-100-szor nagyobb értéket is elérhetnek a gyökérmentes talajhoz viszonyítva. A gyökérrendszerben passzív és aktív anyagcsere-folyamat zajlik, mely befolyásolja a növényi tápelem-ellátottságot (Biró et al. 1993., Biró 2003.). Az elemfelvétel számos környezeti tényező mellett a mikrobák aktív és passzív életfolyamatai és a növények közötti kölcsönhatás alapján is megvalósul. (Vivas et al. 2003)

A mikrobáknak az elem felvételében betöltött szerepét mind több kutató tanulmányozza az utóbbi időben. A rizobaktériumok és gombák a makro- és mikroelemek transzlokációját tápanyagszegény viszonyok között növelhetik (Biró 2003, Németh et. al. 1993, Lehoczky és Debreceni 2003, Kádár et. al. 2001).

2.3.1. Gyökéren keresztüli tápanyagfelvétel

A növények a tápanyagok legnagyobb részét hajszálgyökereiken keresztül a talajból veszik fel. A növényeknek ezek a szervei mindig nagyon fiatal sejtekből állnak, mert élettartamuk rövid (2-3 nap).

Állandóan megújulva mindig újabb és újabb talajrészekkel és talajoldatokat tartalmazó pórusokkal érintkeznek. Ezek a gyökerek állandóan változó arányban veszik fel a vizet és a különböző ionokat a föld feletti részek szabályozása szerint, melyet meghatároz a hőmérséklet, légmozgás, fény, stb.

A hajszálgyökerek az ionokat közvetlen adszorpció révén, vagy a gyökerek által termelt különböző vegyületekkel történő reakciója révén veszik fel. A felületen történő adszorpciót az ion elektromos töltése szabályozza, a sejthártyán való átjutását pedig a sejtben lejátszódó életfolyamatok határozzák meg. A talajból felvett tápanyagok bekerülve a szállítórendszerbe, transzspirációs áramlással a növény részeibe kerülnek. A folyamat pontos mechanizmusa még ma sem ismert (Búzás 1987).

Az esszenciális elemek a sejtek redox-rendszerének fontos elemei. Mivel az anyagcserét, az ott lejátszódó kémiai reakciókat enzimek katalizálják várható, hogy ezeknek a szerepe a transzportfolyamatokban is kiemelt.

A mikroelemek szerepe széles körű, többek között az esszenciális enzimek faktorként is szabályozzák a sejt ioncseréjét (pl. ha csökken az extracelluláris Zn, azt a sejt falban kötött Zn-el pótolja).

2.3.2. Levélen keresztüli tápanyagfelvétel

A növény levélzetének elsődleges feladata a fotoszintézis, valamint a szabályozott transzspiráció lebonyolítása. A szerkezeti felépítése folytán csak bizonyos feltételek mellett és korlátozott mértékben képesek a tápanyagfelvételre. Eredményes levélen keresztüli növénytáplálás csak

helyesen megválasztott vegyületekkel és adott körülmények között lehetséges.

A levél felületét a kutikula borítja, mely kémiaiilag nem egységes anyag, vízben oldhatatlan, holt anyagból kialakult réteg. Az epidermisz sejtekből kiválasztott nagyobb molekulású zsírsavak és alkoholok észtereiből áll. A kutikularéteg permeabilitása csökken a levél korával. A kutikula alatt a bőrszövet, az epidermiszövet következik, melynek funkciója a fényfelvétel, vízmegkötő, kapaszkodó, de a tápanyagfelvétel is jelentősen szabályozza. Az epidermiszsejtek zárt sorát légzőnyílások (sztómák), és egyes növényekben víznyílások (hidatodák) szakítják meg. A légzőnyílások működését közvetlenül a különleges záró sejtek protoplazmájának hidratációja, azaz duzzadási foka szabályozza. Ezt közvetlenül a sejtek vízellátottsága, közvetve a megvilágítás, illetve a fotoszintézis befolyásolja. A záró sejtek duzzadt állapotában és megvilágított állapotában, amikor a fotoszintézis történik, a sztómák nyitottak. A járatokban adott esetben fordított irányú nedvzáramlás tapasztalható, s így a víz-, illetve tápanyagfelvétel ezen az úton is történhet. (Péterfi 1966, Tukey et al. 1962, Ferencz et al. 1964)

Az oldatok, ionok kutikulán való áthaladása történhet:

- A légzőnyíláson keresztül áthaladás nem jelentős mivel a légzőnyílások a sejtközi terekkel vannak kapcsolatban, így a kétirányú gázdifúzió gátolja a tápanyag bejutását.
- A bőrszövet turgor (duzzadási) állapotával szabályozva lehetőséget biztosít az ionoknak a sejtfa elérésére.

A tápanyag ionok a sejtfalon átjutva adszorptíve megkötődnek, majd a protoplazmába jutnak. Ezt a folyamatot a pH erősen befolyásolja.

A leveleken felvett ionok mozgása nagymértékben különbözik egymástól. Az alkálifémek (K, Na), a halogének (Cl), a kén és a foszforsav mozgékonyak, az alkáliföldfémek (Ca, Mg) alig mozdulnak el a felvétel helyétől, a különböző nehézfémek (Fe, Cu, Mn) átmenetet képeznek az előbbi két csoport között.

A növény levelein történő tápanyagfelvétel során a felületről a tápanyag hamar, a felhasználás helyére, a levélsejtekbe kerül. Ennek során a következő lehetőségekkel számolhatunk:

- a növényen mutatkozó hiánytünetek gyors megszüntetése, és az azzal járó rendellenességek csökkentése illetve megszüntetése
- a termés mennyiségének és minőségének befolyásolása

Szakál és Pécsi (1993) megállapításai szerint a levéltrágyázás hatására bekövetkező fő tápanyagfelvételt nagymértékben befolyásolja az időjárási körülmények. Eső, köd, harmat segíti a tápanyagfelvételt, mely a levegő széndioxid tartalmának hatására tovább fokozódhat.

2.4. Réz mikroelem

2.4.1. A talajok réz mikroelem-ellátottsága

A talajok mikroelem-tartalmát a talajt alkotó kőzeteknek a mállása során felszabaduló mikroelem-tartalma határozza meg. A földkéreg átlagos réz-tartalma kb. 55 mg/kg. A talajok réztartalma 10-80 mg/kg között változik (Mortwedt et al. 1972, Adriano, C.D. 1986, Bowen, H.J.M. 1979, Győri 1984.). A növények számára hozzáférhető, mozgékony formában a réznek csak kis hányada található. A hazai mikroelem-kutatásban úttörő munkát végzett Dr. Keresztény Béla Mosonmagyaróváron az Agrártudományi Egyetem Kémia és Talajtani Tanszékén (Keresztény 1950, 1971). A mikroelemek jelentőségét, a növénytáplálásban betöltött szerepét és hatásait Tölgyessy György foglalta össze (Tölgyessy 1969). A hazai kutatásokra nagy hatással voltak a mikroelem-trágyázás témakörével foglalkozó Katalümov (1965), valamint Bergman (1968) mikroelem-szaktanácsadási munkái.

Hazánk talajainak réztartalma széles határok között mozog. A felső szántott réteg 12-102 kg rézet tartalmaz hektáronként. A mozgékony rézforma kb. ennek az 1-2 %-a, 0,2-2 kg/ha (Győri 1962, Szabó et al. 1987).

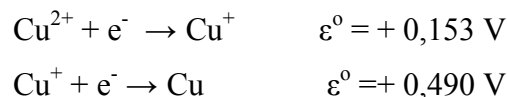
Tillér vizsgálatait szerint a magas nedvességtartalom következtében nő a réz, molibdén, a mangán és a cink mozgékonyasága. Így igen jelentősek lehetnek a kimosódási veszteségek.

Meszes talajokon (Kádár és Németh 2003), illetve meszezés hatására tovább csökkenhet a mozgékony réz mennyisége (Szakál et al.

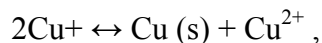
1997a, Reisinger et al. 1996). A réz pótlására, mint kiemelt esszenciális elem különböző vegyületeket használtak és annak hatásait vizsgálták (Debreczeni 1979, Karamanos et al. 1986, Martens 1985).

A talajok szerves anyagának a fulvósav része oldékony komplexet, míg a huminsav része oldhatatlan komplexet képezve gátolja a mikroelemeknek a felvehetőségét, ezzel csökkentve a közvetlenül felvehető réz mennyiséget. A réznek komplexképző képessége és nagyobb adszorpciós energiája miatt kis hányada van mozgékony formában.

A FAO-vizsgálatok alapján hazánk talajainak mozgékony réz-tartalma (– az ammónium-acetát-EDTA extrahálószerrel –) a nemzetközi összehasonlításban is alacsony értéket mutat (Sillanpaa 1982). A réz vegyületeiben és a kémiai folyamataiban kétféle oxidációs állapotban Cu^{2+} és Cu^+ ionként fordul elő. Vizes oldatban a Cu^{2+} ionok stabilis, kék színű, hidratált kation alakjában ($[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$) fordul elő. A réz(I)-ionok instabilisak, diszproporcionálódási hajlama jól értelmezhető a Cu^{2+} két lépcsőben lejátszódó redukciójával:



A pozitívabb standard redoxipotenciálú Cu^+/Cu oxidálja $\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}^+$ rendszert



ezért a reakció a diszproporcionálódás irányába tolódik el (Gergely et. al. 2001).

Különböző komplexképző ligandumok jelenlétében a réz(II)-, illetve a réz(I)-állapot egyaránt stabilizálódhat (Kőrös 1980). A komplexképződés során a ligandumok (Lewis-bázisok) donoratomjuk szabad elektronpárjával koordinálódik a fémanionokhoz (Lewis-svak) úgy, hogy a fémion hiányos elektronhéja az elektronpárt felveszi (Burger 1999). A réz(II) ionok az oxigén donoratomot tartalmazó ligandumokkal stabilis komplexet képeznek, amelyek színe legtöbbször kék vagy zöld (Greenwood és Earnshaw 1999).

2.4.2. A réz szerepe az enzimműködésben

Számos olyan biokémiai folyamatot ismerünk, amelyekben a fémionok fontos szerepet játszanak az élő sejtekben végbemenő, - létfontosságú – biokémiai reakciók szabályozásában és elősegítésben.

A fémionok elsődleges funkciója abban áll, hogy pozitív töltésük révén kapcsolatba tudnak lépni az élő szervezetben jelenlévő kisméretű, ill. nagyméretű molekulák negatív vagy elektron gazdag részeivel. Elsősorban a fehérjékkel léphetnek kapcsolatba. A fehérjék legáltalánosabb és legjelentősebb feladatai a szerkezetükhöz kapcsolt enzim-funkciók, melyek mint biológiai katalizátorok működnek. Az eddig ismert enzimek száma kb. 1600-ra tehető, ezeknek közel 1/3-a a fémiont vagy fémionokat tartalmaz, melyek többféle módon kötődhetnek a fehérjéhez:

- metalloenzimek: ha a fémionok igen erősen kapcsolódnak az aminosavak oldalláncaihoz, ezáltal szerkezetalkotókká válnak
- ezimaktiváló: ha a fémion nem szerkezetalkotó, de a jelenléte szükséges az enzimaktivitás létrejöttéhez.

A vas után a cink és a réz a legtöbbet tanulmányozott esszenciális elemek, úgy is, mint enzimalkotók. A legfontosabb metalloenzimek, valamint fémionnal aktivált enzimek a következők:

Cu^{2+} tartalmúak: Citokróm-c-oxidáz, superoxid-dizmutáz, polifenol-oxidáz, mono- és diamino-oxidáz, glutaminsav-dehidrogenáz, tirozináz, lizin-oxidáz, galaktóz-oxidáz, stb.

Zn^{2+} tartalmúak: szénsav-anhidráz, karboxipeptidáz, alkohol-dehidrogenáz, aciláz, hexokináz, ATP-áz, karboxiláz, DNS-áz, RNS-polimeráz, alkáli-foszfátáz, tejsavdehidráz, stb.

Eddig már több mint 200 enzimmél mutatták ki a réz és cink szerepét (Sprio 1983, Vahrenkamp 1988).

A réz jellemzően a sejtben zajló redoxifolyamatokban, a cink pedig a H-átviteli reakciókban játszik szerepet (Kőrös 1980). Savas esők hatására a kioldódó fémionok az enzimműködés gátlásával a növény fejlődésére közvetlen hatnak (Dessler és Börlitz 1986).

1. táblázat: Országos mikrotápelem mérleg t/év (Tölgyessy 1978)

Tápelem	Veszteség	Nyeresség	Tápelem-mérleg
Mn	2841	1275	-1566
Zn	1452	487	-965
B	797	215	-582
Cu	427	174	-253
Mo	24,8	7,4	-17,4

A réz- és a cinkhiány (ld. 1. táblázat) legnagyobb hányadban éppen a kiemelkedően jó termőképességű talajoknál jelentkezik. Mivel e területek a búza, kukorica és napraforgó termesztés szempontjából jelentősek, ezért a mikroelem pótlást folyamatosan biztosítanunk kell.

A különböző növényfajok a talajból a mikroelemeket különböző mértékben vonják ki. Ezen adatokat szemlélteti a 2. táblázat.

2. táblázat: Mikroelemek kivonása a talajból (teljes növény) (Pais, 1980)

Növényfaj	Kivont mennyiség (g/ha)				
	B	Cu	Mn	Mo	Zn
Gabonafélék	50-70	50-70	160-460	3-6	150-250
Burgonya	50-70	40-60	300-450	3-6	200-500
Cukorrépa	300-500	80-120	300-1000	4-20	300-600
Lucerna	500-700	70-90	400-500	5-20	400-600
Takarmányrépa	300-500	80-120	250-1000	4-20	300-600
Fűfélék	70-90	30-60	250-360	3-20	200-400
Lóbab	10-30	20-40	14-28	5-8	70-100

2.4.3. A réz szerepe a növényi szervezetben

A növények a rezes ion formában, vagy kelátszerű formában a gyökéren, valamint a levélen keresztül vehetik fel.

A réz nagy része (kb. 70 %-a) a gránumokban és a kloroplasztiszokban található meg (Pais 1980).

A mikroelemek mozgékonyága általában kicsi a növényekben – különösen igaz ez a légzési lánc aktiváló rézionjára - , és fontos, hogy a gyökér közelében a talaj elegendő könnyen felvehető mikroelemet tartalmazzon. Ez a hatás a kalászosoknál erősen érvényesül (Szakál 1987). A réznek nagyon fontos szerepe van a növényi életfolyamatokban. Olyan enzimek alkotórésze, ill. aktivátora, amelyek részt vesznek a transzspirációs anyagcserében és az elektrontranszportban. Továbbá fontos szerepet játszik a szénhidrát-, fehérje-, és a zsír anyagcserében is (Shkolnyik 1984). Így katalizálják többek között a flavonoidok redoxi reakcióit (Strack 1997).

A réz hatásának néhány fontosabb megnyilvánulási formája a növényekben.

- a réz hiányában csökken a polifenol-oxidáz aktivitása, ezáltal gátlódik a ligninszintézis, így a rendellenes sejtfal lignifikáció következménye, hogy csökken a szilárdsága, romlik a vízháztartása, ezáltal csökken a növény szárazságtűrő képessége. Judel (1962) a vizsgálatait alapján megállapította, hogy e hatások következménye a betegségekkel szembeni ellenállóság csökkenése.

- A réz hiányában a növények nitrogénfelvétele, a fehérjeszintézise gátolt (Kádár-Shalaby 1984, Szakál és Barkóczy 1988, Szakál et al. 1988).
- Hiányában a kinon redukciója gátolt, így az erőteljes a melanin-képződés következménye pl. a burgonya vágási felületének feketedése.
- A nitrit redukcióban való részvételével a nitrátoknak növényben való hasznosulását segíti.
- A cisztein és a cisztin oxidációját katalizálja, a diszulfidhidak kialakulásával a fehérje stabilizációt segíti.
- Védi a klorofillt a korai lebomlástól, nő az asszimilációs teljesítmény.

A faanyag vázszerkezetét alkotó szerves molekulák – a cellulóz, a poliózok és a lignin - mellett a flavonoidok is megtalálhatók. A faanyagban szervesetlen vegyületek, ionok is jelen vannak, melyek az életműködéshez nélkülözhetetlenek. A szervesetlen összetevők legtöbbször híg elektrolitok alakjában vesznek részt a szervezetek elektrokémiai és ozmózis egyensúlyainak, valamint sav-bázis egyensúlyának fenntartásában elősegítve a különböző kolloidok oldódását, és mint aktivátorok, illetve inhibitorok az enzimreakciókat is befolyásolják (Molnárné 2003, Gasztonyi-Lásztity 1993, Jungluth et. al 2000). A kvercetin, a rutin, és a robinetin a rézzel színes komplexet alkot, amely jelentős egy-egy fafaj színének kialakításában.

2.4.4. Réz kationok adszorpciója agyagásványon

Az agyagásványon a fémionok adszorpciós energiájának nagysága befolyásolja a mikroelem felvehetőségét. Az agyag és a kation közötti kötése erősséget a kation polarizálhatóságával lineárisan növekvőnek találták a kutatók.

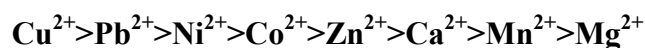
Azok a tanulmányok, amelyekben az egy, két és három vegyértékű kationok agyagon való kicserélhetőségét hasonlították össze, elvileg azt mutatták meg, hogy a nagyobb töltésű kationok előnyben részesülnek. Az adatok nem mindig követik ezt az irányzatot. Az ammónium- és a hidrogénionok néha előnyben részesülnek a jelentősen nagyobb töltésű kationokkal szemben, a különleges kölcsönhatások miatt.

Ennek oka, hogy a szervetlen kationok és az agyagfelület közötti kölcsönhatásokat befolyásolja:

- a hidratált sugár
- a töltés
- a hidratálási energia
- a különleges kölcsönhatások (pl. H^+ , NH_4^+)

Minél nagyobbak az első két paraméter értékei, és minél kisebbek a harmadikéi, annál erősebbek a kölcsönhatások (Swartzen-Allen és Matijevic 1974, Grim és Güven 1978).

A kationok adszorpciós energiája az alábbiak szerint csökken:



Vagyis a réz kötődik legerősebben az agyagásványon, ezzel is csökkentve a növények általi hozzáférhetőséget (Mitchel 1955). A talajban lévő szerves molekulák többféleképpen társulhatnak az agyag részecskéivel. A molekulát – az agyagrács ionon – dipolus erők, Van der Waals erők vagy a dehirogénkötések adszorbeáltatják. Komplexet is képezhet az agyag valamelyik ellenionjával, vagy ha ionizált állapotú, akkor az eredeti ellenionokkal léphet kation- agy anion kicserélődésbe (Swartzen-Allen és Matijevic 1974).

2.4.5. A réz és a növény kapcsolata

A századforduló előtt a rezet, mint növénymérget tartották számon. Millardet 1882-ben ismerte fel a réz fungicid tulajdonságát és Franciaországban, a Bordeaux város környéki szőlőkben alkalmazta először (innen ered a „bordói lé” elnevezés). Használata vezetett arra a megfigyelésre, hogy az oldat stimulálja a növény fejlődését. 1925-ben bizonyítást nyert, hogy a réz a növények és az állatok számára egyaránt esszenciális elem (Pais, 1980). A növények a rezet ion formában, vagy kelátszerű formában a gyökéren, valamint a levélen keresztül veszik fel. A réz nagy része (kb. 70 %-a) a gránumokban és a kloroplasztiszokban található meg (Mehler, 1951).

Heller és Duel 1958-ban különböző növényfajok levágott gyökerein megállapította, hogy a réz a legtöbb kationt kiszorította és nagyon erősen kötődik a növényi gyökerekhez. Ezzel függhet össze,

hogyan a növényi részek közül a gyökerek jelentős mennyiségű rézet tartalmaznak (Ruschel, 1986). A generatív szöveteket vizsgálva kiderült, hogy a gabonaszemek embrióját alkotó szövetei 2,5-szer annyi rézet tartalmaznak, mint az endospermium. A Gramineák pollentartalmú portokjai rézben gazdagok.

Azok a gabonafajták, amelyek fehérjetartalma magasabb, erősebb érzékenységet mutatnak a réz hiányára, mint amelyek szemfehérjéje alacsony. A gabonafélék Cu-hiányra való érzékenysége fajonként, de fajtánként is nagy szóródást mutat. Az érzékenység sorrendje a következő: zab, árpa, búza, rozs. Mivel a mikroelemek mozgékonyasága általában kicsi a növényekben – különösen igaz ez a légzési lánc aktiváló rézionjára -, ezért fontos, hogy a gyökér közelében a talaj elegendő könnyen felvehető mikroelemet tartalmazzon. ez a hatás a kalászosoknál erősen érvényesül (Szakál 1987).

A növényekben a különböző elemek más-más sebességgel mozognak. A mozgékonyabb elemek a fiatalabb részekbe hamarabb eljutnak és így ott nagyobb lesz a koncentrációjuk, míg az idősebb részekbe, ahol lassabb a nedvkeringés, kevésbé jutnak el, így helyi hiány léphet fel. A nem mozgékony elemek éppen fordítva hatnak, a fiatalabb részekben még nincs belőlük megfelelő mennyiségű, így ott hiány léphet fel belőlük.

Az elemek mozgékonyasága a következőképpen alakul a növényekben:

- mozgékony: N, P, K, Mg
- váltakozva mozgékony: S, Cu, Zn, Mo, Fe
- nem mozgékony: Ca, B, Li, Sr

A réz specifikus élettani hatását kis ionátmérvével, viszonylag nagy atomtömegével, változó vegyértékével és komplexképzési hajlamával magyarázzák (Loch és Nosticzius 1992).

A réznek – hasonlóan más fémionokhoz – elsődleges funkciója abban áll, hogy pozitív töltése révén kapcsolatba lép az élő szervezetben jelentős kis-, illetve nagyméretű molekulák negatív vagy elektron gazdag részeivel, elsősorban fehérjékkel. A fehérjék legáltalánosabb és legjelentősebb feladatai a szerkezetükhöz kapcsolt enzimfunkciók, melyek mint biológiai katalizátorok működnek. A több mint 1800 ismert enzim közel egyharmada fémiont tartalmaz. A vas után a cink és a réz a legtöbbet tanulmányozott esszenciális elemek, úgy is, mint enzimalkotók (Pais 1980).

2.5. Réz tartalmú vegyületek hulladékból történő újrahasznosítási lehetőségei

Az ipar számos területén keletkeznek réz-tartalmú hulladékok, melyek megfelelő átalakítással, újrahasznosítással alkalmassá válhatnak, mint réz-tartalmú mikroelem-pótló anyagok. A műtrágya készítményekben történő felhasználás szempontjából a fém réz közvetlenül nem, csak vegyület formában használható fel. A szilárd és folyadék halmazállapotú réz- és cink-vegyületek és komplexek lehetnek jelentősek az újrahasznosítás számára.

2.5.1. Réz-vegyület formák, melyek hulladékként keletkeznek

2.5.1.1. Réz-oxid

A növény számára e vegyületformából a réz mikroelem nem válik jól hozzáférhetővé. Az átalakítás költséges, így ezzel a vegyületformával nem célszerű számolnunk.

2.5.1.2. Réz-szulfid

Közvetlen mikroelem-forrásként nem alkalmazható. Megfelelő vegyületté történő átalakítás után felhasználható, de a technológia költséges és erősen környezetszennyező. A réz-szulfidból felszabaduló kén-hidrogén a növények számára káros, toxikus.

2.5.1.3. Réz-szulfát

A mikroelektronika iparban savas pH-jú réz-szulfát oldat keletkezik. Az ilyen réz-tartalmú oldat a leválasztási technológiától függően 20-40 g/l, valamint 120-140 g/l fém-réz tartalmú oldatként

keletkezik. A magasabb koncentrációjú réz-oldat, amennyiben karbamid, vagy ammónium-nitrát oldatban keverjük össze, alkalmas a műtrágyába való bevitelre. Ezen réz-szulfát tartalmú hulladékokból országosan kb. 40-60 t mennyiség keletkezik, melynek a fém-réz-tartalma kb. 15 t.

A réz-szulfát S-tartalma a növény számára fontos tápanyag. Célszerű ammónium-hidroxidot is alkalmazni, ez esetben a megfelelő réz-amin-szulfát komplex kialakítására van lehetőség. De a megfelelő N-műtrágya hozzáadása is részben biztosítja a komplex kialakulását.

2.5.1.4. Réz-klorid

A réz-szulfátnál leírt mikroelektronikai nyák-lapok maratásánál ismertettek szerint keletkezik, a réz-szulfáthoz.

A réz-szulfáthoz hasonlóan a megfelelő amin-komplexek kialakítására van lehetőség. Közvetlenül is felhasználható műtrágyával keverve.

2.5.1.5. Réz-hidroxid

Ipari tevékenység során keletkező savas réz-vegyületekből lecsapással réz-hidroxidot állítanak elő a kisebb mennyiségű veszélyes hulladék tárolása, megsemmisítés és újrafelhasználás céljából. Ilyen réz-hidroxid vegyületből jelentős mennyiség található.

Növények réz-igényének pótlására alkalmas vegyület műtrágyába keverve a megfelelő N-tartalmú vegyületekkel, valamint ammónium-hidroxid hozzáadásával a réznek amin-komplexe (kelátja) alakul ki.

2.6. Réz-komplexek jellemzése

2.6.1. Réz-amin-komplex

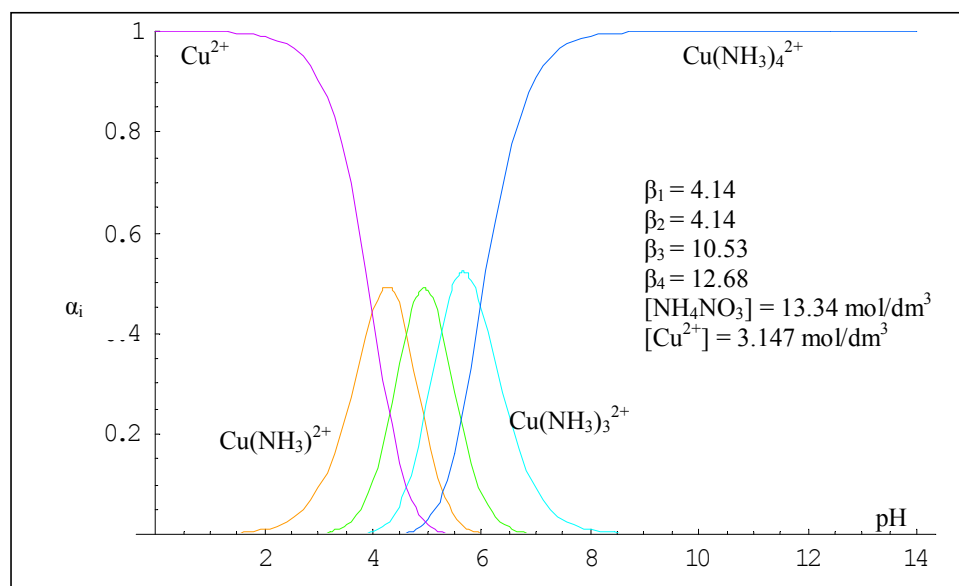
A réz(II) a nitrogén-tartalmú ligandumokkal az alábbi komplexeket képezi. $\text{CuX}_2 \cdot n \text{NH}_3$ (ahol az n általában 2, 4, 5 vagy 6), az X anion hidat képez a fémionok között.

Ha alkoholt adunk a réz (II) szulfát ammóniás oldatához, lassan $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4 \text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ összetételű komplex kristályosodik ki, amelyben a négy nitrogénatom négyzetes planáris elrendeződésben helyezkedik el a réz (II) körül, az ötödik pozícióban víz van. A szilárd pentamin-komplexet $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{NH}_3$ vízmentes réz (II)-szulfát és ammóniagáz reakciójával lehet előállítani. A különböző tetraminok 0,88 mólos ammóniából való átkristályosítása mélykék pentaminokat eredményez ($\text{Cu}(\text{NH}_3)_5\text{X}_2$ ($X=\text{Cl}, \text{Br}, \text{I}, \text{ClO}_4$), amelyben a réz koordinációs száma valószínűleg öt. Az ötödik ammóniamolekulát nagyon könnyen elveszíti. A $\text{Cu}(\text{NH}_3)_5 \cdot \text{NH}_4\text{ClO}_4$ komplex egyike azon kevés réz(II) vegyületnek, amelyben a réz síkplanáris négyzetes koordinációjú. Az ötödik ammónia 3,75 Å távol helyezkedik el a központi iontól .

Vizes oldatban maximum öt ammóniamolekula koordinálódhat a réz (II)-hoz. Azonban, ha a tetraminkomplexet cseppfolyós ammóniával kezeljük, a megfelelő hexamint kapjuk, $\text{Cu}(\text{NH}_3)_6\text{X}_2$, amely azonban annyira instabil, hogy szobahőmérsékleten csak ammónia-atmoszférában lehet eltartani. ESRE és röntgen vizsgálatok azt mutatták, hogy amennyiben az $X= \text{Cl}$ vagy Br , a $\text{Cu}(\text{NH}_3)_6^{2+}$ tetragonálisan torzult oktaédes szerkezetű (4N 2,11 Å és 2 N 2,59 Å): Ugyanakkor, ha az $X= \text{I}$, vagy ClO_4 , a torzult molekula rotációja megszűnik.

Az előállított és nyomelem-utánpótlást biztosító réz (II)-tetramin-nitrát oldat UAN-oldatban még karbamidot is tartalmaz. A karbamid nem koordinálódik a rézzel. A fentiek alapján kijelenthetjük, hogy az oldatban uralkodó koncentráció viszonyok mellett a réz (II) maximális koordinációs száma négy. A komplex szorzatok rendre $\beta_1 = 4,14$, $\beta_2 = 7,66$, β_3

$=10,53$, $\beta_4 = 12,68$ (Bjerrum, 1941). Az ezen adatokkal számított részecske-eloszlási görbét az 1. ábrán láthatjuk. Az oldat pH értékén $\text{pH} \sim 8,5$ egyértelműen az oldatban $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4$ van jelen.



1. ábra: Réz-amin-komplex specieszelolása a pH függvényében

Oldatröntgendiffrakciós vizsgálatok azt mutatták, hogy a réz (OO)-amin komplexeket tartalmazó oldatban a réz (II)-tetramin komplex torzult oktaéderes szerkezetű, amelyben két vízmolekula szintén koordinálódik a négy N atom által meghatározott sík alatt és fölött a réz (OO) központi ionhoz. A Cu-O kötéstávolság 2,33 Å, míg a Cu-N (equatorális) 2,03 Å. Ez utóbbi sokkal hosszabb, mint a Cu-O_(eq) 1,94 Å a réz (II)-hexaakva komplexben.

2.6.2. A réz biológiailag aktív ligandumokkal képzett komplexei

Az élő szervezetben előforduló bioligandumok a szervezet pH értékén stabilis komplexeket képeznek a különböző – elsősorban átmeneti – fémionokkal. A mikroelem utánpótlásként a növényekre, vagy a talajra kivitt fémkomplexekben kötött fémionok biológiai hozzáférhetőségét a fémkomplex és a szervezetben levő bioligandumok komplexeinek stabilitási állandóiban levő különbségek biztosítják. Ebben a fejezetben néhány kiszemelt bioligandum (szénhidrátok, aminosavak, peptidek) réz(II) és cink(II) komplexeinek stabilitási viszonyaival foglalkozunk (Barkóczy et.al. 2002.).

2.6.2.1. A szénhidrátok komplexeiről

A polialkoholok, aldózok és ketózok fémkomplexeinek stabilitási állandója semleges és savas közegben meglehetősen kicsi. Az ok nemcsak abban keresendő, hogy a ligandum oxigén donoratómján az elektronsűrűség kicsi, így nem tudja kiszorítani a vízmolekulákat a fémion első koordinációs szférájából, hanem abban is, hogy az oldatban a

szénhidrátok különböző anomer és konformációs izomerjei egyensúlyban vannak egymással, és csak az az izomer reagál specifikusan a fémionnal, amelyen az alkoholos hidroxilcsoportok térelrendeződése a legmegfelelőbb. Úgy tűnik, általánosan igaz az ilyen rendszerekre, hogy legkevesebb három, megfelelő térhelyzetű hidroxilcsoport szükséges a stabilis komplex képződéséhez. Az irányadó elv az, hogy azok a ciklitolok és cukrok, amelyek a hattagú gyűrűn (piranózforma) axiális-equatoriális-axiális elrendeződésben, vagy az öttagú gyűrűn (furanózforma) cisz-cisz elrendeződésben elhelyezkedő három hidroxilcsoportot tartalmaznak, hidrofil oldószerekben fémionokkal 1,1 összetételű komplexet képeznek. (Aruga,R. 1981. Alvarez et.al. 1987) Az ilyen komplexek képződése közvetlen bizonyíték a nem disszociált alkoholos hidroxilcsoport koordinációjára. Lúgos közegben, a szénhidrát valamelyik hidroxilcsoportjának deprotonálódása révén sokkal stabilisabb komplexek képződnek, mint semleges vagy gyengén savas oldatban.

Karboxil-vagy aminocsoport (vagy mindkettő) jelenléte a szénhidrát molekulában a ligandum komplexképző képességét néhány nagyságrenddel megnöveli, még savas vagy semleges oldatban is. (Nagy et al. 1989) Erősen lúgos közegben az átmeneti fémkomplexek (vas(II), réz(II), cink(II), mangán (II) általában anionos jellegűek. Sok esetben, kisebb-nagyobb mértékben dimer részecskék jelenléte is kimutatható. (Nagy et. al. 1986a, Nagy et. al. 1986b) A komplexképződés esetenként megváltoztatja a szénhidrátok konformációs egyensúlyát, vagy néha teljes epimerizációt okoz .

Néhány válogatott szénhidrátszármazék réz(II) és cink(II) komplexének stabilitási állandóját a 3. táblázatban gyűjtöttem egybe.

3. táblázat: Szénhidrátszármazékok réz(II) és cink(II) komplexének stabilitási állandói

fém	Lig.	MLH	LogK	*	fém	Lig.	MLH	LogK	*
Cu(II)	GlcNH ₂	110	4,13	1	Cu(II)	GlupA	110		
		120	7,52				210		
	GlcNH ₂	110	-(5,12)			GlupA	110	1,48	
		120	9,02						
	GalNH ₂	110	4,2	2		GlupA	110	1,81	
		120	9,13						
	GalNH ₂	110	4,40			GalpA	110	1,81	1
120		8,40							
ManNH ₂	120	9,68	1	GlupA	110	1,48			
ManNH ₂	110	4,81		GlupA	110		4		
Zn(II)	IdopA	110	2,25	3	GlupA	110	1,48	5	
		IdopA2S	110	2,67		3	210		
	IdopA2S	110	2,84	3	Zn(II)	Pectin	1 1	4,56	6
	IdopA2S	110	3,94	3					
	IdopA2S	110	4,30	3					

* Módszer

- 1: Potenciometria I=0,15
- 2: Polarografia I=0,15
- 3: H NMR
- 4: ¹³C NMR
- 5: Kalorimetria I=1,0
- 6: Spektrofotometria I=0,02

2.6.2.2. Az aminosavak komplexeiről

A biológiailag fontos ligandumok fémkomplexei közül a legrégebb óta és legintenzívebben az aminosav komplexeket tanulmányozták. Ennek az egyik oka az, hogy a fehérjék ugyanezeket a donor csoportokat tartalmazzák, következésképpen egyszerű modelljei lehetnek a fehérje fémion kölcsönhatásnak. Megjegyezzük azonban, hogy az aminosavak önmagukban is érdekes ligandumok. A szervezetben a réz(II) ion transzportja aminosavak vegyesligandumú komplexein keresztül zajlik, pl. a Wilson-kórt a D-penicilamin komplexével kezelik, de szerepük van a metionin bioszintézisében is (Chow és McAuliffe 1975).

Szilárd állapotban és oldatban egyaránt az aminosavak az amino és a karboxilát csoporton keresztül koordinálódnak. A terminális aminocsoport fémmegkötő képessége is egészen nagy, annak ellenére, hogy a protonálódási állandója is nagy. A karboxil csoporthoz képest az amino csoportnak nagy az elektrondonor jellege, valamint az úgynevezett ligandumtér hatása is. Az aminosavak az aminocsoporton keresztüli, egyfogú ligandumként való koordinálódása nem nagyon általános, habár előfordul, pl. szilárd komplexekben (Ag(I) vagy Pt(II), vagy genetikailag inert fémionokkal (Cr(II), Co(III), Ir(II), Pt(II), Rh(III). oldatban is. A gyengébb ligandumtér erejű karboxilát csoport O atomján keresztüli koordinálódást számos olyan kristályban találtak, amelyeket alacsony pH értékű oldatból állítottak elő. Ezekben a protonált komplexekben a karboxilát csoport egy vagy kettő oxigénen keresztül koordinálódik. Oldatban (pH 3-5 között) mindig keletkeznek csak karboxilát koordinált komplexek, de meglehetősen nehéz őket kimutatni, mivel csak kis mennyiségben vannak jelen. Az aminosavak legáltalánosabb

koordinációs módja azonban, a kétfogú kelátként való kapcsolódás, amelynek során termodinamikailag stabilis öttagú gyűrű keletkezik.

Az aminosavak egy része az oldalláncában tartalmaz olyan donoratomokat, amelyek további potenciális fémmegkötő helyek. Az oldallánc koordinálódásának eredményeképpen a komplex stabilitása megnövekszik. A következő táblázatokban összefoglaltam a réz(II) és a cink(II) mono és bisz komplexeinek komplex stabilitási, valamint a ligandumok aminocsoportjának protonálódási állandóit.

4. táblázat: A különböző aminosavak réz(II) komplexeinek stabilitási állandói

Aminosav	pK _{NH3+}	logK _{ML}	logK _{ML2}	Aminosav	pK _{NH3+}	logK _{ML}	logK _{ML2}
Gly	9,56	8,13	6,87	DapaH	6,98	6,21	5,1
Ala	9,70	8,15	6,7	Dapa	6,98	10,62	9,19
Val	9,49	8,11	6,79	DabaH	8,27	7,04	5,74
Leu	9,57	8,2	6,8	Daba	8,27	10,62	7,99
Ser	9,05	7,89	6,6	OrnH	8,83	7,40	6,16
Thr	8,96	8,00	6,69	Lys	9,16	7,67	6,41
Asp	9,62	8,89	7,04	Arg	9,02	7,45	6,40
Glu	9,59	8,33	6,51	His	9,09	10,16	7,94
Asn	8,72	7,83	6,56	Met	9,05	7,86	6,7
Gln	9,01	7,76	6,46	SMC	8,73	7,88	6,84
Phe	9,11	7,86	6,91	Pro	10,41	8,84	7,52
Trp	9,63	8,29	7,19	Hypro	9,45	8,38	7,04
Tyr	9,20	7,84	6,95				

Megjegyzések:

- A stabilitási állandó értéket Martell és Smith 1982, Gergely et.al. 1978, Weber és Simeon 1971 irodalmakból gyűjtöttem össze.
- Az értékek 0,1 ionerősségre vonatkoznak

5. táblázat: A különböző aminosavak cink(II) komplexeinek stabilitási állandói

Aminosav	logK _{ML}	logK _{ML2}	Aminosav	logK _{ML}	logK _{ML2}
Gly	4,96	4,23	DabaH	3,74	3,35
Ala	4,56	3,99	Daba	6,7	5,6
Val	4,45	3,79	OrnH	3,37	3,08
Leu	4,51	4,05	Orn	6,17	--
Ser	4,60	3,9	Lys	4,06	3,47
Thr	4,70	3,9	Arg	4,15	3,95
Aps	5,58	4,5	His	6,51	5,53
Glu	4,59	3,66	Met	4,38	3,95
Phe	4,92	4,06	SMC	4,46	4,06
Trp	5,18	4,69	Cys	9,17	9,01
Tyr	4,28	3,99	Pen	9,5	9,9
DapaH	3,2	2,64	Pro	5,36	--
Dapa	6,31	5,35	Hypro	5,03	4,35

A stabilitási állandó értéke tájékoztat a centrális fémion hasznosulásáról is. Minél nagyobb a stabilitási állandó, annál nehezebben adja le a fémiont a komplex.

Megjegyzések:

- A stabilitási állandókat a Martell és Smith 1982, Farkas et.al. 1981, Weber-Simeon 1971 irodalmakból gyűjtöttem össze.
- Az ionerősség 0,1

2.6.2.3. A peptidek fémkomplexeiről

Sokféle fémion játszik fontos szerepet az élő szervezetben a szerves molekulák transzportjában és megkötésében, valamint a különböző savbázis és redoxi folyamatok katalízisében. A proteinek alkotják az egyik ilyen fő szerves molekula csoportot. A különböző oligopeptidek fémkomplexeinek tanulmányozása segít megérteni a fémion protein kölcsönhatást is.

A peptidek részvételével lezajló komplexképződési folyamatot alapvetően három tényező határozza meg.

- A fémion minősége
- A peptidmolekula mérete (hány aminosavból épül fel)
- Az oldalláncban levő donoratomok száma és minősége.

Elégé általános, hogy a terminális amino és a szomszédos karbonil vagy C-terminális karboxilát csoporton keresztül a peptid molekulák a legtöbb fémionnal képesek komplexeket képezni. Ezek a kölcsönhatások azonban eléggé gyengék, és általában nem tudja megvédeni a fémiont a hidrolízistól lúgos közegben. Sokkal stabilisabb komplexek képződnek, ha a fémion képes az amin csoport protonját helyettesíteni, amelynek eredményeként öttagú kelátgyűrű képződik. Ez utóbbi folyamat nagymértékben függ a fémion minőségétől. Ebből a szempontból a leghatásosabb a réz(II) a nikkell (II) és a palládium(II), de sok esetben a cink(II) indukálta deprotonálódás szintén lejátszódik. Meg kell azonban jegyeznünk, hogy az amid kötést tartalmazó fémkomplexek

képződéséhez szükség van egy ún. anchor csoport jelenlétére, amely a kelátképződéshez előnyös helyzetben van az amid csoporthoz képest. A legközönségesebb anchor a terminális amino csoport. A terminális karboxilát csoport csak nagyon ritkán tölti be az anchor szerepét.

Az oldalláncban lévő különböző donorcsoportoknak van a legnagyobb hatása a peptidek koordináló tulajdonságaira. A gyengén koordináló csoportok (mint pl. az alkoholos hidroxid, fenolos hidroxid, lizil-amino stb.) nagyobb hatásúak N-terminális pozícióban, és sok esetben dimer, vagy polimer részecskéket képeznek. Az aszparagil-rész *-karboxilát csoportja megnöveli a komplex stabilitását. Az N-terminális pozícióban a *-alanin típusú koordináció stabilizálja a mono- és bis-komplexeiket. A nem N-terminális prolin rész egyáltalán nem képes koordinációra. A prolin általában a peptidláncban ún. törőpontként viselkedik, ugyanakkor szokatlanul nagyméretű kelátgyűrű képződést teszi lehetővé.

A hisztidin imidazol gyűrűjének és a cisztein tiol csoportjának jelenléte változtatja meg legjobban az oligopeptidek koordinációs kémiai tulajdonságait. Ezek az oldalláncok N-terminális pozícióban, általában megakadályozzák az amid N-koordinációját de stabilis bisz komplexek képződnek hisztidin vagy cisztein típusú koordinációban. C-terminális pozícióban elősegítik a következő peptid csoport bekötését, de megakadályozzák a következő aminosav koordinációját.

A 6. táblázatban a réz(II) oligoglicin komplexeinek stabilitási állandóit foglaltam össze.

6. táblázat: A réz(II) oligoglicin komplexeinek stabilitási állandói

Részecske	digly		trigly	tetragly
$[\text{CuAH}_n]^+$	5,56	5,55	5,24	5,08
$[\text{CuAH}_{n-1}]$	1,33	1,56	0,02	-0,42
$[\text{CuAH}_{n-2}]^-$	-8,04	--	-6,58	-7,31
$[\text{CuAH}_{n-3}]^{2-}$	--			-16,0
$[\text{Cu}(\text{AH}_{n-1})_2]^{2-}$	4,46			
pK_1	4,23	3,99	5,22	5,50
pK_2	9,37		6,60	6,89
pK_3			11,9	9,29

Megjegyzések:

- Az állandókat a Sigel (1975) irodalomból vettem.
- AH_n jelöli a ligandumot, AH_{n-1} , AH_{n-2} , AH_{n-3} az egyszeresen, kétszeresen illetve háromszorosan deprotonált ligandumot
- A pK_i (1,2,3) az első, a második és a harmadik amid csoport deprotonálódását jelenti.

Összefoglalva az eddigieket arra a következtetésre juthatunk, hogy a réz(II) és a cink(II)-tetramin komplexek stabilitása elegendően nagy ahhoz hogy megvédje a fémiont a hidrolízistől, ugyanakkor a felsorolt példák alapján a bioligandumok komplexeinek stabilitása pedig elegendően nagy ahhoz, hogy ezeket a fémionokat a növények az amin komplexekből felvegyék és a felszívódáshoz hozzáférhetővé tegyék.

2.7. A liszt minősége és annak meghatározása

Hazánkban a XIX. sz. végén és a XX. sz. elején már komoly kísérletek folytak a liszt minőségének javítására, meghatározására Pekár (1867-ben). Magyarországon elsőként vizsgálta a liszt minőségét, annak színét és viszonylagos világosságát használta fel a meghatározás alapjául. Liebermann 1900-ban a sikér duzzadásából következtetett a minőségre. 1900-ban Kossutány a tészta minőségét folyópróbával, illetve rétes nyújtás próbával határozta meg. A búza minőségének számszerű mérésére a világon elsőként Hankóczy Jenő (1907) vállalkozott. Farinométerrel a tészta fizikai tulajdonságait mérte (nyúlósság, szívósság, ellenálló képesség), valamint a liszt vízfelvevő képességét. A műszeres vizsgálathoz Hankóczy-Brabender féle farinográfot (1927-óta) alkalmazunk. A búza minőségi követelményeit a búzaliszt szabvány 17 pontban foglalja össze. Mind többen mutatnak rá, hogy ez is kevés a minősítésre. A vizsgálataikra számos műszert fejlesztettek ki az utóbbi időben. A nyugat-európai országokba irányuló exportunk, és az előírt liszt minőségi követelmények az extenzográfus vizsgálati módszer került 2002 óta előtérbe.

2.7.1. Fehérjetartalom

A fehérje jelentősége az élelmezésben és a takarmányozásban egyaránt nagy. Volumene miatt (a világ búzatermesztése 1989-ben 538,1 millió tonna volt FAO adatok szerint) hozzájárul a világ fehérjegondjainak leküzdéséhez. A magyarországi adatokat a 7. táblázat tartalmazza.

7 táblázat: A búza vetésterületének és hozamának változása (KSH adatok)

év	vetésterület ezer ha	terméshozam millió t	átlagos terméshozam kg/ha
2000	1024	3692	3605
2001	1183	5197	4393
2002	1110	3910	3510
2003	1112	2919	2630

A búza fehérjetartalma 12,5-14,5 % körül mozog. Ez nagyrészt öröklött fajtatulajdonság, illetve az ökológiai adottságok befolyása alatt áll (Szániel 1981, Erdei, 1975), ugyanakkor jelentős mértékben meghatározhatja a trágyázás is (Russel, 1986, Peterson et al. 1983, Láng 1966, Bocz-Győri, 1985, Pepó et.al. 1987, Eck, 1988). A búza fehérjetartalmának növényen belüli eloszlását a 7. táblázat mutatja.

8.táblázat: A búza részeinek összetevői

Búza része	mennyisége %-ban	Összetevők %-os aránya				
		keményítő	fehérje	rost	zsír	ásványi anyag
perikarpium + aleuron	15	0	28	93	30	67
endospermium	82	100	72	5	50	23
csíra+sziklevel	3	0	0	2	20	10

A búzafehérje összetétele:

- vízben oldódó albumin,
- sókban oldódó globulin,
- alkoholban oldódó gliadin,
- savakban illetve lúgokban oldódó glutenin.

A fehérjék biológiai-kémiai szempontból két csoportba oszthatók:

- funkcionális és
- tartalék fehérjékre.

A búzában a fehérje 3 fő frakcióból áll. Ezek a monomer protein (MP), az oldható glutenin (SG) és az oldhatatlan glutenin (IG). Arányuk a búzában MP:SG:IG= 4,4:1,0:2,0. A három frakció közül az oldhatatlan glutenin játssza a fő szerepet a tészta szilárdságának kialakításában, vagyis százalékos aránya a lisztben szignifikáns összefüggésben áll a nyújtásellenállás mértékével. Negatív korreláció mutatkozik viszont a monomer protein mennyisége és a nyújtásellenállás között. A nyújthatóság fő befolyásoló tényezője az oldható glutenin tartalom. A leírtak alapján nagyon jól meg lehet határozni a liszt és a belőle készült tészta sütőipari tulajdonságát az extenzográfus görbéből. Általánosságban feltételezhető, hogy a nagyobb nyújtásellenállás erősebb sikért és keményebb, mechanikai hatásoknak jobban ellenálló tésztát jelent (G.B. Cornish, et. al. 1996, Wang – Kovács, 2000). Hasonlóképpen a nagyobb nyújthatóság jelzi, hogy a tészta lágyabb. Az extenzográfus energia alkalmas a liszt feldolgozhatóság meghatározására. A kisebb energia keveréssel, víz hozzáadásával szemben kevésbé ellenálló és kevésbé stabil tésztát jelent. A magas, de rövid diagram kemény, kisenergiájú tésztára utal, amely végeredményben kis térfogatú terméket eredményez. A kis energiájú, de elegendően nyújtható tészták kekszek készítésére alkalmasak. A jó minőségű, kenyér készítésére alkalmas liszt diagramjának egyszerre kell magasnak és hosszúnak lennie (9. táblázat).

9. táblázat A jó minőségű liszt paraméterei

vízfelvétel	55-58 %
nyújtásellenállás	450-550 BE
nyújthatóság	120-150 mm
energia	110-130 cm ²
viszonyszám	3-4

2.7.2. Vizsgálatok a liszt minőségére

Már az 1800-as évek végén a magyaróvári akadémia kutatói a búza liszt minőségének szükségességét hangsúlyozzák. A búzaliszt minőségét meghatározó sikértartalom vizsgálatában a francia kutatók végeznek úttörő munkát. A sikértartalmat az irodalom szerint Peligot francia kutató 1854-ben írta le részletesen (Hankó és Gáspár, 1899). A minőség vizsgálatára legősibb módszer a búzából őrölt liszt fehérje anyagának a sikérjének a kimosása, (Gruzl, 1939). Cserhádi Sándor 1894-ben a növényi táplálkozáshoz szükséges makro- és néhány mikroelem fontosságára hívja fel a figyelmet. Hankó Vilmos és Gáspár János (1899) cikkükben a búza minőségét meghatározó sikér-tartalom kémiai összetételét igyekezett kideríteni. A búza sikér-tartalmának változását és kémiai összetételét Lengyel Béla 1866-ból származó elemzési adatainak felhasználásával végezték. Cserhádi Sándor és Hankóczi Jenő megállapították, hogy a búzának a tényleges használati értéke a hektolitersúly, a protein és a sikér mennyiségének meghatározása alapján nem lehetséges (Hankóczy 1907). A sikér mennyiségén kívül a sikér minőségének meghatározása is a kutatások előterébe került. Ezek figyelembevételével szerkesztettek több különböző téztavizsgáló készülékeket. A magyaróvári akadémia egykori tanára Hankóczy Jenő

hazánkban először szerkesztett ilyen készüléket, melyet farinométer néven vált ismertté világszerte. A liszt minősítésének jelentőségét Kossutány Tamás már 1900-ban hangsúlyozta. Hasonló következtetésre jutottak Komers és Haunalter 1902-ben (in: Hankóczy, 1907). Hazai kutatók közül a liszt minőségét meghatározó paraméterek vizsgálata területén Polhammer Ernőné eredményei jelentősek (Pollhammer Ernőné 1967, 1980, 1988).

2.7.3. Mútrágyázás és az agrotechnikai tényezők hatása a liszt minőségére

Mind nagyobb igény mutatkozik a jó minőségű, jó beltartalmú búzafajták nemesítésére. A vizsgálatok megállapítják, hogy a minőséget nagymértékben javíthatjuk megfelelő tápanyag ellátással és a megfelelő agrotechnikai tényezők megválasztásával. A mútrágyázás minőség módosító hatásának különbözőségéről számol be Pollhamer E-né (1965, 1981), Szabó-Bacsó (1973), Nedelciuc és Patrosotun (1981), Eck (1988).

A mútrágyázás hatására – főleg N-nel, vagy P-vel kombinálva – a hozam növekedése mellett a sikértartalom növekedéséről számolnak be Szániel et.al. (1975), Ragasits (1980), Lásztity (1985), Lásztity-Csathó (1994), Tanács et.al. (1993, 1994), Pethes et.al. (1994), munkáikban. a sikértartalom növekedését észlelte Mándy és Kiss (1977) Mg kezelés hatására.

A mag nyersfehérje-tartalmának emelkedését állapította meg mútrágyázás hatására (Fowler és Brydan (1989), Sah et.al. (1990),

Sangakkara és Cho (1987), Hoffmann et.al. (1975), Micelli és Zerbi (1992)).

A nitrogénnövelés növeli a tészta stabilitását (Pelikán et.al. 1985, Ragasits 1992). Tanács et.al. (1994) megállapítása szerint N-növeléssel nőtt a farinográfus értékszám.

Füleký és Kovács (1993) vizsgálataikban megállapították, hogy a műtrágyázás hatására a búza tápelem összetétele megváltozott. A növekvő műtrágya dózisok hatására csökkenő Cu- és Zn-tartalmat állapítottak meg.

A búza elemtartalma és a fehérjetartalma közötti összefüggést vizsgálták Wrigley et.al. (1984), Schnug et.al. (1993a) és Russel (1986). Vizsgálataik során a Ca, S és a fehérje között találtak szignifikáns összefüggést.

Az utóbbi időben mind több kutató foglalkozik az agrotechnikai tényezőknek, a vetési időnek befolyásoló hatásával is (Kovács 1972, Pollhamer E-né 1973, 1981, Ragasits és Valent 1993). Az éghajlat és a fehérje közötti összefüggést Rao et.al. (1993) az éghajlat (eső) és a sikér, sütőipari értékszám közötti kapcsolatát Hoffmann et.al. 2003, Hoffmann és Hoffmann 2003 vizsgálta. Öntözéses körülmények hatására a farinográfus értékszám a műtrágyázással nő (Szániel et.al. 1975), de az ezermagtömeg, a sikértartalom nem változik (Bocz és Györi 1980).

A minőség és a betakarítás közötti összefüggést vizsgálta (Shaw 1907, Ragasits 1986, Pepó et.al. 1987, Pollhamer E-né 1981). Megállapították, hogy a farinográfus értékszám a korai betakarítási időben volt a legmagasabb.

Shaw (1907) a betakarítás ideje és a mag nitrogéntartalma között fajtánként eltérő eredményt kapott. A búza minőségét meghatározó cipómérettel, szerkezetével Allen Clark és Waldron (1923) foglalkozott.

2.7.4. Réz-vegyületek hatása a búza és a liszt minőségére

A hazai és a nemzetközi irodalmat tanulmányozva a mikroelemeknek elsősorban réznek a búza hozamára és a minőségére gyakorolt hatásával csak kevesen foglalkoznak. Megállapítható, hogy az utóbbi időben ez irányban változás történt a réznek, mint esszenciális mikroelemnek jelentőségét mind többen felismerik – elsősorban az enzimtevékenységben betöltött funkciójuk miatt – és nagyobb figyelmet kezdenek fordítani a hatásával. Sajnos a vizsgálatok során elsősorban a hagyományos szulfát és klorid-tartalmú vegyületeket használják fel, melyek erősen perzselő fitotoxikus hatásuk következtében növény fejlődésére kedvezőtlenül hatnak, így nem egyértelműen magyarázható a kationok hatása. A kelátok és más komplexek alkalmazására utaló publikáció az utóbbi időben kezdenek teret nyerni. A hazai kutatók közül Pollhamerné végzett jelentős vizsgálatokat az általa kidolgozott új minőségi paraméterek meghatározására és a minőséget meghatározó tényezők kutatására (Pollhamerné 1973, 1981). Pollhamerné a réznek karbamiddal együtt történő adagolásával vizsgálta a búza minőségére gyakorolt hatást. Az általa alkalmazott kísérletekben kelát és só vegyületeket alkalmazott sajnos ezek pontos összetételét nem ismertette. Vizsgálatai során a Jubilejnaja 50 fajtájú őszibúzánál réz kiegészítés mellett érte el a legjobb minőséget, jelentős fehérjetartalom növekedést,

acélosságot, komplex minőségű értékszámot, vízfelvevő képességet, valamint a sütési paramétereit javította (Pollhamer E-né 1980). Talaj és lombtrágyaként Pecznik és mtsai (1971) réz-szulfátot alkalmazott N, P, K műtrágya kiegészítésre. A lombtrágyaként alkalmazott réz-kezelés emelte a fehérje-tartalmat, ezermagtömeget.

Dudgeon és Bolland (1916) rézszulfátot alkalmazott a búza mageszavázására. A kontrollhoz képest 0,5 m %-os rézszulfát alkalmazása mellett növekvő maghozamot és csökkenő kalász fertőzöttséget kaptak. Magasabb koncentrációk alkalmazásával arányosan csökkenő maghozamot észleltek.

A rézkezelés és a genotípus hozamra gyakorolt hatását vizsgálta Graham (1978) tenyészedényben. Öt fajta közül háromnál a rézkezelés eredményeképpen jelentősen emelkedett a maghozam.

Graham (1976) tenyészedényes kísérleteiben rézszulfátot alkalmazott talaj- ill. lombtrágyaként. Kísérleteiben a lombtrágyázás bizonyult jobbnak. A legkedvezőbb maghozam a bokrosodáskori kezelés időpontjában volt.

Igen figyelemreméltók Flynn-nek és munkatársainak (1987) Ausztráliában rézhiányos talajon végzett rézpótlási kísérletei. A lombtrágyázási kísérleteikben megállapították, hogy a pollenképződés előtti rézkezelés hatékonyabb, mint az utána történő. A rézkezelés növelte a szárazanyag-tartalmat, a hozamot, az őrlési hozamot és a kalász-magszámot. A kontrollnak magasabb fehérjetartalma ellenére is rosszabbak voltak a minőségi, sütési paramétereik.

Peterson és munkatársai (1983/a, 1983/b, 1986) megállapításai szerint a különböző búzafajtáknak a lisztben lévő réz és cink

koncentrációja korrelál a fehérjetartalommal. A protein-tartalmat vizsgálva hasonló megállapítást tett Han és Shepherd (1991).

Üvegházi kísérletben rézhiányos talajon, tenyészvényben végzett rézpótlási kísérletet Grundon (1991). A rézhiány pótlását CuSO_4 vizes oldatával, ill. Cu-polimer adagolásával végezte. Réz nélkül nem volt maghozam. A rézpolimer hatására kismértékű, a rézszulfát oldat hatására jelentős volt a növény hozam- és fehérje növekedése.

Barnes és Cox (1973) különböző rézvegyületeket hasonlítottak össze. Megemlítik, hogy a kezelések során a réznek ammóniás oldatát is felhasználták. A vegyületek összetételét nem ismertetik, a közleményekből nem derül ki, hogy milyen vegyületről volt szó a kísérlet során. A kapott eredmények alapján megállapították, hogy a réz-szulfát kezelés volt a legkedvezőbb a hozamra.

Misra és Venkateswarlu (1981) indiai kutatók N, P, K műtrágyázás mellett réz-szulfátot is alkalmaztak talaj- és lombkezelési kísérleteiben. A lombkezelésben felhasznált oldat 0,5, 0,3 m %-ban tartalmazott réz-szulfátot. A legkedvezőbb hatást a mag fehérje-tartalmának növelésében észlelték.

N, P, K műtrágya mellett réz-szulfát kiegészítést (20 kg/ha), alkalmaztak öntözéses kísérletei során Mashadi et.al. (1989). A vizsgálataiban szintén a mag fehérje-tartalmának növekedését mutatta ki a réz-kezelés hatására. Rézhiány pótlást végzett Loneragen és munkatársai (1979). Kísérleteikben a réznek kedvező hatását mutatták ki a hozamra. Ausztriában jelentős réz-hiányos területek vannak. A hiányok megszüntetésére főleg réz-szulfátot és réz-oxidot alkalmaznak. Graham (1981). Hasonlóan réz-oxidot alkalmazott réz-pótlási

kísérleteiben Kenyában Pinkerton (1967). Minden esetben bizonyítást nyert, hogy a réz-vegyületek a búza hozamát és a minőségét is javították.

Owuoche és munkatársai (1994) kísérleteiken megállapították, hogy réz hiányában csökken a termékenyülés. CuSO_4 talajba adagolásával, a rézhiány megszűnésével növekszik a termékenyülés, nő a kalászban lévő magszám, és a hozam. Az ezermagtömeget nem változtatta meg a kezelés.

Több kutató bizonyította, hogy kedvezőbb hatás biztosítható réznek és cinknek együttes alkalmazásával. Elsősorban magas szerves anyag tartalmú anyagoknál javasolják e két mikroelem együttes alkalmazását. Magas szerves anyag tartalmú talajnál végzett cink és rézpótlási kísérleteket Younts (1963). Alkalmazott vegyületek: CuSO_4 , $\text{CuSO}_3 \cdot 3\text{Cu}(\text{OH})_2$, ZnSO_4 és Cu-sequestren. A rézkezelés minden esetben jelentősen növelte a hozamot. A lombtrágyaként alkalmazott Cu-sequestren az egyik legjobb eredményt adta. Fungicid kezeléshez adott Zn és Mn-kiegészítést 1987-89-es kísérleteiben Lakhidov (1991). A kezelés hatására az ezermagtömeg, a fehérje, a siker-tartalom növekedését írta le. A kén trágyázás kedvező hatásáról számol be kísérleteiben (Schnug et.al. 1993b), hasonlóan jó eredményeket mutattak kísérleteiben cink kísérleteiben (Schmidt et. al. 2003). Schmidt et. al. (2002) nitrogén oldat és réz komplex együttes kijuttatásával ősibúzánál a fehérje és a sütőipari értékszám növekedését mutatták ki kísérleteikben.

Gab Alla és munkatársai (1986) a talaj N-trágyázása mellett ZnSO_4 -kezelést is alkalmaztak Egyiptomban. A kezelések hatására szignifikánsan emelkedett a hozam és a fehérje.

Herbicidek mellett nitrogén műtrágya és Co, Cu, Zn-mikroelem kiegészítést alkalmazott Gruzdev (1984). A kezelésre a fehérjetartalom növekedését észlelte.

NYME Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Karának Kémia és Földműveléstani Tanszékén eredményesen folytatnak talaj- és növénytrágyázási kísérletet hulladékból előállított különböző ligandumú réz- és cink-komplex felhasználásával. (Szakál 1987, Barkóczy et al. 1989, Barkóczy et al. 2002, Szakál – Barkóczy 1989, Szakál et al. 1998, Szakál és Schmidt 1996, Schmidt et al. 1999), Réz-hiányos talajoknál kísérleteiben bizonyították, hogy a réz pótlás hatására jelentős hozamnövekedést, valamint siker és sütőipari értékszám javulást értek el. Kiemelten jó eredményeket kaptak, ha a pótlást virágzáskori fenológiai fázisban végezték el őszi búza növény esetén (Szakál et al. 1988, Szakál és Schmidt 1997, Végh et al. 2000, Szakál et al. 2003). A mezőgazdaságban nem alkalmazott réz-ioncserélt szintetizált zeolitot állítottunk elő, illetve használtunk fel őszi búza kísérleteinkben 1998-1999-2000-ben. Az ioncserélt-zeolit felhasználásával bizonyítottuk a retard hatást és a szignifikáns minőség javító hatást elsősorban a fehérjére és a sütőipari értékszámra (Szakál et al. 2003).

Savanyú talajon végzett meszezési kísérletek hatására a talaj pH emelkedésével a mozgékony réz és cink ion mennyiségének csökkenését észlelték vizsgálataik során (Reisinger et al. 1996, Schmidt et al. 1997a, 1997b). A meszezés hatására történt hozzáférhető (mozgékony) cink- és réz mennyiségének csökkenésével a búzaliszt minőségének romlását kapták kísérleteikben. Réz- és cink-pótlás hatására a sütőipari értékszám,

a sikértartalom, valamint a nyersfehérje tartalom emelkedését kapták (Szakál et.al. 1997a, 1997b).

2.8. A zeolitok és szerkezetük

A zeolitok kristályos alumínium hidroszilikátok, amelyeknek szerkezete szilícium és- vagy alumínium központú tetraéderekből épül fel úgy, hogy a tetraéderek közös oxigénionokon keresztül kapcsolódnak egymáshoz miközben molekuláris méretű üregeket és csatornákat képeznek. A definícióból következik a zeolitok három alaptulajdonsága. A hidroszilikát jelleg azt mondja ki, hogy a víznél jobban semmi nem fizisorbeálódik a zeolitok üvegrendszerében Majer és Olson (1996). A szilícium vagy alumínium központú tetraéderek aránya meghatározza a zeolit ioncserekapacitását, hiszen a háromértékű alumínium miatt a rács negatív töltésű, amit kationokkal semlegesített a természet. Ezek a kationok sokfélék lehetnek és jó közelítéssel reverzibilisen kicserélhetők más kationokra. Az ioncsere kapacitás és a molekuláris méretű üvegrendszer biztosítja az adszorpció és ezen keresztül a katalitikus tulajdonság megjelenését. Ehhez az üregekből a vizet el kell távolítani, azaz azokat szabaddá kell tenni a vendégmolekulák befogadására Majer és Olson (1996). Az elmondottakból következik, hogy a zeolitok felhasználhatók, mint ioncserélők, amikor általában vizes oldatból lecseréljük a szintézis során beépült nátrium ionokat. Ez a lehetőség számos alkalmazást nyit meg, pl. ioncserével vizek tisztítására nyílik lehetőség (Bodart, 1988) vagy pl. talajjavításra lehet a zeolitokat felhasználni, úgy, ahogyan azt a természet tette a természetes zeolitokkal Hay (1978). Úgy tartják, hogy a Tokaji bor azért oly jó, mert a Tokaj

hegységben található Magyarország legnagyobb természetes zeolit előfordulása és ez a zeolit nagyon sok fémiont kötött meg az idő során, amelyet lassan enged kiszivárogni a talajba, biztosítva ezzel a talaj nyomelem utánpótlását. Ismerve a mesterséges zeolitok kémiaiáját lehetséges azok mezőgazdasági alkalmazása mindazonokon a helyeken, ahol lassú, késleltetett és nem frontszerű vegyszeradagolásra van szükség. Ilyen lehetőség lehet a talajjavításra való alkalmazás vagy a késleltetett növényvédő szer adagolás.

A természetes zeolitok 30 % körüli értékig tartalmazhatnak agyagásványokat, amelyek miatt ezen zeolitok ioncserekapacitása meglehetősen alacsony (Breck 1974, Dyer 1988). A mezőgazdasági felhasználás szempontjából a természetes zeolitok másik hátrányos tulajdonsága a heterogén szemcseméret-eloszlás, ami technológiai úton nem szüntethető meg (Mumpton 1978, Gottardi és Galli 1985). Ezen hátrányos tulajdonságok előtérbe helyezik a különféle mesterséges zeolitok alkalmazását (Szakál et al. 2000), melyeknek világszerte számos különféle típusát állították elő az elmúlt 20 évben (Hannus et al. 1995).

A zeolitok üreges szerkezete lehetővé teszi, hogy bizonyos körülmények között ne csak ioncserével vegyenek fel idegen ionokat, sókat. Ezt a folyamatot, amelyet só beépülésnek nevezünk, felhasználhatjuk arra, hogy sókat, azaz kationokat és anionokat vagy más szóval kation-anion párokat.

Az így beépült só mennyisége nem sok, de számottevő lehet akkor, ha maximális anyagfelvétel a cél, azaz az ioncsere mellett még ezáltal a folyamat által megköthető anyagmennyiséggel is számolhatunk. A só beépülésnek az egyik következménye az lehet, hogy a beépült só

termikus tulajdonsága megváltozik, például bomlása jóval magasabb hőmérsékleten megy végbe. Általában elmondható, hogy az esetek többségében a beépült só vízzel kioldható. Ez a folyamat lassabban megy végbe, mint a tiszta só oldódása. Ha azonban irreverzibilis só beépülés játszódik le, és a zeolitból a só visszanyerése nem lehetséges.

A zeolitoknak a belső felülete, azaz a csatorna és üregrendszerük sokszor nagyobb a külső felületnél. Ez a külső felület tulajdonképpen az egyes kristályok elemi felületeinek az összege, értéke néhány (esetenként néhány tíz m^2/g). Ez a felület is alkalmas arra, hogy rajta anyagot kössünk meg. Minden olyan anyag itt, a külső felületen kötődik meg, amelynek molekulái nagyobbak a zeolitos csatornák bejáratánál. Ha ioncserével bevisszük a kívánt iont a zeolitba és valamilyen alkalmas, pl. vízben nehezen vagy lassabban oldódó anyaggal, pl. polimerrel befedjük a zeolitos kristályok felületét olyan anyaghoz juthatunk, amelyből az ioncserélt kation nehezebben oldható ki. Ezzel a módszerrel lehetőség látszik retard tulajdonságú ioncserét megvalósítani.

A zeolitokat por alakú sókkal is össze lehet keverni. Ily módon a zeolit szerepe csupán hígítószer. Sok esetben ilyen kompozitok is szükségesek lehetnek.

A zeolitoknak a hidroszilikát jellegből kifolyóan szerepük lehet talajok vízháztartásának szabályozásában. Mivel a vizet reverzibilisen adják le és veszik el a talajban a gyökér mikro környezetében szabályozza a vízháztartást.

A zeolitoknak talajjavító tulajdonságait kutatva kimutatták, hogy a só kioldás sebessége leglassúbb akkor, ha a zeolitban van a kibocsátandó só (Hannus et al.1987).

Az előbb említett zeolitos tulajdonságok és az azokon alapuló potenciális felhasználások hasznosíthatók lehetnek a mezőgazdasági termelésben. Fontos, a megfelelő zeolit kiválasztása és annak tulajdonságainak pontos ismerete. Ezért meg kell mérni a kiválasztott zeolit ioncserekapacitását a kívánt ionra. Ez az adat elvileg számolható a zeolit alumíniumtartalmának ismeretében. Azonban a valódi érték ettől több ok miatt eltérhet. Ilyen ok lehet a zeolitok üregeiben általában kis mennyiségben jelenlévő amorf anyag. Az ioncserekapacitás meghatározása mellett lényeges, hogy a bevitt ion kioldódásának sebességét is ismerjük. Ezt szintén meg kell határozni.

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

3.1. Kisparcellás kísérletek réz-amin és réz szacharóz komplexekkel

Magyarország talajainak jelentős hányada réz hiányos. A vizsgálatok alapján megállapítható, hogy a búza növény, a gátolt transzport folyamatok miatt rézből még akkor is mutathat hiányt, ha a talajok azt kielégítő mennyiségben tartalmazzák. A hiányok a termés mennyiségét és minőségét is befolyásolják, ezért célszerű a hiánytünetek megszüntetéséről gondoskodni.

Ezek figyelembevételével végeztük a különböző ligandumú réz-komplexekkel a búza réz kezelését két fenológiai fázisban, bokrosodáskor és virágzáskor. A retardált réz leadás biztosítása érdekében ioncserélt szintetizált zeolitot is felhasználtunk kísérleteim során.

3.1.1. Amin és szacharóz ligandumú komplexek előállítása

3.1.1.1. Amin-komplex előállítása

Az amin-komplexek előállítását réz-klorid tartalmú mikroelektronikai hulladékból végeztük. Az előállítás során a megfelelő réz-hidroxid leválasztását KOH-dal végeztük. A csapadékként kiváló réz-hidroxidot vákuum szűrővel szűrtük mindaddig, míg klorid-ion mentessé vált. Az így nyert réz-hidroxidot egy erre a célra kialakított membrán reaktorban ammónium-hidroxiddal reagáltattuk. Hűtés után a

sztochiometrikus arányok beállításával a készítményünk akkor volt megfelelő, ha a pH-ja 8,5 – 9,2 között volt. Csak e pH- tartományban alkalmas a növény felületre való kijuttatása, mivel a magasabb pH-jú készítmény erősen perzselő, toxikus hatást mutat.

3.1.1.2. Réz-szacharóz komplex előállítása

Savas pH-jú réz-szulfáthoz KOH-val történő lúgosítás mellett a kristálycukornak tömény oldatát adagoltuk a rendszerhez, erős kevertetés közben. Az erősen exoterm folyamat hűtését duplikátorral oldottuk meg, ellenkező esetben komplex kialakítására nincs lehetőség, réz-oxid válik ki. A megfelelő stabilitású szacharóz komplex kialakítása céljából további vegyületek alkalmazására is szükség van. Mivel a szacharóz típusú vegyületek új vegyületek mezőgazdasági alkalmazása most kerül bevezetésre, így a részletes technológiai leírást nem közölhetem.

3.1.2. Kisparcellás kísérletek réz-tetramin és réz-szacharóz komplexekkel

Az általunk előállított réz-tetramin-hidroxid és réz-szacharóz komplexek különböző dózisban kerültek bokrosodáskori és virágzáskori fenológiai fázisban kijuttatva a növény felületére. A kísérleteket Komáromban három éven keresztül 1998-2000-ben állítottuk. Az átlagos talajösszetételt 10. táblázatban mutatom be.

10. táblázat Átlagos talajösszetétel (Komárom)

pH		K _A	CaCO ₃ %	Humusz %	AL-oldható			Mg	EDTA-oldható			
H ₂ O	KCl				P ₂ O ₅	K ₂ O	Na		Zn	Cu	Mn	Fe
mg*kg ⁻¹												
7,93	7,50	39,0	8,5	2,1	183	165	39	57,4	1,1	0,85	33,2	24,7

Mindhárom éven keresztül a bokrosodáskori és a virágzáskori fenológiai fázisban végzett kezelések során azonos réz-dózisokat alkalmaztunk. Az alkalmazott réz-dózisok 0,1, 0,3, 0,5, 1,0, 2,0 kg/ha. A kísérleteket Komáromban a Solum Rt területén Duna öntéstalajon állítottuk be. Különböző ligandumu réz-komplex vegyületek kijuttatását, bokrosodáskori és virágzáskori fenológiai fázisban 2,5 l-es nagynyomású permetezővel végeztük, úgy hogy parcellánként kijuttatott anyag mennyisége 0,6 dm³ volt. Az anyagok kijuttatását a virágzáskori kezelésnél délután végeztük. A kísérleteket 10 m²-es parcellákon állítottuk be véletlen blokk elrendezésben, négy ismétlésben GK-Kincső fajtájú őszi búzánál. A betakarítást parcella kombájnnal végeztük. A mintaparcellákról betakarított terménynek mértük a tömegét és végeztük belőlük a malomipari vizsgálatokat. Az összefüggéseket variancia, valamint regresszió-analízis segítségével értékeltük.

3.2. Kisparcellás kísérletek réz ioncserélt zeolittal

3.2.1. Réz ioncserélt zeolit előállítása

Nátrium aluminát és nátrium-szilikátból megfelelő műveleti egységben adott hőmérsékleti intervallumban előállított zeolon típusú szintetizált zeolitot használtunk fel a kísérleteinkben A NaY típusú zeolit csatornáiban, felületén az ionos helyeken a nátrium iont réz-tetramin-ionnal cseréltük le. Az így előállított zeolit réz-tartalma 2,4 m% volt. Az ilyen típusú ioncserélt zeolit alkalmazásának előnye, hogy réz-iont képes úgy juttatni a növény felületére, hogy a kationos helyen ammónium-ion marad vissza. Ennek az ammónium ionnak növény táplálási szempontból is jelentős a hatása.

3.2.2. Lombtrágyázási kísérletek réz-ioncserélt zeolittal

Az ismertetett módon előállított réz-ioncserélt zeolitot használtunk fel lombtrágyázási kísérleteinkben. A kísérleteket Komáromban, a SOLUM Rt. területén 1998-2000-ben állítottuk be duna öntéstalajon, 10 m²-es parcellákon véletlen blokk elrendezésben négy ismétlésben, GK-Kincső fajtájú őszibúza növényenél. A talaj összetételét a 11. táblázaton keresztül mutatjuk be.

11. táblázat Átlagos talajösszetétel (Komárom)

pH		K _A	CaCO ₃ %	Humusz %	AL-oldható			Mg	EDTA-oldható			
H ₂ O	KCl				P ₂ O ₅	K ₂ O	Na		Zn	Cu	Mn	Fe
mg*kg-1												
7,82	7,45	37,4	4,8	2,3	169,8	99,9	12,6	63,8	1,1	0,8	52,4	32,2

Az alkalmazott réz-dózisok 0,1; 0,3; 0,5; 1,0; 2,0 kg/ha⁻¹. Az előállított vegyületet szuszpenziós állapotban, nagynyomású kézi permetezővel juttattuk ki a növény felületére. A kijuttatott mennyiség 0,6 dm³ volt 10 m²-re. A betakarítás parcella kombájnnal történt. A betakarított mintákból mértük a hozamot, majd meghatároztuk a legfontosabb sütőipari paramétereket. Az összefüggéseket variancia, valamint regresszió-analízis segítségével értékeltük.

4. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

4.1. 2000. év kísérleti eredményeinek értékelése

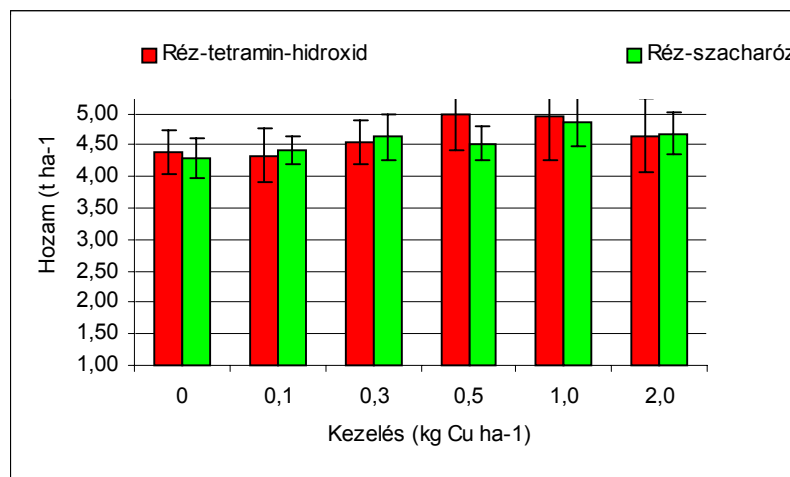
Lombkezelési kísérleteket végeztünk Komáromban 2000-ben, a kezeléseket két fenológiai fázisban bokrosodáskor és virágzáskor végeztük el.

4.1.1. A bokrosodáskor végzett kezelések hatása az őszi búza értékmérő tulajdonságainak alakulására

A Komáromban beállított kísérleteink során vizsgáltuk a kijuttatott vegyületeknek a hatását hozamra, valamint a liszt minőségére.

4.1.1.1. A hozam alakulása a kezelések hatására

A hozam a kezelések növekvő adagjainak hatására eltérően alakult az alkalmazott két Cu-komplex esetében (1. melléklet, 2. ábra).



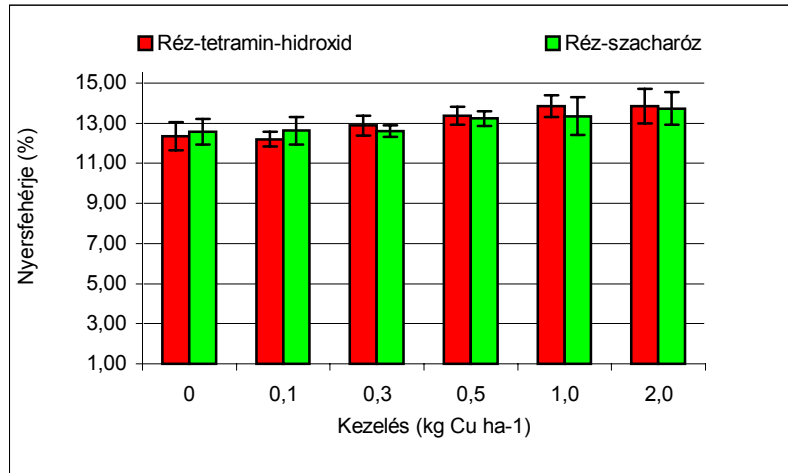
2. ábra: Az őszi búza hozamának alakulása a bokrosodáskor végzett Cu kezelések hatására (2000)

Az elvégzett vizsgálatok megmutatták, hogy a kezelések növekvő adagjainak hatására az őszi búza hozama – a $0,1 \text{ kg ha}^{-1}$ réz dózisé, kezelésen kívül – a kezelések hatására növekedett.

A statisztikailag nem igazolható különbségek ellenére megállapíthatjuk, hogy míg a Cu-tetramin hidroxid oldattal végzett állománykezelés esetén maximális hozamot ($4,98$, illetve $4,95 \text{ t ha}^{-1}$) a $0,5$ és $1,0 \text{ kg ha}^{-1}$ –os adagnál értük el, addig a Cu-szacharóz kezelések közül leghatásosabbnak az 1 kg ha^{-1} – os mennyiség bizonyult ($4,88 \text{ t ha}^{-1}$). Az $1,0 \text{ kg ha}^{-1}$ adagot meghaladó Cu-szacharóz adagok hatására a hozam csökkent. A kapott eredmények alapján megállapítható, hogy a réz-tetramin-hidroxidnak kedvezőbb a hatása a hozamra, mint a réz-szacharóznak.

4.1.1.2. A nyersfehérje-tartalom alakulása a kezelések hatására

A nyersfehérje tartalom alakulásának vizsgálata során szignifikáns különbségeket találtunk a Cu-tetramin-hidroxid komplex kezelések hatására kialakult nyersfehérje tartalmak között ($P=1,0\%$).

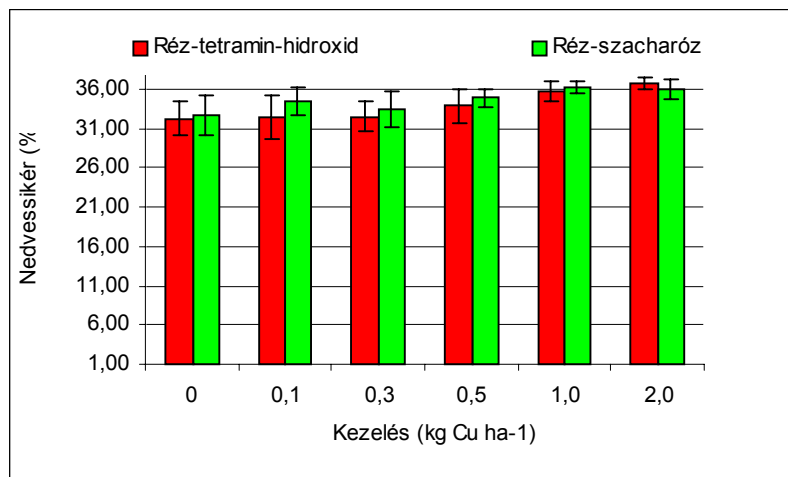


3. ábra: Az őszi búza nyersfehérje tartalmának alakulása bokrosodáskor végzett Cu kezelések hatására (2000)

Az elvégzett vizsgálatok eredményei alapján megállapíthatjuk, hogy az őszi búza nyersfehérje tartalma nőtt a különböző kezelések emelkedő adagjainak hatására (1. melléklet, 3. ábra). A kezelések hatására a nyersfehérje tartalom egyes esetekben mintegy 15 % -kal haladta meg a kezeletlen kontroll vonatkozó értékét. A nyersfehérje tartalom növelésére kedvezőbb hatású volt a Cu-tetramin-hidroxiddal történő lombkezelés. A kontrollhoz képest még a legmagasabb dózsisú 2,0 kg/ha-os Cu-kezelés is kedvezően befolyásolta a nyersfehérje tartalmat. Ennél a dózissnál a hozam vizsgálatoknál a toxikus hatás már kimutatható volt, melynek eredményeként a hozam csökkenését észleltük.

4.1.1.3. A nedvessikér tartalom alakulása a kezelések hatása

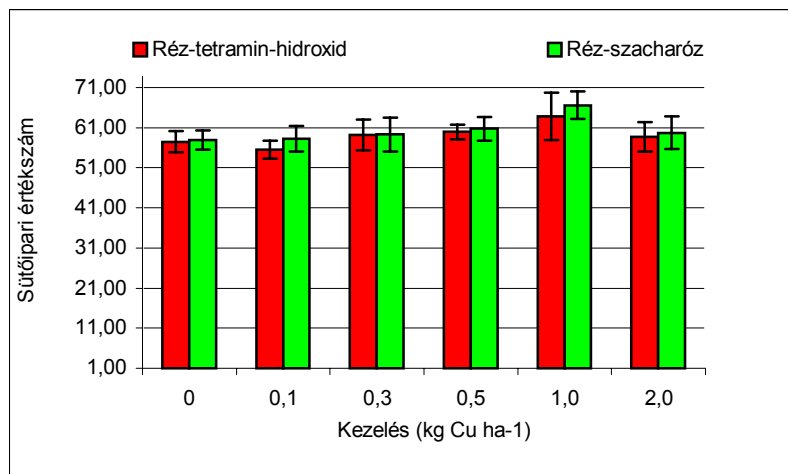
A nedves siker tartalmak változását a 3. ábra mutatja be. Az elvégzett vizsgálatok megmutatták, hogy a nedves siker tartalmak minden esetben nőttek a Cu kezelések növekvő adagjainak hatására (1. melléklet). Eredményeink alapján megállapíthatjuk, hogy az őszi búza nedves siker tartalma igazolhatóan nőtt az emelkedő Cu adagok hatására ($P < 10,0\%$). Legmagasabb nedves siker tartalmat mindkét kezelés esetében az 1,0, valamint a 2,0 kg ha⁻¹-os adagnál kaptunk (36,65%; illetve 36,10%). A nedves siker tartalom még magasabb 2,0 kg/ha Cu-dózis esetén is javulást mutatott. A 2,0 kg/ha-os dózis kivételével a réz-szacharóz kezelés adta a kedvezőbb siker-tartalom növekedést.



3. ábra: Az őszi búza nedves siker tartalmának alakulása a bokrosodáskor végzett Cu kezelések hatására (2000)

4.1.1.4. A sütőipari értékszám alakulása a kezelések hatására

A sütőipari értékszám változását a 4. ábra szemlélteti.



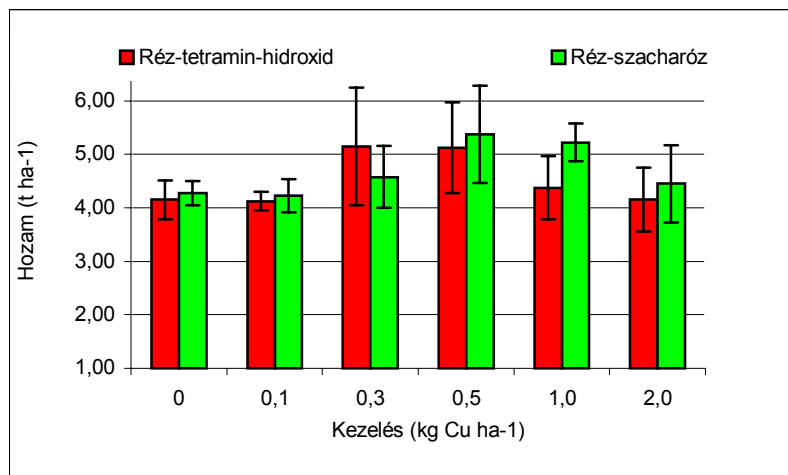
4. ábra: Az őszi búza sütőipari értékszámának alakulása bokrosodáskor végzett Cu kezelések hatására (2000)

Az elvégzett statisztikai értékelés alapján (1. melléklet) megállapíthatjuk, hogy a különböző kezelések növekvő adagjainak hatására az őszi búza sütőipari értékszám az 1,0 kg ha⁻¹-os Cu adagokig statisztikailag igazolhatóan nőtt (P=5,0 %). Az elvégzett vizsgálatok alapján megállapíthatjuk, hogy a sütőipari értékszám alakulására a leghatékonyabbnak az 1,0 kg ha⁻¹ –os Cu dózis bizonyult. A 2,0 kg/ha⁻¹ réz-dózisok hatására a sütőipari értékszám csökkenése mutatható ki. A lombtrágyázási kísérletünkben a réz-szacharóz komplex felhasználása minden esetben kedvezőbb sütőipari értékszám növekedést biztosított, mintha réz-tetramin-hidroxiddal alkalmaztuk volna.

4.1.2. A virágzáskor végzett kezelések hatása az őszi búza értékmérő tulajdonságainak alakulására

4.1.2.1. A hozam alakulása a kezelések hatására

A 2000. év virágzáskor végzett kezeléseinek a hatását az őszi búza hozamának alakulására az 5. ábra mutatja be.



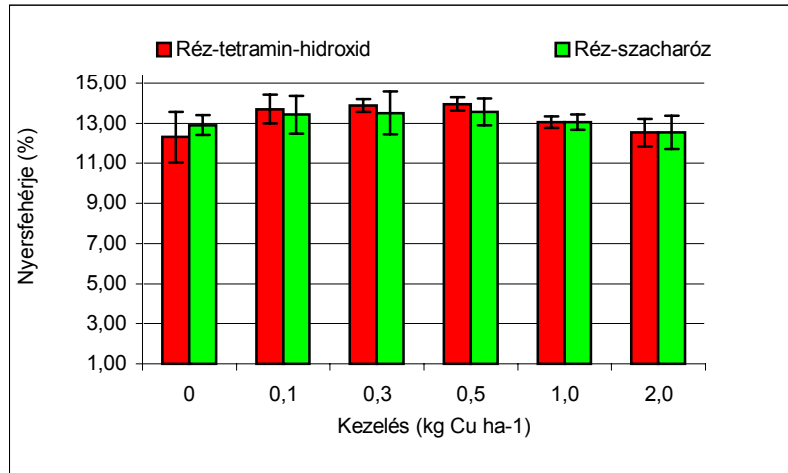
5. ábra: Az őszi búza hozamának alakulása virágzáskor végzett Cu kezelések hatására (2000)

Az eredményekkel elvégzett statisztikai értékelés (2. melléklet) megmutatta, hogy míg a Cu-tetramin-hidroxid kezelések hatására előállt hozamok között statisztikailag igazolható különbségek nem adódtak, addig a Cu-szacharóz kezelés emelkedő adagjainak hatására az őszi búza hozama szignifikánsan változott ($P=10,0$). A legmagasabb hozamokat (5,15, illetve 5,38 t ha⁻¹) a 0,5 kg ha⁻¹ –os dózissal érték el mindkét kezelés esetében. Az eredmények figyelmeztetnek azonban arra, hogy a

0,5 kg ha⁻¹ -nál nagyobb Cu adagok a hozam alakulását negatív irányban befolyásolják. A bokrosodáskori kezelésben magasabb 2,0 kg/ha⁻¹ rézdózisnál a kontrollhoz viszonyítva már kimutatható a hozam csökkenés.

4.1.2.2. A nyersfehérje-tartalom alakulása a kezelések hatására

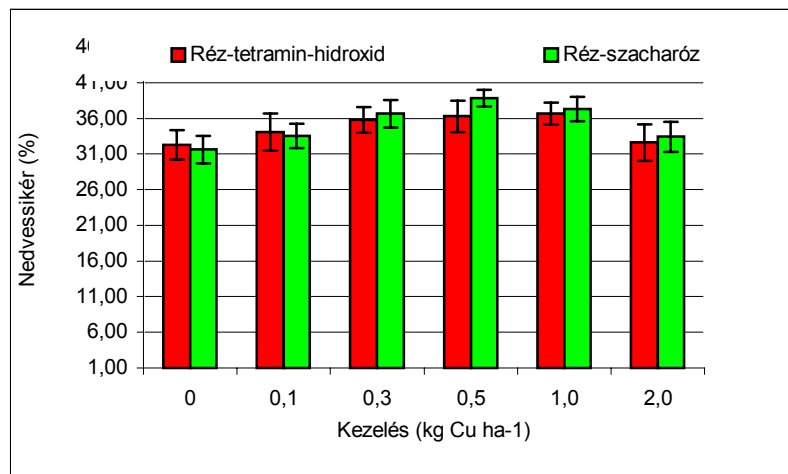
A virágzáskor elvégzett kezelések közül a Cu-tetramin-hidoxid oldatos állománykezelés adott a statisztikailag is igazolható összefüggéseket (2. melléklet, 6. ábra). Az eredmények alapján megállapíthatjuk, hogy a Cu kezelések növekvő adagjainak hatására az őszi búza nyersfehérje tartalma a 0,5 kg ha⁻¹ dóziséig emelkedik (P=1,0). Ennél nagyobb adagok mindkét komplexnél a nyersfehérje tartalmak csökkenését eredményezik. A bokrosodáskori kezelésnél a Cu-tetramin-hidroxid alkalmazása volt a hatékonyabb. Míg a bokrosodáskori kezelésben a 2,0 kg/ha⁻¹ Cu-dózisnál sem volt kimutatható a fehérjetartalom csökkenése, addig a virágzáskori kezelésben már 0,5 kg ha⁻¹ rézdózisnál nagyobb adagok esetén annak csökkenését észleltük.



6. ábra: Az őszi búza nyersfehérje tartalmának alakulása virágzáskor végzett Cu kezelések hatására (2000)

4.1.2.3. A nedvessikér tartalom alakulása a kezelések hatása

A 2000. év őszi búza kísérletében mért nedvessikér értékeket a 7. ábra mutatja be.

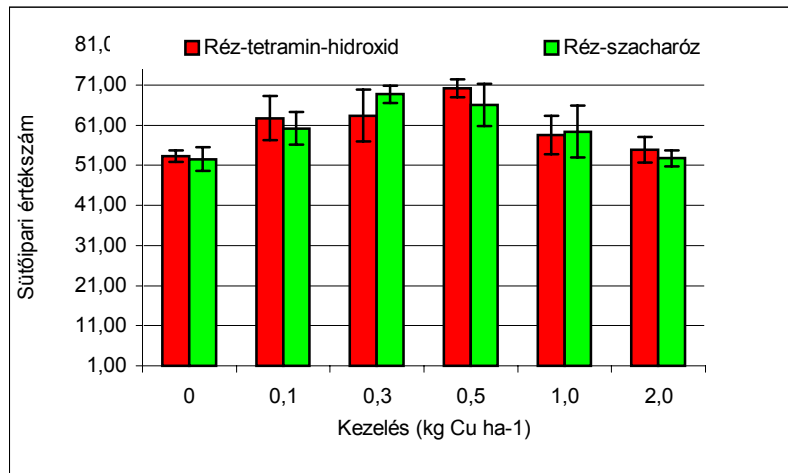


7. ábra: Az őszi búza nedves siker tartalmának alakulása virágzáskor végzett Cu kezelések hatására (2000)

Az eredmények a nyersfehérje tartalmak változásához hasonlóan alakultak a növekvő Cu adagok hatására. A Cu-tetramin-hidroxid oldatos, valamint a Cu-szacharóz oldatos állománykezelést összehasonlítva ugyanakkor megállapíthatjuk, hogy a sikértartalom alakulására a Cu-szacharóz kezeléseknél kifejezettebb hatása volt, mint a Cu-tetramin-hidroxid oldattal végzett állománykezelésnek. Az értékelés alapján a Cu-szacharóz kezeléseknél növekvő adagjainak hatására az őszi búza nedves siker tartalma a $0,5 \text{ kg ha}^{-1}$ Cu adagig statisztikailag igazolhatóan nőtt ($P=0,1\%$). A kezelésekkal elért maximális nedves siker tartalom így a Cu-szacharóz kezelésnél 38,83%-nak adódott, több, mint 2%-kal meghaladva a megfelelő Cu-tetramin-hidroxid kezelés értékét (36,65%). A virágzáskori fázisban történt kezelés esetén kisebb rézdózisnál kaptuk a maximális sütőipari növekedést, mint a bokrosodáskori kezelés esetén. A kezeléseknél hatására megállapítható, hogy a sikértartalom a bokrosodáskori kezelésben nagyobb mértékben nő a virágzáskori kezeléshez képest.

4.1.2.4. A sütőipari értékszám alakulása a kezeléseknél hatására

A vizsgálatokban virágzáskor alkalmazott két Cu-komplex kezelés növekvő dózisainak hatását elemezve megállapíthatjuk, hogy az őszi búza sütőipari értékszámát mindkét kezelés hatására szignifikáns különbségeket mutatott ($P=0,1\%$). A kísérleti eredményekkel elvégzett vizsgálatok megmutatták, hogy a leghatékonyabb dózist mindkét esetben a $0,5 \text{ kg Cu ha}^{-1}$ bizonyult (8. ábra, 2. melléklet).



8. ábra: Az őszi búza sütőipari értékszámának alakulása virágzaskor végzett Cu kezelések hatására (2000)

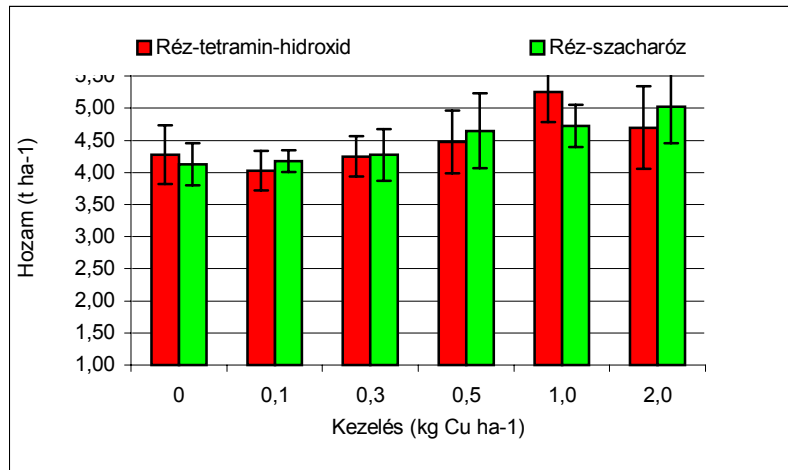
4.2. 2001. év kísérleti eredményeinek értékelése

A lombkezelési kísérleteket Komáromban 2001-ben végeztük el, két fenológiai fázisban, bokrosodáskor és virágzaskor.

4.2.1. A bokrosodáskor végzett kezelések hatása az őszi búza értékmérő tulajdonságainak alakulására

4.2.1.1. A hozam alakulása a kezelések hatására

A 2001. év kísérleti eredményei az előző évhez hasonlóan alakultak. A hozam értékeit vizsgálva ebben az évben is megállapíthatjuk, hogy a legmagasabb termés a Cu-tetramin-hidroxid kezelések 1,0 kg ha⁻¹-os, és a Cu-szacharóz kezelések 2,0 kg ha⁻¹-os adagjainál adódott (3. melléklet, 9. ábra). Az összefüggések statisztikailag igazolhatók ($P < 10,0\%$).

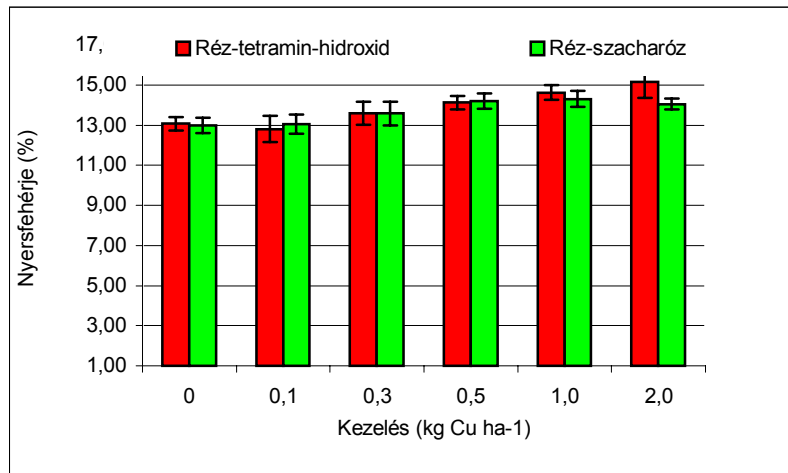


9. ábra: Az őszi búza hozamának alakulása bokrosodáskor végzett Cu kezelések hatására (2001)

4.2.1.2. A nyersfehérje-tartalom alakulása a kezelések hatására

A 2001-es vizsgálati évben a nyersfehérje tartalmak mutattak a legnagyobb eltéréseket a kezelések növekvő adagjainak hatására. Az elvégzett statisztikai értékelés megmutatta, hogy míg a Cu-tetramin-hidroxid oldattal végzett kezelések hatására előállt értékek között 0,1%-os szignifikancia szinten adódtak különbségek, addig a Cu-szacharózzal történt állománykezelés 1,0% -os megbízhatósági szinten bizonyította a kezelések növekvő adagjainak egyértelmű hatását (3. melléklet).

A Cu-tetramin-hidroxid oldattal végzett állománykezelés esetén a legmagasabb nyersfehérje tartalmat (15,15%) a 2,0 kg ha⁻¹-os dózisonál kaptuk (10. ábra). Ez a maximum érték a Cu-szacharóz kezelések esetében az 1,0 kg ha⁻¹ dózisonál adódott (14,30%).



10. ábra: Az őszi búza nyersfehérje tartalmának alakulása a bokrosodáskor végzett Cu kezelések hatására (2001)

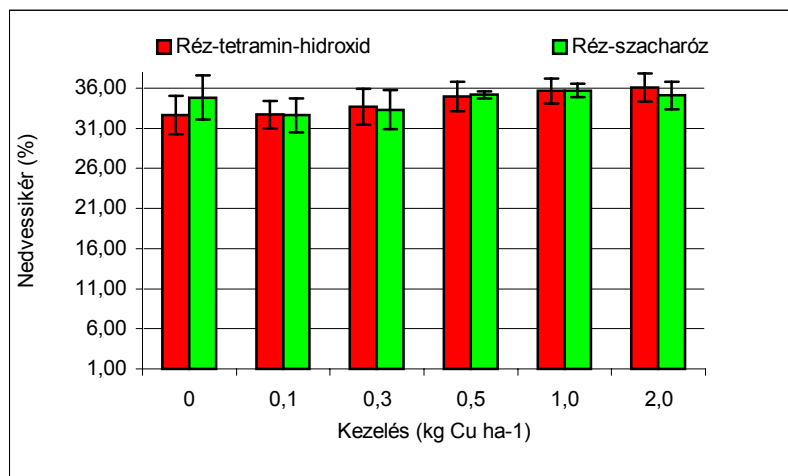
Az eredmények alapján a 2001. évben az őszi búza nyersfehérje tartalmára a legkifejezettebb hatása a Cu-tetramin-hidroxid oldat 2,0 kg ha⁻¹-os mennyiségének volt. A 2000 évben végzett levéltrágyázási kísérleteknél kapott eredményekhez hasonlóan ez évben is a Cu-tetraminos-hidroxidos kezelés hatásosabb a nyersfehérje tartalomra.

4.2.1.3. A nedvessikér tartalom alakulása a kezelések hatása

A nedves sikér tartalmak alakulását a 11. ábra mutatja be.

Az eredmények e paraméter tekintetében is az előző, 2000-es évhez hasonlóan alakultak. Az elvégzett vizsgálatok, valamint statisztikai értékelés alapján megállapíthatjuk, hogy a kísérletbe vont őszi búza nedves sikér tartalma a kezelések növekvő adagjainak hatására nőtt (3. melléklet). A Cu-tetramin-hidroxid kezelések esetében a legmagasabb nedves sikér tartalom (36,08%) a 2,0 kg ha⁻¹-os Cu adag esetében

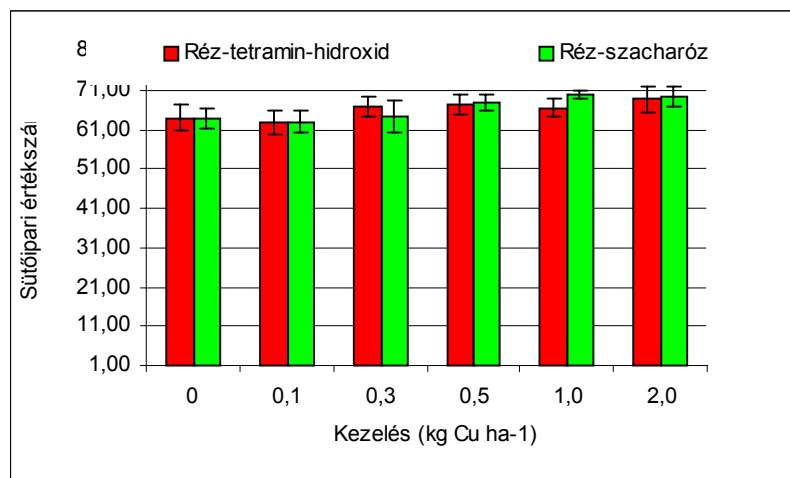
adódott, míg a Cu-szacharóz komplex-szel végzett kezeléseknél az 1,0 kg ha⁻¹-os adagnál kaptuk a legnagyobb sikértartalmat (35,68%). Ez utóbbi esetben az 1,0 kg ha⁻¹-os mennyiséget meghaladó adagok felett az őszi búza nedves sikér tartalmának a csökkenését figyelhettük meg.



11. ábra: Az őszi búza nedves sikér tartalmának alakulása bokrosodáskor végzett Cu kezelések hatására (2001)

4.2.1.4. A sütőipari értékszám alakulása a kezelések hatására

A különböző kezelések növekvő adagjainak hatására a sütőipari értékszámok eltérő mértékben változtak (12. ábra).



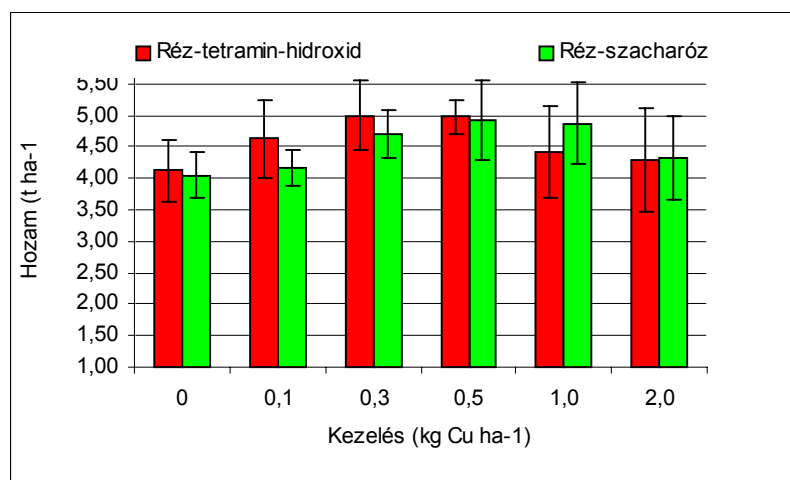
12. ábra: Az őszi búza sütőipari értékszámának alakulása bokrosodáskor végzett Cu kezelések hatására (2001)

Az eredmények alapján azonban megállapíthatjuk, hogy a sütőipari értékszám a Cu kezelések növekvő adagjainak hatására statisztikailag igazolhatóan nőtt mindkét kezelés esetében (3. melléklet). A legmagasabb sütőipari értéket a réz-szacharózos kezelésben kaptuk, 1,0 kg ha⁻¹ réz-dózis esetében. A réz-tetramin hidroxidos kezelésben a 2,0 kg ha⁻¹ réz-dózisnál is növekvő nedves sikkertartalom volt kimutatható. A Cu-szacharóz kezelések 1 kg ha⁻¹ adagja felett a sütőipari értékszám csökkenése várható.

4.2.2. A virágzáskor végzett kezelések hatása az őszi búza értékmérő tulajdonságainak alakulására

4.2.2.1. A hozam alakulása a kezelések hatására

A 2001. kísérleti év virágzáskor végzett Cu kezeléseinek hatását az őszi búza hozamára a 13. ábra mutatja be.

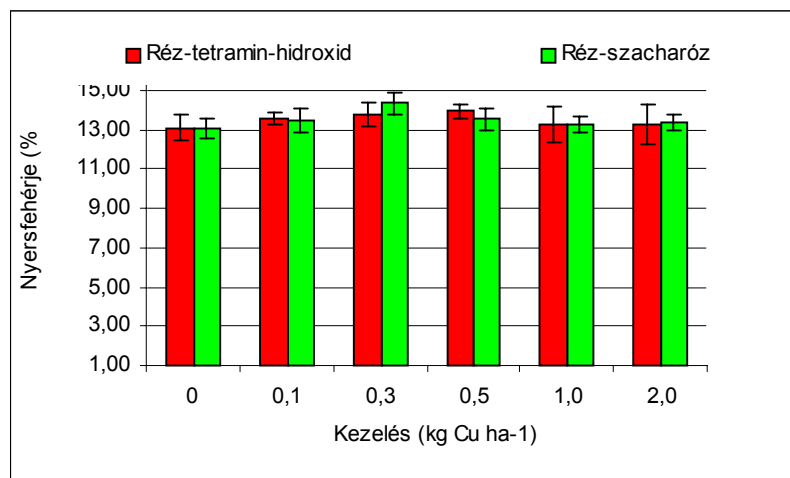


13. ábra: Az őszi búza hozamának alakulása virágzáskor végzett Cu kezelésekre (2001)

Az eredmények az előző évi vizsgálatokhoz hasonlóan alakultak (4. melléklet). Az elvégzett vizsgálatok alapján statisztikailag igazolható különbségeket tártunk fel az alkalmazott Cu-tetramin-hidroxid valamint Cu-szacharóz komplex növekvő adagjainak hatására előállt hozamértékek között ($P=10,0\%$). Az eredmények alapján megállapíthatjuk, hogy míg a Cu-tetramin-hidroxid oldatos kezeléseknél a 0,3-0,5 kg ha⁻¹ dózisonál kaptuk a legnagyobb hozamot (5 t ha⁻¹), addig a Cu-szacharóz kezeléseknél ez az érték a 0,5-1,0 kg ha⁻¹ adagnál várható.

4.2.2.2. A nyersfehérje-tartalom alakulása a kezelések hatására

A nyersfehérje tartalmak alakulását vizsgálva megállapíthatjuk, hogy az az előző évi kísérleti eredményekhez hasonlóan változott a különböző Cu kezelések növekvő adagjainak hatására (14. ábra).



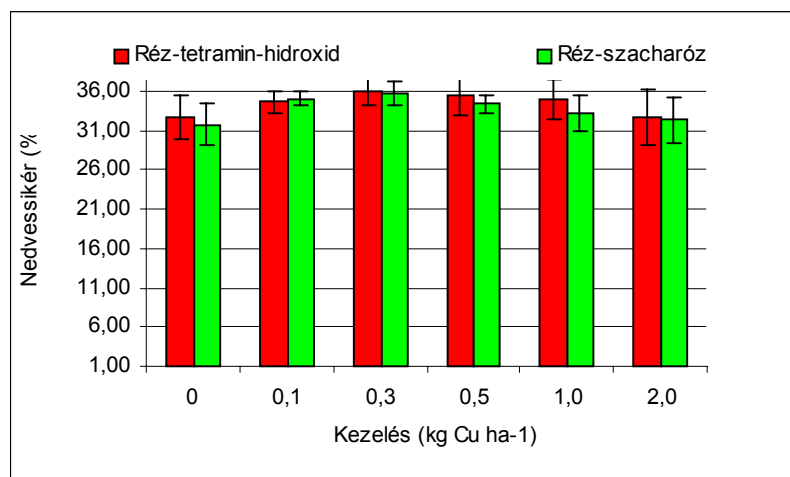
14. ábra: Az őszi búza nyersfehérje tartalmának alakulása virágzáskor végzett Cu kezelések hatására (2001)

Annak ellenére, hogy a statisztikai értékelés igazolható különbségeket ($P < 10,0\%$) csupán a Cu-szacharóz kezelések növekvő adagjainak hatására előállt nyersfehérje tartalmak között találtunk (4. melléklet), megállapíthatjuk, hogy a növekvő Cu adagokkal az őszi búza nyersfehérje tartalma nőtt a kezeletlen kontroll értékeihez képest.

Az eredmények megmutatták, hogy a legmagasabb nyersfehérje tartalom mindkét kezelésnél a 0,3-0,5 kg ha⁻¹ Cu adagnál várható (13,93, illetve 14,33%).

4.2.2.3. A nedvessikér tartalom alakulása a kezelések hatása

A nedvessikér tartalmak alakulását a 15. ábra mutatja be.

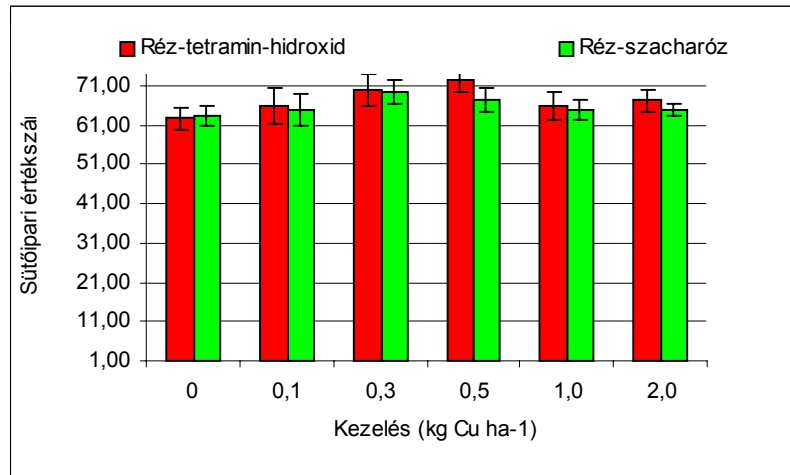


15. ábra: Az őszi búza nedvessikér tartalmának alakulása virágzáskor végzett Cu kezelések hatására (2001)

A mérési eredmények, valamint az azokkal elvégzett statisztikai értékelés alapján (4. melléklet) megállapíthatjuk, hogy a legmagasabb nedvessikér tartalmakat mindkét Cu komplexnél a 0,3 kg ha⁻¹-os dózisinál kaptuk. Az e feletti adagok hatására valamennyi esetben a nedvessikér tartalmak csökkenése tapasztalható.

4.2.2.4. A sütőipari értékszám alakulása a kezelések hatására

A vizsgálati év őszi búza mintáinak sütőipari értékszám az előzőekben részletezett paraméterekhez hasonlóan alakult (16. ábra).



16. ábra: Az őszi búza sütőipari értékszámának alakulása virágzáskor végzett Cu kezelések hatására (2001)

A különböző Cu kezelések hatására az őszi búza sütőipari értéke minden esetben meghaladta a kezeletlen kontroll értékeit.

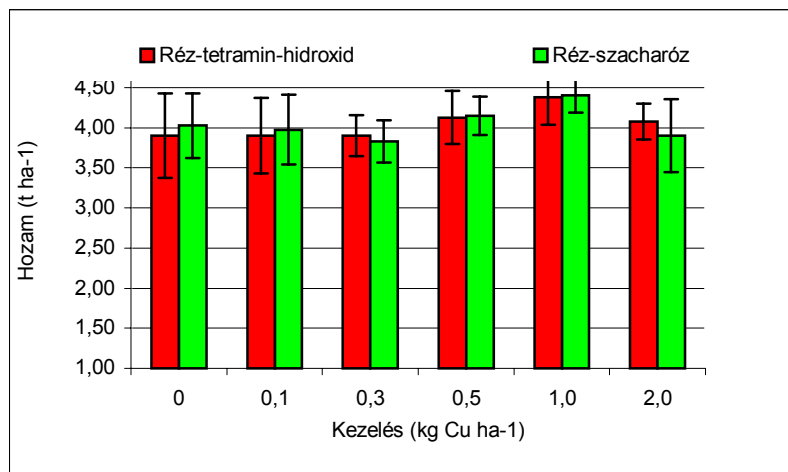
A statisztikailag csak a Cu-tetramin-hidroxid kezelések esetében igazolható különbségek ellenére ($P=5,0\%$) megállapíthatjuk, hogy a legmagasabb sütőipari érték a 0,3-0,5 kg ha⁻¹-os Cu koncentráció tartományban adódott (4. melléklet). A 0,5 kg ha⁻¹-nél magasabb Cu dózisosok a vizsgálatba vont őszi búza sütőipari értékére már negatív hatással voltak.

4.3. 2002. év kísérleti eredményeinek értékelése

4.3.1. A bokrosodáskor végzett kezelések hatása az őszi búza értékmérő tulajdonságainak alakulására

4.3.1.1. A hozam alakulása a kezelések hatására

A kisparcellás szántóföldi kísérlet 3. évében kapott hozamokat a 16. ábra, valamint az 5. melléklet első táblázata mutatja be.



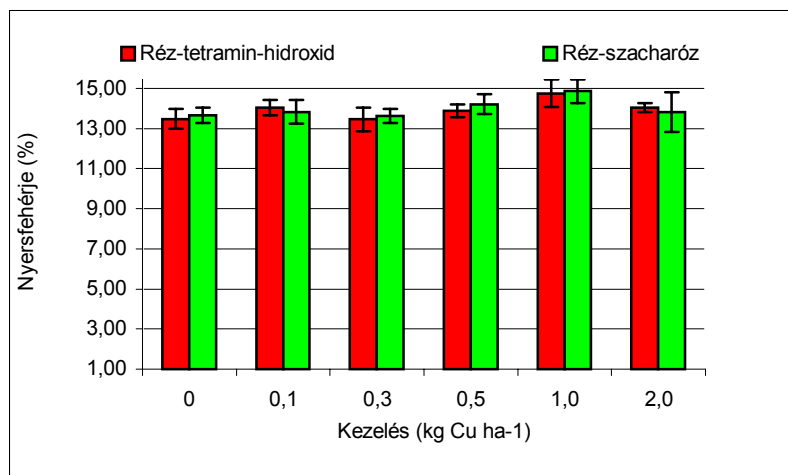
17. ábra: Az őszi búza hozamának alakulása bokrosodáskor végzett Cu kezelések hatására (2002)

Az elvégzett vizsgálatok alapján megállapíthatjuk, hogy a Cu kezelések növekvő adagjainak hatására kialakult hozamok 2002-es évben is meghaladták a kezeletlen kontroll értékeit. A statisztikailag nem igazolható különbségek ellenére felhívjuk a figyelmet, hogy maximális hozam (4,38, illetve 4,40 t ha⁻¹) mindkét Cu kezelésnél az 1 kg ha⁻¹-os

adagnál jelentkezett. Az ennél nagyobb adagok az őszi búza hozamának csökkenéséhez vezettek.

4.3.1.2. A nyersfehérje-tartalom alakulása a kezelések hatására

A különböző Cu kezelések hatására előállt nyersfehérje tartalmak alakulását a 18. ábra szemlélteti.



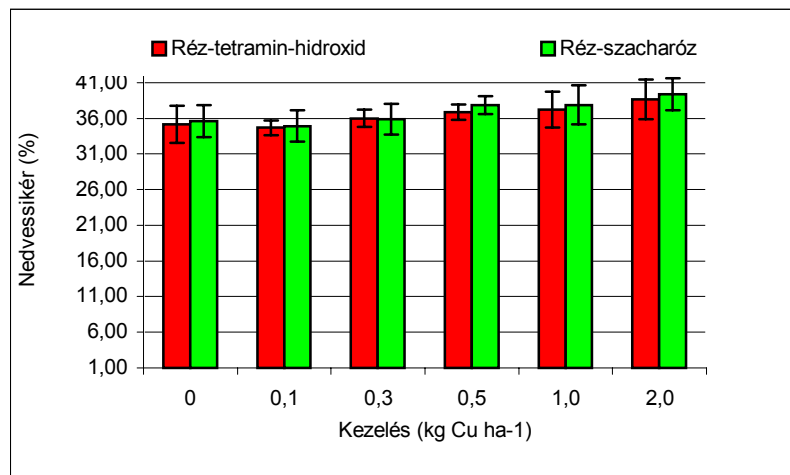
18. ábra: Az őszi búza nyersfehérje tartalmának alakulása bokrosodáskor végzett Cu kezelések hatására (2002)

Az elvégzett statisztikai értékelés alapján (5. melléklet) megállapíthatjuk, hogy az őszi búza nyersfehérje tartalma statisztikailag igazolhatóan nőtt a Cu kezelések növekvő adagjainak hatására ($P < 10,0\%$). Az eredmények alapján a legnagyobb nyersfehérje tartalmat mindkét Cu kezelésnél az $1,0 \text{ kg ha}^{-1}$ adagnál kaptuk. Ennél nagyobb adagok valamennyi esetben a vizsgált paraméter csökkenését eredményezték.

4.3.1.3. A nedvessikér tartalom alakulása a kezelések hatása

Az őszi búza nedvessikér tartalma a kezelések hatására az előző évekhez hasonlóan alakult, bár statisztikailag igazolható különbség csak a Cu-szacharóz kezelések között adódott ($P=10,0\%$) (5. melléklet).

Az eredmények megmutatták, hogy a növekvő Cu adagokkal az őszi búza nedvessikér tartalma nőtt (19. ábra).



19. ábra: Az őszi búza nedvessikér tartalmának alakulása bokrosodáskor végzett Cu kezelések hatására (2002)

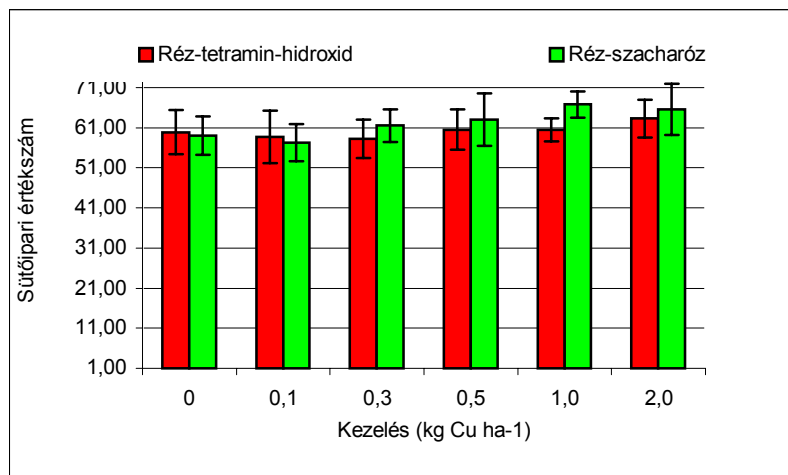
A legnagyobb nedvessikér értékeket (38,63%, illetve 39,38%) mindkét Cu kezelésnél a 2,0 kg ha⁻¹-os adagoknál mértük.

4.3.1.4. A sütőipari értékszám alakulása a kezelések hatására

A vizsgálati évben szignifikáns különbségeket ($P<10,0\%$) csupán a Cu-szacharóz kezelések hatására előállt sütőipari értékszámok között

találtunk (5. melléklet). Az elemzések alapján míg az egyes kezelések között 5,0%-os szignifikancia szinten adódtak különbségek, addig a kezeletlen kontroll és a többi kezelés átlaga 10,0%-os megbízhatósági szinten mutatott eltéréseket.

Az eredmények megmutatták, hogy a 2002. év mintáinak sütőipari értékszáma a növekvő Cu adagokkal emelkedett (20. ábra).



20. ábra: Az őszi búza sütőipari értékének alakulása bokrosodáskor végzett Cu kezelések hatására (2002)

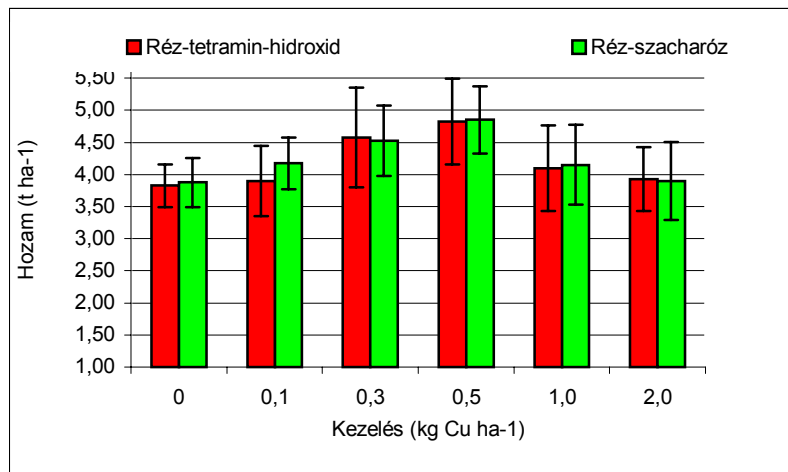
A legmagasabb sütőipari értékszámot a Cu-amin kezelés 0,5 kg ha⁻¹-os adagjánál kaptuk (63,25), míg a Cu-szacharózzal végzett lombtrágyázás esetében a maximális érték (66,75) az 1,0 kg ha⁻¹ dózisonál adódott. Az ennél nagyobb adagok hatására a sütőipari értékszám csökkenését figyeltük meg.

4.3.2. A virágzáskor végzett kezelések hatása az őszi búza értékmérő tulajdonságainak alakulására

4.3.2.1. A hozam alakulása a kezelések hatására

A 2002. év hozamadatait vizsgálva megállapíthatjuk, hogy azok részben elmaradtak az előző évei terméseredményektől (6. melléklet). A hozam értékeivel elvégzett statisztikai értékelés sem az egyes kezelések között, sem pedig a kezeletlen kontroll, valamint a kezelések átlaga között nem mutatott igazolható különbségeket.

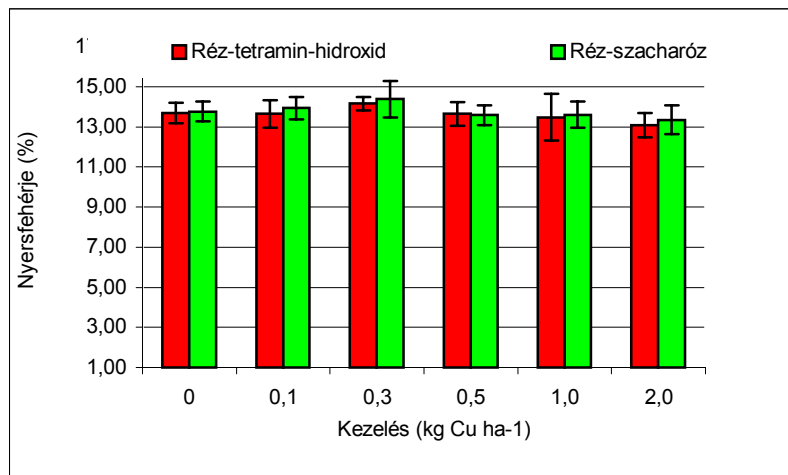
A statisztikailag nem bizonyítható különbségek ellenére azonban megállapíthatjuk, hogy a kezelések hatására az őszi búza hozama szemmel láthatóan változott (21. ábra). Eredményeink alapján a hozam a $0,5 \text{ kg ha}^{-1}$ -os értékig nőtt, majd az ennél nagyobb Cu adagok hatására a dózis növekedésével csökkent. A legnagyobb hozam a $0,5 \text{ kg ha}^{-1}$ Cu adagnál adódott ($4,83$; illetve $4,85 \text{ t ha}^{-1}$).



21. ábra: Az őszi búza hozamának alakulása a különböző, virágzáskor végzett Cu kezelések hatására (2002)

4.3.2.2. A nyersfehérje-tartalom alakulása a kezelések hatására

A 2002. kísérleti év virágzáskor végzett Cu kezeléseinek hatását az őszi búza nyersfehérje tartalmának alakulására a 22. ábra mutatja be.



22. ábra: Az őszi búza nyersfehérje tartalmának alakulása virágzáskor végzett Cu kezelések hatására (2002)

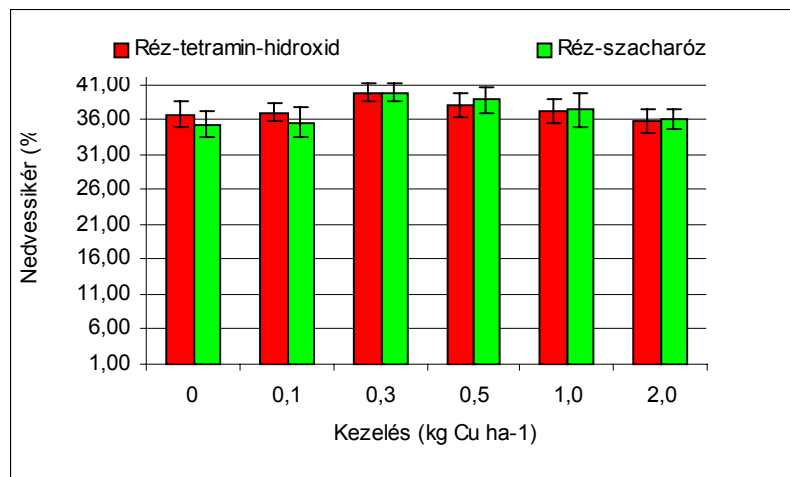
A statisztikailag nem igazolható különbségek ellenére megállapíthatjuk, hogy a különböző Cu kezelések növekvő adagjainak hatására az őszi búza nyersfehérje tartalma az előző évekhez hasonlóan változott (6. melléklet).

A legmagasabb értékeket mind a Cu-tetramin mind pedig a Cu-szacharóz kezeléseknél a 0,3 kg ha⁻¹ Cu adagnál kaptuk (14,15; illetve 14,38%). A réz-szacharóz kezelés kedvezőbben hatott a nyersfehérje tartalom növekedésére. Az ennél nagyobb Cu dózisok minden esetben a nyersfehérje tartalmak csökkenését eredményezték.

4.3.2.3. A nedvessikér tartalom alakulása a kezelések hatása

A 2002. év virágzáskor végzett Cu komplex kezeléseinek hatására az őszi búza nedvessikér tartalma statisztikailag igazolhatóan változott ($P < 5,0$) a növekvő Cu adagokkal (6. melléklet).

A különböző Cu adagoknál mért nedvessikér tartalmakat a 6. melléklet, valamint a 23. ábra mutatja be.

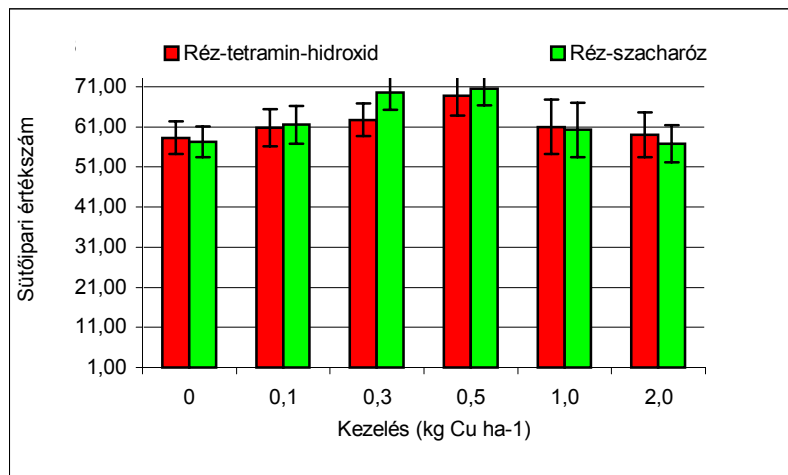


23. ábra: Az őszi búza nedvessikér tartalmának alakulása virágzáskor végzett Cu kezelések hatására (2002)

Az eredmények felhívják a figyelmet arra, hogy az őszi búza nedvessikér tartalmának maximális értéke mindkét Cu-komplex kezeléseknél 0,3 kg ha⁻¹-os dózisánál várható (39,88; illetve 39,83). Az ennél nagyobb Cu adagok esetében az őszi búza nedvessikér tartalmának folyamatos csökkenése figyelhető meg. A legalacsonyabb nedvessikér tartalom a legmagasabb, 2,0 kg ha⁻¹-os Cu adagnál adódik.

4.3.2.4. A sütőipari értékszám alakulása a kezelések hatására

Az őszi búza sütőipari értékszámának alakulását a 24. ábra mutatja be.



24. ábra: Az őszi búza sütőipari értékszámának alakulása virágzáskor végzett Cu kezelések hatására (2002)

Az eredményekkel elvégzett statisztikai értékelés megmutatta, hogy míg a Cu-UAN kezelt csoport sütőipari értékszámai a Cu kezelések növekvő adagjainak hatására statisztikailag igazolhatóan nem változtak, addig a Cu-szacharóz kezelések 0,1%-os szignifikáns eltéréseket mutattak.

Az előző évi eredményekhez hasonlóan a legmagasabb sütőipari értékszám mindkét kezeléskor a 0,5 kg ha⁻¹-os Cu adagnál adódott (68,75; illetve 70,50). A 0,5 kg ha⁻¹-nál nagyobb Cu adagok hatására ebben az esetben is a mutatók csökkenését figyelhettük meg. A legkisebb értékek mindkét esetben a 2,0 kg ha⁻¹-os Cu adagnál adódtak.

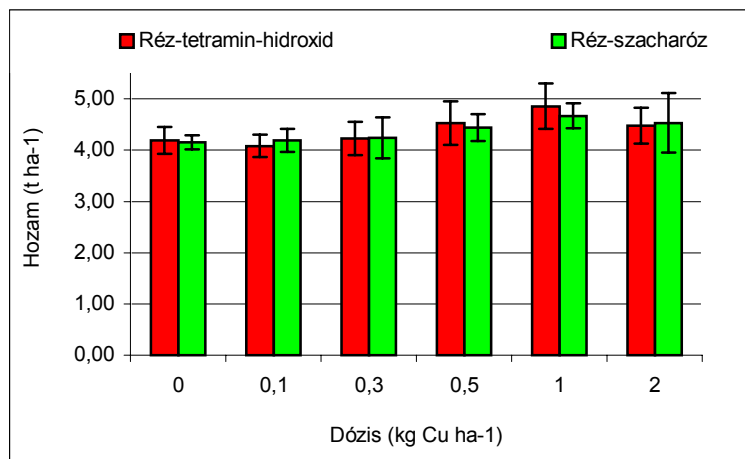
4.4. 2000-2002. évek kísérleti eredményeinek átfogó értékelése

4.4.1. A bokrosodáskor végzett kezelések hatása az őszi búza értékmérő tulajdonságainak alakulására

A kísérletsorozat három éves adatsorával elvégzett statisztikai értékelés (8. melléklet) valamennyi vizsgált paraméter átlagértéke között szignifikáns különbségeket talált ($P=0,1\%$). A jelentős különbségek ellenére a Cu-tetramin, valamint a Cu-szacharóz csoportok között elvégzett varianciaanalízis statisztikailag igazolható eltéréseket csupán a nedvessikér tartalmakban, valamint a sütőipari értékekben mutatott ($P<10,0\%$) a réz-szacharóz kedvező hatására.

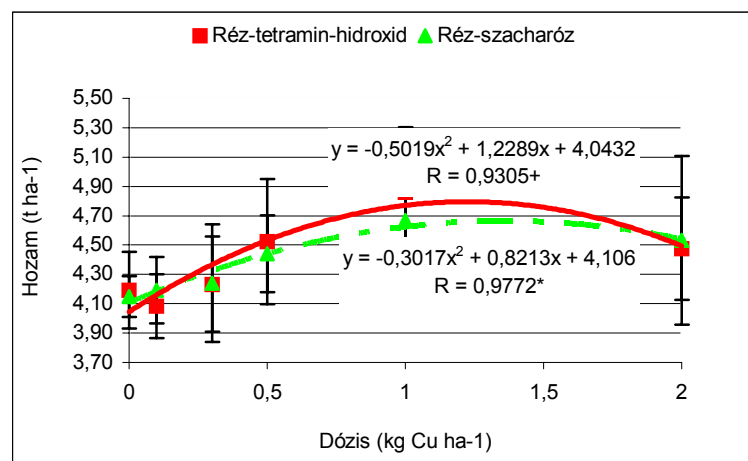
4.4.1.1. A hozam alakulása a kezelések hatására

Az átlagos hozamértékek alakulását a 7. melléklet tartalmazza és a 25. ábra mutatja be.



25. ábra: Az őszi búza hozamának alakulása bokrosodáskor végzett Cu kezelések hatására (2000-2002)

Az eredmények megmutatták, hogy a növekvő Cu adagok hatására a hozam értékei mindkét kezelésnél szignifikánsan meghaladták a kezeletlen kontroll terméseredményeit ($P=5,0\%$). A növekvő Cu adagok hatására a hozam értékei az $1,0 \text{ kg ha}^{-1}$ Cu adagig mindkét esetben statisztikailag igazolhatóan nőttek ($P<5,0\%$). A legmagasabb hozam ($4,86 \text{ t ha}^{-1}$, illetve $4,67 \text{ t ha}^{-1}$) mindkét esetben az $1,0 \text{ kg ha}^{-1}$ Cu adagoknál realizálódott. Megállapításainkat a 26. ábra regressziós összefüggése is alátámasztja.



27. ábra: Az őszi búza hozamának változása a növekvő Cu adagok hatására (2000-2002)

A regressziós kapcsolat alapján megállapíthatjuk, hogy az őszi búza hozama a növekvő Cu-tetramin adagokkal az $y = -0,5019x^2 + 1,2289x + 4,0432$ egyenlet mentén ($F=10,0\%$), a Cu-szacharóz dózissal az $y = -0,3017x^2 + 0,8213x + 4,106$ regressziós összefüggéssel változik ($F=5,0\%$). A függvények első deriváltját (y') nullára rendezve a maximális hozam a kísérleti eredmények alapján a Cu-tetramin oldatos

állománykezelésnél $1,29 \text{ kg ha}^{-1}$, Cu-szacharóz lombtrágyázásnál pedig $1,36 \text{ kg ha}^{-1}$ mennyiségnél várható.

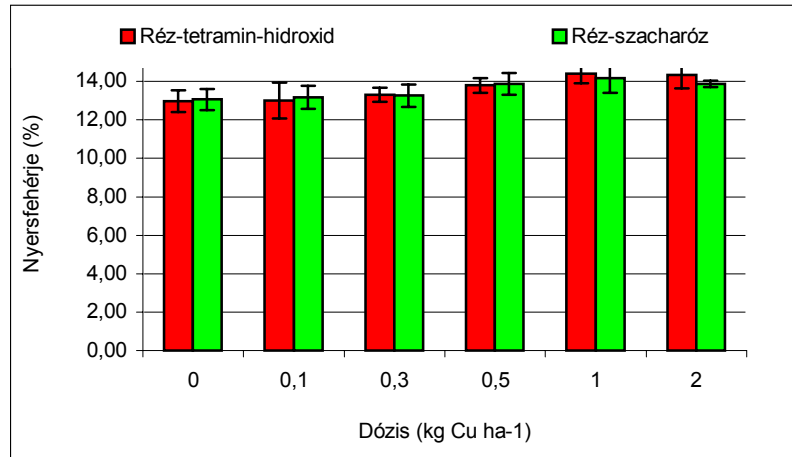
4.4.1.2. A nyersfehérje-tartalom alakulása a kezelések hatására

A nyersfehérje tartalmak változását a különböző Cu kezelések hatására a 28. ábra mutatja be.

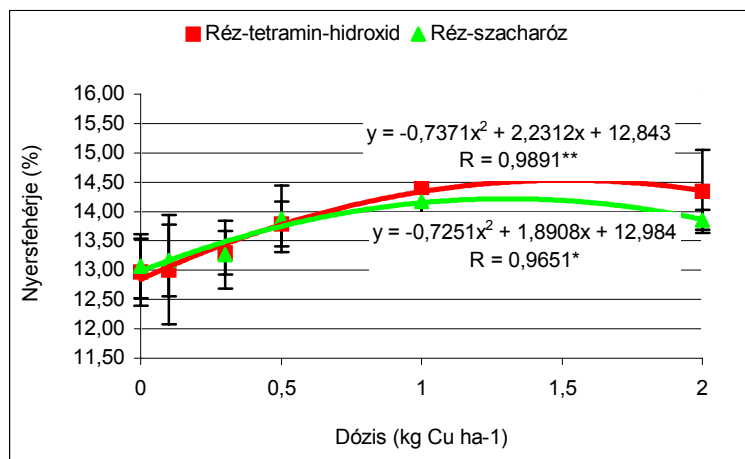
Az elvégzett statisztikai értékelés megmutatta, hogy a kezelések hatására a nyersfehérje tartalmak mindkét Cu-komplex esetben meghaladták a kezeletlen kontroll értékeit ($P < 5,0\%$).

Az eredmények alapján a legnagyobb nyersfehérje tartalom mindkét kezelésnél az $1,0 \text{ kg ha}^{-1}$ Cu adagnál adódott. Megfigyeléseinket a 29. ábra regressziós összefüggései is alátámasztják.

Az eredmények alapján megállapíthatjuk, hogy a Cu-tetramin oldattal történt állománykezelés növekvő adagjaival az őszi búza nyersfehérje tartalma az $y = -0,737x^2 + 2,2312x + 12,843$ egyenlet mentén ($F = 1,0\%$), a Cu-szacharóz oldattal végtett lombtrágyázás emelkedő dózisainak hatására az $y = -0,7251x^2 + 1,8909x + 12,984$ ($F = 5,0\%$) függvénnyel leírható összefüggés mentén változik.



28. ábra: Az őszi búza nyersfehérje tartalmának alakulása bokrosodáskor végzett Cu kezelések hatására (2000-2002)

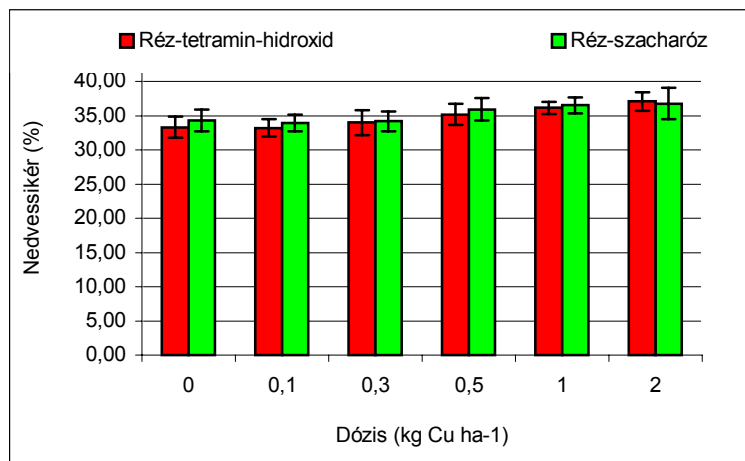


29. ábra: Az őszi búza nyersfehérje tartalmának változása a növekvő Cu adagok hatására (2000-2002)

A regressziós összefüggések alapján a maximális hozam a Cu-tetramin kezelés 1,5 kg ha⁻¹-os adagjánál, illetve a Cu-szacharóz kezelés 1,3 kg ha⁻¹-os dózisánál adódik.

4.4.1.3. A nedvessikér tartalom alakulása a kezelések hatása

A különböző adagú kezelések hatására kialakult nedvessikér tartalmakat a 7. melléklet, valamint a 30. ábra mutatja be. A három éves kísérletsorozat átlagértékeivel elvégzett statisztikai értékelés megmutatta, hogy a különböző kezelések növekvő adagjainak hatására az őszi búza nedvessikér tartalma 0,1%-os szignifikancia szinten megbízható különbségeket mutat.

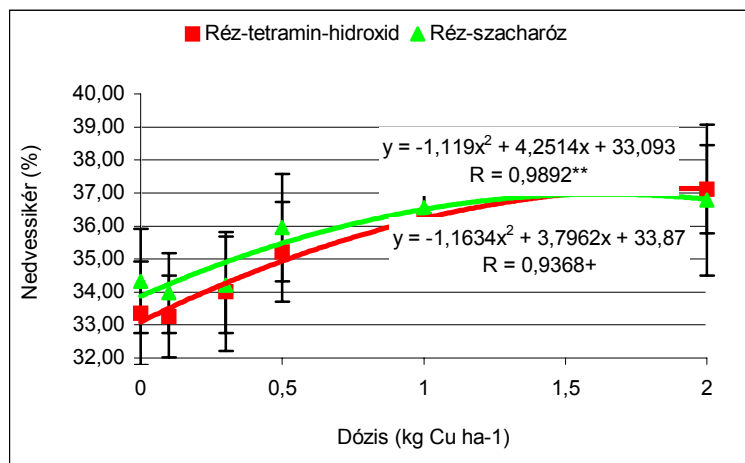


30. ábra: Az őszi búza nedvessikér tartalmának alakulása bokrosodáskor végzett Cu kezelések hatására (2000-2002)

A legnagyobb nedvessikér tartalmat mindkét esetben a 2,0 kg ha⁻¹-os Cu adagnál mértük.

A különböző Cu adagok, valamint az őszi búza mért nedvessikér tartalmának összefüggését a 31. ábra részletezi. A mérési eredmények alapján a Cu-tetramin komplex növekvő dózisainak hatására a nedvessikér tartalom az $y = -1,119x^2 + 4,2514x + 33,093$ egyenlet mentén

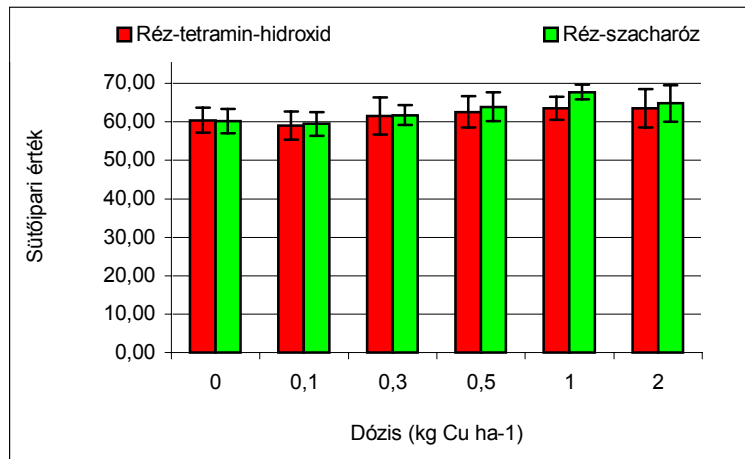
változik ($F=1,0\%$) és maximumát az $y'=0$ pontban, azaz $1,89 \text{ kg ha}^{-1}$ Cu adagnál veszi fel. Ugyanezen pont az $y=-1,1634x^2+3,7962x+33,87$ ($F=10,0\%$) egyenlettel jellemezhető Cu-szacharóz kezelés $1,63 \text{ kg ha}^{-1}$ adagjánál adódik.



31. ábra: Az őszi búza nedvessikér tartalmának változása a növekvő Cu adagok hatására (2000-2002)

4.4.1.4. A sütőipari értékszám alakulása a kezelések hatására

Az őszi búza sütőipari értékének alakulását a 7. melléklet mutatja be, valamint a 32. ábra szemlélteti.

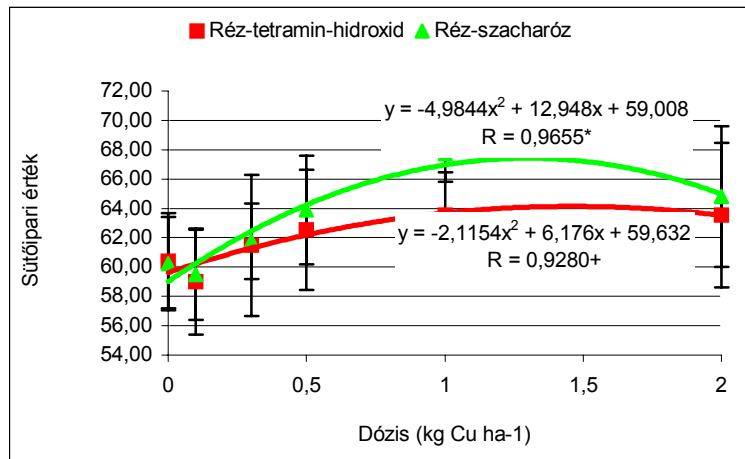


32. ábra: Az őszi búza sütőipari értékének alakulása bokrosodáskor végzett Cu kezelések hatására (2000-2002)

Az eredményekkel elvégzett statisztikai értékelés megmutatta, hogy a különböző Cu-komplexek növekvő adagjainak hatására az őszi búza sütőipari tulajdonságai mind a kezeletlen kontrollhoz-, mind pedig egymáshoz képest statisztikailag igazolhatóan változnak ($P < 1,0\%$). Eredményeink közül a legnagyobb sütőipari értéket (63,55; illetve 67,73) mindkét kezelésnél az $1,0 \text{ kg ha}^{-1}$ Cu adag eredményezte.

A Cu-tetramin, valamint a Cu-szacharóz kezelések különböző adagjainál mért átlagértékeket összehasonlítva megállapíthatjuk, hogy a sütőipari érték alakulására jelen vizsgálatban a Cu-szacharóz kezeléseknek statisztikailag igazolhatóan nagyobb hatása volt ($P = 5,0\%$).

A Cu kezelések növekvő adagjainak és a 3 éves átlagos sütőipari értékek összefüggését a 33. ábra mutatja be.



33. ábra: Az őszi búza sütőipari értékszámának változása a növekvő Cu adagok hatására (2000-2002)

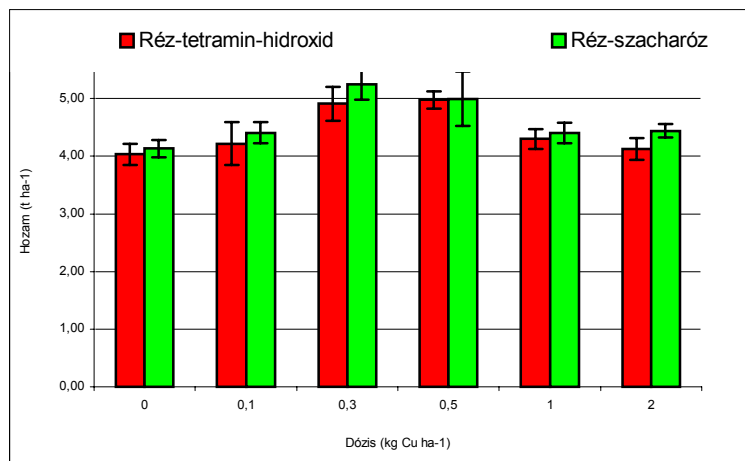
A regressziós függvények alapján megállapíthatjuk, hogy az $y'=0$ alapján számított maximális sütőipari érték a Cu-tetramin-hidroxidos kezelések mintegy 1,3 kg ha⁻¹-os, valamint a Cu-szacharóz kezelések 1,45 kg ha⁻¹-os adagjainál várható.

4.4.2. A virágzáskor végzett kezelések hatása az őszi búza értékmérő tulajdonságainak alakulására

A kísérletsorozat három éves adatsorával elvégzett statisztikai értékelés (9. melléklet) valamennyi vizsgált paraméter átlagértéke között szignifikáns különbségeket talált ($P=0,1\%$). A Cu-tetramin-hidroxid valamint Cu-szacharóz csoportok átlageredményeivel elvégzett varianciaanalízis statisztikailag igazolható eltéréseket nem mutatott.

4.4.2.1. A hozam alakulása a virágzáskori kezelések hatására

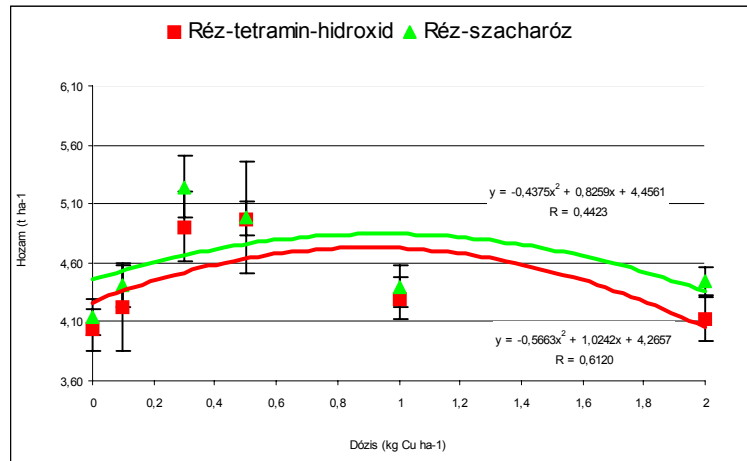
A hozam alakulását a 9. melléklet, valamint a 34. ábra mutatja be.



34. ábra: Az őszi búza hozamának alakulása virágzáskor végzett Cu kezelések hatására (2000-2002)

Az eredmények alapján megállapíthatjuk, hogy mindkét Cu-komplex kezelésnél a növekvő Cu adagok hatására a hozam mind a kezeletlen kontrollhoz, mind pedig a többi értékhez viszonyítva statisztikailag igazolhatóan változott ($P=0,1\%$). Eredményeink alapján a Cu-tetramin kezeléseknél a maximális hozam ($4,98 \text{ t ha}^{-1}$) a $0,5 \text{ kg ha}^{-1}$ -os adagnál, a Cu-szacharózzal végzett lomtrágyázásnál $0,3 \text{ kg ha}^{-1}$ dózisonál adódott ($5,24 \text{ t ha}^{-1}$).

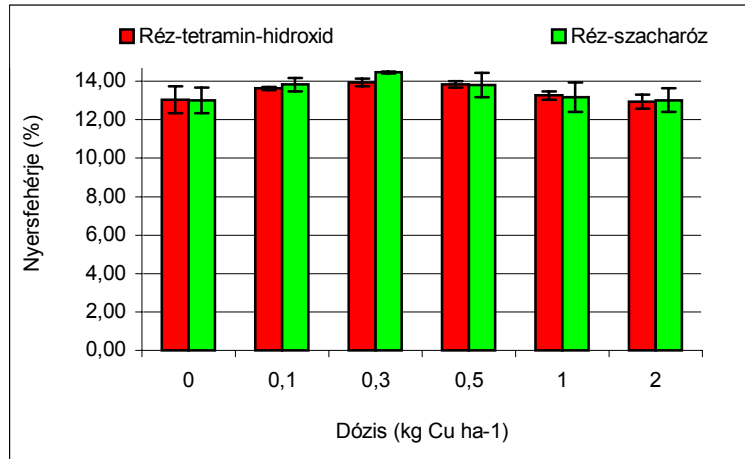
Megállapításainkat a különböző Cu kezelések, valamint a mért átlagos hozamértékek közötti regressziós összefüggésekből levezethető megállapítások is alátámasztják (35. ábra).



35. ábra: Az őszi búza hozamának változása a növekvő Cu adagok hatására (2000-2002)

4.4.2.2. A nyersfehérje-tartalom alakulása a kezelések hatására

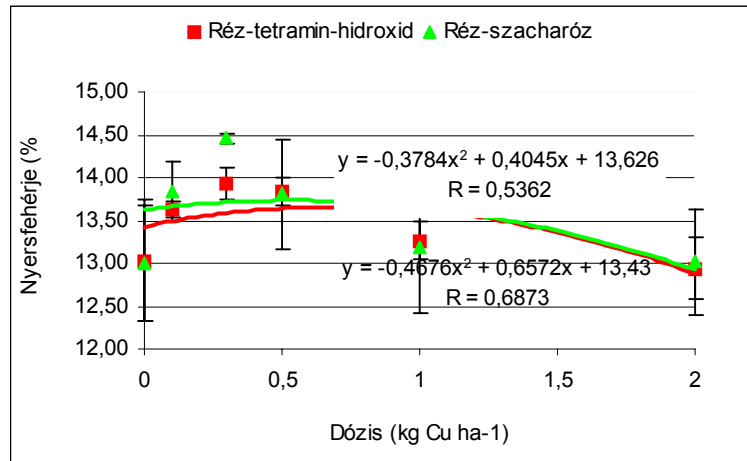
A 3 éves adatsor átlagos nyersfehérje tartalmainak alakulását vizsgálva megállapíthatjuk, hogy az mindkét Cu-komplex kezelésnél emelkedett a növekvő adagok hatására (9. melléklet). A 10. melléklet statisztikai értékelése alapján megállapíthatjuk, hogy a különböző adagok hatására előállt nyersfehérje értékek mind egymástól, mind pedig a kezeletlen kontroll értékeitől statisztikailag igazolható különbségeket mutatnak ($P < 5,0\%$).



36. ábra: Az őszi búza nyersfehérje tartalmának alakulása virágzáskor végzett Cu kezelések hatására (2000-2002)

Az eredmények alapján megállapíthatjuk, hogy a különböző nagyságú Cu kezelések következtében előállt nyersfehérje tartalmak minden esetben a kezeletlen kontroll értékei felett szóródtak. A maximális nyersfehérje értékek mind a Cu-tetramin-hidroxid (13,93%), mind pedig a Cu-szacharóz (14,46) komplex kezelések esetében a 0,3 kg ha⁻¹-os Cu adagnál adódtak. Az ennél magasabb dózisok az őszi búza nyersfehérje tartalmának csökkenését eredményezték.

Az összefüggéseket a 37. ábra szemlélteti.

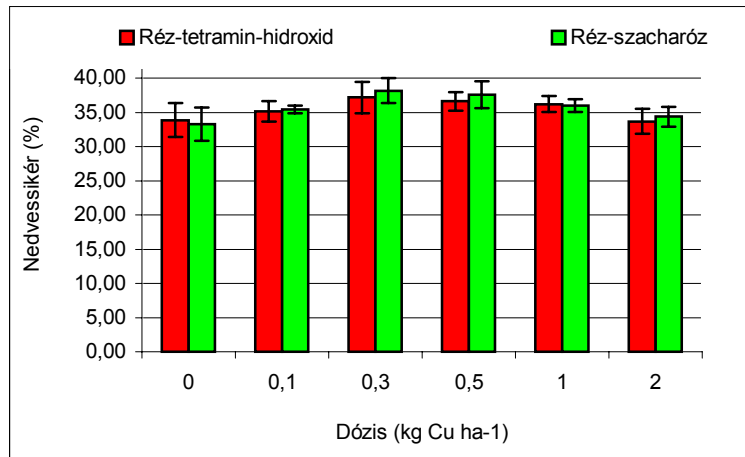


37. ábra: Az őszi búza nyersfehérje tartalmának változása a növekvő Cu adagok hatására (2000-2002)

A statisztikailag nem igazolható regressziós összefüggés ellenére az ábra jól mutatja, hogy az őszi búza nyersfehérje tartalmának maximuma a Cu-tetramin-hidroxidos kezelés 0,7 kg ha⁻¹-os adagjánál, illetve a Cu-szacharóz kezelés 0,54 kg ha⁻¹-os dózisánál adódik.

4.4.2.3. A nedvessikér tartalom alakulása a kezelések hatása

A három éves kísérletsorozatban kapott értékekből számított átlagos nedvessikér tartalmakat a 9. melléklet, valamint a 38. ábra mutatja be. Az elvégzett statisztikai értékelés alapján megállapítást nyert, hogy a vizsgálatban alkalmazott Cu-kezelések növekvő adagjai mind a kontroll értékeihez, mind pedig egymáshoz képest is szignifikáns eltéréseket mutatnak ($P < 5\%$). Az eredmények megmutatták, hogy a növekvő Cu adagok 0,3 kg ha⁻¹ adagig az őszi búza nedvessikér tartalmának növekedését eredményezték.



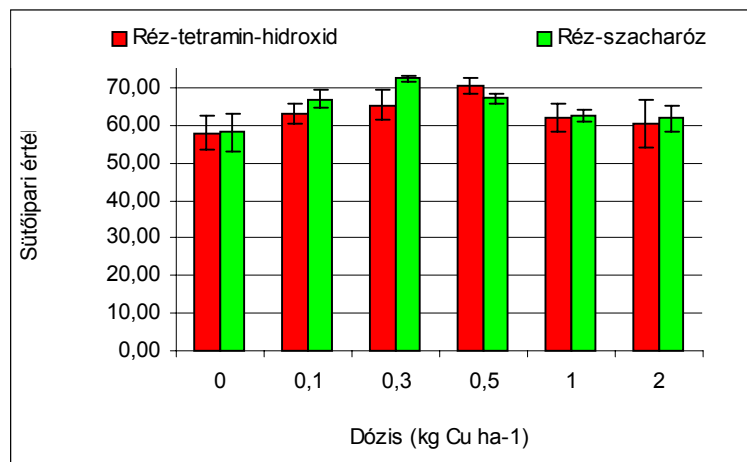
38. ábra: Az őszi búza nedvessikér tartalmának alakulása virágzáskor végzett Cu kezelések hatására (2000-2002)

Az ennél a koncentrációnál mért nedvessikér tartalom a Cu-tetramin-hidroxidos kezeléskor 37,22%; a Cu-szacharóz kezeléskor 38,19% volt.

4.4.2.4. A sütőipari értékszám alakulása a kezelések hatására

A három éves tartamkísérlet átlageredményeivel elvégzett statisztikai értékelés (10. melléklet) megmutatta, hogy a különböző Cu-komplex kezelések növekvő adagjainak hatására a sütőipari értékszám mind a kezeletlen kontrollhoz-, mind pedig a különböző Cu kezelésekhez viszonyítva szignifikáns eltéréseket mutat ($P=0,1\%$). Az eredmények alapján megállapíthatjuk (9. melléklet, 39. ábra), hogy a sütőipari értékszám a Cu-tetramin-hidroxid kezeléseknél a 0,5 kg ha⁻¹-os dózisnál, a Cu-szacharóz kezeléseknél pedig a 0,3 kg ha⁻¹-os adagnál volt a

legnagyobb (70,50; illetve 72,41). Jelzett értékeknél magasabb Cu-koncentráció esetén az őszi búza liszt sütőipari tulajdonságainak gyengülését figyelhettük meg.



39. ábra: Az őszi búza sütőipari értékszámának alakulása virágzáskor végzett Cu kezelések hatására (2000-2002)

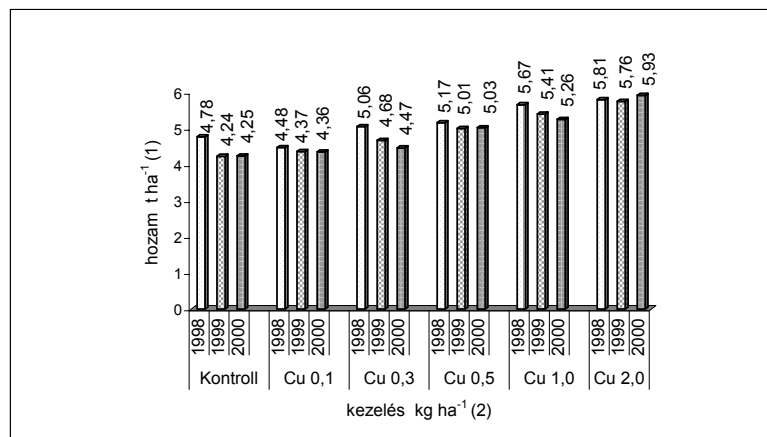
4.5. Réz-ioncserélt szintetizált zeolit hatása a búza hozamára és nyersfehérje-tartalmára

4.5.1. Hozam változása az ioncserélt zeolittal történt kezelés hatására

Az elvégzett vizsgálatok alapján megállapítható, hogy a búza hozama az emelkedő Cu-zeolit dózisok hatására valamennyi vizsgálati évben nőtt (40. ábra). A kezelések növekvő adagjainak hatására előállt hozamnövekedés 5 %-os szignifikancia szinten volt igazolható.

Az eredmények alapján a legkedvezőbb hatást, így a legnagyobb hozamot valamennyi kísérleti évben a legmagasabb, az 1 - 2 kg ha⁻¹-os Cu-zeolit adagoknál mértük.

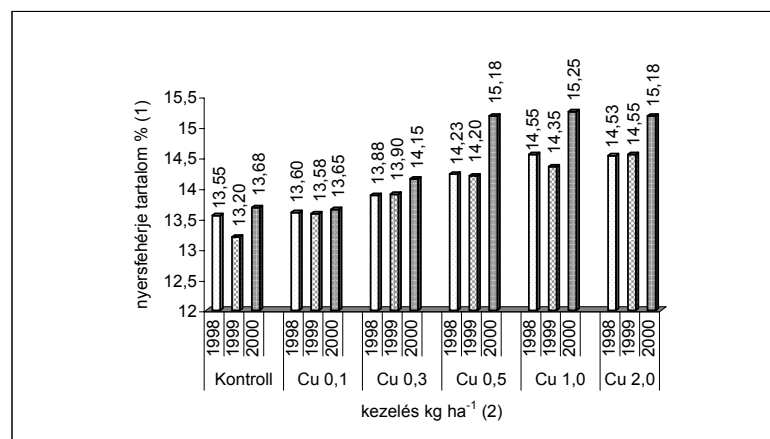
Az összefüggéseket a három év átlageredményeinek alakulása is alátámasztja (12. táblázat, 11. melléklet). Az eredmények alapján megállapíthatjuk, hogy az őszi búza hozama a három év átlagában az $y = -0,3802x^2 + 1,5003x + 4,3488$ regressziós egyenlet mentén nőtt az egyes kezelések növekvő adagjainak a hatására (R=0,994, P=0,1 %). Az elvégzett számítások alapján a maximális termés megközelítőleg a 2 kg ha⁻¹-os Cu-zeolit mennyiség kijuttatása esetén várható. Ennél nagyobb adagok a termésmennyiséget csökkentik.



40.ábra: A Cu-zeolit hatása az őszi búza hozamára (t ha⁻¹)

4.5.2. A nyersfehérje-tartalom változása az ioncserélt zeolit hatására

A nyersfehérje tartalmak alakulását éves bontásban a 41. ábra mutatja be. Az alkalmazott Cu-zeolit növekvő adagjai valamennyi vizsgálati évben az őszi búza nyersfehérje tartalmának emelkedéséhez vezettek ($P < 5\%$). Az eredményeket a hozam értékeivel összevetve megállapíthatjuk, hogy a nyersfehérje tartalmak emelkedése a növekvő Cu-zeolit dózisok hatására kifejezettebb volt. Legkedvezőbb hatást, azaz a nyersfehérje tartalmak legmagasabb értékeit valamennyi vizsgálati évben a legmagasabb ($1,0\text{-}2,0 \text{ kg ha}^{-1}$) Cu-adagoknál mértük.



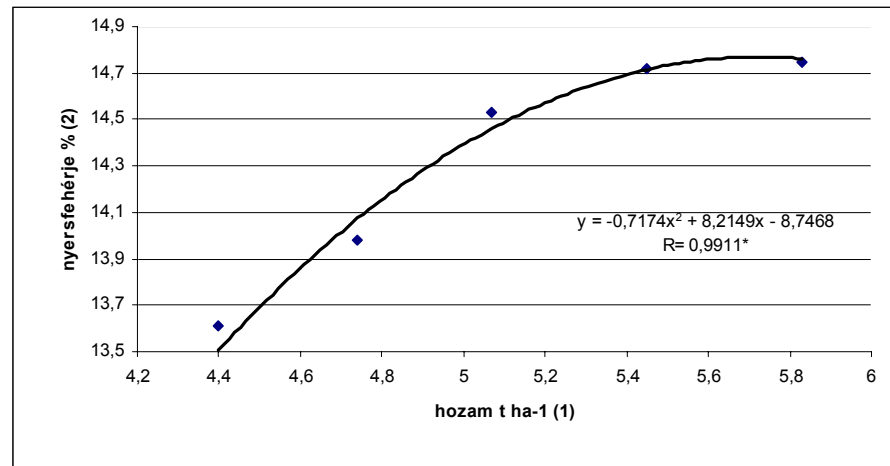
41. ábra: A Cu-zeolit hatása az őszi búza nyersfehérje tartalmára (%)

Kiemelendő, hogy a három vizsgálati év közül a legmagasabb nyersfehérje tartalmakat, különösen a magasabb Cu-zeolit adagok esetében a 2000. évben mértük. Az összefüggés hátterében számos,

közöttük döntően meteorológiai tényezők együttes hatása állhat, melyek tisztázása az elkövetkező évek kutatásainak egyik feladata lesz.

Amennyiben a három éves adatsorok átlagainak alakulását vizsgáljuk a különböző kezelések függvényében, az egyes évekhez hasonló összefüggéseket figyelhetünk meg (13. táblázat). Az eredmények alapján a növekvő Cu adagok hatására 0,1 %-os szignifikancia szinten igazolhatóan nőtt a minták nyersfehérje tartalma a vizsgálati körülmények között. Az alkalmazott kezelések során mért nyersfehérje tartalmak minden esetben meghaladták a kezeletlen kontroll értékeit. A legnagyobb nyersfehérje tartalmak a legmagasabb Cu dózisok esetében alakultak ki és értékük meghaladta a 14,7 %-ot.

Az egyes kezelések során mért nyersfehérje értékek az $y = -0,7282x^2 + 2,0879x + 13,471$ regressziós egyenlet mentén változtak a növekvő Cu-zeolit dózisok hatására ($R=0,981$, $P<10\%$). A regressziós kapcsolat alapján a nyersfehérje tartalom megközelítőleg az 1,4 kg ha⁻¹-os Cu adag esetén éri el maximumát. Az ennél nagyobb adagú kezelések esetén a nyersfehérje tartalom csökkenése várható. Az összefüggés felveti a hozam, valamint a nyersfehérje tartalom közötti kapcsolat vizsgálatának szükségességét is (43. ábra).



43.ábra: A hozam- és a nyersfehérje tartalom összefüggése

Eredményeink alapján jelen kísérleti körülmények között a hozam és a nyersfehérje tartalmak közötti összefüggést az $y = -0,7174 x^2 + 8,2149x - 8,7468$ regressziós egyenlet írja le ($R=0,9911$, $P<5,0\%$). A függvény segítségével számított maximális nyersfehérje tartalom a maximális hozamnál mintegy 300 kg ha^{-1} -ral alacsonyabb termésszinten alakul ki.

5. ÖSSZEFOGLALÁS

Három éven keresztül vizsgáltam a különböző fenológiai fázisban kijuttatott réz-komplexek, réz-tetramin-hidroxid és réz-szénhidrát komplexnek a hatását az őszi búza hozamára és minőségére. A réznek a hozamra és a minőségre gyakorolt fontos hatása miatt réz-ioncserélt zeolitot is felhasználtam a kísérleteim során. A kísérletek során alkalmazott réz-szénhidrát komplex a szegedi Egyetem Szervetlen Kémia Tanszéke és a NYME Mosonmagyaróvári Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Karának Kémia Tanszékével közösen kerültek mezőgazdasági célú kifejlesztésre. Ezen vegyületek újak, így a mezőgazdasági felhasználására ez idáig nem került sor.

A kutatásaim második részében a NYME Kémia Tanszékén szintetizált zeolit ionos helyeire juttattuk be a réznek az amin (monoamin, diamin, triamin, tetramin) komplexeit. Ezen vegyületek előállítását végeztem és alkalmaztam a kutatásaim során. Az ilyen réz-ioncserélt szintetizált zeolitok mezőgazdasági alkalmazására ez idáig nem került sor. Hazánk talajai jelentős réz-hiányt mutatnak az őszi búza érzékenyen reagál a réz-hiányra, ezért is végeztem réz-pótlási kísérleteket őszi búzánál. Kísérleteim során megvizsgáltam a réz-komplexnek és a réz-ioncserélt zeolitnak a hozamra, a minőségre gyakorolt hatását. A vizsgálataim során megállapítottam, hogy a ligandum fontos hatással van a tápanyag felvételre. Előnyös, ha a ligandum maga is olyan anyag, mely növény táplálási szempontból kiemelkedő jelentőségű.

Az előállított réz-tetramin-hidroxid és réz-szacharóz komplexek különböző dózisban kerültek bokrosodáskori és virágzáskori fenológiai fázisban kijuttatva a növény felületére. A kísérleteket Komáromban a Solum Rt területén három éven keresztül 1998-2000-ben állítottuk be erősen karbonátos, lúgos, rézből hiányos duna öntéstalajon. A kísérleteleket 10 m²-es parcellákon, négy ismétlésben, véletlen blokk elrendezésben állítottuk be. Az alkalmazott réz-dózisok 0,1, 0,2, 0,3, 1,0, 2,0 kg/ha volt. A réz-ioncserélt zeolit felhasználását szintén Komáromban a Solum Rt. területén kisparcellás körülmények között 10 m²-es parcellákon, négy ismétlésben, véletlen blokk elrendezésben, bokrosodáskori fenológiai fázisban került beállításra.

A három éven keresztül végzett kísérletek eredményeként megállapítható, hogy a bokrosodáskori réz-kezelések hatására a legkedvezőbb hozamnövekedés a réz-tetramin-hidroxid felhasználásával biztosítható. A maximális hozamot 1,0 kg/ha-os réz-dózisnál kaptuk.

Ha a kezeléseket virágzáskori fenológiai fázisban végeztük, akkor a bokrosodáskori fenológiai fázisban végzett kezeléshez képest a hozamok jelentősebben (szignifikánsan) növekedtek réz-komplexxel történő kezelésekre hatására. Legjelentősebb növekedést a réz-szacharóz komplexek esetében kaptuk 0,3 kg/ha réz-dózisnál. Ennél magasabb dózisok a virágzáskori kezelésben toxikusak voltak, a hozamok a kezelésekre hatására csökkentek.

Nyersfehérje tartalom a réz-kezelések hatására kismértékben növekedett, a maximális növekedést a bokrosodáskori fenológiai fázisban réz-tetramin-hidroxidos kezelésnél kaptuk 1,0 kg/ha dózisnál. A virágzáskori kezelés esetében a maximális fehérje tartalmat réz-szacharóz komplexel történő kezelés során 0,3 kg/ha réz-dózisnál kaptuk.

A nedves siker tartalom a bokrosodáskori kezelésben a növekvő réz-dózisok hatására növekedett. A réz-tetramin hidroxid komplex nedves siker tartalom növekedésére kedvezőbb hatású, mint a réz-szacharóz-komplex. A maximális siker tartalom 2,0 kg/ha réz-dózisnál mutatkozott.

A virágzáskori kezelésben a nedves siker tartalom maximális növekedése 0,3 kg/ha réz-dózisnál értük el réz-szacharóz komplexel.

A sütőipari értékszám a bokrosodáskori a réz-kezelések hatására növekedett. A legjelentősebb növekedést réz-szacharóz esetében kaptuk 1,0 kg/ha réz-dózis esetében.

A virágzáskori kezelésben a sütőipari értékszám a kezelésekre hatására a bokrosodáskori kezeléshez képest nagyobb mértékben növekedett. A legmagasabb növekedést 0,3 kg/ha réz-dózisnál, réz-szacharóz komplex felhasználásánál nyertük.

Réz-ioncserélt zeolitokkal történő kezelés során a növekvő réz-dózisok hatására a hozamok növekedtek. A fehérje-tartalom is növekedett a réz-dózis hatására. A réz ioncserélt zeolitnak az alkalmazott maximális 2 kg/ha-os réz-dózisnál sem mutatkozott toxikus hatás.

Összefoglalásként megállapítható, hogy a két réz-komplex, valamint a réz-ioncserélt zeolit lombtrágyakénti felhasználásával a

vizsgált réz-hiányos talajon termesztett őszi búza hozamát és a liszt minőséget meghatározó értékmérő paraméterekre jó hatással volt.

A virágzáskori kezelésben alkalmazott réz-komplexek hatékonyabban javítják a vizsgált paramétereket, továbbá a felhasznált komplexekből kisebb mennyiségű tápanyag kijuttatására van szükség.

6. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. A bokrosodáskori réz-komplex kezelések hatására a hozamok növekedtek. A legkedvezőbb hozamnövekedést a réz-tetramin-hidroxidos kezeléssel érhető el. A maximális hozam 1,0 kg/ha réz-dózisnál jelentkezik (kontroll 4,19 t/ha, kezelt 4,86 t/ha). A virágzástól fenológiai fázisban történő réz-komplexek lombtrágyakénti alkalmazása kedvezőbb a hozamnövekedésre, mintha azt a bokrosodáskori fenológiai fázisban alkalmazzuk. A legkedvezőbb növekedést a réz-szacharóz komplexnek, 0,3 kg/ha-os réz-dózis mellett biztosítható (kontroll 4,03 t/ha, kezelt 5,24 t/ha).
2. Mindkét fenológiai fázisban (bokrosodáskori, virágzástól) az alkalmazott réz-komplexek közel azonos mértékben hatásosak a nyersfehérje-tartalom növekedésére. A legjelentősebb növekedés a kontrollhoz (13,01 %) a bokrosodáskori fenológiai fázisban történő lombkezeléssel érhető el, 1,0 kg/Cu dózisnál (14,46 %).
3. A nedves szék tartalom a bokrosodáskori fenológiai fázisban végzett lombkezelések hatására jelentős mértékben emelkedik. A növekvő réz-dózis hatására folyamatos növekedés mutatható ki. A réz-szacharóz kezelés kedvezőbb, ha a szék-tartalom növelése a cél. A virágzástól réz-komplex kezelések hatására a nedves szék tartalom 0,5 kg/ha Cu dóziséig növekszik (kontroll 33,28%, kezelt 38,19%). A Cu-szacharóz komplex a nedves szék tartalom növekedésére kedvezőbb hatású, mint a réz-tetramin-hidroxidos kezelés.
4. A bokrosodáskori fenológiai fázisban történő réz-komplexek hatására a sütőipari értékszám jelentősen növelhető. A réz-szacharóz komplex kezelés a hatékonyabb. Az 1,0 kg/ha Cu-dózis alkalmazása a legkedvezőbb a sütőipari értékszám növelésére. A virágzástól kezelésben alkalmazott réz-komplex hatására a sütőipari értékszám nagymértékben növekedett. A réz-szacharóz komplex alkalmazása kedvezőbb, mint a réz-tetramin-hidroxidé. A legkedvezőbb hatása a réz-szacharóz-komplex esetén 0,3 kg/ha réz adaggal biztosítható (kontroll 58,18, kezelt 72,41).

5. A réz-ioncserélt zeolit bokrosodáskori fázisban történő alkalmazásával az őszi búza hozama a magasabb réz-dózisok hatására emelkedik. Hasonlóan alakul a nyersfehérje-tartalom növekedése is. A réz-dózisok növekedésével a nyersfehérje-tartalom folyamatos emelkedését kaptuk. A hozam 4,42 t/ha-ról 5,83 t/ha-ra növekedett, a nyersfehérje-tartalom 13,48%-ról 14,75%-ra.
6. A réz-tetramin-hidroxid, valamint a réz-szacharóz komplexnek az őszebúzánál lomtrágyakénti alkalmazása a virágzáskori kezelésben kedvezőbb a hozamra, a nyersfehérje, sikeértartalomra, valamint a sütőipari értékszám növelésére. Az anyagfelhasználás (takarékoság) szempontjából is kedvezőbb a virágzáskori alkalmazás.

7. IRODALOM

Adriano, C.D. (1986): Trace elements in the terrestrial environment. Springer Verlag, New York, Berlin.

Allen Clark, J.,- Waldron, L.R. (1923): Kota Wheat. United States Department of Agriculture. Department circular. 280. 1-16.

Alvarez, A.M. – Moreldesrosiers, N. – Morel, J.P. (1987): Interactions between cations and sugars. Free-energies, enthalpies, and entropies of association of Ca^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+} , La^{3+} , Gd^{3+} with D-ribose in water at 25-degrees-C, Canadian Journal of Chemistry, 65. 11. 2656-2660.

Aruga, R. (1981): Structure of the galacturonate and glucuronate complexes with copper (II) in aqueous-solution – a calorimetric study, Bulletin of The Chemical Society of Japan, 54. 4. 1233-1235.

Barnes, J.S. – Cox, F.R. (1973): Effects of Copper Sources on wheat and soybeans grown on organic soils. Agronomy Journal. 65. 705-708.

Barkóczy M., - Szakál P., - Tölgyesi E. (1989): Kísérletek hulladékból kinyert hexamin-komplexek mezőgazdasági újrahasznosítására. Agrokémia és Talajtan, 38. p.323-327.

Barkóczy M. – Szakál P. – Schmidt R. (2002): Mikroelem-tartalmú hulladékok mikroelem-tartalmának zeolittal történő kinyerése és annak felhasználása növénytáplálási célra. XVI. Országos Környezetvédelmi Konferencia és Szakkiállítás. Proceeding. p.240-247.

Bergman, W. (1968): Die bedeutung der Micronährstoffe in der Landwirtschaft. Berlin, Landwirtsch. 6:2-3.

Biró, B. – Vörös, I. – Köves-Péchy, K. – Szegi, J. (1993): Symbiont effect of *Rhizobium* bacteria and VAM fungi on *Pisum Sativum* in recultivated mine spoils. Geomicrobiol. J. 11:275-284.

Biró, B. (2003): A növény-talaj-mikroba kölcsönhatások szerepe az elemfelvétel alakulásában. Mikroelemek a táplálékláncban. Konferencia kötet Prof. Dr. Pais István 80. születésnapja tiszteletére. Bessenyei György Könyvkiadó, Nyíregyháza.

Bjerrum, J. (1941): Metal Ammine Formation in Aqueous Solutions. Kobenhavn, P. Haase and Son.

Bocz, E. – Győri, Z. (1980): Az öntözés és tápanyagellátás befolyása a búzaliszt minőségére. Élelmiszeripari Főiskola Tudományos Közleményei. 8. 103-113.

Bocz, E. – Győri, Z. (1985): Az Országos Egységes Trágyázási Kísérletek azonos kezeléséből (1975-85) növekvő trágyaszintenként végzett termésminőség-vizsgálatokból levonható következtetések. Zárójelentés, DATE.

Bodart, P. – Nagy Z. – Gabelica, Z. (1988): Proc. Int. Conf. on Occurrence, Properties and Utilization of Natural Zeolites, Budapest. p. 245

Bowen, H.J.M. 1979. Environmental chemistry. of the elements. Academic Press. New York.

Branca, M. – Dessi, A. – Kozłowski, H. – Micera, G. – Swiatek, J. (1990): Reduction of chromate ions by glutathione tripeptide in the presence of sugar ligands, Journal of inorganic biochemistry, 39. 3. 217-226.

Breck, D.W. (1974): Zeolite Molecular Sieves, Structure, Chemistry, Use. Wiley, New-York.

Burger K. (1999): Az analitikai kémia alapjai – Kémiai és műszeres elemzés. Semmelweis Kiadó, Budapest.

Buzás, I. (1987): Bevezetés a gyakorlati agrokémiába. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest

Chow, S. A., McAuliffe, C.A. (1975): In progress in inorganic chemistry, Lippart, S.J. ed., Vol. 19, Wiley, New York

Cook, I.B. – Magee, R. J. – Payne, R. – Ternai, B. (1986): C-13 NMR investigation of the pH-dependence of copper(II) complexation to glucuronic-acid, Australian Journal of Chemistry, 39. 9. 1307-1314.

Cornish, G.B., Békés, F., Allen, H.M., Martin, D.J. (1996): Flour proteins linked to quality traits in an Australian doubled haploid wheat population. Australian Journal of Agricultural Research 52. (12) 1339-1348

Cserháti, S. (1894): Talajjavító növények. Természettudományi Közlöny, 233. füzet.

Debongnie, P. – Mestdagh, M. (1987): An E.P.R. and potentiometric study of the complexation of copper ions by galacturonic acid and galacturonans, Carbohydrate Research, 170. 137-149.

Debreczeni, B. (1979): Kis agrokémiai útmutató. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

Deiana, S. – Gessa, C. – Solinas, V. – Piu, P. – Seeber, R. (1989): Complexing and redox properties of the system D-galacturonic acid – iron(III), Journal of Inorganic Biochemistry, 35. 2. 107-113.

Dessler, H.G. – Börlitz, S. (1968): Modellversuche zur auswaschung von Ionen aus pflanzenteilen durch „sauerer regen“. Mengen und Spurelementen Arbeitsagung, Karl Marx Universität, Leipzig.

Dudgeon, G.C. – Bolland, G. (1916): Work in connection with Egyptian wheat. Technical and scientific service bulletin 7. 1-9.

Dyer, A. (1988): An introduction to Zeolite Molecular Sieves, Wiley, Chichester

Eck, H.V. (1988): Winter wheat response to-nitrogen and irrigation. Agronomy Journal 80. 7. 902-909.

Erdei, S. (1975): A minőségi búza termesztése. Mezőgazdasági Kiadó.

Farkas, E. – Gergely, A. – Kas, E. (1981): Studies on some Ni(II) and Zn(II) diaminomonocarboxylate complexes, *Journal of Inorganic and Nuclear Chemistry*, 43. 7. 1591-1597.

Ferencz V. – Nagymihályi F. – Mérei Gy. (1964): *Permetezőtrágyázás*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest

Flynn, A.G. – Panazzo, J.F – Gardner, W.K. (1987) The effect of copper deficiency on the laking quality and dough properties of wheat flour. *Journal of Cereal Science*. 6. 1. 91-98.

Fowler, D.B. – Brydan, J. (1989): No. Till winter wheat Production, on the Canadian Prairies. Timing of Nitrogen Fertilization. *Agronomy Journal*, 81. 5. 217-226.

Fülek Gy. – Kovács, K.: (1993) A tartós trágyázás hatása a gödöllői barna erdőtalajon folyó tartamkísérletben. II. A növények tápelemtartalma. *Növénytermelés*. 42. 3. 253-264.

Gab Alla, F. – Gomaa, M. – El-Araby, F. (1986): Effect of nitrogen fertilizer and some micronutrients as foliar application on wheat. *Annals of Agricultural Science*. Ain Shams University, 31.1. 273-289.

Gasztonyi K. – Lásztity R., (1993): *Élelmiszerkémia 1-2*. Mezőgazda Kiadó, Budapest

Gergely, A. – Farkas, E. – Nagypál, I. – Kas, E. (1978): Thermodynamic and NMR studies of some copper(II)-diaminomonocarboxylate equilibrium systems in aqueous solution, *Journal of Inorganic and Nuclear Chemistry*, 40. 9. 1709-1713.

Gergely P. – Erdődi F. – Vereb Gy. (2001): *Általános és bioszervetlen kémia*. Semmelweis Kiadó, Budapest.

Gottardi, G., Galli, E. (1985): *Mineral and Rocks 18.: Natural Zeolites*. Springer Verlag, Berlin.

Graham, R.D. (1976): Physiological Aspects of Time of Application of Copper to wheat Plants. *Journal of Experimental Botany*. 27. 99. 719-724.

Graham, R.D. (1978): Tolerance of Triticale wheat and rye to copper deficiency. *Nature*. 271. 542-544.

Graham, R.D. – Nambiar, R.K.: (1981): Advances in research on Cu deficiency in cereals. *Australia, Agricultura Journal* 32. 1009-1037.

Greenwood, N.N. – Earnshaw, A. (1999): *Az elemek kémiája I-III*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.

Grim, R.E. – Güven, N. (1978): *Bentonites (Geology, Mineralogy, Properties and Uses)*. *Developments in Sedimentology*, Elsevier, Amsterdam, 24. 40. 173-179.

Grundon, N.J. (1991): Copper deficiency of wheat, effects of soil water content and fertilizer placement on plant growth. *Journal of Plant Nutrition* 14, 5. 499-509.

Gruzl, F. (1939): A búza minőségi vizsgálata. A búza márkázása. Magyar Királyi Földművelési Minisztérium kiadása, 5-12.

Gruzdev, L. (1984): Synthetic growth regulators as a reserve for increasing grain yield and quality a cereals grown with high fertilizer rates. *Vsesoyuznyi skolozyaistvennoi Nauki*, 7, 32. 84-91.

Győri, D. (1962): A Mg, Zn, Cu, Mo, Co mikroelemek eloszlása és vegyületformái néhány talajtípusban. *MTA Agrártud. Oszt. Közl.* 21: 1-2.

Győri, D. (1984): *A talaj termékenysége*. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest

Hay, R.L. (1978): In „*Natural Zeolites, Occurrence, Properties, Use* (Ed.L.B. Sand , F.A Mumpton), Pergamon Press, Oxford. p. 145.

Han, B. – Shepherd, K.W. (1991): The correlations between LJMW glutenin subunits and gliadins and their effects on bread-making quality in the progeny of two wheats. *Scientia Agricultura Sinica*. 24. 4. 19-25.

Hankó V. – Gáspár J. (1899): A magyar búza chemiai összetétele. A Magyar Tudományos Akadémia 1987. évi Lévay-jutalmát nyert pályamunka kivonata. *Matematikai és Természettudományi Értesítő*.

Hankóczy, J. (1907): A búza használati értékének meghatározása a sikér fizikai tulajdonságai alapján. Az Országos Magyar Királyi Növénytermelési Kísérleti Állomás kísérleti eredményei. Különlenyomat. IX. kötet. 271-308.

Hannus, I. – Tasi, Gy. – Kiricsi, I. – Fejes P.(1987): Hazai természetes zeolitok kutatása és felhasználása II. Szerkesztő: Hlavay J. Pataki K. MTA VEAB Veszprém, pp. 187-194.

Hannus, I. – Fonseca, A. – Kiricsi, I. – Nagy, J.B. – Fejes, P. (1995): *Stud. Surf. Sci. Catal.*, 94, 155.

Heckenast, B. (1988): Háztartási szemét és víztelenített szennyvíziszap keverékének felhasználása trágyázásra. Doktori értekezés. PATE-GMK Keszthely, 8-21.

Hiltner, L. (1904): Zur frage der Stickstoffernahrung in pflanzen. *Arb. Detsch. Landwirtsch. Ges.* 98:59-78.

Hoffman, P. – Taner H. – Heser K. – Averdunk, G. (1975): Untersuchungen über Einfluss einer Stickstoffspat düngung auf Ertrag, Protein- und Aminosäuregehalt bei verschiedenen Weizensorten, *Landwirtsch. Forschung* 28, 1

Hoffmann, S. – Hoffmann, B. – Balázs, J. – Bankó,L. (2003): Drought stress and baking quality of some advanced hungarian winter wheat cultivars. III. Alps-Adria Scientific Worskshop p.102-106.

Hoffmann, B. – Hoffmann, S. (2003): Alteration of drought tolerance of winter wheat caused by translocation of rye chromosome 1RS III. Alps-Adria Scientific Worskshop p. 238-242.

Jolánkai, M. (2003): Tápanyag-vizapótlás, tápanyagellátás a növénytermesztésben. III. Növénytermesztési Tudományos Nap. Gödöllő. 16-21.

Judel, G.K. (1962): Einfluss von Kupfer und Stickstoffmangel auf die aktivitat der phenoloxidase und den Gehalt on Phenolen in den Blättern der Sonnenblume. U. Pflanzernahr. Bodenkunde, 31:159-170.

Jungluth, G. – Rühling, I. – Ternes, W. (2000): Oxidation of flavonols with Cu(II) Fe(II) and Fe(III) in aqueous media. Journal of Chemical Society, Perkin Trans. 2. 2000. pp. 1946-1952.

Karamanos, R.E. – Kruger, G.A. – Stewart, J.W.B. (1986): Cereal and oilseed crops in northern canadian prairie soils. Agronomy Journal, 78, 2, 317-323.

Katalümov, M.V. (1965): Mikroelementü i mikroudobrenija. Moszkva, Himija, 330.

Kádár, I. – Pusztai, A. – Lásztity, B. – Sarkadi, J. – Welisch, P. (1981): Diagnózis és szaktanácsadás egységes rendszere (DRIS): új értékelési lehetőség a növénytermesztésben. Agrokémia és Talajtan, 30., 3-4, 465-486.

Kádár, I. – Shalaby, M. (1984): A N és a Cu trágyázás hatása a talaj és a növény tápelemtartalmára. Növénytermelés. 34. 2. 119-127.

Kádár, I. (1992): A növénytáplálás alapelvei és módszerei. MTA TAKI. Budapest.

Kádár, I. (1994): Importance of Long-term Field Experiments in Sustainable Agriculture for Hungary. Agrokémia és Talajtan. Tom.43. No.3-4.

Kádár, I. – Kismányoky, T. – Németh, T. – Pálmai, O. – Sarkadi, J. (1999): Tápanyaggazdálkodásunk az ezredfordulón. Agrokémia és talajtan 48: (1-2) 193-216.

Kádár, I. – Köves-Péchy, K. – Vörös, I. – Biró, B. (2001): Mikroelemterhelés hatása a borsóra karbonátos csernozjom talajon II. Agrokémia és Talajtan. 50:83-101.

Kádár, I. – Németh, T. (2003): Mikroelemek kilúgozása meszes csernozjom talajon. Konferencia kötet Prof. Dr. Pais István 80. születésnapja tiszteletére. Bessenyei György Könyvkiadó, Nyíregyháza.

Kemenesy, E. (1972): Földművelés-talajerőgazdálkodás. Akadémiai Kiadó. Budapest.

Keresztény, B. (1950): Egyszerűsítések a réz és cink elemnyomok kimutatásánál. A Mosonmagyaróvári Mezőgazdasági Kísérleti Intézet Évkönyve, 1:144-147.

Keresztény, B. (1971): Talajtulajdonságok és mikroelem-tartalom összefüggései kislépföldi talajokban. Kandidátusi értekezés, Mosonmagyaróvár (Kézirat).

Kohn, R. – Tihlarik, K. (1986): Binding of lead and copper(II) ions to starch and amylose 2,3-dicarboxy derivatives, Collection of Czechoslovak Chemical Communications, 51. 5. 1160-1169.

Kohn, R. (1987): Binding of divalent-cations to oligomeric fragments of pectin, Carbohydrate Research, 160. 343-353.

Kosutány, T. (1900): Kísérleti Közlemények. Mosonmagyaróvár.

Kőrös E. (1980): Bioszervetlen kémia. Gondolat Kiadó, Budapest.

Kováts A.(1972): Az őszi búza vetéséről. Magyar Mezőgazdaság. 27. 40. 5-6.

Kozłowski, H. – Decock, P. – Olivier, I. – Micera, G. – Pusino, A. – Pettit, L.D. (1990): Stability and structure of copper(II)-complexes with 2-amino-2-deoxy-deuterium-mannose and some derivatives thereof, Carbohydrate Research, 197. 109-117.

Lakhidov, A.J. (1991): Complex application of fungicides to winter wheat. *Khimizatsiya Sel,skogo Khozyaistva* 9. 43-44.

Láng, G. (1966): A növénytermesztés kézikönyve. A búza. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

Lásztity, B. – Csathó, P. (1994): A tartós NPK műtrágyázás hatásának vizsgálata búza kukorica dikulturában. *Növénytermelés*. 43. 2. 157-168.

Lásztity. (1985): A műtrágyázás hatása az őszi búza szemtermésére és néhány minőségi tulajdonságára. *Agrokémia és Talajtan*. 34. 3-4. 397-402.

Lehoczky, É. – Debreczeni, B.-né (2003): Az őszi búza által felvett réz és cink mennyiségének vizsgálata tartam-műtrágyázási kísérletekben. In: „Mikroelemek a táplálékláncban” tudományos ülés prof. dr. Pais István 80. születésnapja tiszteletére. Nyíregyháza, 2003. április 23-24. p.30.

Loch, J. – Nosticzius, Á. (1992): *Agrokémia és növényvédelmi kémia*. Mezőgazda Kiadó, Budapest.

Loneragan J.F. – Snowball, K. – Robson, A.D. (1979): Copper supply in relation to content and redistribution of copper among organs of the Wheat Plant. *Annal of Botany*. 45. 621-632.

Magomedaliev, Z.G. – Salmanov, A.B. Chelov, E.L. (1993): The effect of zinc and copper fertilizers on winter wheat productivity on irrigated chestnut soils. *Agrokhimiya*, No.2. 81-84. p. 7.ref.

Makridou, C. – Chromermorin, M. – Scharff, J.P. (1977): Complexation of some metal-ions by galacturonic and glucuronic acids, *Bulletin de la Societe Chimique de France Partie I – Physicochimie des Systemes Liquides Electrochimie Catalyse Genie Chimique*, 59-63.

Mándy Gy. – Kiss A. (1977): Magnézium hatása a búza termeléselemeire. *Növénytermesztés*. 26. 5. 405-415.

Martell, A.E., Smith, R.M. (1982): *Critical stability constants*, Vol. 5., Plenum Press, New York

Martens, D.C. (1985): Crop response to high levels of copper application. Annual Report, INCRA, Project, 292-296.

Mashadi, A. – Naelm, M. – Bashour, I. (1989): Effect of fertilization on yield and quality of irrigated Yecora Roja wheat grown in Saudi Arabia. Cereal Chemistry. 66, 1, 1-3.

Mengel, K. (1972): Ernährung und Stoffwechsel der Pflanze. VEB Gustav Fischer Verlag. Jena.

Mehler, A.H. (1951): Studien an raction of illuminated chloroplasts Anch-Biochem. Biphzs, 33., 65-77.p.

Meier, W.A. – Olson, D.H. (1996): „Atlas of Zeolite Structure Types”, Structure Commission of the International Zeolite Association, 4th revised edition, Elsevier, London, p.5.

Micera, G. – Deiana, S. – Dessi, A. – Decock, P. – Dubois, P. – Kozłowski, H. (1985): Copper(II) complexation by D-glucosamine – spectroscopic and potentiometric studies, Inorganica Chimica Acta – Bioinorganic Chemistry, 107. 1. 45-48.

Micelli, F. Martin – Zerbi (1992): Wield Quality and nitrogen Efficiency in winter wheat fertilized with increasing N leveeles at different times. J. Agornomy and Crops Science 168. 5. 337-344.

Misra, N.M. – Venkateswarlu, S. (1981): Effect of soils vs. foliar application of certain micronutrients on wheat var. Kolyan Sona. Food Farming and Agriculture. 14. 5. 57-59.

Mitchel, R.L. (1955): Trace element chemistry of the soil. New York.

Molnárné Hamavas Lívía (2003): A faextraktanyag-fémion kölcsönhatás vizsgálata Doktori Ph.D értekezés. NYME.

Mortwedt, I.I. – Giordano, P.M. – Lindsay, N.L. (1972): Micronutrients in agriculture. Soil. Soc. Am. Madison. Wisconsin. 26, 36-43.

Mumpton, F. A. (1978): Natural Zeolites, Occurrence, Properties, Use. Pergamon Press, Oxford.

Nagy, L. – Burger, K. – Kurti, J. – Mostafa, M.A. – Korecz, L. – Kiricsi, I. (1986a): Iron(III) complexes of sugar-type ligands, *Inorganica Chimica Acta – Bioinorganic Chemistry*, 124. 1. 55-59.

Nagy, L. – Gajda, T. – Burger, K. – Pali, T. (1986b): Saccharose complexes of manganese in different oxidation-states, *Inorganica Chimica Acta – Bioinorganic Chemistry*, 123. 1. 35-40.

Nagy, L. – Ohtaki, H. – Yamaguchi, T. – Nomura, M. (1989): EXAFS study of iron(III) complexes of sugar-type ligands, *Inorganica Chimica Acta*, 159. 2. 201-207.

Nedelciuc, C. – Patroscoiun, S. (1981): Effect of soils vs. foliar application of certain micronutrients on wheat var. Kolyan sona. *Food Farming and Agriculture*. 14. 5. 57-59.

Németh, T. – Bujtás, K. – Pártay, G. – Lukács, A. (1993): Fate and plant uptake of some heavy metals in soil-plant systems studied in soil monoliths. *Agrokémia és Talajtan*. 42:195-206.

Németh, T. (1996): Talajaink szervesanyag-tartalma és nitrogénforgalma. MTA TAKI Budapest.

Németh, T. (2002): Talajtermékenység, tápanyag-gazdálkodás. *Gyakorlati Agrofórum* 13. (12) 2-3.

Owouche, J.O. – Briggs, K.G. – Taylor, G.J. – Penney, D.C. (1994): Response of eight Canadian Spring wheat (*Triticum aestivum* L.) Cultivars to copper: Pollen viability, grain yield plant, and yield components. *Canadian Journal of Plant Science*. 74: 25-30.

Pais I. (1980): A mikrotápanyag szerepe a mezőgazdaságban. *Mezőgazdasági Kiadó*. Budapest 35-40. p.

Pálmai, O. – Horváth, J. (1998): Talajaink tápanyag-ellátottságának megítélése. *Agrofórum* IX. évf. 13/47-49.

Pecznik, J. – Kovács, K. – Kiss, T. (1971): Különböző mikroelemek hatása a búza terméshozamára és minőségére. Búzatermesztési kísérletek. Akadémiai Kiadó, Budapest. 407-418.

Pecznik J. (1973): A levélen keresztüli trágyázás kísérleti eredményei. ATE Tudományos Értesítő. Gödöllő. 53.

Pecznik, J. (1976): Levéltrágyázás. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest

Pelikán, M. – Dudás, F. – Stanková, M. (1985): The nutrient uptake and technological quality of the „Slavia” winter wheat cultivar. Rostlinná Vyroba, 31. 795-806.

Pepó, P. – Pepó P. – Győri Z. (1987): Az őszi búzafajták aratási idejének hatása a termés mennyiségére és minőségére. Növénytermelés. 36. 5. 339-348.

Peterson, C.J. – Mattern, P. – Johnson, V.A. (1983a): Factors affecting trace mineral levels of wheat grain. Cereal Foods World. 28. 9. 562-564.

Peterson, C.J. – Johnson, v.A. – Mattern, P.J. (1983b): Evolution of variation in mineral element concentrations in wheat flour an bran of different cultivars. Cereal Chemistry. 60. 6. 450-455.

Peterson, C.J. – Johnson, V.A. – Mattern. P.J. (1986): Influence of cultivar and environment on mineral and protein concentrations of wheat flour, bran, and grain. Cereal-Chemistry. 63. 3. 183-186.

Pethes, J. – Kiss, E. – Debreczeni B-né. (1994): Őszi búzafajták nitrogén-trágya reakciója. Növénytermelés. 43. 1. 77-89.

Péterfi I. (1966): A növények táplálkozása. Mezőgazdasági és Erdészeti Állami Könyvkiadó. Budapest.

Pinkerton, A. (1967): Copper deficiency of wheat in the Rift Valley of Kenya. Journal Soil Sci. 18. 18-26.

Polhammer, E.-né (1965): Nitrogén fejtrágyázás hatása a búza minőségére. MTA IV. Osztály Közleményei. XXIV. 60-79.

Pollhamer E-né. (1967): The complex qualitative index of wheat Acta Agronomica Acad. Scient. Hung. Tom. 16. 339-344.

Pollhamer, E-né (1973): A búza minősége a különböző agrotechnikai kísérletekben. Akadémiai Kiadó. Budapest.

Pollhamer E-né (1980): Mikroelemek hatása a búza minőségére és a „buláta”. Növénytermelés. 29. 6.

Polhammer, E-né. (1981): A búza sütőipari minőségének javítási lehetősége a martonvásári kísérletek alapján. Élelmezési Ipar. XXXIV. 8.

Pollhamer E-né (1982): A „buláta” hatása a búza örökletes és környezeti tényezőkön alapuló minőségváltozásaira. (Összefoglaló munkái.)

Pollhamer E-né (1988): A búza legújabb minőségi vizsgálati eredmények. Akad. Kiadó. Budapest

Raeder, J.H. (1984): Zeolites 4, 311.

Ragasits I. (1980): A nitrogén műtrágyázás minőségét módosító hatása néhány őszebúza fajtánál. Növénytermelés 29. 1. 53-59.

Ragasits I. (1986): A betakarítási időpont és a szárítás hatása a búza minőségére. Jövedelmező búzatermesztés. 209-212.

Ragasits, J. (1992): A nitrogén és foszfor műtrágyázás hatása a búza minőségére. Növénytermelés. 41, 10. 59-65.

Ragasits, V. – Valent, F. (1993): A vetésidő hatása a búza sütőipari minőségére. Növénytermelés. 42. 2. 165-170.

Rao, A.C. – Smith, J.L. – Jandhyala, V.K. – Papedick. R.J. Parr, J.F. (1993): Cultivar and climatic effects on the protein Content of Soft White Winter Wheat. Argon Journal 85. 1023-1028.

Reisinger, P. – Schmidt, R. – Szakál, P. (1996): A talajmeszezés helyzete és a lehetséges megoldások hazánkban. Integrált Növénytermesztés 12, p.100-108.

Reisinger, P. – Schmidt, R. – Szakál, P. (1997): Hulladék mész felhasználása a talajok savanyodásának megakadályozására. VI. Országos Agrár-Környezetvédelmi Konferencia, Budapest, Szakmai Kiadvány, p.28-31.

Reisinger, P. – Schmidt, R. – Szakál, P. (1998): A talajok savanyodása és annak kedvezőtlen hatásai a talajszerkezetre és a növényi tápanyagfelvételre. II. Déldunántúli Analitikai Nap, Kaposvár, p.13.

Russel, G. (1986): Fertilisers and quality of wheat and barley Proceedings, Fertiliser Society, 253. 23. p.

Sah, R. – Puri, Y. – Willits, N. (1990): Impact of Management Practices on Grain Yield and Grain Protein Relationships in Durum Wheat. Journal of Agronomy and Crop Science. 164. 3. 184-194.

Sangakkara U.R. – C.M. Cho. (1987): An Evaluation of Fertilizer and Soil Nitrogen Uptake by Wheat. J. Agronomy and Crop Science 158. 3.

Sárdi, K. – Balinkó, K. (2003): Fiatal kukorica növények tápláltságának változása növekvő talaj szinteken. III. Növénytermesztési Tudományos Nap. Budapest. p.460-465.

Schmidt, R. – Szakál, P. – Reisinger, P. – Kerekes, G. (1997a): The effect of liming on the yield and quality of winter wheat grown on an acidic soil. 17. Arbeitstagung. Die Bedeutung der Mengen- und Spurelemente. Jena. p.53-64.

Schmidt, R. – Reisinger, P. – Szakál, P. – Hámori, K. (1997b): Az őszi borsó és a borsó termésmennyiségének és minőségének változása meszezés hatására savanyú talajon. XI. Országos Környezetvédelmi Konferencia. Siófok. p.264-271.

Schmidt R., - Barkózi M., - Szakál P., - Othmar Horak., - Juraj Lesny (1999) Hulladékból előállított fém-komplexek mezőgazdasági

újrahasznosítása. XIII. Országos Környezetvédelmi Konferencia. Kiadvány. p. 206-214.

Schmidt, R. – Szakál P. – Kalocsai R. – Barkóczy M. – Giczi Zs. (2002): N-oldat, valamint Cu és Zn kezelés hatása az őszi búza hozamára és nyersfehérje tartalmára. Mikroelemek a táplálékláncban. Bessenyei György Könyvkiadó. (szerk. Simon L. – Szilágyi M.) p. 183-p.192.

Schmidt, R. – Kalocsai, R. – Szakál P. (2003): The effect of sulphate fertilisation on the chemical composition and the quality of winter wheat International Visegrad Fund. Duslő. p. 99-115.

Schnung, E. – E. Evans – Haneklaus, S. (1993a) Multivariate Analysis of relations between mineral element concentrations in grain and baking quality of Wheat. Journal of Agronomy and Crop Science 170. 1. 1-12.

Schnug, E. – Haneklaus, S. – Murphy, D (1993b): Impact of sulphur supply on the baking quality of wheat. Aspects of Appl. Biol.36:337-346.

Shaw, G.W. (1907): Report of progress in cereal investigations. University of California Publications. Bulletin. 185. 360-380.

Shkolnyik, N.Y.A. (1984): Trace elements in plants. Elsevier, Amsterdam.

Sigel, H. (1975): Ternary Complexes in solution, influence of alkyl sidechains on stability of binary and ternary copper(II)-dipeptide complexes, Inorganic Chemistry, 14. 7. 1535-1540.

Sillanpaa, M. (1982): Micronutrients and the nutrient status of soils. A global study. FAO Soils Bulletin, Róma, 48.

Spiro, T.G. (1983): Metal ions in biology. Zinc enzymes. New York.

Strack, D. (1997): Phenolic Metabolism, in Plant Biochemistry (ed.P.M.Dey, J.B. Harborne), Academic Press, San Diego, pp. 387-416.

Stefanovits, P. (1992): Talajvédelem, környezetvédelem. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest 5.

Swartzen-Allen, S.L. – Matijevic, E. (1974): Surface and colloid chemistry of clays. *Chemical Reviews*. 74:3-40.

Szabó, M. – Bacsó, M. (1973): Őszi búzafajták fehérje frakciói és aminoav összetétele különböző adagú műtrágya kezeléseknél. *Növénytermesztés*. 22. 4. 311-319.

Szabó, A. – Regusné Möcsényi, Á. – Győri, D. – Szentmihályi, S. (1987): *Mikroelemek a mezőgazdaságban*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

Szakál P. (1987): Kísérletek réztartalmú hulladékok mezőgazdasági célú felhasználására. VII. Gépipari Környezetvédelmi Napok, Győr, 404-414.p.

Szakál P. – Barkóczy M. (1988): Réztartalmú hulladékból előállított réz-komplex hatása az őszi búza beltartalmára. *Talajtani Társaság. Vándorgyűlése (poszter)*. Szarvas 1988. szeptember 1-2.

Szakál, P. – Schmidt, R. – Barkóczy, M. (1988): Experiments for the Agricultural Utilization of Copper containing Wastes, World conference on Hazardous Waste, Elsevier Science Publishers, Amsterdam, p. 1361-1365.

Szakál P. – Barkóczy M. (1989): Réztartalmú hulladékból előállított réz-komplex hatása az őszi búza beltartalmára. *Agrokémia és Talajtan*, 38. 330-334.

Szakál, P. – Pécsi, S. (1993): Dolomit- és fémkomplex adagolás hatása növények mennyiségi és minőségi mutatóira, valamint egészségi állapotára. *Magyar Kémikusok Egyesülete*. Budapest. 1993. február.

Szakál, P. – Schmidt, R. (1996): Effect of copper-amine-complex produced from waste on yield and bread-making quality of wheat. 10th International Symposium of CIEC Recycling of plant nutrients from industrial processes. *Branuschweig*, p.263-271.

Szakál, P. – Schmidt, R. (1997): Copper fertilization of wheat with copper complex and changes in flour quality. 17. Arbeitstagung Die Bedeutung der Mengen- und Spurelemente. Jena. p.53-64.

Szakál, P. – Schmidt, R. – Reisinger, P. – Hámori, K. – Kerekes, G. (1997a): A meszezés hatása az őszi búza termésére és beltartalmi értékeire. XI. Országos Környezetvédelmi Konferencia. Siófok. p. 257-264.

Szakál P., - Reisinger P., - Schmidt R., - Hámori K., - Szederkényi P. (1997b): Meszezés és mikroelempótlás hatása az őszi búza termésére és lisztminőségére XIII. Országos Integrált termesztés a szántóföldi kultúrákban, Budapest. p.204-210.

Szakál P., - Schmidt R., - Othmar Horak, Juraj Tölgyessy, Juraj Lesny, Gabriel Cik, Daniel Végh (1998): Hulladékból előállított réz-komplex hatása az UAN oldat nitrogén-tartalmának hasznosulására. XII. Országos Környezetvédelmi Konferencia Kiadvány Siófok. p. 269 –277

Szakál, P. – Schmidt, R. – Lesny, J. – Vegh, D. – Horak, O. – Tölgyessy, J. (2000): Application of ion exchanged copper- and zinc containing zeolites in agriculture. Analytical and Environmental Conference, Mosonmagyaróvár, 109-113.

Szakál, P. – Schmidt R. – Barkóczy M. – Kalocsai R. – Giczi Zs. (2003): The effect of copper containing ion exchanged zeolite on the yield and protein content of winter wheat. Trace elements in the food chain. Bessenyei György Könyvkiadó. p.237-238.

Szániel, I. – Pálvölgyi, L. – Kertész Z-né (1975): Őszi búzafajták egyes minőségi bélyegeinek változásai műtrágyázás és öntözés hatására. Növénytermesztés 24. 3. 219-227.

Szániel, I. (1981): Durumbúzák minősége különböző termőhelyeken. Növénytermelés, 30:219-227.

Tanács, L. – Matuz, J. – Ger, L. – Kovács, K. (1993): Műtrágyázott őszi búzafajták sütőipari paramétereinek alakulása. Növénytermelés. 42. 509-518.

Tanács, L. – Matuz, J. – Gerő, L. – Kovács, K. (1994): A NPK műtrágyázás és évjárat hatása a búzafajták valorigráfus minőségére. Növénytermelés. 43. 3. 195-204.

Tisdale, S. L. – Nelson, W. L. (1966): A talaj termékenysége és a trágyázás. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.

Tölgyessy, Gy. (1969): A növények mikroelem-tartalma és ennek mezőgazdasági vonatkozásai. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

Tölgyessy, Gy. (1978): Magyarország mikrotápelem mérlege. MÉM NAK, Budapest.

Tukey, H. B. – Wittwer, S. H. – Bukavac, M. J. (1962): The uptake and loss of materials by leaves and other above-ground plant parts with special reference to plant nutrition. *Agrochimica* 1. Vol. VII. No. 1. Michigan State University

Trotman-Dickenson, A.F. Ed. (1973): *Comprehensive inorganic chemistry*. Pergamon Press.Oxford.

Urbanska, J. – Kozlowsky, H. (1990): Polarographic studies of copper(II), nickel(II) and cobalt(II) complexes with D-mannoseamine, *Journal of Coordination Chemistry*, 21. 2. 175-182.

Vahrenkamp, H. (1988): Zink, ein langweiliges element? *Chemie in unserer Zeit*, 3:124-129.

Végh, D. – Lesny, J. – Tölgyessy, J. – Szakál, P. – Schmidt, R. – Cik, G. (2000): New syntethic strategies for the construction of zeolite entrapped Zn and Cu complex with pyrrole and thiphenes type oligomers and polymers. *Analytical and enviromental conference*. Mosonmagyaróvár, p. 137-145.

Vivas, A. – Biró, B. – Anton, A. – Vörös, I. – Barea, J. M. – Azcon, R. (2003): Fitoremediációs lehetőségek Ni-toleráns mikorrhiza-baktérium növényoltással. *Mikroelemek a táplálékláncban*. Konferencia kötet Prof.

Dr. Pais István 80. születésnapja tiszteletére. Bessenyei György Könyvkiadó, Nyíregyháza.

Weber, O.A. – Simeon, V.I. (1971): Chelation of some bivalent metal ions by racemic and enantiomeric forms of tyrosine and tryptophan, *Biochimica et Biophysica Acta – General Subjects*, 244. 1. 94-102.

Whitfield, D.M. – Sarkar, B. (1991): Metal-binding to heparin monosaccharides – D-glucoseamine-6-sulfate, D-glucuronic acid, and L-iduronic acid, *Journal of Inorganic Biochemistry*, 41. 3. 157-170.

Whitfield, D.M. – Choay, J. – Sarkar, B. (1992): Heavy-metal binding to heparin disaccharides, *Biopolymers*, 32. 6. 585-596.

Wrigley, C.W. – Cros, D.L. – Moss, H.J. – Randall, P.J. – Fullington J.G. – Kasarda, D.D. (1984): Effect of sulphur deficiency on wheat quality. *Agriculture*. 8. 2-7.

C.Wang. – Kovács, M. (2000): Relations between protein fractions and durum wheat quality. AACC 2000. Annual Meeting, Kansas City, Missouri, 159.

Yano, Shigenobu (1988): Coordination compounds containings sugars and their derivatives, *Coordination Chemistry Reviews*, 92. 113-156.

Younts, S.E. (1963): Response of Wehat to Rates, Dates of Application, and Sources of Copper and to other Micronutrients. *Agronomy Journal* 266-270.

Melléklet

1. MELLÉKLET

A 2000. év bokrosodáskor végzett kezeléseinek hatása a termés beltartalmi mutatóinak alakulására

<i>Kezelés/ Dózis (kg ha⁻¹)</i>	<i>Cu-</i>	<i>Cu-</i>	<i>Cu</i>	<i>Cu-</i>	<i>Cu-</i>	<i>Cu-</i>	<i>Cu-</i>	<i>Cu-</i>
	<i>tetramin</i>	<i>Szacharóz</i>	<i>-tetramin</i>	<i>Szacharóz</i>	<i>tetramin</i>	<i>Szacharóz</i>	<i>tetramin</i>	<i>Szacharóz</i>
	Hozam t ha ⁻¹		Nyersfehérje %		Sikér %		Sütőipari értékszám	
0	4,40	4,30	12,35	12,58	32,25	32,58	57,48	57,83
0,1	4,33	4,43	12,20	12,63	32,40	34,40	55,53	58,20
0,3	4,55	4,63	12,88	12,60	32,43	33,45	59,18	59,30
0,5	4,98	4,53	13,38	13,23	33,85	34,85	59,90	60,70
1,0	4,95	4,88	13,85	13,35	35,73	36,10	63,80	66,53
2,0	4,65	4,68	13,85	13,73	36,65	35,90	58,75	59,73

A 2000. év bokrosodáskor végzett kezeléseinek hatására kialakult beltartalmi tulajdonságok értékeinek varianciatáblázata

FG	Tényező		<i>Cu-</i>	<i>Cu-</i>	<i>Cu-</i>	<i>Cu-</i>	<i>Cu-</i>	<i>Cu-</i>	<i>Cu-</i>	
			<i>tetramin</i>	<i>Szacharóz</i>	<i>tetramin</i>	<i>Szacharóz</i>	<i>tetramin</i>	<i>Szacharóz</i>	<i>tetramin</i>	<i>Szacharóz</i>
			Hozam t ha ⁻¹		Nyersfehérje %		Sikér %		Sütőipari értékszám	
23	Összes	SQ	6,1583	2,6896	2,9396	4,6863	16,7333	12,5333	15,8796	11,5450
3	Ismétlés	SQ	0,8150	0,0212	0,9079	0,5546	1,9267	0,2300	2,0546	0,0150
5	Kezelés	SQ	1,4933	0,8121	1,1421	2,2238	10,4883	4,7133	7,6471	6,8600
1	0-Többi	SQ	0,2803	0,3521	0,3521	0,3307	2,5813	0,9363	1,5641	2,8830
4	Többi kez	SQ	1,2130	0,4600	0,7900	1,8930	7,9070	3,7770	6,0830	3,9770
15	Hiba (v)	SQ	3,8500	1,8563	0,8896	1,9079	4,3183	7,5900	6,1779	4,6700
	Kezelés	MQ	0,2987	0,1624	0,2284	0,4448	2,0977	0,9427	1,5294	1,3720
	0-Többi	MQ	0,2803	0,3521	0,3521	0,3307	2,5813	0,9363	1,5641	2,8830
	Többi kez	MQ	0,3032	0,1150	0,1975	0,4733	1,9768	0,9443	1,5208	0,9943
	Hiba (v)	MQ	0,2567	0,1238	0,0593	0,1272	0,2879	0,5060	0,4119	0,3113
	Kezelés	F	1,16	1,31	3,85	3,50	7,29	1,86	3,71	4,41
	0-Többi	F	1,09	2,85	5,94	2,60	8,97	1,85	3,80	9,26
	Többi kez	F	1,18	0,93	3,33	3,72	6,87	1,87	3,69	3,19
Szignifikancia szintek										
	Kezelés		-	-	*	*	**	-	*	*
	0-Többi		-	-	*	-	**	-	+	**
	Többi kez		-	-	*	*	**	-	*	*

2. MELLÉKLET

A 2000. év virágzáskor végzett kezeléseinek hatása a termés beltartalmi mutatóinak alakulására

<i>Kezelés/ Dózis (kg ha⁻¹)</i>	<i>Cu-</i>	<i>Cu-</i>	<i>Cu-</i>	<i>Cu-</i>	<i>Cu-</i>	<i>Cu-</i>	<i>Cu-</i>	<i>Cu</i>
	<i>tetramin</i>	<i>Szacharóz</i>	<i>tetramin</i>	<i>Szacharóz</i>	<i>tetramin</i>	<i>Szacharóz</i>	<i>tetramin</i>	<i>-Szacharóz</i>
	Hozam t ha ⁻¹		Nyersfehérje %		Sikér %		Sütőipari értékszám	
0	4,15	4,28	12,30	12,90	32,25	31,63	53,25	52,53
0,1	4,13	4,23	13,70	13,43	34,08	33,58	62,75	60,20
0,3	5,15	4,58	13,88	13,50	35,80	36,65	63,38	68,65
0,5	5,13	5,38	13,95	13,55	36,28	38,83	70,23	66,05
1,0	4,38	5,23	13,05	13,05	36,65	37,30	58,58	59,38
2,0	4,15	4,45	12,53	12,53	32,60	33,43	54,85	52,73

A 2000. év virágzáskor végzett kezeléseinek hatására kialakult beltartalmi tulajdonságok értékeinek varianciatáblázata

FG	Tényező		Cu-	Cu-	Cu-	Cu-	Cu-	Cu-	Cu-	Cu-
			tetramin	Szacharóz	tetramin	Szacharóz	tetramin	Szacharóz	tetramin	Szacharóz
			Hozam t ha ⁻¹		Nyersfehérje %		Sikér %		Sütőipari értékszám	
23	Összes	SQ	13,2463	10,7063	8,5863	12,7450	18,8533	13,9183	10,2450	23,6663
3	Ismétlés	SQ	0,9312	0,4712	0,1413	0,2217	1,0000	1,9350	0,8017	0,4079
5	Kezelés	SQ	4,8538	4,8588	6,2238	6,8600	10,1983	3,2833	4,6100	13,5838
1	0-Többi	SQ	0,6308	0,8167	1,3868	0,8670	4,1813	0,3203	1,8750	1,1408
4	Többi kez	SQ	4,2230	4,0420	4,8370	5,9930	6,0170	2,9630	2,7350	12,4430
15	Hiba (v)	SQ	7,4613	5,3763	2,2213	5,6633	7,6550	8,7000	4,8333	9,6746
	Kezelés	MQ	0,9708	0,9717	1,2448	1,3720	2,0397	0,6567	0,9220	2,7168
	0-Többi	MQ	0,6308	0,8167	1,3868	0,8670	4,1813	0,3203	1,8750	1,1408
	Többi kez	MQ	1,0558	1,0105	1,2093	1,4983	1,5043	0,7408	0,6838	3,1108
	Hiba (v)	MQ	0,4974	0,3584	0,1481	0,3776	0,5103	0,5800	0,3222	0,6450
	Kezelés	F	1,95	2,71	8,41	3,63	4,00	1,13	2,86	4,21
	0-Többi	F	1,27	2,28	9,36	2,30	8,19	0,55	5,82	1,77
	Többi kez	F	2,12	2,82	8,17	3,97	2,95	1,28	2,12	4,82
<i>Szignifikancia szintek</i>										
	Kezelés		-	+	***	*	*	-	+	*
	0-Többi		-	-	**	-	*	-	*	-
	Többi kez		-	+	**	*	+	-	-	*

3. MELLÉKLET

A 2001. év bokrosodáskor végzett kezeléseinek hatása a termés beltartalmi mutatóinak alakulására

<i>Kezelés/ Dózis (kg ha⁻¹)</i>	<i>Cu-</i>	<i>Cu-</i>	<i>Cu-</i>	<i>Cu-</i>	<i>Cu-</i>	<i>Cu-</i>	<i>Cu-</i>	<i>Cu-</i>
	<i>tetramin</i>	<i>Szacharóz</i>	<i>tetramin</i>	<i>Szacharóz</i>	<i>tetramin</i>	<i>Szacharóz</i>	<i>tetramin</i>	<i>Szacharóz</i>
	Hozam t ha ⁻¹		Nyersfehérje %		Sikér %		Sütőipari értékszám	
0	4,28	4,13	13,08	12,98	32,65	34,80	63,90	63,83
0,1	4,03	4,18	12,80	13,05	32,70	32,60	62,78	62,98
0,3	4,25	4,28	13,58	13,58	33,65	33,30	67,03	64,45
0,5	4,48	4,65	14,13	14,20	34,95	35,18	67,28	67,98
1,0	5,25	4,73	14,63	14,30	35,63	35,68	66,35	69,93
2,0	4,70	5,03	15,15	14,05	36,08	35,08	68,60	69,23

A 2001. év bokrosodáskor végzett kezeléseinek hatására kialakult beltartalmi tulajdonságok értékeinek varianciatáblázata

FG	Tényező	Cu- tetramin		Cu- Szacharóz		Cu- tetramin		Cu- Szacharóz	
		Hozam t ha ⁻¹		Nyersfehérje %		Sikér %		Sütőipari értékszám	
23	Összes SQ	7,5496	5,7896	12,7563	12,7183	21,8383	9,9583	26,3196	11,0396
3	Ismétlés SQ	0,0579	0,3746	1,0313	1,1017	0,6450	0,4150	1,3546	0,6412
5	Kezelés SQ	3,7671	2,5821	8,5588	7,7483	16,5383	6,7833	22,1771	6,2921
1	0-Többi SQ	0,2341	0,6601	1,8008	2,1333	3,2013	2,4653	8,0601	2,5521
4	Többi kez SQ	3,5330	1,9220	6,7580	5,6150	13,3370	4,3180	14,1170	3,7400
15	Hiba (v) SQ	3,7246	2,8329	3,1663	3,8683	4,6550	2,7600	2,7879	4,1063
	Kezelés MQ	0,7534	0,5164	1,7118	1,5497	3,3077	1,3567	4,4354	1,2584
	0-Többi MQ	0,2341	0,6601	1,8008	2,1333	3,2013	2,4653	8,0601	2,5521
	Többi kez MQ	0,8833	0,4805	1,6895	1,4038	3,3343	1,0795	3,5293	0,9350
	Hiba (v) MQ	0,2483	0,1889	0,2111	0,2579	0,3103	0,1840	0,1859	0,2738
	Kezelés F	3,03	2,73	8,11	6,01	10,66	7,37	23,86	4,60
	0-Többi F	0,94	3,50	8,53	8,27	10,32	13,40	43,37	9,32
	Többi kez F	3,56	2,54	8,00	5,44	10,74	5,87	18,99	3,42
Szignifikancia szintek									
	Kezelés	*	+	***	**	***	**	***	**
	0-Többi	-	+	*	*	**	**	***	**
	Többi kez	*	+	**	**	***	**	***	*

4. MELLÉKLET

A 2001. év virágzáskor végzett kezeléseinek hatása a termés beltartalmi mutatóinak alakulására

<i>Kezelés/ Dózis (kg ha⁻¹)</i>	<i>Cu-</i>	<i>Cu-</i>	<i>Cu-</i>	<i>Cu-</i>	<i>Cu-</i>	<i>Cu-</i>	<i>Cu-</i>	<i>Cu-</i>
	<i>tetramin</i>	<i>Szacharóz</i>	<i>tetramin</i>	<i>Szacharóz</i>	<i>tetramin</i>	<i>Szacharóz</i>	<i>tetramin</i>	<i>Szacharóz</i>
	Hozam t ha ⁻¹		Nyersfehérje %		Sikér %		Sütőipari értékszám	
0	4,13	4,05	13,10	13,03	32,68	31,75	62,53	63,30
0,1	4,63	4,18	13,53	13,45	34,58	35,03	65,68	64,93
0,3	5,00	4,70	13,78	14,33	35,98	35,70	69,88	69,28
0,5	4,98	4,93	13,93	13,53	35,50	34,35	72,53	67,28
1,0	4,43	4,88	13,28	13,28	34,93	33,15	65,88	64,93
2,0	4,30	4,33	13,23	13,35	32,70	32,38	67,23	64,83

A 2001. év virágzáskor végzett kezeléseinek hatására kialakult beltartalmi tulajdonságok értékeinek varianciatáblázata

FG	Tényező		Cu-	Cu-	Cu-	Cu-	Cu-	Cu-	Cu-	Cu-
			tetramin	Szacharóz	tetramin	Szacharóz	tetramin	Szacharóz	tetramin	Szacharóz
			Hozam t ha ⁻¹	Nyersfehérje %		Sikér %		Sütőipari értékszám		
23	Összes	SQ	9,1850	7,5983	10,1563	7,4396	11,2896	8,4783	8,9650	11,9650
3	Ismétlés	SQ	2,1217	1,4550	0,5013	0,6879	4,0512	0,7383	0,4483	0,4417
5	Kezelés	SQ	2,5750	2,7983	4,7038	3,5421	2,1521	3,9283	6,2250	7,4450
1	0-Többi	SQ	0,9720	1,0083	2,4368	1,4741	0,6601	1,0453	2,3520	4,3320
4	Többi kez	SQ	1,6030	1,7900	2,2670	2,0680	1,4920	2,8830	3,8730	3,1130
15	Hiba (v)	SQ	4,4883	3,3450	4,9513	3,2096	5,0863	3,8117	2,2917	4,0783
	Kezelés	MQ	0,5150	0,5597	0,9407	0,7084	0,4304	0,7857	1,2450	1,4890
	0-Többi	MQ	0,9720	1,0083	2,4368	1,4741	0,6601	1,0453	2,3520	4,3320
	Többi kez	MQ	0,4008	0,4475	0,5668	0,5170	0,3730	0,7208	0,9682	0,7783
	Hiba (v)	MQ	0,2992	0,2230	0,3301	0,2140	0,3391	0,2541	0,1528	0,2719
	Kezelés	F	1,72	2,51	2,85	3,31	1,27	3,09	8,15	5,48
	0-Többi	F	3,25	4,52	7,38	6,89	1,95	4,11	15,39	15,93
	Többi kez	F	1,34	2,01	1,72	2,42	1,10	2,84	6,34	2,86
<i>Szignifikancia szintek</i>										
	Kezelés		-	+	+	*	-	*	***	**
	0-Többi		+	+	*	*	-	+	**	**
	Többi kez		-	-	-	+	-	+	**	+

5. MELLÉKLET

A 2002. év bokrosodáskor végzett kezeléseinek hatása a termés beltartalmi mutatóinak alakulására

<i>Kezelés/ Dózis (kg ha⁻¹)</i>	<i>Cu-</i> <i>tetramin</i>	<i>Cu-</i> <i>Szacharóz</i>	<i>Cu-</i> <i>tetramin</i>	<i>Cu-</i> <i>Szacharóz</i>	<i>Cu-</i> <i>tetramin</i>	<i>Cu-</i> <i>Szacharóz</i>	<i>Cu-</i> <i>tetramin</i>	<i>Cu-</i> <i>Szacharóz</i>
	Hozam t ha ⁻¹		Nyersfehérje %		Sikér %		Sütőipari értékszám	
0	3,90	4,03	13,48	13,65	35,15	35,63	59,88	59,00
0,1	3,90	3,98	14,03	13,83	34,68	34,90	58,75	57,25
0,3	3,90	3,83	13,45	13,63	35,98	35,90	58,25	61,50
0,5	4,13	4,15	13,88	14,20	36,85	37,83	60,50	63,00
1,0	4,38	4,40	14,75	14,85	37,23	37,88	60,50	66,75
2,0	4,08	3,90	14,03	13,80	38,63	39,38	63,25	65,50

A 2002. év bokrosodáskor végzett kezeléseinek hatására kialakult beltartalmi tulajdonságok értékeinek varianciatáblázata

FG	Tényező		Cu-	Cu-	Cu-	Cu-	Cu-	Cu-	Cu-	Cu-
			tetramin	Szacharóz	tetramin	Szacharóz	tetramin	Szacharóz	tetramin	Szacharóz
			Hozam t ha ⁻¹		Nyersfehérje %		Sikér %		Sütőipari értékszám	
23	Összes	SQ	3,2396	3,0396	8,6933	10,9183	114,9333	143,5733	515,4063	733,3333
3	Ismétlés	SQ	0,1412	0,1312	0,7433	1,2983	0,5500	8,2033	73,3646	265,3333
5	Kezelés	SQ	0,7171	0,8471	4,5233	4,3833	42,2033	58,2233	61,9688	269,8333
1	0-Többi	SQ	0,1021	0,0021	1,0083	0,5603	7,7013	8,0083	0,4688	48,1333
4	Többi kez	SQ	0,6150	0,8450	3,5150	3,8230	34,5020	50,2150	61,5000	221,7000
15	Hiba (v)	SQ	2,3813	2,0613	3,4267	5,2367	72,1800	77,1467	380,0729	198,1667
	Kezelés	MQ	0,1434	0,1694	0,9047	0,8767	8,4407	11,6447	12,3938	53,9667
	0-Többi	MQ	0,1021	0,0021	1,0083	0,5603	7,7013	8,0083	0,4688	48,1333
	Többi kez	MQ	0,1538	0,2113	0,8788	0,9557	8,6255	12,5538	15,3750	55,4250
	Hiba (v)	MQ	0,1588	0,1374	0,2284	0,3491	4,8120	5,1431	25,3382	13,2111
	Kezelés	F	0,90	1,23	3,96	2,51	1,75	2,26	0,49	4,08
	0-Többi	F	0,64	0,02	4,41	1,61	1,60	1,56	0,02	3,64
	Többi kez	F	0,97	1,54	3,85	2,74	1,79	2,44	0,61	4,20
			<i>Szignifikancia szintek</i>							
	Kezelés		-	-	*	+	-	-	-	*
	0-Többi		-	-	+	-	-	-	-	+
	Többi kez		-	-	*	+	-	+	-	*

6. MELLÉKLET

A 2002. év virágzáskor végzett kezeléseinek hatása a termés beltartalmi mutatóinak alakulására

<i>Kezelés/ Dózis (kg ha⁻¹)</i>	<i>Cu-</i>	<i>Cu-</i>	<i>Cu-</i>	<i>Cu-</i>	<i>Cu-</i>	<i>Cu-</i>	<i>Cu-</i>	<i>Cu-</i>
	<i>tetramin</i>	<i>Szacharóz</i>	<i>tetramin</i>	<i>Szacharóz</i>	<i>tetramin</i>	<i>Szacharóz</i>	<i>tetramin</i>	<i>Szacharóz</i>
	Hozam t ha ⁻¹		Nyersfehérje %		Sikér %		Sütőipari értékszám	
0	3,83	3,88	13,70	13,75	36,73	35,20	58,25	57,25
0,1	3,90	4,18	13,65	13,93	36,93	35,53	60,75	61,50
0,3	4,58	4,53	14,15	14,38	39,88	39,83	62,75	69,50
0,5	4,83	4,85	13,65	13,58	38,13	38,78	68,75	70,50
1,0	4,10	4,15	13,48	13,60	37,13	37,38	61,00	60,25
2,0	3,93	3,90	13,08	13,35	35,83	36,08	59,00	56,75

A 2002. év virágzáskor végzett kezeléseinek hatására kialakult beltartalmi tulajdonságok értékeinek varianciatáblázata

FG	Tényező		Cu-	Cu-	Cu-	Cu-	Cu-	Cu-	Cu-	
			tetramin	Szacharóz	tetramin	Szacharóz	tetramin	Szacharóz	tetramin	Szacharóz
			Hozam t ha ⁻¹		Nyersfehérje %		Sikér %		Sütőipari értékszám	
23	Összes	SQ	9,8383	7,7596	6,8896	7,1696	11,1133	10,0763	9,5996	9,7533
3	Ismétlés	SQ	0,7617	0,1913	0,3713	0,2112	1,4567	0,2746	2,3646	0,6833
5	Kezelés	SQ	3,3883	2,8571	3,6721	2,2271	2,4283	2,5338	3,8721	3,4133
1	0-Többi	SQ	0,6453	0,6601	1,6101	0,8841	0,0333	0,0008	0,0521	0,1763
4	Többi kez	SQ	2,7430	2,1970	2,0620	1,3430	2,3950	2,5330	3,8200	3,2370
15	Hiba (v)	SQ	5,6883	4,7113	2,8463	4,7313	7,2283	7,2679	3,3629	5,6567
	Kezelés	MQ	0,6777	0,5714	0,7344	0,4454	0,4857	0,5068	0,7744	0,6827
	0-Többi	MQ	0,6453	0,6601	1,6101	0,8841	0,0333	0,0008	0,0521	0,1763
	Többi kez	MQ	0,6858	0,5492	0,5155	0,3358	0,5987	0,6333	0,9550	0,8093
	Hiba (v)	MQ	0,3792	0,3141	0,1898	0,3154	0,4819	0,4845	0,2242	0,3771
	Kezelés	F	1,79	1,82	3,87	1,41	1,01	1,05	3,45	1,81
	0-Többi	F	1,70	2,10	8,49	2,80	0,07	0,00	0,23	0,47
	Többi kez	F	1,81	1,75	2,72	1,06	1,24	1,31	4,26	2,15
Szignifikancia szintek										
	Kezelés		-	-	*	-	-	-	*	-
	0-Többi		-	-	*	-	-	-	-	-
	Többi kez		-	-	+	-	-	-	*	-

7. MELLÉKLET

A 2000-2002. évek bokrosodáskor végzett kezeléseinek hatása a termés átlagos beltartalmi mutatóinak alakulására

<i>Kezelés/ Dózis (kg ha⁻¹)</i>	<i>Cu-tetramin</i>	<i>Cu-Szacharóz</i>	<i>Cu-tetramin</i>	<i>Cu-Szacharóz</i>	<i>Cu-tetramin</i>	<i>Cu-Szacharóz</i>	<i>Cu-tetramin</i>	<i>Cu-Szacharóz</i>
	Hozam t ha ⁻¹		Nyersfehérje %		Sikér %		Sütőipari értékszám	
0	4,19	4,15	12,97	13,07	33,35	34,33	60,42	60,22
0,1	4,08	4,19	13,01	13,17	33,26	33,97	59,02	59,48
0,3	4,23	4,24	13,30	13,27	34,02	34,22	61,48	61,75
0,5	4,53	4,44	13,79	13,88	35,22	35,95	62,56	63,89
1	4,86	4,67	14,41	14,17	36,19	36,55	63,55	67,73
2	4,48	4,53	14,34	13,86	37,12	36,78	63,53	64,82

8. MELLÉKLET

A 2000-2002. évek bokrosodáskor végzett kezeléseinek hatására kialakult beltartalmi tulajdonságok átlagértékeinek varianciatáblázata

FG	Tényező		<i>Hozam</i> <i>t ha⁻¹</i>	<i>Nyersfehérje</i> <i>%</i>	<i>Sikér</i> <i>%</i>	<i>Sütőipari</i> <i>értékszám</i>
35	Összes	SQ	4,6848	17,6487	118,5394	533,7523
2	Ismétlés	SQ	2,1150	5,6476	45,4832	275,2359
11	Kezelés	SQ	1,8623	9,3845	63,6181	207,2910
1	Csoportok között	SQ	0,0050	0,0434	1,7556	13,4139
5	Cu – tetramin cs.	SQ	1,2078	6,2207	37,6492	49,1793
	1 Kontr. – többi	SQ	0,1480	1,6134	8,1902	6,4937
	4 Többi	SQ	1,0598	4,6073	29,4589	42,6857
5	Cu – Szach. cs	SQ	0,6495	3,1204	24,2133	144,6978
	1 Kontr. - többi	SQ	0,1756	0,9000	3,3640	27,5007
	4 Többi	SQ	0,4739	2,2204	20,8493	117,1971
22	Kez × év	SQ	0,7075	2,6165	9,4380	51,2254
	Kezelés	MQ	0,1693	0,8531	5,7835	18,8446
	Csoportok között	MQ	0,0050	0,0434	1,7556	13,4139
	Cu - tetramin cs.	MQ	0,2416	1,2441	7,5298	9,8359
	Kontr. – többi	MQ	0,1480	1,6134	8,1902	6,4937
	Többi	MQ	0,2649	1,1518	7,3647	10,6714
	Cu – Szach. cs	MQ	0,1299	0,6241	4,8427	28,9396
	Kontr. - többi	MQ	0,1756	0,9000	3,3640	27,5007
	Többi	MQ	0,1185	0,5551	5,2123	29,2993
	Kez × év	MQ	0,0322	0,1189	0,4290	2,3284
11	Kezelés	F	5,26	7,17	13,48	8,09
1	Csoportok között	F	0,16	0,36	4,09	5,76
5	Cu - tetramin cs.	F	7,51	10,46	17,55	4,22
	1 Kontr. – többi	F	4,60	13,57	19,09	2,79
	4 Többi	F	8,24	9,68	17,17	4,58
5	Cu – Szach. cs	F	4,04	5,25	11,29	12,43
	1 Kontr. - többi	F	5,46	7,57	7,84	11,81
	4 Többi	F	3,68	4,67	12,15	12,58
22						

SzD_{5%}				
Két kezelés átlaga között	0,30	0,58	1,11	2,58
Két teljes csop átlag között	0,12	0,24	0,45	1,05
Két csop.többi átlag között	0,14	0,26	0,50	1,15
Kontr. és csop. átlag között	0,23	0,45	0,86	2,00
<i>SZIGNIFIKANCIA SZINTEK</i>				
Két kezelés átlaga között	***	***	***	***
Csoportok között	--	--	+	*
Cu- tetramin csop	***	***	***	**
0 - Többi	*	**	***	--
Többi	***	***	***	**
Cu - Szach. cs.	**	**	***	***
0 - Többi	*	*	*	**
Többi	*	**	***	***

9. MELLÉKLET

A 2000-2002. évek virágzáskor végzett kezeléseinek hatása a termés átlagos beltartalmi mutatóinak alakulására

<i>Kezelés/ Dózis (kg ha⁻¹)</i>	<i>Cu- tetramin</i>	<i>Cu- Szacharóz</i>	<i>Cu- tetramin</i>	<i>Cu- Szacharóz</i>	<i>Cu- tetramin</i>	<i>Cu- Szacharóz</i>	<i>Cu- tetramin</i>	<i>Cu- Szacharóz</i>
	Hozam t ha ⁻¹		Nyersfehérje %	Sikér %		Sütőipari értékszám		
0	4,03	4,13	13,03	13,01	33,88	33,28	58,01	58,18
0,1	4,22	4,41	13,63	13,83	35,19	35,45	63,06	66,90
0,3	4,91	5,24	13,93	14,46	37,22	38,19	65,33	72,41
0,5	4,98	4,99	13,84	13,81	36,63	37,58	70,50	67,12
1	4,30	4,40	13,27	13,18	36,23	36,04	61,82	62,48
2	4,13	4,44	12,94	13,02	33,71	34,41	60,36	61,88

10. MELLÉKLET

A 2000-2002. évek virágzáskor végzett kezeléseinek hatására kialakult beltartalmi tulajdonságok átlagértékeinek varianciatáblázata

FG	Tényező		<i>Hozam</i> <i>t ha⁻¹</i>	<i>Nyersfehérje</i> <i>%</i>	<i>Sikér</i> <i>%</i>	<i>Sütőipari</i> <i>értékszám</i>
35	Összes	SQ	6,4589	7,6876	175,2798	1012,1092
2	Ismétlés	SQ	1,0121	1,4746	66,8107	249,7166
11	Kezelés	SQ	4,7356	4,5210	83,0010	636,4201
1	Csoportok között	SQ	0,0264	0,0084	0,1196	1,5314
5	Cu - tetramin cs.	SQ	2,5156	2,6481	32,0549	284,4020
	1 Kontr. – többi	SQ	0,5562	0,5962	9,1521	96,2551
	4 Többi	SQ	1,9594	2,0519	22,9028	188,1469
5	Cu – Szach. cs	SQ	2,1936	1,8645	50,8266	350,4867
	1 Kontr. - többi	SQ	0,6167	0,2176	22,5751	92,7203
	4 Többi	SQ	1,5769	1,6469	28,2515	257,7664
22	Kez × év	SQ	0,7112	1,6920	25,4681	125,9726
	Kezelés	MQ	0,4305	0,4110	7,5455	57,8564
	Csoportok között	MQ	0,0264	0,0084	0,1196	1,5314
	Cu - tetramin cs.	MQ	0,5031	0,5296	6,4110	56,8804
	Kontr. – többi	MQ	0,5562	0,5962	9,1521	96,2551
	Többi	MQ	0,4899	0,5130	5,7257	47,0367
	Cu – Szach. cs	MQ	0,4387	0,3729	10,1653	70,0973
	Kontr. - többi	MQ	0,6167	0,2176	22,5751	92,7203
	Többi	MQ	0,3942	0,4117	7,0629	64,4416
	Kez × év	MQ	0,0323	0,0769	1,1576	5,7260
11	Kezelés	F	13,32	5,34	6,52	10,10
1	Csoportok között	F	0,82	0,11	0,10	0,27
5	Cu - tetramin cs.	F	15,56	6,89	5,54	9,93
	1 Kontr. – többi	F	17,20	7,75	7,91	16,81
	4 Többi	F	15,15	6,67	4,95	8,21
5	Cu – Szach. cs	F	13,57	4,85	8,78	12,24
	1 Kontr. - többi	F	19,08	2,83	19,50	16,19
	4 Többi	F	12,19	5,35	6,10	11,25
22						

SzD_{5%}				
Két kezelés átlaga között	0,30	0,47	1,82	4,04
Két teljes csop átlag között	0,12	0,19	0,74	1,65
Két csop.többi átlag között	0,14	0,21	0,81	1,81
Kontr. és csop. átlag között	0,24	0,36	1,41	3,13
<i>SZIGNIFIKANCIA SZINTEK</i>				
Két kezelés átlaga között	***	***	***	***
Csoportok között	--	--	--	--
Cu- tetramin csop	***	***	**	***
0 - Többi	***	*	*	***
Többi	***	**	**	***
Cu - Szach. cs.	***	**	***	***
0 - Többi	***	--	***	***
Többi	***	**	**	***

11. MELLÉKLET

A Cu-zeolit kezelések átlagos hozamai (1998-2000)

kezelés Cu-zeolit kg ha ⁻¹	hozam 1 ha ⁻¹
kontroll	4,42
0,1	4,40
0,3	4,71
0,5	5,07
1,0	5,45
2,0	5,83
SzD _{5%}	0,42
- bármely két kezelés között	0,33
- kontroll és a többi átlaga között	
Szignifikancia szint jelölése	
- kezelés	***
- a kontroll és a többi átlaga között	***
- többi kezelés között	***

13. táblázat A Cu-zeolit kezelések hatása a nyersfehérje-tartalomra 1998-2000

kezelés Cu-zeolit kg ha ⁻¹	nyersfehérje %
kontroll	13,48
0,1	13,61
0,3	13,98
0,5	14,53
1,0	14,72
2,0	14,75
SzD _{5%}	0,53
- bármely két kezelés között	0,41
- kontroll és a többi átlaga között	
Szignifikancia szint jelölése	
- kezelés	***
- a kontroll és a többi átlaga között	***
- többi kezelés között	***