

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

**DOKTORI (PHD) ÉRTEKEZÉS  
TÉZISEI**

***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  
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**

DOKTORI ÉRTEKEZÉS TÉZISEI

***BARKÓCZI MARGIT***

Mosonmagyaróvár  
2004.

## 1. A MUNKA ELŐZMÉNYEI, CÉLKITŰZÉSEK

Az őszi búza (*Triticum aestivum* L.) a kukorica mellett hazánk legnagyobb területen termesztett kulturnövénye. Európai Unióba történt társulásunk után is legfontosabb növényünk marad. Az exportképesség és a gazdaságos ártermelés, a megfelelő minőség biztosítása szempontjából mind nagyobb figyelmet kell fordítanunk a jó tápanyagellátás biztosítására.

Ma már a növénytermesztés tápanyag-gazdálkodási problémái szinte megoldhatatlan gondokat okoznak a termelőknek, ezért fontos, hogy a 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 növények megfelelő mikroelem ellátottságára is, mivel a biokémiai folyamatokban elsődlegesen mint enzimalkotóként betöltött szerepük kiemelt.

A mikroelemek közül a réz az egyik legfontosabb és legtöbbet tanulmányozott esszenciális elem. Talajvizsgálatok alapján még a kimondottan jó termőképességű talajoknál gyakran mutatkozik a réz hiány. A réznek kiemelt szerepe van a növényi életfolyamatokban. Hiánytünetei a kalászos növényeknél erősen érvényesül. A mennyiségi és minőségi növénytermelés megköveteli, hogy biztosítsuk a kalászos növényeink megfelelő réz ellátását. A réz-hiány pótlást végezhetjük talajon keresztül, vagy a növény felületén. Míg talajtrágyaként főleg réz-sókat alkalmazunk, addig levéltrágyakénti felhasználás céljára különböző réz-vegyületeket, főleg komplex vegyületeket alkalmazunk.

A kísérletek során a következő kérdésekre kerestük a választ:

- Milyen hatással van a lombtrágyázás az őszi búza hozamára és minőségére?
- A réz-komplex vegyületek különböző ligandumai befolyásolják-e a tápanyag felvételt, és milyen mértékben hatnak a hozamra, valamint a minőségre?
- Réz-táplálás szempontjából a réz-ioncserélt szintetizált zeolit réz-tartalma alkalmas-e a réz-hiánytünetek csökkentésére, és milyen mértékben hat a búza hozamára és minőségére?

- Bokrosodáskori vagy a virágzáskori fenológiai fázisban kijuttatott réz-komplexek hasznosulásában mutatkozik-e különbség?
- A kísérleteinkben alkalmazott réz-vegyületek milyen dózisban fejtik ki a legkedvezőbb hatásukat bokrosodáskori és virágzáskori kezelés esetén?

## 2. ANYAG ÉS MÓDSZER

### 2.1. Különböző ligandumú réz vegyületek és réz-ioncserélt szintetizált zeolit lombtrágyakénti felhasználhatóságának vizsgálata

A Szegedi Egyetem Szervetlen Kémia Tanszékén és a NYME Kémiai Tanszékén előállított réz-tetramin-hidroxidot, réz-szacharóz komplexet, a valamint a NYME Kémia Tanszékén előállított réz-ioncserélt szintetizált zeolitot használtuk fel az ősibúza növény réz igényének pótlására.

A kísérletek Komáromban, a Solum RT területén kerültek beállításra, rézből hiányos, magas mésztartalmú Duna öntéstalajon. A kisparcellás szántóföldi kísérleteket három éven keresztül 2000-2002 között végeztük 10 m<sup>2</sup>-es parcellákon, véletlen blokk elrendezésben és négy ismétlésben.

Az őszi búza lombtrágyázási kísérletek két fenológia fázisban (bokrosodáskor és virágzáskor) kerültek beállításra réz-tetramin-hidroxiddal, valamint réz-szacharóz komplexszel. A komplexeket kézi „levegőnyomású” permetezővel juttattuk ki, 0,6 l-t parcellánként. A kontroll parcellák ugyanilyen térfogatú vizes permetezést kaptak. A réz-ioncserélt zeolit szuszpenzió kijuttatása is hasonlóan történt.

A kezelések során mindkét fenológiai (Bokrosodáskori és virágzáskori) fázisban, három év során (2000-2002) mindig ugyanazt a réz mennyiséget permeteztük ki az őszi búza levélzetére.. Az alkalmazott réz dózisok: 0,1; 0,3; 0,5; 1,0; 2,0 kg/ha<sup>-1</sup>. Figyelembe véve a réz-tetramin nitrogén-tartalmát a vizes kontroll parcellák mellett olyan nitrogénes kontroll parcellákat is beállítottunk, ahol a réz-amin komplexnek megfelelő mennyiségű nitrogént juttatunk ki ammonium-nitrát oldat formájában. A vizes kontrollhoz képest a nitrogénes kontrollok egyetlen esetben sem mutattak értékelhető eltérést. Ez érthető

is, hisz 0,5 kg réz-dózisonál hektáronként is csak 0,4 kg-nyi nitrogént juttattunk ki. Ezért a kísérlet kiértékelésekor egységesen kontroll parcellákat jelölök.

## **2.2. Termesztett fajta és növényvédelem**

A kísérleteket lúgos pH-jú, magas mésztartalmú, közepes nitrogén, gyenge réz és cink ellátottságu talajon állítottuk be 2000-2002-ben, GK-Csörnök fajtájú őszi búzával. A kísérlet növénytermesztési rendszere megegyezett a SOLUM Rt technológiájával. A gyomirtás az első évben 2000-ben Mecomorn, 2001-ben Granstar, 2002-ben Mecaphar szerek  $2 \text{ l ha}^{-1}$  dóziséval tavaszi posztemergens kezelés útján történt. A gombabetegségek elleni védekezés (kalászfuzáriózis, lisztharmat) Tilt Premium, Alerlt-S, valamint Eminent 125 SL fungicidekkel történt. A helikopteres inszekticides állománykezelésre a három éves kísérlet alatt nem került sor.

## **2.3. A búzaminták vizsgálati módszerei**

Az őszi búzák betakarítása parcella kombájnnal történt. A betakarított minták tömegének megmérése után minőségi vizsgálatra került sor.

A makro- és mikroelem vizsgálatok ICP technikával az MTA Talajtani és Agrokémiai Intézetében, valamint a NYME Kémiai Tanszékén Joben Yvon készüléken történt. Az összes nitrogéntartalmat Kjeldahl módszerrel Parnass-Wagner készülékben került elvégzésre. A malomipari vizsgálatok során a sikértartalmat kimosással (nátrium-klorid-oldat) a sütőipari értékszám vizsgálatát farinográffal végeztük a Pannon Gabona Rt győri laboratóriumában.

## **2.4. Statisztikai értékelés.**

Az egyes kezelések során kapott eredményeket, az azok közötti összefüggéseket Excel 7,0 for Windows és statistica for Windows 4,5 számítógépes szoftverek alkalmazásával, variancia-, valamint regresszióanalízis segítségével értékeltük.

### **3. Eredmények és következtetések**

Három éven keresztül 2000-2002 között bokrosodáskori és virágzáskori lomb- kezelésben réz-tetramin-hidroxid és réz-szacharóz kezelést alkalmaztunk. Továbbá szintetizált ioncserélt réz-zeolitot bokrosodáskori kezelésben alkalmaztunk. A három éves kísérletek eredményei alapján az alábbi megállapításokat tettük.

#### **3.1. Bokrosodáskori kezelés (réz-tetramin-hidroxid, réz-szacharóz komplexszel)**

Mindkét alkalmazott komplex (réz-tetramin-hidroxid és réz-szacharóz) lombozatra történő kijutásakor a hozamok közel azonos mértékben, statisztikailag igazolhatóan emelkedtek.

A nyersfehérje-tartalom mindkét alkalmazott komplex hatására növekedett. Jelentősebb növekedést a réz-tetramin-hidroxid komplex kezelésben kaptunk. A 2,0 kg/ha réz-dózisok már toxikusak voltak.

A nedves siker tartalom a réz-tetramin és réz-szacharóz kezelések hatására statisztikailag bizonyíthatóan emelkedett. A 2,0 kg/ha réz-dózisok sem mutattak toxikus hatást. a sikértartalom folyamatos növekedése mutatható ki a réz-dózisok hatására.

A sütőipari értékszámot vizsgálva megállapítható, hogy a réz-szacharóz komplex alkalmazása volt a kedvezőbb, mely szignifikáns növekedést eredményezett. A 2,0 kg/ha-os réz-dózisok már kismértékű sütőipari értékszám csökkenését eredményezték.

#### **3.2. Virágzáskori kezelés (réz-tetramin-hidroxid és réz-szacharóz komplexszel)**

A bokrosodáskori kezeléshez viszonyítva a virágzáskori kezelés hatására a réz-komplexek nagyobb mértékben, szignifikánsan növelték a hozamot. A virágzáskori kezelésekből kisebb réz-dózisnál (0,3 kg/ha) kaptuk a maximális hozamnövekedést, a nagyobb dózisok már toxikus hatást mutattak. A legkedvezőbb hozamnövekedést a réz-szacharóz komplex alkalmazásával érhetjük el.

A nyersfehérje tartalmat vizsgálva megállapítható, hogy a virágzáskori kezelésben a réz-szacharóz volt a hatékonyabb, a 0,3 kg/ha réz-dózisnál nagyobb dózisok toxikusak, melyek hatására a nyersfehérje tartalom csökkent. A bokrosodáskori kezelésben a fehérje növekedés kedvezőbb volt, mint a virágzáskori kezelésben.

A virágzáskori kezelés hatására a nedves siker tartalom jelentősebb mértékben (szignifikánsan) növekedett, mint a bokrosodáskori kezelésben. A maximális nedves siker tartalom 0,5 kg/ha réz-dózisnál mutatkozott. A nagyobb dózisok már toxikusak, hatásukra csökkent a nedves siker-tartalom. A réz-szacharóz komplex hatására a nedves siker tartalom erőteljesebben növekedett, mint a réz-tetramin-hidroxid-komplex esetén.

A sütőipari értékszám változást vizsgálva megállapítható, hogy az igen erőteljesen, szignifikánsan növekedett. A maximális növekedést 0,3 kg/ha réz-dózis adta, ennél nagyobb dózisok már toxikusak voltak. A réz-szacharóz kezelés hatására kaptuk a legjelentősebb sütőipari értékszám növekedést.

Összességében megállapítható, hogy a réz-komplexek alkalmazása a vizsgált paraméterek esetében a virágzáskori kezelésben a kedvezőbb, mint bokrosodáskor.

Költségtakarékosság szempontjából is a virágzáskori kezelés a kedvezőbb, mivel kevesebb réz-komplex alkalmazásával, 0,3 kg/ha réz dózisnál érhető el a maximális növekedés.

#### 4. 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. A virágzáskori 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.
2. Mindkét fenológiai fázisban (bokrosodáskori, virágzáskori) az alkalmazott réz-komplexek közel azonos mértékben hatásosak a nyersfehérje-tartalom növekedésére. A legjelentősebb növekedés a bokrosodáskori fenológiai fázisban történő lombkezeléssel érhető el, 1,0 kg/Cu dózisnál.
3. A nedves sikér 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 sikér-tartalom növelése a cél. A virágzáskori réz-komplex kezelések hatására a nedves sikér tartalom 0,5 kg/ha Cu dóziséig növekszik. A Cu-szacharóz komplex a nedves sikér 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 virágzáskori 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.



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.
6. A réz-tetramin-hidroxid, valamint a réz-szacharóz komplexnek az őszebúzánál lomtrágyakénti alkalmazása a virágzáskori kezelésben kedvezőbb a hozamra, a nyersfehérje, sikértartalomra, valamint a sütőipari értékszám növelésére. Az anyagfelhasználás (takarékoság) szempontjából is kedvezőbb a virágzáskori alkalmazás.

## 5. AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉHEZ KAPCSOLÓDÓ PUBLIKÁCIÓK

### *Magyar nyelven megjelent közlemények*

- Schmidt R., - Szakál P., - Barkóczi M., (1987): Zn-tartalmú ipari hulladék mezőgazdasági hasznosítása. VII. Gépipari Környezetvédelmi Napok. Győr p, 386-404..
- Szakál P., - Barkóczi M. (1988): A réz-tetramin-hidroxid komplex felhasználása az őszi búza hozamának és sikértartalmának növelésére. HUNGAROCHEM, 88, NEVIKI p., 23- 31.
- Barkóczi M., - Szakál P., - Tölgyesi E. (1989): Kísérletek hulladékból kinyert hexamin- komplexek mezőgazdasági újrahasznosítására. Agrokémia és Talajtan, 38. p.323-327.
- Szakál P., - Barkóczi M. (1989): Réztartalmú hulladékból előállított réz-komplex hatása az őszi búza beltartalmára. Agrokémia és Talajtan, 38. 330-334..
- Schmidt R., - Barkóczi M., - Szakál P., - Othmar Horak., - Juraj Lesny (1999): Hulladékból előállított fém-komplexek mezőgazdasági újrahasznosítása. XIII. Országos Környezetvédelmi Konferencia. Kiadvány.p. 206-214.
- Barkóczi M., - Szakál P., - Schmidt R. (2002): Mikroelem-tartalmú hulladékok mikroelem-tartalmának zeolittal történő kinyerése és annak felhasználása növénytaplálási célra. XVI. Országos Környezetvédelmi Konferencia. Proceeding. P. 240-247.
- Szakál P., - Barkóczi M., - Schmidt R. (2003): Különböző ligandumú réz-komplexek, réz-ioncserélt zeolit hatása a növények hozamára és beltartalmára. NYME Erdőmérnöki Kar. A Magyar Tudomány Napja. 2002. Sopron 2003. p.74-78.

***Idegen nyelven megjelent közlemények***

Szakál P., - Barkóczi M., - Schmidt R. (1988): The Agricultural Utilization of Zn-Containing Industrial Waste. World Conference on Hasardous Waste. Elsevier Science Publishers. Amsterdam, p.1355-1359.

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

R.Schmidt, - M.Barkóczi, - P.Szakál, - R.Kalocsai (2002): The Ampact of Copper Tetramine Hydroxide Treatments on Wheat Yield. Agrokémia és Talajtan 51. Vol. 51. Nos 1-2. p. 193-200

Schmidt R., - Szakál P., - Barkóczi M., - Giczi Zs., - Kalocsai R., - Bősze K. (2004): The effect of metal-complexes gained from trace element containing wastes on the yield and hcemical composition of phacelia (Facelia tanacetifolia) Conference proceedings, Prague, p. 160. CD.

***Hazai konferencián tartott előadások és poszterek***

Szakál P. – Barkóczi M.: A Zn szerepe a növénytermesztésben. Növénytáplálkozási tanácskozás. Békéscsaba, 1986. december 6.

Szakál P. – Barkóczi M: Szuszpenziós műtrágyák. Növénytáplálkozási tanácskozás. Békéscsaba. 1986. december 6.

Szakál P. – Barkóczi M.: A levéltrágyázás jelentősége. Mikroelemek visszapótlásának lehetőségei. Mezőfalva. 1987. május 27.

- Szakál P. – Barkóczi M.: Réztartalmú hulladékból előállított réz-komplex hatása az őszi búza beltartalmára. Talajtani Társaság Vándorgyűlése (poszter). Szarvas, 1988. szeptember 1-2.
- Barkóczi M. – Szakál P. – Tölgyesi E.: Kísérletek hulladékból kinyert cink-hexamín-komplex mezőgazdasági újrahasznosítására. Talajtani Társaság Vándorgyűlése (poszter) Szarvas, 1988. szeptember 1-2.
- Szakál P. – Barkóczi M.: Réz hatása az őszi búza hozamának és sikértartalmának növelésére. Agrártud. Egyetem. Mosonmagyaróvár. Növénytermesztési Tanácskozás. 1989. márc. 29.
- Szakál P. – Barkóczi M.: Mikroelemek szerepe a cukorrépa- és a kukoricatermesztésben. Agrártud. Egyetem. Mosonmagyaróvár. Növénytermesztési Tanácskozás. 1989. márc. 29.
- Schmidt R. – Barkóczi M. – Szakál P. – Othmar Horak – Juraj Lesny: Hulladékból előállított fém-komplexek mezőgazdasági újrahasznosítása. XIII. Országos Környezetvédelmi Konferencia, Siófok, 1999. szeptember 14-16.
- Barkóczi M. – Szakál P.: Mikroelem-tartalmú ioncserélt szintetizált zeolit, lombtrágyakénti alkalmazása a búzatermesztésben. Analitikai- és Környezetvédelmi Konferencia. Keszthely. 2002. 04.11.p.12.
- Barkóczi M. – Szakál P. – Schmidt R.: Mikroelem-tartalmú hulladékok mikroelem-tartalmának zeolittal történő kinyerése és annak felhasználása növénytaplálási célra. XVI. Országos Környezetvédelmi Konferencia és Szakkiállítás. 2002. szeptember 10-12.

Barkóczi M. – Schmidt R. – Szakál P.: Réz-komplexek előállítása és alkalmazásuk a növénytermesztésben. Magyar Tudomány Napja. Kémiai Intézet Tudományos Ülése. 2002. november 7.

Szakál P. – Schmidt R. – Barkóczi M.: Réz- és cink-tartalmú ioncserélt szintetizált zeolit hatása az őszi búza hozamára és fehérjetartalmára. „Mikroelemek a táplálékláncban”. 2003. április 22-24. Nyíregyháza. p. 43.

*Nemzetközi konferencián tartott előadások és poszterek*

Schmidt R., - Szakál P., - Barkóczi M.: Cinktartalmú hulladékok mezőgazdasági hasznosítása. VII. Gépipari Környezetvédelmi Napok. Győr, 1987. ápr. 7-9.

Szakál P.,- Barkóczi M.,- Bóna F.: Experiments for the Agricultural Utilization of Copper-containing Wastes. World Conference on Hazardous Waste. Budapest. 1987. okt. 25-31.

Szakál P.,- Schmidt R., - Barkóczi M.: The Agricultural Utilization of Zn-containing Industrial Waste. World Conference on Hazardous Waste. Budapest. 1987. okt. 25-31.

Szakál P., - Barkóczi M.: A réz-tetramin-hidroxid komplex felhasználása az őszi búza hozamának és sikértartalmának növelésére. A mezőgazdaság kemizálása. XVIII. nemzetközi Konferencia. Keszthely. 1988. július 6-8.

P.Szakál, - M. Barkóczi: The effects of Vinasse and mikroelements and winter what quality. Zum 5. Vinasse- und Feldtag in Bernbrug Anlässlich des 20. Hanrigen Bestehens. Brenburg. 1998. július 2-4.

Schmidt R., - Barkózi M., - Szakál P., - Othmar Horak., - Juraj Lesny:  
Hulladékból előállított fém-komplexek mezőgazdasági  
újrahasznosítása.XIII. Országos Környezetvédelmi Konferencia.  
Siófok, 1999. szeptember 14-16

Szakál P., - Schmidt R., - Barkóci M. : Réz- és cink-tartalmú ioncserélt  
szintetizált zeolit hatása az őszi búza hozamára és fehérje-  
tartalmára. „Mikroelemek a táplálékláncban” 2003. április 22-24.  
Nyíregyháza. p.43.

### **Könyvek**

Simon L. – Szilágyi M. (szerkesztette): Schmidt R. – Szakál P. –  
Kalocsai R. – Barkóci M. – Giczi Zs. (Szerzők): (2003): N-  
oldat, valamint Cu- és Zn kezelés hatása az őszi búza hozamára és  
nyersfehérje tartalmára.183-191. Bessenyei György Könyvkiadó  
Nyíregyháza, ISBN: 963 9385 81 6

Simon L. – Szilágyi M. (szerkesztette): Schmidt R. – Szakál P. –  
Kalocsai R. – Barkóci M. – Giczi Zs. (Szerzők): (2003):  
Réztartalmú ioncserélt szintetizált zeolit hatása az őszi búza  
hozamára és fehérje tartalmára. p 229-236. Bessenyei György  
Könyvkiadó Nyíregyháza, ISBN: 963 9385 81 6