



Lombtrágyaként alkalmazott rézioncserélt zeolit hatása a tavaszi árpa (*Hordeum vulgare* L.) szemtermésére és nyersfehérje-tartalmára

BARKÓCZI MARGIT¹ – CSATAI RÓZSA³ – SZAKÁL PÁL*¹ –
SCHMIDT REZSŐ² – KAJDI FERENC²

Nyugat-magyarországi Egyetem
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar

¹ Környezettudományi Intézet

² Növénytermesztési Intézet

³ Gazdaságtudományi Intézet
Mosonmagyaróvár

ÖSSZEFOGLALÁS

Hazánk talajainak jelentős hányadán mutatkozik rézhiány. A réznek, mint esszenciális mikroelemnek fontos szerepe van a növények táplálkozásában. Különösen a kalászos növények reagálnak érzékenyen a rézhiányra. A kalászos növényeknél a gátolt réztranszport következtében is gyakran mutatkozik a réz hiánytünete. A réz hiánya nemcsak hozamcsökkenést, de a minőség romlását is eredményezheti.

Tavaszi árpa növénynél 2011-ben Győrszentivánon rézből hiányos talajon végeztünk rézpótlási kísérleteket. A kezeléseket bokrosodáskori és virágzásokori fenológiai fázisban végeztük el. A réz pótlását rézioncserélt szintetizált zeolittal végeztük. Az alkalmazott rézdózisok 0,1; 0,3; 0,5 és 1,0 kg/ha-osak voltak. A kísérleteket négy ismétlésben, véletlen blokk elrendezésben 10 m²-es parcellákon végeztük. Az ioncserélt szintetizált zeolit szuszpenziót a jobb hasznosulás biztosítása céljából délután juttattuk ki a növény lombzatára. A betakarított mintáknak a hozamát és a nyersfehérje-tartalmát vizsgáltuk.

A száraz, aszályos időjárási körülmények között végzett kísérletben a rézkezelések hatására a hozamok csak kis mértékben növekedtek. A bokrosodáskori, valamint a virágzásokori kezelések hatására a nyersfehérje-tartalom szignifikánsan növekedett. Jelentősebb fehérje-tartalom-növekedést a bokrosodáskori kezelésben kaptunk.

Kulcsszavak: lombtrágya, tavaszi árpa, réz, zeolit.

BEVEZETÉS, IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A növények tápanyagellátása szempontjából kiemelt jelentőséggel bír a réz. Nemzetközi felmérések alapján Nyugat-Európában kb. 18 millió hektár földterület (a megművelhető földterület 19%-a) mutat rézhiányt. A jelentkező rézhiány elsődleges oka a talajok elsava-

nyodása, valamint az intenzív mezőgazdasági termelés. A talajok rézhiánya kedvezőtlen hatással van a mezőgazdasági termelésre, de a túlzott réztartalom is ugyanilyen káros hatású lehet. Hazánk talajainak nagy hányadában mutatható ki a rézhiány. Ez leggyakrabban a magas humusztartalmú – jó minőségű – talajoknál jelentkezik, de a rézből jól ellátott talajoknál is jelentkezhet Cu-hiány a gátolt transzport folyamatok miatt is (Szakál *et al.* 2005). A Liebig által megállapított 10 klasszikus tápelem után a réznek esszenciális jellegét Sommer 1931-ben bizonyította (Kádár 2005). Az elmúlt években – kiemelten a gabonánövények termesztése során – megnövekedett az igény a jó minőségű és mennyiségű termékek előállítására. Emiatt mind nagyobb figyelmet kell fordítani a talajok, valamint a növények megfelelő rézellátottságának biztosítására.

A földkéreg átlagos réztartalma 55 mg/kg körüli. Hazánkban a megművelt területek felső rétegének réztartalma hektáronként 12–102 kg között változik. A növények számára felvehető rézmennyiség ennek csupán 1–2%-a (Győri 1962). A növények a rézet ion, vagy kelát formájában a gyökéren vagy a levélzeten keresztül vehetik fel.

A növények a fejlődésükhöz szükséges tápanyagokat a talajból a gyökérszövetükön, vagy a levélzeten keresztül veszik fel. A gyökerek és a gyökérszőrők felülete több ezerszerese lehet a növényi lombozatnak. A gyökér fő funkciója a víz és a benne oldott ásványi elemek felvétele és az asszimiláták, a képződött szerves anyagok átalakítása. A levélzeten keresztül történő tápanyagfelvétel a gyökérhez hasonló mechanizmussal történik (Kádár 2008). A tápanyagfelvétel során az ionok, vagy a kisméretű molekulák (gyakran komplex vegyület formában) a kutikula mikropórusain keresztül hatolnak be. Izotópos vizsgálatokkal azt is bizonyították, hogy a levélzeten, valamint a gyökérszöveten történő tápanyagfelvétel sebessége és eloszlása nagymértékben függ a vegyület formájától (Lesny *et al.* 2005). A levélzeten történő tápanyagpótlásnak csak kisegítő jellege van. A növény igényei szerint veszi fel a növekedéséhez szükséges tápanyagokat. A levéltrágyázás eredményeként ideális esetben a levél színe zöldebb lehet, megnövekedhet a klorofill mennyisége, a fotoszintézis intenzitása, de az enzimek – a metalkoenzimek – intenzitása is (Kádár 2008). A mikroelemek mozgékonyasága kismérvű a növényekben, a mozgékonyaságukat és felvételüket nagymértékben a talaj szerkezete és kémiai összetétele befolyásolja, melyet az időjárási körülmények tovább ronthatnak.

A réznek fontos szerepe van a növényi életfolyamatokban. Olyan enzimek alkotórésze, illetve aktivátora, melyek részt vesznek a transzspirációs anyagcserében és elektrontranszportban. Kiemelten fontos a szerepe a szénhidrát-, a fehérje- és a zsíryanagcserében (Skholnyik 1984). Fontos a szerepe továbbá a fotoszintézisben, a citokromokon keresztül szállítja az elektront. A citokrom-oxidáz enzim a terminális oxidációban az elektrontranszport folyamatát végzi. Néhány réz-oxidáz a hidrogénatom átvitelét végzi az oxigén molekulára (Pethő 1993).

A réz a klorofill lebomlásának késleltetésével növeli a növény asszimilációs teljesítményét, ezzel a növény öregedése csökken, így hosszabb idő áll rendelkezésre a növényi termékek meghatározó minőségi paramétereinek szintézisére.

Magyarország mezőgazdasági termelésében kiemelt jelentőségű a gabonatermesztés, melyen belül a szántóterület hozzávetőlegesen 7,5%-án történik árpatermesztés. Az árpa vetésterületének harmada tavaszi árpa, melynek legnagyobb részét a söripár hasznosítja. Az így előállított árpa szemtermésének beltartalmi értékei közül elsődleges cél a nyersfehérje-tartalom minél alacsonyabb szinten való tartása. A fajták hasznosításának másik lehetősége a takarmányozási célú felhasználás, ahol szemben a söripári alapanyagként való használattal fontos tényező lehet a minél magasabb nyersfehérje-tartalmú szemtermés elérése. Kísérleteink során ezért is fordítottunk kiemelt figyelmet a tavaszi árpa rézellátottságának biztosítására. Költségtakarékossági számítások figyelembevételével a lombtrágyázást helyeztük előtérbe.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A rézioncserélt zeolittal 2011-ben lombkezelési kísérleteket állítottunk be Győrszentivánon, Duna-öntéstalajon, *GK Habzó* fajtájú tavaszi árpával. A kísérleteket véletlen blokk elrendezésben, négy ismétlésben, 10 m²-es parcellákon végeztük a rézioncserélt zeolit szuszpenziójával. Az alkalmazott Cu-dózisok 0,1; 0,3; 0,5 és 1 kg/ha. A talajvizsgálati adatok alapján megállapítható, hogy a talaj rézből gyengén ellátott volt. A talajvizsgálati eredményeket az 1. táblázatban ismertetjük.

1. táblázat Átlagos talajösszetétel (Győrszentiván)

Table 1. Average soil composition (Győrszentiván)

pH		K _A (1)	CaCO ₃ (%)	Humusz (%) (2)	Al-oldható (3)			nKCl oldh. Mg (4)	EDTA-oldható (5)			
H ₂ O	KCl				P ₂ O ₅	K ₂ O	Na		Zn	Cu	Mn	Fe
7,7	7,35	34,2	7,4	2,2	138,0	176,0	42,0	62,1	1,1	0,9	43,1	23,6

(1) plasticity index, (2) humus (%), (3) Al-extractable..., (4) nKCl extractable Mg, (5) EDTA-extractable...

A lombkezelési kísérleteket az árpa virágzásakor – délután – végeztük el. A rézioncserélt zeolit előállítása során a réz ioncserélt réz-tetramin-hidroxid komplex vegyület hozzáadásával végeztük. A kísérletek betakarítása után meghatároztuk a szemtermést, valamint annak nyersfehérje-tartalmát.

EREDMÉNYEK ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

A tavaszi árpa rézzel történő kezelésére a kísérletet 2011-ben kontroll + 4 különböző réz-adag – 0,0 (= kontroll); 0,1; 0,3; 0,5; 1,0 kg/ha-os Cu – kipermetezésével állítottuk be, 4 ismétlésben elvégezve a kezeléseket. A permetezések a tavaszi árpa bokrosodáskori és virágzási fenofázisában történtek.

A kísérlet eredményeinek értékelésekor külön elemeztük a bokrosodáskor és a virágzáskor végzett kezelések hatásait a szemtermésre (t/ha) és a nyersfehérje-tartalom változására. A kezelések hatására kialakult nyersfehérje-értékekre egyenest, illetve másodfokú görbét illesztettünk. Az eredmények értékelése varianciaanalízissel történt.

A bokrosodáskori kezelések hatása a szemtermésre és annak nyersfehérje-tartalmára

A biometria számítások alapján a különböző Cu-kezelések szemtermésre gyakorolt hatását illetően szignifikáns kezeléshatást nem tudtunk kimutatni. A különféle kezelések hatására a szemtermés mennyisége 3,900 t/ha és 4,325 t/ha között változott, az átlaghozam 4,115 t/ha volt. A kezelések utáni szemtermés mennyiségét, illetve annak nyersfehérje-tartalmát a 2. táblázatban foglaltuk össze. A táblázat adataiból is kitűnik, hogy a legnagyobb szemtermés az 1 kg/ha-os Cu-adag hatására alakult ki, azonban ez a termésnövekedés sem szignifikáns egyetlen más kezeléshez, így a kontrollhoz viszonyítva sem.

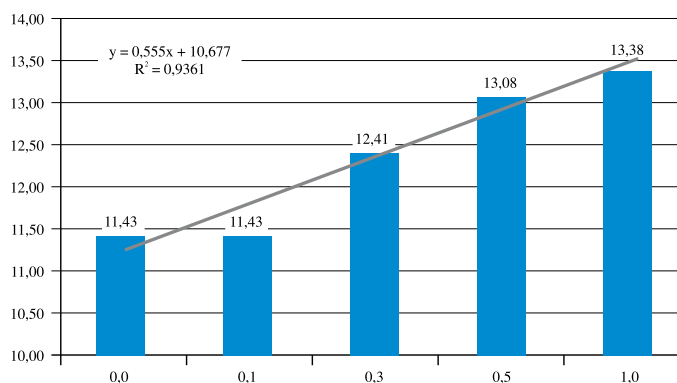
A bokrosodás időszakában végzett kezelések hatására a nyersfehérje-tartalom változása azonban már 0,1%-os hibaválószerűségi szinten igazolt kezeléshatást jelez. A legnagyobb nyersfehérje-tartalom szintén a legnagyobb dózisu rézkezelés után alakult ki (13,38%), míg a kezeletlen kontroll hatásaként a fajta nyersfehérje-tartalma „csak” 11,43%-ot ért el. A kontroll és a különféle rézdózisok hatására kialakult nyersfehérje-tartalom változását az 1. ábrán szemléltetjük, s az ábrán annak az egyenesnek az egyenletét is feltüntettük, mely leírja az 1%-os megbízhatósági szinten igazolt pozitív összefüggést a rézdózisok növelése, valamint a szem nyersfehérje-tartalmának növekedése között. A varianciaanalízis során számított 0,632%-os SzD_{5%}-os érték alapján azonban nemcsak a legnagyobb Cu-adag hatására növekedett a nyersfehérje-tartalom igazoltan a kontrollhoz viszonyítva, hanem már a 0,3 kg/ha-os adag is igazolt kezeléshatást eredményezett, s eme kezelés, illetve a legnagyobb adagú – 1 kg/ha-os – kezelés hatására kialakult nyersfehérje-tartalom között is szignifikáns kezeléshatást lehetett kimutatni.

2. táblázat A bokrosodáskori kezelések hatása a szemtermésre és annak nyersfehérje-tartalmára

Table 2. Effect of copper at tillering on the grain yield and raw protein content (%)

Kezelés Cu-adag (kg/ha) (1)	Szemtermés (t/ha) (2)	Nyersfehérje-tartalom (%) (3)
0,0	4,025	11,43
0,1	3,900	11,43
0,3	4,100	12,41
0,5	4,225	13,08
1,0	4,325	13,38
Átlag (4)	4,115	12,34
SzD_{5%} (5)	-	0,632

(1) Cu-treatment (kg/ha), (2) grain yield (t/ha), (3) raw protein content (%), (4) mean value, (5) LSD_{5%},



1. ábra A bokrosodáskor kijuttatott réz hatása a nyersfehérje-tartalomra (%)

Figure 1. Effect of copper at tillering on the raw protein content (%)

A virágzáskori kezelések hatásai

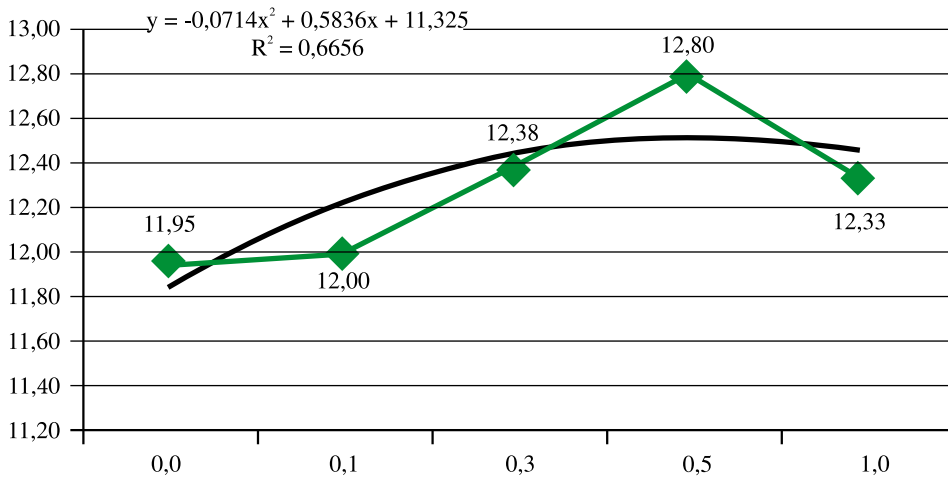
A virágzáskori kezelések szemtermésre és nyersfehérje-tartalomra gyakorolt hatásait szintén varianciaanalízissel értékeltük. A kezelések utáni termés- és fehérjetartalom értékeit a 2. táblázat tartalmazza. A szemtermés bár minden rézadag hatására növekedett a kontrollhoz viszonyítva, ez a hozamnövekedés azonban nem szignifikáns. A különböző kezelések hatása a nyersfehérje-tartalomra 1%-os hibavalószínűségi szinten szignifikánsan, a legnagyobb értéket a 0,5 kg/ha-os Cu-adagot követően mértük. Ehhez a kezeléshez viszonyítva $p = 5\%$ -on megbízhatóan kisebb a 0,3 kg/ha-os-, valamint az 1 kg/ha-os kezelések utáni szemtermés nyersfehérje-tartalma, de a kontroll kezeléshez viszonyítva szignifikánsan magasabb még a 0,3 kg/ha-os kezelések utáni termés beltartalmi mutatója is. A többi rezes kezelés, valamint a kontroll között igazolható nyersfehérje-tartalom változást nem lehetett kimutatni. Miként a bokrosodás alatti kezeléseknél, a virágzáskori kezelések után kapott nyersfehérje-tartalmak esetén is megszerkesztettük a kezelések hatására kialakult nyersfehérje-tartalmak hatásának jelleggörbéjét. A virágzáskori rézkezelések hatására, szemben a bokrosodáskor alkalmazott kezelésekkel, nem tapasztaltunk még 10%-os hibavalószínűségi szinten sem igazolható lineáris nyersfehérje-tartalom növekedést sőt, mint ahogy az a 2. ábrán látható is, a legnagyobb adagú (1 kg/ha Cu-adag) hatására már csökkent is a szemek nyersfehérje-tartalma a 0,5 kg/ha-os rézadaghoz viszonyítva. Az illesztett másodfokú görbét, valamint annak egyenletét, illetve az illeszkedés szorosságára utaló regressziós koeficiens-értéket szintén a 2. ábrán tüntettük fel.

Összefoglalóan megállapítható tehát, hogy a különféle Cu-adagok a szemtermést igazoltan nem növelik sem a bokrosodáskor, sem a virágzáskor történő kijuttatás alkalmával. A különféle rézkezelések közül a nagyobb adagú kezelések (0,3; 0,5 kg/ha) a kontrollhoz képest igazolható nyersfehérje-tartalom növekedést idéznek elő függetlenül a kijuttatás idejétől, azonban az 1,0 kg/ha-os adag a bokrosodáskori pozitív nyersfehérje-tartalom növekedéshez képest már depresszív hatású, a 0,5 kg/ha-os adaghoz képest tehát csökken a szemek nyersfehérje-tartalma.

3. táblázat A virágzáskori kezelések hatása a szemtermésre és annak nyersfehérje-tartalmára

Table 3. Effect of copper at full blossoms on the grain yield and raw protein content (%)

Kezelés Cu-adag (kg/ha) (1)	Szemtermés (t/ha) (2)	Nyersfehérje-tartalom % (3)
0,0	4,000	11,95
0,1	4,200	12,00
0,3	4,300	12,38
0,5	4,525	12,80
1,0	4,175	12,33
Átlag (4)	4,240	12,29
SzD _{5%} (5)	–	0,42



2. ábra A virágzáskor kijuttatott réz hatása a nyersfehérje-tartalomra (%)

Figure 2. Effect of copper at full blossoms on the raw protein content (%)

Effect of copper-ion-exchanged zeolit on the grain yield and raw protein content of spring barley (*Hordeum vulgare* L.) applied as foliar fertilizer

MARGIT BARKÓCZI – RÓZSA CSATAI – PÁL SZAKÁL – REZSŐ SCHMIDT – FERENC KAJDI

University of West Hungary
Faculty of Agricultural and Food Sciences
Mosonmagyaróvár

SUMMARY

A great part of soils show copper deficiency in Hungary. Copper being an essential element has an important role in plant nutrition. Cereal crops respond to copper deficiency sensitively. Cereal crops very often show copper deficiency symptoms due to blocked copper transportation. Copper deficiency may result not only in yield loss but also in lower quality. In 2011 we carried out copper-replacement experiments on spring barley grown on copper deficient soils at Győrszentiván. Treatments were applied at the phenological phase of tillering and at full blossoms. Copper-replacement was applied with copper-ion-exchanged synthesised zeolit. The applied copper doses amounted 0.1; 0.3; 0.5 and 1.0 kg/ha. The experiments were launched at four replications and in randomly arranged blocks on plots of m². For better utilisation we applied the ion-exchanged synthesised zeolit suspension on the leaves in the afternoon. We examined the yield and the raw protein content of the harvested samples.

In our experiments, which were carried out under dry conditions or at draught, the applied copper treatments induced a little increase in the yield. Treatments at tillering and full blossoms resulted in significant increase in the raw protein content.

Treatments at tillering induced considerable increase in protein contents.

Keywords: foliar fertilizer, spring barley, copper, zeolit.

IRODALOM

- Győri D. (1962): A Mg, Zn, Mo, Co mikroelemek eloszlása és vegyületformái néhány talajtípusokban. MTA Agrártud. Oszt. Közl. 21:1–2.
- Kádár I. (2005): Magyarország Zn és Cu ellátottságának jellemzése talaj- és növényvizsgálatok alapján. Acta Agronomica Óváriensis 47., (1) 11–25.
- Kádár I. (2008): A levéltrágyázás jelentősége és szerepe a növénytáplálásban. Acta Agronomica Óváriensis 50., (1) 18–27.
- Lesny, J. – Závodská, L. – Szakál, P. – Schmidt, R. (2005): Radioindicator study of Zn²⁺, Cd²⁺ and Sr²⁺ sorption on natural zeolites. Acta Agronomica Óváriensis 47., (1) 27–35.
- Pethő M. (1993): Mezőgazdasági növények élettana. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Szakál P. – Schmidt R. – Barkóczi M. – J. Lesny – Halasi T. (2005): Lombtrágyaként alkalmazott réz szénhidrát-komplex hatása az őszi búza hozamára és minőségére. Acta Agronomica Óváriensis, 47., (1) 37–47.
- Skholnyik, Ny. (1984): Trace elements in plants elsevier. Amsterdam.

A szerzők levélcíme – Address of the authors:

BARKÓCZI Margit – CSATAI Rózsa – SZAKÁL Pál – SCHMIDT Rezső – KAJDI Ferenc
Nyugat-magyarországi Egyetem
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
H-9200 Mosonmagyaróvár, Vár 2.