

Doktori (PhD) értekezés tézisei

**PRECÍZIÓS TALAJ- ÉS NÖVÉNY-VIZSGÁLATOKON
ALAPULÓ RÉZ, CINK LOMBTRÁGYÁZÁSI
RENDSZER KIFEJLESZTÉSE ŐSZI BÚZÁBAN
(*TRITICUM AESTIVUM* L.)**

Készítette:
Forró-Rózsa Eszter
doktorjelölt

Mosonmagyaróvár
2018

DOKTORI (PhD) ÉRTEKEZÉS TÉZISEI

SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM
MEZŐGAZDASÁG- ÉS ÉLELMISZERTUDOMÁNYI KAR
MOSONMAGYARÓVÁR

WITTMANN ANTAL NÖVÉNY-, ÁLLAT- ÉS ÉLELMISZER-
TUDOMÁNYI MULTIDISZCIPLINÁRIS
DOKTORI ISKOLA
HABERLANDT GOTTLIEB NÖVÉNYTUDOMÁNYI
DOKTORI PROGRAM

Doktori Iskola és Programvezető:
Prof. Dr. Ördög Vince DSc

Témavezetők:
Prof. Dr. Szakál Pál CSc
Egyetemi tanár, a mezőgazdasági tudomány kandidátusa
Dr. Pecze Zsuzsanna
IKR Agrár Kft., Technológiai-fejlesztési Ágazatvezető

**Precíziós talaj- és növény-vizsgálatokon alapuló
réz, cink lombtrágyázási rendszer kifejlesztése
őszi búzában (*Triticum aestivum* L.)**

Készítette:
Forró-Rózsa Eszter

Mosonmagyaróvár
2018

1. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉSEK

A mezőgazdasági termelés világszerte egyre nehezebb feltételek között zajlik. 1950 óta szinte robbanásszerűen 3 milliárdról 7 milliárdra nőtt a Föld népességének száma. Az ENSZ prognózisa szerint ez a következő 40 évben kissé lelassul, de 2050-re ez a szám így is elérheti a 9,3 milliárd főt. A fejlődő országoknak folyamatosan nő az igénye az élelmiszerek, a víz, valamint az energia iránt. A fokozott igény kielégítésére szolgáló mezőgazdasági termeléshez szükséges területek nagysága folyamatosan csökken. A biodiverzitás megőrzése, valamint az élhető környezet biztosítása jelenti az egyik legnagyobb kihívást a mezőgazdasági termelésre, hiszen a mezőgazdasági és technológiai kutatások, újdonságok előrehaladása nem jelentheti a biodiverzitás tönkretételét. A mennyiségi igénnyel párhuzamosan az emberek egyre jobban odafigyelnek arra, hogy milyen minőségű élelmiszereket fogyasztanak.

Minőségi élelmiszert azonban csak egészséges, tápanyagokkal megfelelően ellátott alapanyagból lehet előállítani. Ehhez elengedhetetlenek az esszenciális mikroelemek. Az elemek e csoportjába elsősorban a fémionok tartoznak, így elsődleges szerepük is abban rejlik, hogy pozitív töltéseikkel az élő szervezetben lévő molekulák negatív részeivel kapcsolatba tudnak lépni. Az őszi búza (*Triticum aestivum* L.) két kiemelten fontos esszenciális mikroeleme a réz és a cink. Mindkettő elengedhetetlen a megfelelő minőség és mennyiség elérése érdekében.

1.1. Kutatási célkitűzések

Réz és cink vegyületek hatását vizsgáltam 2011, 2012, 2013 években mészlepedékes csernozjom talajon őszi búzában (*Triticum aestivum* L.). Munkám során az alábbi célokat tűztem ki:

- Az országos átlagnak megfelelő mennyiségű, az élelmiszeripar számára alkalmas minőségű, optimális beltartalommal rendelkező termés elérése, figyelembe véve a fenntartható gazdálkodás feltételeit.
- Különböző réz és cink dózisokkal való kezelés hatásának kimutatása a hozamra (fajlagos hozam, t/ha), a sikértartalomra (%), a Zeleny-számra (ml) és a nyersfehérje tartalomra (m%).
- Bebizonyítani, hogy cink lombtrágya használatával jelentősen növelhető az őszi búza hozama.
- Réz lombtrágya használatával az őszi búza minőségi paramétereinek növelése, valamint meghatározni, hogy ezt pontosan milyen mennyiségű lombtrágya használatával érjük el.
- A kemikáliák kijuttatásának térbeli és dóziszbeli pontossága talaj- és növény analízissel való ellenőrzése, illetve a cm-es helymeghatározási pontosság erre gyakorolt hatásának vizsgálata.
- Az esszenciális mikroelemek visszapótlására, a gazdálkodók számára a gyakorlatban is alkalmazható módszer kidolgozása.

2. ANYAG ÉS MÓDSZER

A Nyugat-magyarországi Egyetem Mezőgazdaság-és Élelmiszertudományi Karán,– mely a Széchenyi István Egyetem Mezőgazdaság-és Élelmiszertudományi Kar jogelődje – a Víz és Környezettudományi Tanszékén Dr. Szakál Pál, és az IKR Agrár Kft. Technológia- Fejlesztési Ágazatánál Dr. Pecze Zsuzsanna szakmai irányításával végeztem vizsgálataimat.

Kísérleteinket a Tolna megyei Regölyben végeztük három évben (2011, 2012., 2013.), mészlepedékes csernozjom talajokon termesztett őszi búzában (*Triticum aestivum* L.). Különböző dózisban (0,1; 0,3; 0,5; 1,0 és 2,0 kg/ha) kijuttatott réz és cink összehasonlító vizsgálatát végeztük precíziós technológiával az ökológiai gazdálkodásban is engedélyezett réz-szacharóz komplex-el, valamint bázisos cink-karbonáttal.

2.1. Kísérleti területek kiválasztása, parcellák megtervezése, kezelések

A területek kiválasztásánál a területen végzett precíziós, 3 ha-os sűrűségű talajvizsgálatok eredményeire támaszkodtunk. A területek kiválasztásánál, kiegészítő 1 ha-os sűrűséggel, GPS támogatott gépi minta-vételezést végeztünk, átlós minta-vételi módszerrel, a szántóföldi minta-vételezési előírásoknak megfelelően. A minta-vételi tervek elkészítéséhez **Trimble GeoXT** GPS-el felmértük a mintázandó területeket, majd ezeket saját fejlesztésű **ArcGIS** alapú rendszerünkbe olvasva, a területeket felosztva elkészítettük a hálós minta-vételi terveket, *.shp formátumban, és e tervek alapján átlós mintavételt végeztünk. Egy átlagminta 1 ha-t reprezentált. A talajminták bővített vizsgálatát a

mosonmagyaróvári sYnlab Umweltinstiut Ungarn Kft. laboratóriuma végezte. Az eredményeket **3RP System** programmal elemeztük, táblánként és minta-vételi terenként egyaránt. Réz és cink hiányos, alacsony humusz, valamint magas foszfor és mésztartalmú, viszonylag sík területeket választottunk ki. A táblák kiválasztása után a parcellákat kellett kijelölnünk táblán belül, így a talajvizsgálati és domborzati tényezőket figyelembe véve meghatároztuk és kijelöltük a kezelni kívánt parcellákat, majd az adatbázis szerverünkön tárolt már meglévő táblahatárokhoz rögzítettük. A parcellák megtervezésénél fontos szempont volt, hogy a kijuttató berendezés munkaszélessége (**DAMMANN DT 2000 H Plus** önjáró GPS vezérelt permetező) 24 m, így minden parcella szélességét ehhez igazítottuk.

A parcellákat:

- sávos elrendezésben, 4 ismétlésben kezeltük,
- két fenológiai fázisban, szárba szökkenéskor és virágzáskor,
- dózis sorokat állítottunk be, az alkalmazott réz és cink dózisok: 0,1; 0,3; 0,5; 1,0; 2,0 kg/ha volt mindhárom évben,
- A megadott sűrűséggel 8 l/ha mennyiségű lombtrágyát juttattunk ki valamennyi parcellán.

A permetezőbe a már előre elkészített sűrűségű lombtrágyákat az oldalsó keverő tartályon keresztül töltöttük be folyamatosan víz adagolásával. A parcellák előre elkészített *.shp formátumú határvonala alapján végeztük a kezeléseket. A kijuttatásokat a permetező pontosan rögzítette, így azokat az elemzésekkor fel tudtuk használni.

2.2. A kísérletek során felhasznált anyagok

Kísérleteink során **réz-szacharóz komplexet** és **bázisos cink-karbonát** mikroelem tartalmú lombtrágyát használtunk. Az anyagok minden esetben másodlagosan hasznosított, az iparban keletkezett hulladékból előállított, az ökológiai gazdálkodásban is engedélyezett szerek.

A szegedi egyetemen Dr. Burger Kálmán akadémikus által kifejlesztett **réz-szacharóz komplexet** a NYME-MÉK kémiai tanszékén Dr. Szakál Pálnak sikerült stabilizálni és biztosítani annak a mezőgazdasági felhasználását.

A **bázisos cink karbonátot** a gyógyszeripari gyártás intermedier termékeiből, a savas kémhatású cink-kloridból, illetve cink-szulfátból nyerjük.

2.3. Időjárási tényezők

Mindhárom évben a tenyészidőszakban hasonlóan, átlagosan alakult az évi középhőmérséklet, bár pár fokkal magasabb volt az előző évekhez képest. A 2010/2011-es gazdálkodási évben: 8,44°C, a 2011/2012-es gazdálkodási évben: 8,96°C és a 2012/2013-as gazdálkodási évben: 9,43°C volt.

A csapadékösszegek rendkívül változatosan alakultak. 2010/2011-es gazdálkodási év rendkívül aszályos volt, köszönhetően annak, hogy 2011 szélsőségesen száraz év volt, kiugróan alacsony volt a tenyészidőszakban a csapadék összege (164 mm). A 2011/2012-es gazdálkodási év csapadék szempontjából szintén aszályosnak mondható (452 mm), mivel márciusban csupán 2 mm csapadék hullott. Az utolsó

kísérleti évben az előző két évvel ellentétben rendkívül csapadékos volt a tavasz (568 mm).

2.4. *Betakarítás, hozammérés, növényanalízis*

Betakarítást GPS-el, hozamtérképezős rendszerrel rendelkező **New Holland CR9070** típusú, **IntelliView** monitorral felszerelt kombájnnal végeztük. Így az egyes parcellák hozam adatai pontosan a rendelkezésünkre álltak. Ellenőrzésképpen a hozamokat minden parcella után ellenőriztük súlymérő talp segítségével is. A kapott digitális adatokat **New Holland PFS szoftver** segítségével térképileg ábrázoltuk, majd saját fejlesztésű elemző szoftverünkbe exportáltuk ezeket. Mivel a hozammérő másodpercenként rögzíti a betakarításkor az adatokat, ezért a kapott adathalmaz nagyon sűrű volt. Mivel a parcelláink mérete 1 ha alatt volt, ezért ilyen sűrű adathalmazzal az elemzés nem végezhető el, ezért átlagolnunk kellett, majd **ArcGIS alapú, saját fejlesztésű rendszerünkkel** spline módszerrel újra interpoláltuk a kapott hozamadatokat, azokat elemeztük és térképeket készítettünk belőlük.

A betakarításkor minden kezelt és kontrol parcelláról mintát vettünk és a terményt a komáromi malom laboratóriumában **FOSS Infratec 1241 típusú gabona analizátorral** vizsgáltuk.

2.5. *Statisztikai vizsgálatok*

A statisztikai elemzéseket hagyományosan végeztük, mivel így a végeredmények mellett a közbeni számítási eredmények is láthatók, segítségként csak az Excel 10.0-t használtuk a számoláshoz. Külön elemeztük a réz, illetve a cink kezelések hatását. A különböző dózisu anyagokkal történt kezelések hatásának kimutatására a kéttényezős varianciaanalízist (6 = kontrol+ 5féle kezelés, 4 ismétlés, 3 évben)

használtuk, minden esetben 95%-os valószínűségi szinten. A varianciaanalízis során F próbával kimutattuk, hogy a kezelések valóban hatnak a vizsgált tényezőkre, majd a szignifikáns differencia értékek (LSD) segítségével meghatároztuk, hogy milyen dózisu kezelés(ek) hatásos(ak). Ezeket az elemzéseket mindhárom évben elvégeztük a mért négy adat átlagainak segítségével. A kezelések általános hatásosságának igazolásához a három év adatainak átlagában is elvégeztük ezeket a vizsgálatokat, mivel az eltérő környezeti-időjárási viszonyok miatt az egyes évek vizsgált adataiban jelentős volt az eltérés.

3. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉS

3.1. A kezelések hatása a hozamra 2011-ben

A kezelések statisztikai vizsgálatai alapján megállapítottuk, hogy a 0,1 kg/ha, valamint a 0,3 kg/ha dózisú réz-szacharóz és cink-karbonát komplex kivételével valamennyi kezelés növelte az őszi búza hozamát.

Szignifikáns különbséget a 0,5 kg/ha dózisú cinkes kezeléstől állapítottunk meg (LSD= 0,35). A maximális hozamokat az 1,0 kg/ha és 2 kg/ha dózisú cink-karbonát kezelésekkel értük el. Az így kapott hozamok, 7,06 t/ha és 7,20 t/ha voltak. A réz kezeléseknél az elért maximális hozam 2011-ben 6,29 t/ha volt, melyet az 1 kg/ha dózisú réz-szacharóz komplex-el értünk el. A cink-karbonát kezelések hatása kedvezőbb volt a hozamra, mint a réz-szacharóz kezelések hatása. A négy ismétlés átlagaiból számított közelítő értékek alapján kiszámoltuk, hogy mekkora volt a százalékos növekedés a kezelt területeken. Az 1,0 kg/ha és 2,0 kg/ha cink lombtrágya használatával 20%-os hozamnövekedés volt kimutatható.

3.2. A kezelések hatása a nyersfehérje-tartalomra 2011-ben

Az eredmények jól mutatják, hogy a réz a kontrol területekhez képest jelentősen növelte a nyersfehérje tartalmat. Szignifikáns változást a 0,3 kg/ha dózisú réz-szacharóz kezeléssel értünk el (LSD= 0,34). A legjelentősebb nyersfehérje-tartalom növekedését a réz 1,0 kg/ha és 2,0 kg/ha-os dózissnál mértük, mely 14,05 m% és 14,95 m% volt. A cink kezelés hatására jelentősebb nyersfehérje-tartalom növekedés 0,5 kg/ha cink dózissnál mértük. A kontrol parcellánál rendkívül alacsony

nyersfehérje-tartalmat mértünk 12,86 m%. Ma a kereskedők nagy része az őszi búzát a nyersfehérje mennyisége alapján kategorizálja és ismeri el árban a magasabb értéket. Nagyon fontos ezért, hogy akár 1%-os nyersfehérje-tartalom növekedés is jelentős többletet jelenthet a nyereségben. Réz-szacharóz használatával akár 10%-os nyersfehérje-tartalom növekedést is el érhető.

3.3. A kezelések hatása a sikértartalomra 2011-ben

A kapott eredmények alapján megállapítható, hogy hasonlóan a nyersfehérje tartalom változásához a legjelentősebb növekedést a réz kezelés biztosította. Tudjuk, hogy a sikértartalom mennyisége párhuzamosan mozog a nyersfehérje tartalom mennyiségével. A 0,3 kg/ha réz dózis feletti mennyiségek hatására a sikértartalom jelentős növekedése volt kimutatható (LSD=1,08). Szignifikáns növekedést már 0,3 kg/ha réz dózistól bizonyítottunk, míg a cink lombtrágya használatánál szignifikáns változást 0,5 kg/ha dózistól mértünk.

Maximális sikértartalom növekedést 2,0 kg/ha dózisban kijuttatott réz-szacharóz komplex hatóanyaggal értünk el (33,98 m%). A kontrol parcellához képest valamennyi kezeléssel növekedést tudtunk elérni.

3.4. A kezelések hatása a Zeleny-számra 2011-ben

Megvizsgáltuk mindhárom évben a kezelések hatását a Zeleny-számra (szedimentációs érték) is. Megállapítottuk, hogy valamennyi réz kezelés nagymértékben növelte a Zeleny-számot, míg a cink lombtrágya kezelések alig pár %-os növekedést eredményeztek. Szignifikáns

növekedés a 0,3 kg/ha dózisú réz és cink kijuttatásánál is kimutatható (LSD= 2,00).

Míg a réz dózis növelése 30-40%-os Zeleny-szám növekedést okozott, addig a cink dózisok növelése 0,5 kg/ha felett nem eredményezett releváns többletet. A számított átlagok alapján a 0,3 kg/ha dózisonál nagyobb mértékben kijuttatott dózisok csupán 2 %-os szedimentációs érték növekedést jelentettek.

3.5. A kezelések hatása a hozamra 2012-ben

A 2012-es kísérletek hozam eredményei alapján megállapítottuk, hogy míg a 0,1 kg/ha dózisú cink kezelések hozamnövekedést eredményeztek, addig a 0,1 kg/ha és 0,3 kg/ha dózisú réz-szacharóz komplex kijuttatása hozam csökkenést eredményezett.

Szignifikáns növekedést a 0,3 kg/ha cink-karbonát dózistól, míg a réz kezeléseknél a 0,5 kg/ha dózisú kezelésektől értünk el (LSD=0,21). Az előző évhez hasonlóan itt is a cink kezelések bizonyultak hatásosabbnak a réz kezelésekkal szemben. A négyismétléses kezelések átlagai alapján kiszámoltuk az egyes kezelések hatásának eredményét. A kontrol parcellához képest az 1,0 kg/ha és 2,0 kg/ha dózisú cink lombtrágya kezeléssel 12 %-os hozamnövekedést értünk el.

3.6. A kezelések hatása a nyersfehérje-tartalomra 2012-ben

A nyersfehérje-tartalom vizsgálati eredményei jól mutatják, hogy a 2012-ben végzett kezelések során szintén a réz kezelések voltak hatásosabbak. Jelentős növekedést értünk el már a 0,1 kg/ha réz-szacharóz dózissal, míg a cink kezelések hasonlóan az előző évhez csak a 0,5 kg/ha dózisú kezeléseknél mutattak szignifikáns változást a a kontrol

területekhez képest (LSD= 0,47). Maximális nyersfehérje tartalom növekedést a 2,0 kg/ha dózisú réz-szacharóz lombtrágyával értünk el.

A kezelések átlagai alapján kiszámoltuk a százalékos nyersfehérje tartalom növekedését is. Megállapítottuk, hogy már a 0,1 kg/ha dózisú réz kezelés 5%-os nyersfehérje növekedést eredményezett, míg ugyanekkora mennyiségű cink karbonát kezelés a nyersfehérje tartalmat csökkentette a kontrol parcellához képest.

3.7. A kezelések hatása a sikértartalomra 2012-ben

A sikértartalom értékelésekor megállapítottuk, hogy a kontrol területekhez képest mind a cink, mind a réz kezelés esetében 0,1 kg/ha dózissal növekedést értünk el. Jelentős, szignifikáns növekedést a réz kezelések esetében 0,3 kg/ha dózisonál, és a cink kezelésnél 0,5 kg/ha dózisonál állapítottunk meg. A cink kezelések vizsgálatánál azonban az 1,0 kg/ha dózisonál nagyobb dózisok esetében már a sikértartalom csökkenését figyelhettük meg. A sikértartalom növekedése nem mozdult párhuzamosan ebben a gazdálkodási évben a nyersfehérje tartalommal. A réz-szacharóz hasonlóan a cink-karbonáthoz 0,5 kg/ha dózisú kezelések után csökkenést eredményezett az 1,0 kg/ha dózis, azonban a további dózisonövelés ismét sikértartalom növekedést mutatott.

3.8. A kezelések hatása a Zeleny-számra 2012-ben

Megállapítottuk, hogy a réz kezelések hasonlóan az előző évi kísérlethez jelentős mértékben növelték a Zeleny-számot. 0,5 kg/ha dózisú réz és cink kezelésnél mutatható ki szignifikáns növekedés a kontrol területhez képest (LSD= 3,73). A maximális Zeleny-szám 57,75 ml volt, melyet a 2,0 kg/ha dózisú réz kezeléssel értünk el. Elvégeztük az

átlagok alapján a százalékos Zeleny-szám növekedésének elemzését is. Megállapítottuk, hogy a kontrol parcellához képest a 2,0 kg/ha dózisú réz kezelés 32%-os növekedést eredményezett, míg a cink kezelések maximálisan csak 15%-os növekedést mutattak.

3.9. A kezelések hatása a hozamra 2013-ban

A hozam eredmények értékelésekor hasonlóan az előző két évhez szintén a cink kezelések mutatkoztak hatásosabbnak. Jelentős, szignifikáns hozamnövekedést értünk el a 0,5 kg/ha dózisú cink kezelésektől (LSD= 0,26). A réz esetében a 2013-as gazdálkodási évben csak csekély hozamtöbbletet tudtunk megállapítani a kontrol területekhez képest. Az eredményeinket nagymértékben befolyásolták a csapadék viszonyok. A kontrol parcella hozama (6,88 t/ha) az előző két rendkívül aszályos évben a kezelt területek értékeihez képest is magasabb. Elvégeztük a kezelések átlagában a hozam növekedés százalékos számítását. Jól mutatja, a már előző két gazdálkodási évben is alátámasztott eredmény, mely szerint az 1,0 kg/ha és 2,0 kg/ha dózisú cink lombtrágya kijuttatásával 15-16%-os, több mint 1 tonnás hektáronkénti hozamtöbbletet tudtunk elérni.

3.10. A kezelések hatása a nyersfehérje-tartalomra 2013-ban

A nyersfehérje-tartalomban az előző két évhez hasonlóan a réz kezelések már a 0,3 kg/ha dózistól szignifikáns többletet eredményeztek, míg a cink lombtrágya kezelések kisebb növekedést okoztak a nyersfehérje-tartalomban a kontrol parcellához képest (LSD=0,23). A cink lombtrágya használatánál a 0,5 kg/ha dózistól mértünk szignifikáns többletet. Maximális nyersfehérje-tartalom növekedést a 2,0 kg/ha dózisú

réz-szacharóz kezeléssel értünk el. A csapadékos vegetációs időszakban csupán maximálisan 6-7 %-os nyersfehérje-tartalom növekedést értünk el a réz kezelésekkel, míg a cink-karbonát kezelés csupán 3%-os növekedést eredményezett.

3.11. A kezelések hatása a sikértartalomra 2013-ban

A sikértartalom értékelésénél hasonlóan az előző kétévi eredményekhez 0,5 kg/ha dózistól kezdve jelentős szignifikáns növekedést tudunk kimutatni a réz kezelések hatására (LSD=0,80). A cinkkezelések is növelték a sikértartalmat, azonban a kontrol területhez képest csekély mértékben. Elmondható, hogy ebben a vizsgált évben a kezelések hatására a sikértartalom párhuzamosan mozdult a nyersfehérje tartalommal. Az átlagos sikértartalom növekedést megvizsgálva megállapítottuk, hogy míg a réz kezelések 10%-kal, addig a cink-karbonát kezelések alig 5 %-kal növelték a kontrol parcellákhoz képest a mennyiségeket.

3.12. A kezelések hatása a Zeleny-számra 2013-ban

A vizsgálatok során megállapítottuk, hogy a réz kezelések az előző két évhez hasonlóan jelentősebb Zeleny-szám növekedést okoztak. Szignifikáns növekedést a 0,3 kg/ha dózisu réz-szacharóz, valamint a 0,5 kg/ha dózisu cink-karbonát kezelés mutatott (LSD= 1,15). Maximális Zeleny-számot 32,75 ml-t a 2,0 kg/ha réz dózis eredményezett. A 2,0 kg/ha dózisu réz kezelés 16%-os Zeleny-szám növekedést eredményezett, míg az ugyanekkora dózisu cink-karbonát kezelés csak 11%-os többletet hozott.

3.13. Kezelések hatása a három év átlagában

3.13.1. Réz kezelések hatása

Az egyes évek eltérő környezeti hatása 2012-es évben a Zeleny-szám jelentős – majdnem kétszeres – növekedését okozta a 2011-es és 2013-as évhez képest, a 2013-as évben a siker- és a nyersfehérje tartalom nőtt jelentősen az előző évekhez viszonyítva. A **hozamok** tekintetében a kezelések 0,5 kg/ha-os dózistól kezdődően szignifikánsan (LSD= 0,22) növelő hatásúnak bizonyultak. A hozamfüggvény ($y_{11} = -0,23x_1^2 + 0,77x_1 + 5,96$) maximumát 1,67 kg/ha dózisú réz kezelés esetén érte el.

A három év **nyersfehérje-tartalom** vizsgálatánál megállapítottuk, hogy a kezelések hatására 0,5 kg/ha-os dózistól kezdődően szignifikáns (LSD= 0,22) növekedést mutatott. Az illesztett regressziós görbe ($y_{14} = -0,60x_1^2 + 1,80x_1 + 12,81$) maximumát 1,50 kg/ha dózisú réz esetén érte el.

A három év vizsgálata alapján azt találtuk, hogy a kezelések 0,3 kg/ha-os dózistól kezdődően szignifikánsan (LSD= 1,38) növelték a **sikértartalmat**. Az illesztett regressziós görbe ($y_{12} = -2,49x_1^2 + 6,88x_1 + 28,63$) maximumát 1,38 kg/ha dózisú réz-szacharóz kezelés esetén érte el.

A kezelések a **Zeleny-szám** vizsgálatánál 0,3 kg/ha-os dóziséig csökkenést mutattak, 0,5 kg/ha-osnál nagyobb dózisok szignifikánsan (LSD= 2,91) növelték a vizsgált paramétert. A Zeleny-szám függvény ($y_{13} = -4,56x_1^2 + 13,83x_1 + 31,25$) maximumát 1,52 kg/ha dózisú réz kezelés esetén érte el.

3.13.2. *Cink kezelések hatása*

A kezelések a **hozamokat** a három év átlagában 0,5 kg/ha-os dózistól kezdődően szignifikánsan ($LSD= 0,37$) növelték. A hozamfüggvény ($y_{21}=-0,46x_2^2+1,46x_2+6,00$) maximumát 1,59 kg/ha dózisú cink kezelés esetén érte el.

A kezelések 0,5 kg/ha-os dózistól kezdődően szignifikánsan ($LSD= 0,45$) növelték a **nyersfehérje-tartalmat**. Az illesztett regressziós görbe ($y_{24}=-0,49x_2^2+1,51x_2+12,50$) maximumát 1,54 kg/ha dózisú cink kijuttatás esetén érte el.

Sikértartalom vizsgálatánál megállapítottuk, hogy a mennyiségeket a kezelések 0,5 kg/ha-os dózistól kezdődően szignifikánsan ($LSD= 1,33$) növelték. Az illesztett termelési függvény ($y_{22}=-1,45x_2^2+4,31x_2+28,47$) maximumát 1,33 kg/ha dózisú cink-karbonát lombtrágya használatánál érte el.

Zeleny-szám értékelésekor hasonlóan a réz kezeléséhez, megállapítottuk, hogy a kezelések 0,3 kg/ha-os dóziséig csökkenést mutattak, de 0,5 kg/ha-osnál nagyobb dózisok szignifikánsan ($LSD=2,97$) növelték a mért paramétert. A Zeleny-szám-függvény ($y_{23}=-2,55x_2^2+7,61x_2+31,04$) maximumát 1,49 kg/ha dózisú cink kezelés esetén érte el.

4. KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

A kísérleteink során megállapíthattuk, hogy mindhárom évben kimutatható volt a kezelések hatásossága mind a réz mind a cink esetében. A kontrol területekhez képest minden 0,5 kg/ha dózisú kezelés szignifikáns növekedést eredményezett. Megállapítottuk, hogy a hozam nagyságát a cink kezelések jelentősebben növelték, míg az egyes minőségi paraméterek a réz kezelés hatására jobban növekedtek. Megállapítható, hogy mindkét anyag hatása az 1,4-1,6 kg/ha-os szint mellett a legnagyobb, a választást a leginkább növelni kívánt eredményváltozó (pl. hozam) határozza meg. Összességben a réz és cink kezeléseknél a döntést a gyakorlatban a talajminőség ismeretén túl a pillanatnyi elérhetőség, az ár befolyásolhatja csak. Bármelyik használata feltétlenül növeli a búza mennyiségét és javítja a termés minőségét, azaz a termelési értéket.

Vizsgálataim eredményeinek elemzése során az alábbi megállapítások és javaslatok fogalmazhatók meg:

Amennyiben olyan kezelés elvégzése a cél, mellyel mennyiségi paramétert növelhetünk (hozam), abban az esetben:

- **hozam növelésére** aszályos, csapadékszegény melegebb években és csapadékos hűvösebb időjárás esetén, **cink és réz hiányt mutató területeken bázisos cink-karbonát lombtrágya** használata javasolt, két fenológiai fázisban (szárba szökkenés, virágzás). A kijuttatandó optimális mennyiség **1,5-1,6 kg/ha**.

Amennyiben olyan kezelés elvégzése a cél, mellyel minőségi paramétereket növelhetünk (nyersfehérje, sikér, Zeleny-szám), abban az esetben:

- **nyersfehérje tartalom növeléséhez**, a cink és réz hiányos területeken mind aszályos, csapadékszegény melegebb években és csapadékos hűvösebb időjárás esetén **réz-szacharóz komplex** lombtrágya kijuttatása javasolt, szárba szökkenéskor és virágzáskor. A kijuttatandó optimális mennyiség **1,5-1,6 kg/ha**,
- **sikértartalom növeléséhez**, a cink és réz hiányos területeken mind aszályos, csapadékszegény melegebb években és csapadékos hűvösebb időjárás esetén **réz-szacharóz komplex** lombtrágya kijuttatása javasolt, szárba szökkenéskor és virágzáskor. Optimálisan kijuttatandó mennyiség: **1,5 kg/ha**,
- **Zeleny-szám növeléséhez** cink és rézhiányos területeken, mind csapadékos, mind aszályos években két fenológiai fázisban (szárba szökkenés, virágzás) **réz-szacharóz komplex** kijuttatása javasolt **1,5 kg/ha** dózisban.

5. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. A jelentősebb (relatív) a rézhez (0,8-1,49 mg/kg) képest nagyobb cink (0,5-0,8 mg/kg) hiánnyal rendelkező talajokon a vegetációs időben kétszer alkalmazott (szárba szökkenéskor és virágzáskor) réz (réz-szacharóz komplex) és cink (bázisos cink-karbonát) lombtrágya kedvezően hat a búza hozamára, fehérje és siker tartalmára, már 0,5 kg/ha dózistól kezdődően.
2. 1,5 kg/ha dózisú réz-szacharóz lombtrágyázás kedvezőbben hat a nyersfehérje tartalomra, mint a 1,5 kg/ha dózisú cink-karbonát kezelés, mészlepedékes- csernozjom talajon réz és cink hiányt mutató területeknél.
3. A réz-szacharóz komplex (1,38 kg/ha) lombtrágya kedvezőbben hat a sikértartalomra, mint a cink-karbonát (1,49 kg/ha) kezelés. Mindkét kezelés 0,5 kg/ha dózistól nagymértékben javítja a sikértartalmat.
4. Cink-karbonát (1,33 kg/ha) lombtrágya utánpótlás esetében hatásosabban érhető el a hozamnövekedés, mint réz-szacharóz (1,67 kg/ha) komplex kijuttatása esetén. Így a három év eredményeit és az adott talajösszetételt figyelembe véve a kivihető optimális cink mennyiség 1,5-1,6 kg/ha dózis.

6. PUBLIKÁCIÓK JEGYZÉKE

AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBEN MEGJELENT PUBLIKÁCIÓK

Tudományos közlemény, külföldi, idegen nyelvű lektorált folyóiratban:

- **Forró-Rózsa Eszter**- Szakál Pál- Csatai Rózsa: The qualitative and quantitative impact of copper and zinc applications on winter wheat cultivation African Journal of Plant Science 2017.11.9. 351-361. Szeptember 2017.

Tudományos közlemény, magyar nyelvű, lektorált folyóiratban:

- **Forró-Rózsa Eszter**: Réz a talajban (szakirodalmi összefoglaló) Acta Agronomica Óváriensis, 2014.56.1. 97-108.

Idegen nyelvű, lektorált konferencia kiadvány:

- **Rózsa Eszter**- Pecze Zsuzsanna- Nagy Lajos- Szakál Pál: Zinc supplementation experiments in maize (*Zea mays*) with precision technology, Növénytermelés, 2013.62. 159-162. Proceedings of the 12th Alps-Adria Scientific Workshop, Opatija, Croatia

Magyar nyelvű, lektorált, konferencia kiadvány:

- **Rózsa Eszter**- Pecze Zsuzsanna- Nagy Lajos- Szakál Pál: Az esszenciális mikroelemek jelentősége, Acta Agronomica Óváriensis Különszám 2011.53.1. 125-129.

Magyar nyelvű konferencia kiadvány:

- **Rózsa Eszter**- Pecze Zsuzsanna- Nagy Lajos- Szakál Pál: Mikroelem visszapótlás hatása az őszi búza minőségére Kémia, Környezettudomány, Fenntarthatóság Kémiai Intézet Tudományos Ülése, Sopron, 2013.08.29. 105-110.

- Pecze Zsuzsanna – **Rózsa Eszter** – Lukács Rita – Mesterházi Péter Ákos: Precíziós gazdálkodás lehetőségei az IKR fejlesztések tükrében poszter, XX. Keszthelyi Növényvédelmi Fórum, 2010.01.27-01.29.

- Pecze Zsuzsanna – **Rózsa Eszter** – Lukács Rita: 10 év tapasztalattal előadás, XX. Keszthelyi Növényvédelmi Fórum, 2010.

EGYÉB, MÁΣ TÉMAKÖRBEN MEGJELENT PUBLIKÁCIÓK

- Márton Lénárd-Lehoczky Éva- **Rózsa Eszter**: A *Cirsium Arvense* (L.) Scop tömeges előfordulása és kártétele kukoricában, XXI. Keszthelyi Növényvédelmi Fórum, 2011.01. 26-01.28.

- Szódi Szilvia - Rozsnyay Zsuzsanna - **Rózsa Eszter** - Turóczy György: Susceptibility of sour cherry cultivars to isolates of *Monilia laxa*(Ehrenbergh) saccardo et Voglino. *International Journal of Horticultural Science*, 2008.14.1-2. 83-87.

- Szódi Szilvia – **Rózsa Eszter** – Rozsnyay Zsuzsanna – Turóczy György: Különbözö meggyfajták érzékenysége *Monilinia laxa* (Aderhold et Ruhland) Honey/*Monilia laxa*(Ehrenbergh) Saccardo et Voglino izolátumokkal szemben XII. Növénynevesítési Napok. 2006. 164.

- Szódi Szilvia – **Rózsa Eszter** – Rozsnyay Zsuzsanna – Turóczy György: *Monilinia laxa* (Aderhold et Ruhland) Honey/*Monilia laxa* (Ehrenbergh) Saccardo et Voglino izolátumok agresszivitásának vizsgálata meggyfajtákon 52. Növényvédelmi Tudományos Napok. 2006.45.

- Szódi Szilvia – **Rózsa Eszter** – Rozsnyay Zsuzsanna – Turóczy György: Különbözö meggyfajták érzékenysége *Monilinia laxa* (Aderhold et Ruhland) Honey/*Monilia laxa* (Ehrenbergh) Saccardo et Voglino izolátumokkal szemben XIII. Növénynevesítési Tudományos Napok. 2007. 181.