



DEBRECENI EGYETEM

KERPELY KÁLMÁN DOKTORI ISKOLA

Doktori Iskola vezető:
Prof. Dr. Nagy János
egyetemi tanár, az MTA doktora

Témavezető:
Dr. Lévai László Ph.D.
ny. egyetemi docens

**NÉHÁNY BAKTÉRIUMTRÁGYA HATÁSA A KUKORICA HIBRIDEK
NÖVEKEDÉSÉRE VÍZKULTÚRÁS KÍSÉRLETBEN**

Készítette:
Nagy László Géza
doktorjelölt

Debrecen
2016

NÉHÁNY BAKTÉRIUMTRÁGYA HATÁSA A KUKORICA HIBRIDEK NÖVEKEDÉSÉRE VÍZKULTÚRÁS KÍSÉRLETBEN

Értekezés a doktori (Ph.D.) fokozat megszerzése érdekében
növénytermesztési és kertészeti tudományágban

Írta: Nagy László Géza okleveles kertészmérnök, okleveles vadgazda szakmérnök

Készült a Debreceni Egyetem **Kerpely Kálmán Doktori Iskolája**
(Növénytermesztési és kertészeti tudományok programja) keretében

Témavezető: Dr. Lévai László

A doktori szigorlati bizottság:

	Név	Tud. fokozat
Elnök:	Dr. Rátonyi Tamás	PhD
Tagok:	Dr. Bujdosó Géza	PhD
	Dr. Széles Adrienn	PhD

A doktori szigorlat időpontja: 2015. április 7.

Az értekezés bírálói:

	Név	Tud. fokozat	Aláírás

A bírálóbizottság:

	Név	Tud. fokozat	Aláírás
Elnök			
Tagjai:			
Titkár:			

Az értekezés védésének időpontja: 2016.

Tartalomjegyzék

1. BEVEZETÉS	6
2. TÉMAFELVETÉS.....	7
2. 1. Célkitűzéseim.....	9
3. IRODALMI ÁTTEKINTÉS	11
3. 1. A baktériumok szerepe a tápanyagok felvételében, hatása a termés mennyiségére	14
3. 2. Nitrogénkötő baktériumok	16
3. 3. Foszformobilizálás.....	18
3. 4. Fitohormonok.....	19
3. 5. A talajjellemzők szerepe a talaj mikrobáira.....	20
3. 5. 1. A talaj szemcseösszetétele és a talajszerkezet	20
3. 5. 2. A talajnedvesség hatása	21
3. 5. 3. A talajlevegő összetétele.....	22
3. 5. 4. A talaj pH szerepe.....	23
3. 5. 5. A talajok sótartalma	24
3. 6. A talajok toxikus elemtartalma	26
3. 6. 1. Az alumínium	26
3. 6. 2. A vas	27
3. 6. 3. A kadmium	28
3. 6. 4. A nikkel.....	29
3. 6. 5. A króm	30
3. 7. A mikroorganizmusok szerepe a növények tápanyagellátásában.....	31
3. 7. 1. Mikroorganizmus rizoszféra kölcsönhatások	31
3. 7. 2. A mikroorganizmusok sziderofor termelése.....	32
3. 7. 3. A mikroorganizmusok antibiotikum termelése.....	32
3. 7. 4. A mikroorganizmusok szerepe a talaj eredetű betegségeknél	33
3. 7. 5. A mikroorganizmusok hormontermelése.....	34
3. 8. Magyarországon kereskedelmi forgalomban kapható baktériumtartalmú készítmények	37
3. 9. A tápanyagok hasznosítása	39
3. 9. 1. A kukorica hibridek tápanyaghasznosítása.....	39
3. 9. 2. Talajtényezők hatása a tápanyaghasznosítási képességre.....	40
3. 9. 3. A kijuttatott műtrágya hatása a tápanyaghasznosítási képességre.....	41
4. ANYAG ÉS MÓDSZER	43
4. 1. A kísérleti növények és nevelésük.....	43
4. 2. A relatív klorofill érték meghatározása (SPAD-érték)	46
4. 3. A klorofill-a, b és karotinoid meghatározása spektrofotometrián	47
4. 4. A száraz tömeg mérése	48
4. 5. Az alkalmazott baktériumtrágyák	49
4. 6. Az eredmények statisztikai kiértékelése	49
5. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELEÉSÜK	50
5. 1. A kukorica hibridek hajtásának és gyökerének száraz tömege a baktériumtrágya kezelésekre hatására.....	50
5. 1. 1. A MONSANTO nemesítőházból származó kukorica hibridek hajtásának és gyökerének száraz tömege a baktériumtrágya kezelésekre hatására	50
5. 1. 2. A KWS nemesítőházból származó kukorica hibridek hajtásának és gyökerének száraz tömege a baktériumtrágya kezelésekre hatására	51

5. 1. 3. A SYNGENTA nemesítőházból származó kukorica hibridek hajtásának és gyökerének száraz tömege a baktériumtrágya kezelések hatására	53
5. 1. 4. A MARTONVÁSÁRI nemesítőházból származó kukorica hibridek hajtásának és gyökerének száraz tömege a baktériumtrágya kezelések hatására ...	58
5. 1. 5. A SZEGEDI GABONAKUTATÓBÓL származó kukorica hibridek hajtásának és gyökerének száraz tömege a baktériumtrágya kezelések hatására ...	61
5. 1. 6. Az AGROMAG SZEGED nemesítőházból származó kukorica hibridek hajtásának és gyökerének száraz tömege a baktériumtrágya kezelések hatására ...	64
5. 1. 7. A három vizsgált baktériumtrágya hatásának összegző értékelése a kukorica hibridek hajtás- és gyökértömegére	66
5. 2. A baktériumtrágya kezelés hatása a kukorica hibridek két különböző korú levelében mért SPAD-értékére	68
5. 2. 1. A MONSANTO nemesítőház kukorica hibridjeinek levelében mért SPAD-érték alakulása a baktériumtrágya kezelés hatására.....	68
5. 2. 2. A KWS nemesítőház kukorica hibridjeinek levelében mért SPAD-érték alakulása a baktériumtrágya kezelés hatására.....	69
5. 2. 3. A SYNGENTA nemesítőház kukorica hibridjeinek levelében mért SPAD-érték alakulása a baktériumtrágya kezelés hatására.....	70
5. 2. 4. A MARTONVÁSÁRI nemesítőház kukorica hibridjeinek levelében mért SPAD-érték alakulása a baktériumtrágya kezelés hatására	72
5. 2. 5. A SZEGEDI GABONAKUTATÓBÓL származó kukorica hibridek levelében mért SPAD-érték alakulása a baktériumtrágya kezelés hatására	74
5. 2. 6. Az AGROMAG SZEGED nemesítőház kukorica hibridjeinek levelében mért SPAD-érték alakulása a baktériumtrágya kezelés hatására.....	75
5. 2. 7. A három baktériumtrágya hatásának összegző értékelése a második és a harmadik levélben mért SPAD-értékre.....	76
5. 3. Klorofill tartalom és karotinoidok mennyisége kukorica hibridek második és harmadik levelében	78
5. 3. 1. A MONSANTO nemesítőházból származó kukorica hibridek klorofill- <i>a</i> , <i>b</i> és karotinoid tartalmának alakulása a baktériumtrágya kezelések hatására	78
5. 3. 2. A KWS nemesítőházból származó kukorica hibridek klorofill- <i>a</i> , <i>b</i> és karotinoid tartalmának alakulása a baktériumtrágya kezelések hatására.....	81
5. 3. 3. A SYNGENTA nemesítőházból származó kukorica hibridek klorofill- <i>a</i> , <i>b</i> és karotinoid tartalmának alakulása a baktériumtrágya kezelések hatására	82
5. 3. 4. A MARTONVÁSÁRI nemesítőházból származó kukorica hibridek klorofill- <i>a</i> , <i>b</i> és karotinoid tartalmának alakulása a baktériumtrágya kezelések hatására	89
5. 3. 5. A SZEGEDI GABONAKUTATÓBÓL származó kukorica hibridek klorofill- <i>a</i> , <i>b</i> és karotinoid tartalmának alakulása a baktériumtrágya kezelések hatására	92
5. 3. 6. Az AGROMAG SZEGED nemesítőházból származó kukorica hibridek klorofill- <i>a</i> , <i>b</i> és karotinoid tartalmának alakulása a baktériumtrágya kezelések hatására	95
5. 3. 7. A három vizsgált baktériumtrágya hatásának összegző értékelése a kukorica hibridek levelének klorofill- <i>a</i> , <i>b</i> és karotinoid tartalmára	97
6. KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK.....	100
7. ÚJ ÉS ÚJSZERŰ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK	103
8. A GYAKORLATBAN HASZNOSÍTHATÓ EREDMÉNYEK	104
9. ÖSSZEFOGALÁS.....	106
10. SUMMARY.....	108

PUBLIKÁCIÓS JEGYZÉK	110
ÁBRÁK JEGYZÉKE	130
TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE.....	131
PUBLIKÁCIÓK AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBEN	134
KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	139
NYILATKOZAT	140

1. BEVEZETÉS

Az általános környezetvédelmi elvárások egyik alapvető eleme a mezőgazdasági termeléshez felhasznált kémiai anyagok mennyiségének csökkentése. A műtrágyák alkalmazásának visszaszorulása kettős hatású: egyrészt csökken a várható termés mennyisége, másrészt javul a minőség, amivel mérséklődik a környezet, a felszíni vizek szennyezettsége.

A talajélet meghatározó szerepet tölt be a tápanyagok mobilizálásában és felvehetőségében. A szabadon élő N_2 -fixáló szervezetek, egyéb kedvező hatásuk mellett a talaj N-készletét gyarapítják. A mikroorganizmusok a szerves maradványok bontását gyorsítják, ezáltal nő a növények számára hozzáférhető tápanyagok mennyisége. A talaj mikroorganizmusainak légzése miatt emelkedik a növényállományban a CO_2 koncentrációja, ami a hatékonyabb fotoszintézis miatt termésnövelő hatású. A biológiai növénytermesztés egyik módja az alkalmazott művelési és növénytermesztési eljárások mellett a talaj termőképességének minél teljesebb feltárása, ezáltal kedvezőbb terméseredmények elérése.

A rizoszféra tulajdonságai jelentősen eltérnek a gyökértől távolabb lévő talajrészek tulajdonságaitól. A kedvező hatású, a növények növekedését kedvezően befolyásoló rizoszféra mikroorganizmusok kutatása intenzív. Ezekhez a mikroorganizmusokhoz sorolhatjuk azokat a szimbióta és a szabadon élő mikroorganizmusokat, amelyek kedvező hatást fejtenek ki a növények növekedésére. A rizoszféra baktériumok közül néhány közvetlen úton serkenti a növények növekedését és hatásukra nő a termés mennyisége is. Ismertek azonban olyan rizoszféra baktériumok is, amelyek közvetett módon befolyásolják a növények életfolyamatait. Vannak olyan baktériumtörzsek, amelyeket a mezőgazdasági gyakorlat már ma is talajinokulumként használ. A talaj fizikai és kémiai tulajdonságai meghatározzák a mikroorganizmusok szaporodását és általános életfeltételeit. A talajtani tényezők rendszerezése Rovira és Bowen (1976) nevéhez fűződik. Ahhoz, hogy egy mikroorganizmus a növényi növekedést elősegítő rizobaktérium (Plant Growth Promoting Bacterium: PGPB) minősítést kaphasson, a legfontosabb követelmény, hogy tartósan életképes legyen a talajban. A másik igen lényeges elvárás a PGPB-ok esetében, hogy kolonizációra képesek legyenek a gyökér felszínén, hogy hatásukat közvetlenül is kifejthessék. Ugyanakkor a PGPB-ok jelentős része kolonizációra képtelen, ezek a kedvező hatásukat közvetetten fejtik ki (Suslow, 1982).

2. TÉMAFELVETÉS

A fenntartható mezőgazdaság egyik kulcskérdése jelenleg és várhatóan a jövőben is: rendelkezünk-e olyan technológiákkal, amelyek alkalmazásával csökkenteni tudjuk a kémiai anyagok felhasználását? Az élelmiszerminőséggel szembeni követelmények felvetik a növénytáplálás kérdéseit, amely a végtermék minőségét is meghatározzák. Talajainkat a növénytermesztés szempontjából akkor tudjuk a legoptimálisabban felhasználni, illetve helyesen művelni, ha nem tisztán fizikai és kémiai sajátosságokkal rendelkező élettelen tömegnek tekintjük, hanem olyan élő anyagnak, amely az anyagcsere körfolyamatok következtében állandóan változtatják összetételüket.

A savanyú talajokon folytatott növénytermesztés és erdőgazdálkodás egyik fő kérdése, hogy tudnak-e a növények alkalmazkodni a talaj alacsony pH-jához, képesek-e tolerálni a mérgező fémeket, amelyeknek felvétele potenciális veszélyforrás?

A talajok elsavasodásáért az alkalmazott mezőgazdasági technológiák is felelősek. Bizonyos műtrágyák savasító, és a talajlakó mikroorganizmusok aktivitását fékező hatása közismert. Magasabb rendű, melegvérű gerincesek immunológiájában meghatározó mikro- és nyomelem víz oldhatóvá, ezáltal a növények számára felvehetővé tételében, - mind az aerob - mind az anaerob talajrétegekben, - kulcsszerepet játszanak az arra specifikus mikroorganizmusok. Ezek közül kiemelem a szelént (Se), mint a rákbetegségek 18 típusának őseredetű természetes gátló elemét, valamint a krómot (Cr), mint szervezetünk cukor (glükóz) háztartásának ősidők óta prediszponált regulátorát. A mezőgazdaság kemizálása következtében csökkent a talaj mikroflóra- és mikroflóra Se és Cr mobilizáló aktivitása. Ettől eredeztethető a példaként említett elemek kvantitatív csökkenése a táplálékláncban.

A műtrágya felhasználás csökkent az elmúlt időszakban, aminek elsősorban gazdasági okai voltak. Savanyú talajokon számos, toxikus fém felvétele fokozódik. A növénytermesztés végtermékének minősége és mennyisége között antagonisztikusnak tűnő ellentmondás feszül. Azok az eljárások, amelyek a természetes adottságok kihasználásával biztosítják egy területen a fenntartható növénytermesztést, megkülönböztetett jelentőséggel bírnak. Ezek közé tartoznak a baktérium alapú biotrágyák. A talajok nehézfém tartalma azonban nem csak a növénytermesztés eredményességét határozza meg. A humán-egészségügyi szempontok egyre fontosabbak. A minőségbiztosító rendszerek által támasztott szigorú követelmények az élelmiszervertikum egészét átfogják, a termeléstől a feldolgozáson keresztül az

áruházak polcáig. Ezért fontosnak ítélem a kémiai anyagok és műtrágyák használatával párhuzamosan, bio-, vagy organikus alapanyagot tartalmazó készítmények használatát.

2. 1. Célkitűzéseim

Magyarországon sajátos kínálati piac alakult ki a baktériumtrágyák területén. Vannak olyan készítmények, melyek csak 1-2, de olyan baktériumtrágya is van, amelyik hét különböző fajt tartalmaz. A különböző fajokat úgy válogatják össze, hogy a törzsek egymással optimálisan együttműködjenek, ne legyenek egymás antagonistái. A forgalomban lévő baktériumtrágyáknál eltérő a bennük lévő törzsek száma, egymáshoz viszonyított aránya, vitalitása, a baktériumok csíraszama, vagy a készítmény eltarthatósága. Egyes forgalmazók pozitívként tüntetik fel a terméken, hogy kevés törzset tartalmaz a készítmény, mások pedig éppen ennek az ellenkezőjét hangoztatják. A vizsgálataim során három, kereskedelmi forgalomban kapható baktériumtrágyát használtam, a baktériumtrágyák jelölésére A, B és C jelölést alkalmaztam, mivel nem szerettem volna az éppen napjainkban is folyó jelentős kereskedelmi, értékesítési versenybe a munkámmal beavatkozni.

Bőség van a termesztendő kukorica hibridekből is. Nem ismert ugyanakkor, hogy a termesztett hibridjeink miképpen viselkednek a különböző összetételű baktériumtrágya hatására. Felvetődik a kérdés, hogy hasonló eredményességgel alkalmazható-e bármely baktériumtrágya bármely kukorica hibridnél?

Célul tűztem ki, hogy bizonyítsam a baktériumtrágyák eltérő hatását a kísérletbe vont kukorica hibrideknél. Célfeladatomban komparatív vizsgálatok végzése:

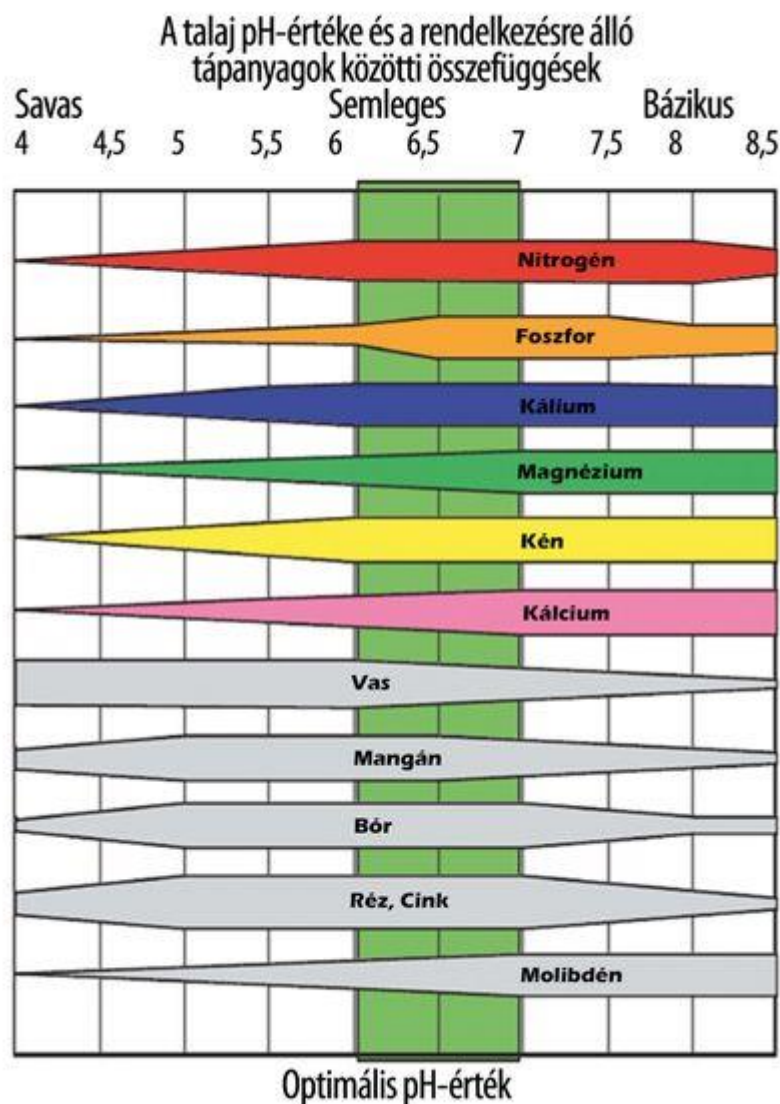
- annak tisztázása, hogy az egyes baktériumtrágya termékek hatása azonos-e, ezért 3 különböző piaci terméket vontam be az összehasonlító vizsgálatokba.
- annak tisztázása, hogy a fajgazdagabb baktériumtrágya hatása szignifikánsan jobb-e a fajszegényeknél, ezért 2-4-6 mikrobafajt tartalmazó terméket használtam.
- annak tisztázására, hogy a különféle hibridek eltérően reagálnak-e a baktériumtrágyákra, ezért 31 hibridet vontam vizsgálatba, melyek különböző kereskedőházakból származnak és a FAO számuk is eltérő.

A hatások eltérőségét vagy egyezőségét tisztázandó, 2 különböző korú kukoricalevélen is méréseket végeztem. Az élettani folyamatok eltérésének, vagy szokványosságának meglétét beltartalmi (klorofill, karotin) vizsgálatok alapján konstátálom. Vizsgálataimmal képet alkotok a baktériumtrágyák termesztett növényeinkre gyakorolt hatásairól a növénytermesztési döntések meghozatalának segítése céljából.

3. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A növénytermesztés eredményessége számos tényezőtől függ. A levegő szén-dioxid tartalma, hőmérséklete, a fény- és a csapadékviszonyok éppúgy fontos környezeti feltételek, mint a talaj tápanyagtartalma, a tápanyagok felvehetősége, a talaj levegőzöttsége és a rendelkezésre álló vízkészlet (Nagy, 2005).

Gyakori, hogy a talajok rendelkeznek ugyan kellő mennyiségű tápanyagokkal, de ezek felvehetősége, a rossz oldékonyságuk miatt akadályozott, a növény az éppen hiányzó tápelemre jellemző hiánytünetet mutatja. Mitől függhet a tápanyagok oldékonysága a talajban? Az egyik legfontosabb befolyásoló tényező a pH (White és Broadley, 2009). Általános, hogy a legtöbb tápanyag felvételéhez az enyhén savas pH a kedvező (1. ábra).



1. ábra: A tápanyagok felvehetősége a pH függvényében (II)

A talaj pH-ját a növények képesek módosítani azáltal, hogy a gyökereiken keresztül szerves anyagokat választanak ki a környezetbe. Ezek többsége szerves sav, főként almasav és citromsav. Ezek a szerves savak csökkentik a talaj pH-ját, ezzel növelik a nehezen oldódó tápelemek oldékonyságát, felvehetőségét (Hajiboland et al., 2005). A kiválasztott savak ugyanakkor mérséklék a növények szerves anyag felhalmozását, ugyanis a kiválasztásuk a már felhalmozódott szerves anyag rovására történik. Egyes mérések szerint a gyökerek szerves anyag kiválasztása a rizoszférába elérheti a nettó fotoszintézis 25-40 %-át is, ami azt jelenti, hogy a fotoszintézisben megtermelt 100 g szerves anyagból 25-40 g visszajut a környezetbe (Darrah, 1993). A kérdés, hogy rendelkezünk-e olyan módszerrel, amellyel megakadályozható, vagy mérsékelhető ez a rendkívül magas szerves anyag veszteség? A kérdésre a válasz a biotrágya, illetve a talajélet fokozása lehet. A baktériumok is igényelnek szerves anyagokat (exudátumokat) a növénytől, de a rizoszférában saját élettevékenységük révén is javítják a növények tápanyaghoz (szervetlen tápelemekhez) jutását. A közvetett és közvetlen hatások így pozitívan járulnak hozzá a növény növekedéséhez.

A biotrágya elnevezés alatt ma olyan készítményeket értünk, amelyek a talajéletben és a növények tápanyagellátásában fontos szerepet betöltő élő mikroorganizmusokat tartalmaznak. A biotrágyák felértékelődésének több oka van. A leglényegesebb az, hogy a hagyományos műtrágyák jelentősen megdrágultak, másrészt az állatállomány drasztikus csökkenése miatt kevesebb a szerves trágya, miközben megnőtt az igény az egészségesebb táplálkozás iránt. Alkalmazásukkal olyan mikroorganizmusokat juttatunk a talajba, amelyek egyébként is részesei a talajéletnek, csak a mezőgazdaságban bekövetkezett kedvezőtlen változások miatt a számuk jelentősen lecsökkent. Használatuk átfogóbb szakmai ismereteket igényel, ennek hiányában megfelelő szaktanácsadást.

Mi is a biotrágyák hatásának lényege? A talaj komplex, élő rendszer. A gazdasági növények gyökereinek ebben a közegben kell a megfelelő mennyiségű tápanyagot felvenniük, miközben a talajélet valamennyi résztvevője is a talajban található tápanyagokra utalt. A talajban élő élőlények között verseny alakul ki a talaj tápanyagkészletéért és ennek a versengésnek részesei a talajlakó baktériumok, így a biotrágyával talajba juttatott baktériumok is. A kérdés tehát az, hogy miért hasznos és miért jelent előnyt a biotrágyák, azaz egy újabb kompetitív faktor alkalmazása? A talaj tápanyagkészlete durván két csoportba osztható. Vannak a felvehető tápanyagok és vannak az oldhatatlan, a növények számára csak nehezen, vagy egyáltalán nem

felvehető tápanyagok. Ez utóbbiakat oldhatóvá kell tenni ahhoz, hogy a talajoldatba kerülhessenek, majd a gyökérszőrök közelébe jutva a növény által felvehető legyenek. A baktériumoknak is szükségük van a talaj tápanyagaira. Aktív talajéletnél a baktériumok által kiválasztott szerves savak oldhatóvá teszik a nehezen oldható tápanyagokat (pl. foszfor, vas), amit már a növények is képesek felvenni. Nem történik más, mint az, hogy a baktériumok tehermentesítik a növényeket, azoknak kevesebb szerves anyagot kell kiválasztani, több marad a növényben, nő a gazdasági termés (Marschner, 2012).

A biotrágyák egy kis csoportja speciális tulajdonsággal is bír, hatékonyan bontják a tarlómaradványokat, amivel rövid időn belül a növények számára is felvehetővé alakítják az elhalt növényi részekben felhalmozódott tápanyagokat (Lévai, 2009).

3. 1. A baktériumok szerepe a tápanyagok felvételében, hatása a termés mennyiségére

A növényi növekedést elősegítő baktériumokat (Plant Growth Promoting Rhizobacteria = PGPR) már hosszú ideje vizsgálják (Kloepper et al., 1989; Compant et al., 2010). Az elmúlt néhány évben az endofita N₂-kötő baktériumok az egyik legfontosabb rizoszféra baktériumokká váltak, mivel nem versengenek a talajban lévő mikroorganizmusokkal, nem alakul ki kompetíció a talaj N-készletével (Assmus et al., 1995). A leginkább tanulmányozott PGPR fajok a következők: *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Bacillus*, *Burkholderia*, *Enterobacter*, *Klebsiella* and *Pseudomonas* (Probanza et al., 1996; Compant et al., 2010). A talajban található baktériumok, azok típusától függően több módon is „segíthetik” a növények fejlődését, növekedését, védelmét:

- nitrogént kötnek meg,
- hormonokat választanak ki,
- szinergizmust alakítanak ki más baktérium-növény kapcsolatban,
- gátolják a növények etilén szintézisét,
- mobilizálják a tápanyagokat (Fe, P),
- növelik a termés mennyiségét a táplálkozásuk javításával,
- csökkentik a patogén kórokozók hatását, valamint
- növelik a növények stressz-toleranciáját

(Bashan és de-Bashan, 2005; Lugtenberg és Kamilova, 2009; Compant et al., 2010; Hungria et al., 2010; Moutia et al., 2010; Tiwari et al., 2011).

Laboratóriumi körülmények között nem minden esetben lehet garantálni a gazdanövény-baktérium kapcsolat pozitív létrejöttét. Ez különösképpen igaz a nitrogénkötő baktériumokra, amelyek erősen gazdaspecifikusak (Lucy et al., 2004).

Sokféle definíciója és értelmezése létezik a biotrágyáknak. Vessey (2003) szerint **a biotrágyák olyan termékek, melyek élő mikroorganizmusokat tartalmaznak, melyek direkt, vagy indirekt módon kedvező hatásokat fejtenek ki a növények növekedésére és a termés mennyiségére.**

A rizoszférában jelenlévő mikroorganizmusok hatással vannak a talajban lévő tápanyagokra, ezáltal befolyásolják a növények növekedését, a gyökér morfológiai és fiziológiai tulajdonságait és a felvett tápanyagok mennyiségét.

A talajban megtalálható mikroorganizmusok szerepet játszanak a szén, a nitrogén és a foszfor körforgásában, ilyen folyamat például az ammonifikáció, nitrifikáció és a denitrifikáció.

A szerves nitrogén mikroorganizmusok által végzett mineralizációja - ammóniává és nitráttá – kritikus pont a növénynél, mivel a növények nitrogén felvétele korlátozott (Xu et al., 2008).

3. 2. Nitrogénkötő baktériumok

Legfontosabb nitrogénkötő baktériumok a pillangósok gyökerén található gümőkben élő rizobium baktériumok. A gazdanövény és a baktériumok között mindkét fél számára hasznos együttélés, szimbiózis alakul ki. Ennek során a baktérium képes a levegő szabad nitrogénjét megkötni és azt a növény által felvehetővé tenni. Ez a nitrogénkötő forma a leginkább hatékony, egyes esetekben a lucernával kialakított szimbiózis eredményeképpen a talaj-növény rendszer akár 200-250 kg nitrogénnel is gyarapodhat.

Az *Azospirillum* szabadon élő, Gram-negatív baktérium, ami a növények (kukorica, búza) gyökereivel kolóniát tud létrehozni (Biró et al., 1993; Hungria et al., 2010). Doornbos et al. (2012) kimutatták, hogy az *Azospirillum* fitohormonokat (pl. auxin, gibberellin) termel, amik hatására nagyobb a gyökérnövekedés és fokozódik a növények tápanyag- és vízfelvétele. Ezen pozitív hatás miatt a baktériumtrágyák többsége rendszerint *Azospirillum* törzseket is tartalmaz.

Young (1992) a nitrogénkötő mikroorganizmusok filogenetikai fejlődését tanulmányozta. Az elmúlt pár évben sok új N₂-kötő fajt fedeztek fel, amelyek filogenetikai besorolása is különböző. Példa erre a *Burkholderia* fajok sokfélesége, úgy, mint a *B. vietnamiensis* (Gillis et al., 1995), *B. kukuriensis* (Estradea-de los Santos et al., 2001), *B. unamae*, *B. xenovorans* és *B. tropica* (Caballero-Mellado et al., 2004; Goris et al., 2004; Reis et al., 2004), vagy a hüvelyesek gyökérgümőben található *B. phymatum*, *B. tuberum* (Vandamme et al., 2002) és az egészen más genuszhoz tartozó *Ralstonia taiwanensis* (Chen et al., 2001). Ismert nitrogénkötők továbbá az *Azoarcus* fajok az *A. communis*, *A. indigenus* (Reinhold-Hurek et al., 1993) és *A. tolulyticus* (Zhou et al., 1995). Ezek mellett az *Acetobacteraceae* családhhoz sorolták a *Gluconacetobacter johannae*-t és *G. azotocaptans*-t (Fuentes-Ramírez et al., 2001). A prokarióták megközelítőleg 5 %-a rendelkezik nitrogénkötést kódoló génnel (Raymond et al., 2004). A nitrogénkötő gén néhány fajban plazmid eredetű, de a legtöbb prokariótában kromoszómális a *nif* (=nitrogén fixation) gén. A szuperoxid-függő nitrogénfixáló rendszer jelenlétét eddig csak a *Streptomyces thermoautotrophicus*-ban mutatták ki (Gadkari et al., 1992).

A sikeres növény-baktérium kapcsolat kialakításában nagy jelentősége van a genotípusnak és a környezeti tényezőknek. A genotípus hatását Engelhard (2000)

tanulmányozta. Arra a megállapításra jutott, hogy a vad- illetve a hagyományos rizsfajták több *Azoarcus* sp. populációt képesek „eltartani”, mint a modern fajták.

Az *Asaia bogorensis* (Yamada et al., 2000) fokozza az ananász növekedését (Weber et al., 2003a, 2003b), valószínűleg a N₂-kötő aktivitáson keresztül (Weber et al., 2003a). A növény-baktérium kapcsolatban nagy jelentősége van a gyökér által felvehető N mennyiségének. Ugyanis azt tapasztalták, hogy a hozzáférhető nitrogén negatív korrelációban van a *G. diazotrophicus* populációval, mely kolóniát alkot a cukornáddal (Muñoz-Rojas and Caballero-Mellado, 2003).

3. 3. Foszfórmobilizálás

A talajok átlagos foszfortartalma 0,05 % (w*w⁻¹), de ennek csak kis része hozzáférhető a növények számára. A foszfor műtrágyák feltáródása nagyon alacsony, főleg a meszes (Khalaffallah et al., 1982) és a savanyú talajokon (Premono, 1996).

A talajlakó mikroorganizmusok mobilizálni tudják a nehezen oldódó szerves foszfort (Jorquere et al., 2008) és mineralizálják a szerves foszfort (George et al., 2007), azáltal, hogy csökkentik a lúgos talajok pH-ját a kiválasztott szerves savakkal (Gyaneshwar et al., 2002). Az alábbi növény-baktérium kapcsolatoknál (a teljesség igénye nélkül) tudták kimutatni a foszfórmobilizálást: *Rhizobium* fajok és *Bradyrhizobium japonicum* mobilizálni tudják a nehezen felvehető foszfort a retek számára (Antoun et al., 1998), az *Enterobacter agglomerans* a paradicsomnál (Kim et al., 1998), *R. leguminosarum* bv. *phaseoli* a kukoricánál (Chabot et al., 1998), *Azotobacter chroococcum* a búzánál (Kumar és Narula, 1999), a *Pseudomonas chlororaphis* és a *P. putida* a szójababnál (Cattelan et al., 1999) mutatott hasonló hatást (1. kép) Azonban nem minden foszfórmobilizálásra képes baktérium tartozik a PGPR csoportba. A szója rizoszférájából izolált foszfórmobilizáló baktériumok közül ötből mindössze kettő fokozza a szója növekedését (Cattelan et al., 1999). A repce rizoszférájából izolált *Bacillus* és *Xanthomonas* stimulálta a növények növekedését, de nem növelte a növények foszfortartalmát (de Freitas et al., 1997).



1. kép: Foszfórral jól ellátott (bal oldal) és foszforhiányos (jobb oldal) papaya gyökere (I2)

3. 4. Fitohormonok

A növényi növekedésszabályzók jelentős szerepet játszanak a sejtek, szövetek, szervek összehangolt növekedésében és fejlődésében. Azonban nem csak a növények választanak ki hormonokat, hanem nagyszámú baktérium is képes egy-, vagy többféle növekedésszabályozó kiválasztására (Dobbelaere et al., 2003). Az *Azospirillum* képes gibberellint (Bottili et al., 1989), citokinint (Tien et al., 1979) és auxinokat (Mascarua-Ezparza et al., 1988) is kiválasztani. Több tanulmány (Harari et al., 1988; Tien et al., 1979; Kapulnik et al., 1985) azt támasztja alá, hogy az *Azospirillum* által kiválasztott indol-3-esetsav (IES) morfológiai változásokat okoz az inokulált növény gyökerén. A hormonok által megnövelt gyökérfelülettel így a növény közvetve is több vízhez és tápanyagokhoz jut.

3. 5. A talajjellemzők szerepe a talaj mikrobáira

A növények élőhelyi környezeti feltételei közül a talaj meghatározó szerepet tölt be, így a növénytermesztő munkája során meghatározó a rendelkezésre álló talaj tulajdonságainak pontos ismerete az eredményesen termesztendő növények kiválasztásában éppúgy, mint például az alkalmazható talajművelési eljárás megválasztásában vagy a tápanyagok utánpótlásában.

3. 5. 1. A talaj szemcseösszetétele és a talajszerkezet

Több kutató is arra a megállapításra jutott, hogy a talajtípus hatással van a mikroorganizmusok előfordulására. Sinclair és Ghiorse (1989) vizsgálataik során homoktalajban több, míg az agyagos talajban kevesebb mikroorganizmust mutattak ki. A talajszerkezet is hatással van a mikroorganizmusok számára, morzsalékos talajban nagyobb populáció figyelhető meg (Andrade et al., 1998).

A talajélet és a talaj termékenység szempontjából a morzsás talajszerkezet a legkedvezőbb. Talajmorzsákon néhány mm-es rögöcskéket értünk, amelyek között sok szabad tér van, azaz öszpórusterfogatok nagy. Ennek egy részét víz (elsősorban kapillárisvíz), másik részét levegő tölti ki. A megfelelő talajélethez mindkettőre szükség van, a jó talajban egyik sem foglal el túl sok helyet a másik rovására. A pórustérfogat szerkezeti jellemző, azt fejezi ki, hogy a szilárd részek által be nem töltött tér hány százaléka a talaj térfogatának.

A talajlevegő a légköri levegőtől eltérő arányban tartalmazza az egyes komponenseket: oxigénből kevesebbet, szén-dioxidból és vízgőzből jóval többet tartalmaz annál (a CO₂-tartalom akár százszoros is lehet, míg az O₂-tartalom általában fele a légkörinek).

A pórustér vízzel való telítettsége (feltöltöttsége) alapvető jelentőségű a biológiai aktivitás szempontjából.

A talajbaktériumok és a protozoák mindenkor a talajban lévő víz irányába haladnak. Amikor kiszárad a talaj, egy vékony filmréteg képződik a talajszemcsék körül, és ide vándorolnak. A gombák keresztülnövik a levegővel telt pórusokat.

A talajok nedvességtartalma biztosítja a talajbioták különböző komponenseinek térbeli elhelyezkedését. A talajpórusok térfogata meghatározza a talaj víztartó képességét,

nedvességtartalmának a felvehetőségét, a levegőzöttséget, valamint az oldott tápanyag ellátottságot is szabályozza.

3. 5. 2. A talajnedvesség hatása

A talaj felvehető nedvességtartalma az egyik legfontosabb tényező a talaj biológiai aktivitása szempontjából. A felvehető víz közvetlen hatással van a talaj mikroorganizmusaira, valamint közvetve hat a talaj felvehető tápanyagaira és a talajhőmérsékletre (Schnürer et al., 1986).

Seifert (1961) megállapította, hogy összefüggés van a talaj nedvességtartalma, hőmérséklete és a baktérium populáció között. 60-65 %-os szántóföldi vízkapacitásig a baktérium száma lineárisan nő a víztartalom növekedésével, 70 % fölött pedig csökkenés tapasztalható a baktériumszámban. Azonban nemcsak a nagy víztartalom, hanem a szárazság, az aszályos körülmények is negatívan hatnak a talaj mikroorganizmusaira. Griffiths et al. (2005) szerint száraz talajkörülmények között a baktériumszám elsősorban a baktériumok szárazságtűrésétől függ, de általánosságban elmondható, hogy száraz talajban kevesebb baktérium található.

A talaj összetétele a talaj hőmérsékletére is hatással van. A nagyobb víztartalmú talajok fajhője nagyobb, ezért ugyanolyan nappali besugárzás és éjjeli kisugárzás mellett kisebb hőingást szenvednek el. A kevés kolloidot tartalmazó, ezért kis vízmegkötő képességű homoktalajok ezzel szemben gyorsan felmelegszenek, de hamar le is hűlnek. A kolloidokban gazdag, nagy víztartalmú agyagtalajok a légkör nagy hőingása mellett is nagy hőállandóságot mutatnak.

A mikroorganizmusok esetében is meg kell különböztetnünk a hőmérsékleti igényt és a hőtűrő-képességet. Hőmérsékleti igényüket három értékkel (minimum, optimum, maximum) jellemezhetjük. A kriobionta (hó- és jéglakó) szervezeteken kívül a mikroorganizmusok pszichrofil (optimális hőmérséklet: 6-15 °C), mezofil (25-37 °C), termofil (45-55 °C) csoportba sorolhatók.

Éghajlati viszonyaink mellett elsősorban a mezofil fajok terjedtek el. Bizonyos körülmények között egyes csoportok (trágyaerjesztésnél, mezofil-termofil) váltják egymást.

3. 5. 3. A talajlevegő összetétele

A talajpórusok víztelítettsége meghatározza a talaj levegő, valamint a talajoldat gázhalmazállapotú komponenseit.

Egy levegőzött talajban 20% alá esik a talajlevegő O_2 tartalma, ugyanakkor a CO_2 1% fölé emelkedik. Ha a talaj agyag textúrájú és/vagy réti jellegű a biológiai aktivitásnak köszönhetően akár 10% közeli is lehet a szén-dioxid tartalom. A legtöbb növény a levegő szabad oxigénjét vagy a vízben oldott oxigént igényli. Az algák világosban nem igényelnek külső oxigénforrást, sötétben azonban, a többi élőlényhez hasonlóan különösen szerves anyag jelenlétében igen oxigénigényesek (I3).

Vannak olyan szervezetek különféle baktériumok, gombák, szabadon élő fonalférgek és más rothadó iszapban élő állatok, amelyek átmenetileg vagy állandóan oxigén jelenléte nélkül képesek élni (fakultatív, vagy obligát anaerobikus élőlények) (Felföldy, 1981).

3. 5. 4. A talaj pH szerepe

A talaj pH meghatározza a növény növekedését a tápanyagok hozzáférhetőségén és a mikroorganizmusok aktivitására gyakorolt hatásán keresztül. A karbonátok, foszfátok és szulfátok oldékonysága a pH csökkenésével nő. Az alacsony pH kedvezően hat a K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Al^{3+} , Cu^{2+} , és Mn^{2+} és más fémionok felvételére. A foszfor és szulfát, valamint az alapvető kationok hozzáférhetősége pozitívan hat a termés mennyiségére is. Ugyanakkor a fokozott oldékonyság a talaj tápanyagban való elszegényedéséhez vezet csapadékos időjárás, vagy humid klímánál. Ekkor ugyanis a könnyen oldódó tápanyagokat a csapadék kimossa a termőrétegből. Az alacsony pH mellett nő a nehézfémek oldékonysága is, ami toxikus koncentrációt is elérhet. Azt tapasztalták, hogy az Al^{3+} és a Mn^{2+} fokozottan hozzáférhető a savas talajokon, ami humán- és növény-egészségügyi szempontból is káros (Wolf, 1999).

A gyökerek által indukált talaj pH változásában a leglényegesebb tényező az anion/kation felvétel aránya és ennek megfelelően a H^+ , HCO_3^- , vagy OH^- és a szerves savak kiválasztása. A szerves savakat a talaj mikroorganizmusai is termelik. A jól szellőzött talajokon, a talaj eredetű CO_2 -nek a talaj pH-jára gyakorolt szerepe elhanyagolható, ugyanis a CO_2 gyorsan diffundál a talajból (Nye, 1986).

A talaj pH-ját befolyásolja az emberi tevékenység is. Az alkalmazott műtrágyák a kation/anion felvételi arány módosításán keresztül hatnak a talaj pH-jára. Az egyik legjelentősebb hatást a rizoszféra pH-jára nitrogén műtrágyák fejtik ki, az éves (Marschner és Römheld, 1983a) és az évelő fajoknál is. A nitrát nitrogén alkalmazása magasabb nettó HCO_3^- kiválasztással, illetve kisebb H^+ felhasználással jár, mint amilyen a H^+ kiválasztás mértéke, ezért a talaj lúgosodik. Ammónium nitrogén alkalmazásakor a helyzet fordított, a talaj savasodik. Az NH_4NO_3 alkalmazásakor a talaj pH-jára gyakorolt hatás függ attól, hogy melyik nitrogénformát részesíti a növény előnyben. Semleges, vagy bázikus talajokon a rizoszféra savasodása az ammónium nitrogén alkalmazásakor növeli a gyengén oldható kalcium-foszfátok mobilitását és ezért kedvez a növények foszfát (Gahoonia et al., 1992) és számos mikroelem, így a bór, a vas, a mangán és cink felvételének (Reinhold et al., 1987). Savanyú talajokon a nitrát növeli a pH-t. Ez ugyancsak kedvez a foszfát felvételének, ugyanis a kiválasztott HCO_3^- lecseréli a vashoz és az alumínium-oxidokhoz kötött foszfátot (Gahoonia et al., 1992). Feltűnő különbségek mérhetők az eltérő növényfajok rizoszféra pH-jában nitrát

nitrogén adagolásakor. A hajdinát (Raij és van Diest, 1979) és a borsót (Marschner és Römheld, 1983b) vizsgálva nagyon alacsony rizoszféra pH-t találtak a búzához és a kukoricához viszonyítva.

Az optimálistól eltérő talaj pH sajátos stresszorként hathat. Ez a hatás lehet direkt, amikor az alacsony, vagy magas pH közvetlenül hat a gyökerekre, illetve lehet indirekt, amikor meghatározza a talajból felvehető tápanyagok mennyiségét. Közvetlen hatás a magas H^+ koncentráció, míg közvetett hatás az alacsony pH által indukált Mn és Al toxicitás, illetve számos tápelem (pl. Ca, Mg, P, Mo) hozzáférhetetlensége (Adams, 1981). A talajban lévő mikroelemek oldékonysága és felvehetősége általában csökken a pH emelkedésével.

A pH, mint természetes stressz - hatása vitathatatlan a növények növekedésére és a tápanyagok felvételére. Nehéz ugyanakkor mérsékelni a pH kedvezőtlen hatásait, annak ellenére, hogy számos termesztési körzetben komoly erőfeszítéseket tesznek a növények normális növekedésének érdekében (Alam et al., 1999).

3. 5. 5. A talajok sótartalma

A talajok nagyobb nátriumsó-tartalma meghatározó tényező szántóföldi növényeink termesztésénél (Shrivastava és Kumar, 2015).

Jól ismert tény, hogy a sóstressz gátolja a nem sótűrő növények növekedését (Paul, 2012). A rizoszféra mikroorganizmusok, elsősorban a hasznos baktériumok és gombák mérséklük a sóstressz kifejtett hatásait, ezáltal növelik a termés mennyiségét is (Dimkpa et al., 2009).

A magas sótartalom kedvezőtlen ozmotikus viszonyokat eredményez, a nagy ionkoncentráció toxikus lehet a mikorrhiza gombára (Rao, 1966).

Batra és Manna (1997) közönséges sós, alkalikus és sós–alkalikus talajban fehér lóherével *in vitro* vizsgálta a sótartalomnak a rizoszférában élő fluoreszkáló *Pseudomonas* populáció sűrűségére és az enzimaktivitásokra kifejtett hatását. Mások kimutatták, hogy növekvő sókoncentráció hatására a Gram-pozitív baktériumokban a prolin (Brown, 1978), a Gram-negatív baktériumokban pedig a glutamát (Hua et al., 1982) halmozódik fel, és a rizoszféra mikrobiális összetétele a talajállapottal összefüggésbe hozható (Bíró et al., 2002). Sakai és munkatársai (1995) szervesetlen ionok hatását vizsgálták táptalajban a *Pseudomonas putida* és a *P. fluorescens* szaporodására, melyeket magas és alacsony sókoncentrációjú talajban termesztett spenótgyökerekből

izoláltak. A vizsgált ionok (K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , NO_3^- , és SO_4^{2-}) közül a kalcium gátolta leginkább a kontrollizolátumok növekedését. A magasabb sókoncentrációjú talajból származó baktériumok ugyanakkor a fokozatos adaptálódás miatt nagyobb Ca^{2+} -tűrőképességgel voltak jellemezhetők. Eredményeik arra engednek következtetni, hogy a fluoreszkáló *pseudomonas* baktériumoknak a már korábban is jelzett (Biró et al., 1998) jó túlélő képessége és erős gyökérkolonizáló aktivitása eredményesen járulhat hozzá a káros környezeti stressztényezők elviseléséhez, és így közvetve kedvezően hat a magasabb rendű növények környezeti adaptációjára is.

3. 6. A talajok toxikus elemtartalma

A toxikus elemek, nehézfémek különböző mozgékonyaságú formákban vannak jelen a talajban. A folyadékfázisban hidratált ionként, oldható szerves és szervetlen komplex vegyületek formájában, valamint finom diszperz lebegő kolloidok alkotórészeként találhatók. Szilárd fázisban pedig oldhatatlan csapadékokban, a szerves és szervetlen kolloidok felületén kicserélhető és specifikusan adszorbeált állapotban, illetve a szilikátok kristályrácsában fordulnak elő. A különböző formák között a rendszer tulajdonságai által meghatározott dinamikus egyensúly áll fenn. Nagymennyiségű nehézfém talajba kerülésekor az adszorpció és a kicsapódás válik dominánssá. A talaj savanyodásakor viszont jelentősen megnő a toxikus alumínium ionok mennyisége, amely súlyos károkat okozhat (Filep, 1988). A nehézfémek a talajban a szilárd fázis kolloidjaihoz kötődnek, vagy beépülnek a szilikátok rácsszerkezetébe. A szervetlen (ásványi) és szerves (humusz) kolloidok, valamint az ezek kapcsolódásával keletkezett szerves-ásványi kolloidok meghatározóak a kolloidok nehézfém adszorbeálásában. Az ásványi kolloidokhoz tartozó agyagásványok mennyisége, összetétele nagyban befolyásolja a nehézfémek kötődését a talajban. A kóvasav, valamint a Fe- és Al-hidroxidok, mint kolloid sajátosságú amorf gélek szintén részt vesznek a nehézfémek fixációjában (Filep, 1988).

3. 6. 1. Az alumínium

A Föld szilárd kérgének mintegy 8%-át alkotja. Ásványi talajokban az oldható alumínium koncentrációja kevesebb, mint 1 mg L^{-1} . A pH 5,5 fölé emelkedésével ez az érték jelentősen csökken. A növények egy része képes elviselni a szöveteiben és a talajban, vagy a tápoldatban is a magas alumínium koncentrációt.

Nincs meggyőző bizonyíték arra, hogy az alumínium az akkumulátor fajoknál esszenciális elem lenne. Ugyanakkor többen kimutatták a talaj, vagy a tápoldat alacsony alumínium koncentrációjának kedvező hatását a növények növekedésére (Bollard, 1983; Foy, 1983). A kukorica, a cukorrépa növekedésére kedvező hatású alumínium koncentráció $71,4\text{--}185 \text{ }\mu\text{M}$ volt. Az egyik leginkább alumínium toleráns növény a tea, esetében $1.000 \text{ }\mu\text{M}$ -nál határozott növekedésserkentést figyeltek meg (Matsumoto et al.,

1976), sőt még 6.400 μM alumínium koncentrációnál is hasonló hatást tapasztaltak (Konishi et al., 1985).

A kísérletekben alkalmazott magas alumínium koncentráció azonban általában alacsonyabb, mint a tényleges, a fiziológiailag aktív koncentráció. Ennek oka az alumínium komplexképződése és precipitációja miatti oldékonyság csökkenés. Alacsony alumínium koncentrációt alkalmazva az alumínium toleráns kukorica (Clark, 1977) gyökérnövekedésének fokozódását tapasztalták. Ezt a hatást a gyökérsüveg méretének növekedésével és az apikális merisztémák fokozott aktivitásával hozták összefüggésbe (Bennet és Breen, 1989). Az alacsony alumínium koncentrációkkal végzett kísérletek fő problémája az, hogy a legtöbb esetben a tápoldat alumíniummal szennyezett. Azt tapasztalták, hogy az alumíniummentes tápoldaton nevelt növények gyökereinek az alumínium koncentrációja 50-10mg $\text{Al}\cdot\text{kg}^{-1}$ szárazanyag (Bollard, 1983). Tóth et al. (2013) azt tapasztalták, hogy az Al-toxikus hatása bizonyos esetekben mérsíkelhető baktérium tartalmú biotrágyákkal.

3. 6. 2. A vas

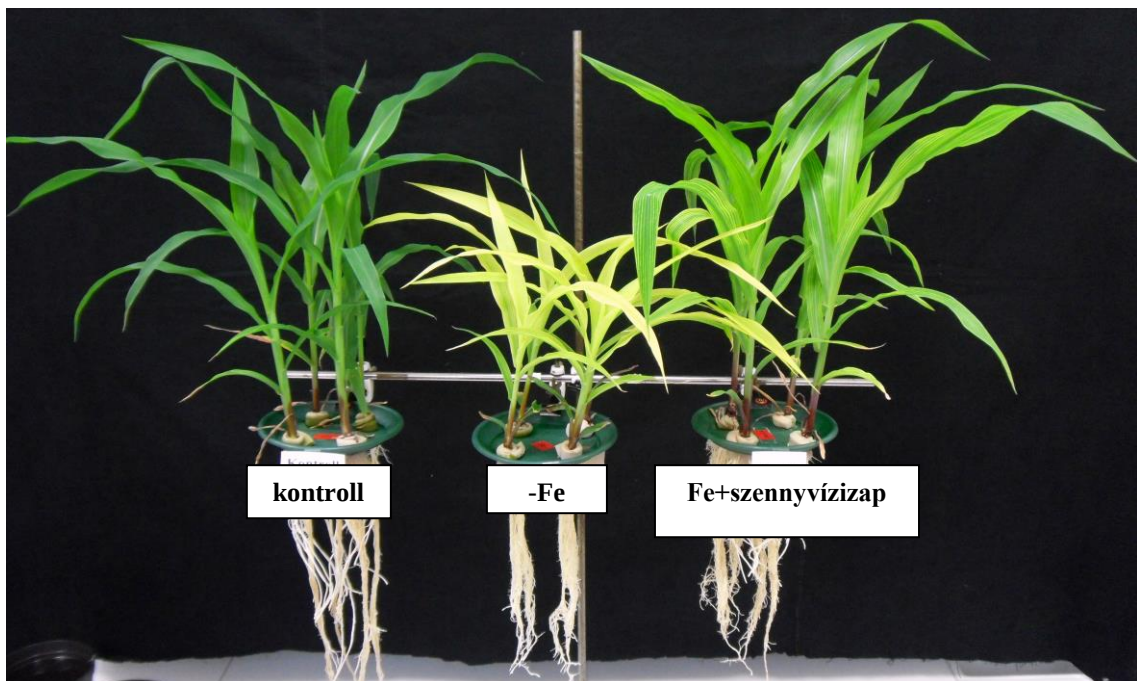
A vas bizonyos feltételek esetén toxikus is lehet. Reduktív körülmények között (vízborításos területek) a kétértékű vas elektron-átadása kedvezőtlen folyamatokat (szabadgyökök keletkezése) indít el.

A N és a S autotrófia egyik legfontosabb eleme a vas. A N és S asszimiláció nélkülözhetetlen egyebek mellett az aminosav-szintézishez, a harmonikus növekedéshez. A vashiány tehát több élettanilag fontos folyamat gátlásán keresztül csökkenti a biológiai és a gazdasági termést.

Az intenzíven növekvő, fiatal növények vasigénye nagy. A sejtosztódás előfeltételét, a DNS szintézisét megelőzi a ribonukleotidok deoxyribonukleotidokká történő redukálása. Ebben a folyamatban a vas nélkülözhetetlen.

A vashiány egyik legmeglepőbb vonatkozása, hogy a vashiányos levelek a normál levelekkel közel azonos intenzitással növekednek. Folyadékkultúrák cukorrépa fiatal leveleinek klorofill szintézise drasztikusan mérséklődött a vasellátás megszüntetésével, miközben a levelek növekedése megfelelő volt. A kísérlet 8 napja alatt a levél mérete ötszörösré nőtt (Terry és Rao, 1991).

Összehasonlítva az azonos korú és állapotú vashiányos, alacsony klorofill tartalmú leveleket a kontroll (vassal ellátott) levelekkel, nem találtak különbséget a levél vastagságában, a levélterület egységre vonatkoztatott nyerstömegben, a sejtszámban és a sejtnagyságban, az oldható fehérjék mennyiségében, valamint a kloroplasztiszok levélterületre, illetve sejtre vonatkoztatott számában (Terry, 1980). Kukoricánál azt tapasztalták, hogy a vashiány csökkenti a klorofill tartalmat, a növekedésre viszont alig hat (Nenova és Stoyanov, 1993). A megfigyeléseket kellő kritikával kell fogadni, ugyanis egy bizonyos koron túl a vashiány jelentősen csökkenti a levelek nyers- és szárazanyagsúlyát is. A 14 napos kukorica hajtástömegének jelentős részét a levelek tömege teszi ki. A vashiány a hajtás szárazanyag tartalmának jelentős csökkenését eredményezte. A szennyvíziszap tápelemhiány kompenzációs hatása vizuálisan is értékelhető a 2. kép alapján.



2. kép: A vashiány kukoricán (Tóth B., 2012)

3. 6. 3. A kadmium

A talajban erősen kötődik, a felszínre került kadmium általában addig a mélységig jut le a talajprofilban, ameddig a talajműveléssel bedolgozták. Ezért veszélyes mértékben is felhalmozódhat a talaj felső rétegében (Filep et al., 1998). Nem bolygatott körülmények között, a szennyezetlen talajban mérhető szintje az anyaközettől függ. A legtöbb

kadmium az üledékekből származó kőzetekben, illetve talajokban van. A talajok átlagos kadmium tartalma néhány tized $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, azonban ettől magasabb ($1 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) értékek is előfordulhatnak (Kádár, 1991).

A kadmium gátolja a nem toleráns növények növekedését és fejlődését (Pinto et al., 2004). A fitotoxicitásán túl közvetve is hat, azáltal, hogy a talaj mikroorganizmusaira is potenciális veszélyt jelent (Duxbury, 1985). A kadmium közvetetten hatással van a növények ásványi anyag felvételére. Befolyásolja az ásványi anyagok hozzáférhetőségét a talajban, azáltal, hogy mérséklik a talaj mikroorganizmusainak aktivitását (Moreno et al., 1999). A kadmium okozta veszélyek felfedezését a gyakorlati növénytermesztésben nehezíti, hogy gazdasági növényeink gyakran látható tünetek nélkül, nagy mennyiségben halmozhatják fel. Főleg levélzöldségekre jellemző, hogy sok kadmiumot akumulálnak, de például napraforgóban is megfigyeltek kadmium dúsulást a talaj kadmium tartalmának növelésével (Vér, 2006; Kádár et al., 1998; Simon et al., 1999). A más értékesíthetőségét már az $1 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ -hez közelítő kadmium koncentráció is lehetetlenné teszi, de ez a helyzet a humán fogyasztás céljára termesztett olajtökkel is.

Gajdos 2013-ban megállapította, hogy különböző kukorica hibridek eltérő módon reagálnak a kadmium toxikus hatására, s ez a hatás baktériumtrágyával mérsékelhető. A baktérium tartalmú biotrágyák hatására a kukorica hibridek friss tömege 30 %-kal nőtt a kadmiummal kezelt növényekhez képest.

3. 6. 4. A nikkell

A nikkell számos élő szervezet számára lehet esszenciális mikroelem. Az ureáz és számos hidrogenáz enzim komponense (Ankel-Fuchs és Thauer, 1988). A magasabb rendű növényekben Dixon et al. (1975) igazolták, hogy a nikkell az ureáz nélkülözhetetlen alkotója, és szerepét is tisztázták. Kimutatták a pillangósok nikkell igényét, mely függetlennek bizonyult a tápanyagként adott nitrogénformától (Eskew et al., 1984). Hasonló következtetésre jutott Brown et al. (1987) a nem pillangós növények nikkell igényét vizsgálva. A fenti eredmények alapján a nikkell megfelel a növényi tápanyag csoportba tartozás követelményeinek, aminek eredményeképpen a nikkelt ma növényi mikrotápelemnek ismerik el.

Ugyanakkor a nikkell toxikus is lehet. A szennyvíziszap alkalmazásakor nikkell toxicitást figyeltek meg, miután a nikkell koncentrációja sokszor meghaladja a $10\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$

koncentrációt, amely a legtöbb növénynél már erősen toxikus (Marschner, 1983). Az értékek eltérőek lehetnek, ugyanis a búzánál $63\text{--}112\ \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ közötti értékeket mértek az emelkedő urea koncentrációk függvényében (Singh et al., 1990). Szenzitív növényeknél viszont már $5\ \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ koncentráció is toxikusnak bizonyult, különösen alacsony Ca ellátottság mellett.

Magas nikkeltartalmú talajokon fejlődött növények többnyire toleránsak a magas nikkeltartalommal szemben. Némelyek hiperakkumulációra képesek (*Alyssum genus*). Ezeknél a növényeknél a nikkeltartalom károsodás nélkül elérheti a $10\text{--}30\ \text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ értéket. A toleranciát a nikkeltartalom szerves savakhoz való kötődésével magyarázzák. A citromsavhoz, vagy az almasavhoz kötődve oldékonysága, és ezzel a toxicitása is jelentősen csökken. Megfigyelték, hogy a citromsavval alkotott komplexek 150-szer stabilabbak, mint az almasavhoz kötődött forma (Homer et al., 1991).

3. 6. 5. A króm

Króm növényfiziológiai szerepe kevésbé ismert. Számos módon juthat a környezetbe. A gépjárművek mellett a legjelentősebb krómforrás a fémkohászat, de ide sorolható a mezőgazdasági tevékenységek egy része is.

Észak-Karolinában végzett felmérések szerint a mezőgazdaság által az elmúlt száz évben felhasznált kemikáliáknak köszönhetően a talajok krómtartalma $24\ \text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ -al növekedett hektáronként (Andriano, 1986). A rothamsteadi (Egyesült Királyság) kísérletek adatai szerint is jelentős, és egyre gyorsuló akkumuláció figyelhető meg az elmúlt évszázadban (Jones et al., 1988).

3. 7. A mikroorganizmusok szerepe a növények tápanyagellátásában

A gyökerek, a talaj és a mikroorganizmusok között sajátos kölcsönhatás van (Pethő, 2003). A gyökerek által, a rizoszférába kiválasztott szerves anyagok nem csupán szervesanyag forrást jelentenek az ott élő mikroorganizmusok számára, hanem sajátos jeleknek is felfoghatók (Bauer és Caetano-Anolles, 1990). Bizonyos rizoszféra baktériumok közvetlenül serkentik a növények növekedését és fokozzák a termést, míg más mikroorganizmusok indirekt módon, a rizoszférára gyakorolt kedvező hatása révén hatnak. A mezőgazdasági gyakorlat már használ néhányat a kedvező hatású baktériumok közül, mint mikrobiális talaj inokulátumokat (Okon, 1985).

A mikroorganizmusok elősegítik a növények tápanyagfelvételét is. Ez két alapvető hatásra vezethető vissza: 1. fokozzák a tápanyagok feltáródását, mobilitását, 2. közvetlenül is fokozzák a tápanyagfelvételt. Korai kutatások eredményeként tisztázódott (Gerretsen, 1948; Katznelson és Bose, 1959), hogy az inokulált baktériumok elősegítették a foszfor felvehetőségét, a szerves foszfátok mineralizációját fokozták, az oldhatatlan foszfátot oldhatóvá tették.

3. 7. 1. Mikroorganizmus rizoszféra kölcsönhatások

A rizoszféra a gyökereket közvetlenül körbevevő talajrész, amelynek biológiai, kémiai és fizikai tulajdonságaira jelentősen hat az élő gyökérzet, ugyanakkor helye a növény-mikroorganizmus kölcsönhatásoknak is (Curl és Truelove, 1986). A rizoszféra mikrobiális élete, a fizikai állapota számos tényező függvénye. Meghatározó tényezők a növény anyagcseréje, a szezonális, időjárási tényezők, a talajadottságok és a területen alkalmazott mezőgazdasági technológia.

A rizoszféra ugyanakkor a mikroorganizmusok közötti versengés és a szelekció helye is.

A mikroorganizmusok képesek túlélni a talaj tápanyagkészletének kedvezőtlen változásait és bizonyos kémiai hatásokat is (Roszak és Colwell, 1987).

A mikroorganizmusok hatásának alapfeltétele, hogy kolonizálódjanak a gyökér felületén. A kolonizálódásban jelentős szerepe van a kemotaxisnak. A kémiai ingert a gyökerek által kiválasztott szerves anyagok jelentik. A sikeres kolonizáció feltétele az állandó asszociáció a gyökérfelszínnel (Weller, 1988).

3. 7. 2. A mikroorganizmusok sziderofor termelése

A szideroforok mikroorganizmusok által termelt kis molekulájú, szerves vegyületek, amelyek nagy affinitással kötik a Fe^{3+} -at (Neilands és Leong, 1986). A szideroforok egyik kémiai szerkezeti csoportját a hidroxamátok képezik. Az aerob és a fakultatívan aerob baktériumok jelentős része termel sziderofort, a különbség ezek termelésének intenzitásában van. A mikroorganizmusok által kiválasztott sziderofor nagy hatékonysággal köti a ferri ionokat, ezáltal gátolják a többi, többek között fitopatogén mikroorganizmusok szaporodását, ugyanis ezek a vasért folytatott versengésben alul maradnak. A vasért folytatott verseny különösen fontos a rizoszférában (Kloepper et al., 1988). A mikroorganizmusok sziderofor termelő hatékonysága függ a talaj pH-jától. A talaj pH csökkenésével nő a vas oldékonysága, hozzáférhetősége, mobilitása. Ez a sziderofor termelést csökkentő tényező (Scher és Baker, 1980). Az egyszikű növények tápanyagfelvételében, különösen a vas és a cink esetében, fontos szerepet játszanak a gyökerek által kiválasztott fitoszideroforok. Ezek a rizoszféra mikroorganizmusai számára is megfelelő, tápanyagként szolgáló szerves anyagok. Ezért bizonyos esetekben a rizoszféra mikroorganizmusai mérsékelhetik a fitoszideroforok hatékonyságát és mennyiségét a rizoszférában (Wirén et al., 1993).

3. 7. 3. A mikroorganizmusok antibiotikum termelése

A talajlakó mikroorganizmusok antibiotikum termelése szerepet játszhat a fitopatogén baktériumok elleni védekezésben. Az antibiotikumok jelentős része erősen diffúzibilis, gyorsan lebomlik, vagy kötődik az agyagásványokhoz. Antibiotikum termelő *Bacillus* és *Streptomyces* törzsekkel inokulált talajban a rizóbium fajok intenzívebb kolonizációját tapasztalták a lucerna gyökerein. A hatás elmaradt, ha nem antibiotikum termelő törzseket alkalmaztak. Arra következtettek, hogy az antibiotikum gátolja a rizóbiumokkal versengő fajokat (Li és Alexander, 1988). Izogenetikus mutánsokkal végzett kísérletekben kimutatták, hogy az antimikrobiális hatás összetett (Howie és Susslow, 1986). Többen arra a következtetésre jutottak, hogy a rizoszféra mikroorganizmusok antibiotikum termelése a növények betegségekkel szembeni ellenállóságának a része (Meyer et al., 1992).

3. 7. 4. A mikroorganizmusok szerepe a talaj eredetű betegségeknél

A talajban élő mikroszervezetek mennyiségét és minőségi összetételét számos, elsősorban talajtani tényező befolyásolja. A kedvező hatású és a patogén mikroorganizmusok egyidejű jelenléte és az egymáshoz viszonyított arányuk sokszor a növénytermesztés eredményességét is befolyásolja. A mikorrhiza gombákkal végzett kísérletekben azt tapasztalták, hogy a kezelés hatására fokozódott a tápanyagok felvehetősége és nőtt a gyökerek stressz toleranciája. Gerdemann (1975) megfigyelte, hogy a mikorrhizával kezelt gyökerek rezisztenssé váltak a *Thielaviopsis basicola* fertőzéssel szemben. Schoenbeck (1979) hasonló tapasztaltról, számolt be fonálféreg fertőzést vizsgálva. Mikorrhiza gombákkal kezelt dohány gyökereket vizsgálva azt tapasztalták, hogy a *Thielaviopsis basicola* fertőzés a tizedére csökkent. A mikorrhizával kezelt dohány gyökérkivonata gátolta a klamidospórák képződését (Baltruschat és Schoenbeck, 1972).

A búza torgombájának (*Gaeumannomyces graminis* Sacc.) kórtanát vizsgálva arra a következtetésre jutottak, hogy a fertőzés különösen foszforhiányos talajokon, vagy látens foszforhiány esetén jelentős (Garrett, 1956). Aktív talajélet esetén a vas mellett a foszfor felvehetősége is javul. Kísérletekkel igazolták, hogy jelentősen növekedett a felvehető foszfor mennyisége és ezzel párhuzamosan csökkent a búza torgomba betegsége, amikor a talajt mikorrhizával oltották be.

A mikroelemek felvehetőségét, fiziológiai aktivitásukat azok oxidáltsági állapota is meghatározza. A redukált mangán sokkal hatékonyabbnak bizonyult a kísérletben, mint az oxidált forma. A változó vegyértékű mikroelemek redukcióját a gyökér (pl.: a nem fűfélék vasfelvételénél) és a talajlakó mikroszervezetek végezhetik. Dél-Ausztrália talajából izolált öt, Mn-redukcióra képes baktériumtörzs hatását vizsgálták a patogén *Gaeumannomyces graminis* növekedésére és a búza mangán felvételére. Azt tapasztalták, hogy a mangán redukciójával mérséklődött a fertőzés, a patogén növekedése gátlódott és a növények mangán felvétele is fokozódott, különösen akkor, amikor a búzaszemeket MnSO_4 oldattal csávázták (Marschner et al., 1991). A redukált mangánnak fontos szerepet tulajdonítanak a növény védekezési reakcióiban. A fotoszintézis nélkülözhetetlen elemeként hatással van a gyökerek által kiválasztható szerves anyag mennyiségére, amellyel befolyásolja a gyökér mikroflórájának összetételét. A mangán a fotoszintézisben a víz bontását (Hill-reakció) segíti elő. Másrészt a Mn^{2+} szerepet játszik a fenolok és a lignin bioszintézisében, ezzel a

növények betegség-ellenállóságát növeli (Brown et al., 1987). A Mn^{2+} több gombánál enzimek inhibitora. A Mn az oxigénfejlesztő enzimkomplex részeként megkülönböztetett jelentőségű.

A talaj érzékeny egyensúlyában tehát megkülönböztetett jelentőséggel bírnak a mikroszervezetek. A tápanyagok hozzáférhetőségének növelése mellett fontos szerepük van a talaj eredetű gyökérbetegségek visszaszorításában is.

3. 7. 5. A mikroorganizmusok hormontermelése

A rizoszférában élő baktériumok jelentős része növényi növekedés-szabályzókat termel, mint amilyenek az auxin, a gibberellin és a citokinin (Brown, 1974). Szántóföldön nevelt kukoricánál többszörös citokinin, auxin és abszeizinsav koncentrációt mértek a rizoszférában, mint a gyökerektől távolabb. A mért koncentrációk elégségesek voltak a morfológiai változások kiváltásához (Müller et al., 1989). *Azotobacter chroococcum* tenyészethez kukorica gyökereinek váladékát adva, jelentősen emelkedett a baktérium citokinin és auxin termelése (Gonzales-Lopes et al., 1991). Hormonprekursorok adagolásával a mikroorganizmusok hormontermelése megemelkedett. Ezek a hormonprekursorok a magasabb rendű növények természetes gyökérváladékai (Arshad et al., 1993). A kedvező hatás lehetséges módja, hogy a baktériumok által termelt növényi hormonok fokozzák a növény anyagcseréjét, növekedését, ezáltal a biológiai produkciót is. Kimutatták, hogy *Azospirillum* inokulálást követően csökkent a gyökerek kötött auxin tartalma, míg emelkedett a szabad auxin szint (Fallik et al., 1994). A baktériumok egyik kedvező hatása tehát a serkentő hormonok termelése. Ugyanakkor kimutatták, hogy bizonyos *Pseudomonas* törzsek gátolják az etilén képződését az amino-ciklopropán-karbonsavból (ACC). A gátló hatású etilén termelésének mérséklése a növények növekedését kedvezően befolyásolja (Klee et al., 1991)

A mikroorganizmusok serkenthetik, gátolhatják, vagy akár hatás nélkül is lehetnek a gyökerek növekedésére. Hatásuk a mikroorganizmus típusától, a növénytől és a környezeti feltételektől függ. A komplex rizoszféra mikroflórával injektált talajon az elsődleges gyökérnövekedés, valamint hajszálgökér-képződés gátlását tapasztalták a steril talajon nevelt növényekhez viszonyítva (Fusseder, 1984; Rovira et al., 1983).

Bowen és Rovira (1991) két csoportba osztotta a talajlakó mikroorganizmusokat. A negatív hatásúak közé sorolta a gyökérpatógéneket, a cianidot termelőket stb. A pozitív

hatásúak közé a rizóbiákat, a mikorrhizákat és a növényi tápanyag-felvételt segítő, szerves anyag kiválasztókat. Ezeket együttesen „növényi növekedést segítő baktériumoknak” (PGPB) nevezte el. A PGPB-k hatása a talajban közvetett. Bizonyított, hogy gátolják a patogén mikroorganizmusokat, így a *Fusarium oxysporum* fejlődését burgonyánál (Beauchamp et al., 1991), az *Alternáriát* napraforgónál (Hebbar et al., 1991) és a nematódák fejlődését a szójánál (Kloepper et al., 1992).

A PGPB mikroorganizmusok jelentős hormontermelők is. Ismert az *Azospirillum brasiliense* IES termelése. Az *A. brasiliense*-vel injektált talajon a gyökérnövekedés és az oldalgyökerek fejlődése meghaladta a kontroll értékeket és hasonló eredményt kaptak, amikor a gyökereket IES-sel kezelték (Martin et al., 1989). A fejlettebb gyökérzet fokozottabb tápanyagfelvételt eredményez, ez közvetlenül is növeli a termést (Kretschmar et al., 1991). A PGPB hormontermelése nem korlátozódik csak az IES termelésére. Az *Azotobacter* fajok citokinin termelése kifejezetten magas, aminek eredményeképpen a gyökér tömege igen jelentős mértékben növekszik (Nieto és Frankenberger, 1990). Az *Azotobacter chroococcum*-mal injektált talajokban a citokinin és az IES mennyiségének emelkedését mérték, ez pozitívan hatott a szerves anyag akkumulációjára (Gonzales-Lopez et al., 1991; Frankenberger és Poth, 1987).

A rizoszféra mikroorganizmusai és a gyökér között sajátos kapcsolat van. A rizoszféra mikroorganizmusainak szerves anyag szükségletét 75-85 %-ban a növény elégíti ki (Barber és Martin, 1976; Haller és Stolp, 1985). Alapszabálynak tekinthető, hogy nem pillangós növénykultúrákban, a megfelelő nitrogén ellátással a talaj mikrobiális aktivitása fokozható (Liljeroth et al., 1990). A PGPB-k rövid életciklusúak, mineralizálódva fokozzák a növény tápanyagellátását, hozzájárulnak a talómaradványok gyorsabb bontásához, jelentős segítséget adva a talók megfelelő elmunkálásához. Elégtelen nitrogén ellátás esetén a PGPB-k mineralizációs hatása drasztikusan csökken, közvetetten gátolva a növények növekedését (Baath és Johanson, 1990).

Általánosan elfogadott, hogy a PGPB-k hatással vannak a növények tápanyag-felvételére. Azonban a mikroorganizmusok kedvező hatása csak megfelelő talajfeltételek mellett érvényesül. Levegőtlen talajon, alacsony pH mellett, a mikrobiális aktivitás eredményeként fokozódhat a Mn^{2+} felvétele, ami toxicitáshoz vezet (Warden, 1991). A mikroorganizmus-gyökér kölcsönhatás legáltalánosabb példái a mikorrhiza gombák. Ezeken a mikroorganizmusokon, jelen esetben nem a szimbióta szervezeteket értjük. A legtöbb szárazföldi növény gyökere mikorrhizás. Globális szinten a kétszikű

növények gyökereinek 83 %-a, míg egyszikűek gyökereinek 79 %-a mikorrhizás (Wilcox, 1991). A keresztesvirágúaknál és a libatopféléknél teljesen hiányoznak (Harley és Harley, 1987). A mikorrhiza gombák részben, vagy teljesen a magasabb rendű növényektől függenek, ezért hatásuk lehet kedvező és kedvezőtlen is. Csak néhány orchideánál mutatták ki a gombák esszenciális jellegét. A környezeti feltételektől függ a káros, a semleges, vagy a hasznos szerepük.

A mikorrhiza gombák hatnak a gyökerek és a hajtások növekedésére. Tápanyagszegény körülmények között a mikorrhizás gyökerek nagyobb mennyiségben tudták felvenni a növekedést limitáló tápanyagokat (Bell et al., 1989). A növény mérsékelt fotoszintézise esetén a növekedésgátlás intenzívebb a vártnál, ha a gyökér mikorrhizával erősen kolonizált. Ennek oka, hogy a növény mérsékelt szerves anyag termelése nem tudja kielégíteni a gomba asszimilátá igényét (Sanders, 1993).

A mikorrhiza gombák szerepe a növények tápanyagellátásában bizonyított. A gomba hifái képesek felvenni, és a gyökerek közelébe szállítani a tápanyagokat. Különösen jelentős a szerepük a növények foszfor-ellátásában (Tinker et al., 1992).

A mikorrhiza gombák kedvező hatását a növénytermesztési és a kertészeti gyakorlat is alkalmazza, bár Magyarországon az eljárások kevésbé elterjedtek. Palántanevelők és faiskolák talajait mikorrhiza gombával injektálva jelentősen emelkedett a kiültetés utáni eredés és nagyobb volt a palánták és csemeték növekedési erélye is (Villeneuve et al., 1991). Különösen hatékonyak találták az injektálást elhagyott bányaterületek újraerdősítésekor (Jasper et al., 1989). A szántóföldi kísérletek egyértelmű termésnövekedést mutattak (Sieverding, 1991). A változó termesztési feltételeknél is a szántóföldi kultúráktól várhatjuk a legkecsegtetőbb eredményeket (Sattelmacher et al., 1991). Általános kutatói vélemény, hogy a talajok mikroorganizmusokkal való injektálása fokozott figyelmet kell, hogy kapjon. Érvek mögé gazdasági, ökológiai és környezetvédelmi érvek tömegét sorakoztatják fel (Thompson és Wildermuth, 1989; Sieverding, 1991). A mikroorganizmusok által kiválasztott hormonok kedvező hatással vannak a magvak kezdeti csírázására is.

3. 8. Magyarországon kereskedelmi forgalomban kapható baktériumtartalmú készítmények

A baktériumtrágyák elsősorban nitrogénkötő, foszformobilizáló és cellulózbontó baktériumokat tartalmaznak (1. táblázat). A mikrobiális oltóanyagok kezdeti alkalmazási időszakában a baktériumtrágyák legtöbbször csak 1-1 törzset tartalmaztak (Matics, Biró 2015). Az első oltóanyagok nitrogénkötő baktériumokat, így rhizobium törzset, később pedig *Azospirillum* vagy *Azotobacter* baktériumtörzseket tartalmaztak (Biró, 2012a, b). A baktériumtrágyák alkalmazásakor mindenképpen tisztában kell lenni azzal, hogy élő szervezetekről van szó. Így használatuk még nagyobb körültekintést igényel, mint például a mű-, vagy szerves trágyáké. A nem megfelelő tárolás szintén ronthatja a baktériumtrágyák hatásfokát. A frissen fermentált készítmények 24-48 órán belül kerülnek kiszállításra a felhasználóhoz, ahol fénytől védve, hűtve kell tárolni a felhasználásig. Az eltarthatóság ideje szintén a készítmények függvényében változik (2 hét - 6 hónap). Kijuttatásuk a tárcsa, kombinátor vagy kompaktor elé permetezve, vagy fecskendezve történik, legalább 10 cm mélységre.

Jelenleg Magyarországon az ún. folyékony baktériumtrágyák előállításának és használatának a túlsúlya a jellemző. Ennek az is lehet az oka, hogy előállításuk egyszerűbbnek mondható, valamint könnyebben kijuttathatók, mint például a granulált, vagy por formájában forgalmazott készítmények. Az utóbbiak használatakor a gazdának kell elkészíteni a felhasználható végterméket, ami még egy hibaforrást eredményezhet a baktériumtrágyák alkalmazásakor.

Fontos leszögezni, hogy a baktériumtrágyák nem csodaszerek – a híresztelésekkel ellentétben. Azonban megfelelő és körültekintő használatával fokozhatják növényeink növekedését, növelhetik a termést, javíthatják a termésminőséget és nem utolsósorban csökken bizonyos betegségek előfordulása.

1. táblázat: Magyarországon kereskedelmi forgalomban kapható baktériumkészítmények listája

Terméknév	Csíraszám	Törzsek
AzoRhiz	$10\text{-}12 \times 10^9 \text{ db cm}^{-3}$	<i>Azotobacter chroococcum</i> <i>Azospirillum brasilense</i> <i>Bacillus megaterium</i> <i>Rhizobium</i> sp.
Azoter SC	$10\text{-}12 \times 10^9 \text{ db cm}^{-3}$	<i>Azotobacter chroococcum</i> <i>Azospirillum brasilense</i> <i>Bacillus megaterium</i> <i>Coniothyrium minitans</i>
BactoFil	$4,3 \times 10^9 \text{ db cm}^{-3}$	<i>Azospirillum brasilense</i> <i>Azotobacter vinerólandii</i> <i>Bacillus megaterium</i> <i>Bacillus polymyxa</i> <i>Pseudomonas fluorescens</i> <i>Streptomyces albus</i>
BactoVit	$2,4 \times 10^8 \text{ db cm}^{-3}$	<i>Bacillus subtilis</i> <i>Rhodospseudomonas</i> sp. <i>Bifidobacterium</i> sp. <i>Lactobacillus</i> sp. <i>Streptococcus termophilus</i> <i>Azotobacter chroococcum</i> <i>Pseudomonas fluorescens</i> <i>Streptomyces coecolor</i> <i>Aspergillus niger</i> <i>Penicillium glaucum</i> <i>Saccharomyces cerevisiae</i>
Bio-Vegetal	$8 \times 10^5 \text{ db cm}^{-3}$	<i>Azotobacter</i> sp. <i>Azospirillum</i> sp. <i>Rhizobium</i> sp.
MeganitA+B	A: $1 \times 10^9 \text{ db cm}^{-3}$ B: $3 \times 10^7 \text{ db cm}^{-3}$	<i>Azotobacter chroococcum</i> <i>Azospirillum lipoferum</i> <i>Bacillus megaterium</i> <i>Bacillus subtilis</i>
Mikro-Vital	$5\text{-}12 \times 10^8 \text{ db cm}^{-3}$	nitrogénkötők Foszformobilizálók
Myco'sol PTC	$1 \times 10^3 \text{ db g}^{-1}$ $2 \times 10^3 \text{ db g}^{-1}$	<i>Pseudomonas</i> sp. <i>Trichoderma harzianum</i> <i>Coniothyrium minitans</i>
Natut Terra	$1 \times 10^7 \text{ db cm}^{-3}$ $5 \times 10^8 \text{ db cm}^{-3}$	<i>Pseudomonas</i> sp. <i>Rhizobium</i> sp. <i>Azospirillum</i> sp. <i>Azotobacter</i> sp.
Phylazonit MC	$5 \times 10^9 \text{ db cm}^{-3}$	<i>Azotobacter chroococcum</i> <i>Bacillus megaterium</i>

3. 9. A tápanyagok hasznosítása

3. 9. 1. A kukorica hibridek tápanyaghasznosítása

A FAO adatai alapján a Föld lakossága 2025-ben eléri a 8,5 milliárdot, 2050-ben meghaladja a 9 milliárdot (I4). Ez azt jelenti, hogy az egyre növekvő népesség igényeit egyre hatékonyabban és gazdaságosabban kell kielégíteni. Azonban a mezőgazdasági termelésre alkalmas földterület mérete meghatározott. Napjainkban megközelítőleg 1,5 milliárd ha területen folyik növénytermesztés. Éppen ezért olyan fajtákat és hibrideket kell termelésbe vonni, melyek nagymennyiségű és jó minőségű termést hoznak, és ezt jó tápanyaghasznosítással érik el.

A kijuttatott N műtrágyák kevesebb, mint 50 %-a, a foszfortrágyák maximum 10 %-a és a káliumtrágyák 40 %-a hasznosul (Baligar és Bennett, 1986b). A nem hasznosult tápanyagok kimosódással, felszíni elfolyással vagy gázformában a levegőbe kerüléssel csökkentik a felvehető tápanyagok mennyiségét. Ez a tápanyagvesztés a talajok degradációját, a vizek szennyezését okozzák. Éppen ezért nemcsak gazdasági, hanem környezet,- természetvédelmi szempontból is elengedhetetlen a tápanyaghasznosítás növelése.

Magyarország ún. nyitott fajtapolitikát folytat (Németh és Széll, 1985). Debreczeniné (1985) szerint az új fajták és hibridek nagyobb termőképessége azzal magyarázható, hogy jobban képesek hasznosítani a rendelkezésre álló tápanyag- és vízkészletet. Ez az oka annak, hogy a kutatók gyakran tapasztalnak pozitív kölcsönhatást az intenzív fajták, hibridek és a fokozott tápanyagellátás között. Ebből az következik, hogy az intenzív hibridek jobban hasznosítják a talaj tápanyagait és a kijuttatott műtrágyát. Graham (1984) és Blair (1993) szerint a tápanyaghasznosítási képesség több tényezőtől függ: a nevelőközegből történő tápanyag felvétele és hasznosítása, szállítása a gyökérből a hajtásba, és a gazdasági termék (mag, termés, gyümölcs stb.) előállítására való felhasználhatósága. A kukorica hibridek értékét, tápanyaghasznosítási képességét a műtrágyázás nélküli és az alacsonyabb NPK adagoknál elért eredmények jobban jellemzik, mint az optimális tápanyagellátottságnál mért terméskülönbségek (Sárvári, 1995). A kukorica NPK felvétele genotípusonként eltérő. A három fő makroelem közül a nitrogénnek van a legnagyobb jelentősége (Baligar és Bennett, 1986a). Genetikai, morfológiai és fiziológiai növényi jellemzők és környezeti tényezők (pl. talajnedvesség,

talajhőmérséklet, talajélet) hatásának megismerése, ezekre a jellemzőkre elősegítik a jobb tápanyaghasznosítás elérését a növényben.

A tápanyaghasznosítási képesség értékelése fontos információt nyújt a fajták és hibridek maximális termés elérésére felhasznált tápanyagok csoportosítására. Több hatékonysági mutatót is megalkottak ennek a vizsgálatára.

Gerloff és Gabelman (1983) a tápanyag hatékonysági arányt (nutrient efficiency ratio = NER) fogalmazta meg a következő képlettel:

$$\text{NER} = \frac{\text{termés (kg)}}{\text{felvett tápanyag a növényben (kg)}} \quad \text{kg kg}^{-1}$$

A fiziológiai hatékonyság (physiology efficiency = PE) meghatározása Fageria (1992) szerint, ahol T: trágyázott, K: trágyázás nélkül, kontroll

$$\text{PE} = \frac{\text{termés T} - \text{termés K (kg)}}{\text{felvett tápanyag a növényben (F-K) (kg)}} \quad \text{kg kg}^{-1}$$

Agronómiai hatékonyság (agronomic efficiency = AE)

$$\text{AE} = \frac{\text{termés T} - \text{termés K (kg)}}{\text{kijuttatott tápanyag mennyisége (kg)}} \quad \text{kg kg}^{-1}$$

Agrofiziológiai hatékonyság (agrophysiological efficiency = APE)

$$\text{APE} = \frac{\text{termés T} - \text{termés K (kg)}}{\text{felvett tápanyag a szalmában és termésben (F-K) (kg)}} \quad \text{kg kg}^{-1}$$

3. 9. 2. Talajtényezők hatása a tápanyaghasznosítási képességre

A Föld talajainak termőképességét elsősorban a tápanyagellátás és csak másodsorban a talaj fizikai és kémiai tulajdonságai határozzák meg (Dudal, 1976; Foy, 1984). A kémiai tulajdonságok közül elsősorban a sótartalom, a savanyú pH, tápelemhiány és toxicitás, alacsony szervesanyag-tartalom a legfontosabb tényezők, melyek hatnak a növények tápanyaghasznosítási képességére.

A fizikai talajtulajdonságok közül a nem megfelelő talajszerkezet, a pórusméret, a felszíni tömörödés, a kérgesedés, az alacsony vagy éppen túl jó víztartóképeség, csökkentik a növények tápanyaghasznosítási képességét. Ezek a tényezők befolyásolják a mineralizációt, a tápelemek mobilitását, felvehetőségét és a kimosódást (Baligar és Fageria, 1997).

A nem megfelelő fizikai talajtulajdonságok hatással vannak a gyökér hosszanti és sugárirányi növekedésére, a gyökér disztribúciójára, morfológiára, csökkentik a másodlagos és harmadlagos mellékgyökerek képződését (Bennie, 1996). A talaj nagy mechanikai ellenállása a gyökércsúcs sérülését okozhatja, valamint gátolt a sugárirányú növekvés, azáltal, hogy a sejtfalak megvastagodnak a gyökérkéregben (Camp és Lund, 1964). Ez változást okozhat az endodermisz és periciklikus sejtek struktúrájában (Bennie, 1996). A talaj kedvezőtlen fizikai tényezői befolyásolják azt, hogy a gyökér mekkora talajt tud átszőni, Tömör talajban a felvehető víz és tápanyagok mennyisége korlátozódik, ami alacsony tápanyaghasznosításhoz, így kevesebb terméshez vezet.

3. 9. 3. A kijuttatott műtrágya hatása a tápanyaghasznosítási képességre

A műtrágya hasznosítási képességet sok tényező befolyásolja, pl. talajtulajdonságok, a termesztett növény, a klíma és az alkalmazott N-forma műtrágyában (urea, $\text{NH}_4^+\text{-N}$, $\text{NO}_3^-\text{-N}$) (Hauck, 1985). A műtrágyák felvehetősége és hasznosítása elsősorban ún. talajjavítóktól is függ, mint pl. a mész és a szerves anyagok (Adams, 1984).

Több kutató szerint (Engelstad, 1985; Mortvedt et al., 1991; Munson, 1985, Peoples et al., 1995) a kijuttatott műtrágya növények általi hasznosítása néhány tényezővel javítható. Ilyen pl. a kijuttatás módja, a kijuttatott műtrágya mennyiségét az adott talajhoz és növényhez kell igazítani, figyelembe kell venni a klimatikus tényezőket is, melyek hatással vannak a kimosódásra, a denitrifikációra és a felszíni elfolyásra is.

A különböző művelésű rendszerek szintén hatással vannak a talaj felvehető tápanyagkészletére és a gyökérrendszerre, amellyel befolyásolják a tápanyagok felvehetőségét. A konvencionális, a fenntartható és a no-tillage művelés különféleképpen hatnak a talaj szerves anyag tartalmára, a tápanyagok mennyiségére, a víztartóképeségre és talajhőmérsékletre. A no-tillage művelésnél nagyobb felvehető P, Ca, K, valamint N-tartalmat figyeltek meg többen is a hagyományos művelési rendszerhez hasonlítva (Blevins et al., 1983; Ismail et al., 1994; Lal, 1976; Mahboubi et al., 1993; Saffigna et al., 1989). A minimum tillage növelte a gyökérnövekedést a talaj

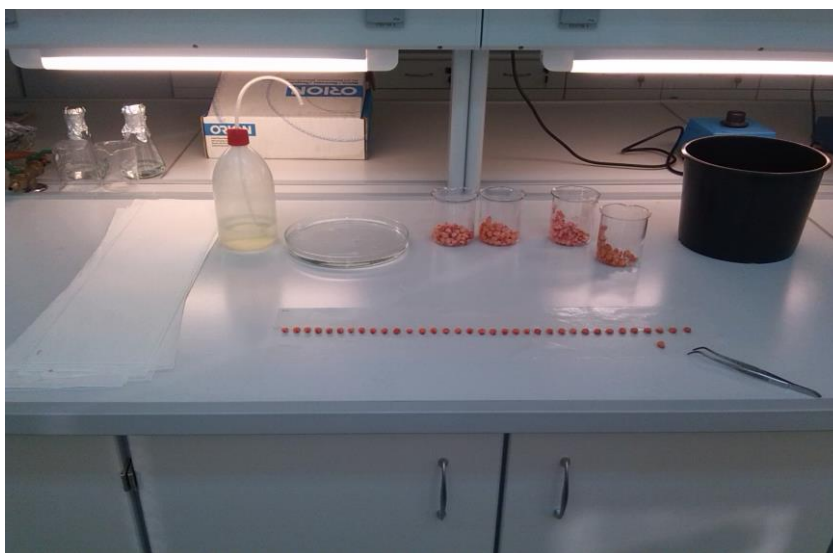
felső 12 cm-es rétegében búzánál és zabnál Ellis et al. (1977) és Ehlers et al. (1983) megfigyelései szerint. Továbbá a minimum tillage pozitívan befolyásolta a gyökértömeget, a gyökérhosszt és nőtt a felvett tápanyagok víz mennyisége (Adkinson, 1990; Hackett, 1969; Mengal és Barber, 1974). Baligar és Benett (1986b) megállapította, hogy a siló kukorica hajtásának száraz tömege és gyökérhossza a no-till művelésnél szignifikánsan nagyobb volt, mint a hagyományos művelésnél. A lassan feltáródó műtrágyák használatával egyenletesebbé tehetjük növényeink tápanyagfelvételét, mert ezeknél a műtrágyáknál kisebb a N_2O és NH_3 emisszió, valamint a NO_3^- -N kimosódása (Delgado és Mosier, 1996).

4. ANYAG ÉS MÓDSZER

4. 1. A kísérleti növények és nevelésük

Kísérleti növényként kukoricát (*Zea mays L.*) használtam. A vizsgált kukorica hibridek nevét, a FAO számát, az érésidőt és egyéb információkat az 2. táblázat tartalmazza.

A laboratóriumi vizsgálatok előkészítése során a magok felületének fertőtlenítését 30 %-os H_2O_2 -dal végeztem el. A fertőtlenített magokat desztillált vízzel többször öblítettem, majd 10 mM-os CaSO_4 oldatban 4 óráig áztattam a jobb csírázás érdekében. A magvakat nedves szűrőpapír között csíráztattam (3. kép) úgy, hogy a csíranövények polaritása természetes legyen.



3. kép: A kukorica magvak előkészítése a csíráztatáshoz

A csíráztatáshoz termosztát hőmérséklete 22 °C volt. A 4 cm-es koleoptillel bíró kukorica csíranövényeket tápoldatra helyeztem. A növények neveléséhez az alábbi összetételű tápoldatot használtam: 2,0mM $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, 0,7mM K_2SO_4 , 0,5mM MgSO_4 , 0,1mM KH_2PO_4 , 0,1mM KCl , 10 μM H_3BO_3 , 1 μM MnSO_4 , 1 μM ZnSO_4 , 0,2 μM CuSO_4 , 0,01 μM $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}$. A növények a vasat 100 μM $\text{Fe}(\text{III})$ -EDTA formában kapták (Lévai, 2004) (4. kép).

2. táblázat: A kísérletekhez használt kukorica hibridek és a rájuk vonatkozó legfontosabb információk

Sorszám, FAO szám, jelölés	Hibrid neve	Forgalmazó	Magtömeg kg*hl ⁻¹	Termés t*ha ⁻¹	Tőszám (ezer)
<i>Igen korai érésű kukorica</i>					
290	Karnevalis	KWS			62-65
<i>Korai érésű kukoricák</i>					
300	Clemenso	KWS			70-80
300	NK Kansas	Syngenta	73	8-10	72-78
320	DKC 590	Monsanto	75	9,5	67-69
330	NK Lucius	Syngenta	74	10,5	65-75
330	Shakira	Agromag	77-79	8,5	60-70
340	Eric	Agromag	77-79	8,5-9	60-70
350-a	NK Octet	Syngenta	74	12	65-80
350-b	NK 37219	Syngenta	73	11	68-71
350-c	MV 350	Martonvásár	74	9,5	60-70
360-a	SC 3510	Syngenta	76	9	71-74
360-b	NK 3850	Syngenta	77	11	72-73
360-c	MV 343	Martonvásár	80	12	65-72
370-a	DKC 4490	Monsanto	74	11,5	68-75
370-b	Kamaria	Martonvásár	79	12	60-70
370-c	GK Boglár	Gabonakutató	75	8,5	55-70
370-d	Temes	Agromag	78-80	8	60-70
380	MV Tarján	Martonvásár	79	11,57 (etanol)	60-70
390-a	SY Flovita	Syngenta	75	9,5	65-70
390-b	Szegedi 386	Gabonakutató	77	(siló)	65-70
<i>Középérésű kukoricák</i>					
400-a	DKC 4717	Monsanto	78	10,5	70-76
400-b	SE 4410	Syngenta	76	11	72-74
410-a	Mikolt	Martonvásár	77	13	60-70
410-b	Kenéz	Gabonakutató	77	9,5	55-65
420	MV Koppány	Martonvásár	76	13,19 (etanol)	60-70
450-a	NK Columbia	Syngenta	73	9,5	65-75
450-b	Jennifer	Agromag	75	(siló)	65-85
470	NX 47279	Syngenta	75	10,5	66-72
480	DKC 5222	Monsanto	74	11,5	62-72
490	Szegedi 475	Gabonakutató		(siló)	55-65
<i>Kései érésű kukorica</i>					
560	Szegedi 521	Gabonakutató	72	siló	70-75



4. kép: A tápoldat készítése (Fotó: Lévai L., 2013)

A tápoldatot kétnaponta cseréltem, a tápoldat levegőztetése folyamatos volt.

1,7 literes edényekben neveltem a kísérleti növényeket, 170 ml tápoldatot hígítottam fel 1,7 literre és ehhez adagoltam a biotrágyákat. Egy edényben 4 növényt neveltem. Kezelésenként három tenyészedényt állítottam be.

A növények nevelésére a Növénytudományi Intézet, Mezőgazdasági Növényteni Növényélettani és Biotechnológiai Tanszék klímaszobájában került sor (5. kép). A környezeti feltételek szabályozottak voltak: a fényintenzitás $300 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, a hőmérséklet periodicitása 25/20°C (nappal/éjjel), a relatív páratartalom (RH) 65-75%, a megvilágítás/sötét periódus 16 óra/8 óra volt.



5. kép: A növények nevelése a klímaszobában (Fotó: Nagy L. G. 2013)

4. 2. A relatív klorofill érték meghatározása (SPAD-érték)

A klorofillméréshez a 4 leveles növények második, illetve harmadik legfiatalabb, de már teljesen kifejlett leveleit használtam. A relatív klorofill értéket SPAD-502 (MINOLTA, Japán) Chlorophyll Meter-rel mértem, kezelésként 12 növényen, 60 ismétlésben (6. 7. kép).



6. kép: A relatív klorofill érték mérése SPAD-502 klorofillmérővel



7. kép: SPAD-502 klorofillmérő

SPAD-502 klorofillmérő műszer: A mérés lényege, hogy a levélben a kloroplasztiszokban lévő klorofillok (klorofill-a és -b) a különböző hullámhosszúságú fényt különböző mértékben nyelik el. A fényelnyelés mértéke szoros összefüggésben van a levél klorofill tartalmával. A klorofillok fényelnyelési maximuma a kék és vörös hullámhosszon található. A SPAD-502 készülék a mérésre vörös fényt használ, mivel ennek az elnyelését nem befolyásolja a levél karotintartalma. A készülék világító rendszerében két fotodióda található, egy vörös (650 nm csúcsértékkel) és egy infravörös (940 nm csúcsértékkel).

A két fotodióda a fényt egyforma fényerősséggel váltakozva bocsátja ki. A megvilágított terület 6 mm^2 . A kétféle fény áthalad a levéllemezen, és egy része visszaverődik, egy része abszorbeálódik és a maradék része áthatol a levélen. A levélen áthatoló fényt egy szilikon fotodiódából álló érzékelő fogja fel, és alakítja át analóg elektromos jellé. A műszer az elektromos jelet felerősíti és számjeggyé alakítja (I5; Ványiné 2016).

4. 3. A klorofill-a, b és karotinoid meghatározása spektrofotometriásan

A fotoszintetikus pigmentek, azaz a klorofill-a, -b és a karotinoid tartalom meghatározása során a friss levelekről 0,05 grammnyi levélkorongot vettem, amelyekből Moran és Porath (1980) módszere szerint vontam ki a fotoszintetikus pigmenteket. A levélmintákra 5 ml N,N-dimetil-formamidot helyeztem és hűtve tároltam 72 óráig, hogy a fotoszintetikus pigmentek teljesen kioldódjanak a levélkorongokból. A mintákat METERTEK SP-830 típusú spektrofotométerrel 480, 647 és 664 nm-en mértem. A készülékkel kezelésként három-három levélből származó mintát mértem. A klorofill-a, -b és a karotinoidok mennyiségének kiszámítására Wellburn (1994) által közölt képletet alkalmaztam.

A mérésekben felhasznált paraméterek és számolásuk módja a következő:

a480: 480 nanométer hullámhosszon mért minta

a647: 647 nanométer hullámhosszon mért minta

a664: 664 nanométer hullámhosszon mért minta

Klorofill-a tartalom= $11,65 \cdot a_{664} - 2,69 \cdot a_{647}$

Klorofill-b tartalom= $20,81 \cdot a_{647} - 4,53 \cdot a_{664}$

Karotinoid tartalom= $((1000 \cdot a_{480} - 1,28 \cdot \text{klorofill-a}) - 56,7 \cdot \text{klorofill-b}) / 100$

4. 4. A száraz tömeg mérése

A száraz tömeg meghatározásához a kezelésként 9 mintát 65°C-on tömegállandóságig szárítottam (8. kép), majd szobahőmérsékletre történt visszahűtés után analitikai mérlegen (OHAUS) mértem (9. kép).



8. kép: A növényi minták szárítása (Fotó: Lévai L., 2013).



9. kép: OHAUS analitikai mérleg

4. 5. Az alkalmazott baktériumtrágyák

A kísérleteimben három kereskedelmi forgalomban is kapható baktériumtrágyát használtam.

Az egyik alkalmazott baktériumtrágya (jelölése „A”) viszkózus folyadék, mely két baktériumot, az *Azotobacter chroococcum* ($1-2 \times 10^9$ db cm^{-3}) és a *Bacillus megaterium* ($1-2 \times 10^8$ db cm^{-3}) tartalmazza, használata biogazdálkodásban is ajánlott.

A másik baktériumtrágya (jelölése „B”) viszkózus folyadék, mely az alábbi baktériumokat, összesen hat különböző törzset tartalmazza: *Azospirillum brasilense*, *Azotobacter vinelandii*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus polymyxa*, *Pseudomonas fluorescens*, *Streptomyces albus*. Az összes csíraszám: $4,3 \times 10^9$ db cm^{-3} . Jellegzetes, cefrére emlékeztető szagú, tejeskávés színű vizes szuszpenzió, pH: 5-6,5. Közegészségügyi szempontból nem mérgező, nem veszélyes, nem fertőző. Munkaegészségügyi várakozási idő: 0 nap.

A harmadik baktériumtrágya (jelölése „C”) amely a következő baktériumokat, összesen négy különböző törzset tartalmaz: *Azotobacter chroococcum*, *Azospirillum* ssp., *Bacillus megaterium*, *Bacillus subtilis*.

A baktériumtrágyákat 1 ml dm^{-3} koncentrációban adtam a tápoldathoz.

4. 6. Az eredmények statisztikai kiértékelése

Az eredmények kiértékeléséhez Microsoft Excel 2010 és Sigma Plot 8.0 verziót, statisztikai analízisként „t” tesztet használtam.

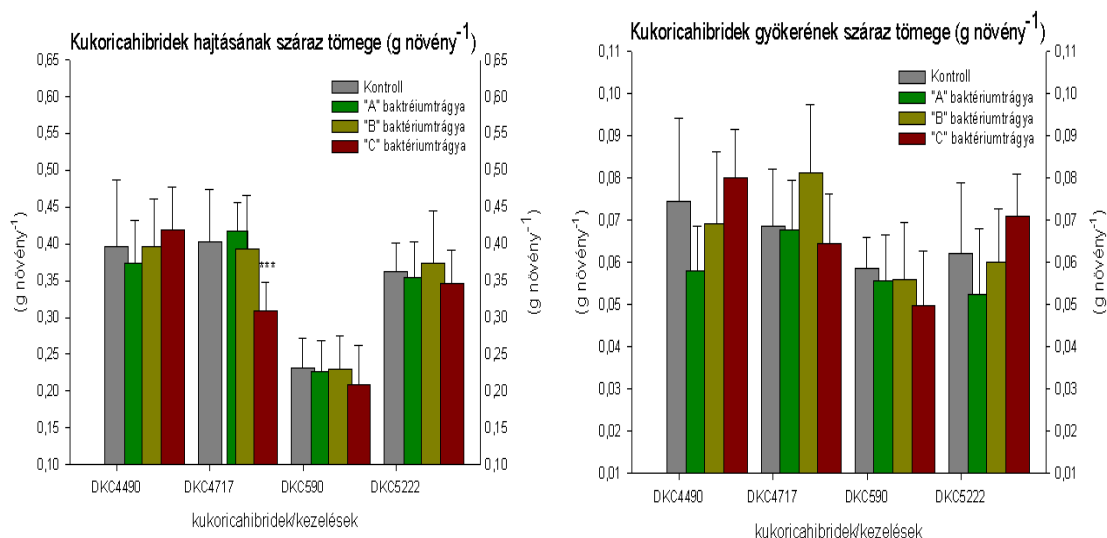
5. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

5. 1. A kukorica hibridek hajtásának és gyökerének száraz tömege a baktériumtrágya kezelések hatására

Három baktériumtrágya hatását vizsgáltam a különféle nemesítőházból származó kukorica hibridek biomassza produkciójára. Megállapítottam, hogy a baktériumtrágyák eltérően hatottak a vizsgált kukorica hibridek száraz tömegére. A fejezetben a különböző nemesítő házakból származó kukorica hibrideknek a baktériumtrágyák hatására kifejtett tömegnövekedését mutatom be. A hibridek sorrendjét az adott nemesítőház szerint határoztam meg.

5. 1. 1. A MONSANTO nemesítőházból származó kukorica hibridek hajtásának és gyökerének száraz tömege a baktériumtrágya kezelések hatására

A *Monsanto* nemesítőházból négy hibridet vizsgáltam, ezek a DKC 4490, 4717, 590 és az 5222 voltak. A kukorica hibridek gyökerének száraz tömege az 2. A és 2. B ábrán látható. Megállapítható, hogy az egyes hibridek tömege a baktériumtrágyák hatására nem azonos mértékben változott. Legkevésbé reagált a **DKC 590** számú hibrid, amelynek hajtás biomassza-tömege átlagosan 50%-al kevesebbnek adódott. Megállapítható még, hogy a hajtás biomassza-tömege egyenletesebb reakciót adott, mint a gyökértömegek, ahol nagyobb szórást tapasztaltam (2. A. és 2. B. ábra).



2. ábra A és B: A Monsanto nemesítőházból származó kukorica hibridek hajtásának (A - bal oldal) és gyökerének (B - jobb oldal) száraz tömege (g növény⁻¹) n=9±S.D. Szignifikáns különbség a kontrollhoz viszonyítva: ***p<0,001

A Monsanto kereskedőház hibridjei közül a **DKC 4490** hibridnél a „C” jelű baktériumtrágya hatására tapasztalható növekedés a hajtás és a gyökér száraz tömegében. A **DKC 4717** kukorica hibridnél a hajtás száraz tömege szignifikánsan csökkent a kontroll értékhez képest a „C” baktériumtrágya hatására. A **DKC 5222** hibridnél a „B” baktériumtrágya hatására tapasztalható növekedés a hajtás száraz tömegében. A gyökér száraz tömege a **DKC 5222** hibridnél a „C” baktériumtrágya kezelés hatására nőtt a kontrollhoz képest, míg az „A” jelű baktériumtrágya hatására csökkent. Ez a csökkenés a 10. képen is jól látható.



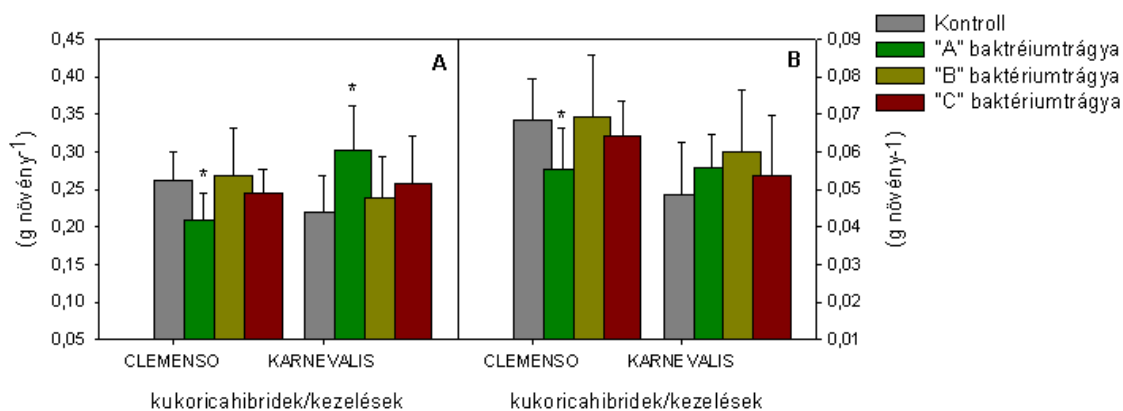
10. kép: A különböző „A”, „B” és „C” jelölésű baktériumtrágyák hatása a DKC 5222 kukorica hibridek növekedésére (Fotó: Nagy L. G., 2012) (kezelések balról jobbra a képen: 1. kontroll, 2. „A” bakt.trágya, 3. „B” bakt.trágya, 4. „C” bakt.trágya)

5. 1. 2. A KWS nemesítőházból származó kukorica hibridek hajtásának és gyökerének száraz tömege a baktériumtrágya kezelésekre hatására

A **KWS** nemesítőháztól két kukorica hibridet vizsgáltam. A kukorica hibridek hajtásának és gyökerének a száraz tömegét a 3. A és 3. B ábra mutatja be. Megállapítható, hogy az oltóanyagokra a két vizsgált hibrid nem azonos módon reagált. A **Clemenso** hibridnél a „A” jelű baktériumtrágya hatására szignifikánsan kisebb száraz tömeget mértem, mind a hajtás, mind a gyökértömegekre vonatkoztatva. A gyökértömegek ebben az esetben is nagyobb eltéréseket adtak.

A **Karnevalis** hibrid hajtásának száraz tömege szignifikánsan nőtt (27 %-kal) a kontrollhoz viszonyítva. Ez a tendencia látható a gyökérnél is, de ott nem szignifikáns a

növekedés. A Karnevalis hajtásának száraz tömege a „B” baktériumtrágya kezelésnél 8 %-kal, a „C” jelű baktériumtrágyánál pedig 11 %-kal nőtt.



3. A és B ábra: A KWS nemesítőházból származó kukorica hibridek hajtásának (A) és gyökerének (B) száraz tömege (g növény⁻¹) $n=9 \pm$ S.D. Szignifikáns különbség a kontrollhoz viszonyítva: * $p < 0,05$

A **Clemenso** hibrid hajtásának és gyökerének száraz tömege tehát 20 %-kal szignifikánsan csökkent az „A” jelű baktériumtrágya hatására (11. kép).



11. kép: A különböző „A”, „B” és „C” jelölésű baktériumtrágyák hatása a Clemenso kukorica hibridek növekedésére (Fotó: Nagy L. G., 2012) (kezelések balról jobbra a képen: 1. kontroll, 2. „A” bakt.trágya, 3. „B” bakt.trágya, 4. „C” bakt.trágya)

5. 1. 3. A SYNGENTA nemesítőházból származó kukorica hibridek hajtásának és gyökerének száraz tömege a baktériumtrágya kezelések hatására

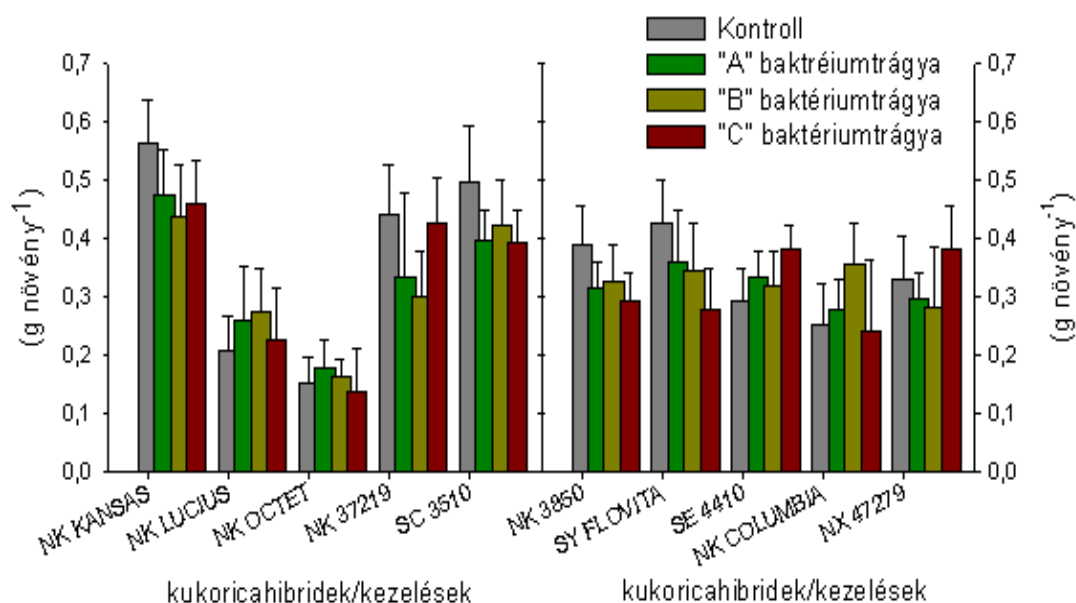
A *Syngenta* nemesítőházból tíz hibridet vontam be a vizsgálatokba: NK Kansas, NK Lucius, NK Octet, NK 37219, SC 3510, NK 3850, SY Flovita, SE 4410, NK Columbia, NX47279.

A korábbiakban bemutatott eredményekhez hasonlóan a Syngenta hibridekre is különbözőképpen hatottak a vizsgált baktériumtrágyák. A 4. és 5. ábrákon a vizsgált kukorica hibridek hajtásának és gyökerének száraz tömegét mutatom be.

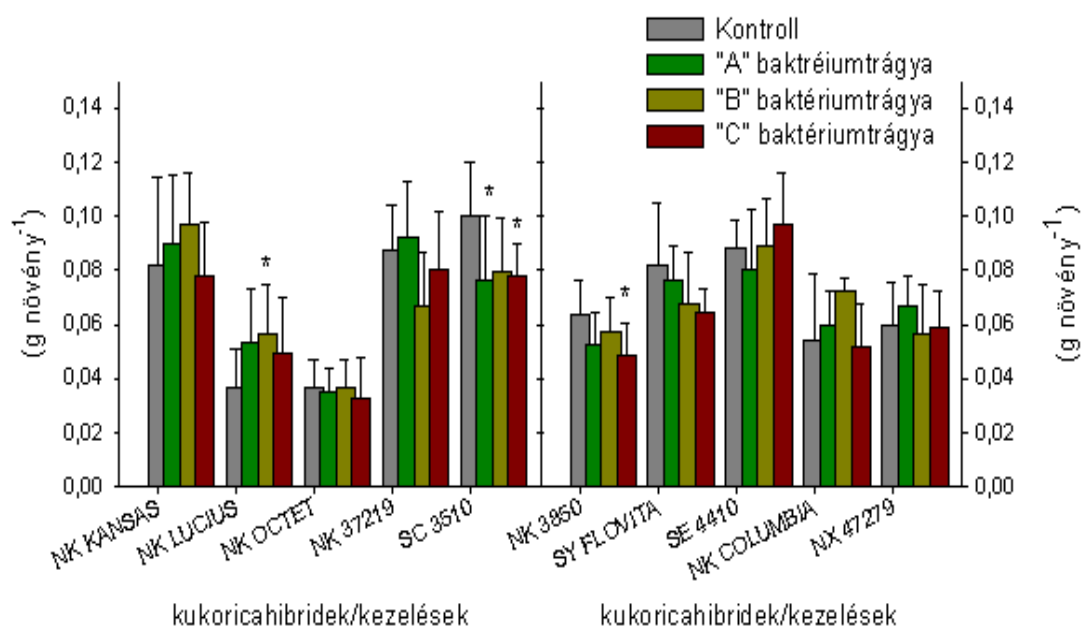
A vizsgált három baktériumtrágya nem gyakorolt szignifikáns hatást a kukorica hibridek hajtástömegére. Az „A” jelű baktériumtrágya hatására az *NK Lucius*, az *NK Octet*, az *SE 4410* és a *NK Columbia* hibridek hajtásának száraz tömegében mértem kismértékű növekedést. A „B” és „C” jelű baktériumtrágya hibridenként eltérő hatást gyakorolt a hajtás száraztömegére, a különbségek itt sem szignifikánsak.

Az *NK Lucius* hibrid gyökerének száraz tömege a „B” jelű baktériumtrágya hatására szignifikánsan nőtt a kontrollhoz képest., az *SC 3510* gyökértömege az „A” és a „C” kezelés hatására viszont szignifikánsan csökkent a kontroll értékhez képest. A „C” jelölésű baktériumtrágya hatására a gyökér száraz tömege szignifikánsan csökkent az *NK 3850* hibridnél.

A többi vizsgált hibridnél a gyökér száraz tömegének vizsgálatakor kontroll körüli értéket kaptam minden kezelésnél.



4. ábra: A Syngenta nemesítőházból származó kukorica hibridek hajtásának tömege (g növény⁻¹) n=9± S.D. Szignifikáns különbség a kontrollhoz viszonyítva: *p<0,05



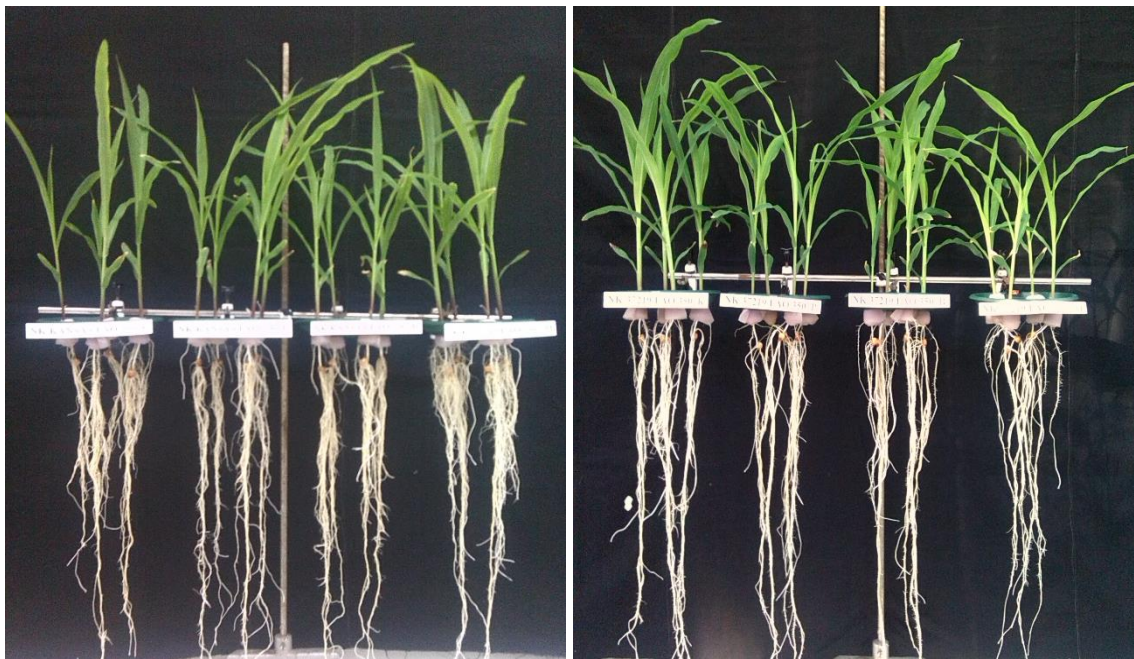
5. ábra: A Syngenta nemesítőházból származó kukorica hibridek gyökerének száraz tömege (g növény⁻¹) n=9± S.D. Szignifikáns különbség a kontrollhoz viszonyítva: *p<0,05

Az „A” jelű baktériumtrágya növelte a **NK Lucius** hibrid hajtásának száraz tömegét, amely a kontrollhoz képest, 20 %-kal lett nagyobb. Az NK Lucius hibrid hajtásának és

gyökerének száraz tömege minden kezelés hatására nőtt a kontrollhoz képest a „B” jelű baktériumtrágya hatására. A gyökérnél a növekedés szignifikáns, 34 %-kal.

Az **NK 37219** hibrid hajtásának száraz tömeg mind a három baktériumtrágya kezelés hatására csökkent a kontrollhoz képest. A gyökér száraz tömege az „A” jelű kezelés hatására nőtt, a „B” és „C” jelölésű kezelések hatására csökkent. A változások nem szignifikánsak.

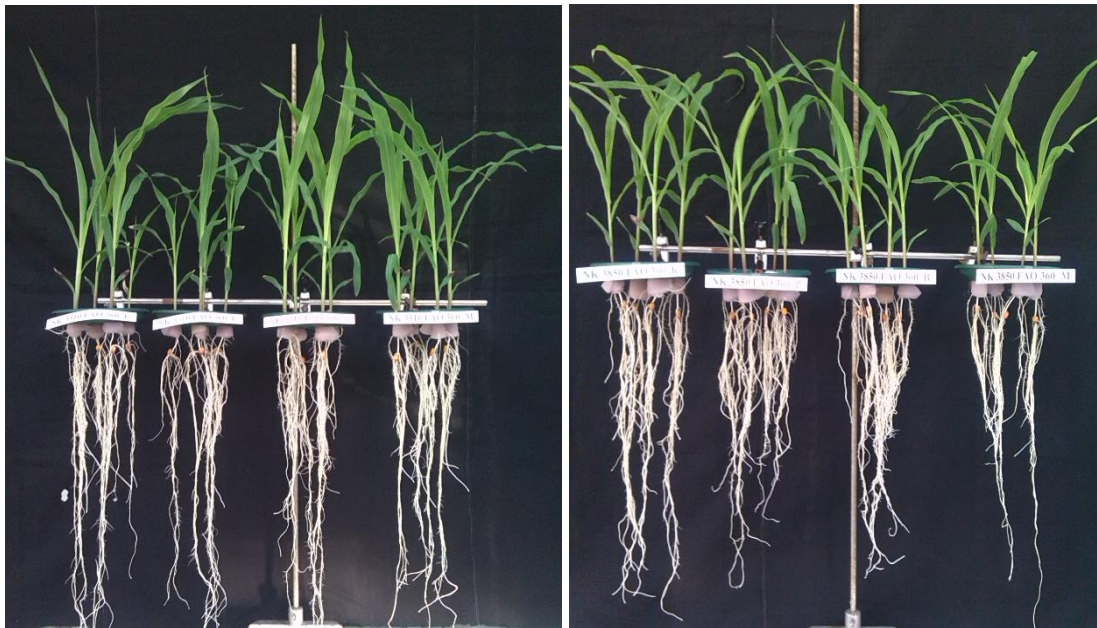
Az **NK Kansas** kukorica hibridnél a hajtás száraz tömege minden baktériumtrágya hatására szignifikánsan csökkent a kontroll értékhez képest. Ezzel ellentétben az „A” és „B” jelű baktériumtrágyák növelték a gyökér száraz tömegét. Az **NK 37219** hibrid hajtásának száraz tömeg mind a három baktériumtrágya kezelés hatására csökkent a kontrollhoz képest. A gyökér száraz tömege az „A” jelű kezelés hatására nőtt, a „B” és „C” jelölésű kezelések hatására csökkent. A változások nem szignifikánsak (12. A és B kép).



12. A és B kép: NK Kansas és az NK 37219 hibridek növekedése baktériumtrágyák hatására („A”, „B”, „C”) (Fotó: Nagy L.G., 2012) (kezelések balról jobbra a képen: 1. kontroll, 2. „A” bakt.trágya, 3. „B” bakt.trágya, 4. „C” bakt.trágya)

Az **SC 3510** hibrid hajtásának és gyökerének száraz tömege csökkent mind a három kezelés hatására a kontrollhoz képest. Az **NK 3850** hibrid hajtásának és gyökerének száraz tömeg mind a három baktériumtrágya hatására csökkent a kontrollhoz

viszonyítva. A gyökér száraz tömege a „C” kezelésnél szignifikánsan csökkent. A kapott eredményeket a 13. A és B kép is szemlélteti.



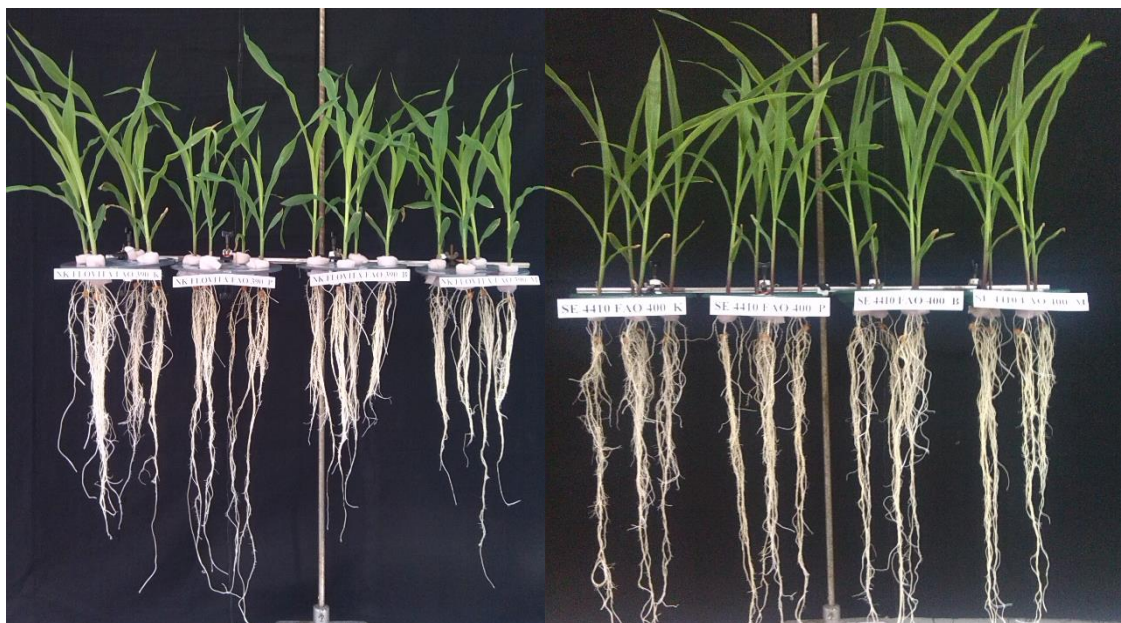
13. A és B kép SC 3510 és az NK 3850 hibridek növekedése baktériumtrágyák hatására („A”, „B”, „C”) (Fotó: Nagy L.G., 2012) (kezelések balról jobbra a képen: 1. kontroll, 2. „A” bakt.trágya, 3. „B” bakt.trágya, 4. „C” bakt.trágya)

Az **SY Flovita** hajtásának és gyökerének száraz tömege csökkent a három kezelés hatására a kontrollhoz képest. A legnagyobb csökkenés a „C” jelölésű baktériumtrágyánál látható.

A második levelében mért relatív klorofill tartalom mind a három kezelés hatására nőtt, az „A” baktériumtrágya hatására szignifikáns növekedés figyelhető meg a kontrollhoz képest.

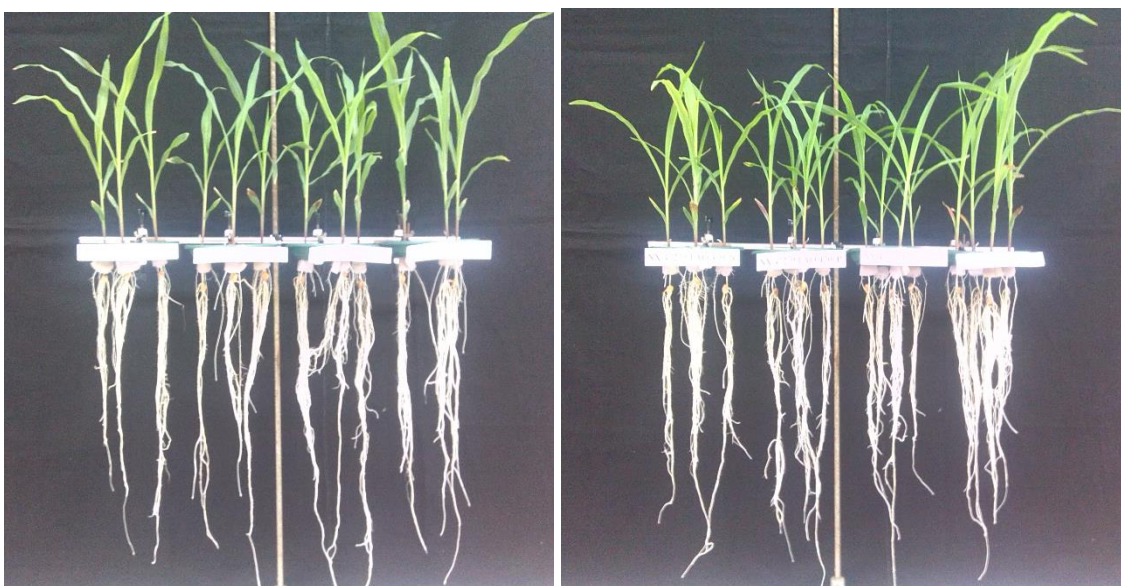
A harmadik levelében szignifikáns csökkenés tapasztalható a „C” kezelésnél.

Az **SE 4410** hibrid hajtásának száraz tömege mind a három vizsgált baktériumtrágya hatására nőtt, a kontrollhoz képest. A gyökér száraz tömege az „A” és „B” kezeléseknél csökkent, a „C” baktériumtrágya hatására pedig nőtt (14. A, B kép).



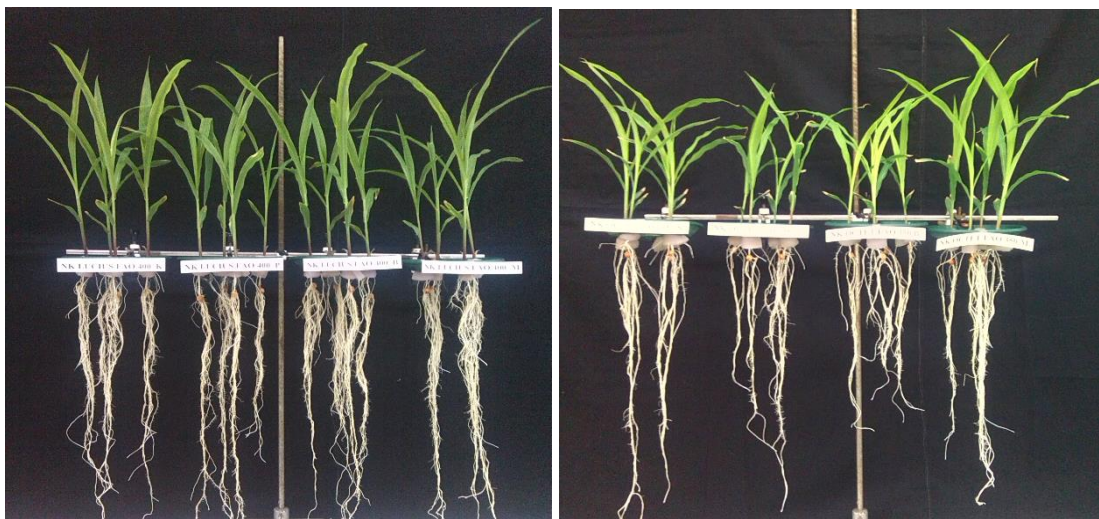
14. A és B kép: SY Flovita és az SE 4410 hibrid növekedése baktériumtrágyák hatására („A”, „B”, „C”) (Fotó: Nagy L.G., 2012) (kezelések balról jobbra a képen: 1. kontroll, 2. „A” bakt.trágya, 3. „B” bakt.trágya, 4. „C” bakt.trágya)

Az **NK Columbia** hajtásának és gyökerének száraz tömege nőtt az „A” és „B” jelölésű kezelések hatására a kontrollhoz képest. A nagyobb növekedés a „B” baktériumtrágyánál figyelhető meg. Az **NX 47279** kukorica hibrid hajtásának száraz tömege nőtt a „C” baktériumtrágya kezelésnél. A gyökér száraz tömege az „A” kezelésnél nőtt, a többi kezelésnél csökkent a kontrollhoz képest (15. A, B kép).



15. A és B kép: NK Columbia és NX 47279 hibrid növekedése baktériumtrágyák hatására („A”, „B”, „C”) (Fotó: Nagy L.G., 2012) (kezelések balról jobbra a képen: 1. kontroll, 2. „A” bakt.trágya, 3. „B” bakt.trágya, 4. „C” bakt.trágya).

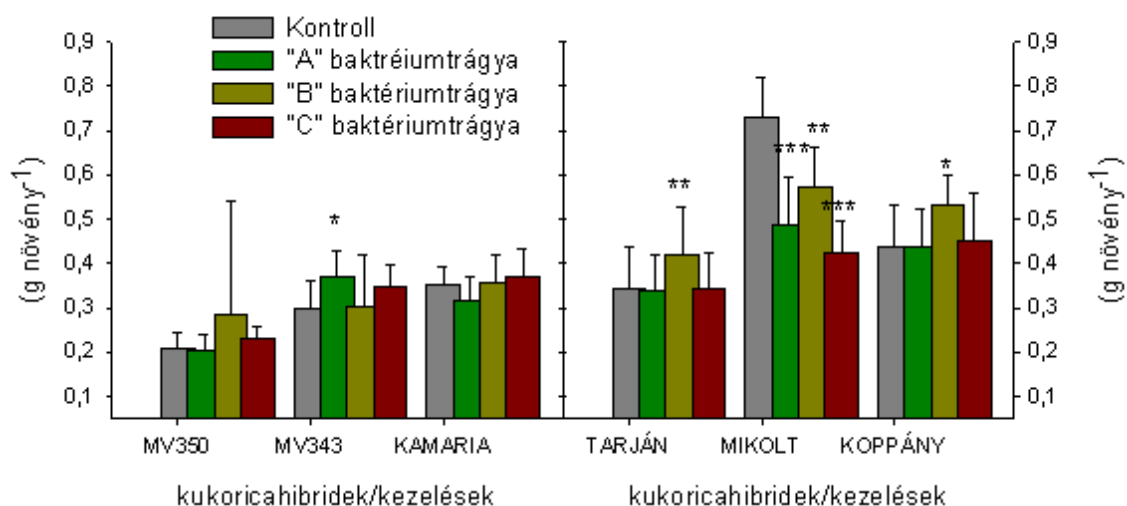
Az *NK Octet*-nél az „A” és „B” baktériumtrágya növelte a hajtás száraz tömegét, míg a „C” baktériumtrágya csökkentette. A gyökér száraz tömegének vizsgálatakor kontroll körüli értéket kaptam minden kezelésnél (16. A-B kép).



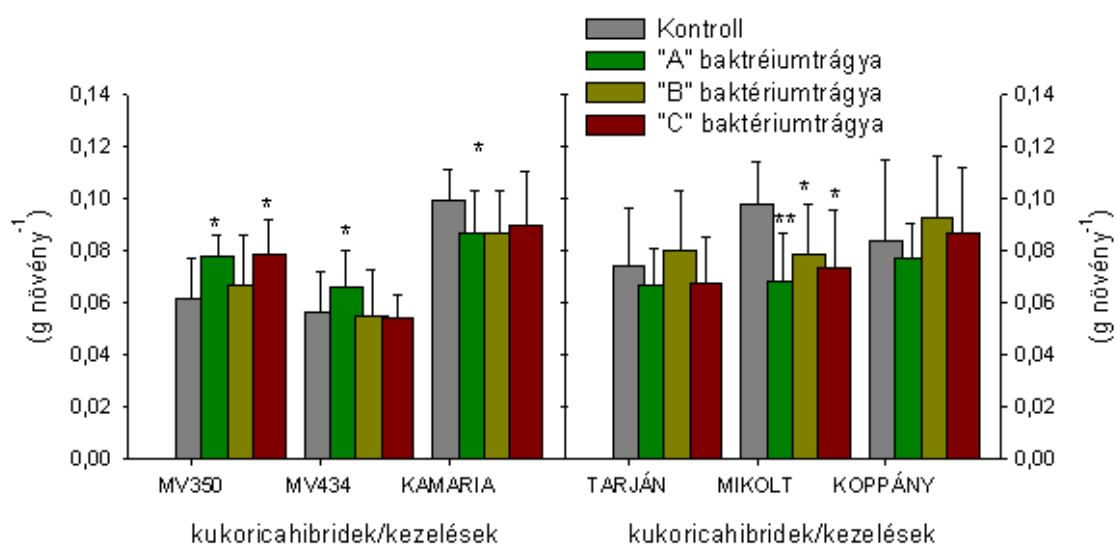
16. A és B kép: NK Lucius és NK Octet hibrid növekedése baktériumtrágyák hatására („A”, „B”, „C”) (Fotó: Nagy L.G., 2012) (kezelések balról jobbra a képen: 1. kontroll, 2. „A” bakt.trágya, 3. „B” bakt.trágya, 4. „C” bakt.trágya)

5. 1. 4. A MARTONVÁSÁRI nemesítőházból származó kukorica hibridek hajtásának és gyökerének száraz tömege a baktériumtrágya kezelések hatására

A *Martonvásári* nemesítőház hibridjei közül hat hibridet vizsgáltam: MV 350, MV 343, Kamaria, Tarján, Mikolt, Koppány. A vizsgált hibridek ebben az esetben is eltérően reagáltak a baktériumtrágyákra. A hajtás száraz tömegében a legkisebb és a legnagyobb értéket adó hibridek között jelen esetben is átlagosan 100%-os eltérést tapasztaltam. A legkisebb 0,2 g száraz tömeghez (MV 350) viszonyítva akár 0,8 g-ot is mérhettünk a *Mikolt* hibridnél, ahol baktériumtrágyát nem alkalmaztunk. A Mikolt hibrid mindegyik baktériumtrágya kezelésre negatív eredménnyel reagált, azaz csökkent a növény biomasszája (hajtás és gyökértömeg is) (6. és 7. ábra).



6. ábra: A Martonvásári nemesítőházból származó kukorica hibridek hajtásának száraz tömege (g növény⁻¹) n=9± S.D. Szignifikáns különbség a kontrollhoz viszonyítva: *p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001

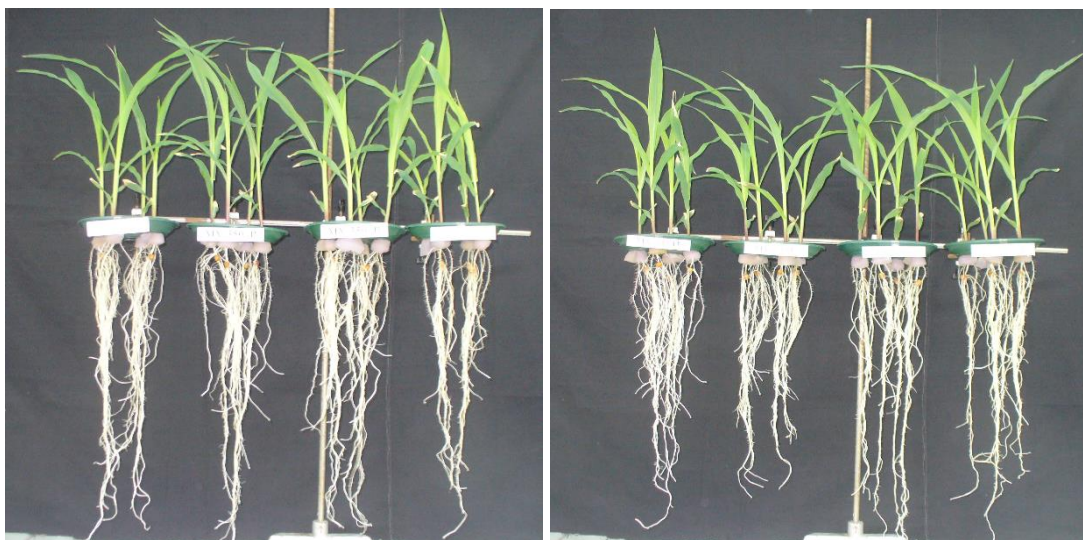


7. ábra: a Martonvásári nemesítőházból származó kukorica hibridek gyökerének száraz tömege (g növény⁻¹) n=9± S.D. Szignifikáns különbség a kontrollhoz viszonyítva: *p<0,05; **p<0,01

A három baktériumtrágya hatását a **Martonvásári** nemesítőház hat hibridjén vizsgáltam.

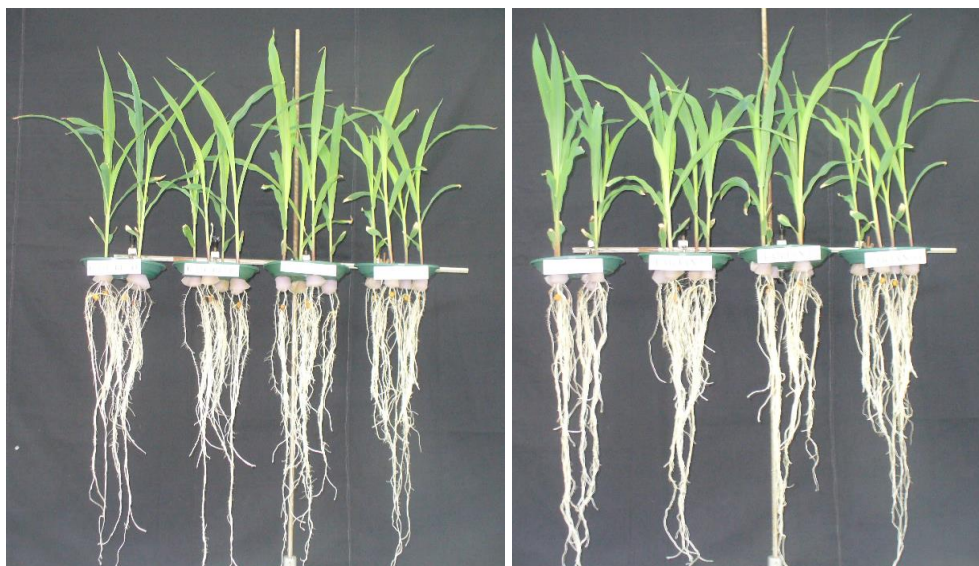
Az **MV 350** kukorica hibrid hajtásának száraz tömege a „C” jelölésű baktériumtrágya hatására 10 %-kal nőtt a kontrollhoz képest. A gyökér száraz tömege minden kezelés hatására nőtt, az „A” és „C” kezeléseknél szignifikáns növekedés figyelhető meg.

Az **MV 343** hajtásának száraz tömege 19 %-kal, az „A” kezelés hatására, 8 %-kal a „B” kezelésnél és 14 %-kal a „C” baktériumtrágyánál nőtt a kontrollhoz képest. A gyökér száraz tömege 22, 5 és 5 %-kal volt több a kezelések hatására (17. A és B kép).



17. A és B kép: MV 350 és MV 343 hibrid növekedése baktériumtrágyák hatására („A”, „B”, „C”) (Fotó: Nagy L.G., 2012). (kezelések balról jobbra a képen: 1. kontroll, 2. „A” bakt.trágya, 3. „B” bakt.trágya, 4. „C” bakt.trágya)

A **Kamaria** hibrid hajtásának száraz tömege a „B” és „C” jelű kezelések hatására nőtt, míg a gyökér száraz tömege mind a három kezelés hatására csökkent a kontrollhoz képest. A **Tarján** hibrid hajtásának száraz tömege 29 %-kal volt több a „B” baktériumtrágya hatására a kontrollhoz képest (18. A és B kép).



18. A és B kép: Kamaria és Tarján hibrid növekedése baktériumtrágyák hatására („A”, „B”, „C”) (Fotó: Nagy L.G., 2012) (kezelések balról jobbra a képen: 1. kontroll, 2. „A” bakt.trágya, 3. „B” bakt.trágya, 4. „C” bakt.trágya)

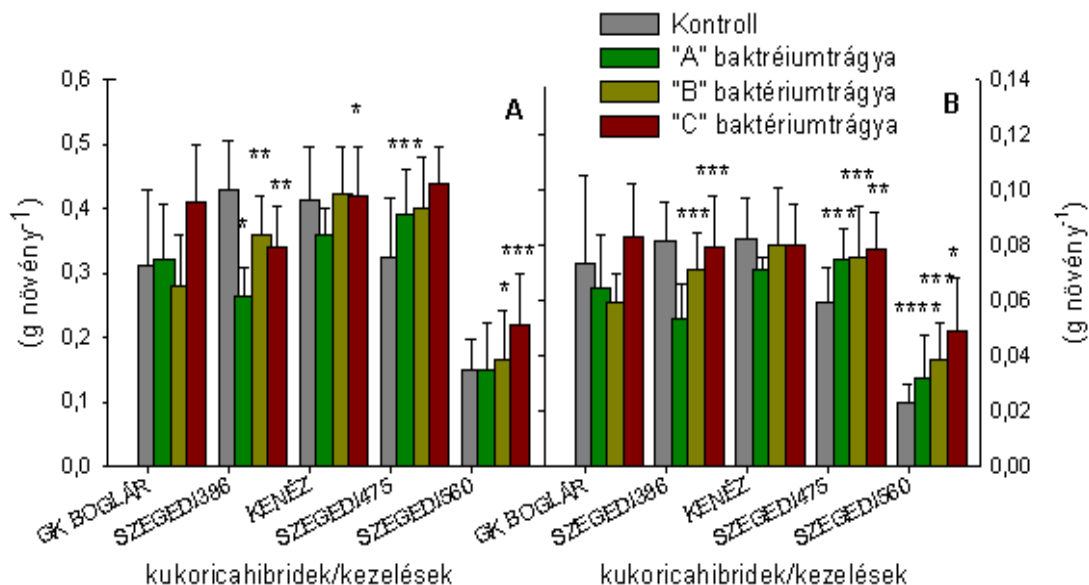
Az **MV Mikolt** kukorica hibridnél a hajtás és gyökér száraz tömege szignifikánsan csökkent mind a három kezelés hatására. Az **MV Koppány** hajtásának száraz tömege a „B” és „C” kezelések hatására nőtt, míg a gyökér száraz tömege az „A” kezelésnél csökkent, a másik két kezelésnél nőtt a kontrollhoz képest (19. A és B kép).



19. A és B kép: Mikolt hibrid növekedése baktériumtrágyák hatására („A”, „B”, „C”) (Fotó: Nagy L.G., 2012) (kezelések balról jobbra a képen: 1. kontroll, 2. „A” bakt.trágya, 3. „B” bakt.trágya, 4. „C” bakt.trágya)

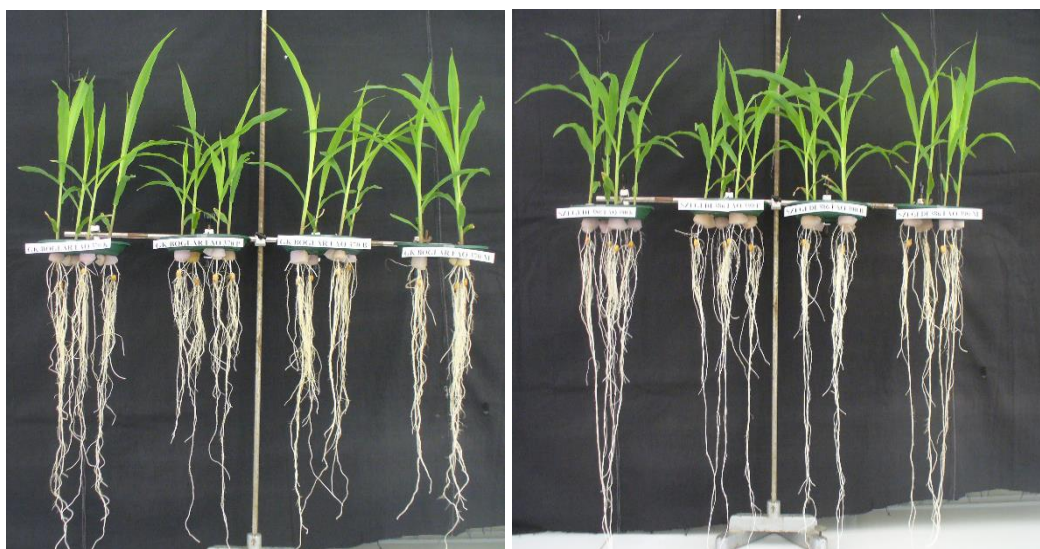
5. 1. 5. A SZEGEDI GABONAKUTATÓBÓL származó kukorica hibridek hajtásának és gyökerének száraz tömege a baktériumtrágya kezelések hatására

A **Szegedi Gabonakutató** hibridjei közül öt hibridet vizsgáltam: GK Boglár, Szegedi 386, 475 és 560 és a Kenéz. A hibridek hajtás és gyökér száraz tömeg adatait a 8. A és B. ábrán mutatom be. Legkisebb hajtás száraz tömeget a **Szegedi 521** (FAO 560) hibridnél tapasztaltam, ennek értéke csak negyede volt a többi vizsgált hibrid hajtás tömegéhez viszonyítva. Ez az észlelt tendencia a gyökértömegeknél is jelentkezett. A Szegedi Gabonakutató hibridjei között is tapasztaltam a baktériumtrágya kezelésekkel szemben szignifikánsan negatív és pozitív reakciókat is (8. A és 8. B ábra).



8. A és B. ábra: A Szegedi Gabonakutatóból származó kukorica hibridek hajtásának (A) és gyökerének (B) száraz tömege (g növény⁻¹) $n=9 \pm$ S.D. Szignifikáns különbség a kontrollhoz viszonyítva: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$

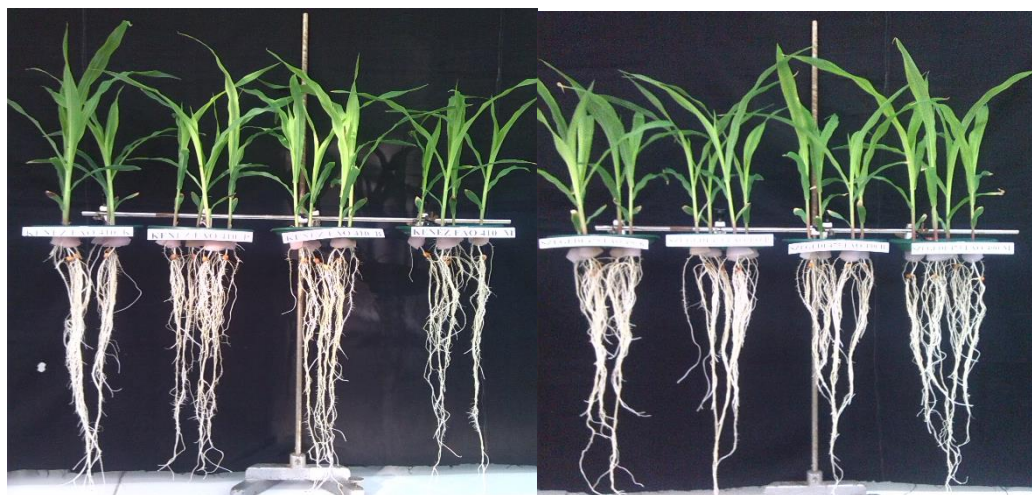
A **GK Boglár** hajtásának száraz tömege 24 %-kal nőtt a „C” jelű baktériumtrágya kezelés hatására. A gyökér száraz tömege 13 %-kal nőtt a kontrollhoz képest. A **Szegedi 386** kukorica hibrid hajtásának és gyökerének száraz tömege szignifikánsan csökkent az „A” kezelésnél, a hajtás száraz tömege 39%-kal, a gyökér száraz tömege 35 %-kal csökkent a kontrollhoz viszonyítva (20. A és B kép).



20. A és B kép: GK Boglár hibrid növekedése baktériumtrágyák hatására („A”, „B”, „C”) (Fotó: Nagy L.G., 2012)(kezelések balról jobbra a képen: 1. kontroll, 2. „A” bakt.trágya, 3. „B” bakt.trágya, 4. „C” bakt.trágya)

A **Kenéz** hibrid hajtásának száraz tömege nem szignifikánsan nőtt a „B” és „C” kezeléseknél, a gyökér száraz tömege minden kezelés hatására csökkent.

A **Szegedi 475** kukorica hibrid hajtásának és gyökerének száraz tömege is nőtt mind a három kezelés hatására. A „C” kezelésnél a hajtás és gyökér tömeg gyarapodása is szignifikáns (21. A és B kép). A **Szegedi 521** számú hibridnél a „B” és „C” kezelés hatására figyelhető meg hajtás és gyökér száraz tömeg gyarapodás (22. kép).



21. A és B. kép: Kenéz és Szegedi 475 hibrid növekedése baktériumtrágyák hatására („A”, „B”, „C”) (Fotó: Nagy L.G.,2012) (kezelések balról jobbra a képen: 1. kontroll, 2. „A” bakt.trágya, 3. „B” bakt.trágya, 4. „C” bakt.trágya)



22. A és B kép: Szegedi 521 növekedése baktériumtrágyák hatására („A”, „B”, „C”) (Fotó: Nagy L.G., 2012) (kezelések balról jobbra a képen: 1. kontroll, 2. „A” bakt.trágya, 3. „B” bakt.trágya, 4. „C” bakt.trágya)

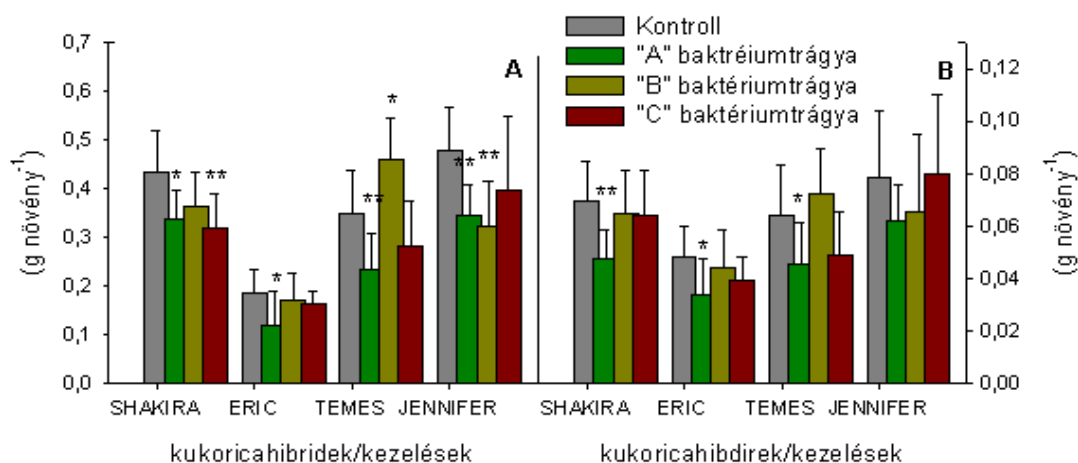
5. 1. 6. Az AGROMAG SZEGED nemesítőházából származó kukorica hibridek hajtásának és gyökerének száraz tömege a baktériumtrágya kezelésekre hatására

Az **Agromag Szeged** kereskedőház hibridjei közül négy hibridet vizsgáltam: Shakira, Eric, Temes, Jennifer.

A négy hibrid közül a legkisebb hajtás tömeget az Eric hibrid adta. A legkisebb és a legnagyobb hajtás tömeg között szintén kétszeres eltérés adódott átlagosan. A tendencia a hajtás és gyökértömegéknél egyaránt jelentkezett (9. A. és B. ábra).

A **Shakira** kukorica hibrid hajtásának és gyökerének száraz tömege csökkent a baktériumtrágya kezelésekre hatására a kontrollhoz képest. A „B” és „C” jelű baktériumtrágya kezelés hatására a gyökér száraz tömege kontroll körüli értéket adott.

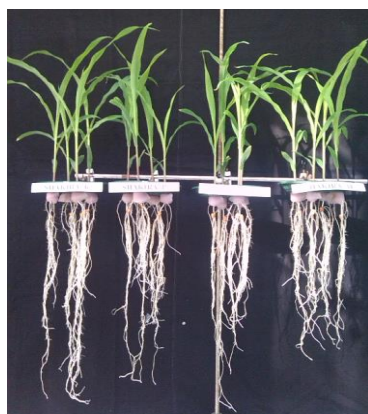
Az **Eric** és a **Jennifer** hibrideknél is csökkenés figyelhető meg a hajtás és a gyökér száraz tömegében a kezelésekre hatására. A **Temes** hibridnél az „A” baktériumtrágya szignifikánsan csökkentette a hajtás és gyökér száraz tömegét.



9. A és B. ábra: Az Agromag Szeged nemesítőházából származó kukorica hibridek hajtásának (A) és gyökerének (B) száraz tömege (g növény⁻¹) n=9± S.D. Szignifikáns különbség a kontrollhoz viszonyítva: *p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001

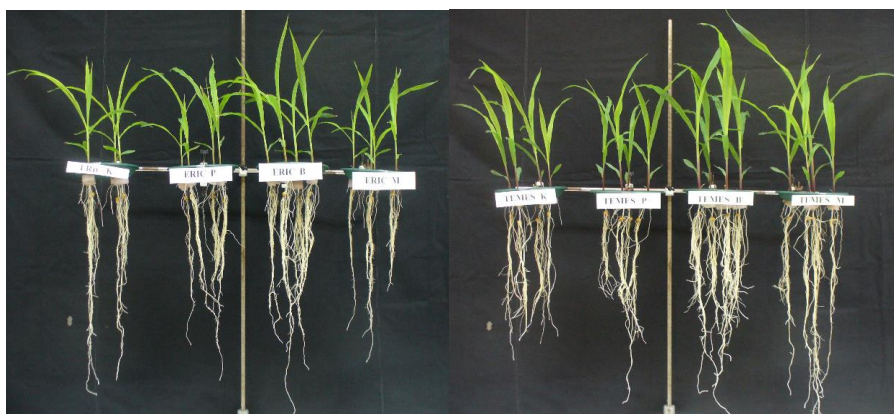
A **Shakira** kukorica hibrid hajtásának és gyökerének száraz tömege csökkent a baktériumtrágya kezelésekre hatására a kontrollhoz képest. Az „A” jelű kezelésnél a hajtás száraz tömege 25 %-kal, a gyökér száraz tömege 31 %-kal.

Ezek a csökkenések szignifikánsak a kontroll értékhez viszonyítva. A hajtás tömege 19 %-kal csökkent a „B” kezelésnél és 29 %-kal a „C” jelű baktériumtrágyánál. A gyökér száraz tömege kontroll körüli értéket adott (23. A. és B. kép).



23. A és B kép: Shakira hibridek növekedése baktériumtrágyák hatására („A”, „B”, „C”) (Fotó: Nagy L.G., 2012) (kezelések balról jobbra a képen: 1. kontroll, 2. „A” bakt.trágya, 3. „B” bakt.trágya, 4. „C” bakt.trágya)

Az **Eric** hibrid hajtásának és gyökerének száraz tömeg 36 %-kal csökkent az „A” baktériumtrágya hatására a kontrollhoz képest. A **Temes** kukorica hibrid hajtásának és gyökerének száraz tömege nőtt a „B” jelű kezelés hatására. Az „A” baktériumtrágya hatására a növekedés a hajtásnál szignifikáns (24. A. és B. kép).



24. A és B. kép: Eric és Temes hibrid növekedése baktériumtrágyák hatására („A”, „B”, „C”) (Fotó: Nagy L.G., 2012) (kezelések balról jobbra a képen: 1. kontroll, 2. „A” bakt.trágya, 3. „B” bakt.trágya, 4. „C” bakt.trágya)

A **Jennifer** hajtásának száraz tömege 28 %-kal, gyökerének száraz tömege 21 %-kal csökkent az „A” jelű kezelés hatására a kontrollhoz viszonyítva. A „B” kezelésnél a hajtás száraz tömege 33 %-kal, a gyökér száraz tömege 15 %-kal csökkent, ezek az értékek a „C” kezelésnél 17 % és 2,5 % (16. ábra). A száraz tömegben tapasztalható csökkenések a 25. képen is jól megfigyelhető.



25. kép: Jennifer hibrid növekedése baktériumtrágyák hatására („A”, „B”, „C”) (Fotó: Nagy L.G., 2012)
(kezelések balról jobbra a képen: 1. kontroll, 2. „A” bakt.trágya, 3. „B” bakt.trágya, 4. „C” bakt.trágya)

5. 1. 7. A három vizsgált baktériumtrágya hatásának összegző értékelése a kukorica hibridek hajtás- és gyökértömegére

A három vizsgált baktériumtrágya hatását a vizsgált kukorica hibridek hajtás- és gyökértömegére a 3. táblázatban foglaltam össze.

3. táblázat: A három baktériumtrágya hatása a kukorica hibridek hajtás- és gyökértömegére

ns=nem szignifikáns; *↑= szignifikánsan nőtt; *↓= szignifikánsan csökkent; A; B; C= baktériumtrágya

Sorszám, FAO szám, jelölés	Hibrid neve	Forgalmazó	Hajtás száraz tömege			Gyökér száraz tömege		
			A	B	C	A	B	C
Igen korai érésű kukorica								
290	Karnevalis	KWS	*↑	ns	ns	ns	ns	ns
Korai érésű kukoricák								
300	Clemenso	KWS	*↓	ns	ns	*↓	ns	ns
300	NK Kansas	Syngenta	ns	ns	ns	ns	ns	ns
320	DKC 590	Monsanto	ns	ns	ns	ns	ns	ns
330	NK Lucius	Syngenta	ns	ns	ns	ns	*↑	ns
	Shakira	Agromag	*↓	ns	*↓	*↓	ns	ns
340	Eric	Agromag	*↓	ns	ns	*↓	ns	ns
350-a	NK Octet	Syngenta	ns	ns	ns	ns	ns	ns
350-b	NK 37219	Syngenta	ns	ns	ns	ns	ns	ns
350-c	MV 350	Martonvásár	ns	ns	ns	*↑	ns	*↑
360-a	SC 3510	Syngenta	ns	ns	ns	*↓	ns	*↓
360-b	NK 3850	Syngenta	ns	ns	ns	ns	ns	*↓
360-c	MV 343	Martonvásár	*↑	ns	ns	*↑	ns	ns
370-a	DKC 4490	Monsanto	ns	ns	ns	ns	ns	ns
370-b	Kamaria	Martonvásár	ns	ns	ns	*↑	ns	ns
370-c	GK Boglár	Gabonakutató	ns	ns	ns	ns	ns	ns
370-d	Temes	Agromag	*↓	*↑	ns	*↓	ns	ns
380	MV Tarján	Martonvásár	ns	*↑	ns	ns	ns	ns
390-a	SY Flovita	Syngenta	ns	ns	ns	ns	ns	ns
390-b	Szegedi 386	Gabonakutató	*↓	*↓	*↓	ns	*↓	*↓
Középérésű kukoricák								
400-a	DKC 4717	Monsanto	ns	ns	ns	ns	ns	ns
400-b	SE 4410	Syngenta	ns	ns	ns	ns	ns	ns
410-a	Mikolt	Martonvásár	*↓	*↓	*↓	*↓	*↓	*↓
410-b	Kenéz	Gabonakutató	ns	ns	*↑	ns	ns	ns
420	MV Koppány	Martonvásár	ns	ns	*↑	ns	ns	ns
450-a	NK Columbia	Syngenta	ns	ns	ns	ns	ns	ns
450-b	Jennifer	Agromag	*↓	*↓	ns	ns	ns	ns
470	NX 47279	Syngenta	ns	ns	ns	ns	ns	ns
480	DKC 5222	Monsanto	ns	ns	ns	ns	ns	ns
490	Szegedi 475	Gabonakutató	*↑	ns	ns	*↑	*↑	*↑
Kései érésű kukorica								
560	Szegedi 521	Gabonakutató	ns	*↑	*↑	*↑	*↑	*↑

5. 2. A baktériumtrágya kezelés hatása a kukorica hibridek két különböző korú levelében mért SPAD-értékére

A kukorica hibridek vizsgálatánál kérdésként merült fel, hogy milyen jól mérhető tulajdonság jelzi leginkább a baktériumtrágyáknak a növényekre kifejtett élettani, fiziológiai hatását. A baktériumtrágya kezelés eredményét nemcsak a növényi száraz tömeg mérésével, hanem a SPAD-értékkel (azaz a relatív klorofill érték) is jelezni lehet. A növény fejlettsége során vélhetően nem azonos módon reagál a baktériumtrágya kezelésekre. Kérdésként merült fel, hogy találunk-e különbséget a 2. és a 3. levélen mért SPAD-érték között?

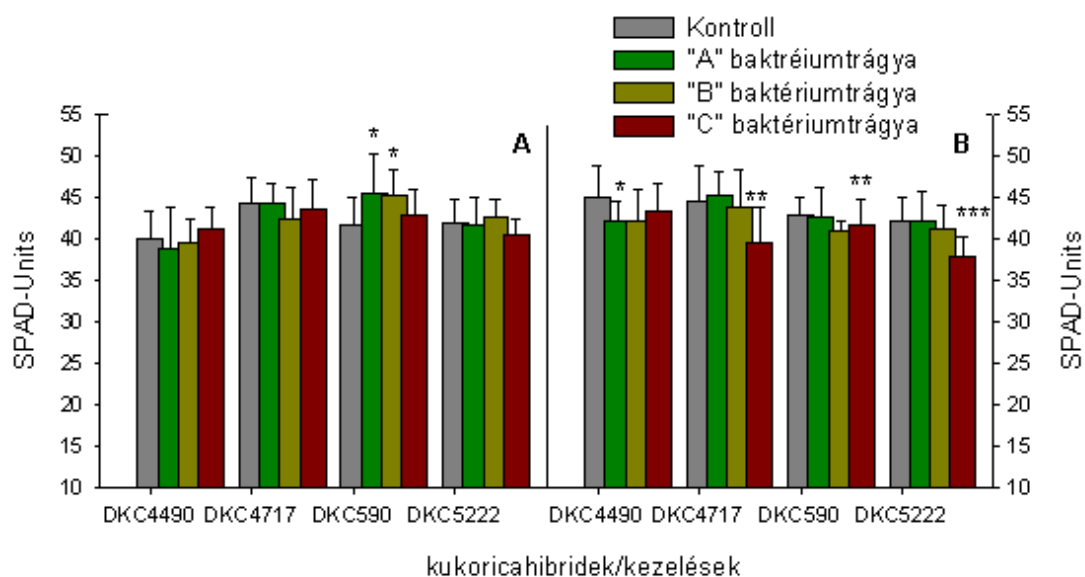
Megállapítottam, hogy a kukorica hibridek hajtás és a gyökér száraz tömegeknél tapasztaltakhoz hasonlóan a baktériumtrágya kezelésekre eltérően hatottak a hibridek levelének SPAD-értékére. A 2. és 3. levélen mért SPAD-érték (relatív klorofill érték) nem bizonyult azonosnak a Monsanto hibrideken. A SPAD-érték például szignifikánsan nőtt a második levélben az „A” és „B” jelű kezelésekre hatására, míg a harmadik levélben a „C” jelű baktériumtrágya hatására csökkent a kontrollhoz viszonyítva. Az alkalmazott baktériumtrágya készítmények tehát a 2. és a 3. levélben mérve nem adnak azonos hatást. A hibridek erre adott válaszai is meglehetősen variábilisak.

5. 2. 1. A MONSANTO nemesítőház kukorica hibridjeinek levelében mért SPAD-érték alakulása a baktériumtrágya kezelés hatására

A **Monsanto** nemesítőházból négy hibrid második és harmadik kifejlett levelében mértem a SPAD-értéket. A SPAD-érték a **DKC 4490** hibrid második levelében a „C” baktériumtrágya kezelés hatására nőtt a kontrollhoz képest. A harmadik levél SPAD-értéke ugyanakkor az „A” jelű baktérium kezelés hatására szignifikánsan csökkent.

A kukorica harmadik levelében mért SPAD-érték a **DKC 4717** hibridnél nőtt a kontrollhoz képest, az „A” baktériumtrágya hatására. A „C” jelölésű baktériumtrágya a **DKC 4717** hibrideknél szignifikánsan csökkentette a SPAD-értéket a kontroll értékhez képest. A „C” jelölésű baktériumtrágya a **DKC 5222** hibridnél szignifikánsan csökkentette a SPAD-értéket a kontroll értékkel összehasonlítva (10. A és B ábra). A relatív klorofill érték a **DKC 590** hibrid második levelében az „A” és „B” jelű

baktériumtrágya kezelésekre nőtt szignifikánsan. A harmadik levelében az „C” baktériumtrágyánál tapasztalható szignifikáns csökkenés.



10. A és B. ábra: A Monsanto nemesítőházból származó kukorica hibridek második (A) és harmadik (B) levelében mért relatív klorofill érték (SPAD-Units) $n=60 \pm$ S.D. Szignifikáns különbség a kontrollhoz viszonyítva: * $p<0,05$; ** $p<0,01$; *** $p<0,001$

5. 2. 2. A KWS nemesítőház kukorica hibridjeinek levelében mért SPAD-érték alakulása a baktériumtrágya kezelés hatására

A **KWS** nemesítőházból két kukorica hibrid második és harmadik levelének SPAD-értékét mértem. A **Clemenso** és a **Karnevális** kukorica hibridek levelének SPAD-értékét táblázatban mutatom be (4. és 5. táblázat).

A relatív klorofill érték a **Clemenso** hibridnél az „A” baktériumtrágya hatására szignifikánsan csökkent a második levelében a kontrollhoz képest. A „B” kezelés hatására kontroll körüli értéket mértem, míg, a „C” baktériumtrágyánál nem szignifikáns csökkenés figyelhető meg a második levelében. A SPAD-érték a **Karnevális** hibridnél az „A” baktériumtrágya hatására szignifikánsan csökkent a második levelében a kontrollhoz képest (5. táblázat). A 2. levélben mérve az A jelű baktériumtrágya két vizsgált hibridnél azonos módon reagált.

4. táblázat: A különféle baktériumtrágyák hatása a Clemenso kukorica hibrid 2. és 3. levélben mért relatív klorofill értékére (SPAD-Units) $n=60 \pm$ S.D. Szignifikáns különbség a kontrollhoz viszonyítva: * $p<0,05$; *** $p<0,001$.

Kezelések	2. levél	3. levél
Kontroll	40,41 $\pm$ 2,23	38,31 $\pm$ 1,99
„A” bakt.trágya	34,72 $\pm$ 3,91*	36,18 $\pm$ 3,51
„B” bakt.trágya	40,62 $\pm$ 2,72	39,43 $\pm$ 3,82
„C” bakt.trágya	39,47 $\pm$ 2,69	39,41 $\pm$ 2,35

5. táblázat: A különféle baktériumtrágyák hatása a Karnevalis kukorica relatív klorofill értékére (SPAD-Units) $n=60 \pm$ S.D. Szignifikáns különbség a kontrollhoz viszonyítva: * $p<0,05$; *** $p<0,001$.

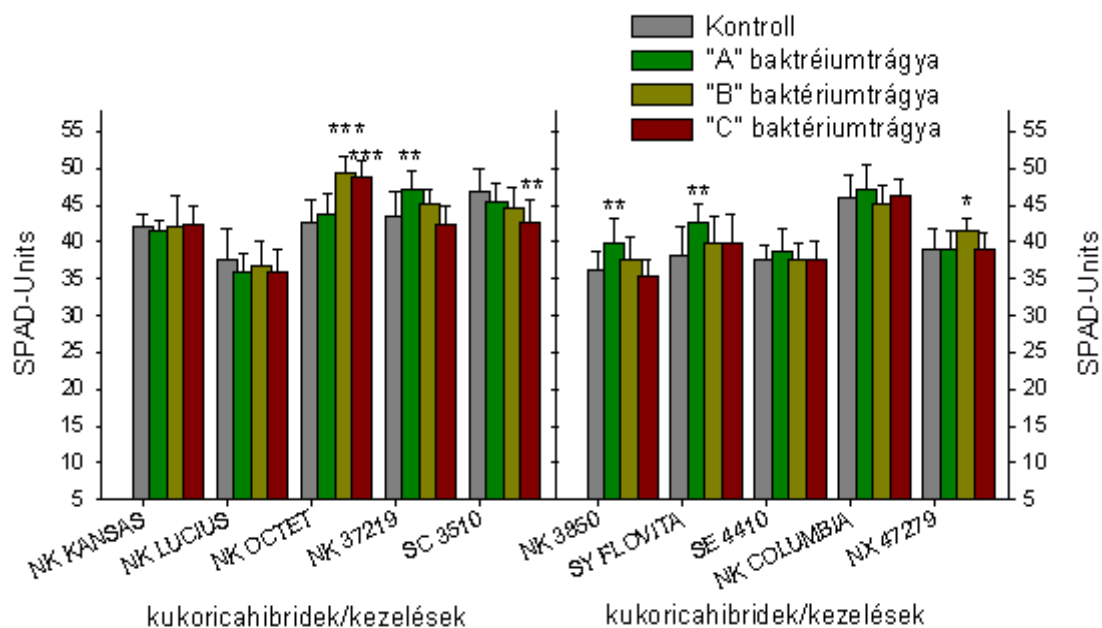
Kezelések	2. levél	3. levél
KARNEVALIS K	41,20 $\pm$ 3,45	38,04 $\pm$ 0,26
KARNEVALIS A	38,44 $\pm$ 1,22***	39,40 $\pm$ 2,41
KARNEVALIS B	39,07 $\pm$ 1,92	38,34 $\pm$ 2,43
KARNEVALIS C	39,62 $\pm$ 2,29	39,01 $\pm$ 2,83

5. 2. 3. A SYNGENTA nemesítőház kukorica hibridjeinek levelében mért SPAD-érték alakulása a baktériumtrágya kezelés hatására

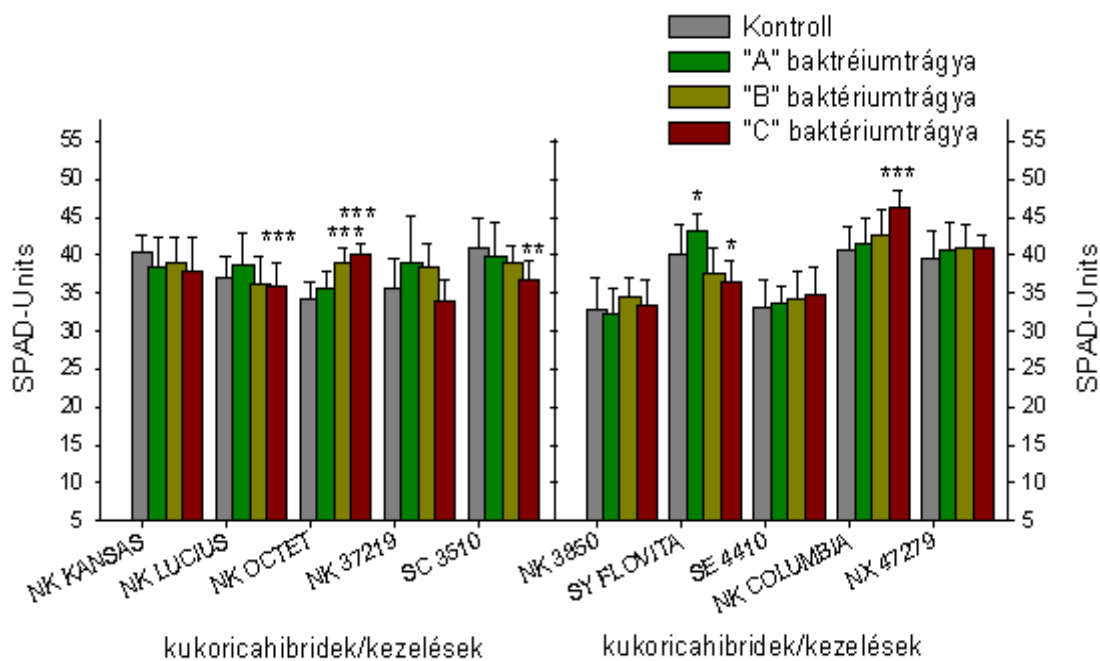
A **SYNGENTA** nemesítőházból tíz hibrid második és harmadik levelének SPAD-értékét mértem.

Az **NK Kansas** hibridnél a SPAD-érték, mind a két vizsgált levelében, alacsonyabb volt minden kezelésnél. A csökkenés azonban nem szignifikáns. Az **NK Lucius** hibridnél nem találtam szignifikáns eltérést a kontroll és a baktériumtrágyával kezelt növények második levelében mért értékek között. A harmadik levélen mért SPAD-érték viszont a „C” jelű biotrágya kezelés hatására szignifikánsan kisebb volt.

Az **NK Octet** kukorica hibridnél a második és a harmadik levelében is szignifikánsan nagyobb a SPAD-érték a kontrollhoz viszonyítva a „B” és a „C” jelű baktériumtrágya kezeléseknél. A „B” baktériumtrágya hatására a második levelében megközelítőleg 6,5, míg a harmadik levelében 5 SPAD-érték a növekedés. A „C” kezelés hatására a második és harmadik levelében is 6 egységgel nagyobb az értékek a kontrollhoz képest. A SPAD-érték az **NK 37219** második levelében szignifikánsan, harmadik levelében nem szignifikánsan nagyobb a kontrollhoz képest. A „C” kezelés hatására a második és a harmadik levelében alacsonyabb a SPAD-érték (11-12. ábra).



11. ábra: a Syngenta kukorica hibridek második levélben mért relatív klorofill érték (SPAD-Units) $n=60 \pm$ S.D. Szignifikáns különbség a kontrollhoz viszonyítva: * $p<0,05$; ** $p<0,01$; *** $p<0,001$



12. ábra: A Syngenta kukorica hibridek harmadik levélben mért relatív klorofill érték (SPAD-Units) $n=60 \pm$ S.D. Szignifikáns különbség a kontrollhoz viszonyítva: * $p<0,05$; ** $p<0,01$; *** $p<0,001$

Az **SC 3510** kukorica hibrid második és harmadik levelében alacsonyabb a SPAD-érték mind a három vizsgált baktériumtrágya hatására. A „C” kezeléssel bekövetkezett csökkenés szignifikáns.

A SPAD-érték az **NK 3850** második levelében nagyobb az „A” és „B” jelölésű kezelések hatására. Az „A” kezelés hatására bekövetkezett növekedés szignifikáns a kontrollhoz viszonyítva.

A SPAD-érték az „A” jelű kezelés hatására kisebb, a „B” és „C” kezelések hatására nagyobb a harmadik levélben.

A SPAD-érték az **SE 4410** harmadik levelében mind a három kezelés hatására nagyobb volt. A második levelében a SPAD-értékek az „A” jelű kezelés hatására nőttek, míg a „B” és „C” jelű kezeléseknél kontroll körüli értéket mértem.

Az **SE 4410**-es hibridnél a fotoszintetikus pigmentek abszolút mennyisége nagyobb a második levelében az „A” baktériumtrágya kezelés hatására. A „C” kezelésnél kontroll körüli azt egy kicsit meghaladó értékeket mértem.

Szignifikáns növekedés figyelhető meg az **NK Columbia** hibrid harmadik levelében a „C” jelű baktériumtrágya hatására. A SPAD-érték szignifikánsan alacsonyabb a „B” baktériumtrágya kezelésnél a második és a harmadik levelében.

Az **NX 47279** hibrid SPAD-értéke szignifikánsan nőtt a második levelében a „B” jelű kezelés hatására, a többi kezelésnél kontroll körüli értéket kaptam. A harmadik levelében mért SPAD-érték a három baktériumtrágya kezelés hatására nem volt szignifikánsan nagyobb a kontrollhoz viszonyítva.

5. 2. 4. A MARTONVÁSÁRI nemesítőház kukorica hibridjeinek levelében mért SPAD-érték alakulása a baktériumtrágya kezelés hatására

A **MARTONVÁSÁRI** nemesítőház hat hibridjén vizsgáltam a baktériumtrágya kezelések hatását a második és harmadik levél SPAD-értékére.

Az **MV 350** második levelében mért SPAD-érték kis mértékben, de csökkent a kontrollhoz mérten. Az **MV 343** kukorica hibrid második és harmadik levelében mért SPAD-érték az „A” és „B” kezelések hatására szignifikánsan nőtt, míg a „C” kezelés hatására nem szignifikáns növekedés figyelhető meg a kontrollhoz képest.

A **Kamaria** második és harmadik levelében az „A” kezelés hatására szignifikáns növekedés volt a második és a harmadik levelében, míg a „B” és „C” kezelések hatására csak a harmadik levelében szignifikáns a növekedés.

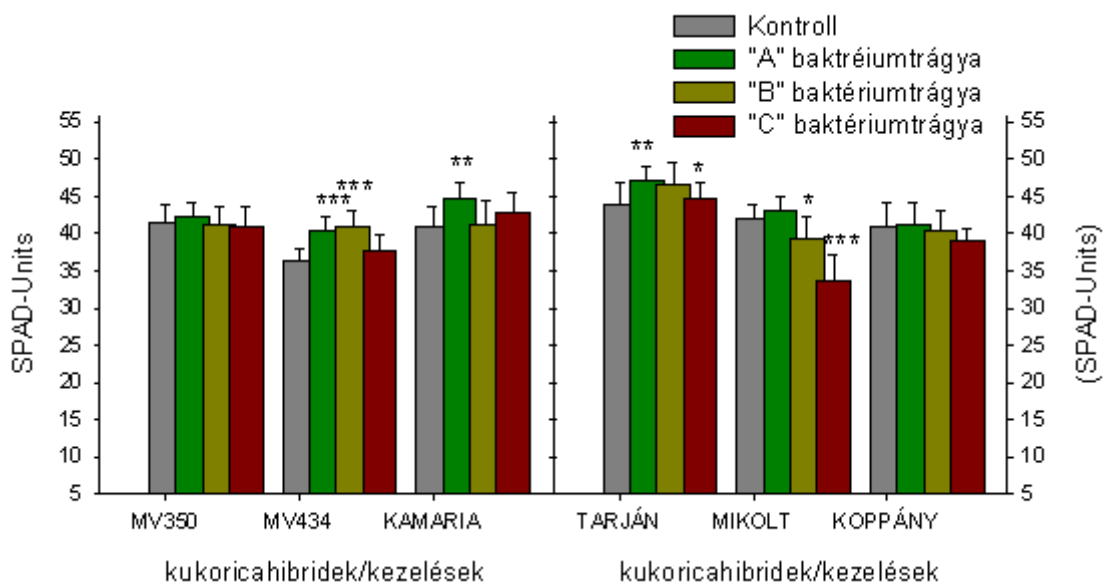
A **Tarján** második levelében az „A” kezelés hatására 3,4, míg a harmadik levelében 2,5 egységgel nőtt szignifikánsan a SPAD-érték a kontrollhoz képest. A „B” jelölésű kezelésnél a második levelében 2,7, a harmadik levelében 3,5 SPAD-egységgel nőttek az értékek.

A Tarján kukorica hibrid második levelében mért relatív klorofill érték kis mértékben nagyobb a kontrollhoz viszonyítva.

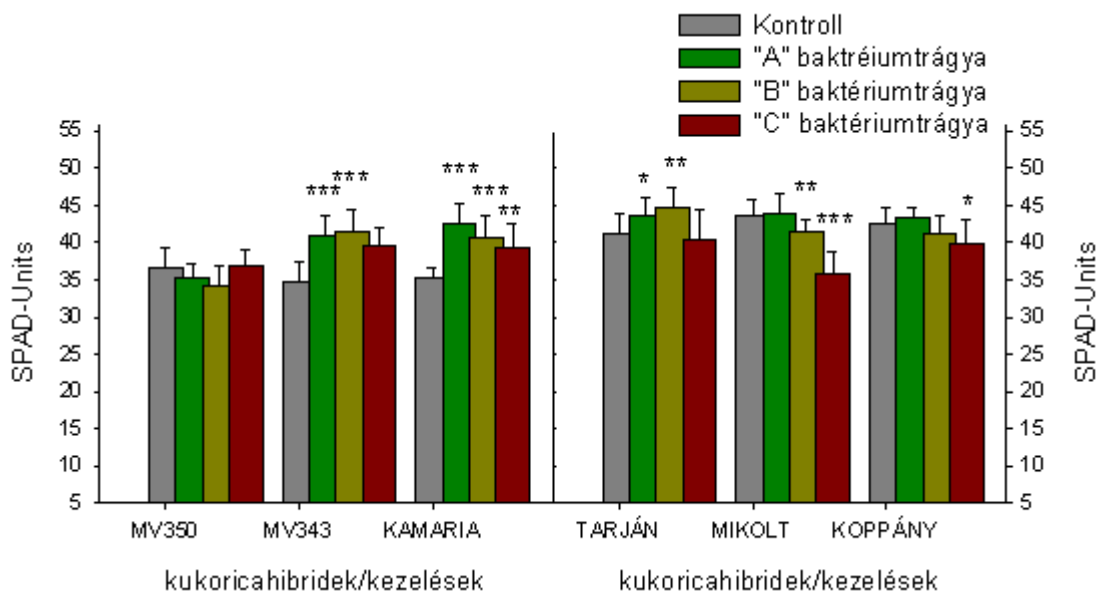
Az **MV Mikolt** hibridnél a SPAD-érték szignifikánsan kisebb a „B” és „C” baktériumtrágyák hatására a második és harmadik levelében a kontrollhoz képest. Az „A” jelű kezelés hatására növekedés figyelhető meg a SPAD-értékben a kontrollhoz viszonyítva.

A **GK Boglár** második levelében mért SPAD-érték a „C” kezelés hatására kis mértékben nagyobb volt a kontrollhoz képest, míg a többi kezelésnél kontroll körüli értéket mértem. A harmadik levelében a SPAD-érték mind a három kezelés hatására nagyobb volt.

Az **MV Koppány** második levelében mért SPAD-értékei között nem találtam szignifikáns különbséget, a harmadik levélen mért érték viszont szignifikánsan alacsonyabb volt, mint a kontroll növényen mért érték (13. és 14. ábra).



13. ábra: A Martonvásári nemesítőházból származó kukorica hibridek második levélben mért relatív klorofill érték (SPAD-Units) $n=60 \pm S.D.$ Szignifikáns különbség a kontrollhoz viszonyítva: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$



14. ábra: A Martonvásári nemesítőházból származó kukorica hibridek harmadik levélben mért relatív klorofill érték (SPAD-Units) $n=60 \pm S.D.$ Szignifikáns különbség a kontrollhoz viszonyítva: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$

5. 2. 5. A SZEGEDI GABONAKUTATÓBÓL származó kukorica hibridek levelében mért SPAD-érték alakulása a baktériumtrágya kezelés hatására

A *Szegedi Gabonakutató Intézet* öt kukorica hibridjének második és harmadik levelében mértem a relatív klorofill érték (SPAD) nagyságát a három baktériumtrágya kezelés hatására (15. ábra).

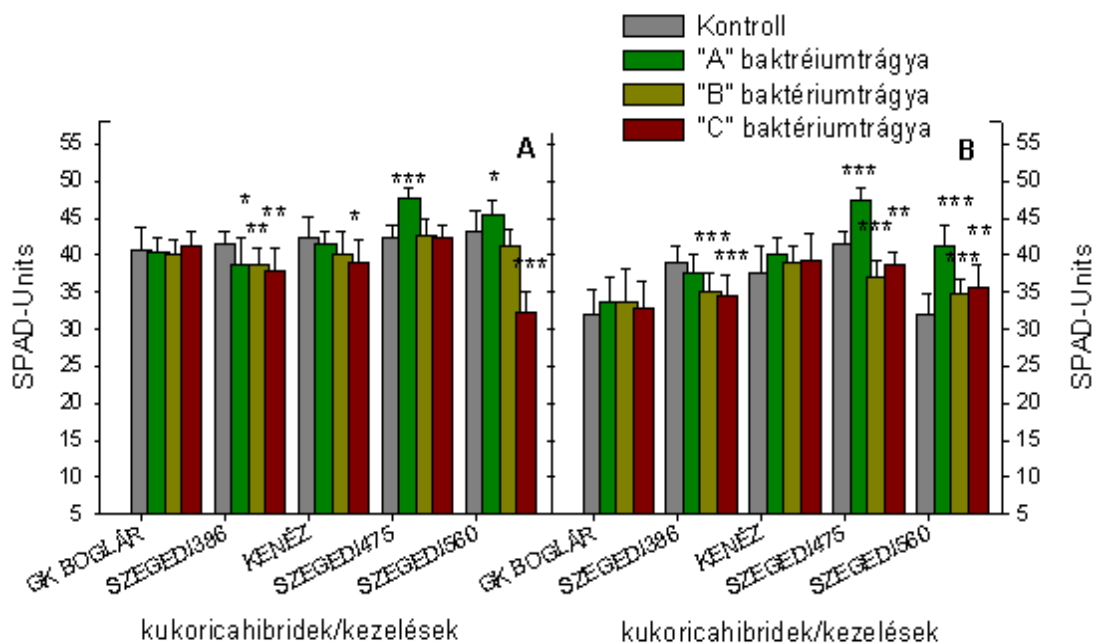
A **GK Boglár** hibrid harmadik levelében a SPAD-érték nőtt a kezelések hatására a kontrollhoz képest, a növekedés viszont nem szignifikáns.

A **Szegedi 386** kukorica második és harmadik levelében mért relatív klorofill érték csökkent a baktériumtrágya kezelésekre. A változások a második levélben mindhárom baktériumtrágya esetében szignifikánsak, a harmadik levél esetében a „B” és a „C” jelű baktériumtrágya okozott szignifikáns csökkenést.

A **Kenéz** kukorica hibrid harmadik levelében mind a három baktériumtrágya hatására nőtt a relatív klorofill érték (SPAD-érték), míg a második levelében csökkent a kontrollhoz viszonyítva.

A **Szegedi 475** hibrid második levelében nőtt a relatív klorofill érték mind a három kezelésnél, a kontrollhoz képest.

A **Szegedi 521** (FAO 560) harmadik levelében nőtt a relatív klorofill érték mind a három kezelésnél, a kontrollhoz képest.



15. A és B ábra: A szegedi Gabonakutatóból származó kukorica hibridek második (A) és harmadik (B) levélben mért relatív klorofill érték (SPAD-Units) $n=60 \pm$ S.D. Szignifikáns különbség a kontrollhoz viszonyítva: * $p<0,05$; ** $p<0,01$; *** $p<0,001$

5. 2. 6. Az AGROMAG SZEGED nemesítőház kukorica hibridjeinek levelében mért SPAD-érték alakulása a baktériumtrágya kezelés hatására

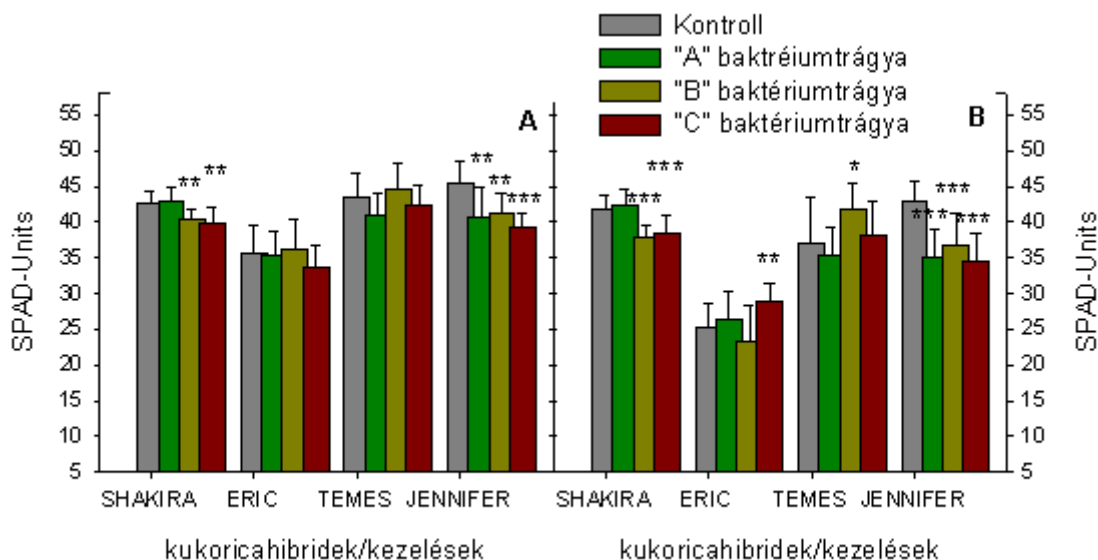
Az **Agromag Szeged** nemesítőház négy kukorica hibridjének második és harmadik levelében vizsgáltam a relatív klorofill értéket (SPAD-érték).

A 16. A és B. ábra az Agromag nemesítőházból származó kukorica hibridek második és harmadik levelében mért relatív klorofill értékét mutatja be.

A kukorica hibridek második levelében mért relatív klorofill érték vizsgálatakor a **Shakira** második levelében a kontroll körüli volt az „A” kezelésnél, a „B” és a „C” kezeléseknél szignifikánsan csökkent.

Eric hibridnél a „B” kezelés hatására nőtt a relatív klorofill érték a kontrollhoz képest, de a különbség nem szignifikáns. A **Jennifer** hibrid hasonló reakciót adott a baktériumtrágyákra a 2. és a 3. levél mérése alapján is, bár mindegyik kezelés szignifikánsan csökkentette a SPAD-értéket.

A **Temes** hibrid esetében a harmadik levél vizsgálata esetében találtam szignifikánsan alacsonyabb SPAD-értéket a „B” jelű baktériumtrágya kezelés esetében.



16. A és B ábra: Az Agromag Szeged nemesítőházából származó kukorica hibridek második (A) és harmadik (B) levélben mért relatív klorofill érték (SPAD-Units) $n=60 \pm$ S.D. Szignifikáns különbség a kontrollhoz viszonyítva: * $p<0,05$; ** $p<0,01$; *** $p<0,001$

5. 2. 7. A három baktériumtrágya hatásának összegző értékelése a második és a harmadik levélben mért SPAD-értékre

Összességében megállapítható, hogy a második és a harmadik levélben mért SPAD-érték a legtöbb hibridnél nem mutatott azonos irányú változást. A legtöbb esetben tehát nem mindegy az, hogy melyik levélen mérjük az alkalmazott baktériumtrágyák hatását.

A három vizsgált baktériumtrágya hatását a vizsgált kukorica hibridek második és harmadik levelében mért SPAD-értékre az 6. táblázatban foglaltam össze.

6. táblázat: A három baktériumtrágya hatásának összehasonlító értékelése a második és harmadik levélben mért SPAD-értékek alapján

ns=nem szignifikáns; *↑= szignifikánsan nőtt; *↓= szignifikánsan csökkent; A; B; C= baktériumtrágya

Sorszám, FAO szám, jelölés	Hibrid neve	Forgalmazó	Második levél SPAD-értéke			Harmadik levél SPAD-értéke		
			A	B	C	A	B	C
Igen korai érésű kukorica								
290	Karnevalis	KWS	*↓	ns	ns	ns	ns	ns
Korai érésű kukoricák								
300	Clemenso	KWS	*↓	ns	ns	ns	ns	ns
300	NK Kansas	Syngenta	ns	ns	ns	ns	ns	ns
320	DKC 590	Monsanto	*↑	*↑	ns	ns	ns	*↓
330	NK Lucius	Syngenta	ns	ns	ns	ns	ns	*↓
	Shakira	Agromag	ns	*↓	*↓	ns	*↓	*↓
340	Eric	Agromag	ns	ns	ns	ns	ns	*↑
350-a	NK Octet	Syngenta	ns	*↑	*↑	ns	*↑	*↑
350-b	NK 37219	Syngenta	*↑	ns	ns	ns	ns	ns
350-c	MV 350	Martonvásár	ns	ns	ns	ns	ns	ns
360-a	SC 3510	Syngenta	ns	ns	*↓	ns	ns	*↓
360-b	NK 3850	Syngenta	*↑	ns	ns	ns	ns	ns
360-c	MV 343	Martonvásár	*↑	*↑	ns	*↑	*↑	ns
370-a	DKC 4490	Monsanto	ns	ns	ns	*↓	ns	ns
370-b	Kamaria	Martonvásár	*↑	ns	ns	*↑	*↑	*↑
370-c	GK Boglár	Gabonakutató	ns	ns	ns	ns	ns	ns
370-d	Temes	Agromag	ns	ns	ns	ns	*↑	ns
380	MV Tarján	Martonvásár	*↑	ns	*↑	*↑	*↑	ns
390-a	SY Flovita	Syngenta	*↑	ns	ns	*↑	ns	ns
390-b	Szegedi 386	Gabonakutató	*↓	*↓	*↓	ns	*↓	*↓
Középerésű kukoricák								
400-a	DKC 4717	Monsanto	ns	ns	ns	ns	ns	*↓
400-b	SE 4410	Syngenta	ns	ns	ns	*↑	ns	ns
410-a	Mikolt	Martonvásár	ns	*↓	*↓	ns	*↓	*↓
410-b	Kenéz	Gabonakutató	ns	ns	*↓	ns	ns	ns
420	MV Koppány	Martonvásár	ns	ns	ns	ns	ns	*↓
450-a	NK Columbia	Syngenta	ns	ns	ns	ns	ns	*↑
450-b	Jennifer	Agromag	*↓	*↓	*↓	*↓	*↓	*↓
470	NX 47279	Syngenta	ns	*↑	ns	ns	ns	ns
480	DKC 5222	Monsanto	ns	ns	ns	ns	ns	*↓
490	Szegedi 475	Gabonakutató	ns	ns	*↓	*↑	*↓	*↓
Kései érésű kukorica								
560	Szegedi 521	Gabonakutató	*↑	ns	*↓	*↑	*↑	*↑

5. 3. Klorofill tartalom és karotinoidok mennyisége kukorica hibridek második és harmadik levelében

A kukorica hibridek levelében mért SPAD-érték csak egy viszonylagos értéket ad, ezért mértem a fotoszintetikus pigmentek (klorofill-a, klorofill-b, karotinoidok) abszolút mennyiségét is a kukorica hibridek második és harmadik levelében. Egyértelmű tendenciákat a növények második és harmadik levelében mért klorofill- és karotinoid tartalmakra vonatkoztatva nem lehetett megállapítani. Az eredményeket a vizsgált hibridekre vonatkoztatva külön-külön táblázatokban mutatom be (sorrendben a 7. táblázattól a 37. táblázatig). Megállapítottam, hogy a kukorica hibridek második levelében mért értékek közül elsősorban a karotinoidok mennyiségére voltak pozitív hatással a baktériumtrágyák.

5. 3. 1. A MONSANTO nemesítőházból származó kukorica hibridek klorofill-a, b és karotinoid tartalmának alakulása a baktériumtrágya kezelésekre hatására

A **Monsanto** nemesítőház négy kukorica hibridjének második és a harmadik levelében mértem a klorofill-a, b és karotinoid tartalmat.

A **DKC 590** hibridnél például mind a három baktériumtrágya kezelés hatására szignifikánsan nőtt a karotinoidok mennyisége a második levelében a kontroll értékekhez viszonyítva. A klorofill-a mennyiségének alakulását az alkalmazott biotrágyák is befolyásolják. A DKC 590 hibrid második levelében például az „A” és „B” jelű baktériumtrágya kezelésekre hatására nőtt a klorofill-a mennyisége, a harmadik levelében ugyanakkor az „A” baktériumtrágyánál volt tapasztalható szignifikáns növekedés. Növekedést figyeltem meg a klorofill-b mennyiségében is a „B” baktériumtrágya hatására a DKC 590 hibrid második levelében (7. táblázat).

7. táblázat: A klorofill-*a*, *b* és karotinoid tartalom alakulása a DKC 590 kukorica hibrid második és harmadik levelében baktériumtrágya kezelések hatására (alkalmazott jelölések: K: kontroll, A: „A” jelölésű baktériumtrágya, B: „B” jelölésű baktériumtrágya, C: „C” jelölésű baktériumtrágya) (mg g⁻¹) n=3± S.D. Szignifikáns különbség a kontrollhoz viszonyítva: *p<0,05; **p<0,01.

DKC 590 hibrid			
2. levél			
Kezelések	Klorofill-a	Klorofill-b	Karotinoidok
Kontroll	13,38± 0,32	4,42± 0,29	8,81± 0,25
„A” bakt.trágya	14,47± 0,32	4,91± 0,27	9,44± 0,33
„B” bakt.trágya	14,84± 0,81	5,20± 0,51	10,25± 0,29**
„C” bakt.trágya	13,22± 0,73	5,72± 0,15*	10,29± 0,06*
3. levél			
Kezelések	Klorofill-a	Klorofill-b	Karotinoidok
Kontroll	14,57± 0,16	4,96± 0,17	10,15± 0,42
„A” bakt.trágya	16,32± 0,38**	6,64± 0,37*	11,29± 0,30
„B” bakt.trágya	14,44± 0,34	5,07± 0,35	9,37± 0,13
„C” bakt.trágya	14,17± 0,25	5,89± 0,50	10,09± 0,17

A **DKC 4490** hibridnél a klorofill-*a* mennyisége szignifikánsan csökkent a második levélben az „A” és „B” kezelések hatására. Növekedés figyelhető meg ugyanakkor ezen a levélben a klorofill-*b* mennyiségében a „B” baktériumtrágya hatására (8. táblázat).

8. táblázat: A klorofill-*a*, *b* és karotinoid tartalom alakulása a DKC 4490 kukorica hibrid második és harmadik levelében baktériumtrágya kezelések hatására (alkalmazott jelölések: K: kontroll, A: „A” jelölésű baktériumtrágya, B: „B” jelölésű baktériumtrágya, C: „C” jelölésű baktériumtrágya) (mg g⁻¹) n=3± S.D. Szignifikáns különbség a kontrollhoz viszonyítva: *p<0,05; **p<0,01.

DKC 4490 hibrid			
2. levél			
Kezelések	Klorofill-a	Klorofill-b	Karotinoidok
Kontroll	13,14± 0,17	4,19± 0,14	7,45± 0,19
„A” bakt.trágya	12,96± 0,08**	4,06± 0,23**	8,14± 0,27
„B” bakt.trágya	10,39± 0,33**	4,46± 0,45**	8,35± 0,37
„C” bakt.trágya	12,68± 0,25	3,97± 0,47	7,62± 0,15
3. levél			
Kezelések	Klorofill-a	Klorofill-b	Karotinoidok
Kontroll	15,46± 0,41	5,52± 0,35	8,64± 0,43
„A” bakt.trágya	15,67± 0,87	5,61± 0,62	10,46± 0,23
„B” bakt.trágya	12,69± 0,07	4,03± 0,02	7,55± 0,15
„C” bakt.trágya	13,86± 0,05	5,06± 0,41	7,41± 0,27

A **DKC 4717**-es hibridnél a „B” baktériumtrágya hatására szignifikánsan csökkent mind a három fotoszintetikus pigment mennyisége a harmadik levelében, a második levelében a „B” jelű baktériumtrágya kezelés hatására csökkent szignifikánsan a klorofill-*a* mennyisége (9. táblázat).

9. táblázat: A klorofill-*a*, *b* és karotinoid tartalom alakulása a DKC 4717 kukorica hibrid második és harmadik levelében baktériumtrágya kezelések hatására (alkalmazott jelölések: K: kontroll, A: „A” jelölésű baktériumtrágya, B: „B” jelölésű baktériumtrágya, C: „C” jelölésű baktériumtrágya) (mg g⁻¹) n=3± S.D. Szignifikáns különbség a kontrollhoz viszonyítva: *p<0,05; **p<0,01.

DKC 4717 hibrid			
2. level			
Kezelések	Klorofill-a	Klorofill-b	Karotinoidok
Kontroll	15,42± 0,23	5,71± 0,21	9,53± 0,00
„A” bakt.trágya	13,81± 0,18	4,62± 0,05	8,05± 0,49
„B” bakt.trágya	12,46± 0,55**	3,87± 0,04	7,76± 0,30
„C” bakt.trágya	15,53± 0,19	5,70± 0,32	10,28± 0,22
3. level			
Kontroll	16,32± 0,79	6,29± 0,65	11,55± 0,19
„A” bakt.trágya	16,64± 0,42	6,72± 0,59	10,97± 0,46*
„B” bakt.trágya	15,57± 0,24*	5,79± 0,38*	10,06± 0,43*
„C” bakt.trágya	13,99± 0,90*	4,64± 0,53	8,89± 0,17*

A **DKC 5222**-es hibrid vizsgálatokor a három mért fotoszintetikus pigment mennyisége az „A” kezelés hatására nőtt a kontrollhoz képest a második levelében. A többi kezelésnél kontroll körüli értékek figyelhetők meg (10. táblázat).

10. táblázat: A klorofill-*a*, *b* és karotinoid tartalom alakulása a DKC 5222 kukorica hibrid második és harmadik levelében baktériumtrágya kezelések hatására (mg g⁻¹) n=3± S.D. Szignifikáns különbség a kontrollhoz viszonyítva: *p<0,05; **p<0,01.

DKC 5222 hibrid			
2. level			
Kezelések	Klorofill-a	Klorofill-b	Karotinoidok
Kontroll	13,49± 0,66	4,87± 0,46	9,10± 0,34
„A” bakt.trágya	14,73± 0,24	5,41± 0,12	9,38± 0,26
„B” bakt.trágya	13,78± 0,84	4,59± 0,27	8,31± 0,06
„C” bakt.trágya	13,02± 0,80	4,51± 0,87	8,09± 0,32
3. level			
Kontroll	15,98± 0,50	5,95± 0,51	10,28± 0,83
„A” bakt.trágya	16,15± 0,71	5,44± 0,56	9,71± 0,78
„B” bakt.trágya	15,55± 0,34	5,83± 0,39	10,47± 0,95
„C” bakt.trágya	14,52± 0,80	4,95± 0,55	9,37± 0,47

5. 3. 2. A KWS nemesítőházból származó kukorica hibridek klorofill-*a*, *b* és karotinoid tartalmának alakulása a baktériumtrágya kezelések hatására

A **KWS** nemesítőház Clemenso és Karnevalis kukorica hibridjének leveleiben mértem a klorofill-*a*, *b* és karotinoid tartalmat. A **Clemenso** hibridnél a mért fotoszintetikus pigment mennyisége nőtt a kontroll értékhez képest a második levélben valamennyi kezelés hatására, valamint a harmadik levelében a „B” és „C” kezeléseknél (11. táblázat).

11. táblázat: A klorofill-*a*, *b* és karotinoid tartalom alakulása a Clemenso kukorica hibrid második és harmadik levelében baktériumtrágya kezelések hatására (alkalmazott jelölések: K: kontroll, A: „A” jelölésű baktériumtrágya, B: „B” jelölésű baktériumtrágya, C: „C” jelölésű baktériumtrágya) (mg g⁻¹) n=3± S.D. Szignifikáns különbség a kontrollhoz viszonyítva: *p<0,05.

Clemenso hibrid			
2. levél			
Kezelések	Klorofill-a	Klorofill-b	Karotinoidok
Kontroll	13,54± 0,42	4,49± 0,45	8,11± 0,34
„A” bakt.trágya	14,01± 1,06	4,71± 0,48	8,20± 0,07
„B” bakt.trágya	12,86± 0,21	4,04± 0,12	7,67± 0,14
„C” bakt.trágya	12,41± 0,21	3,72± 0,29	7,27± 0,16
3. levél			
Kezelések	Klorofill-a	Klorofill-b	Karotinoidok
Kontroll	15,56± 0,24	4,81± 0,44	10,22± 0,22
„A” bakt.trágya	16,05± 0,60	5,60± 0,56	10,16± 0,17
„B” bakt.trágya	16,03± 0,39	5,62± 0,58	10,42± 0,41
„C” bakt.trágya	16,13± 0,11	6,18± 0,19	10,54± 0,21

A **Karnevalis** hibrid második levelében a „C” jelű kezelés hatására nőtt a klorofill-*a* és a klorofill-*b* mennyisége. A „C” baktériumtrágyánál a karotinoidok mennyisége szignifikánsan nőtt a kontrollhoz viszonyítva a harmadik levelében (12. táblázat).

12. táblázat: A klorofill-*a*, *b* és karotinoid tartalom alakulása Karnevalis a kukorica hibrid második és harmadik levelében baktériumtrágya kezelések hatására (alkalmazott jelölések: K: kontroll, A: „A” jelölésű baktériumtrágya, B: „B” jelölésű baktériumtrágya, C: „C” jelölésű baktériumtrágya) (mg g⁻¹) n=3± S.D. Szignifikáns különbség a kontrollhoz viszonyítva: *p<0,05.

Karnevalis			
2. levél			
Kezelések	Klorofill-a	Klorofill-b	Karotinoidok
Kontroll	12,11± 0,32	3,63± 0,35	7,34± 0,26
„A” bakt.trágya	11,49± 0,54	3,24± 0,38	6,83± 0,28
„B” bakt.trágya	10,29± 0,33*	3,34± 0,48	6,34± 0,72
„C” bakt.trágya	12,41± 0,92	3,71± 0,25	7,21± 0,14
3. levél			
Kezelések	Klorofill-a	Klorofill-b	Karotinoidok
Kontroll	14,15± 0,22	4,72± 0,46	9,14± 0,26
„A” bakt.trágya	15,37± 1,22	4,93± 0,46	9,08± 0,45
„B” bakt.trágya	15,08± 0,33	5,46± 0,37	9,68± 0,24
„C” bakt.trágya	13,46± 0,26	3,71± 0,25	10,23± 0,51*

5. 3. 3. A SYNGENTA nemesítőházból származó kukorica hibridek klorofill-*a*, *b* és karotinoid tartalmának alakulása a baktériumtrágya kezelések hatására

A 13. táblázatban az **NK Kansas** kukorica hibrid leveleiben mért klorofill-*a*, *b* és karotinoid tartalom látható.

Az NK Kansas hibrid harmadik levelében a „B” és „C” jelű kezelések hatására szignifikánsan csökkent a fotoszintetikus pigmentek mennyisége. A klorofill-*a* mennyisége megközelítőleg 6,7 mg g⁻¹-mal, a klorofill-*b* 3,1 mg g⁻¹-mal, míg a karotinoidok mennyisége 5,5 mg g⁻¹-mal.

13. táblázat: A klorofill-*a*, *b* és karotinoid tartalom alakulása az NK Kansas kukorica hibrid második levelében baktériumtrágya kezelések hatására (alkalmazott jelölések: K: kontroll, A: „A” jelölésű baktériumtrágya, B: „B” jelölésű baktériumtrágya, C: „C” jelölésű baktériumtrágya) (mg g⁻¹) n=3± S.D. Szignifikáns különbség a kontrollhoz viszonyítva: *p<0,05.

NK Kansas hibrid			
2. levél			
Kezelések	Klorofill-a	Klorofill-b	Karotinoidok
Kontroll	15,99± 0,49	5,70± 0,75	9,09± 0,80
„A” bakt.trágya	14,71± 0,65	5,42± 0,40	8,78± 0,56
„B” bakt.trágya	12,66± 0,26*	4,39± 0,54	5,54± 0,76**
„C” bakt.trágya	12,26± 0,75**	4,56± 0,18	5,73± 0,23**
3. levél			
Kísérletek	Klorofill-a	Klorofill-b	Karotinoidok
Kontroll	16,49± 0,83	6,71± 0,85	10,01± 0,72
„A” bakt.trágya	15,68± 0,55	3,45± 0,64**	10,79± 0,96
„B” bakt.trágya	12,62± 0,60**	4,50± 0,40*	6,11± 0,57**
„C” bakt.trágya	9,72± 0,24**	3,61± 0,02*	4,48± 0,12**

Az **NK Lucius** hibridnél az összes mért klorofill-*a*, *b* és karotinoid tartalom nőtt mind a három kezelés hatására a második levelében a kontrollhoz viszonyítva (14. táblázat).

14. táblázat: A klorofill-*a*, *b* és karotinoid tartalom alakulása NK Lucius kukorica hibrid második levelében baktériumtrágya kezelések hatására (alkalmazott jelölések: K: kontroll, A: „A” jelölésű baktériumtrágya, B: „B” jelölésű baktériumtrágya, C: „C” jelölésű baktériumtrágya) (mg g⁻¹) n=3± S.D. Szignifikáns különbség a kontrollhoz viszonyítva: *p<0,05.

NK Lucius hibrid			
2. levél			
Kezelések	Klorofill-a	Klorofill-b	Karotinoidok
Kontroll	11,36± 1,37	3,93± 0,54	4,99± 0,75
„A” bakt.trágya	14,32± 0,70*	5,54± 0,54*	7,06± 0,75
„B” bakt.trágya	14,82± 0,13*	9,48± 0,12***	5,54± 0,51
„C” bakt.trágya	13,48± 1,79	5,29± 1,01	6,42± 1,18
3. levél			
Kísérletek	Klorofill-a	Klorofill-b	Karotinoidok
Kontroll	13,37± 0,29	4,47± 0,77	6,58± 0,43
„A” bakt.trágya	15,45± 0,15*	6,26± 0,04	8,59± 0,37*
„B” bakt.trágya	14,49± 0,20*	9,24± 0,26***	5,85± 0,26
„C” bakt.trágya	12,82± 0,03	4,59± 0,35	6,43± 0,24

A 15. táblázatban az **NK Octet** második és harmadik levelében mért klorofill-*a*, *b* és karotinoid tartalom látható a három baktériumtrágya kezelés hatására.

A karotinoidok mennyisége mind a három kezelés hatására szignifikánsan nőtt a második levelében. A klorofill-*a* mennyisége az „A” és „B” jelölésű baktériumtrágyák hatására szignifikánsan nőtt, míg a klorofill-*b* mennyisége a „C” kezelés hatására növekedett a kontrollhoz viszonyítva.

15. táblázat: A klorofill-*a*, *b* és karotinoid tartalom alakulása NK Oktet kukorica hibrid második levelében baktériumtrágya kezelésekre (alkalmazott jelölések: K: kontroll, A: „A” jelölésű baktériumtrágya, B: „B” jelölésű baktériumtrágya, C: „C” jelölésű baktériumtrágya) (mg g⁻¹) n=3± S.D. Szignifikáns különbség a kontrollhoz viszonyítva: *p<0,05.

NK Octet hibrid			
2. levél			
Kezelések	Klorofill-a	Klorofill-b	Karotinoidok
Kontroll	14,04± 0,87	4,79± 0,63	8,50± 0,46
„A” bakt.trágya	16,48± 0,91*	6,18± 0,35	10,59± 0,47*
„B” bakt.trágya	17,05± 0,98*	3,28± 0,77	14,31± 0,22***
„C” bakt.trágya	14,80± 0,86	6,61± 0,68*	10,37± 0,49*
3. levél			
Kezelések	Klorofill-a	Klorofill-b	Karotinoidok
Kontroll	13,07± 0,55	4,06± 0,11	8,13± 0,16
„A” bakt.trágya	14,43± 0,96	4,96± 0,59	9,76± 0,79
„B” bakt.trágya	13,73± 0,55	4,57± 0,33	9,08± 0,47
„C” bakt.trágya	11,01± 0,81*	4,68± 0,75	7,91± 0,82

A klorofill-*a* és klorofill-*b* mennyisége az „A” és „B” kezelések hatására nőtt az **NK 37219** második és harmadik levelében a kontrollhoz viszonyítva (16. táblázat).

16. táblázat: A klorofill-*a*, *b* és karotinoid tartalom alakulása a NK 37219 kukorica hibrid második levelében baktériumtrágya kezelések hatására (alkalmazott jelölések: K: kontroll, A: „A” jelölésű baktériumtrágya, B: „B” jelölésű baktériumtrágya, C: „C” jelölésű baktériumtrágya) (mg g⁻¹) n=3± S.D. Szignifikáns különbség a kontrollhoz viszonyítva: *p<0,05

NK 37219 hibrid			
2. levél			
Kezelések	Klorofill-a	Klorofill-b	Karotinoidok
Kontroll	15,06± 0,84	8,59± 0,43	8,15± 0,71
„A” bakt.trágya	16,28± 0,16	9,51± 0,27	5,86± 0,74
„B” bakt.trágya	16,16± 0,75	9,41± 0,61	6,84± 1,34
„C” bakt.trágya	14,68± 0,53	9,01± 0,74	7,13± 0,42
3. levél			
Kezelések	Klorofill-a	Klorofill-b	Karotinoidok
Kontroll	14,42± 0,80	8,14± 0,61	7,80± 0,44
„A” bakt.trágya	15,13± 2,29	9,39± 0,91	6,94± 0,33
„B” bakt.trágya	15,00± 0,47	9,21± 0,63	6,91± 0,74
„C” bakt.trágya	14,96± 0,57	8,94± 0,35	7,85± 0,46

A 17. táblázatban a fotoszintetikus pigmentek abszolút mennyisége látható az SC 3510 kukorica hibrid második és harmadik levelében.

17. táblázat: A klorofill-*a*, *b* és karotinoid tartalom alakulása SC 3510 kukorica hibrid második levelében baktériumtrágya kezelések hatására (alkalmazott jelölések: K: kontroll, A: „A” jelölésű baktériumtrágya, B: „B” jelölésű baktériumtrágya, C: „C” jelölésű baktériumtrágya) (mg g⁻¹) n=3± S.D. Szignifikáns különbség a kontrollhoz viszonyítva: *p<0,05

SC 3510 hibrid			
2. levél			
Kezelések	Klorofill-a	Klorofill-b	Karotinoidok
Kontroll	14,49± 0,13	9,71± 0,24	6,91± 0,13
„A” bakt.trágya	16,53± 0,48*	10,01± 0,72	8,55± 0,05**
„B” bakt.trágya	11,48± 0,75*	13,22± 0,76*	4,64± 0,43*
„C” bakt.trágya	10,98± 0,40***	9,74± 0,28	5,45± 0,42*
3. levél			
Kezelések	Klorofill-a	Klorofill-b	Karotinoidok
Kontroll	16,17± 0,36	9,97± 0,65	8,37± 0,14
„A” bakt.trágya	13,89± 0,77**	8,28± 0,63*	6,78± 0,11***
„B” bakt.trágya	12,51± 0,38***	13,39± 0,22***	5,16± 0,36***
„C” bakt.trágya	11,31± 0,17***	11,17± 0,41	5,78± 0,30***

A klorofill-a mennyisége szignifikánsan nőtt, a karotinoidok mennyisége nem szignifikánsan növekedett az **NK 3850** kukorica hibrid második levelében a „A” baktériumtrágya kezelésnél (18. táblázat).

18. táblázat: A klorofill-a, b és karotinoid tartalom alakulása a NK 3850 kukorica hibrid második levelében baktériumtrágya kezelések hatására (alkalmazott jelölések: K: kontroll, A: „A” jelölésű baktériumtrágya, B: „B” jelölésű baktériumtrágya, C: „C” jelölésű baktériumtrágya) (mg g⁻¹) n=3± S.D. Szignifikáns különbség a kontrollhoz viszonyítva: *p<0,05

NK 3850 hibrid			
2. levél			
Kezelések	Klorofill-a	Klorofill-b	Karotinoidok
Kontroll	12,85± 0,40	7,59± 0,57	5,81± 0,43
„A” bakt.trágya	15,93± 1,03*	9,89± 0,86	7,15± 0,70
„B” bakt.trágya	13,64± 0,64	8,43± 0,79	6,49± 0,82
„C” bakt.trágya	13,13± 0,68	7,96± 0,66	5,69± 0,15
3. levél			
Kezelések	Klorofill-a	Klorofill-b	Karotinoidok
Kontroll	13,66± 0,82	7,88± 0,75	5,98± 0,62
„A” bakt.trágya	13,06± 0,10	8,95± 0,43	6,07± 0,74
„B” bakt.trágya	14,54± 0,87	8,59± 0,84	6,19± 0,72
„C” bakt.trágya	13,61± 0,55	7,46± 0,65	6,41± 0,37

A fotoszintetikus pigmentek abszolút mennyisége nőtt a **SY Flovita** második levelében az „A” jelű baktériumtrágya hatására. A karotinoidok mennyisége megközelítőleg 8 mg g⁻¹-mal nőtt a kontrollhoz képest a „C” kezelésnél (19. táblázat).

19. táblázat: A klorofill-a, b és karotinoid tartalom alakulása a SY Flovita kukorica hibrid második levelében baktériumtrágya kezelések hatására (alkalmazott jelölések: K: kontroll, A: „A” jelölésű baktériumtrágya, B: „B” jelölésű baktériumtrágya, C: „C” jelölésű baktériumtrágya) (mg g⁻¹) n=3± S.D. Szignifikáns különbség a kontrollhoz viszonyítva: *p<0,05

SY Flovita hibrid			
2. levél			
Kezelések	Klorofill-a	Klorofill-b	Karotinoidok
Kontroll	16,05± 0,73	7,51± 0,49	5,65± 0,37
„A” bakt.trágya	16,81± 0,11	8,22± 0,22	6,83± 0,05
„B” bakt.trágya	13,71± 1,39	6,56± 0,32	4,48± 1,53
„C” bakt.trágya	12,57± 1,86	6,88± 0,19	13,83± 0,86
3. levél			
Kezelések	Klorofill-a	Klorofill-b	Karotinoidok
Kontroll	14,98± 0,34	7,69± 0,45	6,32± 0,06
„A” bakt.trágya	16,78± 0,89	7,51± 1,22	7,03± 0,16
„B” bakt.trágya	13,69± 0,99	8,36± 0,78	6,47± 0,82
„C” bakt.trágya	13,43± 0,83	7,47± 0,34	5,86± 0,59

Az **SE 4410** hibridnél a „C” jelű kezelésnél mind a három fotoszintetikus pigment, így a klorofill-a mennyisége is nőtt a harmadik levelében (20. táblázat).

20. táblázat: A klorofill-a, b és karotinoid tartalom alakulása a SE 4410 kukorica hibrid második levelében baktériumtrágya kezelésekre hatására (alkalmazott jelölések: K: kontroll, A: „A” jelölésű baktériumtrágya, B: „B” jelölésű baktériumtrágya, C: „C” jelölésű baktériumtrágya) (mg g⁻¹) n=3± S.D. Szignifikáns különbség a kontrollhoz viszonyítva: *p<0,05

SE 4410 hibrid			
2. levél			
Kezelések	Klorofill-a	Klorofill-b	Karotinoidok
Kontroll	12,79± 1,27	4,79± 0,85	8,17± 0,64
„A” bakt.trágya	13,89± 0,62	5,23± 0,49	9,27± 0,65
„B” bakt.trágya	11,51± 0,09	3,95± 0,52	7,55± 0,26
„C” bakt.trágya	13,22± 0,78	4,63± 0,24	8,96± 0,87
3. levél			
Kezelések	Klorofill-a	Klorofill-b	Karotinoidok
Kontroll	9,37± 1,99	4,11± 2,03	8,31± 0,83
„A” bakt.trágya	11,55± 0,43	2,58± 0,43	9,40± 0,69
„B” bakt.trágya	9,95± 2,85	3,39± 0,55	7,55± 0,26
„C” bakt.trágya	12,72± 0,88	5,41± 1,26	9,43± 0,42

Szintén a 3. levelében tapasztaltam szignifikáns növekedést az **NK Columbia** hibridnél a klorofill-a mennyiségében a „C” kezelés hatására. A klorofill-b mennyisége csökkent mindkét levélen a „B” baktériumtrágya hatására (21. táblázat).

21. táblázat: A klorofill-a, b és karotinoid tartalom alakulása az NK Columbia kukorica hibrid második levelében baktériumtrágya kezelésekre hatására (alkalmazott jelölések: K: kontroll, A: „A” jelölésű baktériumtrágya, B: „B” jelölésű baktériumtrágya, C: „C” jelölésű baktériumtrágya) (mg g⁻¹) n=3± S.D. Szignifikáns különbség a kontrollhoz viszonyítva: *p<0,05

NK Columbia hibrid			
2. levél			
Kezelések	Klorofill-a	Klorofill-b	Karotinoidok
Kontroll	14,19± 0,68	5,51± 0,62	9,82± 0,74
„A” bakt.trágya	14,18± 0,57	6,71± 0,30	9,89± 0,81
„B” bakt.trágya	13,43± 0,80	3,57± 0,63*	11,03± 0,53
„C” bakt.trágya	14,17± 0,68	3,69± 0,75	10,78± 0,53
3. levél			
Kezelések	Klorofill-a	Klorofill-b	Karotinoidok
Kontroll	13,70± 0,71	4,45± 0,13	10,24± 0,16
„A” bakt.trágya	15,11± 0,73	7,47± 0,53	11,06± 0,86
„B” bakt.trágya	14,79± 0,36	3,14± 0,42**	11,04± 0,55
„C” bakt.trágya	15,35± 0,24*	3,68± 0,46	10,89± 0,62

Az **NX 47219** hibridnél a klorofill-a mennyisége nem változott jelentősen a kezelések hatására a kontrollhoz képest. A klorofill-b mennyisége az „A” és „B” jelű kezelések hatására nőtt, míg a karotinoidok mennyisége csökkent a kontrollhoz képest a második levelében (22. táblázat).

22. táblázat: A klorofill-a, b és karotinoid tartalom alakulása a NX 47279 kukorica hibrid második levelében baktériumtrágya kezelések hatására (alkalmazott jelölések: K: kontroll, A: „A” jelölésű baktériumtrágya, B: „B” jelölésű baktériumtrágya, C: „C” jelölésű baktériumtrágya) (mg g⁻¹) n=3± S.D. Szignifikáns különbség a kontrollhoz viszonyítva: *p<0,05

NX 47279 hibrid			
2. levél			
Kezelések	Klorofill-a	Klorofill-b	Karotinoidok
Kontroll	13,50± 0,57	2,75± 0,39	12,17± 1,47
„A” bakt.trágya	13,08± 0,61	5,87± 1,06	8,73± 0,75
„B” bakt.trágya	13,52± 0,25	6,34± 1,31	8,70± 0,15
„C” bakt.trágya	13,90± 2,32	2,81± 1,12	7,81± 0,24*
3. levél			
Kezelések	Klorofill-a	Klorofill-b	Karotinoidok
Kontroll	14,51± 0,40	6,11± 0,43	10,11± 1,23
„A” bakt.trágya	13,86± 0,36	4,88± 0,10	8,44± 0,21
„B” bakt.trágya	14,80± 0,84	5,92± 0,72	8,64± 0,23
„C” bakt.trágya	14,73± 0,81	7,83± 0,71	7,84± 0,20

5. 3. 4. A MARTONVÁSÁRI nemesítőházból származó kukorica hibridek klorofill-*a*, *b* és karotinoid tartalmának alakulása a baktériumtrágya kezelések hatására

A *Martonvásári* nemesítőház hat hibridjén vizsgáltam a három baktériumtrágya kezelés hatását a klorofill-*b* és a karotinoidok mennyiségére.

A klorofill-*b* és a karotinoidok mennyisége mind a három kezelés hatására nőtt az **MV 350** hibrid harmadik levelében (23. táblázat).

23. táblázat: A klorofill-*a*, *b* és karotinoid tartalom alakulása az MV 350 kukorica hibrid második és harmadik levelében baktériumtrágya kezelések hatására (mg g⁻¹) n=3± S.D. Szignifikáns különbség a kontrollhoz viszonyítva: *p<0,05.

MV 350 hibrid			
2. levél			
Kezelések	klorofill-a	klorofill-b	karotinoidok
Kontroll	4,90± 0,25	3,82± 0,65	7,49± 0,46
„A” bakt.trágya	4,69± 0,71	3,64± 0,12	6,64± 0,33
„B” bakt.trágya	4,29± 0,37	4,65± 0,64*	7,01± 0,19
„C” bakt.trágya	4,67± 0,23	4,67± 0,45	8,36± 0,59
3. levél			
Kezelések	klorofill-a	klorofill-b	karotinoidok
Kontroll	14,21± 0,23	4,12± 0,03	7,47± 0,05
„A” bakt.trágya	14,89± 0,06	4,61± 0,28*	7,63± 0,15
„B” bakt.trágya	13,65± 0,66	4,31± 0,03**	7,66± 0,15
„C” bakt.trágya	15,15± 0,60	5,21± 0,45*	8,85± 0,41*

A *Kamaria* második levelében mért klorofill-*b* mennyisége nőtt a kontrollhoz képest. A *Kamaria* harmadik levelében minden fotoszintetikus pigment mennyisége nőtt a kontrollhoz képest mind a három baktériumtrágya kezelésnél.

Az „A” kezelésnél szignifikáns növekedés figyelhető meg (24. táblázat).

24. táblázat: A klorofill-*a*, *b* és karotinoid tartalom alakulása a Kamaria kukorica hibrid második és harmadik levelében baktériumtrágya kezelések hatására (mg g⁻¹) n=3± S.D. Szignifikáns különbség a kontrollhoz viszonyítva: *p<0,05.

Kamaria hibrid			
2. levél			
Kezelések	klorofill-a	klorofill-b	karotinoidok
Kontroll	4,32± 0,35	4,82± 0,47	7,19± 0,37
„A” bakt.trágya	4,40± 0,04	5,74± 0,39	7,44± 0,55
„B” bakt.trágya	4,21± 0,01	5,07± 0,05	7,04± 0,04
„C” bakt.trágya	4,28± 0,33	4,93± 0,06	6,26± 0,28
3. levél			
Kezelések	klorofill-a	klorofill-b	karotinoidok
Kontroll	11,99± 0,20	3,87± 0,11	5,87± 0,33
„A” bakt.trágya	16,04± 0,77**	5,08± 0,62*	7,15± 0,51*
„B” bakt.trágya	14,26± 0,75**	4,97± 0,66*	6,83± 0,56
„C” bakt.trágya	13,35± 0,87	4,80± 0,86	6,69± 0,67

A **MV 343** hibridnél a klorofill-b mennyisége „B” kezelésnél szignifikánsan csökkent, míg a „C” kezelésnél kontroll körüli értéket kaptam. A karotinoidok mennyisége szintén csökkent mind a három kezelésnél. Az MV 343 hibrid harmadik levelében a fotoszintetikus pigmentek mennyisége nőtt az „A” és „C” kezelés hatására a kontrollhoz képest (25. táblázat).

25. táblázat: A klorofill-*a*, *b* és karotinoid tartalom alakulása a MV 343 kukorica hibrid második és harmadik levelében baktériumtrágya kezelések hatására (mg g⁻¹) n=3± S.D. Szignifikáns különbség a kontrollhoz viszonyítva: *p<0,05.

MV 343 hibrid			
2. levél			
Kezelések	klorofill-a	klorofill-b	karotinoidok
Kontroll	4,86± 0,23	5,16± 0,45	8,05± 0,44
„A” bakt.trágya	4,90± 0,06	4,54± 0,16	7,59± 0,33
„B” bakt.trágya	4,51± 0,25	4,23± 0,57	6,66± 0,45
„C” bakt.trágya	4,46± 0,24	5,20± 0,30	7,87± 0,24
3. levél			
Kezelések	klorofill-a	klorofill-b	karotinoidok
Kontroll	14,22± 0,47	4,47± 0,68	7,44± 0,55
„A” bakt.trágya	15,23± 0,38	5,14± 0,63	7,71± 0,33
„B” bakt.trágya	13,45± 0,46	4,41± 0,32	7,12± 0,38
„C” bakt.trágya	15,73± 0,62	5,70± 0,32	9,37± 0,64*

A **Tarján** hibridnél főleg a „C” baktériumtrágya hatására kaptam szignifikáns növekedést a klorofill-a tartalomban a 2. és a 3. levélen is. A harmadik levélen a

klorofill-b tartalom is pozitív növekedésű volt. Szignifikánsan csökkent a karotinoid tartalom az „A” oltóanyag hatására (26. táblázat).

26. táblázat: A klorofill-*a*, *b* és karotinoid tartalom alakulása a Tarján kukorica hibrid második és harmadik levelében baktériumtrágya kezelésekre (mg g⁻¹) n=3± S.D. Szignifikáns különbség a kontrollhoz viszonyítva: *p<0,05.

Tarján hibrid			
2. levél			
Kezelések	klorofill-a	klorofill-b	karotinoidok
Kontroll	4,27± 0,04	6,93± 0,19	9,17± 0,08
„A” bakt.trágya	4,47± 0,38	5,72± 0,45	8,06± 0,36*
„B” bakt.trágya	4,53± 0,29	5,95± 0,46	8,28± 0,55
„C” bakt.trágya	4,37± 0,50*	6,82± 0,52	8,31± 0,22
3. levél			
Kezelések	klorofill-a	klorofill-b	karotinoidok
Kontroll	15,18± 0,64	5,66± 0,63	8,68± 0,51
„A” bakt.trágya	15,18± 0,86	5,57± 0,53	7,59± 0,46
„B” bakt.trágya	15,53± 0,41	6,05± 0,26	8,22± 0,03
„C” bakt.trágya	16,93± 0,01*	7,23± 0,12*	8,76± 0,68

A három fotoszintetikus pigment mennyisége nőtt a **MV Mikolt** harmadik levelében az „A” és „B” jelű kezelés hatására. A klorofill-b mennyisége 3,3 mg g⁻¹-mal nőtt a kontrollhoz képest (27. táblázat).

27. táblázat: A klorofill-*a*, *b* és karotinoid tartalom alakulása az Mv Mikolt kukorica hibrid második és harmadik levelében baktériumtrágya kezelésekre (mg g⁻¹) n=3± S.D. Szignifikáns különbség a kontrollhoz viszonyítva: *p<0,05.

MV Mikolt			
2. levél			
Kezelések	klorofill-a	klorofill-b	karotinoidok
Kontroll	15,27± 0,17	5,38± 0,12	8,41± 0,67
„A” bakt.trágya	16,37± 0,10**	6,18± 0,06**	9,53± 0,19
„B” bakt.trágya	14,62± 0,53	5,25± 0,33	8,42± 0,39
„C” bakt.trágya	12,71± 0,67*	7,73± 0,43**	5,96± 0,28*
3. levél			
Kezelések	klorofill-a	klorofill-b	karotinoidok
Kontroll	16,52± 0,42	6,56± 0,45	8,94± 0,28
„A” bakt.trágya	17,63± 0,32	7,94± 0,31	9,71± 0,29
„B” bakt.trágya	16,61± 0,32	7,23± 0,35	9,37± 0,10
„C” bakt.trágya	15,47± 0,31	9,83± 0,17	7,14± 0,42

Az **MV Koppány** hibridnél az „A” kezeléskor mért a kontroll körüli értéket, míg a többi kezeléskor csökkent a relatív klorofill tartalom a kontrollhoz képest.

Az MV Koppány második levelében mért fotoszintetikus pigmentek mennyisége mind a három kezelés hatására nőtt (28. táblázat).

28. táblázat: A klorofill-*a*, *b* és karotinoid tartalom alakulása az MV Koppány kukorica hibrid második és harmadik levelében baktériumtrágya kezelése hatására (mg g⁻¹) n=3± S.D. Szignifikáns különbség a kontrollhoz viszonyítva: *p<0,05.

MV Koppány hibrid			
2. levél			
Kezelések	klorofill-a	klorofill-b	karotinoidok
Kontroll	13,19± 0,72	4,73± 0,62	6,32± 0,49
„A” bakt.trágya	14,34± 0,92	5,42± 0,73	7,34± 0,66
„B” bakt.trágya	14,49± 0,25	4,95± 0,87	6,76± 0,79
„C” bakt.trágya	13,34± 0,55	4,90± 0,19	7,39± 0,42
3. levél			
Kezelések	klorofill-a	klorofill-b	karotinoidok
Kontroll	15,79± 0,47	6,55± 0,37	7,92± 0,15
„A” bakt.trágya	15,01± 0,38	5,90± 0,32	7,15± 0,33*
„B” bakt.trágya	15,28± 0,33	6,06± 0,32	7,71± 0,01
„C” bakt.trágya	15,25± 0,31	6,13± 0,02	7,97± 0,30

5. 3. 5. A SZEGEDI GABONAKUTATÓBÓL származó kukorica hibridek klorofill-*a*, *b* és karotinoid tartalmának alakulása a baktériumtrágya kezelése hatására

A **Szegedi Gabonakutató** öt hibridjén vizsgáltam a három baktériumtrágya hatását a kukorica második és a harmadik levelének klorofill-*a*, *b* és karotinoid tartalmára.

A **GK Boglár** hibrid második és harmadik levelében mind a három fotoszintetikus pigment mennyisége nőtt a kezelése hatására a kontrollhoz képest (29. táblázat):

29. táblázat: A klorofill-*a*, *b* és karotinoid tartalom alakulása a GK Boglár kukorica hibrid második és hibridek harmadik levelében baktériumtrágya kezelések hatására (mg g⁻¹) n=3± S.D. Szignifikáns különbség a kontrollhoz viszonyítva: *p<0,05.

GK Boglár			
2. levél			
Kezelések	Klorofill-a	Klorofill-b	Karotinoidok
Kontroll	13,35± 0,71	4,98± 0,49	7,20± 0,90
„A” bakt.trágya	15,27± 0,72	6,12± 0,75	9,42± 0,26*
„B” bakt.trágya	13,37± 0,40	5,31± 0,65	7,24± 0,06
„C” bakt.trágya	14,26± 0,36	5,57± 0,24	7,64± 0,12
3. levél			
Kezelések	Klorofill-a	Klorofill-b	Karotinoidok
Kontroll	12,16± 0,44	4,67± 0,69	7,08± 0,65
„A” bakt.trágya	13,51± 0,64	5,22± 0,47	7,45± 0,23
„B” bakt.trágya	13,21± 0,43	4,95± 0,33	7,54± 0,41
„C” bakt.trágya	13,80± 0,28*	5,26± 0,13	7,94± 0,54

A **Szegedi 386** hibrid második és harmadik levelében csökkentek a mért SPAD-értékek, a „B” kezelés hatására mind a két levelében szignifikáns csökkenés figyelhető meg.

Az alkalmazott baktériumtrágyák azonban nem viselkednek egységesen. Negatív hatású lehet az „A”, a „B” és a „C” baktériumtrágya is.

Az alkalmazott kezelések a karotinoidok mennyiségére nem voltak hatással (30. táblázat).

30. táblázat: A klorofill-*a*, *b* és karotinoid tartalom alakulása a Szegedi 386 kukorica hibrid második és hibridek harmadik levelében baktériumtrágya kezelések hatására (mg g⁻¹) n=3± S.D. Szignifikáns különbség a kontrollhoz viszonyítva: *p<0,05.

Szegedi 386 hibrid			
2. levél			
Kezelések	Klorofill-a	Klorofill-b	Karotinoidok
Kontroll	13,69± 0,30	5,23± 0,12	6,90± 0,12
„A” bakt.trágya	12,84± 0,19*	4,74± 0,16*	6,77± 0,12
„B” bakt.trágya	13,04± 0,43	4,61± 0,15*	7,08± 0,43
„C” bakt.trágya	13,88± 0,71	4,45± 0,62	6,88± 0,89
3. levél			
Kezelések	Klorofill-a	Klorofill-b	Karotinoidok
Kontroll	14,26± 0,52	5,59± 0,10	7,12± 0,32
„A” bakt.trágya	13,33± 0,45	4,99± 0,40	7,33± 0,31
„B” bakt.trágya	13,27± 0,39	4,94± 0,32*	7,38± 0,22
„C” bakt.trágya	12,91± 0,47*	4,77± 0,22*	7,26± 0,32

A **Kenéz** második levelében a klorofill-a, klorofill-b és karotinoid tartalom is csökkent mind a három kezelésnél a kontrollhoz viszonyítva. Ezzel ellentétben a harmadik levelében növekedés figyelhető meg a fotoszintetikus pigmentek mennyiségében (31. táblázat).

31. táblázat: A klorofill-a, b és karotinoid tartalom alakulása a Kenéz kukorica hibrid második és hibrdek harmadik levelében baktériumtrágya kezelések hatására (mg g⁻¹) n=3± S.D. Szignifikáns különbség a kontrollhoz viszonyítva: *p<0,05.

Kenéz hibrid			
2. levél			
Kezelések	Klorofill-a	Klorofill-b	Karotinoidok
Kontroll	15,15± 0,49	5,67± 0,25	9,42± 0,82
„A” bakt.trágya	14,24± 0,71	5,17± 0,62	8,54± 0,50**
„B” bakt.trágya	14,51± 0,79	5,29± 0,52	9,01± 0,79
„C” bakt.trágya	14,29± 0,25	5,39± 0,18	8,19± 0,61
3. levél			
Kezelések	Klorofill-a	Klorofill-b	Karotinoidok
Kontroll	14,58± 0,32	5,14± 0,29	8,96± 0,31
„A” bakt.trágya	15,85± 0,25	6,48± 0,22**	9,85± 0,79
„B” bakt.trágya	14,96± 0,22	5,76± 0,06*	9,08± 0,18
„C” bakt.trágya	15,48± 0,52	6,18± 0,55	9,14± 0,47

A **Szegedi 475** hibrid második levelében a „B” és a „C” kezeléseknél csökkent a fotoszintetikus pigment, a karotinoid tartalom a kontrollhoz viszonyítva. Az „A” baktériumtrágya hatására azonban növekedést tapasztaltam (32. táblázat).

32. táblázat: A klorofill-a, b és karotinoid tartalom alakulása a Szegedi kukorica hibrid második és hibrdek harmadik levelében baktériumtrágya kezelések hatására (mg g⁻¹) n=3± S.D. Szignifikáns különbség a kontrollhoz viszonyítva: *p<0,05

Szegedi 475 hibrid			
2. levél			
Kezelések	Klorofill-a	Klorofill-b	Karotinoidok
Kontroll	14,15± 1,39	5,80± 0,49	10,43± 0,79
„A” bakt.trágya	16,09± 0,70	4,67± 0,47	10,45± 1,28
„B” bakt.trágya	15,97± 0,34	6,39± 0,34	11,26± 0,38
„C” bakt.trágya	15,68± 0,87	6,14± 0,76	11,86± 0,07
3. levél			
Kezelések	Klorofill-a	Klorofill-b	Karotinoidok
Kontroll	13,52± 0,81	5,30± 0,49	10,19± 0,37
„A” bakt.trágya	14,89± 1,63	5,16± 0,20	11,13± 0,29*
„B” bakt.trágya	11,04± 0,27	3,40± 0,18*	7,28± 0,66**
„C” bakt.trágya	12,28± 0,05	4,28± 0,68	8,76± 0,75*

A **Szegedi 521** második és harmadik levelében mért pigment tartalomra is pozitív hatással voltak a kezelések. A klorofill-*a* mennyisége megközelítőleg 7,8 mg g⁻¹-mal, a klorofill-*b* 2,2 mg g⁻¹-mal, a karotinoid tartalom 3,7 mg g⁻¹-mal nőtt a kontrollhoz képest a második levelében (33. táblázat).

33. táblázat: A klorofill-*a*, *b* és karotinoid tartalom alakulása a Szegedi 521 kukorica hibrid második és hibridek harmadik levelében baktériumtrágya kezelések hatására (mg g⁻¹) n=3± S.D. Szignifikáns különbség a kontrollhoz viszonyítva: *p<0,05

Szegedi 521 hibrid			
2. levél			
Kezelések	Klorofill-a	Klorofill-b	Karotinoidok
Kontroll	7,87± 1,35	3,57± 0,33	7,00± 1,21
„A” bakt.trágya	15,80± 0,37*	5,81± 0,46*	10,75± 0,18*
„B” bakt.trágya	15,73± 0,97*	5,97± 0,98	12,08± 0,55*
„C” bakt.trágya	13,90± 0,97**	4,83± 0,54	8,82± 0,78
3. levél			
Kezelések	Klorofill-a	Klorofill-b	Karotinoidok
Kontroll	11,78± 0,11	4,64± 0,31	9,36± 0,73
„A” bakt.trágya	15,65± 0,76**	5,70± 0,87	10,88± 1,21
„B” bakt.trágya	15,23± 0,36**	4,95± 0,80	9,56± 1,43
„C” bakt.trágya	15,65± 0,27***	5,61± 0,48	10,73± 0,56

5. 3. 6. Az AGROMAG SZEGED nemesítőházból származó kukorica hibridek klorofill-*a*, *b* és karotinoid tartalmának alakulása a baktériumtrágya kezelések hatására

Az **Agromag Szeged** nemesítőház négy hibridjén vizsgáltam a kukorica második és a harmadik levelének klorofill-*a*, *b* és karotinoid tartalmát.

A **Shakira** második levelében a klorofill-*a* és klorofill-*b* mennyisége kontroll körüli volt az „A” kezelésnél, a másik két kezelésnél viszont csökkent (34. táblázat).

Az **Eric** második és harmadik levelében a fotoszintetikus pigmentek mennyisége túlnyomórészt csökkent a kezelések hatására. A második levelében az „A” kezelésnél a klorofill-*b* mennyisége kontroll körüli, míg a harmadik levelében a klorofill-*a* és klorofill-*b* mennyisége volt kontroll körüli érték a „C” kezelésnél (35. táblázat).

34. táblázat: A klorofill-*a*, *b* és karotinoid tartalom alakulása a Shakira kukorica hibrid második és hibrdek harmadik levelében baktériumtrágya kezelések hatására (mg g⁻¹) n=3± S.D. Szignifikáns különbség a kontrollhoz viszonyítva: *p<0,05

Shakira hibrid			
2. levél			
Kezelések	Klorofill-a	Klorofill-b	Karotinoidok
Kontroll	14,39± 0,83	5,32± 0,60	7,05± 0,27
„A” bakt.trágya	14,42± 0,70	5,40± 0,49	6,68± 0,12
„B” bakt.trágya	12,97± 0,63	4,39± 0,45	6,38± 0,41
„C” bakt.trágya	12,96± 0,25	4,16± 0,68	7,16± 0,51
3. levél			
Kezelések	Klorofill-a	Klorofill-b	Karotinoidok
Kontroll	15,41± 0,46	5,69± 0,30	7,92± 0,16
„A” bakt.trágya	15,51± 0,58	6,21± 0,63	7,92± 0,47
„B” bakt.trágya	14,12± 0,20*	5,15± 0,16	7,24± 0,36*
„C” bakt.trágya	13,79± 0,11**	5,06± 0,24*	7,34± 0,17*

35. táblázat: A klorofill-*a*, *b* és karotinoid tartalom alakulása az Eric kukorica hibrid második és hibrdek harmadik levelében baktériumtrágya kezelések hatására (mg g⁻¹) n=3± S.D. Szignifikáns különbség a kontrollhoz viszonyítva: *p<0,05

Eric hibrid			
2. levél			
Kezelések	Klorofill-a	Klorofill-b	Karotinoidok
Kontroll	12,10± 0,76	3,91± 0,43	6,81± 0,23
„A” bakt.trágya	11,55± 0,67	3,94± 0,33	6,32± 0,28
„B” bakt.trágya	11,17± 0,28	3,67± 0,33	6,78± 0,39
„C” bakt.trágya	10,64± 0,18	3,65± 0,21	6,14± 0,04
3. levél			
Kezelések	Klorofill-a	Klorofill-b	Karotinoidok
Kontroll	9,22± 0,47	3,02± 0,47	5,40± 0,60
„A” bakt.trágya	8,19± 0,40	2,72± 0,40	5,11± 0,41
„B” bakt.trágya	8,96± 0,62	2,98± 0,62	5,23± 0,13
„C” bakt.trágya	9,56± 0,50	3,21± 0,50	5,57± 0,14

A **Temes** harmadik levelében mind a három mért paraméter értéke nőtt a kontrollhoz képest a három vizsgált baktériumtrágyánál. A karotinoidok mennyisége szignifikánsan nőtt a kontrollhoz képest (36. táblázat).

36. táblázat: A klorofill-*a*, *b* és karotinoid tartalom alakulása a Temes kukorica hibrid második és hibridek harmadik levelében baktériumtrágya kezelések hatására (mg g⁻¹) n=3± S.D. Szignifikáns különbség a kontrollhoz viszonyítva: *p<0,05

Temes hibrid			
2. levél			
Kezelések	Klorofill-a	Klorofill-b	Karotinoidok
Kontroll	14,74± 0,77	6,01± 0,44	7,71± 0,77
„A” bakt.trágya	14,49± 0,67	5,84± 0,27	7,96± 0,13
„B” bakt.trágya	15,16± 0,30	6,01± 0,31	8,05± 0,48
„C” bakt.trágya	14,40± 0,34	5,54± 0,32	7,52± 0,25
3. levél			
Kezelések	Klorofill-a	Klorofill-b	Karotinoidok
Kontroll	14,21± 0,66	5,46± 0,66	7,43± 0,15
„A” bakt.trágya	15,02± 0,36	6,12± 0,36	8,56± 0,22**
„B” bakt.trágya	15,88± 0,39	6,58± 0,39	8,41± 0,34*
„C” bakt.trágya	13,24± 1,07	4,92± 0,49	7,36± 0,23

A **Jennifer** második és harmadik levelében mind a három kezelés hatására szignifikánsan csökkentek a SPAD-értékek a kontrollhoz viszonyítva a klorofill-*b* értéket illetően. Az „A” és „B” trágyák a klorofill-*a* mennyiségére is negatív hatásúak voltak (37. táblázat).

37. táblázat: A klorofill-*a*, *b* és karotinoid tartalom alakulása a Jennifer kukorica hibrid második és hibridek harmadik levelében baktériumtrágya kezelések hatására (mg g⁻¹) n=3± S.D. Szignifikáns különbség a kontrollhoz viszonyítva: *p<0,05

Jennifer hibrid			
2. levél			
Kezelések	Klorofill-a	Klorofill-b	Karotinoidok
Kontroll	15,15± 0,53	6,06± 0,49	7,56± 0,58
„A” bakt.trágya	14,45± 0,56	5,75± 0,24	8,65± 0,47
„B” bakt.trágya	15,48± 0,67	6,23± 0,67	8,43± 0,50
„C” bakt.trágya	15,22± 0,54	4,81± 0,58*	8,16± 0,47
3. levél			
Kezelések	Klorofill-a	Klorofill-b	Karotinoidok
Kontroll	15,97± 0,04	6,68± 0,04	8,09± 0,45
„A” bakt.trágya	11,70± 0,38*	4,35± 0,38**	6,69± 0,56
„B” bakt.trágya	14,35± 0,14**	5,53± 0,14**	8,02± 0,54
„C” bakt.trágya	15,42± 0,56	4,40± 0,56*	7,87± 0,16

5. 3. 7. A három vizsgált baktériumtrágya hatásának összegző értékelése a kukorica hibridek levelének klorofill-*a*, *b* és karotinoid tartalmára

A három vizsgált baktériumtrágya hatása a klorofill-*a*, *b* és karotinoid tartalomra, a vizsgált kukorica hibridek második és harmadik levelében, a 38-39. táblázatban látható.

38. táblázat: A klorofill-a, b és karotinoid tartalom alakulása a vizsgált kukorica hibridek második levelében baktériumtrágya kezelése hatására

ns=nem szignifikáns; *↑= szignifikánsan nőtt; *↓= szignifikánsan csökkent; A; B; C= baktériumtrágya

Sorszám, FAO szám	Hibrid neve	Második levél klorofill-a, b és karotinoid tartalma								
		Klorofill-a			Klorofill-b			Karotinoidok		
		A	B	C	A	B	C	A	B	C
Igen korai érésű kukoricák										
290	Karnevalis	*↑	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Korai érésű kukoricák										
300	Clemenso	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
300	NK Kansas	ns	*↓	*↑	ns	ns	ns	ns	*↓	*↓
320	DKC 590	ns	ns	ns	ns	ns	*↑	ns	*↑	*↑
330	NK Lucius	*↑	*↑	ns	ns	*↑	ns	ns	ns	ns
	Shakira	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
340	Eric	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
350-a	NK Octet	*↑	*↑	ns	ns	ns	*↓	*↑	*↑	*↑
350-b	NK 37219	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
350-c	MV 350	ns	ns	ns	ns	*↑	ns	ns	ns	ns
360-a	SC 3510	*↑	*↓	*↓	ns	*↑	ns	*↑	*↓	*↓
360-b	NK 3850	*↑	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
360-c	MV 343	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
370-a	DKC 4490	*↓	*↓	ns	*↓	*↑	ns	ns	ns	ns
370-b	Kamaria	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
370-c	GK Boglár	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*↑	ns	ns
370-d	Temes	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
380	MV Tarján	ns	ns	*↑	ns	ns	ns	*↑	ns	ns
390-a	SY Flovita	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
390-b	Szegedi 386	*↓	ns	ns	*↓	*↓	ns	ns	ns	ns
Középérésű kukoricák										
400-a	DKC 4717	ns	*↓	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
400-b	SE 4410	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
410-a	Mikolt	*↑	ns	*↓	*↑	ns	*↑	ns	ns	*↓
410-b	Kenéz	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*↓
420	MV Koppány	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
450-a	NK Columbia	ns	ns	ns	ns	*↓	ns	ns	ns	ns
450-b	Jennifer	ns	ns	ns	ns	ns	*↓	ns	ns	ns
470	NX 47279	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*↓
480	DKC 5222	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
490	Szegedi 475	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Kései érésű kukoricák										
560	Szegedi 521	*↑	*↑	*↑	*↑	ns	ns	*↑	*↑	ns

39. táblázat: A klorofill-a, b és karotinoid tartalom alakulása a vizsgált kukorica hibridek harmadik levelében baktériumtrágya kezelések hatására

ns=nem szignifikáns; *↑= szignifikánsan nőtt; *↓= szignifikánsan csökkent; A; B; C= baktériumtrágya

Sorszám, FAO szám	Hibrid neve	Harmadik levél klorofill-a, b és karotinoid tartalma								
		Klorofill-a			Klorofill-b			Karotinoidok		
		A	B	C	A	B	C	A	B	C
<i>Igen korai érésű kukoricák</i>										
290	Karnevalis	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*↑
<i>Korai érésű kukoricák</i>										
300	Clemenso	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
300	NK Kansas	ns	*↓	*↓	*↓	*↓	*↓	ns	*↓	*↓
320	DKC 590	*↑	ns	ns	*↑	ns	ns	ns	ns	ns
330	NK Lucius	*↑	*↑	ns	ns	*↓	ns	*↑	ns	ns
	Shakira	ns	*↓	*↓	ns	ns	*↓	ns	*↓	*↓
340	Eric	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
350-a	NK Octet	ns	ns	*↓	ns	ns	ns	ns	ns	ns
350-b	NK 37219	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
350-c	MV 350	ns	ns	ns	*↑	*↑	*↑	ns	ns	*↑
360-a	SC 3510	*↓	*↓	*↓	*↓	*↑	ns	*↓	*↓	*↓
360-b	NK 3850	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
360-c	MV 343	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*↑
370-a	DKC 4490	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
370-b	Kamaria	*↑	*↑	ns	*↑	*↑	ns	*↑	ns	ns
370-c	GK Boglár	ns	ns	*↑	ns	ns	ns	ns	ns	ns
370-d	Temes	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*↑	*↑	ns
380	MV Tarján	ns	ns	*↑	ns	ns	*↑	ns	ns	ns
390-a	SY Flovita	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
390-b	Szegedi 386	ns	ns	*↓	ns	*↓	*↓	ns	ns	ns
<i>Középérésű kukoricák</i>										
400-a	DKC 4717	ns	*↓	*↓	ns	*↓	ns	*↓	*↓	ns
400-b	SE 4410	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
410-a	Mikolt	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
410-b	Kenéz	ns	ns	ns	*↑	*↑	ns	ns	ns	ns
420	MV Koppány	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*↓	ns	ns
450-a	NK Columbia	ns	ns	*↑	ns	*↓	ns	ns	ns	ns
450-b	Jennifer	*↓	*↓	*↓	*↓	*↓	ns	ns	ns	ns
470	NX 47279	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
480	DKC 5222	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
490	Szegedi 475	ns	ns	ns	ns	*↓	ns	*↓	*↓	*↓
<i>Kései érésű kukoricák</i>										
560	Szegedi 521	*↑	*↑	*↑	ns	ns	ns	ns	ns	ns

6. KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

Kutatómunkám során különböző nemesítőházakból származó kukorica hibridek válaszreakcióit vizsgáltam három különböző baktériumtrágya kezelés hatására.

A kukorica hibridek különböző FAO számmal jelzett kategóriába tartoztak az érettségük ideje szerint. Feltételeztem, hogy a kukorica éréscsoportja erősen befolyásolja azt, hogy a vizsgált baktériumtrágya kezeléseket milyen hatást gyakorolnak a növényfejlődésre. A kukorica érésideje számos egyéb tulajdonságot, így az adott növény tápanyagigényét is meghatározza. Eltérő éréscsoportú kukorica genotípusokat ezért lehet a különböző termékenységgű talajokra kevésbé vagy jobban alátámasztott módon javasolni (Pepó, Szilágyi, 2015; Sárvári és Pepó, 2014) ugyanis a vízfelvétel és a tápanyaghasznosítási képesség is függ a genotípustól még egyazon talajtípuson is (Kutasy et al. 2014, Murányi és Pepó, 2014). A genotípusok feltételezésünk szerint meghatározzák a baktériumtrágyákkal szembeni reakciót is. A 3. táblázat alapján ugyanakkor megállapíthattuk, hogy nincs egyértelmű összefüggés a kukorica hibridek éréscsoportja, azaz a különböző hibridek és az általunk alkalmazott három baktériumtrágya hatása között. A növény-mikroba kapcsolat egyedi mintázat szerint alakult.

Egyetlen kivételt a kései érésű, Szegedi 521 (FAO 560) számú hibrid adott, amelynél szinte mindegyik oltóanyag-kezelés pozitív hatású volt a növény növekedésére. Ezt a tendenciát azonban a kései érésű hibridekre nem lehet általánosítani, mivel csak 1 kései érésű kukoricát vizsgáltam. **További 500-as vagy annál nagyobb FAO számú hibridek vizsgálatát javasoljuk a kiválasztott baktériumtrágyákkal, hogy a kezdeti hipotézisünket alá tudjuk támasztani.**

A kísérleteim során három különböző eredetű és típusú baktériumtrágya készítményt vizsgáltam. Ezek különböztek a baktériumtörzsek számától függően. Az „A”, „B” és „C” oltóanyagok növekvő számú baktériumtörzsből álltak, azaz 2-, 4- és 6 törzsből álló készítményeket vizsgáltam. Feltételeztem, hogy minél nagyobb számú különböző törzs alkotja a baktériumtrágyát, az annál hatékonyabb lesz az a kukorica növekedésére. Ez a tendencia az oltóanyagok kezdeti, 1980-as években még jellemző 1 törzset tartalmazó típusától napjainkban eljutott az akár még 80 különböző mikroba törzset tartalmazó termékekig. A vizsgálataimban ezért alkalmaztam nagyobb számú törzset tartalmazó

oltóanyagokat, azt remélve, hogy a 6 baktériumtörzset tartalmazó anyag jobban fogja támogatni a növénynövekedést. A kukorica hibridek eltérő viselkedéséről már korábbi vizsgálati eredmények is vannak (Bodnár et al. 2016). A baktériumtrágyák közti különbség nem csak a csíraszámban nyilvánulhat meg, hanem az összetételben is. Az egyes törzsekre vonatkozóan ezért vannak azonosságok és különbségek is. A legtöbb baktériumtrágya így szinte minden bizonnyal szokott nitrogénkötő baktériumokat is tartalmazni, ezek között is a leggyakoribbak az egyszikűekkel asszociatív szimbiózisra képes *Azospirillum* baktériumok (Bíró, 1992 a,b). Az *Azospirillum* genuszhoz tartozó baktériumok segítik a növénytáplálást azzal, hogy a levegő szabad nitrogénjét képesek biológiai úton megkötni, hasznosítani és ezzel többlet nitrogént biztosítani a növénynek. Az általam végzett kísérletekkel megállapíthattam azonban, hogy az A, B és C baktériumtrágya hatását inkább határozta meg az adott hibrid, mint az oltóanyagban található törzsek száma, illetve milyensége.

Feltételeztem, hogy a baktériumtrágya csíraszama is egy fontos tényező lehet, de ezt a tulajdonságot a vizsgálat közben nem ellenőriztem, mint ahogy azt sem, hogy az oltóanyagban levő baktériumok közül melyek azok, amelyek a hatásukat kifejtették. Az általam alkalmazott baktériumtrágyák tartalmaztak nitrogénkötőket, de ezek mellett egyéb hatású baktériumokat is. Az összetett baktériumtrágyák esetében azonban nehezebb meghatározni, hogy melyik az a baktérium, amelynek a hatása megjelenik. Többféle típusú mikroorganizmus alkalmazásánál ismert az **összeadódó pozitív szinergista hatás** is. Az általam alkalmazott oltóanyagoknál ezekre a vizsgálatokra nem tértünk ki és csak az oltóanyagok összetett hatását ellenőriztük.

A továbbiakban ezért javasolható az oltóanyagok összetétel, azaz fajok és törzsek szerinti hatásértékelése is, hogy azok specifikus hatásairól is adatokhoz jussunk.

Kérdésként merült fel az is, hogy vajon melyik az az általunk is tesztelt tulajdonság, amelyik a leginkább jelzi az alkalmazott baktériumtrágyák hatását és eredményességét a kukorica hibrideken? A növényteni, fiziológiai vizsgálatok sorában a szokásos mérésekhez tartozik a növényi hajtás és gyökér friss és száraz tömegének a mérése, amelyekkel általában a termés mennyiségét lehet megállapítani. A baktériumtrágyákat is a növénytömeg, a termés mennyiségének a növelése érdekében alkalmazzák (Kátai et al., 2014). Célszerű lenne azonban tudni azt is, hogy az oltóanyagok a vegetációs időszak során hogyan fejtik ki a hatásukat a növény élettani, fiziológiai tulajdonságaira. Ennek érdekében vizsgáltam a levelekben mérhető klorofill és karotinoid tartalmakat is

az oltás hatására. A növény növekedésével párhuzamosan bekövetkező változások vizsgálata érdekében a méréseket a 2. és 3. levélen is elvégeztem.

Megállapítottam, hogy a kukorica hibridek növekedésük kezdeti szakaszában eltérően reagálnak a különböző baktériumtrágyákra. A reakciót nem az oltóanyagok eredete, származási helye határozta meg, hanem az adott hibridek élettani, ökofiziológiai tulajdonságai. Sem a 2., sem a 3. levélen nem tudtam ezért követhető, értékelhető tendenciát kimutatni az egyes oltóanyagok hatására. Az egyes baktériumtrágyákkal szembeni válaszreakció egyedi mintázat szerint alakult.

Az alkalmazott módszerek ugyanakkor alkalmasak arra, hogy a növények reakcióit, és az élettani tulajdonságokat is megmérjük akár a növényfejlődés kezdeti, akár a későbbi időpontokban. Nem csak *in vitro*, hanem *in situ* mérések is lehetségesek. A klorofillméréssel számos egyéb növényélettani paraméter is származtatható, amiből további következtetések vonhatók le.

Különösen javasolható ezeknek a méréseknek a bevezetése a valós talaj-növény rendszerekben, ahol a baktériumtrágya kezelést számos környezeti tényező, így a talajok abiotikus tényezői (tápanyagok, kötöttség, szerkezet, őshonos mikrobák...stb.) is befolyásolják (Kátai et al., 2014). A baktériumtrágyák hatékonyságát ott is vizsgálni kell és lehetőleg zavarás, bolygatás nélküli módon a növény érettségével, fejlettségével párhuzamosan. Különösen **a SPAD-os klorofillmérés** támogatja ezt az elméletet, amit ezért **javaslok szántóföldi körülmények között is alkalmazni, ha arra szükség van.**

7. ÚJ ÉS ÚJSZERŰ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. A vizsgálataimba vont kukorica hibridek különbözően reagáltak az eltérő összetételű baktériumtrágya kezelésekre. Az interakciót nem befolyásolta, hogy a vizsgált kukorica hibridek milyen éréscsoportba tartoztak. Ezzel bizonyítottam a hibrid–baktérium oltóanyag közötti specifikus hatást.
2. Kimutattam, hogy baktériumtrágya kezelése hatására a kukorica hajtásának száraz tömege egyenletesebb reakciót adott, mint a gyökér száraz tömege. A gyökér száraz tömegében nagyobb szórást tapasztaltam.
3. Megállapítottam, hogy az alkalmazott baktériumtrágya készítmények a kukorica 2. és a 3. levelének relatív klorofill értékére (SPAD-érték) nem adtak azonos hatást, ami azt bizonyítja, hogy a növény növekedésével párhuzamosan is változik a növény-baktériumok közötti kölcsönkapcsolat jellege, módja.
4. Kimutattam azt is, hogy a kukorica hibridek növekedésének korai fázisában a növények második levelében mért fotoszintetikus pigmentek közül a karotinoidok mennyiségére statisztikailag is alátámasztottan pozitív hatást gyakorolnak a baktériumtrágyák. Ezek mennyisége ugyanakkor ebben az esetben is egyedi tulajdonság és hibridfüggő.
5. Megállapítottam, hogy a nagyobb számú törzset tartalmazó baktériumtrágya alkalmazásával a kukoricanövények hajtásának és gyökerének száraz tömege nem lesz arányosan nagyobb.

8. A GYAKORLATBAN HASZNOSÍTHATÓ EREDMÉNYEK

A gyakorlatban hasznosítható eredményeket a következő pontokba foglaltam össze:

1. Napjaink mezőgazdaságára egyaránt jellemző a nagyobb mennyiségre, a jobb minőségre való törekvés, lehetőleg kevés vegyi anyag felhasználásával, környezettudatos gazdálkodás folytatásával. Dolgozatom eredményei ehhez a törekvéshez kapcsolódóan mutatja be a vizsgált biotrágyák hatását.
2. Folyamatosan jelennek meg a termesztésben az új hibridek, amelyeknek a környezeti tényezőkkel szembeni viselkedése eltérő lehet, ezért szükséges a köztermesztésbe lévő hibridek vizsgálata. A környezet összetett, komplex hatása széles körben kutatott terület, különösen a tápanyagellátás, az öntözés és a technológiai megoldások területén.
3. A rendelkezésre álló biotrágyák köre egyre bővülő, és többnyire mindegyiket csodaszernek tartja a gyártója. Ugyanakkor hiányoznak azok a kísérletek, amelyek a biotrágyák hibridspecifikus hatását hivatottak vizsgálni. Ezzel a munkával ezt a hiányosságot igyekeztem pótolni, amit természetesen folytatni kell, mert maga a feladat szélesebb körű, mint ezen dolgozat kerete.
4. A biotrágyák számos kedvező hatása mellett az egyik leglényegesebb, hogy segítik a növények tápanyagfelvételét azáltal is, hogy a talaj nehezen mobilizálódó tápanyagainak a felvehetőségét fokozzák, ezzel a növény tápanyagellátása harmonikusabb lesz.
5. Ismert azonban, hogy a hibridek között különbségek lehetnek a tápanyag igényben és a tápanyag hasznosulásban is. Kétségtelen, hogy egy olyan rendszerben, amikor a talaj-gyökér-baktérium kölcsönhatását vizsgáljuk mindhárom komponens lényeges, de állíthatom, hogy a gyökér tápanyagfelvételének javulása mégis a talaj-baktérium kölcsönhatás eredménye. Akkor, amikor lényeges szempont a talajba bevitt műtrágyák mennyisége, hasznosulása, akkor legalább annyira fontos lehet a talaj tápanyagkészleteinek mobilizálása is. Mindkét folyamat eredményeképpen nő a felvehető tápanyagok mennyisége, amire a növények, de az eltérő hibridek is más-más módon reagálnak.

6. Munkám gyakorlati hasznát abban látom, hogy felhívta a figyelmet a növények tápanyagellátásának komplexitására, és ezen belül a biotrágyák hibridspecifikus hatásaira.
7. Kétségtelen, hogy folyamatos kutatásra van szükség, hiszen a hibridek száma is folyamatosan változik, és természetesen a talaj típusa is jelentősen befolyásolhatja a baktériumok hatását.
8. A dolgozat a kezdeti lépést jelenti azon az úton, amelyen a hagyományos műtrágyák felhasználásával kapcsolatos kutatások igen messzire jutottak és kiemelkedő eredményeket értek el. A növények tápanyagellátásának jobbá tétele, a kevesebb kemikália felhasználása, a környezetkímélő gazdálkodás nagy, jelképes épületében a jelen munka egy olyan téglá, amely hozzájárulhat az eredményesebb gazdálkodáshoz. Sok ilyen kutatási eredmény gyakorlati hasznosításával lehet a mezőgazdaságot fenntartható módon, gazdaságosan működtetni.

9. ÖSSZEFOGALÁS

Az egyre intenzívebb mezőgazdasági termelés miatt előtérbe kerülnek a környezetbarát, a környezetet nem terhelő készítmények, melyekkel a mesterséges tápanyagokat, kemikáliák egy részét lehet helyettesíteni. Az egyik ilyen anyag a baktériumtrágya.

A mikroorganizmusok elősegítik a növények tápanyagfelvételét is. Ez két alapvető hatásra vezethető vissza: 1. fokozzák a tápanyagok feltáródását, mobilitását, 2. közvetlenül is fokozzák a tápanyagfelvételt. Korai kutatások eredményeként tisztázódott, hogy az inokulált baktériumok elősegítették a foszfor felvehetőségét, a szerves foszfátok mineralizációját fokozták, az oldhatatlan foszfátot oldhatóvá tették. A talaj inokulálása *Azospirillum brasilense*-vel a búza, a cirok és a kukorica esetében jelentősen növelte a nitrogén, a kálium és a foszfor felvételét. A búza talaját inokulálva *Azospirillum*-mal azt tapasztalták, hogy a gyökércsúcs mögötti része intenzívebben fejlődött, megnőtt a gyökérszőrök felülete, ami a tápanyagok fokozott felvételéhez vezetett.

Ma Magyarországon sajátos kínálati piac alakult ki a biotrágyák területén. Bőség van a különböző hibridekből is. A biotrágyák többnyire azonos, de esetenként eltérő baktériumot tartalmaznak, valamennyiük jellemzője, hogy szinte kivétel nélkül van bennük a N₂-fixáló baktérium, több más pl. foszfor mobilizáló, vagy cellulózbontó baktériummal együtt.

Munkám során 3 baktérium-tartalmú biotrágya hatását vizsgáltam 31 kukorica hibriden: DKC 590, DKC 4490, DKC 4717, DKC 5222, Karnevalis, Clemenso, NK Kansas, NK Lucius, NK Octet, NK 37219, SC 3510, NK 3850, SY Flovita, SE 4410, NK Columbia, NX 47279, MV 350, MV 434, Kamaria, MV Tarján, Mikolt, MV Koppány, GK Boglár, Szegedi 386, Kenéz, Szegedi 475, Szegedi 521, Shakira, Eric, Temes, Jennifer, laboratóriumi, in vitro körülmények között vízkultúrák kísérletekben.

Az egyik baktériumtrágya, melyet „A”-val jelöltem 2 baktériumtörzset tartalmaz:

- az *Azotobacter chroococcum*ot és a *Bacillus megaterium*ot.

A másik baktériumtrágya („B”), 6 különböző törzset:

- *Azospirillum brasilense*, *Azotobacter vinelandii*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus polymyxa*, *Pseudomonas fluorescens*, *Streptomyces albus*.

A harmadik baktériumtrágya összetétele a következő, 4 törzsből áll:

- *Azotobacter chroococcum*, *Azospirillum* ssp., *Bacillus megaterium*, *B. subtilis*.

A kísérlet során mértük a főbb növényfiziológiai paramétereket: a kukorica gyökérének és a hajtásának száraz tömegét, a második és harmadik levél relatív klorofill értékét (SPAD-érték), és a fotoszintetikus pigmentek mennyiségét (klorofill-a, klorofill-b, karotinoidok).

A kísérleteim eredményéből azt a lényeges következtetést vonom le, hogy a kukorica hibridek között különbség van a biotrágyával szembeni érzékenységekben. A kiválasztott hibrideknél feltűnő volt a három baktériumtrágyával szembeni eltérő viselkedés, ami arra hívja fel a figyelmet, hogy az általam vizsgált biotrágyák eredményes alkalmazhatósága erősen hibridfüggő módon alakul. Kísérleteim alapján feltételezem, hogy a kereskedelmi forgalomban kapható baktériumtrágyák mindegyikére vonatkozhat ez a megállapítás, bár kétségtelen, hogy célszerű lenne további biotrágyák hasonló tesztelése.

A következtetéseim háttérében az is megnyilvánulhat, hogy az eltérő baktériumtrágyák tápoldata –különösen a szerves komponens esetében – eltérő összetételű, ami a kísérleteimben tapasztalt különbséget is okozhatta, illetve az azonos baktériumok eltérő aktivitású törzsei is előfordulhatnak az eltérő baktériumtrágyákban, ami szintén befolyásol.

Abból kiindulva, hogy a kiválasztott kukorica hibrideknél különbségek voltak, valószínűsíthető, hogy más gazdasági növénynél is hasonló hatást tapasztalnánk.

10. SUMMARY

Due to the increasingly intensive production, environment-friendly products that do not “burden” the environment, and can potentially replace a portion of the artificial nutrients and chemicals, came to the force. One of these substances are the biofertilizers. The microorganisms also promote the nutrient uptake of plants. It can be explained by reference to two basic effects:

1. they increase the availability and mobility of nutrients
2. they increase nutrient uptake directly as well.

The results of early studies clarified that the inoculated bacteria promote the availability of phosphorus, increase the mineralization of organic phosphates and made the insoluble phosphates soluble. The inoculation of the soil with *Azospirillum brasilense* significantly increased the nitrogen, potassium and phosphorus uptake in the case of wheat, sorghum and maize. When the soil of wheat was inoculated with *Azospirillum*, the more intensive development of the section of the root behind the apex and the increase of the surface of the root hairs were observed, which led to the increase uptake of nutrients.

Today, there is a unique supply market of biofertilizers in Hungary. Similarly, there is an abundance of various hybrids biofertilizers usually contain the same bacteria with occasional differences, their common characteristic is that they almost invariably contain N₂-fixating bacteria together with several other phosphorus mobilizing or cellulose degrading bacteria.

During my work, I examined the effect of three biofertilizers on 31 maize hybrids: DKC 590, DKC 4490, DKC 4717, DKC 5222, Karnevalis, Clemenso, NK Kansas, NK Lucius, NK Octet, NK 37219, SC 3510, NK 3850, SY Flovita, SE 4410, NK Columbia, NX 47279, MV 350, MV 434, Kamaria, MV Tarján, Mikolt, MV Koppány, GK Boglár, Szegedi 386, Kenéz, Szegedi 475, Szegedi 521, Shakira, Eric, Temes, Jennifer, under laboratory *in vitro* conditions.

One biofertilizer marked „A” contains 2 bacterial strains:

- *Azotobacter chroococcum* and *Bacillus megaterium*.

The other biofertilizer („B”) comprises 6 bacterial strains:

- *Azospirillum brasilense*, *Azotobacter vinelandii*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus polymyxa*, *Pseudomonas fluorescens* and *Streptomyces albus*.

The composition of the third (“C”) biofertilizer was the following:

- *Azotobacter chroococcum*, *Azospirillum* ssp., *Bacillus megaterium*, *B. subtilis*.

The main plant physiology parameters were measured during the experiment: the dry weight of the shoot and the root of maize, the relative chlorophyll value of the second and the third leaves (SPAD-unit) and the amount of photosynthetic pigments (chlorophyll-a, chlorophyll-b and carotenoids).

From the results of the experiments, we have drawn the important conclusion that there are significant differences between the susceptibility of the maize hybrids against the biofertilizers. The different behaviour of the selected hybrids against the three biofertilizers was remarkable, which directs attention to the fact that the successful application of the biofertilizers examined by us depends on the plant variety. Based on our experiments, we assume that this conclusion can be relevant to all commercially available biofertilizer, although it is obvious that similar testing of each biofertilizer would be expedient. The facts that the composition of the medium of the various biofertilizers – especially in the case of the organic component – can be varied, which causes the differences experienced in our experiments, and that strains of the same bacteria with different activity can be present in the various biofertilizers could be in the background of our conclusions.

In view of the fact that there were differences between the selected maize hybrids, it is most probable that similar effects would be experienced in the case of other economical plants.

PUBLIKÁCIÓS JEGYZÉK

- Adams F.:** 1984. Soil Acidity and Liming. Agronomy 12. American Society of Agronomy, Madison, WI.
- Adams, F.:** 1981. Nutritional imbalances and constraints to plant growth in acid soils. J. Plant Nutr. 4, 81.p.
- Adkinson, D.** 1990. Influence of root system morphology and development on the need for fertilizer and efficiency of use. pp. 411– 451. In: V. C. Baligar and R. R. Duncan (eds.), Crops as Enhancers of Nutrient Use. Academic Press, San Diego, CA.
- Alam, S. M., Naqui, S. S. M., Ansari, R.:** 1999. Impact of Soil pH on Nutrient Uptake by Crop Plants. In: Handbook of Plant and Crop Stress 2nd Ed. p. 51-60. Edited: Mohammad Pessarakli, Marcel Dekker AG, Basel.
- Andrade G., Mihara K. L., Linderman R. G., Bethlenfalvay G. J.,** 1998. Soil aggregation status and rhizobacteria in the mycorrhizosphere. Plant Soil 202, 89–96.
- Andriano, D.C.:** 1986. Trace Elements in the Terrestrial Environment, Springer-Verlag, New York.
- Ankel-Fuchs, D., és Thauer, R. K.:** 1988. Nickel in biology: Nickel as an essential trace element. In „The Bioinorganic Chemistry of Nickel”(J.R.Lancaster Junior, ed.), 93-110. Verlag Chemie, Weinheim
- Antoun H., Beauchamp C. J., Goussard N., Chabot R., Lalande R.:** 1998. Potential of Rhizobium and Bradyrhizobium species as plant growth promoting rhizobacteria on non-legumes: Effect on radishes (Raphanus sativus L.). Plant and Soil 204, 57-67.
- Arshad M., Hussain A., Javed M., Frankenberger jr. W. T.:** 1993. Effect of soil applied L-methionine on growth, nodulation and chemical composition of Albizia lebbek L. Plant Soil 148, 129-135.
- Assmus B., Hutzler P., Kirchhof G., Amann R., Lawrence J. R., Hartmann A.:** 1995. In situ localization of Azospirillum brasilense in the rhizosphere of wheat with fluorescently labeled, rRNA-targeted oligonucleotide probes and scanning confocal laser microscopy. Appl. Environ. Microbiol. 61, 1013-1019.

- Baath E., Johanson T.:** 1990. Measurement of bacterial growth rates on the rhizoplane using 3H-thymidine incorporation into DNA. *Plant Soil* 126/9, 133-139.
- Baligar V. C., Bennett O. L.:** 1986a. Outlook on fertilizer use efficiency in the tropics. *Fert. Res.* 10, 83–96
- Baligar V. C., Bennett O. L.:** 1986b. NPK-fertilizer efficiency. A situation analysis for the tropics. *Fert. Res.* 10, 147–164.
- Baligar V. C., Fageria N. K.:** 1997. Nutrient use efficiency in acid soils: nutrient management and plant use efficiency pp. 75–93. In: A. C. Monitz, A.M.C. Furlani, N. K. Fageria., C. A. Rosolem, and H. Cantarells. (eds.), *Plant-Soil Interactions at Low pH: Sustainable Agriculture and Forestry Production*. Brazilian Soil Science Society Compinas, Brazil.
- Baltruschat H., Schoenbeck F.:** 1972. The influence of endotrophic on the infestation of tobacco by *Thielaviopsis basicola*. *Phytopathol.* Z85, 172-188.
- Barber D.A., Martin J. K.:** 1976. The release of organic substances by cereal roots into soil. *New Phytol.* 76, 69-80.
- Bashan Y., de-Bashan L. E.:** 2005. Bacteria/plant growth-promoting. In: Hillel, D. (ed.), *Encyclopedia of soils in the environment*. Elsevier, Oxford, UK.
- Batra L., Manna M. C.:** 1997. Dehydrogenase activity and microbial biomass C in salt-affected soils of semi-arid and arid regions. *Arid Soil Research and Rehabilitation* 11. 293-303.
- Bauer W. D., Caetano-Anolles G.** 1990. Chemotaxis, induced gene expression and competitiveness in the rhizosphere. *Plant Soil* 129, 45-52.
- Beaucamp C. J., Dion P., Kloepper J. W., Antoun H.:** 1991. Physiological characterization of opine-utilizing rhizobacteria for traits related to plant growth-promoting activity. *Plant Soil* 132, 273-279.
- Bell M. J., Middleton K. J., Thompson J. P.:** 1989. Effects of vesicular-arbuscular mycorrhizae on growth and phosphorus and zinc nutrition of peanut (*Arachis hypogaea* L.) in an oxisol from subtropical Australia. *Plant Soil* 117, 49-57.
- Bennet, R. J., Breen, C. M.:** 1989. Towards understanding root growth responses to environmental signals. The effect of aluminium on maize. *S. Afr. J. Sci.* 85, p. 9-12.

- Bennie, A. T.:** 1996. Growth and mechanical impedance. pp. 453– 470. In: Y. Waisel, A. Eshel and U. Kafkafi (eds.), Plant roots—The Hidden Half. Marcel Dekker, New York, NY.
- Biró B., Füzy A., Villányi I., Köves-Péchy K.:** 2002. Abundance and adaptation level of some soil-microbes in salt-affected soils. *Agrokémia; Talajtan. Agrokémia és Talajtan* 51:(1-2) 99-106.
- Biró B., Köves-Péchy K., Szili-Kovács T., Szegi J.:** 1993. Effect of fertilizer on spontaneous rhizobium infection in Hungarian soils. *Agrokémia és Talajtan* 42: pp. 207-211.
- Biró B., Magyar K., Várady Gy., Kecskés M.:** 1998. Specific replant disease reduced by PGPR rhizobacteria on apple seedlings. *Acta Horticulturae: Technical Communications Of ISHS* 477. 75-81.
- Biró B.:** 1992a. Nitrogénköltő növényi növekedést serkentő *Azospirillum* baktériumok. (*Azospirillum* bacteria for plant growth promotion. A review.) *Agrokémia és talajtan*, 41:139-145.
- Biró B.:** 1992b. Az *Azospirillum* növényoltás lehetőségei. *Agrokémia és talajtan*, 41:390-399.
- Blair G.:** 1993. Nutrient efficiency—what do we really mean. *Genetic Aspects of Plant Mineral Nutrition*. pp. 205–213. In: P. J. Randall, E. Delhaize, R. A. Richards, and R. Munns. (eds.), Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.
- Blevins R. L., Thomas G. W. Smith M. S., Frye W. W., Cornelius P. L.:** 1983. Changes in soil properties after 10 years continuous non-tilled and conventionally tilled corn. *Soil Till. Res.* 3:135–146.
- Bodnár K., Nagy L. G., Nagy L., Hankovszky G., Makleit P., Lévai L., Veres Sz., Tóth B.:** 2013. Are there different effects of biofertilizers on maize hybrids?, 4th International Conference "Research People and Actual Tasks on Multidisciplinary Sciences". 12– 16 June 2013, Lozenec, Bulgaria ISSN 1313-7735 pp. 11-15.
- Bollard, E. G.:** 1983. Involvement of unusual elements in plant growth and nutrition. In 'Encyclopedia of Plant Physiology, New Series' (A. Läuchli and R.L. Bielski, eds. 15B, p. 695-755. Springer Verlag, Berlin and New York..

- Bottili R., Fulchilri M., Pearce D. W., Pharis R. P.:** 1989. Identification of Gibberellins A₁, A₃ and iso-A₃ in cultures of *Azospirillum lipoferum*. *Plant Physiol.* 90, 45-47.
- Bowen G. D., Rovira A. D.:** 1991. The rhizosphere, the hidden half of the hidden half. In 'Plant Roots: the hidden half. (Y. Waisel, A. Eshel, U. Kafkafi, eds) 641-669. Marcel Dekker, New York.
- Bowen, G. D., Rovira, A. D.:** 1976. Microbial colonization of plant roots. *Ann. Rev. Phytopathol*, 14, p. 121-144.
- Brown D. H., Welch, R. M. and Cary, E. E.:** 1987. Nickel: a micronutrient essential for higher plants. *Plant Physiol.* 85, pp. 801-803.
- Brown D. H.:** 1978. The conjunctival flora of nursing home patients and staff. *Ann. Ophthalmol.* 10. 33-334.
- Brown M. E.:** 1974. Seed and root bacterization. *Annu. Rev. Phytopatol.* 12, 181-197.
- Caballero-Mellado J., Fuentes-Ramirez, L. E., Reis, V. M. & Martinez-Romero, E.:** 1995. Genetic structure of *Acetobacter diazotrophicus* populations and identification of a new genetically distant group. *Appl Environ Microbiol* 61, 3008–3013.
- Camp C. R., Lund Z. F.:** 1964. Effect of soil compaction on cotton roots. *Crop Sci.* 17:13–14
- Cattelan A. J., Hartel P. G., Furhmann J. J.:** 1999. Screening for plant growth stimulation and antagonism by *Pseudomonas aeruginosa* 7NSK2. In M. H. Pyder, P. M. Stevens, and G.D. Bowen (eds.), *Improving plant productivity with rhizobacteria* (pp. 139-141). Adelaide, Australia: CSIRO Division of Soils.
- Chabot R., Beauchamp C. J., Kloepper J. W., Antoun H.:** 1998. Effect of phosphorus on root colonization and growth promotion of maize by bioluminescent mutants of phosphate-solubilizing *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli*. *Soil Biology and Biochemistry* 30, 1615-1618.
- Chen W. M., Laevens S., Lee T. M., Coenye T., De Vos P., Mergeay M., Vandamme P.:** 2001. *Ralstonia taiwanensis* sp. nov., isolated from root nodules of *Mimosa* species and sputum of a cystic fibrosis patient. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 51, 1729-1735.

- Clark, R. B.:** 1977. Effect of aluminium on growth and mineral elements of Al-tolerant and Al-intolerant corn. *Plant Soil*. 47, p.653-662.
- Compant S., Clément C., Sessitsch A.:** 2010. Plant growth-promoting bacteria in the rhizo-and endosphere of plants: their role, colonization, mechanisms involved and prospects for utilization. *Soil Biol. Biochem.* 42, 669-678.
- Curl E. A., Truelove B.:** 1986. *The rhizosphere*, Springer-Verlag, Berlin. 288.
- Darrah P. R.:** 1993. The rhizosphere and plant nutrition: a quantitative approach. In *Plant Nutrition – From Genetic Engineering to Field Practice* (N. J. Barrow ed.) pp. 3-22. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- de Freitas J. R., Banerjee M. R., Germida J. J.:** 1997. Phosphate-solubilizing rhizobacteria enhance the growth and yield but not phosphorus uptake of canola (*Brassica napus* L.). *Biology and Fertility of Soils* 24, 358-364.
- Debreceni B.-né:** 1985. A kukorica ásványi táplálkozása (In: Menyhért z. (szerk.) A kukoricatermesztés kézikönyve.) Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. 76–92.
- Delgado J. A., Mosier A. R.:** 1996. Mitigation alternatives to decrease nitrous oxides emissions and urea-nitrogen loss and their effect on methane flux. *J. Environ. Qual.* 25:1105–1111.
- Dimkpa C., Weinand T., Ash F.:** 2009. Plant-rhizobacteria interactions alleviate abiotic stress conditions *Plant Cell Environ.*, 32. 1682–1694
- Dixon, N. E., Gazola, C., Blakeley, R. L., and Zerner, B.:** 1975. Jack bean urease (EC 3.5.1.5.), a metalloenzyme A simple biological role for nickel? *J.A.Chem Soc.* 97, pp.4131-4133.
- Dobbelaere J. P. F., Vanderleyden J., Okon Y.:** 2003. Plant growth-promoting effects of diazotrophs in the rhizosphere. *Crit. Rev. Plant Sci.* 22, 107-149.
- Doornbos R. F., van Loon L. C., Bakker P. A. H. M.:** 2012. Impact of root exudates and plant defense signaling on bacterial communities in the rhizosphere. A review. *Agron. Sustain. Dev.* 32, 227-243.
- Dudal R.:** 1976. Inventory of the major soils of the world with special reference to mineral stress hazards. pp. 3–13. In: M. J. Wright(ed.), *Plant Adaptation to Mineral Stress in Problem Soils* Cornell University Press, Ithaca, NY.

- Duxbury T.:** 1985. Ecological aspects of heavy metal responses in microorganisms. *Adv. Microb. Ecol.* 8: 185-235.
- Ehlers W., Kope U., Hess F., Bohm W.:** 1983. Penetration resistance and root growth of oats in tilled and untilled loess soil. *Soil Till. Res.* 3:261–275.
- Ellis P. B., Elliott J. G., Barness B. T., Howse K. R.:** 1977. Comparison of direct drilling, reduced cultivation and ploughing on the growth of cereals. 2 Spring barley on a sandy loam soil: soil physical conditions and root growth. *J. Agric. Sci.* 89:631–642.
- Engelhard, M., Hurek, T., Reinhold-Hurek, B.:** 2000. Preferential occurrence of diazotrophic endophytes, *Azoarcus* spp., in wild rice species and land races of *Oryza sativa* in comparison with modern races, *Environ. Microbiol.* 2, 131-141.
- Engelstad, O. P.:** 1985. Fertilizer Technology and Use. Soil Science. Society America Madison, WI. Engelstad, O. P. (ed.). 1985. Fertilizer Technology and Use. Soil Science. Society America Madison, WI.
- Eskew, D.L., Welch, R. M. Norwell, W. A.:** 1984. Nickel in higher plants. Further evidence for an essential role. *Plant Physiol.* 76, pp. 691-693.
- Estrada-de los Santos, P., Bustillos-Cristales, R., Caballero-Mellado, J.:** 2001. Burkholderia, a genus rich in plant-associated nitrogen fixers with wide environmental and geographic distribution. *Applied and Environmental Microbiology* 67:2790-2798.
- Fageria N. K., Baligar V. C., Jones C. A.:** 1997. Growth and Mineral Nutrition of Field Crops 2nd edition Marcel Dekker, Inc., New York, NY.
- Fallik E., Sarig S., Okon Y.:** 1994. Morfology and physiology of plant roots associated with *Azospirillum*. In *Azospirillum/Plant associations* (Y. Okon, ed). C.R.C. London, 77-86.
- Felföldy L.:** 1981. A vizek környezettana. Általános biológia. Mezőgazdasági kiadó. Budapest. 291.
- Filep, Gy., Dániel, P., Kovács, B., Loch, J.:** 1998. Effect of various extractants and extractant/soil ratio on detected Cu, Pb and Cd concentration. *Soil Pollution.* pp 113-123.

- Filep, Gy.:** 1988. Talajkémia. Akadémiai Kiadó, Budapest, p.190.
- Foy, C. D.:** 1983. The physiology of plant adaptation to mineral stress. In 'The Plant Root and its Environment' (E.W. Carson ed.), pp. 601-642. University press Virginia, Charlottesville.
- Foy, C. D.:** 1984. Physiological effects of hydrogen, aluminum and manganese toxicities in acid soils. pp. 57–97. In: F Adams (ed.), Soil Acidity and Liming Agronomy Monograph, 2nd Edition, American Society Agronomy, Madison, WI.
- Frankenberger W. T., Poth M.:** 1987. Biosynthesis of indol-3-acetic acid by the pine ectomycorrhizal fungus *Pisolithus tinctorius*. Appl. Environ. Microbiol. 53, 2908-2913.
- Fuentes-Ramirez L. E., Bustillos Cristales R., Tapia Hernández A., Jiménez-Salgado T., Wang E. T., Martinez Romero E., Caballero-Mellado J.:** 2001. Novel nitrogen-fixing acetic acid bacteria, *Gluconacetobacter johanne* sp. nov., and *Gluconacetobacter azotocaptans* sp. nov., associated with coffee plants. Int. Syst. Evol. Microbiol. 51, 1305-1314.
- Fusseder A.:** 1984. Der Einfluss von Bodenart, Durchlüftung des Bodens, N-Ernährung und Rizosphärenflora auf die Morphologie des seminalen Wurzelsystems von Mais. Z. Pflanzenernähr. Bodenk. 147, 553-565.
- Gadkari D., Möesdorf G., Meyer O.:** 1992. Chemolithoautotrophic assimilation of dinitrogen by *Streptomyces thermoautotrophicus* UBT1: identification of an unusual N₂-fixation system. J. Bacteriol 174, 6840-6843.
- Gahoonia, T. S., Claassen, N., and Jungk, A.:** 1992. Mobilization of phosphate in different soils by ryegrass supplied with ammonium or nitrate. Plant Soil 140, p. 241-248.
- Gajdos É.:** (2013): Kukorica és napraforgó hibridek cadmium érzékenysége, a káros hatások mérséklésének lehetősége. Doktori (PhD) értekezés, Debrecen, 6-132.
- Garrett S. D.:** (1956). Biology of root-infecting fungi. Cambridge Univ Press. London, pp 293
- George T. S., Simpson R. J., Gregory P. J., Richardson A. E. (2007).** Differential interaction of *Aspergillus niger* and *Peniophora lycii* phytases with soil particles affects the hydrolysis of inositol phosphates. Soil Biol. Biochem. 39, 793-803.

- Gerdemann J. W.:** (1975). Vesicular-arbuscular mycorrhizae. In *The Development and Function of Roots* (J. C. Torrey and D. T. Clarkson, eds.) Academic Press, London pp. 575-591.
- Gerloff G. C., Gabelman W. H.:** 1983. Genetic basis of inorganic plant nutrition. pp 453– 480. In: A Lauchli and R L Bielecki. (eds.), *Inorganic Plant Nutrition. Encyclopedia and Plant Physiology New Series, Volume 15B.* Springer Verlag, New York, NY.
- Gerrentsen F. C.:** 1948. The influence on microorganisms on the phosphate intake by the plant. *Plant Soil* 1, 51-81.
- Gillis, M., Tran Van, V., Bardin, R., Goor, M., Hebbar, P., Willems, A., Segers, P., Kersters, K., Heulin, T., Fernandez, M. P.:** (1995) Polyphasic taxonomy in the genus *Burkholderia* leading to an emended description of the genus and proposition of *Burkholderia vietnamiensis* sp. nov. for N₂ -fixing isolates from rice in Vietnam. *Int. J. Syst. Bacteriol.* , 45 , 274–289
- Gonsales-Lopez J., Martinez-Toledo M. V., Reina S., Salmaeron V.:** (1991): Root exudates of maize and production of auxins, gibberellins, cytokinins, amino acids and vitamins, by *Azotobacter chroococcum* in chemically-defined media and dialysed soil media. *Technol. and Environ. Chem.* 33., 69-78.
- Goris, J., De Vos, P., Caballero-Mellado, J., Park, J., Falsen, E., Quensen, J. F., III, Tiedje, J. M. & Vandamme, P.:** (2004). Classification of the biphenyl- and polychlorinated biphenyl-degrading strain LB400T and relatives as *Burkholderia xenovorans* sp. nov. *Int J Syst Evol Microbiol* 54, 1677–1681.
- Graham, R. D.:** 1984. Breeding for nutritional characteristics in cereals. pp. 57– 102. In P. B. Tinker and A. Lauchli (eds.), *Advances in Plant Nutrition Vol. 1* Praeger Publisher, New York, NY
- Griffiths, R. P., Madrich, M., Swanson, A.:** 2005. Conifer invasion of forest meadows transforms soil characteristics in the Pacific Northwest. *For. Ecol. Manage.* 208, 347-358.
- Gyaneshwar P., Naresh Kumar G., Parekh L. J., Poole P. S.:** (2002). Role of soil microorganisms in improving P nutrition of plants. *Plant Soil* 245, 83-93.

- Hackett C.:** 1969. A study of the root system of barley. II. Relationships between root dimensions and nutrient uptake. *New Phytol.* 68:1023–1030.
- Hajiboland R., Yang X. E., Römheld V., Neumann G.:** (2005). Effect of bicarbonate on elongation and distribution of organic acids in root and root of Zn-efficient and Zn-deficient rice (*Oryza sativa* L.) genotypes. *Environm. Exp. Bot.* 54, 163-173.
- Haller T., Stolp H.:** (1985) Quantitative estimation of root exudation of maize plants. *Plant Soil* 86, 207-216.
- Harari, A., Kigel, J., Okon, Y.:** (1988). Involvement of IAA in the interaction between *Azospirillum brasilense* and *Panicum miliaceum* roots. *Plant Soil*, 110, 275-282.
- Harley J. L., Harley E. L.:** (1987) A check-list of mycorrhiza in the British flora. *New Phytol.* (Suppl.)105, 1-102.
- Hauck R.:** 1985. Slow-release and bioinhibitor-amended nitrogen fertilizers pp. 293–322. In O. P. Engelstad.(ed.), *Fertilizer Technology and Use*. Soil Science. Society America, Madison, WI.
- Hebbar P., Berge O., Heulin T., Singh S. P.:** (1991): Bacterial antagonists of sunflower (*Helianthus annuus* L.) fungal pathogens. *Plant Soil* 133, 131-140.
- Homer, F. A., Reeves, R. D., Brooks, R. R, Baker, A. J. M.:** (1991). Characterization of the nickel-rich extract from nickel hyperaccumulator *Dichapetalum geloiodines*. *Phytochemistry* 30, pp.2141-2145.
- Howie W. J., Susslow T. V.:** (1986) Effect of antifungal compound biosynthesis on cotton root colonization and Pythium suppression by a strain of *Pseudomonas fluorescens* and its antifungal minus isogenic mutant. *Phytopathology* 76, 1069.
- Hua S. S. T., Tsai V., Lichens G. M., Noma A. T.:** 1982. Accumulation of aminoacids in *Rhizobium* spp. WR 10001 in response to sodium chloride salinity. *Applied and Environmental Microbiology* 44, 135–140.
- Hungria M., Campo R., Souza E., Pedrosa F.:** (2010): Inoculation with selected strains of *Azospirillum brasilense* and *A. lipoferum* improves yields of maize and wheat in Brazil. *Plant Soil* 331, 413-425.
- Ismail I., Blevins R. L., Frye W. W.:** 1994. Long-term no tillage effects on soil properties and continuous corn yields. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 58:193–198.

- Jasper D. A., Abbot L. K., Robson A. D.:** (1989) The loss of VA mycorrhizal infectivity during bauxite mining may limit the growth of *Acacia pulchella* R. Br. Aust. J. Bot. 37, 33-42.
- Jones, K. C., Symon, C. J. Johnson, A. E.:** (1988). Atmospheric inputs of cadmium to an arable agricultural system, in: Air pollution and Ecosystem (Mathy, P. Ed.) D.Reidel Publishing, Dordrecht, 1988, pp. 548.
- Jorquere M., Matrinez O., Maruyama F., Marchner P., Mora M. L.:** (2008). Current and future biotechnological application of bacterial phytases and phytase-producing bacteria. Microbes Environ. 23, 182-191.
- Kádár, I., Morvai, B., Szabó, L.:** (1998): Phytotoxicity of heavy metals in long-term field experiments. Soil Pollution. pp.138-143.
- Kádár, I.:** (1991): A talajok és növények nehézfém tartalmának vizsgálata. Környezetvédelmi és Területfejlesztési Minisztérium MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete
- Kapulnik Y., Gofny R., Okon Y.:** (1985). Effect of *Azospirillum* spp. inoculation on root development and NO₃- uptake in wheat (*Triticum aestivum* cv. Miriam) in hydroponic systems. Can. J. Bot. 63, 627-631.
- Káta J., Makádi M., Zsembeli J.:** 2014. Agrokémiai és talajtani kutatások a Debreceni Egyetemen. Debreceni szemle 3 pp 240-253.
- Káta J., Veres, E.:** (2003): Comparing of physical, chemical and microbial properties of grasslands, Grassland Management Days, Debrecen 18.. 163-167.
- Katznelson H., Bose B.:** 1959. Metabolic activity and phosphate dissolving capability of bacterial isolates from wheat roots, rhizosphere and non-rhizosphere soil. Can. J. Microbiol. 5, 79-85.
- Khalaffallah M. A., Seber M. S. M., Abdel-Maksound H. K.:** 1982: Influence of phosphate dissolving bacteria on the efficiency of super phosphate in a calcareous soil cultivated with *Vicia faba* Z. Pflanzenernähr. Bodenkd. 145, 455-459.
- Kim K. Y., Jordan D., McDonald G. A.:** 1998. Effect of phosphate-solubilizing bacteria and vesicular-arbuscular mycorrhizae on tomato growth and soil microbial activity. Biology and Fertility of Soils 26, 79-87.

- Klee H. J., Hayford M. B., Kretzmer K. A.:** 1991. Control of ethylene synthesis by expression of bacterial enzyme in transgenic tomato plants. *Plant Cell* 3, 1187-193.
- Kloepper J. W., Lifshitz R., Schroth M. N.:** 1988. *Pseudomonas* inoculants to benefit plant production. *Anim. Plant Sci.* 60-64.
- Kloepper J. W., Lifshitz R., Zablotowicz R.M.:** 1989. Free-living bacterial inocula for enhancing crop productivity. *Trends Biotechnol.* 7, 39-43.
- Kloepper J. W., Rodriguez-Kabana R., McInroy J. A. és Young R. W.:** 1992. Rhizosphere bacteria antagonistic to soybean and root-knot nematodes: identification by fatty acid analysis and frequency of biological control activity. *Plant and soil* 139:75. 84.
- Konishi, S., Miyamoto, S., Taki, T.:** 1985. Stimulatory effects of aluminium on tea plants grown under low and high phosphorus supply. *Soil. Sci. Plant Nutr. (Tokyo)* 31, p. 361-368.
- Kretschmar R. M., Hafner H., Bationa A., Marschner H.:** 1991. Long- and short term effects of crop residues on aluminium toxicity, phosphorus availability and growth of pearl millet in an acid sandy soil. *Plant Soil* 136, 215-223.
- Kumar V., Narula N.:** 1999. Solubilization of inorganic phosphate and growth emergence of wheat as affected by *Azotobacter chroococcum* mutants. *Biology and Fertility of Soils* 28, 301-305.
- Kutasy E., Csajbók J., Pepó P.:** 2014. Photosynthesis of maize (*Zea mays* L.) correlating to nutrient and water supply. *Növénytermelés* 63:(Supplement) pp. 51-54.
- Lal, R.:** 1976. No tillage effects on soil properties under different crops in Western Nigeria. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 40:762–768.
- Lévai L.:** 2004. The effect of smut gall tumour infection on iron and zinc uptake and distribution in maize seedlings. *Journal of Agricultural Sciences* 15, 27-32.
- Lévai, L.:** 2009. Értékálló Aranykorona 2009.március IX. évfolyam 2. szám 11. oldal
- Li D. M., Alexander M.:** 1988. Co-inoculation with antibiotic-producing bacteria to increase colonization and nodulation by rhizobia. *Plant Soil* 108, 211-219.

- Liljeroth E., Schelling G. C., van Veen J. A.:** 1990. Influence of different application rates of nitrogen to soil on rhizosphere bacterial. *Neth. J. Agric. Sci.* 38, 355-364.
- Lucy M., Reed E., Glick B. R.:** 2004. Applications of free living plant growth-promoting rhizobacteria. *Antonie van Leeuwenhoek* 86, 1-25.
- Lugtenberg B., Kamilova F.:** 2009. Plant-growth-promoting rhizobacteria. *Annu. Rev. Microbiol.* 63, 541-556.
- Mahboubi A. A., Lal R., Faussey N. R.:** 1993. Twenty-eight years of tillage effects on two soils in Ohio. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 57:506 –512.
- Marschner P.:** 2012. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. 3rd edition, ISBN 978-0-12-384905-2, USA
- Marschner, H., Römheld, V.:** 1983a. In vivo measurmentof root-induced pH changes at the soil-root interface: Effect of plant species and nitrogen source. *Z. Pflanzenphysiol.* 111, p. 241-251.
- Marschner, H., Römheld, V.:** 1983b. In vivo measurmentof root-induced pH changes at the soil-root interface: Effect of plant species and nitrogen source. *Z. Pflanzenphysiol.* 111, p. 241-251.
- Marschner, H.:** 1983. General Introduction to the mineral nutrition of plants. In „Encyclopedia of Plant Physiology, new series” (A.Läuchli and R.L. Bielecki, eds.), Vol.15A, pp. 5-60. Springer Verlag, Berlin
- Marschner, H.:** 1991. Mechanisms of adaptation of plants to acid soils. In: R. Wright, V. Baligar, R. Murrmann (Eds). *Development in Plant and Soil Sciences. Plant-soil interactions at low pH*. Kluwer Academic Publisher, West Virginia, pp. 1-20.
- Martin P., Glatzle A., Kolb W., Omay H., Schmidt W.:** 1989. N₂-fixing bacteria in the rhizosphere: quantification and hormonal effects on root development. *Z. Pflanzenernähr. Bodenk*, 152, 237-245.
- Mascarua-Esparza M. A., Villa-Gonzales R., Caballero-Mellado J.:** 1988. Acetylene reduction and indoleacetic acid production by *Azospirillum* isolates from Cactaceous plants. *Plant Soil* 106, 91-95.
- Matics H., Biró B.:** 2015. A termékenységet javító baktériumos talajoltás történeti áttekintése. *Journal of Central European Agriculture*, 16(2), p.231-248.

- Matsumoto, H., Hirasawa, E., Morimura, S., Takahashi, E.:** 1976. Localization of aluminium in tea leaves. *Plant Cell Physiol.* 17, p.627-631.
- Mengal D. B., Barber. S. A:** 1974. Rate of nutrient uptake per unit of corn root under field conditions. *Agron. J.* 66:399– 402
- Meyer J. M., Azelvandre P., Georges C.:** 1992. Iron metabolism in *Peusomonas*: Salicylic acid, a siderophores of *Pseudomonas fluorescens* CHAO. *Biofactors* 4, 23-27.
- Moran R., Porath D.:** 1980. Chlorophyll determination in intact tissues using N,N-dimethylformamide. *Plant Physiol.* 65, 478-479.
- Moreno, J.L., Hernandez, T., Garcia, C.:** 1999. Effects of a cadmium-containing sewage sludge compost on dynamics of organic matter and microbial activity in an arid soils. *Biol. Fert. Soils* 28: 230-237
- Mortvedt J. J., Cox F. R., Shuman L. M., Welch R. M.:** 1991. Micronutrients in Agriculture. 2nd ed. No. 4 Soil Science Society of America. Book Series Madison, WI.
- Moutia J. F., Saumtally S., Spaepen S., Vanderleyden J.:** 2010. Plant growth promotion by *Azospirillum* sp. in sugarcane in influenced by genotype and drought stress. *Plant Soil* 337, 233-242.
- Muñoz-Rojas, J., Caballero-Mellado, J.:** 2003. Population dynamics of *Gluconacetobacter diazotrophicus* in sugarcane cultivars and its effect on plant growth. *Microbial Ecology* 46, 454-464.
- Munson, R. D.:** 1985. Potassium in Agriculture. American Society Agronomy Madison, WI.
- Murányi E., Pepó P.:** 2014. Investigation of the plant number reactions of maize hybrids on chernozem soil beside site-specific fertilization. *Növénytermelés* 63:(Supplement) pp. 39-42.
- Müller M., Deigle C., Ziegler H.:** 1989. Hormonal interactions in the rhizosphere of maize (*Zea mays* L.) and their effects on plant development. *Z. Pflanzenernähr. Bodenk* 152, 247-254.

- Nagy J.:** 2005. Kukorica hibridek adaptációs képessége és termésbiztonsága. ISBN 963 9274 91 71.
- Neilands J. B., Leong S. A.:** 1986. Siderophores in relation to plant growth and disease. *Annu. Rev. Plant Physiol.* 37, 187-208.
- Németh J., Széll S.:** 1985. Kukoricatermesztés fejlesztés. MÉM Mérnök Vezető-továbbképző Intézet Kiadványa, Budapest. 5-22.
- Nenova, V., Stoyanov I.:** 1993. Physiological and biochemical changes in young maize plants during iron deficiency. I. Growth and photosynthesis. *J.Plant Nutr.*16: 835-849.
- Nieto K. F., Frankenberger W. T.:** 1990. Influence of adenine, isopentenyl alcohol and *Azotobacter chroococcum* on the growth of *Raphanus sativus*. *Plant Soil* 127, 147-157.
- Nye, P. H.:** 1986. Acid base changes in the rhizosphere. In: *Advances in Plant Nutrition* Vol.2. (Ed. Tinker B and Läuchli A) 129-153. Peager Scientific, New York.
- Okon Y.:** 1985. Azospirillum as a potential inoculant as crop-yield enhancers. *CRC Crit. Rev. Biotechnol.* 6, 61-85.
- Paul D.:** 2012. Osmotic stress adaptations in rhizobacteria. *J. Basic Microbiol.*, 52 (2012), pp. 1–10
- Peoples M. B., Freney J. R., Mosier A. R.:** 1995. Minimizing gaseous losses of nitrogen. 565–602. In; P. E. Bacon (ed.), *Nitrogen Fertilization in the Environment*. Marcel Dekker, Inc. NY.
- Pepó P., Szilágyi G.:** 2015. Növényfiziológiai tulajdonságok hatása őszi búza (*Triticum aestivum L.*) genotípusok termésére eltérő évjáratokban. *Növénytermelés* 64:(2) pp. 91-107.
- Pethő M.:** 2003. A növényélettan alapjai. Akadémiai Kiadó, Budapest. 177.
- Pinto, A. P., Mota, A. M., de Varennes, A., Pinto, F. C.:** 2004. Influence of organic matter on the uptake of cadmium, zinc, copper and iron by sorghum plants. *Sci. Tot. Environ.*, 326: 239-247

- Premono Edi M., Moawad A. M., Vlek P. L. G.:** 1996. Effect of phosphate solubilizing *Pseudomonas putida* on the growth of maize and its survival in the rhizosphere. Indonesian J. Crop Sci. 11, 13-23.
- Probanza A., Lucas J. A., Acero N., Gutierrez Manero F. J.:** 1996. The influence of native rhizobacteria on European alder (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) growth. Plant soil 182, 59-66.
- Raij, B., van Diest, A.:** 1979. Utilization of phosphate from different sources by six plant species. Plant Soil 51, 577-589.
- Rao R. P.:** 1966. Studies on soil fungi III. Seasonal variation and distribution of microfungi in some soils of Andhra Pradesh (India). Mycopathol. 40: 277-298.
- Raymond J., Siefert J. L., Staples C. R., Blankenship R. E.:** 2004. The natural history of nitrogen fixation. Mol. Biol. Evol. 21, 541-554.
- Reinhold-Hurek B., Hurek T., Gillis M., Hoste B., Vancanneyt M., Kersters K., De Ley J.:** 1993. *Azoarcus* gen.nov., nitrogen-fixing Proteobacteria associated with roots of Kallar grass (*Leptochloa fusca* (L.) Kunth), and description of two species, *Azoarcus indigens* sp. nov. and *Azoarcus communis* sp. nov. Int. J. Syst. Bacteriol 43, 574-584.
- Reis V. M., Estrada-de los Santos P., Tenorio-Salgado S., Vogel J., Stoffels M., Guyon S., Mavingui P., Baldani V. L. D., Schmid M., Baldani J. I., Balandreau J., Hartmann A., Caballero-Mellado J.:** 2004. *Burkholderia tropica* sp nov., a novel nitrogen-fixing plant-associated bacterium. Int. J. Syst. Evol. Microbiol. 54, 2155-2162.
- Roszak D. B., Colwell R. R.:** 1987. *Survival strategies of bacteria in the natural environment*. Microbiol Rev 51(3): 365-379
- Roszak D. B., Samantaray S., Das P.:** 2001. Aluminium toxicity in plants: a review. Agronomie 21, 3-2.
- Rovira A. D., Bowen G. D., Foster R. C.:** 1983. The significance of rhizosphere microflora and mycorrhizas in plant nutrition. In 'Encyclopedia of Plant Physiology, New Series' (A- Lauchli, R. L. Bielski eds.)15A, 61-89. Springer-Verlag, Berlin.

- Saffigna P. G., Powlson D. S., Brookes P. C. Thomas G. A.:** 1989. Influence of sorghum residues and tillage on soil organic matter and soil microbial biomass in an Australian Vertisol. *Soil Biol. Biochem.* 21:759–765.
- Sakai M., Futamata H., Urashima Y., Matsuguchi T.:** 1995. Effect of cations on the growth of fluorescent pseudomonad isolates from spinach roots grown in soils with different salinity levels. *Soil Sci. Plant Nutr.*, 41: 605-611.
- Sanders F. E.:** 1993. Modelling plant growth responses to vesicular arbuscular mycorrhizal infection. *Adv. Plant. Pathol.* 9, 135-166.
- Sárvári M., Pepó P.:** 2014. Effect of production factors on maize yield and yield stability. *Cereal Research Communications* 42(4), 710-720.
- Sárvári M.:** 1995. A kukorica hibridek termőképessége és trágyareakciója réti talajon. *Növénytermelés*. Tom. 44. No. 2. 184-190.
- Sattelmacher B., Reinhard S., Pomilkalko A.:** 1991. Differences in mycorrhizal colonization of rye (*Secale cereale* L.) grown in conventional or organic (biological-dynamic) farming systems. *J. Agron. Crop Sci.* 167, 350-355.
- Scher F. M., Baker R.:** 1988. Mechanism of biological control in a *Fusarium* suppressive soil. *Phytopathology* 70, 471-480.
- Schnürer J., Clarholm M., Boström S., Rosswalt T.:** 1986. Effects of moisture on soil microorganism and nematodes: A field experiment. *Microb. Econ.* 12, 217-230.
- Schoenbeck F.:** 1979. Endomycorrhiza in relation to plant diseases. *In: Schipper B, Gams W, eds. Soil-borne plant pathogens.* New York, USA: Academic Press, 271–280.
- Seifert G.:** 1961. Die morphologische Diagnose der Zytomegalie (Pathohistologie, Zytologie, Gewebekultur, Elektronenmikroskopie). *Munch. med. Wschr.*, 103, 139.
- Shrivastava P., Kumar R.:** 2015 Soil salinity: A serious environmental issue and plant growth promoting bacteria as one of the tools for its alleviation *Saudi Journal of Biological Sciences* Volume 22, Issue 2, 123–131
- Sieverding E.:** 1991. 'Vesicular-arbuscular mycorrhiza management in tropical agrosystems' Technical Cooperation (GTZ), TZ-Velagsgesellschaft Rossdorf, Germany.

- Simon, L., Vágvölgyi, S., Győri, Z.:** 1999. Kadmium akkumuláció vizsgálata napraforgó (*Helianthus annuus* L.) növényben. *Agrokémia és Talajtan*, 48(1-2): 99-108
- Sinclair, J. L., Ghiorse W. C.:** 1989. Distribution of aerobic bacteria, protozoa, algae, and fungi in deep subsurface sediments, *Geomicrobiol. J.*, 7(1-2), 15-31.
- Singh, B., Dang, Y. P., Mehta, S. C.:** 1990. Influence of nitrogene on the behavior of nickel in wheat. *Plant Soil* 127, pp.213-218.
- Suslow, T. V., Schroth, M. N.:** 1982. Rhizobacteria of sugarbeets: effects of seed application and root colonization on yield. *Phytopathology* 72, p.199-206.
- Terry, N. Rao, I. M.:** 1991. Nutrients and Photosynthesis: iron and phosphorus as case studies. In *Plant Growth: Interaction with nutrition and environment*. Eds. J.R.Porter and D.V. Lawlor. pp. 55-79. Cambridge Univ. Press.
- Terry, N.:** 1980. Limiting factors in photosynthesis. I. Use of iron stress to control photochemical capacity in vivo. *Plant Physiol.* 65: 114-120.
- Thompson J. P., Wildermuth G. B.:** 1989. Colonization of crop and pasture species with vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi and a negative correlation with root infection by *Bipolaris sorokiniana*. *Can. J. Bot.* 69, 687-693.
- Tien T., Gaskin M., Hubbel D.:** 1979. Plant growth substances produced by *Azospirillum brasilense* and their effect on the growth of pearl millet (*Pennisetum americanum* L.). *Appl Environ Microbiol* 37:1016–1024.
- Tinker P. B., Jones M. D., Durall D. M.:** 1992. A functional comparison of ecto and endomycorrhizas. In 'Mycorrhizas in ecosystems' (D.J. Read, D.H. Lewis, A. H. Fitter, I. J. Alexander, eds.) 303-310. CAB International, Wellingford, UK.
- Tiwari S., Singh P., Tiwari R., Meena K., Yandigeri M., Singh D., Arora D.:** 2011. Salt-tolerant rhizobacteria-mediated induced tolerance in wheat (*Triticum aestivum*) and chemical diversity in rhizosphere enhance plant growth. *Biol. Fertil. Soils* 47, 1-10.
- Tóth B., Lévai L., Kovács b., Borbélyné Varga M., Veres Sz.:** 2013. Compensation effect of bacterium containing biofertilizer on the growth of *Cucumis sativus* L. under Al-stress conditions. *Acta Biol. Hung.* 64 (1) 64-74.

- Tóth B.:** 2012. Ipari hulladékok növényfiziológiai vizsgálata. Doktori (PhD) értekezés. Debreceni Egyetem. 234.
- Vandamme, P., Goris, J., Chen, W. M., de Vos, P., Willems, A.:** 2002. *Burkholderia tuberum* sp. nov and *Burkholderia phymatum* sp nov., nodulate the roots of tropical legumes, Syst. Appl. Microbiol. 25. 507-512
- Ványiné Széles, A.:** 2008. SPAD-érték és a kukorica (*Zea mays* L.) terméseredménye közti összfüggés elemzése különböző tápanyag- és vízellátottsági szinten. Doktori (PhD) értekezés, Debreceni Egyetem Agrár- és Műszaki Tudományok Centruma.
- Vér, Zs.:** 2006. Talajok különböző oldhatóságú nehézfém tartalmának vizsgálata a Keszthelyi Országos Műtrágyázási Tartamkísérletekben. Doktori (PhD) értekezés, Pannon
- Vessey J. K.:** 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as fertilizer. Plant Soil 255, 571-586.
- Villeneuve N., Le Tacon F., Bouchard D.:** 1991. Survival of inoculated *Laccaria bicolor* in competition with native ectomycorrhizal fungi and effects on the growth of outplanted Douglas fir seedlings. Plant Soil 135, 95-107.
- Warden B.T.:** 1991. Manganese extracted from different chemical for actions of bulk and rhizosphere soil as affected by method of sample preparation. Commun. Soil Sci. Plant Anal 22, 169-176.
- Weber, O. B., Correia, D., Rocha, W. M., Costa Alvez, G., Marhino de Oliveira, E., Gomes Sá, E.:** 2003b. Resposta de plantas micr opropagadas de abacaxeiro à inoculação de bactérias diazotróficas em casa de vegetação, Pesq. Agropec. Bras . 38, 1419-1426.
- Weber, O. B., Correia, D., Souza da Silveira, M. R., Araújo Crisóstomo, L., Marhino de Oliveira, E., Gomes Sá, E.:** 2003a. Efeito da bacteria dizotrófica em mudas 172 Fuentes-Ramirez and Caballero-Mellado micropropagadas de abacaxeiros Cayenne Champac em diferentes substratos, Pesq. Agropec. Bras, 38, 689-696.
- Wellburn, A. R.:** 1994. The spectral determination of chlorophylls a and b, as well as total carotenoids, using various solvents with spectrophotometers of different resolution. Journal of Plant Physiology 144 (3): 307-313

- Weller D. M.:** 1988. Biological control of soilborn plant-pathogens in the rhizosphere with bacteria. *Ann. Rev. Phytopathol.* 26, 379-407.
- White P. J., Broadley M. R.:** 2009. Historical variation in the mineral elements often lacking in human diets – iron, zinc, copper, calcium, magnesium, selenium and iodine. *New Phytol.* 182, 49-84.
- Wilcox H. E.:** 1991. Mycorrhizae. In 'Plant roots: the hidden half' (Y. Waisel, A. Eshel, U. Kafkafi eds.) 731-765. marcel Dekker, New York.
- Wirén N.von, Römheld V., Morel J.L., Guckert A., Marschner H.:** 1993. Influence of microorganisms on iron acquisition in maize. *Soil Biol. Biochem.* 25, 371-376.
- Wolf, B.:** 1999. The Fertile Triangle: The relationship of Air, Water, and Nutrients in Maximizing Soil Productivity. Food Products Press, an imprint of The Haworth Press Inc., 10 Alice Street, Binghampton, NY.
- Xu X., Stange C. F., Richter A., Wanek W., Kuzyakov Y.:** 2008. Light affects competition for inorganic and organic nitrogen between maize and rhizosphere microorganisms. *Plant Soil* 304, 59-72.
- Yamada R, Tanaka T, Ohnishi Y, Suematsu K, Minami M, Seki T, Yukioka M, Maeda A, Murata N, Saiki O, Teshima R, Kudo O, Ishikawa K, Ueyosi A, Tateishi H, Inaba M, Goto H, Nishizawa Y, Tohma S, Ochi T, Yamamoto K, Nakamura Y.:** 2000. Identification of 142 single nucleotide polymorphisms in 41 candidate genes for rheumatoid arthritis in the Japanese population. *Hum Genet* 106, 293–297
- Young P.:** 1992. Phylogenetic classification of nitrogen-fixing organisms, in: *Biological Nitrogen Fixation*, G. Stacey., R. Burris, H. Evans, eds. Chapman and Hall, New York, 43-86.
- Zhou J., Fries M. R., Chee-Sandford J. C., Tiedje J. M.:** 1995. Phylogenetics analyses of a new group of denitrifiers capable of anaerobic growth on toluene and description of *Azoarcus tolulyticus* sp. nov. *Int. J. Syst. Bacteriol.* 45, 500-506.

Internetes hivatkozások:

I1:<http://agronaplo.hu/a-noveny-taplalasa-konnyen-felveheto-oldat-mutragyaval/>
(2014.07.31)

I2:http://www.agnet.org/library.php?func=view&style=&type_id=&id=20110804091408&print=1 (2014. 07.31.)

I3:http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0010_1A_Book_02_Alkalmazott_talajtan/ch03s02.html

I4: <http://www.fao.org/publications/en/>

I5: http://www.konicaminolta.com/instruments/download/catalog/color/pdf/spad502plus_catalog_eng.pdf

ÁBRÁK JEGYZÉKE

1. ábra: A tápanyagok felvehetősége a pH függvényében (I1).....	11
2. ábra A és B: A Monsanto nemesítőházból származó kukorica hibridek hajtásának (A - bal oldal) és gyökerének (B - jobb oldal) száraz tömege (g növény ⁻¹).....	50
3. A és B ábra: A KWS nemesítőházból származó kukorica hibridek hajtásának (A) és gyökerének (B) száraz tömege (g növény ⁻¹).....	52
4. ábra: A Syngenta nemesítőházból származó kukorica hibridek hajtásának tömege (g növény ⁻¹).....	54
5. ábra: A Syngenta nemesítőházból származó kukorica hibridek gyökerének száraz tömege (g növény ⁻¹).....	54
6. ábra: A Martonvásári nemesítőházból származó kukorica hibridek hajtásának száraz tömege (g növény ⁻¹).....	59
7. ábra: a Martonvásári nemesítőházból származó kukorica hibridek gyökerének száraz tömege (g növény ⁻¹) n.....	59
8. A és B. ábra: A Szegedi Gabonakutatóból származó kukorica hibridek hajtásának (A) és gyökerének (B) száraz tömege (g növény ⁻¹).....	62
9. A és B. ábra: Az Agromag Szeged nemesítőházból származó kukorica hibridek hajtásának (A) és gyökerének (B) száraz tömege (g növény ⁻¹).....	64
10. A és B. ábra: A Monsanto nemesítőházból származó kukorica hibridek második (A) és harmadik (B) levélben mért relatív klorofill érték (SPAD-Units).....	69
11. ábra: a Syngenta kukorica hibridek második levélben mért relatív klorofill érték (SPAD-Units).....	71
12. ábra: A Syngenta kukorica hibridek harmadik levélben mért relatív klorofill érték (SPAD-Units).....	71
13. ábra: A Martonvásári nemesítőházból származó kukorica hibridek második levélben mért relatív klorofill érték (SPAD-Units).....	73
14. ábra: A Martonvásári nemesítőházból származó kukorica hibridek harmadik levélben mért relatív klorofill érték (SPAD-Units).....	74
15. A és B ábra: A szegedi Gabonakutatóból származó kukorica hibridek második (A) és harmadik (B) levélben mért relatív klorofill érték (SPAD-Units).....	75
16. A és B ábra: Az Agromag Szeged nemesítőházból származó kukorica hibridek második (A) és harmadik (B) levélben mért relatív klorofill érték (SPAD-Units).....	76

TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

1. táblázat: Magyarországon kereskedelmi forgalomban kapható baktériumkészítmények listája.....	38
2. táblázat: A kísérletekhez használt kukorica hibridek és a rájuk vonatkozó legfontosabb információk	44
3. táblázat: A három baktériumtrágya hatása a kukorica hibridek hajtás- és gyökértömegére	67
4. táblázat: A különféle baktériumtrágyák hatása a Clemenso kukorica hibrid 2. és 3. levélben mért relatív klorofill értékére (SPAD-Units).	70
5. táblázat: A különféle baktériumtrágyák hatása a Karnevalis kukorica relatív klorofill értékére (SPAD-Units).....	70
6. táblázat: A három baktériumtrágya hatásának összehasonlító értékelése a második és harmadik levélben mért SPAD-értékek alapján.....	77
7. táblázat: A klorofill- <i>a</i> , <i>b</i> és karotinoid tartalom alakulása a DKC 590 kukorica hibrid második és harmadik levelében baktériumtrágya kezelések hatására (mg g^{-1}) 1.	79
8. táblázat: A klorofill- <i>a</i> , <i>b</i> és karotinoid tartalom alakulása a DKC 4490 kukorica hibrid második és harmadik levelében baktériumtrágya kezelések hatására (mg g^{-1}).	79
9. táblázat: A klorofill- <i>a</i> , <i>b</i> és karotinoid tartalom alakulása a DKC 4717 kukorica hibrid második és harmadik levelében baktériumtrágya kezelések hatására (mg g^{-1}).	80
10. táblázat: A klorofill- <i>a</i> , <i>b</i> és karotinoid tartalom alakulása a DKC 5222 kukorica hibrid második és harmadik levelében baktériumtrágya kezelések hatására (mg g^{-1}).	80
11. táblázat: A klorofill- <i>a</i> , <i>b</i> és karotinoid tartalom alakulása a Clemenso kukorica hibrid második és harmadik levelében baktériumtrágya kezelések hatására (mg g^{-1}).	81
12. táblázat: A klorofill- <i>a</i> , <i>b</i> és karotinoid tartalom alakulása Karnevalis a kukorica hibrid második és harmadik levelében baktériumtrágya kezelések hatására (mg g^{-1}).	82
13. táblázat: A klorofill- <i>a</i> , <i>b</i> és karotinoid tartalom alakulása az NK Kansas kukorica hibrid második levelében baktériumtrágya kezelések hatására (mg g^{-1}).	83
14. táblázat: A klorofill- <i>a</i> , <i>b</i> és karotinoid tartalom alakulása NK Lucius kukorica hibrid második levelében baktériumtrágya kezelések hatására (mg g^{-1}).	83
15. táblázat: A klorofill- <i>a</i> , <i>b</i> és karotinoid tartalom alakulása NK Oktet kukorica hibrid második levelében baktériumtrágya kezelések hatására (mg g^{-1}).	84
16. táblázat: A klorofill- <i>a</i> , <i>b</i> és karotinoid tartalom alakulása a NK 37219 kukorica hibrid második levelében baktériumtrágya kezelések hatására (mg g^{-1}).	85
17. táblázat: A klorofill- <i>a</i> , <i>b</i> és karotinoid tartalom alakulása SC 3510 kukorica hibrid második levelében baktériumtrágya kezelések hatására (mg g^{-1}).	85
18. táblázat: A klorofill- <i>a</i> , <i>b</i> és karotinoid tartalom alakulása a NK 3850 kukorica hibrid második levelében baktériumtrágya kezelések hatására (mg g^{-1}).	86
19. táblázat: A klorofill- <i>a</i> , <i>b</i> és karotinoid tartalom alakulása a SY Flovita kukorica hibrid második levelében baktériumtrágya kezelések hatására (mg g^{-1}).	86
20. táblázat: A klorofill- <i>a</i> , <i>b</i> és karotinoid tartalom alakulása a SE 4410 kukorica hibrid második levelében baktériumtrágya kezelések hatására (mg g^{-1}).	87
21. táblázat: A klorofill- <i>a</i> , <i>b</i> és karotinoid tartalom alakulása az NK Columbia kukorica hibrid második levelében baktériumtrágya kezelések hatására (mg g^{-1}).	87
22. táblázat: A klorofill- <i>a</i> , <i>b</i> és karotinoid tartalom alakulása a NX 47279 kukorica hibrid második levelében baktériumtrágya kezelések hatására (mg g^{-1}).	88
23. táblázat: A klorofill- <i>a</i> , <i>b</i> és karotinoid tartalom alakulása az MV 350 kukorica hibrid második és harmadik levelében baktériumtrágya kezelések hatására (mg g^{-1}).	89
24. táblázat: A klorofill- <i>a</i> , <i>b</i> és karotinoid tartalom alakulása a Kamaria kukorica hibrid második és harmadik levelében baktériumtrágya kezelések hatására (mg g^{-1}).	90

25. táblázat: A klorofill- <i>a</i> , <i>b</i> és karotinoid tartalom alakulása a MV 343 kukorica hibrid második és harmadik levelében baktériumtrágya kezelések hatására (mg g ⁻¹).	90
26. táblázat: A klorofill- <i>a</i> , <i>b</i> és karotinoid tartalom alakulása a Tarján kukorica hibrid második és harmadik levelében baktériumtrágya kezelések hatására (mg g ⁻¹).	91
27. táblázat: A klorofill- <i>a</i> , <i>b</i> és karotinoid tartalom alakulása az Mv Mikolt kukorica hibrid második és harmadik levelében baktériumtrágya kezelések hatására (mg g ⁻¹)...	91
28. táblázat: A klorofill- <i>a</i> , <i>b</i> és karotinoid tartalom alakulása az MV Koppány kukorica hibrid második és harmadik levelében baktériumtrágya kezelések hatására (mg g ⁻¹)...	92
29. táblázat: A klorofill- <i>a</i> , <i>b</i> és karotinoid tartalom alakulása a GK Boglár kukorica hibrid második és hibridek harmadik levelében baktériumtrágya kezelések hatására (mg g ⁻¹).	93
30. táblázat: A klorofill- <i>a</i> , <i>b</i> és karotinoid tartalom alakulása a Szegedi 386 kukorica hibrid második és hibridek harmadik levelében baktériumtrágya kezelések hatására (mg g ⁻¹).	93
31. táblázat: A klorofill- <i>a</i> , <i>b</i> és karotinoid tartalom alakulása a Kenéz kukorica hibrid második és hibridek harmadik levelében baktériumtrágya kezelések hatására (mg g ⁻¹).	94
32. táblázat: A klorofill- <i>a</i> , <i>b</i> és karotinoid tartalom alakulása a Szegedi kukorica hibrid második és hibridek harmadik levelében baktériumtrágya kezelések hatására (mg g ⁻¹)	94
33. táblázat: A klorofill- <i>a</i> , <i>b</i> és karotinoid tartalom alakulása a Szegedi 521 kukorica hibrid második és hibridek harmadik levelében baktériumtrágya kezelések hatására (mg g ⁻¹).	95
34. táblázat: A klorofill- <i>a</i> , <i>b</i> és karotinoid tartalom alakulása a Shakira kukorica hibrid második és hibridek harmadik levelében baktériumtrágya kezelések hatására (mg g ⁻¹)	96
35. táblázat: A klorofill- <i>a</i> , <i>b</i> és karotinoid tartalom alakulása az Eric kukorica hibrid második és hibridek harmadik levelében baktériumtrágya kezelések hatására (mg g ⁻¹)	96
36. táblázat: A klorofill- <i>a</i> , <i>b</i> és karotinoid tartalom alakulása a Temes kukorica hibrid második és hibridek harmadik levelében baktériumtrágya kezelések hatására (mg g ⁻¹)	97
37. táblázat: A klorofill- <i>a</i> , <i>b</i> és karotinoid tartalom alakulása a Jennifer kukorica hibrid második és hibridek harmadik levelében baktériumtrágya kezelések hatására (mg g ⁻¹)	97
38. táblázat: A klorofill- <i>a</i> , <i>b</i> és karotinoid tartalom alakulása a vizsgált kukorica hibridek második levelében baktériumtrágya kezelések hatására	98
39. táblázat: A klorofill- <i>a</i> , <i>b</i> és karotinoid tartalom alakulása a vizsgált kukorica hibridek harmadik levelében baktériumtrágya kezelések hatására	99

KÉPEK JEGYZÉKE

1. kép: Foszforral jól ellátott (bal oldal) és foszforhiányos (jobb oldal) papaya gyökere (I2)	18
2. kép: A vashiány kukoricán (Tóth B., 2012).....	28
3. kép: A kukorica magvak előkészítése a csíráztatáshoz.....	43
4. kép: A tápoldat készítése (Fotó: Lévai L., 2013).....	45
5. kép: A növények nevelése a klímaszobában (Fotó: Nagy L. G. 2013)	45
6. kép: A relatív klorofill érték mérése SPAD-502 klorofillmérővel	46
7. kép: SPAD-502 klorofillmérő.....	46
8. kép: A növényi minták szárítása (Fotó: Lévai L., 2013).	48
9. kép: OHAUS analitikai mérleg.....	48
10. kép: A különböző, „A”, „B” és „C” jelölésű baktériumtrágyák hatása a DKC 5222 kukorica hibridek növekedésére (Fotó: Nagy L. G., 2012)	51
11. kép: A különböző, „A”, „B” és „C” jelölésű baktériumtrágyák hatása a Clemenso kukorica hibridek növekedésére (Fotó: Nagy L. G., 2012)	52
12. A és B kép: NK Kansas és az NK 37219 hibridek növekedése baktériumtrágyák hatására („A”, „B”, „C”) (Fotó: Nagy L.G., 2012).....	55
13. A és B kép SC 3510 és az NK 3850 hibridek növekedése baktériumtrágyák hatására („A”, „B”, „C”) (Fotó: Nagy L.G., 2012).....	56
14. A és B kép: SY Flovita és az SE 4410 hibrid növekedése baktériumtrágyák hatására („A”, „B”, „C”) (Fotó: Nagy L.G., 2012).....	57
15. A és B kép: NK Columbia és NX 47279 hibrid növekedése baktériumtrágyák hatására („A”, „B”, „C”) (Fotó: Nagy L.G., 2012).....	57
16. A és B kép: NK Lucius és NK Octet hibrid növekedése baktériumtrágyák hatására („A”, „B”, „C”) (Fotó: Nagy L.G., 2012).....	58
17. A és B kép: MV 350 és MV 343 hibrid növekedése baktériumtrágyák hatására („A”, „B”, „C”) (Fotó: Nagy L.G., 2012).....	60
18. A és B. kép: Kamaria és Tarján hibrid növekedése baktériumtrágyák hatására („A”, „B”, „C”) (Fotó: Nagy L.G., 2012).....	60
19. A és B kép: Mikolt hibrid növekedése baktériumtrágyák hatására („A”, „B”, „C”) (Fotó: Nagy L.G., 2012)	61
20. A és B kép: GK Boglár hibrid növekedése baktériumtrágyák hatására („A”, „B”, „C”) (Fotó: Nagy L.G., 2012).....	62
21. A és B. kép: Kenéz és Szegedi 475 hibrid növekedése baktériumtrágyák hatására („A”, „B”, „C”) (Fotó: Nagy L.G.,2012).....	63
22. A és B kép: Szegedi 521 növekedése baktériumtrágyák hatására („A”, „B”, „C”) (Fotó: Nagy L.G., 2012)	63
23. A és B kép: Shakira hibridek növekedése baktériumtrágyák hatására („A”, „B”, „C”) (Fotó: Nagy L.G., 2012))	65
24. A és B. kép: Eric és Temes hibrid növekedése baktériumtrágyák hatására („A”, „B”, „C”) (Fotó: Nagy L.G., 2012).....	65
25. kép: Jennifer hibrid növekedése baktériumtrágyák hatására („A”, „B”, „C”) (Fotó: Nagy L.G., 2012)	66

PUBLIKÁCIÓK AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBEN



Nyilvántartási szám: DEENK/126/2016.PL
Tárgy: PhD Publikációs Lista

Jelölt: Nagy László Géza

Neptun kód: GOPZG0

Doktori Iskola: Kerpely Kálmán Növénytermesztési- és Kertészeti Tudományok Doktori Iskola

A PhD értekezés alapjául szolgáló közlemények

Magyar nyelvű tudományos közlemény(ek) hazai folyóiratban (1)

1. **Nagy L.G.**, Nagy L., Bodnár K., Makleit P., Lévai L., Veres S., Tóth B.: Biotrágyák hatása kukoricahibridek főbb növényfiziológiai paramétereire.
Növénytermelés. 62 (5), 67-78, 2013. ISSN: 0546-8191.

Idegen nyelvű tudományos közlemény(ek) külföldi folyóiratban (1)

2. Tóth, B., **Nagy, L.G.**, Veres, S., Nagy, L., Lévai, L.: Industrial by-products: stress factors or nutrients?
J. Med. Bioeng. 3 (4), 288-291, 2013. ISSN: 2301-3796.
DOI: <http://dx.doi.org/10.12720/jomb.3.4.288-291>

Magyar nyelvű konferencia közlemény(ek) (7)

3. Bojtor C., Gombás D., **Nagy L.G.**, Hankovszky G., Tóth B.: A mangán-toxicitás mérséklése baktérium tartalmú trágyákkal.
In: 56. Georgikon Napok. PE Georgikon Kar, Keszthely, 64-71, 2015.
4. Nagy L., **Nagy L.G.**, Tóth B., Makleit P., Veres S.: Biotrágyák hatása napraforgó (*Helianthus Annuus* L.) fiziológiai paramétereire.
In: LV. Georgikon napok: Georgikon Scientific Conference : Kivonat-kötet : Programfüzet, valamint az elhangzó és poszter előadások rövid kivonatainak gyűjteménye. Universitas Pannonia, Keszthely, 74, 2013. ISBN: 9789639639522



5. Veres S., Malik I., Tóth B., Makleit P., Nagy L., **Nagy L.G.**, Rengel Z.: Búza genotípusok fotokémiai aktivitásának változása eltérő adagú nitrogéntáplálásnál.
In: LV Georgikon napok : 55th Georgikon Scientific Conference : Kivonat-kötet : Programfüzet, valamint az elhangzó és poszter előadások rövid kivonatainak gyűjteménye. Universitas Pannonia, Keszthely, [1], 2013. ISBN: 9789639639522
6. Makleit P., Nagy L., **Nagy L.G.**, Veres S.: Az együttes nevelés hatása a napraforgó (*Helianthus annuus* L. cv.: NK Brio) és a bojtornán szerbtóvis (*Xanthium strumarium* L.) növekedésére és fotoszintetikus pigment tartalmára.
In: LV Georgikon napok : 55th Georgikon Scientific Conference : Kivonat-kötet : Programfüzet, valamint az elhangzó és poszter előadások rövid kivonatainak gyűjteménye. Universitas Pannonia, Keszthely, 68, 2013. ISBN: 9789639639522
7. **Nagy L.G.**, Nagy L., Lévai L., Veres S., Bodnár K., Tóth B.: Baktérium tartalmú biotrágyák hatása a növénytermesztésben.
In: LV Georgikon napok : 55th Georgikon Scientific Conference : Kivonat-kötet : Programfüzet, valamint az elhangzó és poszter előadások rövid kivonatainak gyűjteménye. Universitas Pannonia, Keszthely, 73, 2013. ISBN: 9789639639522
8. Hankovszky G., Nagy L., **Nagy L.G.**, Juhász C., Veres S., Lévai L., Tóth B.: A biogáz üzemi présvíz lehetséges alkalmazása a növénytaplálásban.
In: Alap és alkalmazott kutatások eredményei a növénytudományokban. Szerk.: Szabó András, Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, 174-180, 2012. ISBN: 9786155183171
9. Bojtók K., Nagy L., **Nagy L.G.**, Juhász C., Veres S., Lévai L., Tóth B.: A fa-és szalmahamu vizsgálata, mint lehetséges növényi tápanyagforrás.
In: Alap és alkalmazott kutatások eredményei a növénytudományokban. Szerk.: Szabó András, Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, 149-155, 2012. ISBN: 9786155183171

Idegen nyelvű konferencia közlemény(ek) (4)

10. **Nagy, L.G.**, Nagy, L., Tóth, B., Lévai, L., Veres, S.: Biofertilizer application as a tool of sustainable and economical agriculture.
In: 3rd AGRIMBA-AVA Congress, Agribusiness and Rural Development as a Global Challenge, Programme and abstract book. Ed.: Wim Heijman, University of the Mediterranean in Podgorica, Budva, Montenegro, 16, 2013.



11. Hankovszky, G., Bodnár, K., **Nagy, L.G.**, Nagy, L., Lévai, L., Veres, S., Tóth, B.: Effect of fluid by-product of biogas factory on Helianthus annuus.
Research People and Actual Tasks on Multidisciplinary Sciences. 1, 41-45, 2013. ISSN: 1313-7735.
12. Tóth, B., Lévai, L., Ványiné Széles, A., Nagy, L., **Nagy, L.G.**, Bákonyi, N., Veres, S.: To sustain sustainability in agricultural using industrial by-products.
In: Phytotechnologies-plant based strategies to clean water, soil, air and provide ecosystem services : Abstracts of 9th IPS Conference. [Hasselt University], [Diepenbeek], 35, 2012.
13. Tóth, B., Nagy, L., **Nagy, L.G.**, Ványiné Széles, A., Lévai, L.: Agricultural use of sewage sludge to reduce environmental pollution.
Int. Proc. Chem., Biol. Envir. Eng. 44, 34-37, 2012. ISSN: 2010-4618.

További közlemények

Idegen nyelvű konferencia közlemény(ek) (8)

14. Tóth, B., **Nagy, L.G.**, Nagy, L., Veres, S., Lévai, L.: Is there any possible way of the use of industrial wastes in crop production?
In: Legislation, Technology and Practice of Mine Land Reclamation: Proceedings of the Beijing International Symposium on Land Reclamation and Ecological Restoration (LRER 2014), Beijing, China, 16-19 October 2014. Ed.: Zhenqi Hu, CRC Press, London, 243-246, c2015. ISBN: 9781138027244
15. Hankovszky, G., Bodnár, K., Balla, Z., **Nagy, L.G.**, Tóth, B.: One possible alternative way in plant nutrition - fluid by-product of biogas factory.
Növénytermelés. 63 (Suppl.), 259-262, 2014. ISSN: 0546-8191.
16. **Nagy, L.G.**, Nagy, L., Bodnár, K., Lévai, L., Veres, S., Tóth, B.: Sustainable plant nutrition - the global challenge.
In: 3rd AGRIMBA-AVA Congress, Agribusiness and Rural Development as a Global Challenge, Programme and abstract book. Ed.: Wim Heijman, University of the Mediterranean in Podgorica, Budva, Montenegro, 21, 2013.



17. **Nagy, L.G.**, Nagy, L., Makleit, P., Lévai, L., Hankovszky, G., Bodnár, K., Veres, S., Tóth, B.: Use of living bacteria containing fertilizer for the good nutrient supply.
Research People and Actual Tasks on Multidisciplinary Sciences. 1, 21-25, 2013. ISSN: 1313-7735.
18. Bodnár, K., **Nagy, L.G.**, Nagy, L., Hankovszky, G., Makleit, P., Lévai, L., Veres, S., Tóth, B.: Are there different effects of biofertilizers on maize hybrides?
Research People and Actual Tasks on Multidisciplinary Sciences. 4, 11-15, 2013. ISSN: 1313-7735.
19. Tóth, B., **Nagy, L.G.**, Nagy, L., Lévai, L., Fodor, F., Solti, Á., Veres, S.: Possible recycling of industrial wastes and by-products in agriculture.
Proc. Env. Sci. 18, 737-741, 2013. ISSN: 1878-0296.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.proenv.2013.04.100>
20. **Nagy, L.G.**, Nagy, L., Bodnár, K., Veres, S., Tóth, B.: Suitable nutrient supply - good fertility.
Növénytermelés. 62 (Suppl.), 409-412, 2013. ISSN: 0546-8191.
DOI: <http://dx.doi.org/10.12666/Novenyterm.62.2013.suppl>
21. Tóth, B., Bodnár, K., **Nagy, L.G.**, Nagy, L., Hankovszky, G., Lévai, L., Veres, S.: Use of by-products of lime factory in the maintenance of soil pH.
Research People and Actual Tasks on Multidisciplinary Sciences. 4, 31-35, 2011. ISSN: 1313-7735.

A DEENK a Jelölt által az iDEa Tudóstérbe feltöltött adatok bibliográfiai és tudománymetriai ellenőrzését a tudományos adatbázisok és a Journal Citation Reports Impact Factor lista alapján elvégezte.

Debrecen, 2016.05.09.



KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton mondok köszönetet konzulensemnek, **DR. LÉVAI LÁSZLÓ** egyetemi docensnek a munkám irányításában és a doktori értekezés elkészítésében nyújtott segítségéért. Köszönet illeti **DR. VERES SZILVIA** egyetemi docenst és **NAGY LÁSZLÓ** agrármérnököt, növényorvost, akik hasznos tanácsaikkal és észrevételeikkel segítették munkámat.

Köszönöm **DR. TÓTH BRIGITTÁNAK** és **BODNÁR KARINA BIANKÁNAK** a kísérletek beállításához nyújtott segítségét.

Köszönetemet fejezem ki dolgozatom bírálóinak, **PROF. DR. BÍRÓ BORBÁLÁNAK** és **PROF. DR. SÁRVÁRI MIHÁLYNAK**, hogy opponensi észrevételeikkel, szakmai javaslataikkal hozzájárultak a doktori értekezés végleges formájának elkészítéséhez.

Köszönöm **FELESÉGEMNEK, CSALÁDOM MINDEN TAGJÁNAK** biztatását, lelkesítését és kitartó segítségét.

Nem utolsó sorban köszönöm a Debreceni Egyetem, MÉK, Növénytudományi Intézet Mezőgazdasági Növénytani, Növényélettani és Biotechnológiai Tanszék dolgozóinak és hallgatóinak a vizsgálataim elvégzéséhez nyújtott segítségüket.

Köszönöm továbbá **MINDAZOKNAK**, aki a legkisebb mértékben is hozzájárult a kísérletek, a publikációk és a dolgozat összeállításának sikeres megvalósításához.

NYILATKOZAT

Ezen értekezést a Debreceni Egyetem Kerpely Kálmán Doktori Iskola keretében készítettem el, a Debreceni Egyetem doktori (Ph.D.) fokozatának elnyerése céljából.

Debrecen,

.....

a jelölt aláírása

NYILATKOZAT

Tanúsítom, hogy **Nagy László Géza** doktorjelölt 2012-2015 között a fent nevezett Doktori Iskola keretében irányításommal végezte munkáját. Az értekezéshez foglalt eredményekhez a jelölt önálló alkotó tevékenységével meghatározóan hozzájárult, az értekezés a jelölt önálló munkája. Az értekezés elfogadását javaslom.

Debrecen,.....

.....

a témavezető aláírása