

DEBRECENI EGYETEM
MEZŐGAZDASÁG-, ÉLELMISZERTUDOMÁNYI ÉS
KÖRNYEZETGAZDÁLKODÁSI KAR
AGROKÉMIAI ÉS TALAJTANI INTÉZET

Intézetigazgató:

Dr. Kátai János

egyetemi tanár

Biokészítmény hatásainak vizsgálata tenyészedényes kísérletben

Készítette:

Bódi Renáta

„környezetgazdálkodási agrármérnök jelölt”

Konzulensek:

Dr. Kátai János

egyetemi tanár

Jakab Anita

Ph.D. hallgató

Debrecen

2012

Tartalomjegyzék

BEVEZETÉS	4
1. TÉMAFELVETÉS	5
2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS	7
2.1. A talajok tápanyagtartalma	7
2.2. A talajok tápanyag utánpótlása.....	9
2.2.1. Biokészítmények	10
2.3. Jelzőnövény: vöröshagyma	12
3. ANYAG ÉS MÓDSZER	13
4. EREDMÉNYEK ÉS AZOK ÉRTÉKELÉSE	15
4.1. A talaj tápanyagtartalmának változása	15
4.1.1. A talaj nitrát tartalmának változása a kezelések hatására	15
4.1.2. Az AL-oldható foszfor tartalom változása a kezelések hatására a talajban....	16
4.1.3. Az AL-oldható kálium a talajban	17
4.2. A talaj mikrobiológiai tulajdonságainak változása	18
4.2.1. Összes-baktériumszám változása (*10⁶ db g talaj⁻¹)	19
4.2.2. Mikroszkopikus gombaszám változása (*10³ db g talaj⁻¹).....	20
4.2.3. Foszfátáz enzim aktivitás a talajban (P₂O₅ mg 100g talaj⁻¹ 2h⁻¹).....	21
4.3. A hagyma biomasszájának változása	22
4.3.1. Hagyma (Allium cepa) levélének nedves tömege.....	22
4.3.2. A hagymalevél száraz tömege.....	23

4.3.3. A hagymafej és hagymagyökér nedves tömege.....	24
4.3.4. A hagyma biomasszája	25
5. KÖVETKEZTETÉSEK.....	27
ÖSSZEFOGLALÁS	28
Irodalomjegyzék	30
Köszönetnyilvánítás.....	32

BEVEZETÉS

A mezőgazdasági termelés növelésének, valamint a sikeres növénytermesztésnek nélkülözhetetlen eszköze a talajaink védelme, és termékenységük megóvása. Ezen termékenység fenntartása, és állandó fokozása csak komplexebb hatású talajjavító és termésnövelő anyagok választékának kibővítésével valósítható meg (BALOGH, 1999, cit. TÁLLAI et al., 2008).

A Föld lakosságának emelkedésével megnövekedett az igény az élelmiszer, és a takarmány, valamint az egyéb ipari alapanyagok iránt. Ezek szükségessé tették, a szántóföldi növények terméshozamának fokozatos növelését. A nagyobb terméshozam elérését segítette a növénynemesítés a jobb termőképességű fajtákkal. A különböző műtrágyák használatával és az egyre nagyobb NPK-adagokkal szintén jelentős növekedés következett be (FÜLEKY, 1999).

A trágyázás fő célja a növények tápanyagokkal történő ellátása, a talaj termékenységének megőrzése, a termésmennyiség szintentartása és növelése, valamint a termésminőségének fokozása.

Korábban a terméssel elvont tápelemeket, csak szerves trágyával, és műtrágyával pótolták, nem fordítottak kellő figyelmet a túlzott kijuttatás környezetvédelmi problémáira. Ezek kiküszöbölésére több megoldás is mutatkozik.

Manapság egyre jobban előtérbe kerülnek olyan anyagok, amelyek segítségével lehetőségünk van a felhasznált műtrágya és szerves trágya mennyiségének csökkentésére. Erre alkalmas anyagok a különböző biokészítmények. Hazánkban még újdonságnak számítanak, de egyre nagyobb teret hódítanak, mivel használatuk környezetkímélő és költségtakarékos. Alkalmazásuk nem okoz stresszhatást a növényeknek. Ezen készítmények segítségével növelhetjük a termesztett kultúrák tápanyag- és vízfelvételét és ez által egy új lehetőséget biztosít a növények tápanyag-ellátásában.

Kutatásunk során célul tűztük ki annak vizsgálatát, hogy az NPK műtrágya, és az Amykor (gomba készítmény) alkalmazása és azok kombinációi hogyan befolyásolják a humuszos homoktalaj egyes kémiai és mikrobiológiai tulajdonságait és a vöröshagyma jelzőnövény biomasszáját.

1. TÉMAFELVETÉS

Az integrált növénytermesztés szempontjából a megfelelő minőségű termékek előállítása mellett meghatározó tényező a környezet védelme, a természeti erőforrások megőrzése, valamint a talaj termékenységének fenntartása, és fokozása. E termesztési mód legfőbb célja, a fogyasztók elvárásainak megfelelő, egészséges termékek előállítása, a kemikáliák felhasználásának célszerű korlátozásával, vagyis a környezetszennyezés mérséklésével (BALLÁNÉ KOVÁCS et.al., 2008).

Hazánkban már az 1960-as években alkalmaztak ún. „baktériumtrágya” készítményeket a mezőgazdasági termelésben. A leghatásosabbak az egy mikroorganizmus-törzset (*Rhizobium sp.*, *Azotobacter sp.*) tartalmazó készítmények voltak. A készítmények alkalmazása több országban is elterjedt (MANNINGER & SZEGLI, 1963; HAMATOVÁ-HLAMÁCKOVÁ, 1963). Hazánkban először a „Nitrazon” baktériumot tartalmazó oltóanyagot gyártották. Ez a készítmény *Rhizobium* törzset tartalmazott és elsősorban a pillangósvirágúak termesztésénél használták (HAMATOVA & HLAMÁCKOVÁ, 1963). Egyre több törzset különítettek el, és az vizsgálták, hogy azok hogyan befolyásolják a termesztésben lévő kultúrák termését és beltartalmi mutatóit (MANNINGER & KÖVÁRI, 1983).

ANATOLIJ (1990) szerint a különböző mikrobiális készítmények alkalmazása alapvető feladat a növénytermesztésben, mivel az eddigi kutatások eredményei azt igazolják, hogy elterjedésük eredményes. Az 1960-as évektől kezdve széles körben elterjed a vetőmagvak különböző baktérium (*Rhizobium*, *Azotobacter*, *Azospirillum sp.*) és gombatörzsekkel (*Trichoderma*, *Aspergillus sp.*) történő oltása. A különböző oltásokra a növények pozitívan reagáltak (HAMATOVA & HLAMÁCKOVÁ, 1963).

BIRÓ (2002) véleménye szerint az „új generációs” oltóanyagok megismerése nélkülözhetetlen a talaj-növény-klíma rendszerek fenntarthatóságához és a kármentesség biztosításához.

A tudományos diákköri munkámban egy új, kereskedelmi forgalomban kapható gombakészítmény, az Amykor hatásainak vizsgálatát végeztük. A készítmény hatásairól kevés tudományos szakirodalmi hivatkozás állt rendelkezésre. Célul tűztük ki annak vizsgálatát,

hogy tenyészedényes körülmények között különböző kezelés kombinációkban milyen hatást gyakorol a talajra és a tesztnövényre.

2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. A talajok tápanyagtartalma

A talaj termékenysége sok, egymással kapcsolatban álló tényező közös hatásának eredőjeként jut érvényre. A talaj termékenységét befolyásoló tényezők a közé tartozik: az éghajlat, az időjárási feltételek, a talaj fizikai, kémia, és biológia tulajdonságai által befolyásolt felvehető tápanyag mennyisége, a növények eltérő tápanyag-hasznosító képessége, produktivitása, a biotikus és abiotikus hatásokkal szembeni rezisztenciája, valamint az igénybe vett agrotechnikai eljárások és a különböző növényvédelmi beavatkozások (BIRKÁS, 2006).

A talaj tápanyagtartalmának növelését szolgálja: a felhasznált műtrágya és szerves trágya, a talajjavító anyagok mennyisége, a tarló és növényi maradványok, a szabadon élő baktériumok, valamint a pillangós növények által megkötött N mennyisége, az atmoszférából a talajba jutó terhelés. A talaj tápanyagtartalmának csökkenését okozza a növények által felvett, és a terméssel elszállított tápanyag nagysága, az erózió, a kimosódás és a denitrifikáció is. A tápanyagok felvehetőségét az oldhatóság változása is befolyásolja. Ha megfelelő a talajok vízellátottsága, és kedvező a levegőzöttsége is, akkor az növeli a növény által felvehető tápanyagok mennyiségét (BIRKÁS, 2006).

A, Nitrogén a talajban

A talajok átlagos nitrogén tartalma 0,02 – 0,40% között változik. A nitrogén 90 – 95%-a szerves formában található a talajban, azonban a növények csak a szervesetlen formákat (NH_4^+ , NO_3^-) tudják hasznosítani. A talajok nitrogén tartalma folyamatosan változik, a szervesetlen nitrogénformák felvételét a közeg pH tartománya jelentősen befolyásolja. A nitrát ionok felvétele 4,5 – 7 pH között valósul meg, savas kémhatás mellett növekszik (LOCH és NOSTICZIUS, 2004; SÁRDY, 2004).

B, Foszfor a talajban

Talajaink foszfor-tartalma 0,02-0,10% között változik, mely szerves és szervesetlen kötésben fordul elő, ezek aránya megközelítően 50-50%. A szerves kötésű foszfor fitin (60%), nukleinsavak, foszfolipidek, és cukorfoszfátok, a szervesetlen foszfor fluor-, klór-, és

hidroxiapatitok, kalcium-foszfátok, variscit, strengit és vivianit formájában vannak jelen a talajban. Ennek aránya a pH tartomány változásával és a CaCO_3 tartalom függvényében alakul (FÜLEKY, 1979; LOCH, 2000; SÁRDY, 2004).

A növény $(\text{H}_2\text{PO}_4)^{-1}$ és $(\text{HPO}_4)^{-2}$ ionok formájában képes a foszfor felvételére, melyet a pH befolyásol; savas közegben a $(\text{H}_2\text{PO}_4)^{-1}$, míg lúgos talajokban a $(\text{HPO}_4)^{-2}$ felvétele jellemző (LOCH és NOSTICZIUS, 2004).

C, Kálium a talajban

A talajok káliumkészletének mintegy 90-98%-a nehezen felvehető formában, ásványi kötésben található. A szilikátok, agyagásványok (illit és vermikulit) nagy mennyiségű K megkötésére képesek, az agyagtartalom növekedésével emelkedik azok K tartalma. Az összes-K a talajokban 0,2-3,3% között változik, de szikes talajokban ez az érték elérheti a 6%-ot is (PUSZTAI, 1978; FILEP, 1999; LOCH és NOSTICZIUS, 2004; SÁRDY, 2004).

A növények számára ionos formában, a talajoldatban és a talajkolloidokon adszorbeált kálium felvétele lehetséges, a fixált és az agyagásványok kristályrácsaiban abszorbeált formák a talajok K-tartalékának minősülnek (FILEP, 1999).

Növényi tápanyagok

A növényeknek a növekedéshez, a fejlődéshez, valamint szervezetük felépítéséhez tápelemekre és vízre van szükségük. A tápelemek sokoldalú szerepet játszanak a növények anyagcseréjében, és növekedésében, illetve az egészséges fejlődéshez nélkülözhetetlenek, és egymással nem helyettesíthetők (FÜLEKY, 1999; SÁRDY, 2004).

A, Nitrogén

A nitrogén a növényi élet szempontjából meghatározó szerepet tölt be. Nincs még egy olyan elem, amely olyan feltűnő hajtás és termésnövelő hatást mutatna, mint a nitrogén, és nem okoz olyan nagyságú termésgátlást, mint a nitrogén hiánya. A túl sok nitrogén is nagy kárt tud okozni, úgy a termésnövekedéssel, mint a minőségromlással. Ha a növényben felhalmozódik a nitrogén, akkor a fotoszintézisben keletkező szénhidrátvegyületek az anyagcsere folyamatban fehérjeképzésére használnak el nagyrészt, és más vegyületek szintézisére kisebb mértékben állnak rendelkezésre. Abban az esetben, ha a növényben nincs elegendő mennyiségben nitrogén, akkor a protoplazma és a sejtmagfehérjék képződése, és

ezzel együtt a növény növekedése is láthatóan lelassul. A nitrogén több szerves vegyület alkotó eleme, mint például: aminosavak, nukleinsavak, egyszerű és összetett fehérjék, nukleotidok, klorofilok, alkaloidok, sejtalkotók, kromoszómák, gének, riboszómák, enzimek stb (FÜLEKY,1999).

B, A foszfor

A foszfor életfontosságú sejtalkotórészek, a nukleoproteidek, illetve a foszfolipidek építőköve a DNS, és az RNS alkotórészeként vesz részt az életfolyamatok szabályozásában. Az ATP, és ADP, illetve a koenzimek alkotóelemeként hatás fejt ki a foszforizálási folyamatokban, és a növények energia-háztartásában is. A foszfor szinte minden jelentős élettani folyamatban részt vesz (LOCH és NOSTICZIUS, 2004).

C, A kálium

A kálium a növény-anyagcsere folyamataiban számtalan specifikus funkciót tölt be. Elősegíti az energia gazdag foszfátok képződését, és a megfelelő ellátás hatására fokozza a fotoszintézis aktivitását. Kedvező hatással van a növények vízháztartására, és növeli a kultúrák fagytűrő képességét. A növények a K^+ formájában veszik fel a talajoldatból, a savanyú kémhatás gátolja a káliumfelvételt. A káliumfelvétel- és szállítás szoros viszonyban van a növény anyagcseréjével. Abban az esetben, ha nincsen elegendő oxigén a gyökér környezetében, akkor a káliumfelvétel visszaszorul. A K mozgása jó a növényekben, a fiatalabb levelekben általában nagyobb a K-koncentráció, mint az idősebbekben. A kálium részt vesz a szénhidrátok és a fehérjék képzésében is (LOCH és NOSTICZIUS, 2004).

2.2. A talajok tápanyag utánpótlása

A talaj tápanyag-szolgáltató képessége nem minden esetben elegendő a növények kielégítő táplálására. A növények által felvett tápanyagok jelentős részét eltávolítjuk a növényekkel együtt a termőterületről. Tápanyag utánpótlás hiányában a talaj tápanyagkészlete fokozatosan kimerülne. Ez a pótlás tápanyagtartalmú anyagokkal és trágyaszerekkel valósulhat meg. Fontos azonban tudnunk, hogy használatuk esetében növekszik-e a termés

menyisége, és minősége, illetve a termés biztonsága, mivel a trágya előállítása, szállítása, kezelése, valamint kijuttatása meglehetősen költséges (FÜLEKY, 1999).

A gazdaságos és hatékony tápanyag-utánpótlás megvalósítása csak a talaj tápanyag-szolgáltató képességének ismerete által lehetséges. A talaj tápanyag-szolgáltató képességének feltárásához talajvizsgálatra van szükség, amelynek a szokásostól részletesebbnek kell lennie. Nem elegendő annak az ismerete, hogy a talaj az egyes tápanyagokból milyen mennyiséget tartalmaz, hanem szükséges azon talajtulajdonságok körét ismerni, amelyek a tápanyag felvételét befolyásolják (GONDA, 2008).

A növények fejlődését elősegítő tápanyagpótlást trágyázásnak nevezzük. A talajba dolgozott, felszínére juttatott, vagy közvetlenül a növényre kiszórt trágyáknak azokat az anyagokat tekintjük, amelyek a termesztett növények által felvehető tápanyagokat növelik (BIRKÁS, 2006).

A trágyázás célja a növények tápelemekkel való ellátása, a talajok termékenységének megőrzése, a termések szinten tartása, illetve növelése, a termésminőség javítása. Ez az utánpótlás történhet szerves és műtrágyákkal. A trágyák évenkénti kijuttatásával főként, a következő terméshez szükséges tápelemeket biztosítjuk, és javítjuk az aktuális ellátottságot (FÜLEKY, 1999).

2.2.1. Biokészítmények

Mikorrhiza gomba

A mikorrhiza gombák rendkívül elterjedtek a talajban, a szárazföldi növények 80-90%-ával képesek szimbiotikus kapcsolatban élni. Többféle növény-mikorrhiza gomba szimbiózis típus lehetséges. Megkülönböztetünk ekto- és endomikorrhizákat. Az ektomikorrhizák a fák gyökereit kívülről borítják, az endomikorrhizák pedig a hifafonalaikkal a gyökérszövetbe hatolnak (SERES és BAKONYI, 2002).

Amykor gombakészítmény

Az Amykor gyökérzet vitalizáló hazánkban újdonságként bevezetett, vegyszermentes, mikrobiális mechanizmusra épülő szer, amely rövid idő elteltével jelentős gyökérhálózat növekedést idéz elő. A mikorrhiza hatására a növény tápanyag felszívó képessége intenzívebbé válik, és többszörösére emelkedik. A készítmény hatásai a következők:

- növeli a tápanyag- és vízfelvételt;
- hozzájárul a bővebb és korábbi virágzáshoz;
- magasabb hozamot állít elő, és ellenállóvá teszi a növényt a kártevőkkel szembeni harcban;
- fokozza a toleranciát a különböző stressz hatásokkal szemben;
- csökkenti a trágyázás és az öntözés gyakoriságát (INTERNET 2).

Az utóbbi években elterjedt a kombinált összetételű mikrobiológiai készítmények mezőgazdasági művelésben való alkalmazása. A készítmények jellemzője, hogy különböző baktérium, gomba, és esetenként vitaminokat és hormonokat kombináltan tartalmaznak.

Mikrobiológiai készítmények

Ahhoz, hogy el tudjuk fogadni a mikroszervezeten alapuló trágyázást, meg kell, ismerünk a mikroorganizmusok élettevékenységét. A biotrágya nem más, mint élő baktériumokat tartalmazó szerves trágya, amellyel nem közvetlenül a növényt, hanem a talajt tápláljuk. Ezen trágya használatával nem nitrogént, foszfort, és káliumot juttatunk a talajba, hanem baktériumokat, esetenként sugárgombákat, és speciális gomba fajokat (szimbiózisra hajlamos), amelyek a talajban lévő tápelemeket valamilyen módon a növények számára felvehetővé teszik. A mikrobiológiai trágyák alkalmazása környezetbarát, mivel nem okoz szennyezést a szántóföldeken, valamint hozzájárul a talaj természetes védekező képességéhez, illetve idő, munka- és költségkímélő. Nincs szükség a taló elhordására, mert a mikroszervezetek elbontják, és a trágya kijuttatása megoldható egy menetben a taló beforgatásával. A kivétel lehetséges még számos egyéb művelettel is, mint például magágy előkészítés, vetés, területkezelés, sorközművelés során. Ezen trágyák használatával csökkenthető a műtrágyázás mértéke, aktivizálható a talajélet, és jobb termés hozam érhető el (INTERNET 1).

2.3. Jelzőnövény: vöröshagyma

A tenyészedényes kísérletben alkalmazott indikátornövény a vöröshagyma (*Allium cepa*) volt. A zárvatermők törzsébe, és az egyszikűek osztályába tartozik. Közép-Ázsiából származó konyhai fűszernövény. Nagyon sok fajtája ismert, kísérletünkben a Makói vöröshagymát alkalmaztuk (INTERNET 3). Magyarországon főként Makó környékén termesztik, termesztésére a humusztartalommal rendelkező homoktalaj megfelelő (CSAPODY,1961).

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

A tenyészedényes kísérletet a DE AGTC MÉK Agrokémiai és Talajtani Intézet tenyészházában állítottuk be Debrecen (Pallag) környékéről származó humuszos homoktalajon, vöröshagyma (*Allium cepa*) tesztnövényvel.

A kísérlet talaja az alábbi jellemzőkkel rendelkezett: $K_A < 30$; $pH_{(KCl)}$: 5,9; $pH_{(H_2O)}$: 6,3; $Hu\%$: 1,2; $AL-P_2O_5$: 30 mg kg^{-1} ; $AL-K_2O$: 120 mg kg^{-1} . Mérési eredményeink alapján a gyengén savanyú, homok fizikai féleségű kísérleti talaj nitrogénnel és foszforral gyengén, káliummal jól ellátott.

A kísérlet beállítása: 2012. június 5-én történt. A kísérletet 2012. július 10-én számoltuk fel.

A tenyészedényekbe 1,35-1,35 kg légszáraz talajt mértünk be. Edényenként 2-2 dughagymát (*Allium cepa*) ültettünk el. A tenyészedényeket a szabadföldi vízkapacitás 70%-ig történő tömeg-kiegészítés alapján öntöztünk minden nap, a dugványok csírázását követően (2012. június 13.). Az edények az erre a célra kialakított kocsikon helyeztünk el, melyeket éjszaka és eső esetén tető alatt tartottunk.

A kísérletben alkalmazott kezeléseket az 1. táblázatban szemléltetjük.

1. táblázat A kísérletben alkalmazott kezelések

Kezelés száma	Kezelés
1.	Kezeletlen (kontroll)
2.	NPK műtrágya
3.	Amykor (1x dózis)
4.	NPK műtrágya + Amykor (1x dózis)
5.	Amykor (2x dózis)
6.	NPK műtrágya + Amykor (2x dózis)

A műtrágyás kezelésben a nitrogént NH_4NO_3 (0,2857 g·edény⁻¹), a foszfort KH_2PO_4 (0,1915 g·edény⁻¹), a káliumot pedig KH_2PO_4 (0,1915 g·edény⁻¹) és K_2SO_4 (0,0625 g·edény⁻¹)

formájában adagoltuk ki. A műtrágyát a talajokhoz alapos keverés mellett oldat formájában (20 ml edény^{-1}) adagoltuk, odafigyelve a homogenizálásra.

Az Amykor gombakészítmény szilárd, perlitre felvitt gombaspórákat tartalmazó készítmény. A kísérletben 10 és 20 ml edény^{-1} Amykort, azaz növényenként 5 - 5 és 10 - 10 ml hagyma $^{-1}$ juttatunk ki. Az Amykor mennyiségeket előre kimérve, a hagyma dugványnak kialakított lyukba öntöttünk, amelyre a dugványokat, majd földet helyeztünk.

A kísérlet felszámolásakor (2012. július 10.) elsőként a hagymalevelek földfelszín felett 1 cm -rel történő levágásával kezdtük. A hagyma levelek levágása után az edényeket kiborítottuk, a gyökérzet eltávolításakor a talajmintákat 2 mm -es lyukbőségű szitán átszitáltuk, gondosan homogenizáltuk, szárítottuk. A növényi levelek nedves tömegét - edényenként - lemértük. A levágott növényi részeket először levegőn, majd szárítószekrényben 50°C -on tömegállandóságig szárítottuk, ezután meghatároztuk azok száraz tömegét. A hagymafejeket és gyökereket a talajból óvatosan, az edény összes talajának átszitálását követően gyűjtöttük össze, szitáláskor vigyázva a gyökerek épségére. Az átszitált talajokból edényenként mintákat vettünk, melyeket külön-külön dobozolva, további laboratóriumi célból hűtőben tároltunk.

A talaj NO_3^- -N-tartalmát FELFÖLDY (1987) módszere alapján (nátrium-szalicilátos módszer) állapítottuk meg. Az AL-oldható foszfor- és káliumtartalmakat EGNÉR és munkatársai (1960) módszerével mértük. Lemezöntéssel módszerrel meghatároztuk az összes baktériumszámot (húsleves-agar táptalajon), illetve a mikroszkopikus gombák (pepton-glükóz agar táptalajon) mennyiségét (SZEGLI, 1979). A foszfatáz enzim aktivitását KRÁMER-ERDEINÉ (1979) módszere alapján 2 órát követően spektrofotométerrel határoztuk meg P_2O_5 $\text{mg } 100\text{g}^{-1}$ mennyiségben kifejezve.

A tenyészedényes kísérletben 6 különböző kezelést alkalmaztunk, 3 ismétlésben, ami összesen 18 tenyészedényt jelentett. A kísérletet véletlenblokk elrendezésben állítottuk be.

A kapott adatok statisztikai elemzését TOLNER és munkatársai (2008) statisztikai adatelemzésének egytényezős varianciaanalízisével elemeztük, melyben meghatároztuk az 5% -os szignifikáns differencia értékeket is.

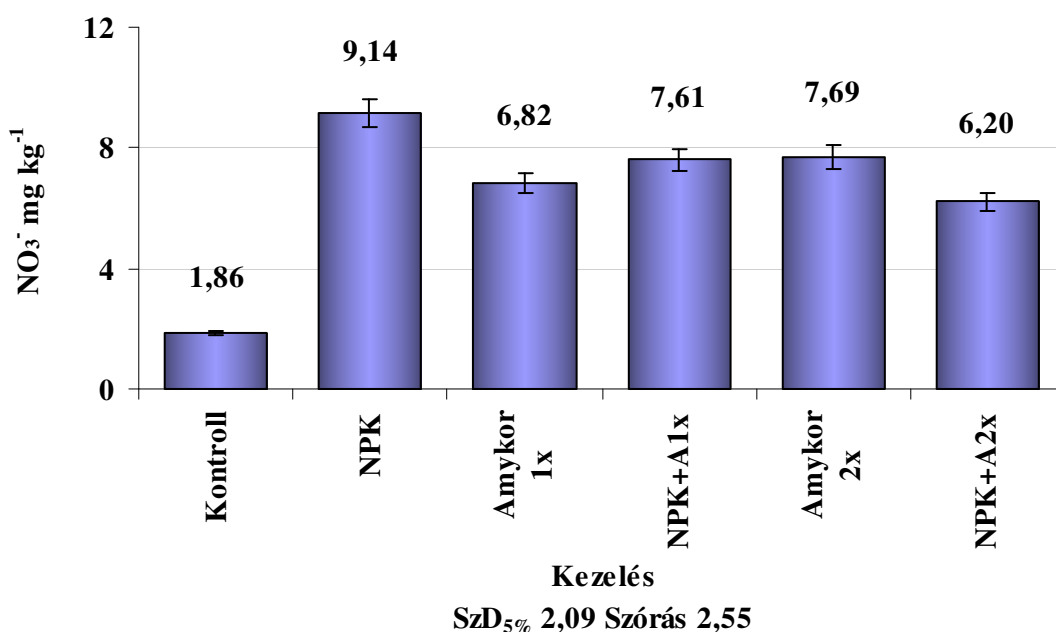
4. EREDMÉNYEK ÉS AZOK ÉRTÉKELÉSE

4.1. A talaj tápanyagtartalmának változása

A kísérlet talajkémiai vizsgálat során meghatároztuk a talaj könnyen felvehető tápanyagtartalmát, a nitrát ion mennyiségét, illetve az ammónium-laktát oldható foszfor és kálium tartalmát.

4.1.1. A talaj nitrát tartalmának változása a kezelések hatására

Az 1. ábrán a talaj NO_3^- -N tartalmának a kezelések hatására bekövetkező változásait szemléltetjük. Az ábrán a számolt átlagértékeket mutatjuk be.



1. ábra A talaj NO_3^- -N tartalmának átlagértékei

A talaj NO_3^- -N tartalmának átlaga 1,86–9,13 mg kg⁻¹ között alakulnak, az 5%-os szignifikáns differencia értéke 2,09.

Eredményeink alapján megállapítottuk, hogy az NPK műtrágyázás szignifikáns növekedést eredményezett. A műtrágya kijuttatásával javult a talaj tápanyag-ellátottsága, mely tükröződött az átlagértékeknél is. Az Amykor (1x dózis) kezelésnél szignifikáns

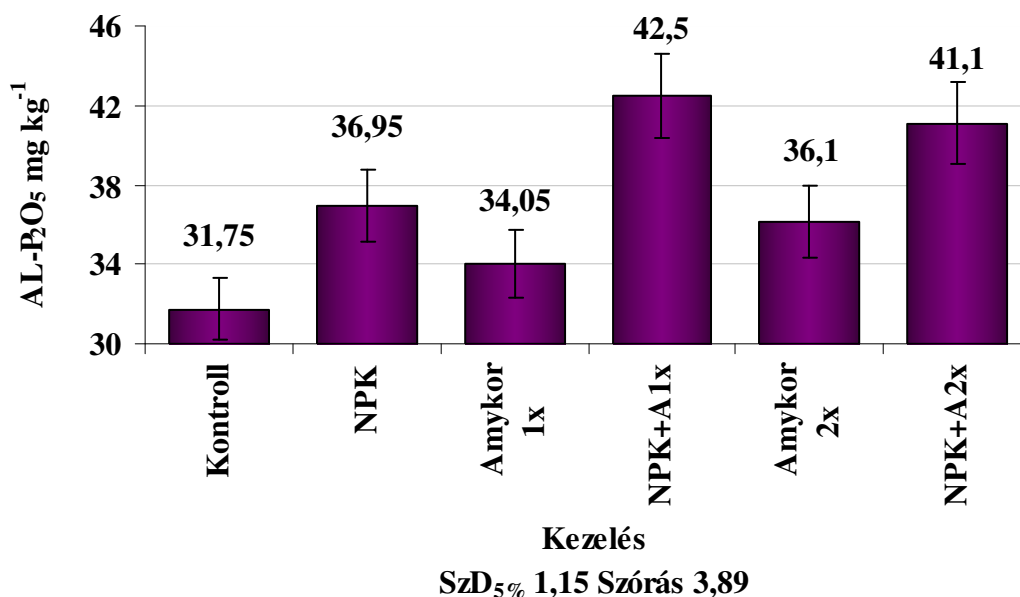
növekedést mértünk, de ez a növekedés kisebb mértékű volt a műtrágyázásnál. A műtrágya + Amykor (1x) kezelés kombináció szintén szignifikáns növekedést okozott, mely növekedés az Amykor (1x dózis) kezelésnél nagyobbak bizonyult. A hatás valószínűleg a műtrágya kijuttatásnak köszönhetően erősödött. Az Amykor (2x dózis) kezelésnél is szignifikáns növekedést tapasztaltunk. A műtrágya + Amykor (2x) kezelés kombinációnál szignifikáns növekedést mértünk, azonban a többi kezeléshez viszonyítva e kezelésnél mértük a legkisebb nitrát-tartalmat.

A talaj NO_3^- -N tartalma műtrágya kezelés esetén eredményezte a legnagyobb átlagértéket ($9,13 \text{ mg kg}^{-1}$). A legkisebb átlagértéket a ($1,86 \text{ mg kg}^{-1}$) kontroll, kezeletlen edények esetében mértük.

A kontrollhoz képest valamennyi kezelésben szignifikáns növekedést mértünk.

4.1.2. Az AL-oldható foszfor tartalom változása a kezelések hatására a talajban

A 2. ábrán a talaj AL-oldható foszfor tartalmának a kezelések hatására bekövetkező változását szemléltetjük. Az ábrán a kiszámolt átlagértékeket mutatjuk be.



2. ábra A talaj AL-oldható foszfor tartalmának átlagértékei

A talaj AL-oldható foszfor tartalmának átlagértékei 31,75-42,5 mg kg⁻¹ között változnak, a 5%-os szignifikáns differencia értéke 1,15.

Eredményeink által megállapítottuk, hogy a műtrágyás kezelés a kontrollhoz képest szignifikáns növekedést okozott. A hatás-, hasonlóan a nitrát-nitrogén tartalmat illetően-, a tápanyag-ellátás javulásával magyarázható. Az Amykor (1x dózis) kezelésnél szintén, de kisebb mértékű, szignifikáns növekedés volt tapasztalható. A műtrágya+Amykor (1x dózis) kezelés kombinációnál szignifikáns növekedést mértünk. A növekedés a műtrágya kezelésnél is nagyobbak bizonyult, a hatás valószínűleg a gombakészítményben lévő szervezetek tevékenységének és a javuló tápelem-ellátottság javulásának a következménye. Az Amykor (2x dózis) kezelés a talaj AL-oldható foszfor tartalmának átlagértékét a kontrollhoz és az Amykorhoz (1x dózis) képest szignifikánsan növelte. A műtrágya+Amykor (2x dózis) kombinációnál is szignifikáns növekedést mértünk. Azonban megfigyeltük, hogy a műtrágya+Amykor (1x dózis) kezelésnél mért átlagértékhez képest szignifikáns csökkenés volt.

A talaj AL-oldható foszfor tartalma a műtrágya+Amykor (1x dózis) kezelésnél eredményezte a legnagyobb átlagértéket (42,5 mg kg⁻¹). A legkisebb átlagértéket a (31,75 mg kg⁻¹) kontroll esetében mértük.

A kezelések pozitív hatásai elsősorban az NPK kezeléseknél mutatkozott.

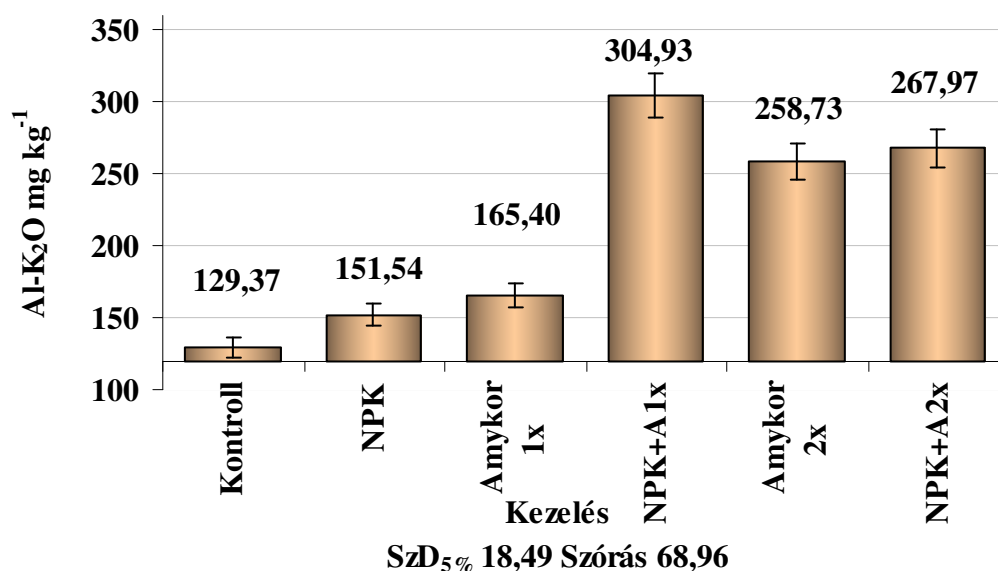
4.1.3. Az AL-oldható kálium a talajban

A 3. ábrán a talaj AL-oldható kálium tartalmának átlagértékeinek a kezelés hatására bekövetkező változását szemléltetjük.

A talaj AL-oldható kálium tartalmának átlagértékei 129,36-304,93 mg kg⁻¹ között változnak, az 5%-os szignifikáns differencia értéke 18,49.

Eredményeink alapján megállapítottuk, hogy a műtrágyázás szignifikánsan növelte a talaj könnyen felvehető kálium tartalmát. Hasonlóan a foszfor, illetve a nitrát tartalmaknál tapasztaltakhoz. Az egyszeres dózisú Amykor esetében szignifikáns növekedést tapasztaltunk. Kiemelkedett a műtrágya+Amykor (1x) kezelés, amelynél a szignifikáns növekedés volt megállapítható, hasonlóan az Amykor (2x) kezeléshez. A műtrágya+Amykor (2x) kezelés esetében is szignifikáns növekedést tapasztaltunk. A kálium tartalmakat illetően

megállapítottuk, hogy a jelentős kálium mennyiségi növekedése a talajban a gombakészítmény kálium tartalmának lehet a következménye. Ugyanis, az Amykor készítmény alapanyaga perlit őrlemény, melynek magas kálium tartalmát több tudományos vizsgálat alátámasztja.



3. ábra A talaj AL-oldható kálium tartalmának átlagértékei

A talaj AL-oldható kálium tartalma a műtrágya+Amykor (1x dózis) kezelésnél volt a legnagyobb (304,93 mg kg⁻¹). A legkisebb átlagértéket a (129,36 mg kg⁻¹) kontroll kezelésnél mértük.

Az Amykor egyszeres dózis kivételével minden Amykor kezelés szignifikáns növekedést eredményezett a talajok könnyen felvehető káliumtartalmában.

4.2. A talaj mikrobiológiai tulajdonságainak változása

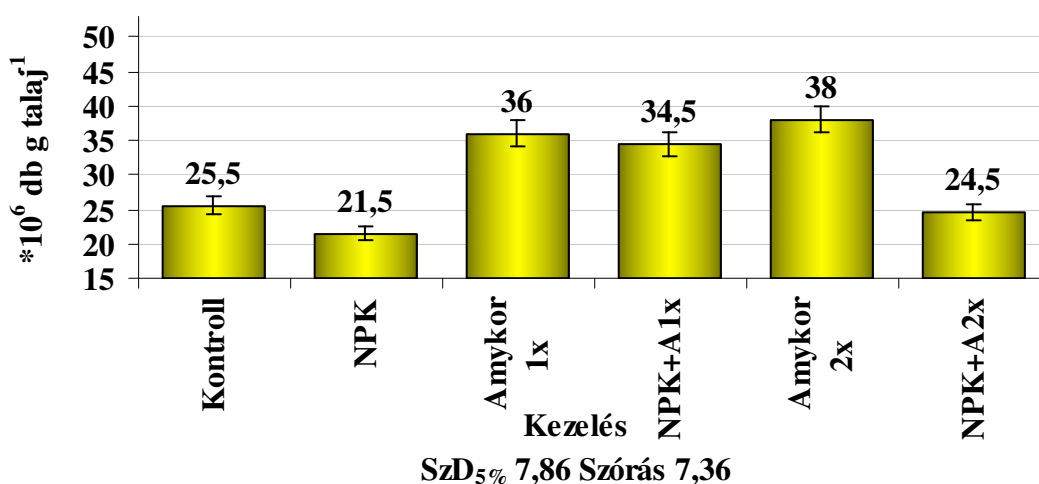
Talajmikrobiológiai vizsgálatok keretében mértük a talajok összes-baktérium számát, mikroszkopikus gombák mennyiségét, illetve a foszfatáz enzim aktivitását.

4.2.1. Összes-baktériumszám változása (*10⁶ db g talaj⁻¹)

A 4. ábrán a talaj összes baktériumszámának a kezelések hatására kialakult átlagértékeinek változását szemléltetjük.

A talaj összes-baktériumszámának átlagértékei 21,5-38 *10⁶ db g talaj⁻¹ között változik, és a 5%-os szignifikáns differencia értéke 7,86.

Megállapítottuk, hogy a műtrágyázás hatására csökkent az összes-baktériumszám, ezzel ellentétben az Amykor készítmény (1x dózis) esetében szignifikáns növekedést figyeltünk meg a kontrollhoz képest. A műtrágya+ Amykor (1x dózis) és az Amykor (2x dózis) kezelésnél szignifikáns növekedést észleltünk. A műtrágya+Amykor (2x dózis) kezelés kombináció esetében nem szignifikáns mértékű csökkenést tapasztaltunk.



4. ábra Összes-baktériumszám változása a talajban

A talaj összes-baktériumszámának összegzésekor arra a következtetésre jutottunk, hogy a legnagyobb átlagértéket az (38 *10⁶ db g talaj⁻¹) Amykor (2x dózis) kijuttatása eredményezte. A legkisebb átlagértéket a (21,5 *10⁶ db g talaj⁻¹) műtrágya esetében mértük.

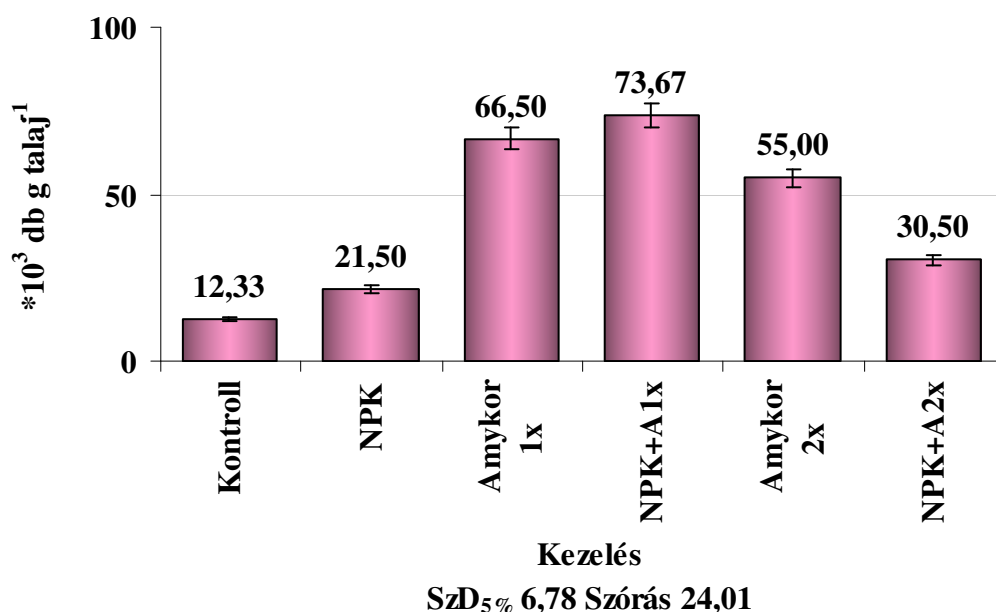
A négy Amykor kezelés közül három szignifikáns növekedést eredményezett az összes baktériumszámban.

4.2.2. Mikroszkopikus gombaszám változása (*10³ db g talaj⁻¹)

A talaj mikroszkopikus gombaszámának változásait az 5. ábra szemlélteti, az ábrán átlagértékeket mutatjuk be.

A talaj mikroszkopikus gombaszámának átlagértékei 12,33–73,67 *10³ db g talaj⁻¹ változik, a 5 % szignifikáns differencia értéke 6,78.

Eredményeik alapján megállapítottuk, hogy a műtrágya kezelés esetében növekedett a mikroszkopikus gombák mennyisége a kontrollhoz viszonyítva, amely valószínűleg a tápanyag-ellátás következménye lehetett. Az Amykor (1x dózis) és a műtrágya+Amykor (1x dózis) kezelésnél szignifikáns növekedést mértünk. Az Amykor (2x dózis) kezelés szintén szignifikáns mértékű növekedést eredményezett. A műtrágya+Amykor (2x dózis) kezelésnél a kontrollhoz képest szignifikáns növekedést, míg az Amykor (2x dózis) kezeléshez képest szignifikáns csökkenést tapasztaltunk.



5. ábra A talaj mikroszkopikus gombaszámának változása

A talaj mikroszkopikus gombaszámának összegzésekor az a következtetést vontuk le, hogy a legnagyobb gombaszámot a (73,67 *10³ db g talaj⁻¹) műtrágya+Amykor (1x dózis) kezelés kombináció eredményezte. A legkisebb gombaszámot a (12,33 *10³ db g talaj⁻¹) kontroll kezelésnél tapasztaltuk.

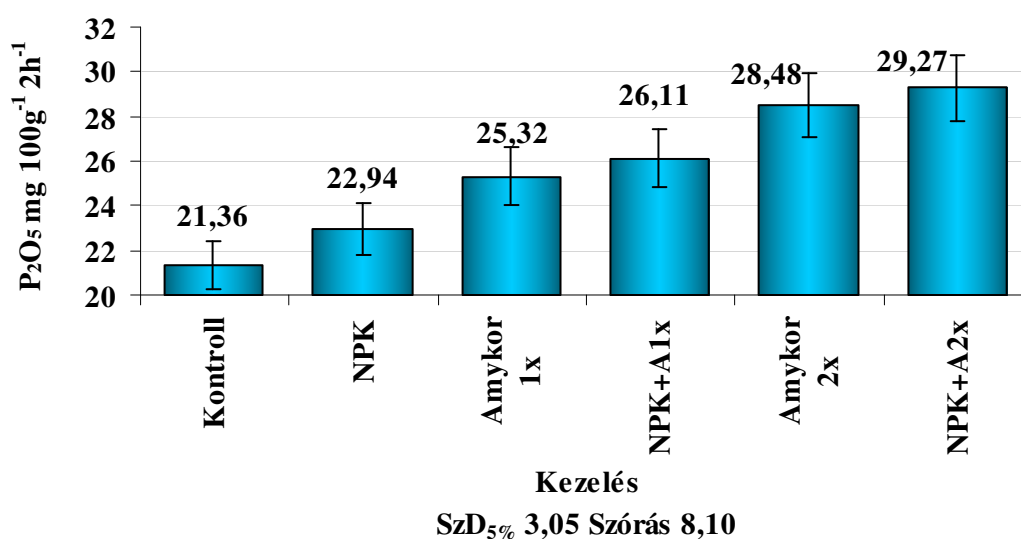
Az összes baktériumszámhoz hasonlóan a mikroszkopikus gombák számában is három Amykor kezelésben tapasztaltunk szignifikáns növekedést.

4.2.3. Foszfátáz enzim aktivitás a talajban (P_2O_5 mg $100g^{-1}$ $2h^{-1}$)

A 6. ábrán a kezelések hatására bekövetkező foszfátáz enzim aktivitás változását szemléltetjük. Az ábrán átlag értékeket mutatunk be.

A foszfátáz enzim aktivitásának átlagértékei $21,36$ – $29,27$ P_2O_5 mg $100g^{-1}$ $2h^{-1}$ között változik, és az 5%-os szignifikáns differencia értéke $3,05$.

Eredményeink alapján azt tapasztaltuk, hogy a műtrágya kezelés kismértékben nem szignifikánsan növelte a kontrollhoz képest az enzimaktivitást. Az egyszeres dózisú Amykor és a műtrágya+Amykor (1x dózis) kezelés kombinációnál szignifikáns növekedést tapasztaltunk, hasonló aktivitás növekedés volt megfigyelhető az Amykor (2x dózis) és a műtrágya+Amykor (2x dózis) kezelésnél.



6. ábra Foszfátáz enzim aktivitás változása a talajban

A foszfátáz enzim aktivitás átlagértékeinek összegzésékor azt a következtetést vontuk le, hogy a legnagyobb átlagértéket a ($29,27$ P_2O_5 mg $100g^{-1}$ $2h^{-1}$) műtrágya + Amykor (2x

dózis) kezelés kombináció eredményezte. A legkisebb átlag értéket a ($21,36 \text{ P}_2\text{O}_5 \text{ mg } 100\text{g}^{-1} \text{ } 2\text{h}^{-1}$) kontroll esetében mértük.

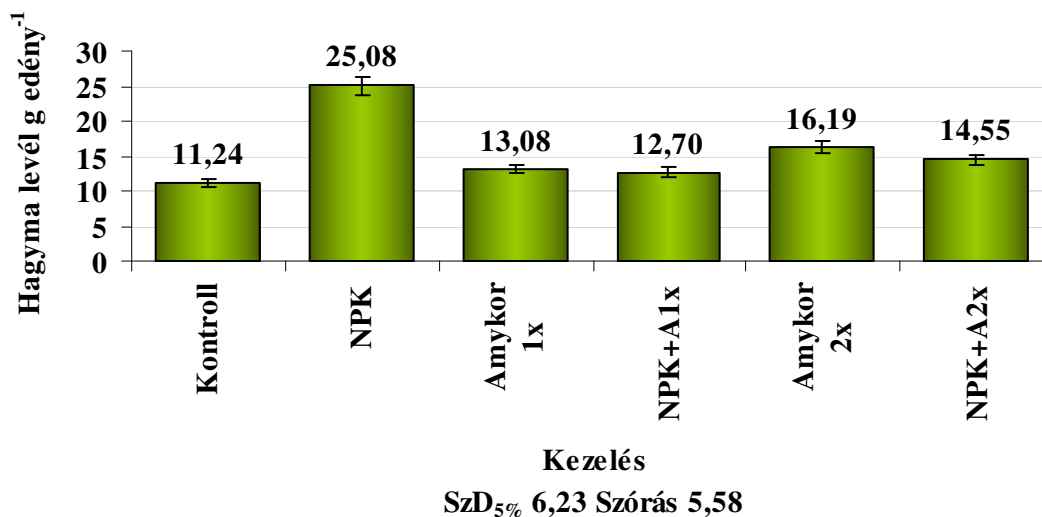
Szignifikáns növekedést tapasztaltunk az egyszeres és kétszeres Amykor dózisok között.

4.3. A hagyma biomasszájának változása

A növény analízise során laboratóriumi körülmények között mértük a hagyma föld feletti részeinek nedves és száraz tömegét, a föld alatti részek nedves tömegét, illetve összesítettük a föld feletti és föld alatti növényi részek nedves tömegeit, melyekből átlagértékeket számítottunk, és az alábbiakban ismertetjük.

4.3.1. Hagyma (*Allium cepa*) levélének nedves tömege

A 7. ábrán a hagyma teszt növény level nedves tömegének átlagértékeit szemléltetjük, miként változtak a kezelések következtében. A hagymaszár nedves tömegeit edényenként összesítettük, majd az ismétlésekből átlagértékeket számítottunk.



7. ábra A hagymalevél nedves tömegének átlagértékei, g edény⁻¹

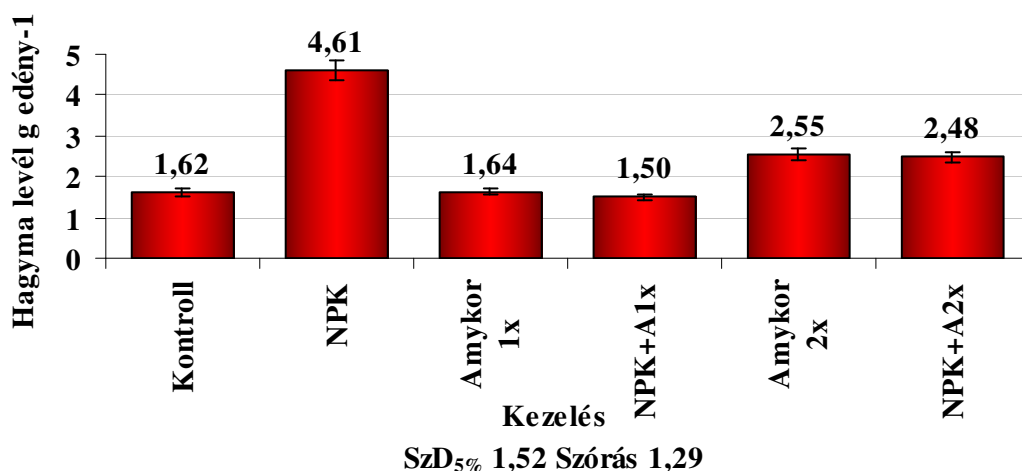
A 7. ábrán a hagyma levél nedves tömegének átlagértékei 11,24 – 25,08 g edény⁻¹ között változtak, a 5%-os szignifikáns differencia értéke 6,23.

Eredményeink alapján megállapítottuk, hogy a műtrágya kezelés a hagyma levelének nedves tömegét szignifikánsan növelte. Az egyszeres dózisú Amykor készítmény hatására kismértékű nem szignifikáns növekedést tapasztaltunk. A műtrágya+Amykor (1x dózis) és a kétszeres dózisú Amykor kezelés kismértékű, nem szignifikáns növekedést eredményezett. Ezzel ellentétben a kontrollhoz képest a műtrágya+Amykor (2x dózis) kezelés hatására statisztikailag nem igazolható növekedést tapasztaltunk.

A hagyma levélnedves tömegének átlagértékeit összegezve megállapítottuk, hogy a legnagyobb átlagértéket ($25,08 \text{ g edény}^{-1}$) a műtrágyakezelés eredményezte. A legkisebb átlagértéket ($11,24 \text{ g edény}^{-1}$) a kontroll, kezeletlen kezelésnél mértük.

4.3.2. A hagymalevél száraz tömege

A 8. ábrán a hagyma levél száraz tömegének a kezelések hatására bekövetkező változásait szemléltetjük.



8. ábra A hagyma levél száraz tömegének átlagértékei

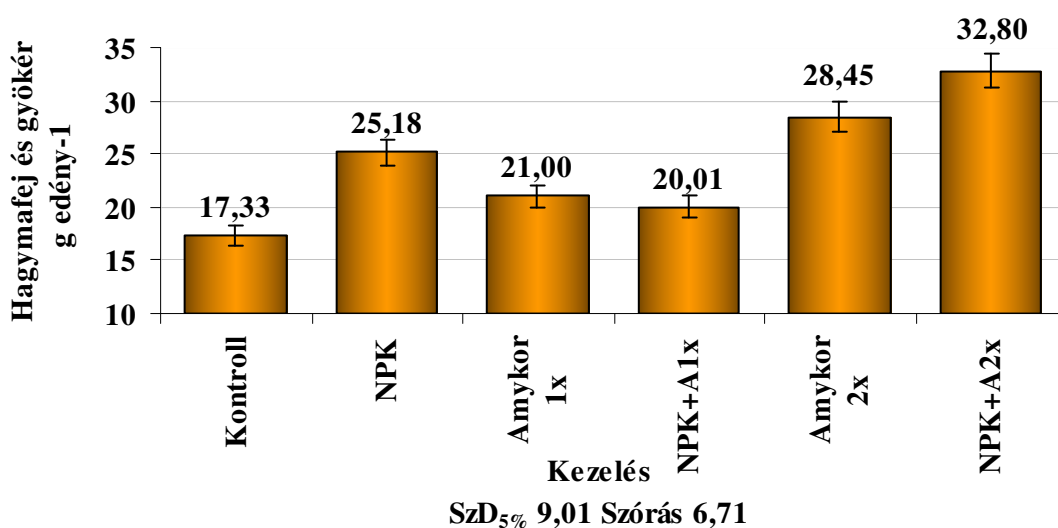
A hagyma levél száraz tömegének átlagértékei a $1,50 - 4,61 \text{ g edény}^{-1}$ között alakultak, a 5%-os szignifikáns differencia értéke pedig 1,52.

Eredményeink értékelésekor megállapítottuk, hogy a hagymalevél száraz tömege ugyanolyan tendenciát követett, mint amit a nedves tömeg esetében tapasztaltunk.

A hagyma levél száraz tömegének legnagyobb átlagértékét a (4,61 g edény⁻¹) műtrágyázás eredményezte. A legkisebb átlagértéket pedig a (1,50 g edény⁻¹) műtrágya+Amykor (1x dózis) kezelés kombináció adta.

4.3.3. A hagymafej és hagymagyökér nedves tömege

A 9. ábrán a hagymafej és hagymagyökér nedves tömegének edényenkénti átlagértékeit szemléltetjük.



9. ábra A hagymafej és hagymagyökér nedves tömegének átlagértékei

A hagymafej és hagymagyökér nedves tömegének átlag értéke 17,33–32,80 g edény⁻¹ között változnak, és az 5%-os szignifikáns differencia értéke 9,01.

Eredményeink alapján megállapítottuk, hogy műtrágya kezeléssel nem szignifikánsan növekedett a hagyma föld alatti részeinek nedves tömege. Az egyszeres dózisú Amykor és a műtrágya+Amykor (1x dózis) kezelésnél nem szignifikáns növekedés volt tapasztalható. Az Amykor (2x dózis) és a műtrágya+Amykor (2x dózis) kezelésnél szignifikáns növekedést állapítottunk meg.

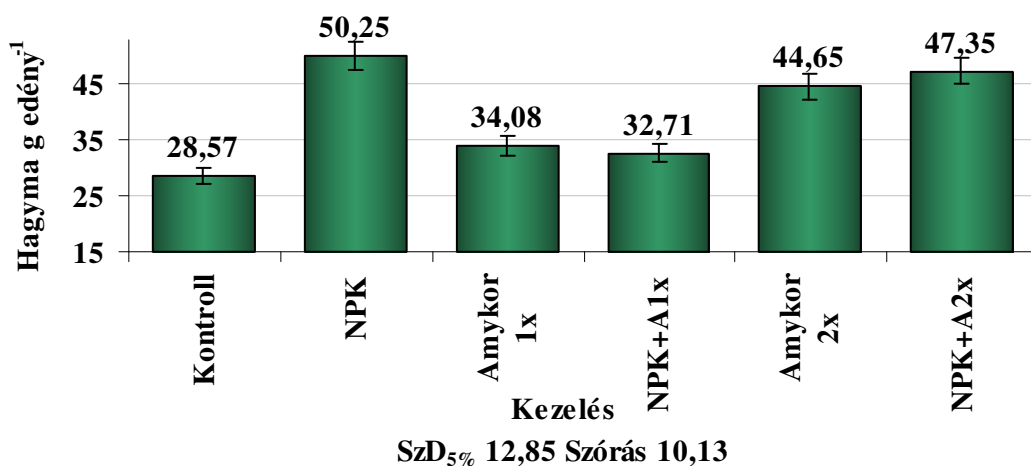
A hagymafej és hagymagyökér nedves tömegének átlagértékei alapján összesítve az tapasztaltuk, hogy a legnagyobb átlag értéket az (32,80 g edény⁻¹) NPK+Amykor (2x dózis)

kezelés eredményezte. A legkisebb átlag értéket pedig a kontroll kezelés ($17,33 \text{ g edény}^{-1}$) adta.

Az Amykor kétszeres kezelések szignifikáns növekedést eredményeztek a hagymafej és hagymagyökér nedves tömegében.

4.3.4. A hagyma biomasszája

A hagyma edényenkénti biomasszájának átlagértékeit a 10. ábrán szemléltetjük. Az átlagértékek a hagymafej és gyökér, valamint a hagyma levelek nedves tömegeinek összegét, és kezelésenkénti átlagértékeit jelenti.



10. ábra A hagyma biomasszájának edényenkénti átlagos mennyisége, g edény⁻¹

A hagyma biomasszájának edényenkénti átlagértékei $28,57$ - $50,25 \text{ g edény}^{-1}$ között alakultak, a 5%-os szignifikáns differencia értéke pedig $12,85$.

Eredményeink alapján megállapítottuk, hogy a műtrágya kezelés a hagyma biomasszáját szignifikánsan növelte. Az Amykor készítmény (1x dózis) és a műtrágya+Amykor (1x dózis) kezelésnél nem szignifikáns növekedést figyeltünk meg. Az Amykor kezelés (2x dózis) és a műtrágya+Amykor (2x dózis) kezelés hatására statisztikailag igazolható mértékű növekedést tapasztaltunk.

A hagyma biomasszájának legnagyobb átlagértékét a ($50,25 \text{ g edény}^{-1}$) műtrágyázás eredményezte. A legkisebb átlagértéket pedig a ($28,57 \text{ g edény}^{-1}$) kontroll kezelés adta.

A hagyma biomasszájában a műtrágya és a kétszeres dózisú Amykor kezelések okoztak szignifikáns növekedést.

5. KÖVETKEZTETÉSEK

Az eredményeink alapján az alábbi következtetéseket vonhatjuk le:

- Az NPK műtrágya, az Amykor és azok kombinált kezelései egyaránt növelték a talaj nitrát, az ammónium-laktát oldható foszfor és kálium tartalmát, valamint a hagyma biomasszáját.
- A műtrágyázás szignifikánsan növelte a hagymalevél nedves, illetve száraz tömegét.
- Az Amykor kezelések hatására szignifikánsan nőtt a talaj összes- baktériumszáma, mikroszkopikus gombaszáma, foszfatáz enzim aktivitása, illetve a hagymafej és hagymagyökér nedves tömege.

Méréseink alapján javasoljuk az Amykor készítmény egyszeres dózisának műtrágyával kombinált kezeléseit, hasonló ellátottságú homoktalajokon való alkalmazását.

ÖSSZEFOGLALÁS

A tenyészedényes kísérletünket a DE AGTC MÉK Agrokémiai és Talajtani Intézet tenyészházában állítottuk be 2012. június 5-én. A kísérletben Debrecen- Pallag környékéről származó humuszos homoktalajt alkalmaztunk, amely az alábbi jellemzőkkel rendelkezett: $K_A < 30$; $pH_{(KCl)}: 5,9$; $pH_{(H_2O)}: 6,3$; $Hu\%: 1,2$; $AL-P_2O_5: 30 \text{ mg kg}^{-1}$; $AL-K_2O: 120 \text{ mg kg}^{-1}$. A kísérletben 6 kezelést alkalmaztunk, melyet három ismételtsben véletlenblokk elrendezésben állítottuk be. A tesztnövényként vöröshagymát (*Allium cepa*) alkalmaztunk.

A kísérlet kezdetétől számított 4. héten a talaj-, valamint a növényminták begyűjtésére került sor. Meghatároztuk a talajminták nitrát-nitrogén, Al-oldható foszfor- és kálium tartalmát, összes-baktériumszámát, mikroszkopikus gombák mennyiségét, és foszfatáz enzim aktivitását, illetve a növényminták nedves illetve száraztömegét, a hagymafejek és hagymagyökerek nedves tömegét, illetve a hagyma biomasszáját.

Eredményeink alapján főbb megállapításaink a következők voltak:

- A talaj NO_3^- -N tartalma a kontrollhoz képest valamennyi kezelésben szignifikánsan növekedett. A talaj NO_3^- -N tartalmát műtrágya kezelés növelte a legnagyobb mértékben ($9,13 \text{ mg kg}^{-1}$).
- A talaj AL-oldható foszfor tartalmát elősorban az NPK kezelések növelték. A talaj AL-oldható foszfor tartalmát a műtrágya+Amykor (1x dózis) kezelés serkentette a leginkább ($42,5 \text{ mg kg}^{-1}$).
- A talaj AL-oldható kálium tartalma az Amykor kezelések hatására szignifikánsan növekedett. A talaj AL-oldható kálium tartalma a műtrágya+Amykor (1x dózis) kezelésnél növekedett meg jelentős mértékben ($304,93 \text{ mg kg}^{-1}$).
- A talaj összes-baktériumszáma esetén a legtöbb Amykor kezelés szignifikáns növekedést eredményezett. A talaj összes-baktériumszámának legnagyobb átlagértékét ($38 \cdot 10^6 \text{ db g talaj}^{-1}$) az Amykor (2x dózis) kijuttatása eredményezte.
- A talaj mikroszkopikus gombaszámát az összes baktériumszámhoz hasonlóan a legtöbb Amykor kezelés pozitívan befolyásolta. A talaj legnagyobb mikroszkopikus gombaszámát ($73,67 \cdot 10^3 \text{ db g talaj}^{-1}$) műtrágya+Amykor (1x dózis) kezelés kombináció eredményezte.

- A foszfatáz enzim aktivitást minden Amykor kezelés serkentette. A foszfatáz enzim aktivitás átlagértékeinek összegzéskor megállapítottuk, hogy a műtrágya+Amykor (2x dózis) kezelés ($29,27 \text{ P}_2\text{O}_5 \text{ mg } 100\text{g}^{-1} \text{ 2h}^{-1}$) eredményezte a legnagyobb enzimaktivitás növekedést.
- A hagyma levél nedves és száraz tömege az NPK műtrágyázás esetében szignifikánsan nőtt. A hagyma levél nedves tömegének átlagértékeit összegezve megállapítottuk, hogy a legnagyobb átlagértéket ($25,08 \text{ g edény}^{-1}$) a műtrágyakezelés eredményezte. A hagyma levél száraz tömegének legnagyobb átlagértékét a ($4,61 \text{ g edény}^{-1}$) műtrágyázás eredményezte.
- A hagymafej és hagymagyökér nedves tömegénél a (2x dózisú Amykor) kezelés kombinációk szignifikáns növekedést eredményeztek. A hagymafej és hagymagyökér nedves tömegének átlagértékeit összesítve megállapítottuk, hogy a NPK+Amykor (2x dózis) kezelés eredményezte a legnagyobb növekedést ($32,80 \text{ g edény}^{-1}$).
- A hagyma biomasszájában az NPK és az Amykor (2x dózis) kezelések okoztak szignifikáns növekedést. A hagyma biomassza esetében a legnagyobb átlagértéket a műtrágyázás esetében ($50,25 \text{ g edény}^{-1}$) tapasztaltuk.

Irodalomjegyzék

1. ANATOLIJ, V. H., 1990. Mikrobiális készítmények alkalmazása a növénytermesztésben. Agrokémia és Talajtan. 39. 235–238.
2. BALLÁNÉ KOVÁCS, KREMPER R., VÁGÓ I., FILEP T., (2008): AZ NH_4NO_3 és a Phylazonit MC baktériumtrágya hatása a talaj könnyen oldható nitrogén-, foszfor-, és káliumtartalmára. Talajvédelem különszám. 361-368 p.
3. BIRKÁS M. (2006): Földművelés és földhasználat. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 414 p.
4. BIRÓ B., 2002. Talaj és rhizobiológiai eszközökkel a fenntartható növénytermesztés és környezetminőség szolgálatában. Acta Agron. Hung. 50. 77–85.
5. CSAPODY V. (1961): Színes Atlasz „Magyarország Kultúrflórája”-hoz. Budapest. 10. kötet, Kultúrflóra 12. 147-149 p.
6. EGNÉR, H., RIEHM, H. & DOMINGO, W. R., 1960. Untersuchungen über die chemische Bodenanalyse als Grundlage für die Beurteilung des Nährstoffzustandes der Böden. II. K. Lantbr. Högsk. Ann. 26. 199–215.
7. FELFÖLDY L., 1987. A biológiai vízminősítés. Vízgazdálkodási Intézet. Budapest.
8. FILEP GY. (1999): Talajtani alapismeretek. Debrecen.
9. FÜLEKY GY. (1979): Foszforddinamika az újszentmargitai szolonyec talajokon. Agrokémia és Talajtan. 28. 115-122.
10. FÜLEKY GY. (1999): Tápanyag-gazdálkodás. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 714 p.
11. GONDA I. (2008): Intenzív gyümölcsösök környezetkímélő tápanyaggazdálkodása. Debrecen. 117 p.
12. HAMATOVÁ-HLAMÁCKOVÁ, E., 1963. A „Nitrazon” baktériumos oltóanyag előállítása és pillangós növényeknél való alkalmazása a Csehszlovák Szocialista Köztársaságban. Agrokémia és Talajtan. 12. 661–666.
13. KRÁMER, M. - ERDEI, G. (1959): Primenyenyie metoda opregyelenyia akgyivnosztyi foszfatazű v agrohimicseszkih isszledovanyijah. Pocsvovedenyije. (9) 99-102.
14. LOCH J. – NOSTICZIUS Á. (2004): Agrokémia és növényvédelmi kémia. Mezőgazda Kiadó. Budapest. 19-115.

15. LOCH J. (2000): Agrokémia. Egyetemi jegyzet. Debrecen.
16. MANNINGER E. & KÖVÁRI B., 1983. Rhizobium-törzsek izolálása és hatékonyságuk vizsgálata 1981-ben. Agrokémia és Talajtan. 32. 225–236.
17. MANNINGER E. & SZEGI J., 1963. A „baktériumtrágyák” alkalmazásáról tartott nemzetközi koordinációs konferencia Leningrádban. Agrokémia és Talajtan. 12. 171–174.
18. PUSZTAI A. (1978): Intenzív műtrágyázás és a környezetszennyezés. Agrokémia és Talajtan. Tom. 27. No. 1-2. 219-227.
19. SÁRDY K. (2003): Agrokémia a növénytáplálás alapjai. Keszthely, Kari jegyzet. 126 p.
20. SERES A., BAKONYI G., (2002): A talajlakó állatok és az endomikorrhiza-gombák közötti kapcsolat szerepe a növények tápanyagellátásában. Agrokémia és Talajtan. 51. 535-546 p.
21. SZEGI J. (1979): Talajmikrobiológiai vizsgálati módszerek. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 250-256.
22. TÁLLAI M., SÁNDOR ZS., KÁTAI J., (2008): Bentonit hatása humuszos homoktalaj tápanyagtartamára és néhány mikrobiológiai tulajdonságára. Talajvédelem különszám. Bessenyei Kiadó, Nyíregyháza. 527-534 p.
23. TOLNER, L. et al., 2008. Field testing of new, more efficient liming method. Cereal Research Commun. 36. 543–546.
24. INTERNET1:http://www.phylazonit.hu/fejlesztes/phy-docCikk_Ostermelo_Bakteriumtragyazas_201002-screen.pdf (2012. szeptember 26)
25. INTERNET2: <http://www.kertepites-hidrovetes.hu/tema-amykor-mikorrhiza> (2012. szeptember 26)
26. INTERNET3:<http://hu.wikipedia.org/wiki/V%C3%B6r%C3%B6shagyma#Jellemz.C3.A9> (2012. október 9)

Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretnék köszönetet mondani Dr. Kátai János egyetemi tanárnak, konzulensemnek a TDK dolgozat elkészítéséhez szükséges feltételek biztosításáért.

Szeretnék köszönetet mondani Horváthné Rácz Mónika vegyésztechnikusnak, és Jakab Anita Phd hallgatónak a laboratóriumi munkálatokban történő segítség nyújtásért, illetve az Agrokémiai és Talajtani Intézet dolgozóinak a tudományos kísérlet alatt nyújtott segítőkészségükért.

A dolgozat a TÁMOP-4.2.2/b-10/1-2010-0024 azonosító számú.”A Debreceni Egyetem tudományos képzési műhelyeinek támogatása” című pályázat keretein belül készült.