

Neumann János Egyetem
Kertészeti és Vidékfejlesztési Kar
Agrártudományi Tanszék

**Hozamfokozás mikorrhiza készítmény
alkalmazásával szabadföldi kápia paprika
termesztésben**
TDK DOLGOZAT

Készítette:
Budai Viktor
Kertészmérnök Bsc
Nappali tagozatos hallgató

Konzulens:
Dr. Mihálka Virág
Főiskolai docens

Kecskemét
2023

Tartalomjegyzék

1.	BEVEZETÉS.....	1
2.	CÉLKITŰZÉS.....	2
3.	IRODALMI ÁTTEKINTÉS.....	3
3.1.	A PAPRIKA SZÁRMAZÁSA ÉS ELTERJEDÉSE.....	3
3.2.	AZ ÉTKEZÉSI PAPRIKA GAZDASÁGI JELENTŐSÉGE.....	3
3.3.	TÁPLÁLKOZÁSI JELENTŐSÉG.....	5
3.4.	NÖVÉNYTANI JELLEMZÉS.....	6
3.5.	KÖRNYEZETI IGÉNYEK.....	8
3.5.1.	<i>Fényigény.....</i>	8
3.5.2.	<i>Hőigény.....</i>	8
3.5.3.	<i>Vízigény.....</i>	8
3.5.4.	<i>Talaj- és tápanyagigény.....</i>	9
3.6.	ÉTKEZÉSI PAPRIKA FAJTAVÁLASZTÁS SZEMPONTJAI.....	13
3.7.	PALÁNTÁZOTT SZABADFÖLDI ÉTKEZÉSI PAPRIKA TERMESZTÉSTECHNOLÓGIÁJA.....	13
3.7.1.	<i>Területkiválasztás, vetésforgó.....</i>	13
3.7.2.	<i>Talajelőkészítés.....</i>	14
3.7.3.	<i>Palántanevelés.....</i>	14
3.7.4.	<i>Ültetés.....</i>	15
3.7.5.	<i>Ápolási munkák.....</i>	15
3.7.6.	<i>Betakarítás.....</i>	16
3.8.	MIKORRHIZA GOMBÁK.....	16
3.8.1.	<i>A mikorrhiza gombák általános bemutatása.....</i>	16
3.8.2.	<i>Mikorrhiza gombák a mezőgazdasági termelésben.....</i>	20
3.8.3.	<i>Mikorrhiza kezelés a paprikatermesztésben.....</i>	21
4.	ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK.....	23
4.1.	A KÍSÉRLET HELYSZÍNE, FAJTAVÁLASZTÁS.....	23
4.2.	TALAJMINTAVÉTEL ÉS TALAJANALÍZIS.....	23
4.3.	MIKORRHIZA GOMBA KÉSZÍTMÉNY.....	24
4.4.	PALÁNTANEVELÉS, MIKORRHIZA KEZELÉSEK.....	25
4.5.	TALAJELŐKÉSZÍTÉS.....	25
4.6.	ÜLTETÉSTŐL BETAKARÍTÁSIG.....	26
4.7.	NÖVÉNYELRENDEZÉS ÉS HEKTÁRONKÉNTI TÖSZÁM.....	26
4.8.	KÍSÉRLETI ELRENDEZÉS.....	27
4.9.	ADATFELVÉTELEZÉS.....	27
4.9.1.	<i>A palánták gyökérzetének kiértékelése.....</i>	27
4.9.2.	<i>Adatfelvétel a betakarítás során.....</i>	28
4.9.3.	<i>Gyökérzet száraztömegének mérése.....</i>	28
4.10.	KIÉRTÉKELÉS, STATISZTIKAI ANALÍZIS.....	29
5.	EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK.....	30
5.1.	TALAJVIZSGÁLATI EREDMÉNYEK KIÉRTÉKELÉSE.....	30
5.2.	PALÁNTÁK ÉS A PALÁNTÁK GYÖKÉRZETÉNEK OSZTÁLYZÁSA.....	31
5.3.	A GYÖKÉRZET SZÁRAZTÖMEGE.....	33
5.4.	LOMBOZAT SZEMREVÉTELEZÉSE.....	34
5.5.	NÖVÉNYENKÉNTI ÁTLAGOS HOZAM.....	36
5.6.	NÖVÉNYENKÉNTI ÁTLAGOS BOGYÓSZÁM.....	38
5.7.	BECSÜLT HEKTÁRONKÉNTI ÁTLAGOS HOZAM KEZELÉSENKÉNT.....	38
5.7.1.	<i>Homokos terület.....</i>	38
5.7.2.	<i>Szikes terület.....</i>	38

5.8.	A BOGYÓK MINŐSÉGE.....	40
5.9.	ÉRÉSDINAMIKA.....	41
6.	ÖSSZEFOGLALÁS.....	43
7.	IRODALOMJEGYZÉK.....	45

1. Bevezetés

Hazánkban is megjelent az igény a minél kevesebb vegyszermaradékot tartalmazó mezőgazdasági termékek iránt. Az uniós csatlakozás óta az egyre szigorodó növényvédelmi szabályozások is ebbe az irányba terelik a termesztéstechnológiákat. Az egyre csökkenő számú engedélyezett növényvédőszer hatóanyagok, az egyre szigorodó ellenőrzések, valamint a folyamatosan növekvő növényvédőszer és egyéb inputanyag árak kényszerítik a termelőket a régi hagyományos növényvédelmi technológiák elhagyására és az integrált növényvédelmi technológiák bevezetésére, amik inkább a megelőzésre fordítják a hangsúlyt és a kémiai növényvédelmet csak legvégső esetben használják.

A szakemberek felismerték, hogy ha a növényeket jó kondícióban tartjuk, akkor az növeli a növények ellenállóképességét a különböző kórokozókkal és kártevőkkel, valamint az éghajlatváltozással kapcsolatban fellépő abiotikus stresszekkel szemben. A termésnövelő anyagok, egyik jelentős csoportja a mikrobiológiai készítmények, melyek segíthetnek a fenti célok elérésében.

A családi gazdaságunkban, ahol főként szabadföldi zöldségféléket termesztünk, már évek óta használunk mikrobiológiai készítményeket legfőképp talajoltásra, szárbontás céljából, amikkel eddig pozitív tapasztalataink voltak. Több internetes forrásból és egyetemi tanulmányaim alatt is többször hallottam a mikorrhiza készítményekről és azoknak akár több 10 éven át tartó pozitív hatásairól, így felkeltette az érdeklődésemet, és elhatároztam, hogy kísérletet állítok be egy mikorrhiza készítmény vizsgálatára területünkön.

A szakirodalom alapján a mikorrhiza gomba növeli a növény gyökérzetének tápanyagfelvevő felületét, ami által több tápanyaghoz jut, növekedése erőteljesebb és hozamai várhatóan nagyobbak lesznek, valamint ellenállóbb lesz az egyre gyakoribb és szélsőségesebb aszályokkal szemben is.

Mivel Zákányszéken, ahol gazdálkodunk gyengébb minőségű, rossz vízmegtartóképességű és tápanyagszolgáltató képességű homoktalajok találhatók, így látványos pozitív hatást vártam a kísérletem eredményében.

2. Célkitűzés

Tudományos Diákköri dolgozatom céljául tűztem ki, hogy szabadföldi kápia termesztésben kísérletet végezzek családi gazdaságunk területén egy mikorrhiza készítmény hatásainak vizsgálatára. Kísérletem a családi gazdaságon belül két területen állítottam be, ahol a kísérlet egyik talaja inkább egy gyengébb minőségű homoktalaj, a másik terület pedig egy kicsit jobb minőségű szikes jellegű homoktalaj.

A kísérlet során célul tűztem ki, hogy megvizsgálom a mikorrhiza készítmény hatását a palánták minőségére, a paprika gyökértömegére, valamint a bogyók minőségére, tömegére és darabszámára, valamint vizsgáltam továbbá a bogyók érésdinamikáját.

Célkitűzéseim között szerepelt továbbá, hogy megvizsgálom, hogyan befolyásolják a fenti eredményeket a különböző időpontokban (fenológiai fázisokban) elvégzett oltások. Magvetéskor, illetve palántaneveléskor végeztem oltást, egyes növények pedig mindkét időpontban kaptak mikorrhiza kezelést. Kíváncsi voltam az előbb felsorolt mérési szempontokon kívül a mikorrhiza gomba két különböző talajtípuson kifejtett pozitív hatásának mértékére is a különböző kezelések esetében.

3. Irodalmi áttekintés

3.1. A paprika származása és elterjedése

A paprika Brazília, a tőle északra lévő dél-amerikai országokból és az Antillákról származik (ANGELI, 1968).

A paprika származási helyének egyesek Perut tartják, mivel itt találhatók a legidősebb történelmi bizonyítékok a paprikához kapcsolódóan, míg mások Mexikót és Guatemalát tartják a paprika őshazájának. Sokan úgy vélték, hogy Amerika felfedezése előtt is termesztettek paprikát Ázsiában, de nagyrészt ezek csak feltételezések maradtak, valamint sokról bebizonyosodott, hogy más fűszernövényről vonatkoztattak a paprikára.

A paprika pontos származási helyéről különböző vélemények vannak, viszont a források nagy része abban egyetért, hogy a paprika valahonnan Dél-Amerikából és/vagy Közép-Amerikából származik, Amerika felfedezésekor az őslakosok már nagy mennyiségben termesztették. Amerika felfedezése után került Portugáliába a 16. század elején, ahol gyorsan terjedt, megfélemlítve a borssal és más fűszerekkel kereskedőket, mivel a paprika olcsóbb volt. Ezek a kereskedők pénzüket féltve elverték, hogy elrendeljék a paprika kiirtását Portugáliából, így csak egy fél évszázaddal később terjedt el Európában a 16. század közepe táján.

Magyarországon először 1570-ben Széchy Margit kertjében volt megtalálható, aki Zrínyi Miklós nevelőanyja volt (SOMOS, 1981).

Magyar irodalomban elsőként 1604-ben Szenczi Molnár Albert említette meg, akkor „török borsként” hivatkozott rá. Fűszernövényként csak 18. században terjedt el széleskörben hazánkban és a század végére már tömegesen termelték itthon. A 19. század végén Szeged környékén már 2000 hektáron termesztettek fűszerpaprikát, ahonnan már nyugatra is exportáltak.

Az étkezési paprika széleskörű termesztése lényegesebben később az 1890-es években kezdődött szentes környékén, azonban az 1960-es évek végére hazai termőterülete már elérte a 20 000 hektárt is (ANGELI, 1968).

3.2. Az étkezési paprika gazdasági jelentősége

Magyarországon az 1990-es évek végén 200 000 tonna étkezési paprika került előállításra 6200 hektáron, amelyből 4000 ha szabadföldi termeszőterület és 2200 ha hajtattott felület duplahasznosítással együtt (tavaszi és őszi termesztés ugyanabban az évben és ugyanabban a

termesztőberendezésben). A legfőbb fajtacsoport a fehér bogyójú, ezután következik paradicsom alakú, majd a hegyes, csípős fajták. Export nagyrészt nyugati és északi irányba történt elsősorban TV paprikát exportáltunk. Hazai fogyasztás legnagyobb részben a TV paprikából tevődött össze (MÁRTONFFY, 1999).

Ezután a 1990-es évek végétől 2010-es évek elejéig drasztikus csökkenés következett be a termőterületben. 2011-ben már csak 1150 hektáron termesztettünk szabadföldi étkezési paprikát, míg hajtatott területen csak 1500 hektáron.

Az **1. táblázat**ból látható, hogy 2019-ig további folyamatos területcsökkenés figyelhető meg, szabadföldi étkezési paprikát már csak 600 hektáron termesztettünk, viszont a hajtatási felület nagysága stagnált. A területcsökkenés miatt az utóbbi 10 évben szabadföldi étkezési paprika esetében szintén termésmennyiség csökkenés látható hazánkban (2011-ben 35 800 tonna - 2019-ben 18 000 tonna termést takarítottak be), ezzel ellentétben a hajtatott étkezési paprika termésmennyisége 151 300 tonnáról 185 000 tonnára nőtt. Ennek legfőbb okai fűtött termesztőberendezések (üvegház, fűtött fólia) és a talajnélküli (hidrokultúrás) termesztés terjedése. (FruitVeb, 2020)

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Szabadföldi paprika termésterülete (ha)	1150	1070	1100	1080	1000	820	850	700	600
Szabadföldi paprika termésmennyisége (ezer tonna)	35,8	30,4	34,0	35,0	37,0	28,0	30,0	22,0	18,0
Hajtatott paprika termésterülete (ha)	1520	1550	1530	1550	1500	1500	1550	1550	1550
Hajtatott paprika termésmennyisége (ezer tonna)	151,3	143,0	155,0	164,0	170,0	176,0	185,0	185,0	185,0

1. táblázat: Paprika termelés alakulása hazánkban 2011 és 2019 között. Forrás: FruitVeb, saját szerkesztés

A szabadföldi étkezési paprika termelés visszaesésének legfőbb okai nem gazdasági okok, hanem a klímaváltozás miatti bizonytalan termesztési siker, beleértve a szélsőséges időjárást (hideg tavasz, forró nyár, egyenlőtlen csapadékeloszlás, viharok és jégesők növekvő kockázata, őszi első fagy kiszámíthatatlansága), a gyakoribb fertőzéseket és a viszonylag új kártevők megjelenése (bagolylepke- és poloskafajok). A másik fő ok pedig a kertészeti ágazatban tapasztalt állandó munkaerőhiány, ami legfőképp a betakarítási időszakban jelenti a legnagyobb problémát.

A megmaradt szabadföldi területeken körülbelül 40%-on kápiát, 40%-on pritamin/paradicsompaprikát, a maradék területen alma, spirál és egyéb paprikát termesztnek. Szabadföldön a TV paprika termesztés szinte teljesen megszűnt (FruitVeb, 2020).

A szabadföldi étkezési paprika 1/3-a kerül feldolgozásra, a többi része frisspiaci fogyasztásra kerül. A nagy hazai feldolgozók közé tartozik a kecskeméti Univer gyár, ami a Piros Arany, Erős Pista, Édes Anna és a Gulyáskrémm gyártása során használja fel az étkezési paprikát. Pritamin paprikából nagyobb mennyiséget vásárol az osztrák Félix gyár, amit ketchupgyártáshoz használnak fel. Ezeken felül az étkezési paprikát a konzervipar vásárolja fel savanyításai célokra (almapaprika és spirál) (TAKÁCSNÉ, 2020).

3.3. Táplálkozási jelentőség

„A magyar nép kedvező egészségi helyzetének egyik oka a nagy paprikafogyasztás, mely az egyoldalú táplálkozás (kenyér és szalonna) hátrányait kiküszöböli.” mondta Szent-Györgyi Albert Nobel-díjas magyar kutató, aki a szegedi paprikából mutatta ki a világon először az aszkorbinsavat, közismert nevén a C-vitamint. A C-vitamin vízben oldható vitamin, ami gyorsan kiürül az emberi szervezetből, ezért fontos napi rendszerességgű fogyasztása.

A zöld, az apró bogyójú, a szabadföldi termesztésből és a biológiailag érett paprikák több, míg a fehér fajtájú, nagy bogyójú, hajtattott termesztésből származó és gazdasági érett paprikák kevesebb C-vitamint tartalmaznak.

Jelentős a P-vitamintartalma is a paprikának, ami a C-vitamin biológiai hatását fokozza.

A biológiailag érett piros paprika nagyjából annyi karotint tartalmaz, mint a sárgarépa. A karotin az A-vitamin képződésében fontos, annak provitaminja.

B₁- és B₂- vitamint is tartalmaz (BALÁZS, 1994).

Kapszaicin tartalma 250-500 µg nem csípős fajtáknál, míg csípős fajtáknál 1000 µg felett van. A kapszaicin nagy mennyiségben az érzékeny gyomrúaknak árt. Megfelelő

menyiségben fogyasztva kedvező értégtartó hatása van (emiat gyógyszer alapanyagként is használják), valamint bizonyos típusú fejfájások ellen is használható.

Fontos megemlíteni, hogy megfelelő tápanyag-utánpótlás esetén káros szint alatt van a nitrát tartalom (ZATYKÓ, 1993).

3.4. Növénytani jellemzés

A paprika *Capsicum annuum* a Solanaceae családba (burgonyafélék) tartozik, ezen belül a *Capsicum* nemzetségbe. Ebben a nemzetségben 25 vad és 5 kultúrfaj tartozik (TAKÁCSNÉ, 2020).

Csíránövény

A csíránövény két darab hosszúkas szikleveélből, a szik alatti szárból és a főgyökérből áll, amihez az fiatal oldalgyökökerek kapcsolódnak. A csíránövény kelés során sétatálcaszerű alakzatban kel ki. A kelés során a maghéjat többnyire a földben hagyja, ha a maghéjjal együtt kel ki, akkor az kedvezőtlen csírázási feltételekre utal. A sziklevelek többnyire közel vízszintes helyzetűek, egyes fajtáké ellenben estére függőlegeshez közeli helyzetet vesznek fel. A szik alatti szárrész általában antocianint tartalmaz, ami lilás színt kölcsönöz neki.

Gyökérzet

Termesztési technológiától függően két típusú gyökérzet alakulhat ki. Állandó helyre vetés esetén főgyökeret fejleszt, amelyen egyenletesen oldalgyökökerek találhatók. Palántanevelésnél, ahol tűzdelés és kiültetés során sérül a gyökérzet, a stressz hatására tömegesen oldalgyökökerekét fejleszt, így a gyökérzet nagyban hasonlít a bojtos gyökérzetre. Sérülés után a gyökökerek a főgyökér két szemközti oldalán függőleges sorban fejlődik ki. A paprika gyökereinek többsége a talaj felső rétegében helyezkednek el, helyrevertett technológiánál 10-15 cm-rel mélyebben, mint a palántázott technológiánál.

Hajtásrendszer

Két csoportra osztható, vannak folytonos növekedésűek és csokrosak/determinált típusúak. Mindkét típus fiatal korban a 9-10. levélnóduszig elágazás nélkül fejlődik ki, amíg az első bimbókezdemény vagy virág nem jelenik meg és onnantól két ágat nem fejleszt.

A folytonos növekedésű paprikafajtáknál többnyire kétszer két elágazásig fűrtös jellegűen növekednek, ekkorra négy ág alakul ki. A négy ágon ezentúl bogas jellegűen növekszik tovább, azaz a további nóduszokon egy virágot, egy tovább növvő ágat és egy tovább nem növvő ágat fejleszt.

A csokros/determinált fajták egy nóduszon egynél több virágot is képesek fejleszteni és attól nódusztól az ágrendszer növekedését leállítják. Innentől az eddig kifejlődött ágrendszer

idősebb részei fejlesztenek további rövid szártagú, tovább nem növvő elágazásokat, többnyire több virággal. A vegetatív növekedést befolyásoló környezeti tényezőktől függ, hogy melyik elágazásszinttől lesz csokros jellegű a determinált növény.

Levél

A paprika levele ép szélű, nyeles, alakja lehet ovális, hegyesedő és kerekded alakú. A levél színe kis mértékben igazodik a termés színéhez általában, a sötétzöld termésű paprikák levele sötétebb, a fehér termésű paprikáké világosabb, de vannak olyan fehér termésű fajták is, amelyeket sötétebb levélszínre nemesítettek a jobb ellenálló képesség miatt. Érdekes, hogy a folyton növekvő fajtáknak közel azonos a terméstömege a szár, valamint a levelek együttes tömegével. A csokros fajták pedig négyszer akkora tömegű termést állítanak elő, mint a vegetatív tömegük.

Virág

A paprika virágai kétivarúak 5(-8) szirmúak, fehérek és a tövüknél összeforrtak. A porzók száma megegyezik a szirmok számával, a színük pedig lila. A porzósálak tövénél mézfajtók helyezkednek el. A termő bibeszálban és bibében végződik, alakja pedig hasonlít a termés alakjához. A paprikának a virágai önbeporzóak, de rovarok által akár idegenporzás is történhet. Kísérletek alapján az egymással érintkező, egymás melletti paprika töveknél az idegenporzás mértéke 25-30%, az egymással nem érintkező közeli növények, amik mondjuk egymás mellett két különböző sorban vannak ott csak 5-10% az idegenbeporzás mértéke. 50 méteres távolságnál az idegenbeporzás gyakorlatilag megszűnik.

Termés

A paprika termése bogyótermés, minden része termesztési vagy gazdasági szempontból jelentős. A bogyó részei az összenőtt termőlevelek által alkotott termésfal, a központi tengely a magokkal, az erek vagy rekeszfalak, a csésze és a kocsány.

A bogyó legértékesebb része a termésfal, fontos értékmérője az úgynevezett „húsvastagság”. A termésfalat kívülről egy sejtrétegű epikarpium/epidermisz borítja, a termésüreg felől belülről pedig ugyanúgy egy sejtsorú endokarpium borítja. Az epikarpium alatt 4-5 sejtsorú hipoderma található, melynek sejtközi járataiban kutin rakodhat le fajtától függő vastagságban. Az epikarpium és a kutinrétegek együttesen a terméshéjat alkotják, amely a termésfal nehezen emészthető külső része. A hipoderma alatt parenchimasejtek alkotják a mezodermaréteget. A mezoderma termésüreg felőli oldalán óriás sejtek találhatóak. A mezoderma fogyasztási szempontból a termés legértékesebb része.

Az előbb említett részeken kívül a termés többi része fogyasztásra nem alkalmas, ezeknek a részeknek az aránya akkor a legkedvezőbb, ha a termés össztömegéből minél kisebb részt tesznek ki. Ezekhez a részekhez tartozik a központi oszlop a magokkal, az erek egy része, a csésze, és a kocsány, amit csumának is neveznek. Az erek középső harmadában helyezkednek el a kapszaicin tartalmú mirigyek. A csésze ízesülése és elhelyezkedése is fontos fajtabélyeg. A kocsány alakja határozza meg a termés helyzetét, ha egyenes akkor felálló, ha görbült akkor csüngő helyzetű a termés. A kocsány egy ponton csatlakozik a növényhez, fontos fajtanemesítési szempont, hogy milyen könnyen válik le a növényről, ugyanis ez befolyásolja a szedés könnyűségét (ZATYKÓ, 1993).

Mag

A paprika magja 3-4 mm hosszú, 2-3 mm széles és 0,5-1 mm vastag. A mag színe sárgásfehér, alakja lapított vese alakú. 30 °C-on 10-14 nap alatt csírázik és megfelelő tárolás esetén 3-4 évig marad csíráképes (ANGELI, 1968).

3.5. Környezeti igények

3.5.1. Fényigény

A paprika a fényigényes növények közé tartozik. Terméskötődéshez minimum 13-14 óra megvilágításidőtartam és körülbelül 5000 lux fényerősség szükséges, ez fajtaként kis mértékben eltérhet (ZATYKÓ-MÁRKUS, 2006).

Hazánk a szabadföldi paprikatermesztés északi határán található. A paprika minimum 1400 óra megvilágítást igényel a tenyészidőszak során (MÁRTONFYY, 1999).

3.5.2. Hőigény

A paprika a hőigényes növények közé tartozik, az egész tenyészidőszak alatt 3000 °C hőösszeget igényel. Hőoptimuma 25±5-7 °C. Csírázáskor 30-32 °C-ot igényel, míg szikleveles korban 18-20 °C-ot. Lombleveles korban 25 °C körüli hőmérséklet az optimális, 35 °C fok felett már nem köt, fejlődési küszöbértéke 10 °C fok körül van. A paprika a hideget nem tűri, ha tartósan fejlődési küszöb körül vagy az alatt van a hőmérséklet az termesztési szempontból helyrehozhatatlan károkat eredményez. A fagypon alatti hőmérsékletet egyáltalán nem viseli el.

3.5.3. Vízigény

Az előző szempontokhoz hasonlóan a paprika vízigény szempontjából is igényes növény, a tenyészidőszak alatt 650-700 mm vizet igényel. A fiatal növény vízfogyasztási együtthatója 100-200, ami azt jelenti, hogy 1 egységnyi termésmennyiség előállításához a talaj és a növény

által elpárologtatott víz mennyisége 100 egység. Optimális feltételek esetén termésátlagos 5 kg/m², aminél a vízfogyasztási együtthatót (100-200) is figyelembe véve 500 mm vízszükségletet kapunk, amihez hozzáadódik az elfolyásból és egyéb okból származó veszteség, akkor 650-700 mm víz biztosítása indokolt. Másik megközelítésből a paprika számára a talaj vízkapacitásának 60-70%-os telítettsége és a levegő 90-95%-os (növényvédelmi szempontból a 80%-os) relatív páratartalom a legoptimálisabb (ZATYKÓ-MÁRKUS, 2006).

3.5.4. Talaj- és tápanyagigény

A zöldségfajok közül az uborka és a paprika a legigényesebb a talaj szerkezetére, fizikai és kémiai tulajdonságaira. Termesztéshez a vályogos homok és homokos vályog a legmegfelelőbb, ugyanis ezek a talajok gyorsan felmelegednek és a víz- és tápanyagmegtartóképességük is jó. Korai szabadföldi termesztés ezeknél lazább homoktalajokon is történik, mivel ezek a talajok gyorsan melegednek és laza szerkezetűek, viszont vízmegtartó képességük nagyon gyenge. Ezeken a gyengébb minőségű talajokon a paradicsompaprika termesztés sikeres lehet, ezzel ellentétben a fehér termésű paprikák termesztése nem ajánlott rajta, mivel azok minden szempontból igényesebbek a paradicsompaprikánál. Szabadföldön a 2-3%-os humusztartalom elfogadható, gyengébb minőségű talajokat szervesztrágyázással lehet javítani, aminek mennyisége 30-100 tonna/hektár között változhat. A laza és homoktalajok jellemzője, hogy levegőzöttségük jó, de víz- és tápanyag tartóképességük gyenge egyrészt az alacsony humusztartalom miatt is. Az előbb felsorolt tulajdonságok ellenére mégis sok helyen termesztene szabadföldi paprikát sikeresen, ugyanis ezeken a helyeken megfelelő technológiával, nagy mennyiségű szervesztrágya kijuttatásával, megfelelő öntözéssel sikeres termesztést lehet folytatni, valamint fontos megemlíteni, hogy a homoktalajok gyorsan felmelegednek, ezért ezeken a talajokon lehet előállítani a legkorábbi szabadföldi paprikát.

A paprika, habár tápanyagigényes növény, mégsem tűri a magas sótartalmat, ezért a tápanyagot több menetben kisebb adagokban érdemes kijuttatni (MÁRTONFYY, 1999).

Egy tonna termésében 2,4 kg nitrogént (N), 0,9 kg foszfort (P₂O₅) és 3,4 kg káliumot (K₂O) tartalmaz (ZATYKÓ, 1993).

A tápelemek között vannak reutilizálható és nem reutilizálható elemek is. A reutilizálhatóság egy tápelem növényen belüli átépíthetőségét jelenti. A reutilizálható elemek hiánya az idősebb részekben mutatkozik először, míg a nem reutilizálható elemek hiánytünete a fiatal részekben figyelhető meg először. Reutilizálható elem a nitrogén, foszfor, kálium és magnézium. Nem reutilizálható elem a vas, mangán, kén, kalcium és bór (PETHŐ, 2016).

Nitrogén

A nitrogén a vegetatív részek fejlődéséhez szükséges. A paprika a legtöbb nitrogént palántanevelés idején fiatal korban, a kiültetés utáni időszakban és az első kötések után igényli (ZATYKÓ, 1993).

A nitrogénhiány tünetei elsőként a hajtások növekedésének lassulásával és az alsó levelek sárgulásával jelentkezik, ha tartós a nitrogénhiány, akkor a paprika növényen az alsó levelekről a sárgaság, azaz klorózis már a középső rész levelein és a fiatal leveleken is észrevehető lesz, az idősebb leveleken már nekrotikus foltok is találhatóak lesznek. Tartós hiány esetén a további tünetek már a bogyókon is megjelennek, a bogyók húsfa vékony marad, valamint megnyúltak lesznek. A nitrogénhiányban szenvedő növény merevtartású lesz, levelei a szárral párhuzamosan állnak, gyökérzete hosszúra nyúlt, kevésbé elágazó és vékony (ZATYKÓ-MÁRKUS, 2006).

Enyhe nitrogénhiány lehet pozitív hatású is, mert fokozza a koraiságot, ugyanis kedvezően hat a virágképzésre és terméskötődésre (ZATYKÓ, 1993).

A nitrogén túladagolása elegendő nedvesség esetén vastag szárat, erős lombozatot eredményez, valamint a növény virágzása késik és rosszul köt, bogyói apróak és alakjuk fajtától eltérőek lesznek. Ha a nitrogénhiány vízhiánnyal is párosul, akkor a magas sókoncentráció alakul ki, amely barna gyökérzetet, vékony szárat és sötétzöld leveleket eredményez (ZATYKÓ-MÁRKUS, 2006).

Foszfor

Foszfor tekintetében a paprika mérsékelt igényűnek mondható, ugyanis a három makroelem (NPK) közül a foszforból igényel a paprika a legkevesebbet, ennek ellenére az igény többszörösét célszerű kijuttatni, ugyanis a foszfor rosszul hasznosul. A foszfor a generatív részek fejlődéséhez szükséges, hatása van a termésmennyiségre, a termések alakjára, valamint a minőségére. Ez előbb leírt hatásokon felül fokozza a gyökérzet növekedését, valamint kedvezően befolyásolja a rhizoszféra mikroflorájának összetételét és elősegíti a nitrogénkötő baktériumok szaporodását és tevékenységét (ZATYKÓ, 1993).

A foszfor hiánya már a termesztés első felében jelentkezik palántanevelés során, valamint közvetlenül kiültetés után. A foszforhiányos paprika növekedése lelassul, vékony szárat és gyenge gyökérzetet fejleszt, későn virágzik, valamint rosszul kötődik. Az idősebb levelek fonákán vöröseszöld, barnászöld elszíneződés található, amelyek idővel lehullanak a növényről (ZATYKÓ-MÁRKUS, 2006).

Kálium

A kálium jelentősen szabályozza a növény életfolyamatait. Ellátottságának mértéke befolyásolja a termésmennyiséget, de túlzott ellátottság esetén a paprika növény kevésbé lesz ellenálló a baktériumos és gombás betegségekre. Káliumból a paprika keveset igényel a tenyészidőszak elején, ugyanis kisebb káliumellátottság esetén jobb a terméskötődés, ami több korai termést eredményez (ZATYKÓ, 1993).

A káliumhiány tünetei a nitrogénhiányhoz hasonlóan az alsó leveleken jelentkeznek először. Az alsó levelek elkezdenek sárgulni, de a nitrogénhiánnyal ellentétben itt nem sárgul ki az egész levél, az erek és az azokat határoló levélszövet a lehulláskor is élénkzöld színű. Káliumhiány esetén a sárgulás a levél csúcsi részéről indul és a levélnyel irányába halad. A káliumhiányos növények kevésbé tűrik a szárazságot, kevesebb színanyagot tartalmaz a termése és a káliumtúladagolással megegyezően fogékonyabb a baktériumos és gombás betegségekre is.

További paprikatermesztésben előforduló tápelemhiányok:

Kalcium

A kalciumhiány paprikatermesztésben az egyik leggyakoribb tápanyaghiánnyal összefüggő rendellenesség, ennek egyik fő okai, hogy a kalcium nehezen felvehető a paprika számára, valamint a kalcium a nem reutilizálható elemek közé tartozik. A kalcium mivel nem reutilizálható, ezért hiányának tünetei először a fiatal leveleken jelennek meg klorózis formájában. Másik jellemző és jelentősebb tünet az úgynevezett csúcsrothadás, ami a bogyó bibepont felőli részén keletkező beszáradt barna foltot jelent, a bogyó többi része egészséges marad. A folt nagysága a hiány mértékével egyenes arányosságban van. A másik tünet súlyosságát befolyásoló tényező a különböző paprikafajták érzékenysége, vannak olyan fajták, amiknél gyakorlatilag nem fordul elő hiánytünet és vannak csúcsrothadásra igen hajlamos fajták is. A kalciumhiány leggyakoribb okai a magas sótartalom, magas páratartalom, alacsony pH. Gyakori ok még a magas kálium-, ammónia- és nátriumtartalom, ugyanis ezek az ionok antagonistái a kalciumnak és ezért ionantagonizmus alakul ki közöttük (ZATYKÓ-MÁRKUS, 2006).

Az ionantagonizmus az a jelenség, amikor egy ion nagy mennyiségű jelenléte akadályozza egy másik ion felvehetőségét. A kisebb koncentrációjú elem kiszorul a tápanyagfelvételtől, mert azok az esetek többségében nagyobb molekulájúak és lassabban mozognak a növényben, ezért ezek az elemek hiába vannak a növény számára elegendő mennyiségben a rhizoszférában, a növény mégsem tudja megfelelő mennyiségben felvenni őket, így a kiszorított elem hiánytünete megjelenik a növényen (TERBE, 2020).

A kalciummérgezés tünetei nem ismertek. A magas mésztartalom viszont akadályozza a bór, a vas, a mangán és egyes esetekben még némely makroelem felvételét is ionantagonizmusa miatt.

Magnézium

A magnéziumhiány tünetei hasonlítanak a káliumhiány tüneteire, mert itt is csak a levélerek közötti részek sárgulnak ki, de itt a sárgulás a káliumhiánnyal ellentétben a levélnyél felől a levélcsőcs felé halad, valamint a sárgulás élénkebb és vöröses sárgább.

Kén

Habár a kén a paprikanövény hamutartalmának 4%-át teszi ki, mégis hiánya szabadföldi termesztésben nem jellemző, ugyanis a műtrágyák és a szerves trágyák is sokat tartalmaznak belőle. Hiánytünetei csak a leveleket vizsgálva 0,15 mmol/kg koncentráció alatt alakulnak ki, ami a fiatal levelek merevtartása, súlyos esetben beszáradt foltok képződése a leveleken.

Vas

A vashiány tünetei általában nem azért alakulnak ki, mert nincs elegendő mennyiség a talajban, hanem a növény nem tudja felvenni a talajból, mert talajlevegőtlenység alakul ki vagy magas a talaj pH-ja vagy ionantagonizmus jelentkezik (pl: magas mésztartalom). Tünete a fiatal leveleken látszik legelőször, először a levélerek közötti részek fakulnak meg, majd később egyre fakóbb és fehérebb szövetek képződnek az új leveleknél, amelyek már az ereket is érintik. Hiánytünetre a levelekben 1,5-2 mmol/kg koncentráció alatt számíthatunk.

Bór

Hiánya ritkán fordul elő, levélben 2,5-2,7 mmol/kg alatt jelentkezik tünet. Hiány esetén a hajtáscsőcs elpusztul, levelek mellől fejleszt oldalhajtásokat a növény, valamint rosszul kötődik. Hiánytünetet a talaj magas mésztartalma, valamint a szárazság okozhat.

Réz

Rézhiányra levélben 0,05-0,1 mmol/kg koncentráció alatt kell számolni. Tünete a hervadás és a levélpödrödés. Nem gyakori, mivel gyakran végeznek növényvédelmi permetezést rézzel.

Mangán

Hiánytünetek a levél 0,4-0,5 mmol/kg alatti koncentrációjánál várhatóak. Tünetek hasonlóak a vas- és cinkhiánytünetekhez, ezért ennek a három elemnek a hiánytüneteit nehéz egymástól elkülöníteni. Magas kémhatású talajnál vagy levegőtlen talajnál fordulhat elő hiánytünete.

Cink

A levélben 0,3 mmol/kg alatti koncentrációban alakulnak ki hiánytünetek, amelyek hasonlóak a vas- és mangánhiány tüneteéhez, de azon kívül, hogy a levélerek közötti területek fehéres színűek lesznek, itt még aprólevelűség is jelentkezik.

Molibdén

Hiánytünetei a levélerek közötti klorotikus foltok megjelenése, valamint a levélerek is kisárgulnak súlyosabb esetekben. Hiánytünetek savas talajon várhatóak (ZATYKÓ-MÁRKUS, 2006).

3.6. Étkezési paprika fajtaválasztás szempontjai

A termés típusa szerint az étkezési paprikát több csoportba sorolhatjuk:

- Cecei típus/TV paprika
- Paradicsom/pritamin paprika
- Kápia típus
- Fehér blocky
- Almapaprika
- Hegyes étkezési típus
- Blocky típus
- Lamuyo típus (TAKÁCSNÉ, 2020)

Értékesítés helye szerint lehet belföldi piacra termesztés, valamint export célú termesztés.

Termesztési cél szerint lehet frisspiaci és feldolgozóipari célú termesztés.

Frisspiaci termesztés fajtaválasztási szempontjai:

- Alak
- Szín
- Méret
- Fejlettség (gazdasági- vagy biológiai érettség)
- Egyöntetűség
- Íz (csípős vagy csípősségmentes)

Feldolgozóiparnál, ha egészben történő feldolgozás történik akkor fontos a viszonylag kisebb méret, valamint a paradicsompaprikánál a magházpenész-mentesség. Másik szempont termelői oldalról, hogy milyen rezisztenciával rendelkezik az adott fajta. Paprika fajtáknál főleg vírusrezisztenciával találkozhatunk, főbb rezisztenciák közé tartozik a dohánymozaiik-vírus (TMV), uborkamozaiik-vírus (CMV) és a burgonya Y-

vírus (PYV). Fontos szempontok még a fajta tenyészideje és termésmennyisége is (MÁRTONFFY, 1999).

3.7. Palántázott szabadföldi étkezési paprika termesztéstechnológiája

3.7.1. Területkiválasztás, vetésforgó

Hazánkban éghajlat szempontjából a Kecskemét-Debrecen vonaltól délre a legalkalmasabb paprikát termesztani. A paprikának a legmegfelelőbb a középköttött mezőségi talaj, de ha optimális a hőmérséklet, valamint vízzel és tápanyaggal megfelelően ellátott a talaj, akkor minden talajtípuson megterem a paprika, kivéve a savas kémhatású és magas sókoncentrációjú talajokat (BALÁZS, 1994).

A területkiválasztásnál ajánlott figyelembe venni az alábbi szempontokat:

- Talajuntság
- Elővetemény
- Növény-egészségügyi környezet
- Talaj kritikus fizikai, kémiai, biológiai állapota
- klimatikus feltételek
- környezetszennyező hatások

Továbbá fontos lehet még a terület megvédhetőségét, a domborzatot, távolságokat és a szervezési megoldásokat is értékelni.

Egymás után két évben termesztett paprika esetében a második évben még nem jelentős a monokultúrából adódó termésviszsaesés, de a harmadik évtől akár már 50%-os termés kieséssel is lehet számolni, ezért a monokultúrából adódó negatív hatások kiküszöbölése céljából minimum 4 éves vetésforgó javasolt, azaz 4 évig nem kerülhet paprika ugyanarra a területre. Több szempontot figyelembe véve a paprika számára a legkedvezőbb elővetemények a kalászosok és a hüvelyesek, valamint a legmegfelelőbb szomszédnövények az egyszikű szántóföldi növények.

A növényegészségügyi környezet vizsgálásánál fontos megemlíteni, hogy a monokultúra miatt felszaporodnak a területen a paprika kártevői és kórokozói. Figyelembe kell venni a területet körülvevő környezetet is, érdemes házikertektől, gyümölcsösöktől és vegyes növénytársulásoktól távol ültetni a paprikát, mivel ezeken a részeken sok uborka mozaik vírus gazdanövényt és a vírust terjesztő kártevőket is lehet találni. Másik szempont, hogy a terület ne legyen ködveszélyes és a harmat is gyorsan száradjon fel róla (ZATYKÓ-MÁRKUS, 2006).

3.7.2. Talajelőkészítés

Ha az elővetemény gabona, akkor betakarítás után azonnal tarlóhántást célszerű végezni tárcsával. Az őszi mélyszántás előtt kijuttatják a szerves- vagy műtrágyát. Tavasszal ültetés előtt gyomirtó szer kijuttatása, majd talajelőkészítés történik (TAKÁCSNÉ, 2020).

3.7.3. Palántanevelés

A paprika optimális keléséhez minimum 20 °C szükséges, 10-14 nap alatt kel ki. A gyorsabb kelés érdekében akár maximum 35 °C-ot is lehet biztosítani. Kelés után az első valódi levél megjelenéséig 18-20 °C fölé nem emelkedhet a hőmérséklet, különben a palánták megnyúlnak és gyengék lesznek. Ezután 20-24 °C-on tartjuk a palántanevelő berendezést. Öntözést a talajhőmérsékletnél 5-6 °C-kal nem hidegebb hőmérsékletű vízzel végezzünk (ZATYKÓ-MÁRKUS, 2006).

A paprika palántanevelési ideje körülbelül 6-8 hét. A vetés időpontja március közepétől április elejéig tart, manapság szinte kizárólag tápközegbe, tápkockába vagy tálcába történik a vetés. Gombaölőszerral 2-3 alkalommal kezeljük a palántadőlés megelőzése céljából (TAKÁCSNÉ, 2020).

3.7.4. Ültetés

Az ültetés fagymentes napon történjen május második dekádjában. Ültetés után célszerű azonnal beiszapoló öntözést végezni, amely történhet foszfortúlsúlyos tápoldattal is a megfelelő gyökéreredés eléréséhez. Bakhátas termesztésnél ikersorba ültetjük a palántákat, elrendezése 80+50x25 cm (TAKÁCSNÉ, 2020).

3.7.5. Ápolási munkák

A paprika 600 mm vizet igényel a tenyészidőszak alatt. A kijuttatandó vízmennyiséget kétféleképpen határozhatjuk meg. A régebbi módszer szerint, akkor szükséges öntözni, ha a talaj vízkapacitása lecsökken 60%-ra. A másik módszer a hőigény alapján számított öntözés, amely szerint egy adott mennyiségű hőenergia hasznosítása után érdemes öntözni. Ez szerint determinált növekedésű, palántázott paprikánál 5 °C hőösszeg után 1 mm víz pótlása szükséges. Manapság szabadföldön a csepegtető öntözés az elterjedt, mivel a vizet közvetlenül a gyökerekhez juttatja el, valamint kevésbé hűti a talajt. A csepegtető öntözés további előnye, hogy öntözéssel együtt tápoldatozást is végre lehet hajtani (ZATYKÓ-MÁRKUS, 2006).

Szabadföldi paprika termesztés szempontjából fontos kórokozók és kártevők:

Baktériumos betegségek:

Pszedomonász

Xantomonász

Ervínia

Gombás betegségek:

Alternária

Kártevők:

Fonálférgek

Cserebogarak

Pattanóbogarak

Vakondtücsök

Gyapottok-bagolylepke

Vetési bagolylepke

Zöld őszibarack-levéltetű

Közönséges takácsatka

Vadak (őz, európai nyúl)

(KEREK-BIRKÁS, 2018)

3.7.6. Betakarítás

Az étkezési paprika betakarítása két féle állapotban történhet. Gazdasági érettség állapotában szedjük a TV paprikát, amikor a bogyó színe fehér, felülete sima és fényes, megfelelő méret és a kemény ropogós hús. Biológiai érettségben a pritamin és kápia paprikát takarítjuk be, amikor a bogyó megpirosodik. A gazdasági érettséget a virágzástól körülbelül 35 napra, a biológiai érettséget a gazdasági érettségtől újabb 35 napra éri el az étkezési paprika.

A szedés kizárólag kézzel történik vödörbe vagy műanyagrekeszbe. A paprika egymenetben nem takarítható be, a szedést kéthetente meg kell ismételni vagy az újabb fajtákat 2-3 menetben is elég betakarítani (TAKÁCSNÉ, 2020).

Egyre terjedőben van a paprikaszedés gépesítése, ami nem a paprikabetakarítás teljes mértékű gépesítését jelenti, hanem egy utánfutóra szerelhető szállítószalagot, ami a sor irányára merőlegesen halad előre. A sorokban a dolgozók a szalagra szedik a paprikát, amit a szalag a utánfutóra szállít, ahol megtörténik az áruvá készítés. A technológia előnye a nagyobb szedési teljesítmény, valamint a paprika állomány kevésbé sérül, mivel a nem kell az utánfutóhoz gyalog kivinni a leszedett bogyókat. (TÖMPE, 2009)

Hazánkban manapság a hektáronkénti hozam 30-35 tonna/hektár, de ez eltérhet több okból is. A termésmennyiséget befolyásolhatja az évjárat, talaj, időjárás, fajtaválasztás,

technológia, munkaerő hatékonysága, szedések száma, növényvédelem hatékonysága, szaktudás mértéke. Megfelelő körülmények között akár 70-80 tonna/hektár hozamot is el lehet érni (KICSKA-APÁTI, 2018).

3.8. Mikorrhiza gombák

3.8.1. A mikorrhiza gombák általános bemutatása

A mikorrhiza gombák és magasabb rendű növények között kialakuló szimbiózist jelenti (HELMECZI, 1994). A kifejezést Abel Frank használta először, aki a görög „mykes” (gomba) és „rhiza” (gyökér) szavakból alkotta meg a mikorrhiza elnevezést (SÜDINÉ, 2018).

A mikorrhiza kialakulása jelentős anatómiai változással jár a növény gyökerén, ugyanis egy tápanyaátadó felület alakul ki rajta. A mikorrhizát kialakító növény és gomba között az esetek többségében tápanyag szállítás történik. A növény szénvegyületeket szállít a gombának, amit a fotoszintézisből állított elő, míg a gomba a saját maga által felvett ásványi anyagokat juttatja el a növény gyökerébe, így növelve meg a növény gyökérzetének tápanyagfelvevő felületét.

Mikorrhizák csoportosítása morfológia szerint:

- Arbuszkuláris mikorrhiza
- Ektomikorrhiza
- Ektendomikorrhiza
- Arbutoid mikorrhiza
- Erikoid mikorrhiza
- Orchid mikorrhiza
- Monotropoid mikorrhiza

(FODOR, 2013)

Arbuszkuláris mikorrhiza (AM)

Az arbuszkuláris mikorrhiza kapcsolat a természetben a leggyakoribb és a legősibb. Ezek a gombák obligát biotrófok, azaz gazdanövényre van szükségük a fejlődésükhöz és szaporodásukhoz. Gazdanövényre nem specifikusak, a szárazföldi növények döntő többségével képesek kapcsolatot létesíteni, ráadásul akár egyszerre több növényvel is, így nem ritka, hogy az egymás közelében élő növényeket közös mikorrhiza hálózat kapcsolja össze (SÜDINÉ, 2018).

Az arbuszkuláris mikorrhiza nevét a jellegzetes intercelluláris tápanyagátadó képletről, az arbuszkulumról kapta. A legidősebb spóraleletei becslések szerint körülbelül 400 millió

évesek. Újabb feltételezések szerint az arbuszkuláris mikorrhizáknak nagy szerepe volt a szárazföldi növények elterjedésében (FODOR, 2013).

Gazdanövényei közé tartoznak a zárwatermők 85-90%-a, valamint számos nyitwatermő faj is. Ezen gazdanövények között vannak obligát mikotrófok, amelyeknek a fejlődéséhez szükséges az arbuszkuláris mikorrhiza kapcsolat. Egyes gazdanövények fakultatív mikotrófok, azaz csak bizonyos esetekben mikorrhizáltak, például speciális szélsőséges esetekben vagy kevés felvehető tápanyag esetén. A lágyszárúak között vannak nem mikotróf növények is, amelyeknél nem jellemző a mikorrhizaképzés.

Az arbuszkuláris mikorrhiza gombafajai obligát, aerob szimbionták, szaprobionta tevékenység nem jellemző rájuk, táptalajon csak kisebb mértékben képesek a fejlődésre. Az arbuszkuláris mikorrhizát a Glomeromycota fajok képezik. Az arbuszkulumok a gomba és a növény közötti anyagcsere fő helye. Az arbuszkulum behatol a növényi sejtbe, de eközben egyik fél sejthártyájának integritása sem sérül. Az arbuszkulum a növényi sejtbe való belépés után elágazásokat hoz létre felületnövelés céljából (FODOR, 2013).

A Glomeromycoták arbuszkulumok mellett vezikulumokat is létrehozhatnak, amelyek egy duzzadt hólyagra hasonlítanak. A vezikulumok célja a növénytől kapott asszimilátumok tárolása.

A mikorrhizált növényekről elmondható, hogy azontúl, hogy ásványi anyagokat kap a gombától és ellenállóbb lesz a nehézfém-, só- és szárazságstresszel szemben, még a fejlődésük is gyorsabb lesz, valamint a kórokozókkal szemben toleránsabbak lesznek. Ennek egyik magyarázata az lehet, hogy az arbuszkuláris mikorrhiza gombafajok hozzákapcsolódnak a gazdanövény gyökerén található fertőzési helyekhez, így megakadályozva az egyébként betegséget okozó kórokozók bejutását a növénybe. Az arbuszkuláris mikorrhiza gombák a fonálférgek kártételének előfordulását is csökkenti. Az arbuszkuláris mikorrhizával kezelt földterületen akár 71%-kal nagyobb termésmennyiséget is el lehet érni (SÜDINÉ, 2018).

Az arbuszkuláris mikorrhiza gombafajok különböző mértékben hatnak a gazdanövény fejlődésére. A fejlődés mértékét az határozza meg, hogy a gomba által nyújtott előnyök mértéke, mennyivel értékesebb a növény számára, mint a növény által a gombának átadott asszimilátumok értéke. Ez az összefüggés fordítottan is igaz lehet a gombák esetében is.

Az intenzív talajművelés következtében csökken a gazdanövények kolonizáltságának szintje, mivel ezáltal szétesik a kialakult mikorrhiza hálózat, valamint a talajbolygatás hatással van a természetes arbuszkuláris mikorrhiza gombafajok összetételére is, ugyanis az csökkenti a diverzitását is. Ezek a kedvezőtlen folyamatok hosszútávon terméskiesést okozhatnak.

Ennek a problémának a mérséklésére megoldás lehet, az egyre terjedő minimum tillage (csökkentett talajművelés) gyakorlata, mesterségesen előállított arbuszkuláris mikorrhiza inokulumok bedolgozása a talajba és a változatos vetésforgó kialakítása, amely növeli az arbuszkuláris mikorrhiza gombák diverzitását, mivel így változatosak a gazdanövények.

Az arbuszkuláris mikorrhiza gombák jelenléte foszforhiányos talajokon is nagyon előnyös, ugyanis a foszfor nehezen felvehető elem a növény számára. Az arbuszkuláris mikorrhiza gomba a nehezen felvehető foszfor vegyületeket átalakítja a növény számára felvehető formába (BIOKULTÚRA, 2022).

Az arbuszkuláris mikorrhiza gombafajok közül a legelterjedtebb és legjelentősebb a *Glomus* nemzettség, ami az eddigi kutatások szerint körülbelül 85 fajból áll, míg az összes eddig leírt arbuszkuláris mikorrhiza gombafajok száma 230 körüli. A *Glomus* nemzettség fajtái közel minden szárazföldi élőhelyen megtalálható, beleértve a szélsőség környezeteket is. Spórái keletkezhetnek a hifa csúcsán vagy a gazdaggyökérben. A spórák csírázása után a hifák addig nőnek, amíg nem találkoznak egy gyökérrel, amibe aztán behatolnak és az intercelluláris térben növekednek vagy belenőnek a gyökérsejtekbe az sejthártya megsértése nélkül. A *Glomus* fajok a gyökér belsejében arbuszkulumokat és vezikulumokat képeznek. Mezőgazdasági célokra a *Glomus aggregatum* fajt szokták leggyakrabban szaporítani és granulátum formájában forgalmazni (WIKIPEDIA, 2021).

Ektomikorrhiza (EM)

Az ektomikorrhiza gombák és az arbuszkuláris mikorrhiza gombák között a leglényegesebb különbség az, hogy habár az ektomikorrhiza gombák is behatolnak a gazdanövény gyökérszövetébe, de az arbuszkuláris mikorrhiza gombával ellentétben a sejtekbe nem nőnek bele, csak az intercelluláris térben (sejtközzötti járatokban) vannak jelen. Az ektomikorrhiza kapcsolatot képző növényfajok száma lényegesen kevesebb, mint az arbuszkuláris mikorrhizáé. A gazdafajok többségben fás szárúak, mint például a fenyőfélék, tölgy, bükk, mogyoró és nyár. Az ektomikorrhiza gombafajok közé tartoznak a galóca, róka-gomba, szarvasgomba és vargánya fajok. Az ektomikorrhizák egyik felhasználási területe az erdészet, ahol csemeték ültetésekor oltják be az ültetőgödröt, valamint a szarvasgombatermesztésben is hasznosítják az ektomikorrhiza kapcsolatot, habár itt nem feltétlenül a gazdanövény erőteljesebb fejlődése az cél, hanem annál inkább a nagyon értékes szarvasgombát minél nagyobb mennyiségben tudják előállítani (POLGÁRNÉ, 2016).

Ektendomikorrhiza

Fenyőfélék fiatalkori mikorrhizakapcsolati típusa, amelynek helyét később az ektomikorrhiza kapcsolatok veszik át. Az ektomikorrhiza gombákkal ellentétben itt a hifák a gazdanövény sejtjeibe is behatolnak.

Arbutoid mikorrhiza

Ektomikorrhiza gombák, arbutoid mikorrhiza és gazdanövény között kialakult kapcsolat, ahol akár az ektomikorrhiza gazdanövényétől az arbutoid mikorrhiza gazdanövényéhez még szénvegyületek is áramolhatnak a mikorrhiza gombákon keresztül.

Erikoid mikorrhiza

Ericaceae családra (hangafélék) jellemző mikorrhiza kapcsolat, ahol a gombapartner a gazdanövény számára segíti a tápanyagfelvételt különböző tápanyagszegény talajokban, ahol az Ericaceae tagjai őshonosak.

Orchid mikorrhiza

Orchideaceae család speciális mikorrhiza kapcsolata.

Monotropoid mikorrhiza

Gazdanövényei nagyrészt elvesztették a fotoszintetizáló képességüket, így a gombapartneret használják szénforrásként, ami pedig egyéb mikorrhiza kapcsolatból szerzi be a neki szükséges asszimilátumokat (FODOR, 2013).

3.8.2. Mikorrhiza gombák a mezőgazdasági termelésben

A mikorrhiza gombák hifáit és a gazdanövény gyökérzetét „gombagyökér”-nek is nevezik. A mikorrhiza gombákkal oltott növényeknek javul a foszfor és nitrogén felvevőképessége, valamint ellenállóbbak lesznek a szárazsággal, sótartalommal szemben. A mikorrhizáltság továbbá kórokozókkal és betegségekkel szemben is nagyobb fokú védelmet ad.

A mikorrhiza gombák pozitív hatása kevésbé látszik foszforral jól ellátott talajon, ugyanis a mikorrhiza gomba foszforfelvételt segítő hatása nem annyira jelentős ebben az esetben, ennek ellenére itt is ajánlott használatuk, mert ezzel csökkenthetjük a felhasznált műtrágyák mennyiségét, jobb beltartalmi értékeket érhetünk el a termésben, valamint a fentebb említett ellenállóképesség fokozó hatás sem elhanyagolható.

A szárazság elleni jobb tűrőképesség több okból adódhat. A mikorrhiza gomba fonalai glomalint választanak ki, ami javítja a talaj szerkezetét, ezáltal a talajnak javul a vízmegkötő és vízmegtartó képessége. Több kísérletben bebizonyították, hogy a mikorrhiza gomba által felvett víz a gazdanövény által felvett összes víz akár 10%-a is lehet.

Összegzésként a mikorrhiza gomba szinte minden esetben kifejti kedvező hatását, de hiányos állapotok között tud látványos javulást elérni a nem mikorrhizált növényekhez képest (GIERCZIK-SASVÁRI-POSTA, 2012).

Amellett, hogy a mikorrhiza gombafonalak hozzákapcsolódnak a gazdanövény fertőzési pontjaihoz, ezáltal megakadályozva a kórokozók vagy fonálférgek bejutását, ezen kívül még gátló anyagokat is termelhetnek, amivel még kisebb lesz a fertőzés veszélye. A kutatók szerint a mikorrhiza kapcsolat fontos eleme lehet a biológiai növényvédelemnek, de egy megfelelő mértékű mikorrhiza kapcsolat sem ad teljes szintű védelmet betegségekkel szemben.

A mikorrhiza gomba nem szereti a talajművelést és a fungicidek jelenlétét, ezért érdemes ebben az esetben mesterségesen pótolni, vagy no tillage művelésmódot használni, ahol a takarónövények használata pozitívan elősegíti a mikorrhiza gombák működését. (AGROBIO.HU, 2021)

Arbuszkuláris mikorrhiza gombaoltással szignifikánsan jobb hozamot lehet elérni búzatermesztésnél, az egyáltalán nem trágyázott parcellák esetében, amiből azt a következtetést lehet levonni, hogy a mikorrhiza gomba ott fejti ki erőteljesebben a hatását, ahol valamiféle hiány van (BAKONYI-CSITÁRI, 2021).

Ha a talajban megfelelő a talajélet, akkor stresszhatás esetén (só, szárazság, vízhiány, magas hőmérséklet, tápanyaghiány) a gazdanövény 8 nap alatt meg tudja erősíteni a mikorrhiza gombákkal a szimbiotikus kapcsolatot válaszreakcióként a stresszhatásra, így gyengítve a növényre nézve negatív hatásokat. Nem elegendő napsütés esetén, amikor a növény nem tud elegendő asszimilátumot előállítani saját magának se, akkor pedig 8 nap alatt képes ezt a kapcsolatot leépíteni.

A mikorrhiza gombákat lehet használni a növények funkcionális éhezése ellen és növényvédelmi célokra is, megelőzésre (BIRÓ, 2020).

3.8.3. Mikorrhiza kezelés a paprikatermesztésben

A klímaváltozás következtében, csökken a csapadék mennyisége, illetve a szélsőséges lesz az eloszlása, így a paprikatermesztéshez elengedhetetlen öntözés vagy egyéb technológiai módszerek bevetése. Kísérletekkel bizonyították, hogy az arbuszkuláris mikorrhiza gombák használatával növelni lehet a gyökérzet felvevő felületét, ezáltal a paprika növény vízzel és tápanyagokkal jobban ellátott lesz, ami erőteljesebb növekedést és nagyobb hozamokat eredményez. Az arbuszkuláris mikorrhiza gombával oltott paprika növények továbbá jobban elviselik a paprika számára kedvezőtlenebb biotikus és abiotikus feltételeket is, mint például a gyomirtószer maradék jelenlétét, nehézfém-tartalom, magas víztartalom vagy vízhiány, nem

megfelelő talajkémhatás, kedvezőtlen hőmérséklet, tápanyaghiány, magas sótartalom, patogén gombák és fonálférgek jelenléte.

Bizonyos esetekben a mikorrhiza gombával oltással jobb eredményeket lehet elérni, mint csak öntözéssel, de BUCZKOWSKA és munkatársai kísérlete alapján a paprika legtöbb termést akkor adja, ha öntözést alkalmaznak és ezzel együtt mikorrhiza gombával is kezelik. A mikorrhiza gombával oltott paprika növények szignifikánsan több fő hajtást képeztek az oltatlanokhoz képest, de öntözés hatására ez nem következett be (BUCZKOWSKA-SALAŁATA, 2020).

A mikorrhiza gombák alkalmazása nem csak a foszfor felvételét segíti, hanem szignifikánsan kimutatható a cink megnövekedett mennyisége a termés beltartalmában, ami arra enged következtetni, hogy a foszforon kívül a cink felvételét is jelentősen segíti a mikorrhiza gombával való oltás paprika növény esetében. A mikorrhiza gombával oltott növények vagy a mikorrhiza gombával oltott és foszfor műtrágyával kezelt növények esetében akár 25 %-os terméstöbbletet lehet elérni bizonyos években (ALMACA-ALMACA-SENBAAYRAM, 2021).

A mikorrhiza kapcsolat, mivel javítja a növény foszfor és cink felvevő képességét, ami a hajtásokban megnövekedett cink és foszfor jelenlétet eredményez. A megnövekedett foszfor és cink jelenlét akár 16 nappal korábbi virágzást idézhet elő paprikánál, ami koraiságot idéz elő.

Másik érdekesség, hogy a mikorrhiza gombák által felvett foszfor több ezerszer gyorsabban elut a gazdanövényhez, mint a növény gyökere által diffúzióval felvett foszfor (PEREIRA, 2015).

4. Anyagok és módszerek

4.1. A kísérlet helyszíne, Fajtaválasztás

A kísérletet Zákányszéken a családi gazdaságunkban állítottam be. Zákányszék Szegedtől körülbelül 20 kilométerre, nyugatra található Mórahalom mellett.

A kísérlet két különböző típusú homoktalajon, szabadföldön zajlott. Az egyik területen a talaj inkább gyengébb tápanyagszolgáltató képességű homoktalaj, a másik tápanyagban gazdagabb szikes homoktalaj. Habár a későbbiekben elvégzett talajvizsgálati eredmények rávilágítottak, hogy mindkét talaj kötöttsége, kémhatása és vízben oldható sótartalma tekintetében közel azonos, mégis a két kísérleti helyszíneket „homokos területnek” és „szikes területnek” nevezem a kísérletben, mivel a családi gazdaságban is mindig így különböztettük meg a két területet, ami nekem is könnyebbé teszi a terület beazonosítását.

Kísérletemhez az Orosco Kft. által forgalmazott Kapirex F1 fajtájú korai típusú kápia paprika fajtát választottam, melyet a családunk közel 10 éve termeszt. A forgalmazó cég leírása szerint „Korai, kiváló minőséget adó, bőtermő kápia típusú paprika. A középerős növekedésű növények jól kötnek és a korai terméshányad kiemelkedően magas. Stressztűrése és regenerációs képessége is kiváló. Vállas, vastaghúsú bogyói súlyosak, sötétpirosba érnek. Hidegfóliás és szabadföldi termesztésre egyaránt javasolt. Kiválóan tálcázható frisspiacra, de a feldolgozóiparnak is tökéletes választás.” (OROSCO KFT. WEBOLDALA)

4.2. Talajmintavétel és talajanalízis

A tavaszi földmunkák előtt talajmintát vettem a talaj felső 30 cm-es rétegéből kézi talajmintavevő segítségével 2021. január 29-én mindkét kísérleti területen. Területenként 10 mintát vettem a területek átlói mentén X alakban. A mintákat egy-egy tiszta vödörbe gyűjtöttem területenként, majd a vett talajmintákat gondosan összekevertem és területenként 1 kilogrammnyi mennyiséget vettem ki talajvizsgálat céljára.

A minták vizsgálata a Neumann János Egyetem Kertészeti és Vidékfejlesztési Karának akkreditált Talaj- és Növényvizsgáló Laboratóriumában történt. A talajminták 40°C-on szárítva, majd homogenizálva lettek. A légszáraz mintákból a kivonatok standard módszerek alapján kerültek elkészítésre. A főbb makro és mikroelemek optikai emissziós spektrométerrel (ICP-AES módszer) kerültek megmérésre. A P, K, Mg, Na, Zn, Cu, Fe, Mn, S tartalmat a szárazanyag tartalom tömegszázalékában adtuk meg.

4.3. Mikorrhiza gomba készítmény

A kísérletemhez az Agro.bio Hungary Kft. által forgalmazott Symbivit mikorrhiza gomba készítményt használtam fel. A Symbivit a gyártó tájékoztatása alapján természetes eredetű mikorrhiza gombákat tartalmaz, amik szimbiózist alkotnak a növényvel.

A Symbivit alapanyagai közé tartozik a *Glomus* sp. mikorrhiza gomba, természetes agyaghordozók és adalékanyagok. Zöldségfélék (kivéve Brassicaceae) és gyepek talajkezelésére használható, talajra kiszórva és gyökérmélységbe bedolgozva. Szőlő és gyümölcs esetében, fák/tőkék közé gyökérmélységbe juttatva használandó. A Symbivit szürke és barna, jellegzetes szagú granulátumkeverék, ami az **1. ábrán** is látszik. (NÉBIH ENGEDÉLYOKIRAT, 2019)



1. ábra: Symbivit készítmény kinézete, Forrás: Saját fotó 2021.03.22.

A Symbivit mikorrhiza gombái javítják a növény foszfor, réz, cink és nitrogén felvételét, valamint növelik a növény só- szárazság- és nehézfém-tűrő-képességét is. A kezelt növény gyorsabban fejlődik, ellenállóbb lesz a szárazság, fagy és betegségek okozta stressz ellen is, ami nagyobb termést eredményez. A Symbivit mikorrhiza gombái akár 50 évig is kifejtik pozitív hatásukat a talajban. (AGROBIO.HU)

A gyártó ajánlása szerint a tőzegbe keverve 12 kg/m^3 koncentrációban adagoltam a vetés során. A palánták kiültetésekor, pedig ültetőgödrönként 30 g Symbivitet juttattam ki.

A gyártóval való egyeztetés alapján a Symbivittel kezelt növények három hétig nem történhet gombaölőszerezrel növényvédelem, így palántanevelés során egyáltalán nem, ültetés után pedig három hétig nem történt fungiciddal kezelés.

4.4. Palántanevelés, mikorrhiza kezelések

A magvetés 2021. március 23-án történt 4 darab 104-es tálcába, melyet Klassmann TS3-as típusú tőzeggel töltöttem meg. A 4 darab 104 lyukú tálcánál 52 lyukat Symbivittel kevert tőzeggel, 52 lyukat kezeletlen tőzeggel töltöttem meg. A kezelt tálc részek töltése előtt a gyártó utasítása szerint 12 kg/m^3 mennyiségben kevertem Symbivitet a tőzeghez, ami a felhasznált 5 dm^3 tőzegnél 60 g Symbivit hozzáadását jelenti. Vetés után a 4 darab tálcát a palántanevelő helység különböző pontjain helyeztem el. A tálcákat vetés után fóliával takartam, amit az első tövek kelésekor eltávolítottam. A palánták nevelése fatüzelésű kazánnal fűtött duplarétegű fóliasátorban történt asztalokon. A cél, kelésig $30\text{--}32^\circ\text{C}$ fok tartása, keléstől szikleveles állapotig $20\text{--}22^\circ\text{C}$, kelés után pedig a 25°C biztosítása volt a palántanevelő helységben. Ezt nehezítette a különösen hideg április, amikor éjszakánként a külső hőmérséklet -6°C fokra is lecsökkent, ezért a kívánt hőfok állandó tüzelés mellett sem volt tartható, de fontos megjegyezni, hogy a hőmérséklet sosem csökkent 15°C alá. A palántanevelő helység fűtése április 16-án fejeződött be.

A Symbivitet gyártó cég utasítása szerint eljárva a palántanevelés során a kísérleti tálcák nem kaptak gombaölő készítményt. Május 13-án Vertimec pro rovarölőszerezrel történt növényvédelem atkák ellen. Alkalmanként körülbelül 3-4 ml vízzel történt az öntözés, kezdetben naponta, majd 5-6 leveles állapottól hőmérséklettől és napsütéstől függően naponta egyszer vagy kétszer. Az öntözővízzel 3 alkalommal (május 2-án, 7-én és 13-án) juttattunk ki vízben oldható 20:20:20-as Master műtrágyát egyre növekvő koncentrációban.

4.5. Talajelőkészítés

A homokos talajon április 9-én altalajlazítás történt 70 cm mélységben, szántás körülbelül 30 cm mélységben, majd a szántás tetejére körülbelül 40 tonna/hektár kacsatrágya kiszórása, ezután pedig 1 liter/ha mennyiségben BactoFil Cell szárlebontó készítmény kipermetezése, végül vontatott tárcsával a kijutatott szerves trágya és szárlebontó bedolgozása történt a felső talajrétegbe.

Május 8-án Sharpen gyomirtószer lett kijuttatva 3 l/ha mennyiségben, a gyomirtószer bedolgozása és 150 kg/ha 12:12:17 NPK Nitrophoska alapműtrágya kijuttatása történt egy adapterrel felszerelt talajmaróval.

Május 14-én lefektettük a talajtakaró fóliát és a csöpögtető szalagot.

A szikes talajon ugyanebben a sorrendben és ugyanígy történt a talajelőkészítés. Május 5-én altalajlazítás és szántás történt. Május 6-án kacsatrágya és BactoFil Cell kijuttatása, majd betárcsázás történt. Május 14-én Sharpen gyomirtószer kipermetezése és Nitrophoska alaptrágya kijuttatása történt talajmaróval. Május 20-án történt a talajtakaró fólia és csöpögtető szalag fektetése.

4.6. Ültetéstől betakarításig

A homokos területen a talaj szerkezetéből adódóan a rosszabb vízmegtartó képesség miatt az egész tenyészidőszak alatt naponta-kétnaponta történt öntözés, a szikes területen terméskötődésig hetente egyszer, onnantól időjárástól függően hetente 2-3 alkalommal történt öntözés. Innentől a két terület kezelése megegyezik. Június 3-án történt tápoldatozás 10 kg/ha 20:20:20-as Master műtrágyával öntözéssel együtt. A Symbivitet gyártó cég utasítása szerint kiültetés után 3 hétig nem történt gombaölőszerekkel növényvédelem. Ültetés után az első növényvédelmi kezelés június 26-án történt Cuproxat FW-vel, Csöpp mix 3.-mal, Karate Zeon 5CS-sel. A többi permetezés július 6-án, július 17-én, július 27-én és augusztus 6-án Montaflowval vagy Copperfielddel (a kettő egymással analóg) és karate Zeon 5 CS-sel vagy Cyperkilllel.

4.7. Növényelrendezés és hektáronkénti tőszám

A hektáronkénti tőszámot az alábbi módszerrel számítottam ki:

térállás: $(125+25) \times 25$ ikersoros elrendezés, ahol minden 14. ikersor után egy ikersornyi hely kimarad szedőút céljából

tenyészterület: $(125+25) \times 25$ térállásnál $(150/2) \times 25 = 1875 \text{ cm}^2$

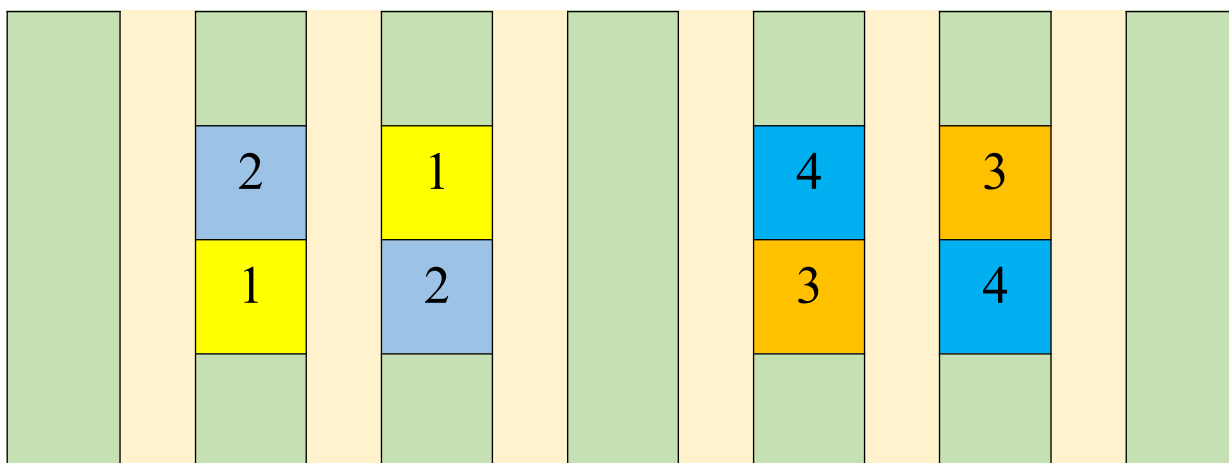
5,33 tő/m²

53300 tő/ha

Szedőutakat figyelembe véve: $53300/15 \times 14 = 49\,747 \text{ tő/ha}$

4.8. Kísérleti elrendezés

Ültetés előtt mindkét talajtípuson megtörtént a talaj öntözése csöpögtető szalagokkal az ültetés előtt. Mindkét területen kialakítottam 8 parcellát, parcellánként 20 tővel, a **2. ábrán** bemutatott elrendezésben. Az első 4 parcellának az ültetőgödreibe szórtam ültetőgödronként 30 gramm Symbivitet, a másik négy parcellát nem kezeltem. A két típusú talajon a 8-8 parcellából 4 parcellába olyan palántákat ültettem, amelyeknél vetés előtt a tőzegbe kevertem Symbivitet, 4 parcellába pedig kezeletlen palántákat ültettem, így kiültetés után talajtípusonként 4 féle kezelés lett beállítva: 2 parcella, amely vetésnél és ültetésnél is volt kezelve; 2 parcella, amely csak ültetésnél volt kezelve; 2 parcella, amely csak vetésnél volt kezelve és 2 parcella, amely egyik alkalommal se volt mikorrhiza gombával oltva (kontroll). Azaz valamennyi kezelést két parcellán végeztem el, mindkét területen.



2. ábra: A kísérleti parcellák elhelyezkedése 1-es számú kezelés: Csak ültetéskor volt kezelve Symbivittel, 2-es számú kezelés: Vetésnél és ültetésnél is volt kezelve Symbivittel, 3-as számú

kezelés: Csak vetéskor volt kezelve Symbivittel, 4-es számú kezelés: Egyszer sem volt kezelve Symbivittel, azaz kontroll Forrás: Saját szerkesztés

A homokos talajon május 21-én, a szikes talajon május 28-án történt az ültetés. Az ültetés során minden egyes parcellába legalább 2 tálcából kerültek a palánták kiültetésre. Ültetés után a palántákat beiszapoltam vízzel.

4.9. Adatfelvételezés

4.9.1. A palánták gyökérzetének kiértékelése

A kiültetés előtt minden egyes tálcából 5 szál kezelt és 5 szál kezeletlen palántát emeltünk ki véletlenszerűen és 1-től 5-ig terjedő skálán (ahol az 1 a legrosszabb, az 5 a legjobb) osztályoztattam a palánták gyökérzetét egy olyan személlyel, aki nem ismeri a kísérletem, azon belül a kezeléseket, és hogy milyen eredményekre számítok.

4.9.2. Adatfelvétel a betakarítás során

Betakarítás előtt minden parcellából 5 tövet jelöltem meg számozott szalagokkal 1-80-ig számozva véletlenszerűen. A szedés tövenként történt, ahol az egy töről leszedett bogyókat osztályoztam (I. osztály, II. Osztály és lecsó), majd osztályonként konyhamérleggel, gramm pontossággal lemértem és a bogyók darabszámát is feljegyeztem (**3. ábra**). A lecsó osztálynál külön mértem a napégett és görbe bogyókat. Az I. osztályba az 5 cm vállszélességű és 8 cm hosszúságú, a II. osztályba az ezek alatti méretű bogyók kerültek. A lecsó kategóriába a kevésbé napégett, görbe és valamint az egyéb esztétikai hibájú bogyók kerültek. Az első szedés a homokos területen augusztus 24-én, a szikes területen augusztus 25-én történt, melyeket közel hetente megismételtem. Az utolsó szedés október 4-én történt. Október 15-én volt az első fagy, ami a csak vegetatív részeket károsította, majd október 17-én a második fagy alkalmával már a bogyók is fagyási sérüléseket szenvedtek, így hivatalosan is véget ért a betakarítási időszak.



3. ábra Bogyók mérlegelése tövenként és osztályonként. Forrás: Saját fotó, 2021.08.24.

4.9.3. Gyökérzet száraztömegének mérése

A fagyok bekövetkezte után október 28-án minden parcellából 5 tő került kiemelésre földlabdástól, törekedve arra, hogy a gyökérzet minél nagyobb része megmaradjon. A kiemelés előtt egy traktorra szerelhető lazítókéssel körülbelül 30 cm-es mélységben végeztem lazítást a kísérleti területen. A kiemelés során egymás melletti töveket emeltem ki a gyökérzetek óvása érdekében. Ezek után a kézzel kiemelt földlabdás tövekről vízzel óvatosan lemostam a talajt és gyökérnyaknál levágtam a gyökérzetet a szárról a földszint magasságában. A lecsöpögtetett gyökereket az ekkor már használaton kívül lévő palántanevelő helységben helyeztem el, ami száraz és szellőző volt, így itt történt a szárítás. A gyökérzetek tömegét hetente addig mértem, amíg tömegállandóság nem következett be, így bizonyosodtam meg róla, hogy elértem a száraztömeget. A tömegállandóságig szárított gyökereket konyhai mérlegen gramm pontossággal lemértem, az adatokat excel táblázatba rendeztem és kiértékeltem.

4.10. Kiértékelés, statisztikai analízis

A mért adataimat Microsoft Excel táblázatokba rendeztem, és kiértékeltem. A statisztikai analízist SPSS programban végeztem el. Átlagot és szórást számoltam, valamint ANOVA teszttel vizsgáltam, hogy a tapasztalt különbségek statisztikailag szignifikánsak –e $\alpha = 0.05$ szinten. Az ANOVA tesztnél LSD posthoc analízist végeztem.

5. Eredmények és értékelésük

5.1. Talajvizsgálati eredmények kiértékelése

A minták a talaj felső 30-es rétegéből lettek vételezve 2021. január 29-én. A talajvizsgálat eredményeit a **2. táblázat** mutatja be.

Vizsgálat neve	Mértékegységek	„Homokos terület”	„Szikes terület”
pH (H ₂ O)	-	7,74	7,75
pH (KCL)	-	7,5	7,35
Arany-féle kötöttségi szám (K _A)	Arany-féle kötöttségi egység	28	28
Összes só (Vízben oldható)	m/m % légsz.a.	<0,02	<0,02
Szénsavas mész	m/m % légsz.a.	2,56	9,18
Humusz	m/m % légsz.a.	0,754	1,8
Nitrit+nitrát nitrogén (KCL)	mg/kg légsz.a.	4,08	5,46
Foszfor-pentoxid (AL)	mg/kg légsz.a.	238	579
Kálium-oxid (AL)	mg/kg légsz.a.	104	243
Magnézium (KCL)	mg/kg légsz.a.	88,6	255
Nátrium (AL)	mg/kg légsz.a.	22,1	68,9
Cink (EDTA)	mg/kg légsz.a.	3,98	2,19
Réz (EDTA)	mg/kg légsz.a.	29,1	2,14
Vas (EDTA)	mg/kg légsz.a.	22,8	8,45
Mangán (EDTA)	mg/kg légsz.a.	49,6	50,2
Szulfát-kén (KCL)	mg/kg légsz.a.	11,9	18

2. táblázat: Talajvizsgálat eredményei Forrás: NJE KVK Talaj- és Növényvizsgáló

Laboratórium, Saját szerkesztés

A talaj tulajdonságainak kiértékelésénél a 30-nál kisebb Arany-féle kötöttségi számú homoktalajainak értékhatárait alkalmazom.

Kémhatás és kötöttség alapján mindkét talaj enyhén lúgos homoktalaj. Összes oldható só tekintetében mindkét talaj kis sótartalmú, jó magnézium, réz és mangán ellátottságú.

A „homokos terület” közepes humusztartalmú, gyengén meszes, jó foszfor ellátottságú, közepes kálium ellátottságú, megfelelő nátriumtartalmú és jó cinkellátottságú.

A „szikés terület” jó humusztartalmú, közepesen meszes, igen jó foszfor és kálium ellátottságú, nátriumtartalma már szikességre utal és gyenge cink ellátottságú. (SZAKÁL-SCHMIDT-KALOCSAI, 2014)

Habár mindkét terület enyhén lúgos homoktalaj, a fentiek alapján elmondható, hogy a „szikés terület” jobban ellátott humuszban, mészből, foszforban, káliumban, gyengébben ellátott cinkben, mint a „homokos terület”. A „szikés terület” nátriumsó tartalma miatt már szikés jellegű, ami a termesztés során érezteti is a hatását.

A laza homoktalajok jellemzője, hogy könnyen felmelegednek ezáltal a többi talajtípushoz képest korábban tudunk rajta termést betakarítani. Hátrányuk, hogy rossz a tápanyag és vízmegtartóképességük, de ez megfelelő mennyiségű szervesstrágyával javítható.

5.2. Palánták és a palánták gyökérzetének osztályozása

A magokat 4 darab szaporítótálcába vetettem. A tálcák 104 lyukkal rendelkeztek darabonként, így összesen a kísérlet keretén belül 416 magot vettem el, ezen belül 208 darab kontroll és 208 darab Symbivittel kezelt növény került beállításra. A kontroll növények közül 201, a kezelt növények közül 199 darab paprika kelt ki. Ezek alapján a kontroll csírázási %-a 96,63%, a kezelt részé pedig 95,67%. A kontroll növényekből a palántanevelés végére 175 szál kiültetésre alkalmas palánta, a kezelt növényekből 182 szál palántám lett, így a kikelt kontroll növények 87,06 %-a ($175/201 \cdot 100 = 87,06\%$), míg a kezelt növények 91,46 %-a ($182/199 \cdot 100$) lett kiültetésre alkalmas.

Az eredmények alapján a mikorrhiza oltással kezelt magok nem mutattak lényeges különbséget a kontrollhoz képest kelési arányban. A kikelt növényekhez számítva arányaiban kis mértékben több volt a kezelt növényeknél a kiültetésre alkalmas palánta, mint a kontrollnál.



4. ábra: Véletlenszerűen kiválasztott palánták értékelése a 2-es számú tálcából, felső sor kezelt, alsó sor kontroll. Saját fotó, 2021.05.21.

Az ültetés előtt a 4 tálcából kezelésenként 5 palántát emeltem ki és egy olyan személlyel osztályoztattam a palánták gyökérzetét, aki nem ismeri a kísérletem. Az osztályzás 1-től 5-ig terjedő skálán történt, ahol az 1 a legrosszabb az 5 a legjobb. Az osztályozás menete a **4. ábrán** látható. Az így kapott eredményeket átlagoltam. Az öt palántára vonatkozó átlagos értéket a **3. táblázat** szemlélteti.

Átlagérték	Symbiot	Kontroll
1-es tálca	3	3
2-es tálca	4,2	3,2
3-as tálca	4,8	3
4-es tálca	3,4	3,8
Összátlag	3,85	3,25

3. táblázat: A palánták gyökérzetének osztályozása gyökérzetfejlettség alapján. Öt palántára vonatkozó átlagos érték

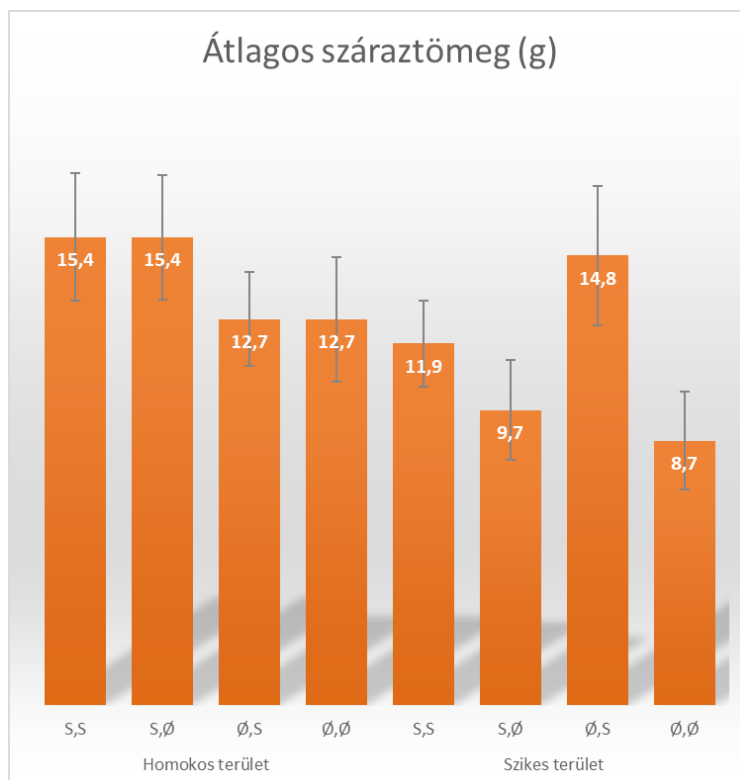
Az **3. táblázatból** látható, hogy a 4 tálcából 2 tálca Symbivittel kezelt palántáinak gyökérzete átlagban jobb, 1 tálca palántáinak gyökérzete azonos értékelést kaptak és 1 tálca Symbivittel kezelt palántáinak gyökérzete értékelései maradtak alul a kontrollhoz képest. Összátlagban a Symbivittel kezelt palánták gyökérzete 0,6-del jobb értékelést kaptak a kontrollhoz képest.

5.3. A gyökérzet száraztömege

Betakarítás után 5-5 tövet emeltem ki óvatosan minden egyes parcellából vigyázva a gyökérzet épségére. A töveknél a szárat a földfelszínnél elvágtam, a gyökérzetről a talajt lemostam és tömegállandóságig szárítottam a gyökérzetet. A munkafolyamatokat a **5. ábra** szemlélteti.



5. ábra: A gyökérzet kiemelése és szárítása. Forrás: Saját fotó 2021.10.28.



6. ábra: A mikorrhiza oltás hatása a gyökérszár átlagos száraztömegére. Az oszlopdiagramok az 10 növényre számolt átlagos értéket ábrázolják a szórásokkal. Forrás: Saját szerkesztés

Az **6. ábrán** látható, hogy eredmények alapján nem egyértelmű, milyen hatással voltak a kezelések a gyökértömegre, de az megállapítható, hogy mindkét típusú talajon nagyobb gyökértömeget fejlesztettek a Symbivit kezelést kapó növények szinte minden esetben. Érdekes, hogy a gyengébb minőségű homokos területen nagyobbak az átlagos gyökértömegek, mint a szikes területen, ez valószínűleg a lazább talajszerkezet miatt következhetett be, ami jobban kedvezett a gyökérnövekedésnek, de ahhoz, hogy ebben biztosak lehessünk érdemes volna a kísérletet megismételni hasonló körülmények között, mivel kezelésként 10-10 tövet vizsgáltam, ezért a kapott eredményekből nem teljesen lehet messzemenő következtetéseket levonni.

5.4. Lombozat szemrevételezése

A július 13-án észlelt lisztharmat fertőzés miatt sajnos nem tudtam elvégezni a tervezett levélfelületmérést, de a parcellák szemrevételezése alapján különbségeket állapítottam meg a kontroll és a mikorrhizával kezelt parcellák között.



7. ábra 1-es és 6-os parcella a homokos területen 2021.07.02-én, felső képen csak ültetéskor volt oltott paprikanövények, alsó képen kontroll paprikanövények láthatóak

A **7. ábrán** látható képek az ültetés után 6 héttel készültek. szemrevételezés alapján megállapítható, a felső képen látható növényeknek jobb a lombborítottsága, levelek színe sötétebb, valamint a levelek mérete is nagyobbak tűnnek.

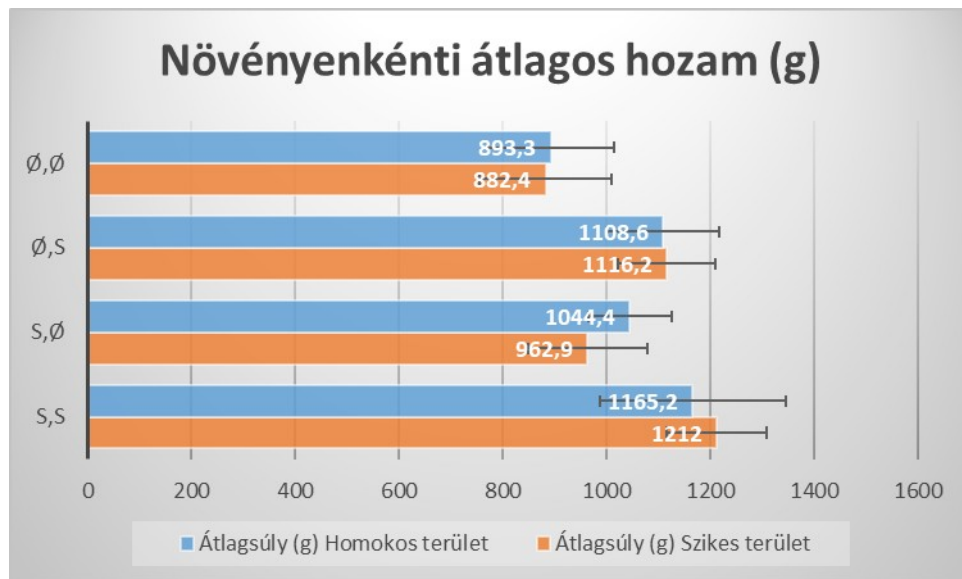


8. ábra: Szikes terület 10-es és 14-es parcellája 2021.07.02-én, felső képen vetéskor és ültetéskor oltott paprikanövények, alsó képen kontroll paprikanövények láthatóak

A **8. ábrán** látható képek az ültetés után 5 héttel készültek. A homokos területhez hasonlóan itt is nagyobb levelek, és jobb lombborítottság figyelhető meg a kezelt növényeken, mint a kontroll növényeken.

5.5. Növényenkénti átlagos hozam

A hozam vizsgálatánál minden parcellában 5-5 növényt láttam el számozott szalaggal, azaz kezelésenként 10 növényt vizsgáltam. A kezelésenkénti átlagtömeget a **9. ábra** szemlélteti szórásokkal.



9. ábra: Növényenkénti átlagos hozam, szórásokkal. Forrás: Saját szerkesztés

A **9. ábra** diagramján látható, hogy mindkét talajtípuson a kontroll hozama minden esetben alul maradt a kezelt növények átlaghozamaihoz képest. Mindkét talajtípuson a kétszer kezelt növényeknek lett a legnagyobb átlaghozama, ezután következik a csak ültetéskor kezelt növények, majd a csak vetéskor kezelt növények.

A kiértékelés során LSD poszthoc analízist végeztünk, ahol a 0,05 alatti értékeket számítottuk szignifikáns különbségnek.

Az analízis alapján szignifikáns különbség van a homokos terület kontroll kezelése és a homokos terület kétszer kezelt növényei között. Szignifikáns különbséget találtunk a szikes terület kontrollja, valamint a szikes terület ültetésnél kezelt növényei és a szikes terület kétszer kezelt növényei között. Szignifikáns különbséget találtunk még a szikes terület vetéskor kezelt növényei és a szikes terület kétszer kezelt növényei között.

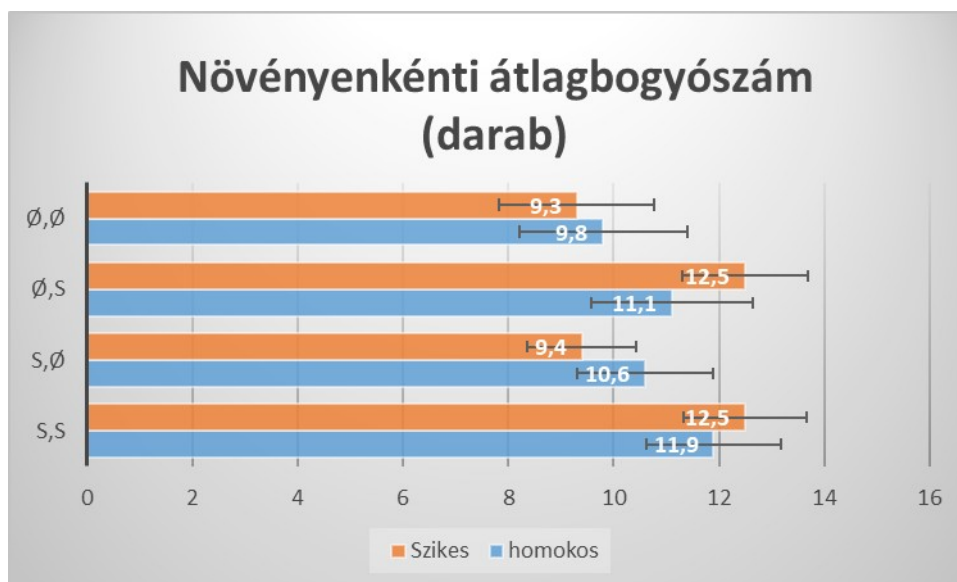
Közel szignifikáns különbséget találtunk a homokos terület kontrollja és a homokos terület ültetéskor kezelt növényei között, valamint homokos terület kétszer kezelt növényei között.

A statisztikai elemzésből megállapítható, hogy a két talajtípus kontroll növényei között nincs szignifikáns különbség, így valószínűleg emellett a termesztéstechnológia mellett nincs a talajtípusnak számottevő hatása a termésmennyiségre, továbbá az is megállapítható, hogy semelyik azonos kezelés között nem volt szignifikáns különbség a két talajtípus között.

Azaz a fent ismertetett hozambéli különbségek jelentős mértékben a mikorrhiza gombával való oltás következtében jelentkezhetnek.

Bár az eredmények meggyőzőek, meg kell azonban jegyeznünk, hogy a végeredményt sok tényező befolyásolhatja (pl. talajfoltok, stressztényezők), ezért célszerű volna a kísérletet másik évben is megismételni.

5.6. Növényenkénti átlagos bogyószám



10. ábra: Növényenkénti átlagos bogyószám, szórásokkal. Forrás: Saját szerkesztés

A 10. ábrán látható, hogy a mikorrhiza gombával való kezelés minden kezelés esetében jobb kötődést eredményezett a kontrollhoz képest.

A statisztikai elemzés során megállapítottuk, hogy szignifikáns különbség figyelhető meg a szikes terület kontrolljának átlagos bogyószámai, valamint a szikes terület ültetésnél kezelt növényeinek átlagos bogyószámai között. Szignifikáns különbség található még a szikes terület kontrolljának átlagos bogyószámai, valamint a szikes terület kétszer kezelt növényeinek átlagos bogyószámai között. Érdekes, hogy szignifikáns különbség van még a szikes terület vetésnél kezelt növényei, valamint a szikes terület ültetésnél kezelt növényei és a szikes terület kétszer kezelt növényei között.

5.7. Becsült hektáronkénti átlagos hozam kezelésenként

5.7.1. Homokos terület

“S,S”: $1165,2 \text{ g/tő} = 1,1652 \text{ kg/tő} - 49747 \cdot 1,1652 = 57965 \text{ kg/ha} = 57,97 \text{ t/ha}$

“S, Ø”: $1037,1 \text{ g/tő} = 1,0371 \text{ kg/tő} - 49747 \cdot 1,0371 = 51593 \text{ kg/ha} = 51,6 \text{ t/ha}$

“Ø,S”: $1108,6 \text{ g/tő} = 1,108 \text{ kg/tő} - 49747 \cdot 1,108 = 55119 \text{ kg/ha} = 55,1 \text{ t/ha}$

“Ø, Ø”: $893,3 \text{ g/tő} = 0,8933 \text{ kg/tő} - 49747 \cdot 0,8933 = 44438 \text{ kg/ha} = 44,4 \text{ t/ha}$

5.7.2. Szikes terület

“S,S”: $1251,8 \text{ g/tő} = 1,2518 \text{ kg/tő} - 49747 * 1,2518 = 62273 \text{ kg/ha} = 62,3 \text{ t/ha}$

“S, Ø”: $962,9 \text{ g/tő} = 0,9629 \text{ kg/tő} - 49747 * 0,9629 = 47901 \text{ kg/ha} = 47,9 \text{ t/ha}$

“Ø,S”: $1116,2 \text{ g/tő} = 1,1162 \text{ kg/tő} - 49747 * 1,1162 = 55527 \text{ kg/ha} = 55,5 \text{ t/ha}$

“Ø, Ø”: $882,4 \text{ g/tő} = 0,8824 \text{ kg/tő} - 49747 * 0,8824 = 43897 \text{ kg/ha} = 43,9 \text{ t/ha}$

A szabadföldi kápia paprika átlagos termésmennyisége hektáronként 30-35 tonna/hektár hazánkban, legjobb esetben ez akár 70-80 tonna/hektár is lehet (KICSKA-APÁTI, 2018). A becsült terméseredményekből megállapítható, hogy minden esetben a termésmennyiség meghaladta a hazai átlagot, de a mikorrhiza kezelés hatására minden esetben nagyobb hozamot kaptunk.

A szikes terület kétszer kezelt növényeinél nagyobb hozamot értünk el, mint a homokos terület kétszer kezelt növényei esetében, de a kontroll esetében a homokos terület hozamai voltak nagyobbak. Bár a talajtípusok közötti különbségek nem voltak szignifikánsak, a különbségeket okozhatta, hogy a mikorrhiza kezelés hatása a szikes területnél kifejezetten érvényesülhetett, mivel itt magasabb nátriumsótartalom található és a mikorrhiza kapcsolat segít a magas sótartalomtűrésben is, ahogy azt Buczkowska és Sałata (2020) is leírja.

Fontos megemlíteni, hogy a hektáronkénti hozamok megállapításánál a kezelésenkénti 10-10 töről gyűjtött adatokkal számoltam, ami alapján nem lehet teljesen pontos eredményeket kapni, csak hozzávetőleges hozamokat. Meg kell jegyezni továbbá, hogy a talajvizsgálat a kacsatrágya kijuttatása előtt történt, a kacsatrágya minősége is eltérhet tételenként, de a növények tápoldatozás és egyéb kezeléseket tekintve ezentúl azonos körülmények között voltak.

A kapott hozamokat befolyásolta a fentiekén kívül még, hogy június 1-én a kísérlet ellenőrzése során észleltem, hogy több növény kiszáradt, mert az erősebb napsütés miatt a fekete talajtakaró fólia felmelegedett és a frissen kiültetett palánták szárát néhol elégette, valamint azoknál a parcelláknál, ahol az ültetőgödörbe szórtam Symbivitet több volt a veszteség, de egyik parcellában sem volt 4 tónél több veszteség. Ennek valószínűleg az az oka, hogy az ültetőgödörbe szórt szer miatt feljebb kerültek a tápkockák, mint a kezeletlen parcellákban. A homokos területen 2 parcellában történt nyúlragás, ezeket töveket, habár a megmaradt töből kacsokat hajtottak és termést is hoztak a kísérlet kiértékelésénél nem vettem figyelembe.

Július 13-án a szikes terület 15-ös és 16-os parcellájában lisztharmat fertőzést azonosítottam, amely fertőzést a következő növényvédelmi kezelés megállította. Július 21-én jégeső is esett, szerencsére nagyobb kártétel nem történt, csak néhány levelet sértettek meg a

jégdarabok. Habár rendszeresen történt növényvédelem rovarölő szerrel is, mégis augusztus 1-én sikerült a gyapottok-bagolylepke lárvájának a kártételét azonosítanom, amely összességében tövenként 1-2 bogyót érintett.

5.8. A bogyók minősége

Hozam	Homokos terület				Szikes terület		
	I. osztály	II. osztály	Lecsó		I. osztály	II. osztály	Lecsó
S,S	74,18%	15,08%	10,74%	S,S	78,40%	8,93%	12,67%
S,Ø	86,74%	10,17%	3,09%	S,Ø	83,35%	7,06%	9,59%
Ø,S	85,64%	7,88%	6,48%	Ø,S	82,01%	8,54%	9,45%
Ø,Ø	70,68%	12,75%	16,57%	Ø,Ø	76,80%	5,86%	17,34%

4. táblázat: Hozamok osztály szerinti megoszlása. Forrás: Saját szerkesztés

Az 4. táblázatból látható, hogy a Symbivittel kezelt részek minden esetben a tömeg arányaiban több I. osztályú bogyót hoztak, mint a kontroll, valamint az megállapítható, hogy a kontroll területen lett a legtöbb lecsó osztályú bogyó.

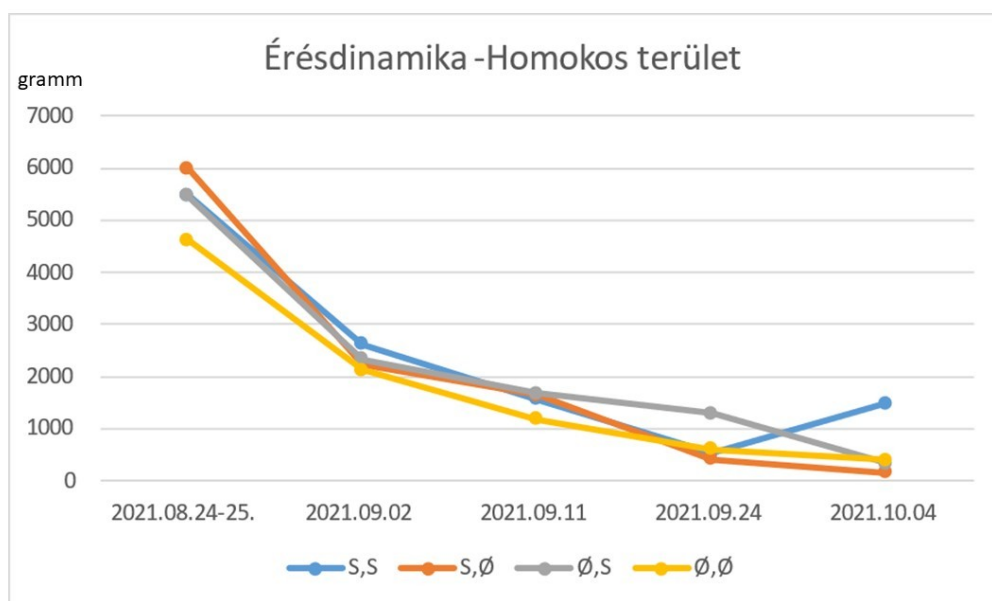
Bogyószám	Homokos terület				Szikes terület		
	I. osztály	II. osztály	Lecsó		I. osztály	II. osztály	Lecsó
S,S	66,39%	21,85%	11,76%	S,S	75,20%	12,00%	12,80%
S,Ø	81,13%	14,15%	4,72%	S,Ø	77,66%	11,70%	10,64%
Ø,S	79,65%	12,39%	7,96%	Ø,S	76,80%	12,80%	10,40%
Ø,Ø	63,27%	17,35%	19,39%	Ø,Ø	72,04%	7,53%	20,43%

5. táblázat Bogyószámok osztály szerinti megoszlása Forrás: Saját szerkesztés

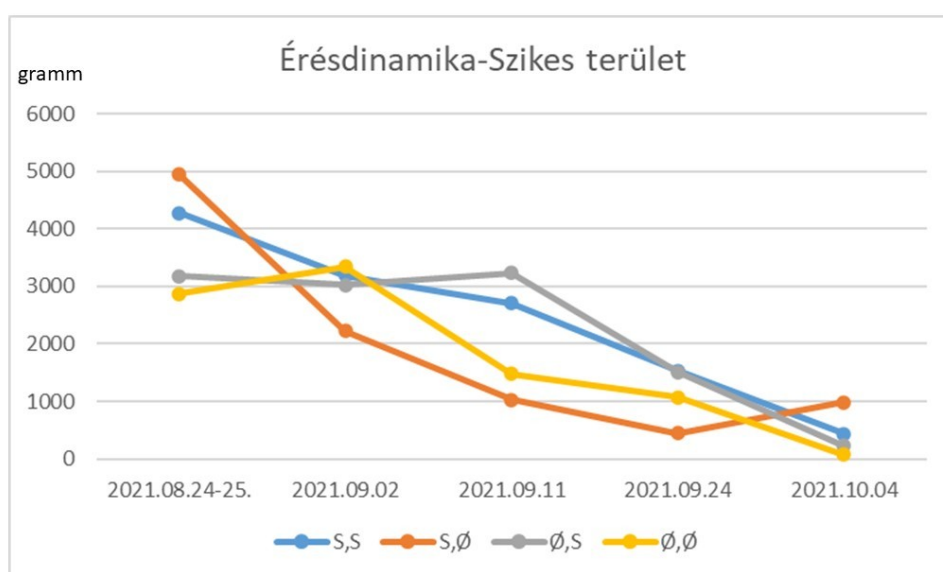
Az 5. táblázatból látható, hogy a súlyok osztályonkénti megoszlásához hasonlóan a bogyószámok osztályonkénti megoszlásának tekintetében is a kontroll esetében lett arányaiban a legkevesebb I. osztályú bogyó, míg a lecsó osztályból pedig szintén a kontrollnál lett a legtöbb darab bogyó a kezeléskénti összbogyószámhoz képest.

A kapott eredményeimet alátámasztja a Mena-Violante és munkatársai (2006) által végzett kísérlet is, amiben az öntözött körülmények között az arbuszkuláris mikorrhiza gombával oltott ancho chile paprika bogyói válméretben, hosszúságban és súlyban is jobb eredményt értek el, mint a kontroll.

5.9. Érésdinamika



11.. ábra A homokos terület érésdinamikája Forrás: Saját szerkesztés



12. ábra A szikes terület érésdinamikája Forrás: Saját szerkesztés

A 11. ábra és a 12. ábra alapján látható, hogy a homokos terület kezelésenkénti érésdinamikája megközelítőleg megegyezik, míg a szikes terület érésdinamikája eltérő a kezeléseket nézve. A terület érésdinamikájában látott különbséget okozhatja a talajvizsgálat alapján kimutatott eltérő cink ellátottság. Egy 2016-os Cambridge-i tanulmány szerint (PEREIRA, 2016) a mikorrhiza gombák által biztosított magasabb foszfor és cink felvétel akár 16 nappal korábbi virágzást idézhet elő, ami koraisághoz vezet. A szikes terület a talajvizsgálat alapján cinkkel kevésbé volt ellátott, ezért előfordulhat, hogy mikorrhiza

kezelés segített a cinkfelvétel koraiságot okozott a szikes terület kontrolljához képest, mivel mint ahogy a **12. ábrán** látható mindhárom mikorrhiza kezelés során az első szedés alkalmával lett betakarítva a legtöbb termés, míg a kontroll esetében éréscsúcs csak a második szedéskor következett be. Mivel az eredményeket 10-10 növény alapján elemzem és sok egyéb tényező is befolyásolhatja az érésdinamikát, így érdemes volna a kísérletet egy másik alkalommal is megismételni.

6. Összefoglalás

A vizsgálataink alapján erős szignifikáns különbséget találtunk a kontroll és a kétszer kezelt állományok között a növényenkénti átlaghozamokban, valamint az átlagos bogyószámokban, amik nagy valószínűséggel a mikorrhiza kezelés hatására következtek be.

A mikorrhiza kezelések hatással voltak a vegetatív paraméterekre, mind a palánta gyökérminőség és mind a száraz gyökértömeg tekintetében.

A mikorrhiza gombákkal történő oltás kísérleti eredményeink alapján pozitív hatással lehetett a kápia paprika bogyók minőségére és tömegére, valamint hatással lehetett az érésdinamikára is.

A kapott eredményeket sok tényező befolyásolhatja, többek között az évjárat, talaj, tápanyagellátottság, technológia, fajtatípus és fajta, vízellátottság, különböző stresszek, kórokozók és kártevők.

A vizsgálataink alapján arra a következtetésre jutottunk, hogy mindenképp érdemes a mikorrhiza gombákat használni a termelés során, hiszen az éghajlatváltozás miatt egyre több a szélsőség és egyre több stressz éri a növényt, amely stresszek negatív hatásait a mikorrhizáltság segít ellensúlyozni. A tapasztalataink alapján a mikorrhiza gombával történő oltás minden esetben pozitív hatást váltott ki, de szinte minden esetben a kétszer kezelt növények mutatták a legjobb eredményeket.

A vizsgálatokat érdemes lenne megismételni egy másik tenyésztéskorban, mivel eltérő körülmények között eltérő a mikorrhiza hatásának a mértéke is, ugyanis a mikorrhiza legfőképp stressz és hiányos állapotok között tud látványos különbségeket elérni.

Javasolt a növényvédelem fejlesztése is, fontos volna a csapdákra alapozott rajzásmegfigyelést alkalmazni, főleg a gyapottok-gyapotlepke megfigyelésére, mivel ez a kártevő az utóbb években egyre nagyobb gazdasági károkat okoz.

Napjainkban az egyre csökkenő számú engedélyezett növényvédőszer hatóanyagok, az egyre szélsőségesebb éghajlat miatt egyre nagyobb figyelem fordul a mikrobiológiai készítményekre. Ezen hozamfokozók mellett, hogy nagyobb termést eredményeznek, jobb kondícióban tartják a növényt, amely ezáltal ellenállóbb lesz a kórokozók, és abiotikus stressztényezőkkel szemben. Humánélelmiszer szempontjából nem elhanyagolandó szempont, hogy ezen szerek használatával csökkenthető a kémiai növényvédőszer használat, így az előállított élelmiszerek kevesebb vegyszermaradékot tartalmaznak.

A kísérletem fő célja volt, hogy a jelenlegi, a családi gazdaságban alkalmazott technológiába beágyazzam a mikorrhiza kezeléseket úgy, hogy az eredeti technológián alapvetően nem változtatok. Kíváncsi voltam, hogy milyen eredményeket érek különböző időpontban történő oltásokkal, valamint mekkora szerepe van a különböző minőségű talajoknak a mikorrhiza gomba hatékonyságára.

A kísérlet során vizsgáltam a mikorrhizált palánták gyökérzetét, a betakarítás után a gyökérzet száraztömegét, a növényenkénti átlaghozamot, a növényenkénti átlagbogyószámot, a bogyók minőségét (osztályonkénti arányát) és a becsült hektáronkénti hozamot. Terveim között volt a levélfelület mérés is, amelyet sajnos lisztharmat-fertőzés és a jégeső miatt nem vált lehetővé.

A kísérlet során megállapítottuk, hogy a mikorrhiza oltást kapott növények minden esetben jobb eredményt mutattak, mint a kontroll, de a legjobb eredményeket a két alkalommal (magvetéskor, valamint palántázáskor) történő kezeléssel érték el. Az ilyen módon kezelt növények átlaghozamai szignifikáns növekedést mutattak a kontrollhoz képest.

A kísérletet mindenféleképpen érdemes volna megismételni egy másik tenyésztési időszakban, ugyanis minden évben különbözőek a körülmények szabadföldön évjáráttól függően, így különböző eredmények érhetőek el, ezért egy év alapján nem lehet pontos és hosszútávú következtetéseket levonni a mikorrhiza oltás kápia paprikára vonatkozó hatásairól.

A kísérlet is bebizonyította, hogy érdemes foglalkozni a mikrobiológiai készítményekkel, mivel ezek használatával egyre kevesebb vegyszer felhasználása mellett is lehet ugyanakkora hozamokat elérni és ami még fontosabb, hogy ezáltal egészségesebb és jobb beltartalmi értékű élelmiszert lehet előállítani.

7. Irodalomjegyzék

1. Agrobio.hu: Jótekonny gombafonal - Természetes módon véd és táplál. <https://agrobio.hu/hu/hirek-archivum/oldal/2/jotekony-gombafonal-termeszetes-modon-ved-es-taplal/> letöltés ideje: 2022.11.09.
2. Almaca, A., Almaca, N. D., & Senbayram, M. (2021). INTERACTIVE EFFECT OF ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI INOCULATION AND PHOSPHORUS FERTILIZER APPLICATION ON YIELD AND NUTRIENT CONTENT OF RED PEPPER (*Capsicum annuum* L.) IN A SEMI-ARID REGION. APPLIED ECOLOGY AND ENVIRONMENTAL RESEARCH, 19(4), 2779-2792. https://aloki.hu/pdf/1904_27792792.pdf letöltés ideje: 2022.11.07.
3. Angeli L. (1968): Paprika termesztés. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
4. Bakonyi I.-Csitári G. (2021): AM gomba oltás és trágyázás hatása egy őszi búza fajta terméshozamára üzemi körülmények között <https://dea.lib.unideb.hu/items/49425dcb-73f1-409c-b4ec-4158e8182e66> letöltés ideje: 2022.11.09.
5. Balázs S. (szerk.) (1994): Zöldségtermesztők kézikönyve. Mezőgazda kiadó, Budapest ISBN 963 8439 37 8, 226-256 oldal
6. Biokultúra (2021): Az arbuszkuláris mikorrhiza gombák szerepe az ökológiai gazdálkodásban Biokultúra 32.évfolyam 1. szám 19-21. oldal
7. Biró B. (2020): TALAJTAN BIOGAZDÁLKODÓKNAK II. Nemzeti Agrárgazdasági Kamara, Budapest ISBN 978-615-5307-60-7
8. Buczkowska, H. B., & Sałata, A. (2020). Inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) and plant irrigation with yield-forming factors in organic sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) cultivation. Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus, 19, 125-138. letöltés ideje: 2022.11.07.
9. Fodor F. (szerk.) (2013): A növényi anyagcsere élettana. Digitális tananyag.
10. FruitVeb (2020 a): <https://fruitveb.hu/fruitveb-bulletin-2019-zoldsegetermesztes-i-resz/> letöltés ideje: 2022.10.29.
11. FruitVeb (2020 b) <https://fruitveb.hu/fruitveb-bulletin-2019-zoldseg-gyumolcs-termoteruletek-alakulasa-2011-2019/> letöltés ideje: 2022.10.29.
12. FruitVeb (2020 c): <https://fruitveb.hu/fruitveb-bulletin-2019-zoldseg-gyumolcs-termesmennyisegek-alakulasa-2011-2019/> letöltés ideje: 2022.10.29.
13. Gierczik K.-Sasvári Z.-Posta K. (2012): KÜLÖNBÖZŐ IDŐPONTBAN TÖRTÉNŐ MIKORRHIZAOLTÁS ÉS SZÁRAZSÁG STRESSZ HATÁSA FŰSZERPAPIRIKA TERMÉSHOZAMÁRA Tájékológiai Lapok 10. évfolyam 2.szám 385-391. oldal
14. Helmeczi B. (1994): Mezőgazdasági mikrobiológia Mezőgazda Kiadó, Budapest ISBN 963 8439 03 3
15. Kerek M.-Birkás Z. (2018): A szabadföldi paprika növényvédelmi technológiája Növényvédelem 54. évfolyam 8. szám 341-352. oldal
16. Kicska T.-Apáti F. (2018): A szabadföldi zöldség- és paprikatermesztés helyzete és kilátásai a gazdasági környezet tükrében. <https://magazin.fruitveb.hu/a-szabadfoldi->

[zoldseg-es-paprikatermesztes-helyzete-es-kilatasai-a-gazdasagi-kornyezet-tukreben/](#)
letöltés ideje:2022.11.08.

17. Mena-Violante, H. G., Ocampo-Jiménez, O., Dendooven, L., Martínez-Soto, G., González-Castañeda, J., Davies, F. T., & Olalde-Portugal, V. (2006). Arbuscular mycorrhizal fungi enhance fruit growth and quality of chile ancho (*Capsicum annuum* L. cv San Luis) plants exposed to drought. *Mycorrhiza*, 16(4), 261-267.
18. Mártonffy B. (szerk.) (1999): Paprika – Hajtatott, szabadföldi és fűszerpaprika. Mezőgazda Kiadó, Budapest ISBN 963 9121 75 4
19. Orosco Kft. weboldala kapirex F1 fajtaleírása <https://orosco.hu/termek/kapirex-f1/>
letöltés ideje 2022.11.10.
20. Pereira, J. A. P., Vieira, I. J. C., Freitas, M. S. M., Prins, C. L., Martins, M. A., & Rodrigues, R. (2016). Effects of arbuscular mycorrhizal fungi on *Capsicum* spp. *The Journal of Agricultural Science*, 154(5), 828-849.
21. Pethő M. (2016): Mezőgazdasági növényélettan. Akadémiai Kiadó, Budapest ISBN 978 963 05 9831 6
22. Polgárné Balogh Eszter (2016): Mikrobiológiai készítmények a mezőgazdaság szolgálatában *Agrofórum* 27.évfolyam 10. szám 105-107. oldal
23. Somos A. (1981): A paprika. Akadémiai Kiadó, Budapest ISBN 963 05 2658 1
24. Südiné Fehér Anikó (2018): Mikorrhiza: miként lehet hasznos a biológiai növényvédelemben? *Agrofórum Online* <https://agroforum.hu/szakcikkek/okologiai-gazdalkodas/mikorrhiza-mikent-lehet-hasznos-biologiai-novenyvedelemben/> letöltés ideje: 2022.10.31.
25. Symbivit engedélyokirata (2019):
https://agrobio.hu/hu/termek-kijuttatas/biostimulatorok-gombak/symbivit-mikorrhiza-gomba/?gclid=Cj0KCQiAmaibBhCAARIsAKUlaKQaIGtYkvyIcRRoeOXrdJeiKN-0_2Osp5RZjrXO4uUiXIylkh9XBJoaAiogEALw_wcB -> Erről a weboldalról letölthető az engedélyokirat. letöltés ideje: 2022.11.08.
26. Szakál P.-Schmidt R.-Kalocsai R.-Giczi Zs. (2014): Talajvizsgálati eredmények értelmezése <https://www.agronaplo.hu/szakfolyoirat/2006/09/szantofold/a-talajvizsgalati-eredmenyek-ertelmezese> letöltés ideje: 2021.07.01.
27. Takácsné Hájos M. (2020): Szántóföldi zöldségtermesztés. Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen ISBN 978-963-318-887-3, 120-128 oldal
28. Terbe I. (2020): Van elég tápanyag a talajban, a növény mégis éhezik – mit tehetünk? *Agroinform* weboldal, <https://www.agroinform.hu/kerteszeti-szoleszet/van-eleg-tapanyag-a-talajban-a-noveny-megis-ehezik-mit-tehetunk-44277-001> letöltés ideje:2022.10.29.
29. Tömpe Anna (2009): A szabadföldi paprikatermesztés *Kertészet és Szőlészet* 58. évfolyam 4. szám 12-14. oldal
30. Wikipedia (2021): Glomus (fungus) [https://en.wikipedia.org/wiki/Glomus_\(fungus\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Glomus_(fungus))
letöltés ideje: 2022.11.08.
31. Zatykó L. (szerk.) (1993): Paprika. Mezőgazda Kiadó, Budapest ISBN 963 8439 59 9

32. Zatykó L.-Márkus F. (szerk.) (2006): Étkezési és fűszerpaprika termesztése.
Mezőgazda Kiadó, Budapest ISBN 963 286 256 2