

TUDOMÁNYOS DIÁKKÖRI KONFERENCIA 2022
SAPIENTIA ERDÉLYI MAGYAR TUDOMÁNYEGYETEM
MAROSVÁSÁRHELYI KAR
SEPSISZENTGYÖRGYI TANULMÁNYI KÖZPONT
AGRÁRMÉRNÖKI SZAK

**Új oltóanyagok hatásának előtanulmánya
tenyésztedényes körülményekben elhelyezett szója
növényeken**

Hallgató: *Molnár Edit* – Agrármérnöki szak, III. év

Témavezetők:

Dr. Nyárádi Imre-István, egyetemi adjunktus

Dr. Biró-Janka Béla, egyetemi adjunktus

Drd. Molnár Katalin, egyetemi tanársegéd

Sepsiszentgyörgy
2022. május 10.

Bevezetés

A talaj termékenységét befolyásoló, a talajban lejátszódó számos folyamat a mikroorganizmusok közreműködésével megy végbe. Tehát a talaj mikroorganizmusainak jelenléte és aktivitásuk alapvető fontosságú a talajok termékenysége szempontjából (Oldal, 2006).

A fokozott nitrogénműtrágya használat jelentős termésátlag növekedést eredményez, de a fosszilis tüzelőanyagok árának növekedésével folyamatosan emelkedik a mezőgazdaságban felhasznált termékek, főként a nitrogénműtrágyák ára. Ugyanakkor a több évtizedes korlátlan mértékű műtrágya kijuttatás jelentősen hozzájárul a környezetszennyezéshez. Az intenzív növénytermesztés elképzelhetetlen pótlólagos nitrogén adagolása nélkül, ezért a növények nitrogénigényét más forrásból próbáljuk kielégíteni. Eerre megoldás a biológiai nitrogénfixáció hasznosítása (Lőrincz, 2011).

Légköri nitrogénfixációra képes szervezetek a prokarióták, az általuk megkötött nitrogén a növények számára csak úgy hasznosulhat, ha a két szervezet között kapcsolat jön létre. A légköri nitrogénkötésre képes szervezetek gyakorlatilag mindenhol megtalálhatók a Földön, legnagyobbbrészt talajban élnek, de megtalálhatók folyókban, tavakban, tengerekben, hőforrásokban. A növények gyökereivel együttműködő nitrogénkötő (diazotróf) baktériumok két nagy csoportra oszthatók: szabadon élő, illetve szimbionta baktériumok. A szimbionták a gazdaszervezettől függenek. A *Rhizobium*ok esetében az együttélés során gyökérgümő alakul ki, amelyben a szimbionta baktériumok élnek (Lőrincz, 2011).

A talaj, majd később a vetőmag oltását a XIX-ik század végétől ismerik. A *Rhizobium japonicum* baktériumfaj kifejezetten a szójával képes szimbiózisban élve a légköri nitrogént megkötni. Az így megkötött légköri nitrogén legnagyobb része a szóját táplálja, egy része a talajban marad, az utónövény hasznosítja. A folyamatosan emelkedő műtrágya árak mellett különösen megfontolandó, hogy ne mondjunk le a természet kínálta nitrogénről. Ehhez csupán oltóanyaggal kell kezelni a vetőmagot (Balikó, 2014).

A kísérlet célkitűzései

A hüvelyes növények közül a szója (*Glycine max* L.) egy kiemelkedő fontosságú kultúrfaj, mert nagyobb a fehérjetartalma, és nagyobb a biológiai értéke, mind a többi növényfajé. Amellett, hogy Európában elsősorban takarmánynövényként vállt ismertté, kiváló elővetemény, ami nitrogénben gazdagon hagyja a talajt, a gyökéren kialakult gümőkben megtalálható nitrogénfixáló baktériumok segítségével.

A kísérlet fő célja a különböző, új oltóanyagok hatásának vizsgálata tenyészedenyes körülményekben elhelyezett Felix fajtájú szójanövényeken.

A tenyészedenyes kísérlet során azon kérdésekre kerestük a választ, hogy a különböző új oltóanyagok milyen hatást gyakorolnak a szimbiotikus kapcsolat kialakulásának gyorsaságára, a szójanövény fejlődésdinamikájára és végsősoron ennek terméshozamára.

Tehát a kísérlet során azt figyeltük meg, hogy a különböző oltóanyagok hogyan folyásolják be a növény vegetatív fejlődését (növénymagasság, oldalhajtások száma, gyökerek hossza, gyökerek térfogata), milyen hatást gyakorolnak a növény generatív elemeire (hüvelyek száma, hüvelyenkénti magok száma), a minőségi mutatóira (a szemtermés ezermagtömegére, a szemtermés fehérjetartalmára) és mennyiségi mutatóira (maghozam, gyökértömeg, föld feletti össz fitomassza, gümők száma).

I. Fejezet

Irodalmi áttekintés

1.1. A szója felhasználási lehetőségeiből adódó jelentősége

A szója (*Glycine max* L.) felhasználhatóságát tekintve sokoldalú növény. Termesztésének közvetlen haszna az elért terméshozam árusításából ered, vagy az, hogy az általunk termelt szóját valamely feldolgozás vagy kezelés után az állatállománnyal megetetjük. A termesztés következtében elért környezetkímélő hatásokból, vagy agrotechnikai előnyökből származik a közvetett haszon (Balikó és mtsai., 2005).

A szóját napjainkban főként szemtermésként hasznosítjuk, de korábban a szénaként, illetve zölden való feltakarmányozása is elterjedt volt (Balikó és mtsai., 2005). A szóját más növényekkel társítva is termesztik, a legjobb fehérje- és tömeghozamot a szójasziló kukorica (*Zea mays* L.) termesztésével érhetjük el. Szudánifüvel (*Sorghum sudanense* L.), cirokkal (*Sorghum vulgare*) is társítható (Balikó és mtsai., 2005). Mielőtt a szója magját takarmányozásra használnánk fel, szükséges, hogy hővel kezeljük. Ez a kezelés megoldható csak pillanatokra történő felmelegítéssel, főzéssel, vagy esetleg párolással (Antal, 2005).

Nagy biológiai beltartalma miatt a szója emberi táplálkozásra is alkalmas (Borsos és mtsai., 1994). A szójamag az élelmiszeripari elvárásoknak megfelel, kellemes ízű, jól őrölhető és süthető (Antal, 2005). A szója beltartalmi anyagait tekintve az egyik legértékesebb termesztett növény. Különösen értékesíti a jelentős olaj- és fehérjetartalma, a kedvező aminosav összetétele. Táplálja a világot, közvetlenül és közvetetten a haszonállataink által tojás, tej, hús formában (Balikó, 2014). Az élelmiszeriparon kívül a műanyaggyártás, a gyógyszeripar és a festékipar is felhasználja (Borsos és mtsai., 1994).

1.2. A szója vetőmagoltása

Ahogy minden pillangósvirágú növényre, a szójára is érvényes, hogy szimbiózisban él a gyökéren megtelepedett, nitrogén megkötésére képes baktériumokkal. A szója esetében ez a

Rhizobium japonicum baktérium, amely a megkötött légköri nitrogént a szója számára gyorsan felvehető és hasznosítható formává alakítja át.

1.2.1. A vetőmagoltás biológiai háttere: kultúrfaj↔baktérium kapcsolat

Prjanisnikov becslései szerint 1 hektár talaj szántott rétegének nitrogéntartalma a talaj típusától, szervesanyag tartalmától és más tényezőktől függően 6-18 tonna között ingadozik. A talaj nitrogéntartalmának jelentős része azzal magyarázható, hogy a mikroorganizmusok speciális csoportjai a nitrogénben szegény környezeti feltételekhez alkalmazkodva alkalmassá váltak a légköri nitrogén biológiai megkötésére (Szegi, 1967).

A rizoszférában jelen levő baktériumok közül a nitrogénkötő (diazotróf) baktériumok a levegő nitrogénjének megkötése útján képesek elősegíteni a nagyobb és gyorsabb növényi biotomassza-termelését, valamint helyettesíteni a környezetet szennyező műtrágyázást (Oldal, 2006).

A nitrogénkötő baktériumokat két nagy csoportra oszthatjuk: szimbiionta, illetve szabadonélő baktériumok (Oldal, 2006). A szimbiionta nitrogénkötők a talajban egyedül is előfordulnak, de a molekuláris nitrogént kizárólag a magasabbrendű növényekkel szimbiózisban képesek megkötni. Ebből a csoportból a legismertebbek a pillangós virágú növények gyökérgümőiben élő *Rhizobium* génuszhoz tartozó baktériumok (Szegi, 1967). Szimbiózis révén a baktériumok 250-300 kg nitrogént képesek megkötni hektáronként (Matics és Biró, 2015). A szimbiionta diazotróf baktériumok a *Rhizobiaceae* család tagjai (Oldal, 2006).

A nitrogénkötő mikroszervezetek másik csoportjához az asszociatív (szabadonélő nitrogénkötő) baktériumok tartoznak, amelyek együtt élnek a növényekkel és képesek a légköri nitrogén megkötésére, szimbiózis kialakulása nélkül. Ez a jelenség az asszociatív szimbiózis, mivel a növények is profitálnak az így megkötött nitrogénből (Matics és Biró, 2015).

Izraelszkij és Artemjeva szerint két alapvető tényező határozza meg a gazdanövény és a rhizobiumok viszonyát. Az egyik a virulencia, vagyis a baktérium azon tulajdonsága, hogy képes behatolni a gazdanövény gyökérzetébe, és ott gümőképzést kiváltani. A másik az effektivitás, vagyis az a tulajdonság, hogy a baktériumok milyen mértékben képesek megkötni a molekuláris nitrogént. E két tulajdonság nem feltétlenül függ össze, vannak olyan törzsek, melyek intenzíven képeznek gümőt, de gyenge nitrogénkötő képességgel rendelkeznek, és parazitaként élőködnek a növény

gyökérzetén. Federov és Hlavackova szerint a gümőkben élő baktériumok effektivitása párhuzamosan csökken a gazdanövény előregedésével (Szegei, 1967; Wass-Matics, 2018).

1.2.2. A légköri nitrogénmegkötés folyamata és szerepe a kultúrnövény táplálásában

Az atmoszférában minden hektár terület felett kb 80 ezer tonna nitrogén található. A nitrogénkötés a következő három módon történik: elektromos kisülések révén az atmoszférában; ipari úton, kémiai reakcióval és biológiai úton (mikrobiológiai nitrogénkötés) (Káta, 2011).

Növényi szervezetek számára a szerves nitrogén elsődleges forrása a légkörben levő N_2 , amelynek biológiai nitrogénfixációval történő hasznosítására csak a prokarióták képesek (Sárvári, 2013). A hüvelyesek, de más családok genusai között is vannak növények, amelyek képesek megkötni a levegő nitrogénjét, azonban szükséges a növények és bizonyos baktériumok közötti szimbiózis létrejötte. *Rhizobium* fajok azon talajbaktériumok, amelyek meg tudják kötni a nitrogéngázt, azt ammóniává redukálják, és ammónium ion formában a növények rendelkezésére bocsátják. A baktériumok cserébe a növényektől szintetizált tápanyagokat kapnak. A biológiai nitrogénkötés ezen formája szimbiózis nélkül nem valósulhatna meg, e folyamat mindkét fél számára pozitív hatású (Káta, 2011; Pethő, 2002).

A növények gyökerei a gyökérvonalba gyökérváladékot bocsátanak ki, flavonoidokat és egyéb hasonló anyagokat. E váladék vonzó hatására, valamint egyéb elősegítő körülmény között a *Rhizobiumok* be tudnak hatolni a gyökerekbe. Ahhoz, hogy a fertőzés létre tudjon jönni, szükséges a kölcsönös kompatibilitás. Tehát a gyökérváladék (flavonoidok, triptofán) kemotaktikusan (kémiai inger által kiváltott irányított mozgás révén) vonzza a gyökér felszíne felé a baktériumokat, ahol elszaporodnak. A flavonoidok behatolnak a gyökérvonalban lévő baktériumsejtekbe. A növény által küldött jel aktivál egy specifikus proteint, amely aztán egy baktérium-gént (nod-gént) aktivál. E gén kódolja egyes enzimek kiválasztását, amelyek katalizálják a specifikus molekulák képződését (Nod-faktor). E molekulák talajba jutva, válasz-jelzés szerepét töltik be, és a gyökerek elfogadják a baktérium infekciót. A hajszálgyökerek sejtjei lektinek (fehérjemolekulák) segítségével felismerik a baktériumokat, a sejtek növekedése áthelyeződik a csúcsról a baktériumokkal szembeni oldalra, és elgörbülnek, ami a hajszálgyökér megfertőződésének előfeltétele (Káta, 2011). A lektinek speciális

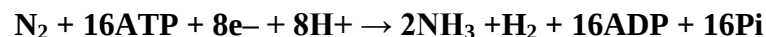
kötéseket képeznek a baktériumok felszíni poliszacharidjaival, így biztosítják a baktériumok kötődését a gyökerekhez (Lőrincz, 2011).

A fertőzési ponton kialakul egy csőszerű képződmény, az infekciós fonál, amin keresztül bejutnak a baktériumok a hajszálgyökerek belsejébe, sejtről sejtre vándorolva behatolnak a gazdanövény gyökerének periciklusáig. Az infekciós fonalon keresztül megkezdődik a gümők képződése (Haraszty, 1978; Pethő, 2002). A fertőzés után néhány nappal mikroszkoppal már látható a kidudorodás a gyökér felszínén (Putnoky, 2003; Kátai, 2011).

A gümők sejtjeit baktériumok töltik ki, pontosabban megnagyobbodnak, eltorzulnak, és bakteroidokká alakulnak (Haraszty, 1978; Pethő, 2002). A bakteroidok (szimbionta baktériumok) a gyökérgümőkben (noduluszok) a légköri nitrogént megkötik, átalakítják NH_4^+ -ionná, melyből a növényi anyagcsere az összes fehérjealkotó aminosavat és számos egyéb szerves azotoidot (pl alkaloidot) képes előállítani (Kátai, 2011).

A gyökérgümők kialakulása bonyolult folyamat, amelynek minden lépése a baktérium és a gazdanövény génjeinek aktivitásától függ, és bármely stádiumban megszakadhat, ha nincs kompatibilitás a gazdanövény és a baktérium között (Lőrincz, 2011). A gyökérgümők száma utal a fertőzöttség mértékére, azonban az aktivitásra nem. Azon gümők, melyek részt vesznek a nitrogénkötésben, a hemoglobintól pirosra színeződnek (Kátai, 2011).

Nitrogénfixáció során a nitrogénből ammónia keletkezik, amit hidrogénfejlődés is kísér:



A nitrogén redukció folyamatát a diazotróf szervezetekben a nitrogenáz nevű enzimkomplex katalizálja, mely oxigén jelenlétében irreverzibilisen inaktiválódik. A nitrogén (N_2) molekula semleges, igen stabil, e kötés felbontására nagy mennyiségű energiára van szükség (Sárvári, 2013). Mg^{2+} ionok segítségével az ATP a bakteroidban levő nitrogenáz enzim kisebb alegységéhez kötődik, melynek megváltoztatja térszerkezetét, ami lehetővé teszi az elektronátvitelt a molekuláris nitrogénre. A két nitrogénatom közötti három kovalens kötés felszakad, és mindkét nitrogén-atom ammóniummá redukálódik. A fixált nitrogén ammóniumként kijut a bakteroidokból a gyökér sejtjeibe (Parádi, 2013). A gyökérgümőkben a megkötött nitrogén jelentős része (közel 70%) aszparagin (amid) formájában szállítódik a növény föld feletti szerveibe (Pethő, 2002).

A szója átlagosan 100 kg nitrogént köt meg évente és hektáronként. Nitrogén megkötésének aránya jelentős mértékben függ a növény tápanyag-ellátottsági szintjétől, a fotoszintetikus rátától, a gyökerek növekedésétől. A jó nitrogénellátottság és a növény alacsony fotoszintetikus aktivitása a nitrogénkötés intenzitását csökkenti. Ha a hőmérséklet 10 °C alatt van a nitrogénkötés intenzitása szintén csökken (Káta, 2011).

A növények által legnagyobb mennyiségben felvett tápelem a nitrogén, mely a növény szárazanyagának 2-5%-át teszi ki. A nitrogén a vegetatív szervek növekedéséhez szükséges, a termésképzésben is alapvető szerepet játszik (Pethő, 2002). Jelentős szerepe van a vízfelvételben, de legfőbb szerepe a fehérjék, a nukleinsavak és a sajátos élettani funkciójú másodlagos anyagcsere-termékek felépítésében nyilvánul meg (Fodor, 2013). A fotoszintézis mértéke jelentősen lecsökken nitrogénhiányos környezetben, ugyanúgy a levelek sejtszáma is. A nitrogénhiány csökkenti a széndioxid megkötés képességét, befolyásolja a PSII (II-es fotokémiai rendszer) aktivitását is, csökken a klorofill- és a karotinoidtartalom (fényelnyelő pigmentek, a klorofill a/b arány, ennek megfelelően a nettó fotoszintézis mértéke is (Lőrincz, 2011).

Nitrogén hiányában gátolt a növények növekedése, hiánytünetek az idősebb leveleken jelentkeznek, az idősebb levelek sárgulnak, bizonyos esetekben antociánfelhalmozódás miatt vörös elszíneződés is jelentkezhet, a fiatal levelek méretben lesznek kisebbek. A nitrogénhiányban szenvedő levelek klorofilltartalma és a növény oldalhajtásainak száma csökken. Csökken a citokininek (sejtosztódást serkentő vegyületek) szintézise, fokozódik az abszcizinsav (gátló hormon) szintézise. A fokozott abszcizinsav-szintézis miatt a növekedés korlátozott, a levélfelület kisebb, az öregedés gyors, a vegetációs periódus lerövidül, a termés csökken (Pethő, 2002).

1.2.3. A vetőmagoltás kivitelezésének gyakorlati lehetősége

1888-ban Hellriegel és Wilfarth felismerte, hogy a pillangósók gyökerén található gümők a légköri nitrogént képesek ammóniává alakítani. Beijerinck (1901) megfigyelései alapján felmerült, hogy a vetőmagvakra termésnövelés céljából nitrogén-kötő baktériumok tenyészeit alkalmazzák (Wass-Matics, 2018). Friedrich Nobbe és Lorenz Hiltner javasolta elsőnek a tiszta tenyészetet tartalmazó *Rhizobium* oltóanyagot, amely Nitragin néven került forgalomba. Egyes országokban az ún. agaros készítmények terjedtek el mind oltóanyagok, illetve az agar felületéről lemosott

szuszpenzió, míg más országokban az ún. földes készítmények. Számos országban a por alapú készítmények terjedtek el, amelyeknél a kaolin vagy tőzegpor szolgál vivőanyagként (Szegi, 1967).

A szójával kizárólag a *Rhizobium japonicum* nevű baktériumfaj tud szimbiózist kialakítani. A *Rhizobium japonicum* faj a hazai talajokban csak kis számban van jelen, így nekünk kell biztosítanunk a szója számára. Legegyszerűbb a vetőmag felületére rávinni az oltóanyagot. Fontos, hogy az oltóanyagot a gyártó felhasználási javaslata szerint alkalmazzuk; ha magunk oltunk, csak annyi magot kezeljünk, amennyit aznap elvetünk; az oltást árnyékos, zárt helyen végezzük, az oltott vetőmagot védjük a közvetlen fénytől (Balikó és Fülöpné Kuszák, 2014) (forrás: Agro Napló Szójaoskola sorozata).

A tőzeg alapú készítmények (pl. HiStick Soy vagy a ABM Inoculant) összekeverhetők manuálisan közvetlenül a vetőgép magtartályába vagy kisebb méretű betonkeverővel. Általában precíziós keverők vannak a traktorra szerelve, melyek akkor használatosak, ha a tőzeg alapú oltóanyaghoz polimer ragasztó van hozzáadva. Ebben az esetben a ragasztónak elegendő időt kell hagyni a száradásra, hogy a magok ne csomósodjanak össze a vetőgépben. A polimer ragasztók használata különösen fontos pneumatikus vetésnél, mivel a pneumatikus vetőgépek hajlamosak eltávolítani az oltóanyagot a vetőmagról. Az oltópor alkalmazása esetében, mind például a RhizoNat Extra, a vetőmagot meg kell nedvesíteni, majd a nedves magra folyamatos keverés mellett rá kell juttatni az oltóanyagot. Az oltókoncentrátum esetében a koncentrátumot vízben történő homogenizálása után csávázó géppel a vetőmag felszínére egyenletesen rá kell juttatni.

Oltás betonkeverővel: közepes mennyiségű vetőmag oltása esetén a betonkeverő használata lehetséges. Először a vetőmagot helyezzük a betonkeverőbe, a gép elindítása után hozzáadjuk az oltóanyagot. 3-4 fordulat elegendő ahhoz, hogy az oltóanyag egyenletesen eloszoljon a vetőmagon. Alacsony nedvességtartalmú vetőmag esetében ajánlott gumírozott anyaggal kibélelni a betonkeverő belsejét. Ma már a szójavetőmagokat oltóanyaggal ellátva is biztosítják a termelők számára.

1.2.4. A vetőmagoltás sikerességét befolyásoló tényezők

Az oltás hatékonysága elsősorban attól függ, hogy az a törzspopuláció, amelyből az oltóanyag készül magasabb teljesítőképességgel rendelkezzen, mind a talajban élő rhizobiumok (Szegi, 1967). Az is befolyásolja, hogy milyen csíraszámot tartalmaz az oltóanyag, milyen

körülmények között tárolták az oltóanyagot felhasználás előtt, az oltás és vetés között mennyi idő telt el, oltást követően a vetőmagot milyen körülmények között tárolták, az oltóanyag szavatossági ideje (Aranyi, 2019). Az oltás sikerességét az oltási technológia is befolyásolja. Oltásnál csak annyi vizet szabad használni, amennyit a magvak vissza tudnak tartani a felületükön. Nagyobb mennyiségű víz a magvakról lefolyva magával sodorja a baktériumokat. A magvak oltását ajánlott közvetlenül vetés előtt, napsugaraktól védett, árnyékos helyen elvégezni (Bâlteanu, 1979).

Indiában nagyon jó termést akkor értek el, amikor a baktériumok száma vetőmagonként elérte a 2,5 milliót. Franciaországban, M. Obaton és M. Rollier 1970-ben végzett kísérlete szerint, amilyen mértékben növekedett a baktériumok száma a vetőmag felületén, ugyanolyan mértékben növekedett a termés, azon növények száma, amelyek gümőket képeznek és a gümők száma a gyökereken. Gh. Bâlteanu és D. Costache (1976) kutatásuk keretén belül kimutatták, hogy amikor a vetőmagon a baktériumok száma meghaladta az 1 milliót, a fehérjetartalom jelentősen megnövekedett (Bâlteanu, 1979).

Az oltás hatékonysága az oltással talajba juttatott baktériumok kompetíciós képességétől is függ (Oldal, 2006). Kutatások alapján Szende (1987), valamint Gulyás és Abdalla (1987) megállapították, hogy nagyobb műtrágya adagok mellett a talajok természetes szaprofitái gátolják az oltóanyagként bevitt *Rhizobium* törzsek szaporodását (Wass-Matics, 2018). Az oltóanyagban levő mikroorganizmusok élettevékenységére, növekedésére a környezeti stressztényezők - a csapadék, hőmérséklet, a talajok szerves és szervetlen anyagokkal való szennyezettsége - hatással vannak, ugyanakkor az adott talaj tulajdonságai is meghatározzák. A talaj szerkezete (tömör, laza) szemcsézettsége, víztartalma, a szerves kötésben levő szerves szén mennyisége, a talajásványok is, mind elsődleges anyagok befolyásolják a talajbiota mennyiségi és minőségi alakulását (Timár, 1984; Matics és Bíró, 2015).

30 °C feletti talajhőmérséklet esetén jelentősen gátolt a baktérium és a növény közötti kapcsolat, csökken a későbbi időszakban a nitrogénfixáció is (Balikó, 2005). Ha a hőmérséklet 10 °C alatt van a nitrogénkötés intenzitása szintén csökken (Kátai, 2011). A túlzottan nedves és száraz talaj, a levegőtlen, pangóvízes talaj kedvezőtlenül hat a gümőképződésre, nitrogénkötésre. Továbbá az egyes szójafajták nem azonos mértékben, hanem különbözőképpen reagálnak az oltásra, illetve az oltóanyag-féleségekre (Bâlteanu, 1979; Balikó és mtsai., 2005). Hígtrágya illetve istálótrágya

kijuttatása közvetlenül a szója termesztése előtt gátolja a baktériumok megkötődését a gyökérgümőben (Benedek, 2014) (forrás: Agro Napló Szójaoskola sorozata). A növénytermesztésben alkalmazott növényvédő szerek szintén hatással lehetnek a baktériumok életképességére (pl. fungicidek, csávázószerek) (Biró, 2017). A nitrogénkötő baktériumok tevékenysége gátolva van abban az esetben, ha a talaj nitrogénnel bőségesen van trágyázva (Bîlteanu, 1979; Biró, 2017).

A baktériumok fejlődésében, szaporodásában, a gümők formálódásában a szója gyökerén rendkívüli szerepe van a foszfornak, valamint egyes mikroelemeknek, elsősorban a molibdénnek. Foszfor hiányában a gümőképződés korlátozott (Bîlteanu, 1979) azonban a növények táplálékigényét kielégítő foszformennyiség jelenlétében a mikroorganizmusok N-fixációja sok esetben visszaszorul (Timár, 1984). Réz, cink, mangán és más nehézfémek bizonyos mennyiség felett gátolják a mikroorganizmusok általi N-fixációt (Timár, 1984). A *Rhizobium*-fajok a semleges (7 pH), illetve az enyhén savas (6-6,5 pH) kémhatású talajokban fejlődnek a legjobban, 5 pH-nál alacsonyabb kémhatású talajon a baktériumok nem képesek életben maradni (Szegi, 1967).

II. Fejezet

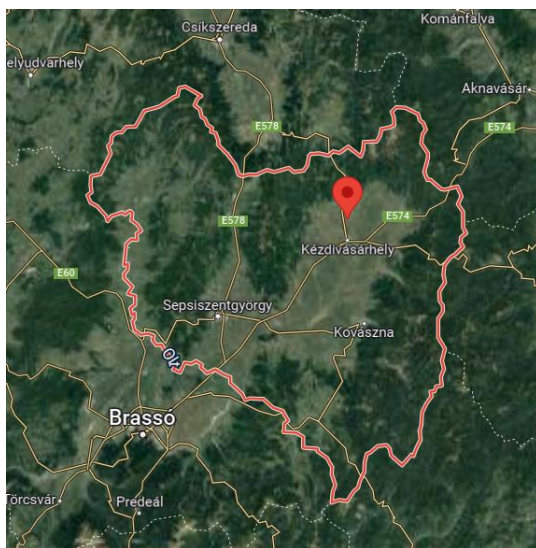
A tenyészedényes kísérlet körülményei

2.1. A felhasznált tenyészedények típusa

A kísérlet kivitelezését 117 tenyészedényben valósítottuk meg, amelyeket az egyetem biztosított számomra. A tenyészedények fordított csonkakúp alakúak, a következő paraméterekkel rendelkeznek: felső átmérő 30 cm, középső átmérő 25 cm, alsó átmérő 23 cm, magasság 20 cm, 11 kg termőföld tárolására alkalmasak. Minden tenyészedény aljára három darab 6 mm átmérőjű lyukat fűrtünk, biztosítva a felesleges víz távozásának lehetőségét.

2.2. Az elhelyezés térségének földrajzi jellemzése

Kézdiszentlélek Kézdivásárhely északi szomszédságában, a Felső-Háromszéki medencének, Erdély dél-keleti csücskében, a Kászon vize völgytorkolatának baloldalán fekszik (Kisgyörgy, 2001). A település elhelyezkedése az 1. ábrán látható.



1. ábra: Kézdiszentlélek elhelyezkedése Kovászna megyében (Forrás: Google Maps)

A község legrégibb okleveleinkben Zenthleleuk néven fordul elő. A község felett emelkedik a Perkő nevű hegy, mely nevét a székek kialakulása után kapta. A hagyomány szerint a széki

kapitányok és más főemberek ide gyűltek össze ítéletet hirdetni a székelyek peres-vitás ügyeiben. Innen származik a hegy neve (Kisgyörgy, 2001).

A községet és a község határait a Kászon vize nevű patak, a község keleti határait az Esztelnek pataka szeli át. A községben ömlik bele a Kászon vizébe a Peselnek pataka, amely nyugatról kelet felé halad. 1567-ben a község 54 kapuval van bejegyezve (Borcsa, 2009), mára már a falu lakossága a 2011-es adatok alapján 2730 fő. A település földrajzi koordinátái a következők: északi szélesség 46°2'39.76", keleti hosszúság 26°7'58.48" és a tengerszint feletti magasság 570 m.

2.3. A felhasznált termeszőközeg származása és jellemzése

A kísérlet során felhasznált termeszőközeg abból a parcellából származik, melyet évi rendszerességgel megművelünk. 2020-ban az illető parcellán búza volt termeszőve.

Az Ap szintből talajmintát vettünk (2021-ben), melyet a Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem Sepsiszentgyörgyi Tanulmányi Központ laboratóriumában elemeztünk ki.

Az agrokémiai vizsgálatok során vizsgáltuk a pH értékét, mobilis foszfor jelenlétét, a mobilis kálium jelenlétét, az össznitrogén tartalmat, a humusztartalmat is. A kapott eredmények az 1. táblázatban láthatók.

Talajréteg	0 – 20 (cm)
Agrokémiai mutatók	
pH	6,19
Mobilis P (ppm)	24
Mobilis K (ppm)	12,8
Össz N (%)	0,33
Humusz (%)	2,28

1. táblázat: A talajminta fontosabb kémiai mutatói (Forrás: saját szerkesztés)

A kapott eredmények értékét elemezve megállapíthatjuk, hogy a vizsgált talajminta humusztartalma 2,28%, ami jó humusztartalomra utal, kémhatása (pH) 6,19, amiről elmondható, hogy gyengén savanyú. A makro tápelemek közül az össznitrogén tartalom ellátottsága alacsony a szántott rétegben (Ap), a foszfor ellátottsága közepesnek mondható, a kálium ellátottságának

mértéke nagyon szegény, ezért olyan műtrágyákat vagy szervestrágyát kellene alkalmazni, ami visszapótolja a talajba a foszfort és káliumot a küszöbértékig.

A szemcseösszetételt gyúrópróbával vizsgáltuk, ez alapján a kísérletben használt talajunk homoktalaj, mivel hengerré való formázás után, hajlítás közben a sodrat eltörik. Ugyanezt igazolja az Arany-féle kötöttségi szám meghatározása is. Arany-féle kötöttségi szám (K_A) a talaj agyagtartalmával van összefüggésben, a talaj fizikai féleségét tudhatjuk meg belőle. A magas szám agyagtalajra utal, a közepes vályogtalajra és az alacsony szám pedig homokos talajra. Esetünkben ez a szám $K_A = 28$, ami homoktalajra utal.

2.4. Éghajlati viszonyok

Kovácsna megye Erdély délkeleti részén helyezkedik el, a Kárpát-medence legkeletibb megyéje. A megye mérsékelt kontinentális éghajlata sokszor szélsőséges, a hideg keleti levegőtömegeknek az óceáni nedves áramlatokkal való találkozásai téli hóviharakat és nyári záporokat eredményeznek (Borcsa, 2009). A késő tavaszi, valamint kora őszi fagyok átlagosan április végéig tartanak, illetve október elején kezdődnek (Kónya, 1972).

Kézdíszentlélek térségére is jellemző a Kárpát-közi jellegzetes éghajlati jelenség, a hőmérsékleti inverzió (fordítottság), amikor a megszokott állapottól eltérően, a medencét beborító, gyakran felhős, álló, hideg légtömeg felett jóval magasabb hőmérsékletet mérnek (Kónya, 1972). Részben ez, részben a téli, hideg Nemere-szél kölcsönöz ennek a vidéknek szélsőségesen kontinentális jelleget (Kisgyörgy, 2001).

A táj évi középhőmérséklete az országos átlagnak tekintett $11\text{ }^{\circ}\text{C}$ -nál jóval alacsonyabb; $6\text{ }^{\circ}\text{C}$ jellemző községünkre, az évi átlagos csapadékmennyiség 600 mm (Kisgyörgy, 2001). Megjegyzendő, hogy az évi csapadékmennyiségnek mintegy 70%-át április-szeptember időszakban kapja a termőföld. Ugyanakkor jellemzőek térségünkre a nyári, erőteljes felmelegedésből származó lokális hőzivatarok, illetve a torrenciális esők alkalmával, rövid idő alatt lehulló csapadékmennyiség (Kónya, 1972).

Megyénk éghajlati sajátosságai a csapadékos vagy aszályos évek, hasonlóképpen a kimondottan esős vagy száraz őszyk, a hosszú és bőséges hótakaróval járó, vagy egészen enyhe,

csaknem hótlan telek, amit mind a mezőgazdaságnak, mind a vízgazdálkodásnak figyelembe kell vennie (Kónya, 1972).

2.4.1. Hőmérséklet

Éghajlati tényezők közül a víz és a hőmérséklet együttes hatása meghatározza a betakarítható termés mennyiségét. Romániában csak olyan szója termesztethető biztonságosan, amely szeptember közepére beérik, tehát tenyészideje maximum 150-160 nap. A tenyészidő hosszát leginkább a hőmérséklet határozza meg. Ezért a tenyészidőt jobb jellemezni a vetéstől az érésig igényelt hőösszeggel. Ennek kiszámítását úgy végezzük el, hogy a napi átlaghőmérsékletből kivonjuk bázishőmérsékletet, ami a szója esetében 10 °C. Azt is figyelembe kell venni, hogy a szója 30 °C fölött nem fejlődik, tehát az átlaghőmérséklet számolásánál 30 °C-ig vesszük figyelembe a hőmérsékletet (Balikó és Kuszák, 1997).

A túl alacsony vagy túl magas hőmérséklet virág és hüvelyelrugást (abortálást) okozhat. Magtelődés időszakában fellépő tartós meleg, aszályos idő csökkenti a termést (Balikó és Kuszák, 1997). A szója fejlődéséhez a 19-24 °C léghőmérséklet az optimális (Antal, 2005). Csak azok a vidékek alkalmasak szójatermesztésre, ahol a havi középhőmérséklet áprilisban 12 °C, a júliusi pedig 21 °C (Şarpe, 1962).

A 2. táblázat szemlélteti a hőmérsékleti adatok alakulását 2021 május és október között.

Hónap	Május	Június	Július	Augusztus	Szeptember	Október
Havi átlaghőmérséklet (°C)	13,6	16,4	20,6	19,4	12,8	6,9
Havi maximális átlaghőmérséklet (°C)	19,6	22,5	27,9	27,2	19,5	14,2
Havi minimális átlaghőmérséklet (°C)	8	11,4	14	11,3	7,1	2,2

2. táblázat: A hőmérséklet alakulása 2021 május-október között

Forrás: Országos Meteorológiai Szolgálat (Kézdivásárhelyi Meteorológiai Állomás)

2.4.2. Csapadék

A szójatermesztés sikerét meghatározza a csapadék, illetve az azt kiegészítő öntözés. A szója azon kultúrnövények közé tartozik, melyet ajánlott öntözött körülmények között termesztetni. Öntözéssel annyi vizet juttassunk ki a gyökérzóna felső 30-40 cm-es talajrétegébe, hogy a talaj nedvességtartalmát a szántóföldi vízkapacitás 80-90%-ig töltsük fel (Balikó és mtsai., 2005).

A szója vízfogyasztása függ a környezeti tényezőktől és a fejlődési stádiumától. Nem a tenyészidő alatti összcsapadék határozza meg a sikeres termesztést, hanem a csapadék eloszlása. A tenyészidő alatt, a kelés, a virágzás-terméskötés szakaszában igényel nagyobb mennyiségű vizet, ez az időszak alatt 160-180 mm összcsapadék lenne az optimális. A virágzás-terméskötés idején fellépő vízhiány a virágok elhullását eredményezi, ami termés csökkenést okoz (Balikó és Kuszák, 1997).

2021-ben a 3. táblázatban szereplő csapadék eloszlás volt a területen tapasztalható.

Hónap	Május	Június	Július	Augusztus	Szeptember	Október
Havi csapadékmennyiség (mm)	30,5	127,7	76,2	131,5	24,9	9,7
Tenyészidőszak alatti összcsapadék mennyisége (mm)	400,5					

3. táblázat: A csapadékmennyiség alakulás 2021 május-október között

Forrás: Országos Meteorológiai Szolgálat (Kézdivásárhelyi Meteorológiai Állomás)

A 3. táblázatból látható, hogy az összcsapadék mennyisége a tenyészidő kritikus periódusában eléri a kívánt értéket, viszont június és augusztus rendkívül csapadékos időszak volt.

III. Fejezet

Munkamódszer és anyagok

3.1. A vizsgált oltóanyagok és ezek jelölése

Tudjuk, hogy gyakorlatilag ma már specializált kapcsolat van adott szófafajták és adott oltóanyagok között. Ezek a baktériumok igazából megvannak a talajban is, de a kutatások azt mutatják, hogy a *Rhizobium* családba tartozóak közül, nem mindegy, hogy milyen baktériumtörzsről beszélünk, és milyen számban vannak jelen a talajban.

Technológiában mindig az a javaslat, hogy beoltsuk az adott termesztőközeget. A legpraktikusabb az, hogy a baktériumkészítményt a vetőmag felületére visszük rá, vetés után kapcsolatba kerülve a talajjal, a számukra kedvező körülmények között gyorsan elszaporodnak a baktériumok.

A vizsgált oltóanyagokat, pontosabban 7 baktériumtörzset, Marosvásárhely melletti kis cég, a Transapicola biztosította számunkra, valamint a Corteva cég által fejlesztett 1 baktériumtörzset a kereskedelemből vásároltunk meg (1. és 2. kép).



1. kép: Transapicola cégtől származó oltóanyagok (Fotó: szerző)



2. kép: Corteva (Pioneer) cégtől származó oltóanyag (Fotó: szerző)

Az oltóanyagok jelölését a 4. táblázatban részletezem.

Sorszám	Oltóanyag előállító szerinti megnevezése	Oltóanyag jelölés	Előállító cég neve
1.	So Na 3	K1	Transapicola
2.	So USDA	K2	Transapicola
3.	So RT	K3	Transapicola
4.	So FR 10	K4	Transapicola
5.	So 618	K5	Transapicola
6.	AGF 78	K6	Corteva
7.	So 524	K7	Transapicola
8.	So 0	K8	Transapicola

4. táblázat: A vizsgált oltóanyagok és azok jelölése (Forrás: saját szerkesztés)

3.2. A tenyészedényes kísérlet beállítása

A tenyészedényes kísérlet célja az oltóanyagok megfigyelésére irányult, pontosabban az oltóanyagok a szójánál milyen hatást fognak eredményezni a szimbiózis kialakulásának gyorsaságára, a növény fejlődésdinamikájára, a növény terméshozamára. Az elért eredmények alapján, szeretnénk arra a kérdésre választ kapni, hogy az általunk vizsgált oltóanyagok közül melyek azok, amelyek a kísérletben használt Felix szójafajtával speciális kapcsolatot képesek kialakítani.

A kísérletet, lakhelyemen, Kézdiszentléleken végeztem el. 2021 május 14-én kezdtem el, előtte a tenyészedények elhelyezésére kijelölt területet elhatároltuk kerítéssel, illetve a felhasznált termőföldet lakhelyemre szállítottuk és a tenyészedényekbe helyeztük. A kísérletben használt szójafajtát, a Tordai nemesítésű hibrid vetőmagot (Felix) az egyetem biztosította számomra. Összesen 117 tenyészedényben végeztem el a kísérletet, minden egyes oltóanyagnál 13 tenyészedényt használtam fel. A 13 tenyészedényből 10 tenyészedény trágyázott volt és 3 tenyészedény trágyázatlan, vagyis nem kapott műtrágyát. A 117 tenyészedényből 13 tenyészedény volt kontroll, melyek közül 10 trágyázott és 3 trágyázatlan volt. A tenyészedények kb. 11-12 kg termőföldet tartalmaztak.

Május 13-án a Transapicola az oltóanyagokat eljuttatta hozzám, így 14-én az egyetemen kimértem a tenyészedényekhez szükséges oltóanyagmennyiséget eppendorf tubusokba, majd a tubusokba behelyeztem 3-3 szója vetőmagot (3. kép). Vigyázva a vetőmag épségére összeráztam, hogy a vetőmag felületére egyenletesen kerüljön fel az oltóanyag. Még azon a napon elvégeztem a vetést (4. kép). A 5. táblázatban szemléltetem a tenyészedények elhelyezési sorrendjét.

Sorszám	Kezelés		Tenyészedények száma (db.)	
	Megnevezés	Jelölés	Trágyázott	Trágyázatlan
1.	Kontroll (nem oltott)	K0	10	3
2.	So Na 3	K1	10	3
3.	So USDA	K2	10	3
4.	So RT	K3	10	3
5.	So FR 10	K4	10	3
6.	So 618	K5	10	3
7.	AGF 78	K6	10	3
8.	So 524	K7	10	3
9.	So 0	K8	10	3

5. táblázat: Tenyészedények elhelyezésének sorrendje (Forrás: saját szerkesztés)



3. kép: Oltott vetőmagok (Fotó: szerző)



4. kép: Vetés (Fotó: szerző)

A tenyészedenyenként használt oltóanyagmennyiséget a 6. táblázatban szemléltetem.

Jelölés	Oltóanyag	Oltóanyag tömege (g/tenyészedeny)
K0	Kontroll (nem oltott)	-
K1	So Na 3	0,0013
K2	So USDA	0,0013
K3	So RT	0,0013
K4	So FR 10	0,0013
K5	So 618	0,0028
K6	AGF 78	0,0010
K7	So 524	0,0013
K8	So 0	0,0013

6. táblázat: Tenyészedenyenként használt oltóanyagmennyiség (Forrás: saját szerkesztés)

Vetéssel egyidőben a trágyázott tenyészedenyekbe helyeztem NPK 16:16:16-os komplex műtrágyát is, 200 kg/ha-ra számítva. Tehát kezelésenként (oltóanyagonként) 10 tenyészedeny - beleértve a kontrollt is - kapott 1 g komplex műtrágyát, míg 3 tenyészedeny kezelésenként nem. A tenyészedenyekből kivettem annyi földet, hogy kb 4-5 cm mélyre kerüljenek a magok (4. kép). Az előre kimért műtrágyát behelyeztem a tenyészedenybe és összekevertem az edényben levő talajjal (kb 2-3 cm), majd elhelyeztem az oltott magokat (tenyészedenyenként 3 db). Az eppendorf tubusokat vízzel átöblítettem és a vizet a tenyészedenyekbe öntöttem, majd a kivett talajt visszahelyeztem. A kontrollnál (K0) a tenyészedenyekbe helyezett vetőmag nem volt oltva.

3.3. Alkalmazott termesztéstechnológia

A kedvezőtlen időjárás ellenére április végén (2021) a tenyészedenyekbe szükséges talajt sikerült a lakhelyemre (Kézdiszentlélek) szállítani, és a tenyészedenyekbe helyezni. Vetéskor, a vetőmagokat a tenyészedenyekbe háromszög alakban helyeztem el (4. kép). A csírázás akkor indul meg, ha a mag nedvességtartalma eléri a mag tömegének 50%-át (Balikó és mtsai, 2005). A magvakat előzetesen vízben áztattam. Az enyhén nedves mag felületén az oltóanyag jobban megtapadt.

A gyomok elleni védekezést úgy oldottam meg, hogy mechanikai gyomszabályozást, azaz gyomlálást alkalmaztam, a megjelenő gyomokat kézzel eltávolítottam.

Mivel a szója nagy vízigényű növény, nagy gondot fordítottam a vízigény kielégítésére. Esetünkben szükség volt a kezdeti fejlődési fázisokban 3 naponta öntözni, majd a fejlődés előrehaladtával már 2 nap elteltével a növények a lankadás jeleit mutatták. Mivel június nagyon csapadékos hónap volt (összcsapadék 127,7 mm), ebben a hónapban arról kellett gondoskodni, hogy a víz távozni tudjon az edényekből (a 30 napból 23 nap csapadékos volt). Balikó (2005) szerint jó termésre akkor számíthatunk, ha a júniusi csapadék megközelíti a 100 mm-t.

Júliusra kánikula és kevés csapadék volt a jellemző, a növényeket 2 naponta öntöztem. Augusztus szintén csapadékos hónapnak volt mondható, de ekkor is figyelmet fordítottam a növény vízigényére, ha szükség volt öntöztem. Szeptember nagyon száraz hónapnak volt nevezhető, 2-án hajnalra a hőmérséklet 6 °C-ra csökkent. A növények reagáltak erre a hőmérséklet csökkenésre, a levelek sárgulni kezdtek (5., 6. és 7. kép).



5. kép: Augusztus 28
(Fotó: szerző)



6. kép: Szeptember 5
(Fotó: szerző)

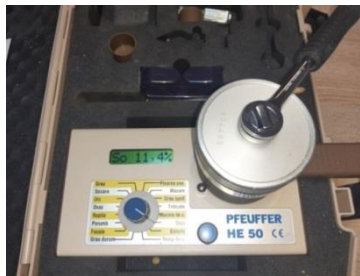


7. kép: Szeptember 11
(Fotó: szerző)

Július 17-én úgy láttuk, hogy szükséges Dithane M-45 nevezetű készítménnyel (kontakt gombaölőszer) állománykezelést végezni. Ebből a készítményből 10 l vízhez 20 g szükséges, hatóanyaga 80% mankozeb. Szeptember végére a levelek lehullottak, de a csúcsi fürt hüvelyeiben a magok csak október 7-e körül keményedtek meg. Betakarításig a tenyészedényeket a növényekkel együtt védett helyre szállítottam (8. kép). Betakarításkor, amelyre október 15-én került sor, a magvak nedvességtartalma 11,4% volt (9. kép).



8. kép: Betakarítandó
növényállomány (Fotó: szerző)



9. kép: Magvak nedvességtartalma
(Fotó: szerző)

3.4. Adatgyűjtés

A kísérlet során a mérések időpontjait úgy tűztük ki, hogy minél pontosabb eredményekhez jussunk, és minél megbízhatóbb következtetést tudjunk levonni. Ezen megfigyeléseket két csoportra osztottuk: szubjektív, illetve objektív megfigyelésekre.

3.4.1. Szubjektív adatgyűjtés

A szubjektív adatgyűjtés során a szabad szemmel is jól látható elváltozásokat, jelenségeket figyeltem meg.

Megfigyelések a következőkre vonatkoztak: kelés egyöntetűsége; növények fejlődésdinamikája; növények egészségügyi állapota; növekedés arányossága; környezeti viszonyokra való reakció; kezelések közötti szabad szemmel is jól látható különbségek (hiánytünet); gyomok megjelenése.

3.4.2. Objektív adatgyűjtés

Az objektív adatgyűjtés már a pontos mérőeszközökkel való mérésekre vonatkozik. A kísérlet során végzett pontos méréseken alapuló adatgyűjtés részletes ismertetése következik:

Növények magassága, oldalhajítások száma: a növények magasságára vonatkozó méréseket hetente végeztem. Tenyészdényenként a 3 növény közül 1 növényt kijelöltem és minden alkalommal

azt a növényt mértem. Mérés során mérőszalagot használtam, a talaj felszínétől a növény legmagasabb morfológiai részéig mértem (10. és 11. kép).



10. kép: Növénymagasság mérése (Június 20)

(Fotó: szerző)



11. kép: Növénymagasság mérése (Július 4)

(Fotó: szerző)

Az adatokat lapra jegyeztem fel cm-ben kifejezve, majd későbbi időpontban Microsoft Excel táblázatba vezettem be. Oldalhajtások számára vonatkozó adatgyűjtést is hetente végeztem. Minden mérési alkalommal megszámláltam, hogy hány db. oldalhajtás jelent meg az illető növényen. A méréseket összesen 14 alkalommal végeztem el, első mérés 2021 június 12-én volt, az utolsó betakarításkor, vagyis 2021 október 15-én.

Gyökerek hossza, gyökerek térfogata, gumók száma, gumó átmérő: a méréseket havonta végeztem el, a vegetációs időszak alatt összesen 4 alkalommal. A gyökerek hosszával és térfogatával kapcsolatos méréseket betakarításkor is elvégeztem. Kezelésként a 10 trágyázott tenyészedeny közül kiválasztottam 2 tenyészedenyt, és abból 1-1 növényt kivettem, beiszapoló öntözést követően (12. kép). A mérés elvégzése után a két mért értékből átlagot számoltam. Mivel csak 3 tenyészedenyem volt trágyázatlan, így ebben az esetben havonta 1 növényt tudtam kivenni és mérni.



12. kép: Tenyészedenyekből véletlenszerűen kiválasztott növények (Fotó: szerző)

A kivett növények gyökerét lemostam, nagy figyelmet fordítva a gyökéren levő gümők jelenlétére és épségének megőrzésére. Ezt követően a gyökerek hosszát mértem le, a gyökérnyaktól a gyökér leghosszabb hajszálgöckéig, cm-ben kifejezve (13. kép). E mérést követően a gyökeret a növény föld feletti részétől, a gyökérnyaknál elválasztottam, és gyökér térfogatot mértem. Mérőhengerbe vizet öntöttem a hengeren levő általam megfigyelt jelzésig, majd a gyökeret belehelyezve megfigyeltem a gyökér által kiszorított víz térfogatát, milliliterben kifejezve (14. kép).



13. kép: Gyökérhossz mérés (Fotó: szerző) 14. kép: Gyökértérfogat mérés (Fotó: szerző)

E művelet után a gyökéren levő gümöket eltávolítottuk, vagyis leszedtük a gyökérről, és a gümő átmérőjére vonatkozó mérést elvégeztük, tehát minden egyes gümő átmérőjét megmértük. A mérőeszköz ebben az esetben tolómérce volt, az adatokat két tizedes pontossággal, milliméterben fejeztem ki. Ezen mérés esetében is az 1-1 növényen mért gümőátmérőkből átlagot számoltam, majd a trágyázott 2 növény adatait átlagoltam. Nemcsak a gümők átmérőjét, hanem a gümők számát is meghatároztam (15. kép).



15. kép: Gümők (Fotó: szerző)

A méréseket 2021 június 16-án, 2021 július 17-én, 2021 augusztus 14-én, 2021 szeptember 11-én végeztem el. Minden mérési adatot papírra jegyzeteltem, majd későbbi időpontban, két tizedes pontossággal bevezettem az Excel táblázatba.

Betakarításkor, 2021 október 15-én is elvégeztem a gyökér hosszára, illetve a gyökér térfogatára vonatkozó mérést, mind a 117 növény esetében. Betakarításkor gümőkre vonatkozó méréseket nem tudtam végezni, mivel már nem voltak aktívak a baktériumok, ha volt is 1-2 gümő a gyökéren érintésre szétmálltak.

Gyökértömeg, föld feletti össz fitomassza: erre vonatkozó méréseket betakarításkor végeztük el. A tenyészdedényekből a növényeket óvatosan kivettük, hogy lehetőleg a gyökerek ne szakadjanak el, a hüvelyek és a hüvelyben levő magok ne sérüljenek meg (16. kép).



16. kép: Betakarítás (Fotó: szerző)

A tenyészdedényből kivett növény gyökerét a föld feletti fitomasszától elválasztottam, a gyökértömeget és a föld feletti össz fitomasszát lemértem. A méréshez az egyetem által biztosított KERN PCB típusú analitikai mérleget használtam (17. és 18. kép). Az adatokat két tizedes pontossággal mértem le és grammban fejeztem ki.



17. kép: Gyökértömeg mérése
(Fotó: szerző)



18. kép: Föld feletti össz fitomassza
(Fotó: szerző)

Mind a 117 növénynél elvégeztem a mérést, a 10 trágyázott növény mérési adatait átlagoltam. A 3 trágyázatlan tenyészedényből származó növény mérési adatait ugyanúgy átlagoltam.

Gyökértömegre, föld feletti fitomasszára vonatkozó mérések után a 117 növényt papír zacskóba helyeztem, fölcímkeztem, hogy a további mérések elvégzéséhez pontosan tudjam a növények sorrendjét, úgy ahogy a tenyészedényekben el voltak helyezve (19. és 20. kép).



19. kép: Föld feletti fitomassza
(Fotó: szerző)

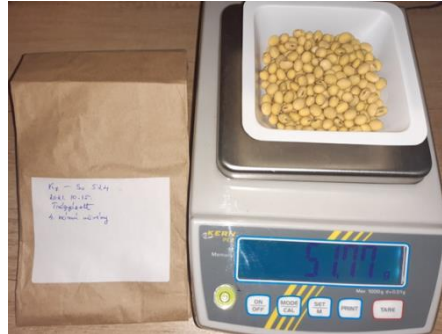


20. kép: Fölcímkezett papírzacskó hüvelyekkel
(Fotó: szerző)

Hüvelyek száma, hüvelyenkénti magok száma: betakarítás után a növényi szárról leszedtük a hüvelyeket, meghatároztuk a növényenkénti hüvelyek számát. A trágyázott növények és a trágyázatlan növények esetében is átlagot számoltam, és a továbbiakban úgy használtam fel az adatokat. A hüvelyek számának meghatározása után megszámoltuk a hüvelyekben található magok számát. Növényenként átlagot számoltam és az átlagokból, a 10 trágyázott tenyészedényből származó növényre vonatkozóan szintén átlagot számoltam. Ugyanígy jártam el a trágyázatlan 3

tenyészedényből származó 3 növénynél is. Tehát kezelésenként a trágyázott 10 növény esetében is és a trágyázatlan 3 növény esetében is 1-1 átlagot hasonlítottam össze.

Maghozam: a maghozamot betakarításkor határoztam meg. A növényenkénti magtömeget a precíziós KERN PCB mérleggel mértem le (21. kép). Az adatokat két tizedes pontossággal grammban fejeztem ki.



21. kép: Növényenkénti magtömeg mérése (Fotó: szerző)

A trágyázott növények esetében a 10 növénynél mért magtömeget átlagoltam. Ugyanígy jártam el a trágyázatlan növények esetében is. A kezelésenként átlagolt maghozamot átszámoltam hektáronkénti hozamra, úgy a trágyázott, mind a trágyázatlan növényekre vonatkozóan. A hektáronkénti hozamot kg-ban fejeztem ki, és hektáronként ötszázezer növényvel számoltam.

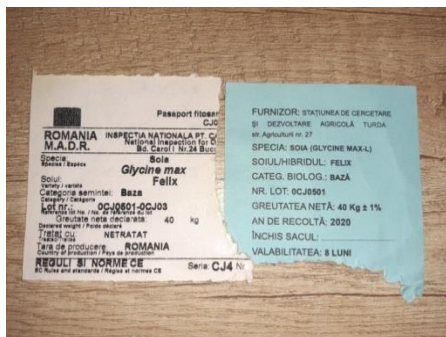
A szemtermés ezermagtömege: az ezermagtömeg mérése során kezelésenként és azon belül a trágyázott és trágyázatlan növényeknél négyszer 25 db magot kiszámoltam és lemértem. A méréseket a precíziós KERN PCB mérleggel végeztem el, és két tizedes pontossággal grammban fejeztem ki. A négy alkalommal mért értéket átlagoltam, majd átszámoltam ezermagtömegre hármasszabály alkalmazásával. Azért számoltam csak négyszer 25 magot, mert voltak olyan kezelések (K0, K4, K5), amelyeknél nem volt elegendő magszám.

3.5. Az adatfeldolgozás módszerei

Az adatgyűjtés során a mérések helyszínén az adatokat feljegyeztem, majd ezeket az adatokat a Microsoft Office Excel táblázatkezelő programba vittem be. Ebben a programban végeztem el az adatok elsődleges matematikai feldolgozását, illetve a diagramok szerkesztését. A statisztikai feldolgozást varianciaanalízissel végeztük el.

3.6. A kísérletben felhasznált egyéb anyagok

A kísérlet során a Tordai nemesítésű Felix hibrid vetőmagot használtam, melyet az egyetem biztosított számomra (22. kép).



22. kép: A felhasznált Felix szója vetőmagtétel címkéje (Fotó: szerző)

A Felix szójafajta jellemzői: korai szójafajta (érés csoport 00); kiemelkedő tulajdonságokkal rendelkezik (fehérjetartalom- 41,5%; zsírok- 20,8%; világos színű köldökkel); vegetációs időszak- 122 nap; termés potenciál - 4100 kg/ha; magas növésű (94 cm); ezermagtömeg - 178 g; ellenállóképességet mutat a „szürke penész” (*Botrytis cinerea*) gombás betegséggel szemben, a szója pseudomonasos betegségével szemben (*Pseudomonas glycinae*), a szója gombás betegségével (*Peronospora manshurica*) szemben, a szeptoriás betegséggel szemben (*Septoria glycines*), a közösleges takácsatka (*Tetranychus urticae*) okozta kártételnek; bejegyzési év: 2005.

(Forrás: Tordai Mezőgazdasági Kutató-Fejlesztő Állomás / Stațiunea de Cercetare Dezvoltare Agricolă Turda) [4].

Kísérletem során Marosvásárhelyen található Azomures S.A. által gyártott NPK 16:16:16 műtrágyát használtam. Minden egyes trágyázott tenyészedény esetében egyforma mennyiségű műtrágyát használtam (1 g/tenyészedény). A használt műtrágyát tavasszal közvetlenül vetés előtt juttattam ki a tenyészedényekbe. A kísérlet során egy alkalommal alkalmaztam Dithane M45 (kontakt gombaölő szer) nevezetű készítménnyel állománykezelést.

IV. Fejezet

Eredmények és ezek tárgyalása

4.1. Tenyészedő alatti megfigyelések és ezek tárgyalása

Mivel a kísérletet lakhelyemen végeztem, napi rendszerességgel volt lehetőségem figyelni az állományt. Irodalmi adatok alapján (Balikó és mtsai., 2005) a vetést követően a kelés időigénye átlagosan tíz nap, szélső értékek 5-15 nap. Esetemben a kelés időigénye 12-14 nap volt, mivel a vetést követően az átlagosnál hűvösebb nappali és éjszakai hőmérsékletek akadályozták a gyors csírázást. A vetést követően a szója növények kelése egyöntetűnek mondható, mivel a tenyészedenyekben aránylag egyidőben váltak láthatóvá a kikelt növények.

A szója kezdetben lassan fejlődik, ami látható volt, majd ezt egy gyorsabb vegetatív növekedés követte. Kezdetben egyenletes fejlődést figyeltem meg a növényeken, majd látható volt, hogy a kontroll illetve a K4 és K5 kezeléseknél a növények fejlődésben visszamaradtak.

Szeptember 2-án reggelre a hőmérséklet lecsökkent 6 °C-ra, ami hamarosan látható változást okozott az addigi zöld növények külalakján, tehát a levelek kezdtek lesárgulni. A következő képekkel a szójanövények fejlődését szemléltetem (23., 24., 25. kép).

A kísérleti állomány fejlődésének stádiuma:



23. kép: 2021 június 20
(Fotó: szerző)



24. kép: 2021 július 11
(Fotó: szerző)



25. kép: 2021 augusztus 28
(Fotó: szerző)

4.2. Az objektív adatgyűjtés eredményei és ezek tárgyalása

Ebben a részben a pontos mérőeszközökkel végzett adatgyűjtés eredményeit mutatom be.

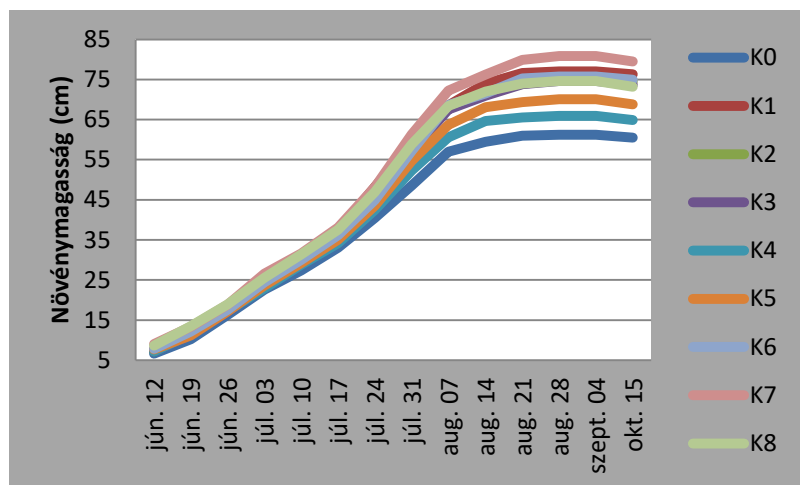
4.2.1. A szójanövények vegetatív elemeire/fázisára vonatkozó eredmények

A kísérletet 2021. május 14-én kezdtem el, az első mérést 2021. június 12-én végeztem el. A szójanövények vegetatív elemeire vonatkozó mérések a következők: növénymagasság, oldalhajtások száma, gyökerek hossza, gyökerek térfogata. A következőkben ezen elemekre vonatkozó eredményeket mutatom be.

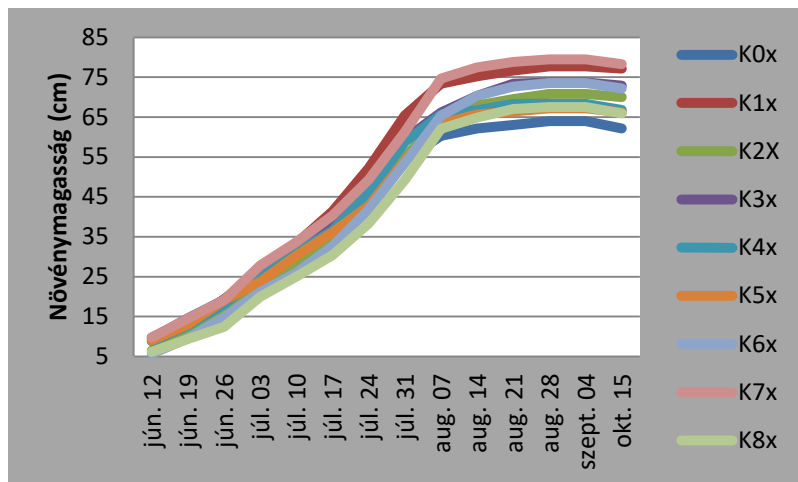
4.2.1.1. Növénymagasság

A mérési időpontoknak megfelelően, kezelésként külön táblázatokat készítettem, majd a trágyázott és trágyázatlan növényekre vonatkozóan átlagot számoltam és a 14 táblázatot összesítettem, amelyeket a 2. és 3. ábra szemléltet.

A 2. és 3. ábrán megfigyelhető, hogy az első mérést követően a növények fejlődése fokozatos növekedést mutat. A trágyázott növényeknél a K0 (kontroll), valamint a K4 és a K5 kezeléseknél a növények növekedése visszafogottabb a többi kezeléshez viszonyítva. Ugyanez megfigyelhető a trágyázatlan kezeléseknél is. Mind a trágyázott, mind a trágyázatlan növényeknél megfigyelhető, hogy a K7 és K1 kezeléseknél a növények erőteljesebb fejlődésdinamikát mutattak, ami a vizuális megfigyelések során is látható volt.



2. ábra: A trágyázott növények magasságának alakulása kezelésként (Forrás: saját szerkesztés)



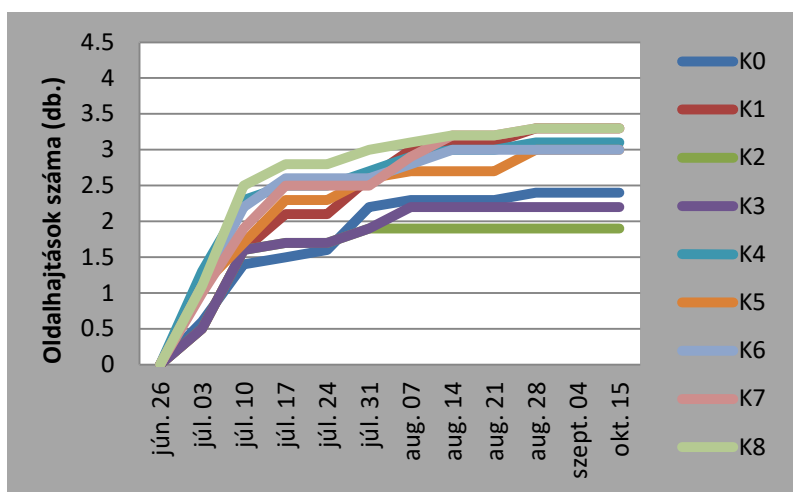
3. ábra: A trágyázatlan növények magasságának alakulása kezelésenként (Forrás: saját szerkesztés)

4.2.1.2. Oldalhajtások száma

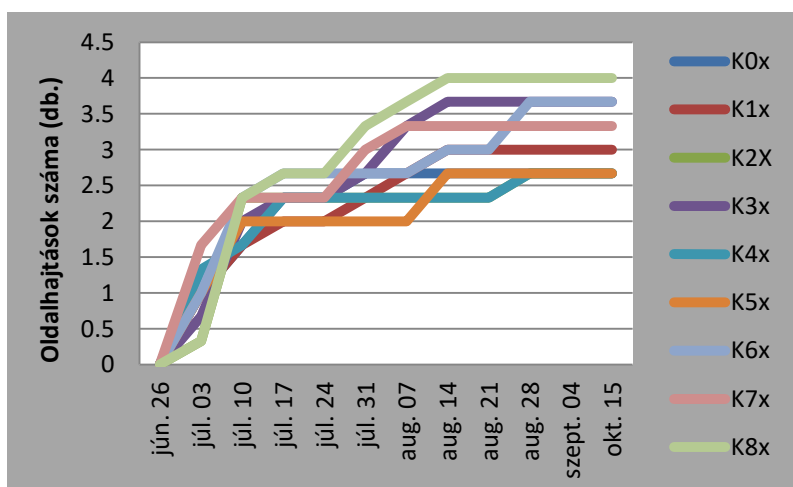
A magasság mérésével egyidőben az oldalhajtások számát is figyeltem. Az első három mérés alkalmával még nem volt látható az oldalhajtások megjelenése. A negyedik mérésnél (július 3-án) már látható volt egy-egy növényen az oldalhajtások jelenléte. E mérésekre vonatkozó adatokat átlagoltam, majd az átlagokból ábrát készítettem a trágyázott és trágyázatlan növényekre vonatkozóan.

A kezeléseknél az volt látható, hogy átlagosan a trágyázott növények kevesebb oldalhajtást fejlesztettek, mind a trágyázatlan növények, ami azzal is összefüggésben van, hogy a trágyázott növények e kezeléseknél fejlettebbek, magasabbak voltak. A K4 és K5 kezeléshez tartozó növények esetében a trágyázott növények jobban fejlődtek és több oldalhajtást is hoztak. A K8-as kezeléshez tartozó trágyázott és trágyázatlan növények az oldalhajtások számát tekintve élen járnak a többi kezeléshez viszonyítva.

A 4. és 5. ábrán szemléltetem az oldalhajtások számának időbeli alakulását kezelésenként, a trágyázott és trágyázatlan növényekre vonatkozóan.



4. ábra: Oldalhajtások számának alakulása kezelésenként a trágyázott növények esetében
(Forrás: saját szerkesztés)



5. ábra: Oldalhajtások számának alakulása kezelésenként a trágyázatlan növények esetében
(Forrás: saját szerkesztés)

4.2.1.3. Gyökerek hossza

E paraméterre vonatkozó méréseket havonta végeztem. Fontos megjegyezni, hogy mérésenként (havonta) mindig új növény volt mérve, mindig 1-1 növény ki volt véve a tenyészedenyből. Minden mérés egy újabb növényre vonatkozik, és azt vonatkoztattam arra a

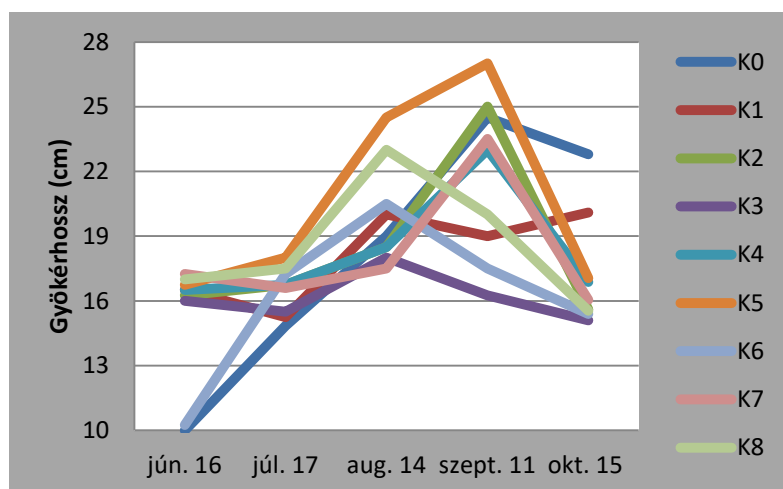
kezelésre, ahonnan ő származott. Mindig igyekeztem, hogy kezelésenként aránylag azonos fejlettségű növényeket emeljek ki a tenyészedényekből.

Első mérésakor (június 16.) a trágyázatlan kezeléseknél a gyökérhossz 13-17 cm között változott, a trágyázott kezeléseknél 16-17 cm, a K0 és K6 kezelése kivételével, melyeknél 10 cm-t mértem.

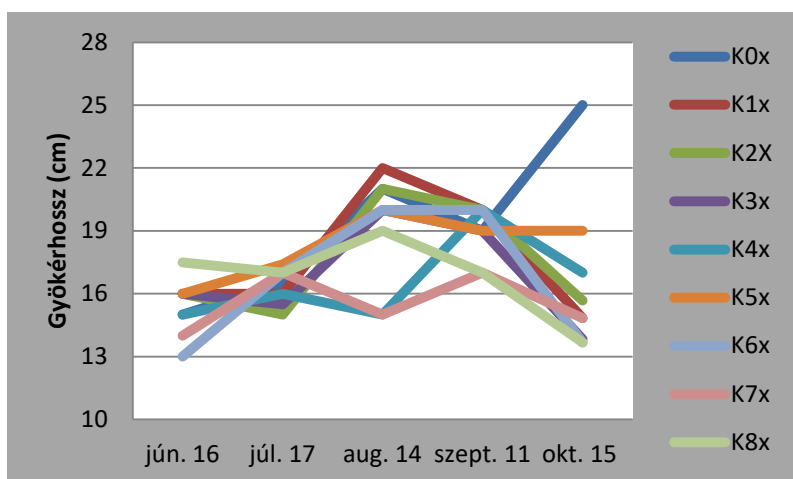
A második mérésakor (július 17.) a gyökérhosszra vonatkozó mérések közel azonosak voltak, 15-18 cm között mozog a trágyázott növények átlaga, míg a trágyázatlan növények átlaga 15-17 cm között.

A harmadik mérésakor (augusztus 14.) már változó eredmények voltak, amit a grafikon is mutat. Összességében gyökérhossz növekedés figyelhető meg, azonban adott kezeléseknél a gyökerek fejlődése erőteljesebb volt (K5, K8, K6, K1 kezeléseknél 20 cm fölötti gyökérhossz). Az erőteljesebb gyökérfejlődés e kezeléseknél a trágyázott és a trágyázatlan növényeknél is egyaránt érvényes volt. A többi kezelésnél (K0, K2, K3, K4, K7 kezeléseknél 15-18 cm közötti gyökérhossz) viszonylag azonos gyökérhossz volt mérhető.

A negyedik mérésnél (szeptember 11.) látható, hogy a trágyázott növények fejlettebb, elágazó gyökérrzel rendelkeztek, míg a trágyázatlan növényeknél visszafogottabb volt a gyökerek fejlődése (lásd 6. és 7. ábra).



6. ábra: Gyökérhossz alakulása trágyázott kezeléseknél a tenyészidő alatt
(Forrás: saját szerkesztés)

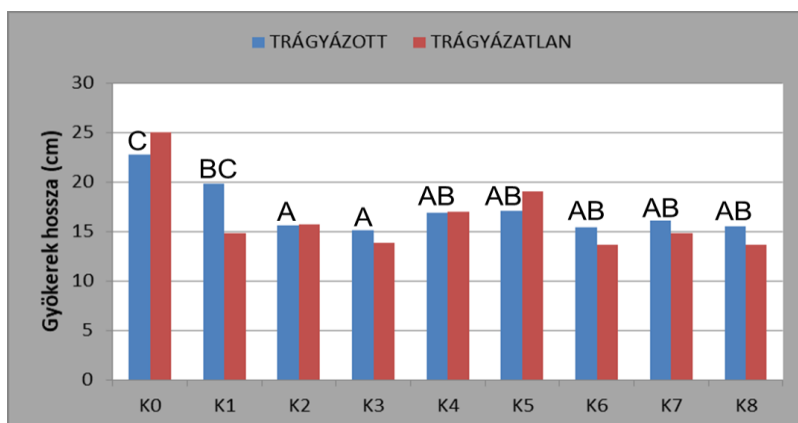


7. ábra: Gyökérhossz alakulása trágyázatlan kezeléseknél a tenyésztő alatt

(Forrás: saját szerkesztés)

Összegezve, a gyökerek a tenyésztő alatt folyamatosan fejlődtek, viszont a trágyázott kezeléseknél a fejlődés erőteljesebb, mind a trágyázatlan kezeléseknél (6. és 7. ábra).

Betakarításkor is mértem gyökérhosszat mind a 117 növény esetében, kezelésként a trágyázott és trágyázatlan növényekre vonatkozó adatokat átlagoltam, és úgy hasonlítottam össze (8. ábra).



LSD (p 5%) 3,56 cm; LSD (p 1%) 4,85 cm; LSD (p 0,1%) 6,49 cm

8. ábra: Betakarításkor mért gyökérhossz trágyázott és trágyázatlan kezeléseknél

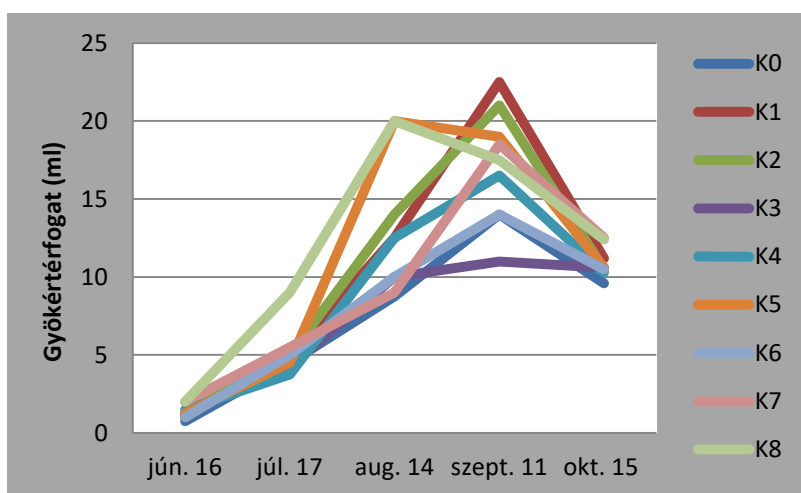
(Forrás: saját szerkesztés)

A betakarításkor (október 15.) mért eredmények a tenyészidő alatt mért adatokhoz viszonyítva csökkenő tendenciát mutatnak (lásd 6. és 7. ábra). Ez egyrészt abból is származhat, hogy jóval nagyobb növény számból származik az az átlag (kezelésenként 10 trágyázott, kezelésenként 3 trágyázatlan), amit hasonlítottam az azelőtti mérésekhez, másrészt abból is, hogy a növények már nem vegetáltak, tehát a tenyészidejük lejárt, élettevékenységük befejeződött és megmutatkozott a növények leépülése.

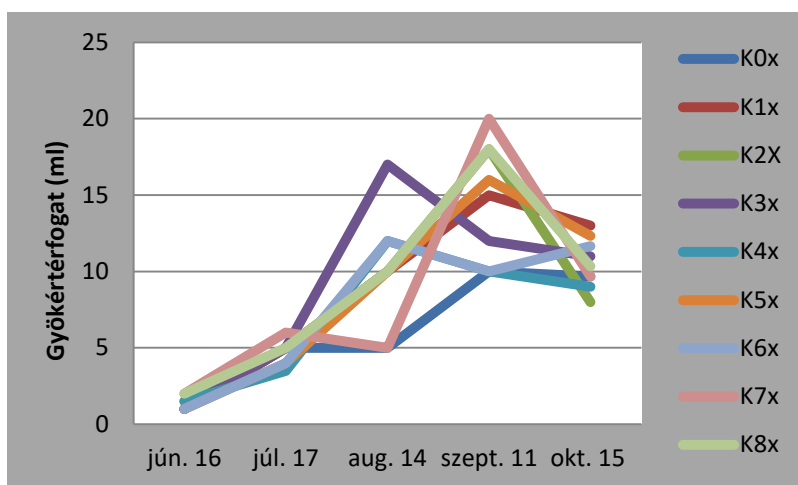
4.2.1.4. Gyökerek térfogata

A gyökerek térfogatára vonatkozó méréseknél is tapasztalhatunk változásokat (lásd 9. és 10. ábra).

Az első mérésnél (június 16.) a trágyázott és trágyázatlan növények is közel azonos gyökértérrel rendelkeznek. Kivétel a K7 és K8 kezelésekhez tartozó növényeknél. E két esetben 2 ml gyökerek által kiszorított víztérfogatot mértem, ami annak tulajdonítható, hogy fejlettebb gyökerekkel rendelkeztek, és gümők is láthatók voltak a gyökereken. Ez érvényes volt a trágyázott és trágyázatlan növényekre egyaránt.



9. ábra: Gyökértérfogat alakulása a trágyázott kezeléseknél
(Forrás: saját szerkesztés)



10. ábra: Gyökértérfogat alakulása a trágyázatlan kezeléseknel
(Forrás: saját szerkesztés)

Második mérésnél (július 17.) is hasonlóak az eredmények. E méréskor a K0, K4 és K5 kezeléseknél a gyökerek által kiszorított víz térfogata kevesebb. A vizuális megfigyeléskor is látható volt, hogy a növények nem fejlődnek olyan mértékben, mind a más kezelésekhez tartozó növények, ugyanakkor a gyökereken sem alakultak ki a gümők e mérés időszakáig.

A harmadik mérésnél (augusztus 14.) nagyon eltérő eredmények láthatók. A trágyázatlan K3-as (K3x) kezelésnél a kiemelt növény gyökerén nagyon sok gümő volt látható, ami a gyökértérfogatban is kitűnik (17 ml). A trágyázott K5 kezeléshez tartozó növényeknél dús, elágazó gyökérszét volt látható, ami szintén a gyökértérfogatban meglátszik (20 ml). A K8 kezelésnél kivett növények is dús, elágazó gyökérszettel rendelkeztek, ugyanakkor gümők is voltak a gyökereken.

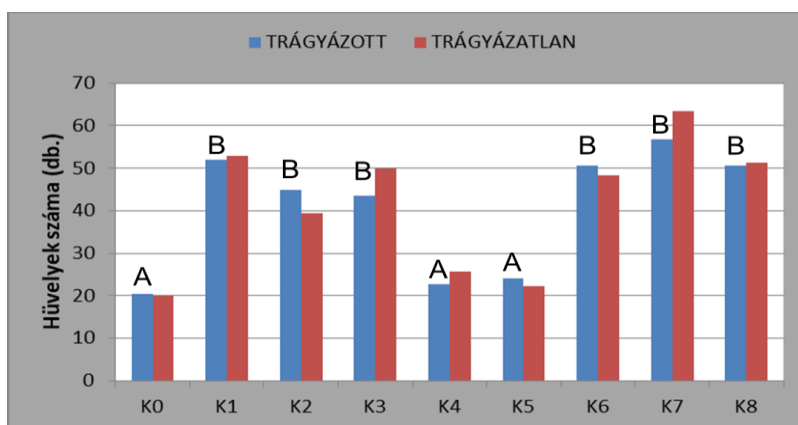
A negyedik (szeptember 11.) mérésnél nagyon eltérő eredmények láthatók. A nagyon eltérő eredmények egyrészt annak tulajdoníthatóak, hogy adott növények elágazó, dús gyökérszettel és gümőkkel rendelkeztek, de voltak olyan növények is melyek gyengébb gyökérszettel és kevesebb gümővel. A betakarításkor (október 15.) mért eredmények csökkenő tendenciát mutatnak, ami annak is tulajdonítható, hogy a növényeknél már lejárt a vegetációs periódus, sok esetben gümőket sem észleltem a gyökereken.

4.2.2. A szójanövények generatív elemeire/fázisára vonatkozó eredmények

A szójanövények generatív elemeire vonatkozó mérések a következők: hüvelyek száma, hüvelyenkénti magok száma. Erre vonatkozó méréseket betakarításkor, 2021. október 15-én végeztem el. A következőkben ezen elemekre vonatkozó eredményeket mutatom be.

4.2.2.1. A hüvelyek száma

A hüvelyek számára vonatkozó eredményeket a 11. ábra segítségével mutatom be. A 11. ábrán látható, hogy a K0, K4 és K5 kezeléseknél a kialakult hüvelyek száma alacsony értékeket mutat. Ez összefüggésben van azzal, hogy e kezeléseknél már a tenyésztő alatt látható volt, hogy a növények fejlődésben visszamaradtak a többi kezeléshez tartozó növényekhez viszonyítva. Ugyanakkor a kevesebb gümőszám kialakulása is utalt arra, hogy e kezelésekhöz tartozó növények számára nincs elegendő nitrogén ahhoz, hogy több hüvely, illetve nagyobb termés alakuljon ki.



LSD (p 5%) 13,74 db.; LSD (p 1%) 18,68 db.; LSD (p 0,1%) 25,01 db.

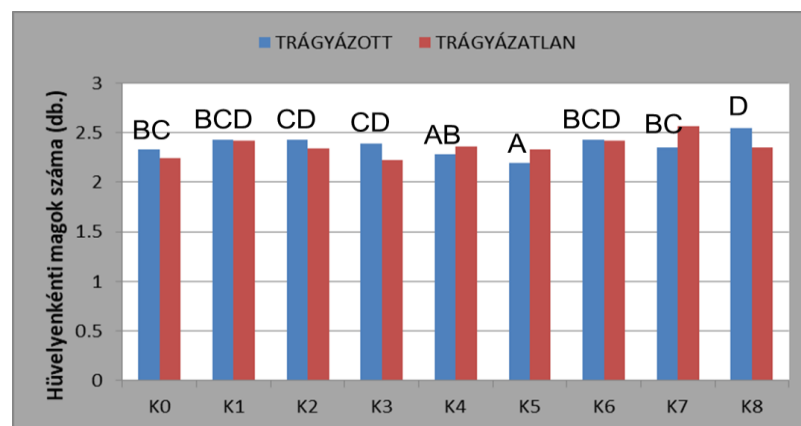
11. ábra: Hüvelyek száma betakarításkor (Forrás: saját szerkesztés)

4.2.2.2. A hüvelyenkénti magok száma

Az e paraméterre vonatkozó eredményeket úgy kaptam meg, hogy növényenként a hüvelyekben levő magok számát átlagoltam, majd azt kezelésenként ismét átlagoltam a trágyázott és trágyázatlan növényekre vonatkozóan. Az így kapott eredményeket a 12. ábra segítségével szemléltetem.

A 12. ábrán látható, hogy a K4, K5 és K7 kezeléseknél a trágyázatlan növényeknél a hüvelyenkénti magok száma (átlag) több, tehát egy hüvely átlagban több szemet tartalmaz, mind a trágyázott növények. A K4 és K7 kezeléseknél az előbb említett hüvelyek számánál is a trágyázatlan növények mutattak nagyobb eredményt, ami arra mutat rá, hogy több a hüvelyszám és több a hüvelyenkénti magszám. A K5 kezelésnél a trágyázott növények átlaga több hüvelyszámot mutat (24 hüvely/növény átlagban), viszont itt 10 növény átlagát vesszük figyelembe, és vannak olyan hüvelyek is, amelyek egy magot tartalmaznak. Ezekből adódhat az az eltérés, hogy a trágyázatlan növények átlaga több magszámot mutat, viszont kevesebb a hüvelyszám.

Összességében az látható, hogy vannak kezelések (K0, K1, K2, K3, K6, K8) melyeknél a trágyázott növényeknél a hüvelyenkénti magok száma több, és vannak kezelések (K4, K5, K7), amelyeknél a trágyázatlan növények hüvelyeiben található több mag.



LSD (p 5%) 0,13 db.; LSD (p 1%) 0,18 db.; LSD (p 0,1%) 0,24 db.

12. ábra: Hüvelyenkénti magok száma a trágyázott és trágyázatlan kezeléseknél

(Forrás: saját szerkesztés)

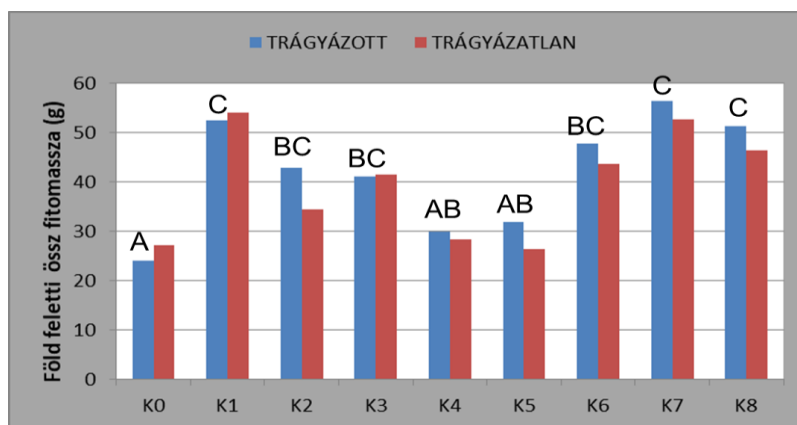
4.2.3. A hozamra vonatkozó eredmények

Az erre vonatkozó méréseket betakarításkor, 2021. október 15-én végeztem el. A hozamra vonatkozó eredmények a következők: föld feletti össz fitomassza, gyökértömeg, maghozam. A következőkben az ezekre vonatkozó eredményeket mutatom be.

4.2.3.1. A föld feletti össz fitomassza

A 13. ábra segítségével ábrázolom a kapott eredményeket.

Az ábrán látható, hogy a K2, K4, K5, K6, K7 és K8 kezeléseknél a trágyázott növények nagyobb föld feletti össz fitomassza tömeggel rendelkeznek, mind a hasonló, trágyázatlan társaik. A K0, K1 és K3 kezeléseknél a trágyázatlan növények mutatnak nagyobb föld feletti össz fitomassza tömeget, a trágyázott növényekhez viszonyítva. A K0, K4 és K5 kezelésekhöz tartozó növények föld feletti össz fitomassza tömege elmarad a többi kezeléshez tartozó növények föld feletti össz fitomassza tömegéhez viszonyítva.

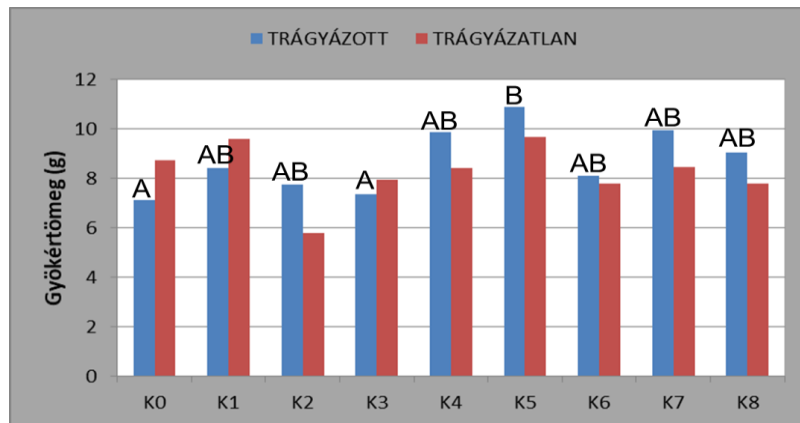


LSD (p 5%) 15,25 g; LSD (p 1%) 20,72 g; LSD (p 0,1%) 27,76 g

13. ábra: Föld feletti össz fitomassza a trágyázott és trágyázatlan kezeléseknél
(Forrás: saját szerkesztés)

4.2.3.2. A gyökértömeg

A gyökértömegre vonatkozó eredményeket a 14. ábra segítségével szemléltetem. A kapott eredmények alapján megállapíthatjuk, hogy a K0, K1 és K3 trágyázatlan kezelések gyökértömege nagyobb értéket mutat a trágyázott kezelésekhöz viszonyítva (lásd 14. ábra). Ez összefüggésben van azzal, hogy e kezelések trágyázatlan növényei rendelkeztek nagyobb föld feletti össz fitomassza tömeggel is. Tehát egyértelműen kitűnik, hogy azok a növények, amelyek nagyobb gyökértömeggel rendelkeznek, nagyobb föld feletti fitomasszát tudnak kialakítani.



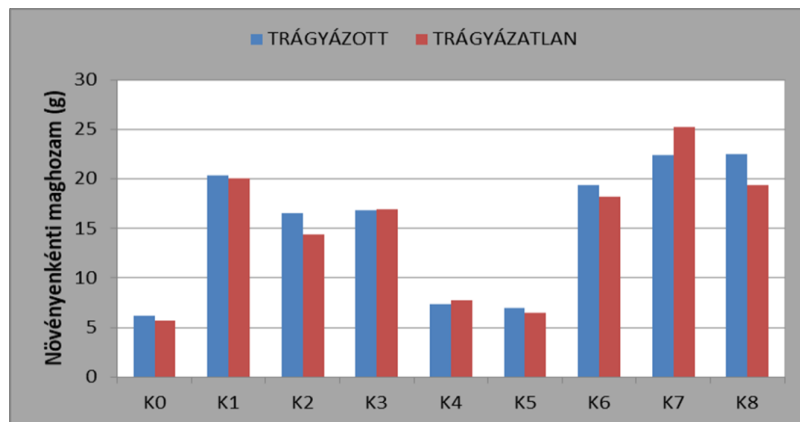
LSD (p 5%) 2,80 g/növ.; LSD (p 1%) 3,77 g/növ.; LSD (p 0,1%) 4,99 g/növ.

14. ábra: Betakarításkor mért gyökértömeg a trágyázott és trágyázatlan kezeléseknél
(Forrás: saját szerkesztés)

4.2.3.3. A maghozam

A 15. ábrán látható a növényenkénti maghozam alakulása.

A kontrollhoz (K0) tartozó növények esetében 6,18 g növényenkénti átlag maghozamot értünk el, míg azon kezeléseknél, ahol kialakult a szimbiózis viszonylag rövid idő alatt az oltást követően, jóval nagyobb növényenkénti maghozammal számolhattunk (lásd 15. ábra).



15. ábra: Növényenkénti maghozam alakulása (Forrás: saját szerkesztés)

A K4 és K5 kezeléseknél is kevesebb növényenkénti maghozam alakult ki, viszont a kontrollhoz (K0) viszonyítva grammban kifejezve nagyobb hozammal számolhattunk. E kezeléseknél (K4, K5) a tenyésztő alatt a szimbiózis későn alakult ki (augusztusra) a magok

felületére rájuttatott baktériumokkal, ennek is tulajdonítható a kisebb maghozam. Viszont azt is meg kell jegyezni itt, hogy a kontroll (K0) kezelésnél is augusztusra szimbiózis alakult ki, tehát a talajban nagyon kis számban, de voltak baktériumok.

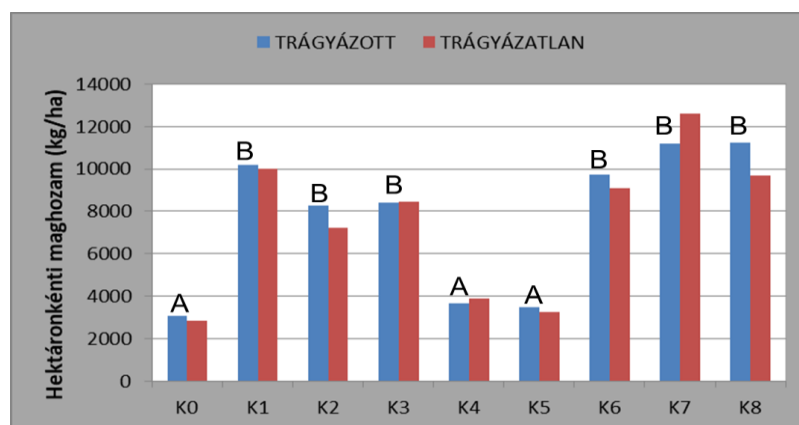
Az ugyanahhoz a kezeléshez tartozó trágyázott és trágyázatlan növények között a növényenkénti maghozamban jelentősebb eltérés a K2, K7 és K8 kezeléseknél látható. A K2 és K8 kezelésnél észlelhető különbség már a föld feletti össz fitomasszára, illetve a gyökértömegre vonatkozó eredményeknél is fellelhető. E két kezelésnél a trágyázott növények átlaga mutat nagyobb maghozamot, míg a K7-es kezelésnél a trágyázatlan növények átlaga.

A K7 kezelésnél a különbséget igazolja az is, hogy a trágyázatlan növények esetében a betakarításkori hüvelyek száma (63,33 db a trágyázatlan növények átlaga, míg 56,80 db a trágyázott növények átlaga), illetve a hüvelyenkénti magok száma (2,56 db/trágyázatlan növény, 2,35 db/trágyázott növény) is eltérő eredményeket mutatnak.

Próbáltam megkeresni az okát annak, hogy miért is lehet ez az egyedüli különbség (K7 kezelés), a készített képekből, az eredményekből arra a következtetésre jutottam, hogy a trágyázott 10-es számú növény 81 db magot, a 7-es számú növény 77 db magot hozott, míg a trágyázatlan 3 db növény nagyon magas darabszámot hoztak (149 db, 133 db és 203 db növényenként). Ugyanakkor a trágyázatlan növények gümőszáma is nagyobb értéket mutattak a trágyázott növényekhez viszonyítva. Tehát mindhárom trágyázatlan növény fejlettebb volt 3-4 elágazással, a gyökereken sok gümővel, a száron sok hüvellyel.

A 16. ábrán a hektáronkénti termés hozamot szemléltetem, amelyet a növényenkénti maghozamból számoltam ki. A 16. ábrán látható, hogy a kontroll (K0), valamint azon kezelések (K4, K5), melyeknél nem alakult ki a vetés után viszonylag rövid idő alatt a szimbiózis a növény és a baktériumok között, jóval kisebb termés hozammal számolhatunk. A K1, K7 és K8 kezelések esetében 10 tonna fölötti termés eredmények mutatkoztak.

Itt meg kell jegyezni, hogy a nagy termés átlagok alakulását esetünkben a növények számára kedvező ökológiai viszonyok, gondosabb odafigyelés, magasabb szintű technológia együttes hatása eredményezi.



LSD (p 5%) 2896,16 kg/ha; LSD (p 1%) 3894,73 kg/ha; LSD (p 0,1%) 5157,89 kg/ha

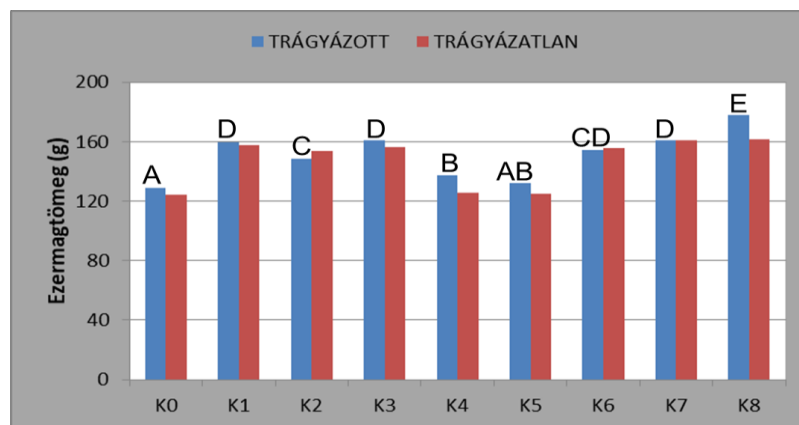
16. ábra: Hektáronkénti maghozam alakulása (Forrás: saját szerkesztés)

4.2.4. A szemtermésre vonatkozó laboratóriumi vizsgálatok eredményei

Erre vonatkozó méréseket betakarítás után végeztem el. A következőkben az erre vonatkozó eredményeket mutatom be.

4.2.4.1. A szemtermés ezermagtömege

Az ezermagtömegre vonatkozó méréseket betakarítás után végeztem el. A következő ábrán az erre vonatkozó eredményeket mutatom be (17. ábra).



LSD (p 5%) 0,18 g; LSD (p 1%) 0,24 g; LSD (p 0,1%) 0,33 g

17. ábra: Kezelések ezermagtömegének alakulása (Forrás: saját szerkesztés)

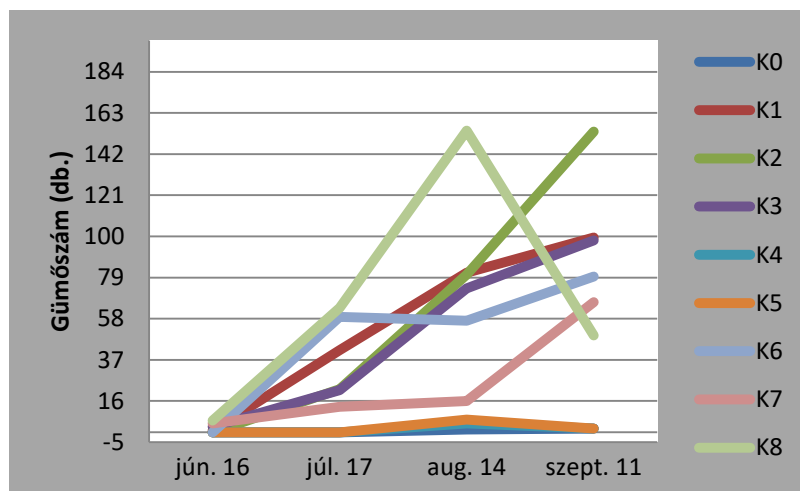
Az ezermagtömegre vonatkozó eredményeknél is vannak eltérések, a K0, K4 és K5 kezeléseknél mind a trágyázott, mind a trágyázatlan növények átlagai alacsonyabb értéket mutatnak a többi kezeléshez viszonyítva.

4.2.5. A kultúrfaj-baktérium szimbiózisra vonatkozó eredmények

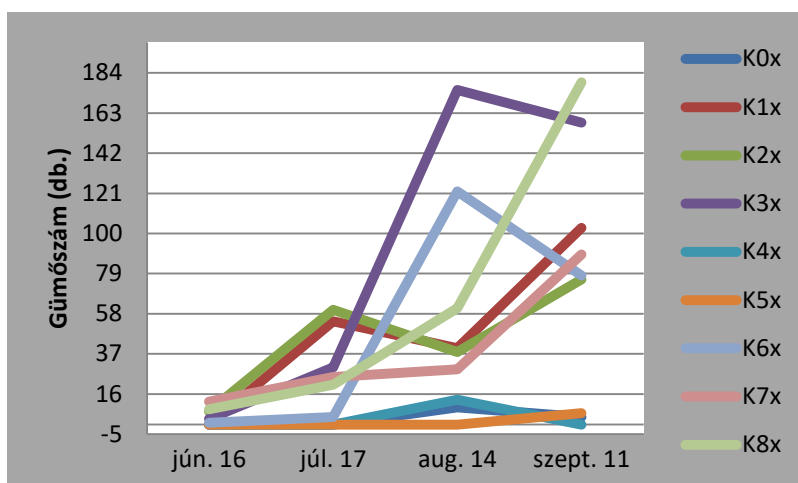
A kultúrfaj-baktérium szimbiózisra vonatkozó mérések a következők: gümők száma, gümők átmérője. Erre vonatkozó méréseket havonta végeztem el. A következőkben e mért adatokra vonatkozó eredményeket mutatom be.

4.2.5.1. Gümők száma

A gümők számára vonatkozó eredményeket a következő két diagram segítségével mutatom be (18. és 19. ábra). Első mérésakor kevés gümő volt megfigyelhető, mindemellett jelentősen több gümő volt kialakulva a trágyázatlan növények gyökerein. Második mérésakor a tenyészedenyekből kivett növényeknél nagy számban voltak gümők kialakulva, a K0, K4 és K5 kezelése kivételével. Legtöbb gümő a K8 kezelésnél (63,5 db átlag) volt számolható a trágyázott növényeknél, amit a K6 kezelés követett (59 db átlag), majd a K1 kezelés (42 db átlag). A trágyázatlan növények esetében a K2x kezelésnél (60 db átlag) volt a legtöbb gümőszám, amit a K1x kezelés követett (54 db átlag).



18. ábra: Gümőszám alakulása trágyázott kezeléseknél
(Forrás: saját szerkesztés)



19. ábra: Gümőszám alakulása trágyázatlan kezeléseknél
(Forrás: saját szerkesztés)

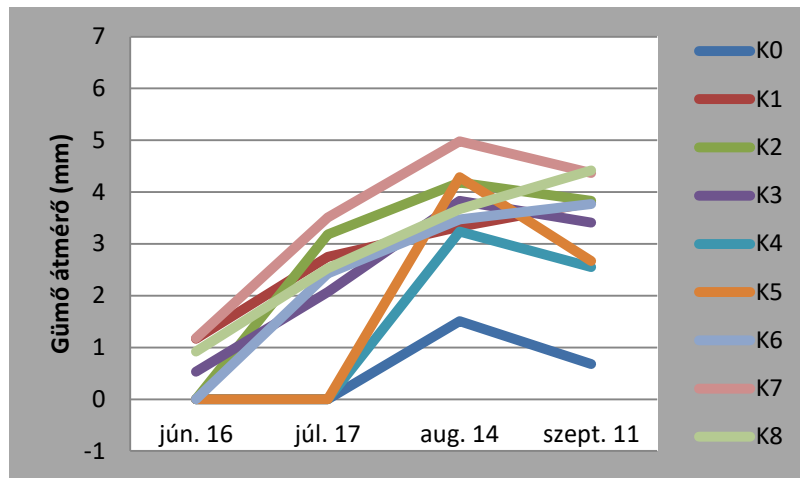
Harmadik, negyedik méréskor a K0, K4 és K5 kezeléseknél is gümők jelenléte volt észlelhető, igaz a többi kezeléshez viszonyítva nagyon kevés számban. E növényeknél látható volt a nitrogénhiány jelei.

Mivel a véletlenszerűen kiválasztott növényeknél számoltam a gümőket, eléggé változatos eredményekkel szembesültem annak ellenére, hogy igyekeztem egyforma fejlettségű növényeket kivenni a tenyészedényekből. A trágyázott növényeknél a K8, K2 és K1 kezeléseknél volt több gümő kialakulva, míg a trágyázatlan növényeknél a K3, K6 és K8 kezeléseknél (18. és 19. ábra). Betakarításkor a növények gyökerén levő gümőket nem tudtam számolni, azon kevés gümő ami még a gyökereken látható volt érintésre károsodtak, szétmállottak.

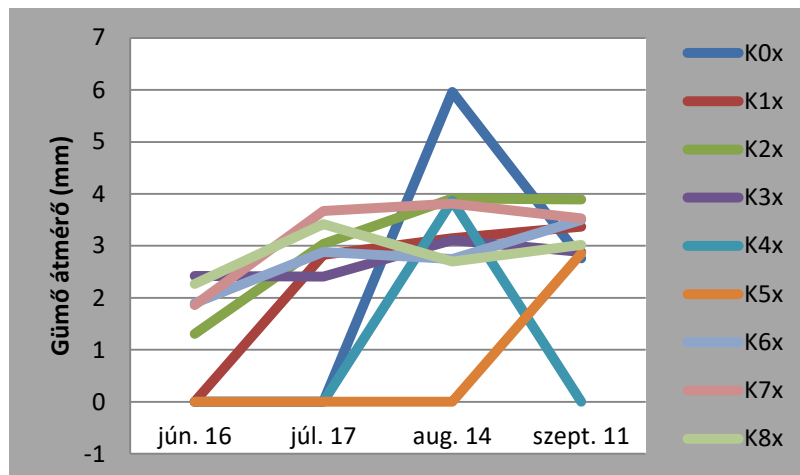
4.2.5.2. Gümők átmérője

A június 16-i méréskor a K0, K2, K4, K5 és K6 kezeléseknél nem voltak még kialakulva a gümők (20. és 21. ábra). A július 17-én végzett méréskor szintén nem voltak kialakulva gümők a K0, K4 és a K5 kezelések esetében. Az augusztus 14-én végzett méréskor érte el a csúcspontot a gümők átmérője, ezt követően a gümő átmérő csökkent. A csökkenés arra utal, hogy a szimbiózis már nem volt aktív, tehát a gümők aktív periódusa augusztus közepe után csökkent. A szeptember 11-én végzett mérés alapján azt láthatjuk, hogy a K1, K6 és K8 kezeléseknél továbbra is gümő átmérő növekedés volt, valószínű, hogy ezen kezeléseknél továbbá is aktívak voltak a baktériumok.

A többi kezelésnél gümő átmérő csökkenés volt látható. A gümők átmérőjére vonatkozó eredményeket a következő két diagram segítségével ábrázolom (20. és 21. ábra).



20. ábra: Gümő átmérő alakulása a trágyázott kezelések esetében (Forrás: saját szerkesztés)



21. ábra: Gümő átmérő alakulása a trágyázatlan kezelések esetében (Forrás: saját szerkesztés)

A gümőszámra és a gümő átmérőre vonatkozó eredményeket összehasonlítva nem fedezünk fel semmiféle összefüggést, tehát nem azon kezeléseknél nagyobb a gümőszám, melyeknél a gümő átmérő is nagy értéket mutat. Viszont a gümő átmérő és a termés hozam között van összefüggés, a K7 és K8 kezeléseknél a gümő átmérő 4 mm fölötti a szeptemberben végzett méréskor, és 11 tonna fölötti hektáronkénti termés hozammal számolhattunk. A legtöbb trágyázott kezelésnél az átmérő 3 és 5 mm között mozgott, míg a trágyázatlan kezeléseknél 2 és 4 mm között.

V. Fejezet

Következtetések és alkalmazásra vonatkozó javaslatok

Az elvégzett kísérlet megfigyelései és eredményei alapján az alábbi következtetések és javaslatok fogalmazhatók meg:

- A személyes megfigyelések, illetve az elért eredmények alapján elmondható, hogy a vetőmagoltásnak hatása van a növények fejlődésdinamikájára. A kezdeti fejlődésben nem tapasztaltam nagyobb eltéréseket a kezelések között, azonban később, a vegetációs fejlődésben már megmutatkozott a különbség. A kezeletlen kontroll (K0) elmaradt az oltott kezelésekhez képest, ugyanakkor a kezelések között is volt két olyan kezelés (K4 és K5), amelyeknél a szimbiózis nagyon későre alakult ki a szójanövények és a baktériumok között.
- A vizsgált új oltóanyagok nagyrésze kiváló eredményeket bizonyított, adott esetben meghaladták a piaci kínálatban levő multinacionális cég termékének eredményeit. Ezekkel érdemes további vizsgálatokat végezni termékfejlesztés céljából.
- A szójanövények vegetatív elemeire vonatkozó eredmények alapján elmondhatjuk, hogy a kezeletlen (K0), illetve azon kezelésekhez (K4, K5) tartozó növényeknél, amelyeknél nem alakult ki a szimbiózis, a növények mind fejlődésben, mind az oldalhajtások számában elmaradtak a többi kezeléshez (K1, K2, K3, K6, K7, K8) tartozó növényektől. A K0, K4 és K5 kezelésekhez tartozó növényeknél a gyökérhosszra vonatkozó eredmények alapján megállapítható, hogy e növények gyökerei hosszabbak, vagyis próbáltak tápanyagot elérni.
- A szójanövények generatív elemeire vonatkozó eredmények alapján szintén elmondható, hogy a K0, K4 és K5 kezelésekhez tartozó növények esetében kevesebb hüvely alakult ki.
- A hozamra vonatkozó eredmények alapján azt a következtetést lehet levonni, hogy az oltóanyagok használatának hatása van, különösképpen a maghozamra. A termés hozamot illetően a kapott eredmények azt bizonyítják, hogy a vetőmag oltásának hatására akár tíz tonna fölötti termés hozammal is számolhatunk.
- A kultúrfaj-baktérium szimbiózisra vonatkozó eredmények alapján elmondható, hogy azon növények, amelyeknél kialakult viszonylag rövid idő alatt a szimbiózis, az oltást követően jól fejlődtek, a gümők száma növekvő tendenciát mutatott, nagyobb növényenkénti

maghozamot hoztak. Azon kezeléseknél (K7, K8), melyeknél kevesebb gümő alakult ki a gyökereken, de a gümők átmérője nagyobb értéket mutatott, ott nagyobb növényenkénti maghozammal számolhattunk.

- Az eredmények elemzése következtében elmondható, hogy vetőmag oltással hozzájárulunk ahhoz, hogy a szója gyökérzetén gümők fejlődjenek, így a növény nem függ teljes mértékben a talaj nitrogéntartalmától, mivel nitrogénszükségletét fedezi a szimbiotikus kapcsolatból származó nitrogénnel. A folyamatosan emelkedő műtrágya árak mellett a vetőmag oltással nemcsak a költségeinket csökkentjük, hanem a környezetszennyezéshez való hozzájárulásunkat is. A vetőmag oltása befolyásolja a gümőképződést, a hüvelyképződést, a magtelítődést és főként a hozamot.

Irodalomjegyzék

1. Antal, J., Izsáki, Z., Kruppa, J., Pocsai, K., Schmidt, R., Fazekas, M., Kajdi, F., Késmárki, I., Reszkető, P., Sárvári, M., Szabó, L., Tóth, Z., Varga, S., Barnáné Bacsa, M., Iványiné dr. Gergely, I., Janowszky, J., Janowszky, Z., Gyuricza, Cs., Lesznyák Mátyásné, Máté, A., Pepó, P., Szabó, M., Balázs, J., Csajbók, J., Győri, T., Hoffmann, S., Kassai, K., Makai, S., Mikó, P., Nagy, J., Nagy, L., Nyárai Horváth, F., Petróczki, F., Szentpétery, Z. (2005). Növénytermesztéstan 2. (pp. 113-121, 123, 125). Mezőgazda Kiadó, Budapest.
2. Aranyi, N. R. (2019). A szójaoltás jelentősége és várható hozadékai. Agrofórum.
3. Balikó, S. (2014). A szója egyetemes és hazai története. Agro Napló Szójaiskola sorozata. <https://magyarszoja.hu/szoja-iskola/> Letöltve: 2022.02.12.
4. Balikó, S., Bódis, L., Kralovánszky, U. P. (2005). A szója termesztése (pp.12-14; 16; 80-90; 92-94; 114-115; 120-122; 135-144; 146-149; 156-159; 179-181; 194-195). Mezőgazda Kiadó, Budapest.
5. Balikó, S., F. Kuszák, K. (1997). Amit a szójáról tudni kell (pp. 12-13;16-17). Agroinform Kiadó és Nyomda Kft, Budapest.
6. Balikó, S. (2019). Szójatermesztés, 2018 – ami a számok mögött van. Agrofórum, 2019(Extra 79):71-73. https://agroforum.hu/assets/uploads/woocommerce_uploads/2019/02/2019_02_EX79_TOTAL.pdf Letöltve: 2022. 02.25.
7. Biró, B. (2017). Biológiai talajművelés (pp. 62-64). Agrárágazat.
8. Bódis, L., Kralovánszky, U. P. (1988). A szója élelmiszer és takarmány (pp. 64). Mezőgazdasági kiadó, Budapest.
9. Borcsa, J. (2009). Kézdizsentléleki breviárium (pp. 14). Ambrózia Pharm Kft. Kézdivásárhely.
10. Borsos, J., Pusztai, P., Radics, L., Szemán, L., Tomposné, L.V. (1994). Szántóföldi növénytermesztéstan (pp. 147-151). Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem Kertészeti Kar, Budapest.
11. Fodor, F. (2013). A növények vízháztartása, ásványi tóplálkozása, transzportfolyamatok. Fodor F. (szerk.), A növényi anyagcsere élettana (pp. 56). Eötvös Loránd Tudományegyetem.
12. GH. Bîlteanu., V. Bîrnaure (1979). Fitotehnie (pp. 359-400). Editura Ceres, Bucureşti.
13. Haraszty, Á. (1978). Növény szerkezettan és növényélettan (pp. 538-540). Nemzeti Tankönyvkiadó. Budapest.
14. Kátai, J. (2011). Talalökológia (pp. 19-21; 31-39; 80-84). TÁMOP-4.1.2-08/1/A-2009-0010 projekt.
15. Kisgyörgy, Z. (2001). Kézdizsentlélek. HEBA kft. Sepsiszentgyörgy.
16. Kónya, Á. (1972). Kovászna megye éghajlati jellemzése, (pp.127-136). Aluta, IV. Sepsiszentgyörgy.

17. Lőrincz, Zs. (2011). Mesterséges nitrogénkötő együttlések tanulmányozása in vitro szamóca-baktérium asszociációban és egysejtű zöldalga-baktérium-gomba modellrendszerben. ELTE Növénysszervezettani Tanszék. Budapest.
18. Matics, H., Bíró, B. (2015). A termékenységet javító baktériumos talajoltás történeti áttekintése. *Journal of Central European Agriculture*. 16(2). pp. 231-248.
19. Oldal, B. (2006): Rizoszféra-baktériumok és magasabb rendű növények interakcióinak ökológiai értelmezése (pp. 18; 27-30). Doktori értekezés, Gödöllő.
20. Parádi, I. (2013). Növényi szimbiózisok élettana. Fodor F. (szerk.), A növényi anyagcsere élettana (pp. 351-354). Eötvös Loránd Tudományegyetem.
21. Pethő, M. (2002). Mezőgazdasági növények élettana (pp. 229-241; 306; 313). Akadémia Kiadó. Budapest.
22. Putnoky, P. (2003). A szimbiotikus gümő inváziójában szerepet játszó bakteriális gének. MTA Doktori értekezés. Pécs.
23. Sárvári, É. (2013). Nitrogén- és kénautotrófia. Fodor F. (szerk.), A növényi anyagcsere élettana (pp. 191-198). Eötvös Loránd Tudományegyetem.
24. Szegi, J. (1967). Nitrogénkötő mikroorganizmusok jelentősége a talaj termékenysége szempontjából. *Agrokémia és talajtan*. Tom. 16. No. 3: 477-486.
25. Timár, É. (1984). Nitrogén-körforgalom a bioszférában. *Agrokémia és talajtan*. Tom.33. No.3-4: 563-584.

Internetes forrás: <https://scdaturda.ro/felix/> Letöltve: 2022.04.02.