

MIKORRHIZA GOMBÁK ALKALMAZÁSA A FENNTARTHATÓ MEZŐGAZDASÁGÉRT: SZABADFÖLDI KÍSÉRLET ZÁKÁNYSZÉKEN, EGY CSALÁDI GAZDASÁGBAN

MYCORRHIZAL FUNGI FOR SUSTAINABLE AGRICULTURE: AN OPEN FIELD EXPERIMENT ON A FAMILY FARM IN ZÁKÁNYSZÉK

Mihálka Virág ORCID 0000-0003-2986-7153*, Budai Viktor ORCID 0009-0009-2178-7950, Hüvely Attila ORCID 0000-0002-1498-2610, Pető Judit ORCID 0000-0002-5904-7538

Agrártudományi Tanszék, Kertészeti és Vidékfejlesztési Kar, Neumann János Egyetem, Magyarország
<https://doi.org/10.47833/2024.1.AGR.003>

Kulcsszavak:

mikrobiológiai készítmény
kápia paprika
fenntarthatóság
AMF (Arbuszkuláris mikorrhiza gombák)

Keywords:

microbial preparation
kápia sweet pepper
sustainability
AMF (Arbuscular mycorrhizal fungi)

Cikktörténet:

Beérkezett 2023. november 20.
Átdolgozva 2024. január 22.
Elfogadva 2024. január 25.

Összefoglalás

A tanulmány egy magyar családi gazdaságban beállított termesztési kísérletet mutat be. Két különböző talajtípuson vizsgáltuk egy mikorrhiza gomba alapú növényi oltóanyaggal történő kezelés hatását szabadföldi kápia paprika termesztésben. Vizsgálatunk eredményei alapján a mikorrhiza kezelést kapott növények, magasabb hozamokat mutattak. A legmagasabb hozamokat a két alkalommal (magvetéskor, illetve palántázáskor) történő kezeléssel értük el. Az ilyen módon kezelt növények átlagos hozamai statisztikailag szignifikáns növekedést mutattak a kontrollhoz képest.

Abstract

This paper presents a field trial, set up on a Hungarian family farm. In this study, the effect of application of a mycorrhizal fungal inoculant was investigated on two different soil types in open field production of kápia sweet pepper. The results of the study showed that plants treated with mycorrhizal fungi gave higher yields. The highest yields were obtained when the treatment was applied twice (at sowing and planting). The plants treated in this way showed a statistically significant increase in average yields compared to the control.

1. Bevezetés

Napjainkban a fenntarthatósági célkitűzések megvalósítása, valamint az egyre szélsőségesebb időjárás okozta problémák kiküszöbölése céljából, mind elterjedtebbé válik a különböző mikrobiológiai készítmények alkalmazása. A környezettudatos és reziliens mezőgazdasági gyakorlatok iránti igény fokozódásával a mikrobiális beavatkozások és a növények produktivitása közötti dinamikus kölcsönhatás megértése kiemelkedő jelentőségűvé válik [6] [2]. Az

* Mihálka Virág
E-mail cím: mihalka.virag@nje.hu

arbuskuláris mikorrhiza (AMF) alapú oltóanyagok paprika hozamainak, minőségének és stressztoleranciájának javításában kifejtett hatásáról számos közlemény számol be [1] [3] [4] [5] [9]. A kölcsönhatások összetettsége miatt szükséges lehet azonban az adott gombatorzs, illetve készítmény, adott kultúrában, adott körülmények között termesztési kísérletben történő tesztelésére. Jelen cikkben egy Magyarországon széles körben használt AMF alapú oltóanyag kápia paprika produktivására gyakorolt hatását mutatjuk be. Kísérletünket szabadföldi kápia paprika termesztésében, szántóföldi kísérlet keretében végeztük egy magyar családi gazdaságban, két különböző területen. A kísérlet során vizsgáltuk a mikorrhiza gombák különböző időpontokban - a vetés, illetve ültetés során - illetve eltérő típusú talajokon történő alkalmazásának jelentőségét.

A tanulmány hozzájárul a mezőgazdaságban végzett mikrobiális kezelésekkel kapcsolatos egyre bővülő ismeretanyaghoz, és gyakorlati ismereteket kínál a fenntartható és magas hozamú növénytermesztés bonyolultságában eligazodni igyekvő gazdálkodók számára is.

2. Anyag és módszer

2.1. A vizsgálat helyszíne, talajanalízis

A vizsgálat helyszíne egy Magyarországon, Zákányszéken található családi gazdaság. A kísérlet két területen („A” és „B” jelölésű) zajlott, melyeken a gazdálkodó tapasztalatai alapján eltérő jellegű talajokat találunk. Ennek vizsgálatára a területeken a kísérlet megkezdése előtt talajanalízist végeztünk. A talajminták vizsgálata a Neumann János Egyetem Kertészeti és Vidékfejlesztési Karának akkreditált Talaj- és Növényvizsgáló Laboratóriumában történt. A talajmintákat 40°C-on szárítottuk, homogenizáltuk, majd a légszáraz mintákból a kivonatokat standard módszerek alapján készítettük el. A főbb fizikai tulajdonságok meghatározása mellett a makro- és mikroelemek optikai emissziós spektrométerrel (ICP-AES módszer) kerültek megmérésre, akkreditált módszerekkel. A P, K, Mg, Na, Zn, Cu, Fe, Mn, S tartalmat a szárazanyag tartalom tömegszázalékában adtuk meg.

2.2. Kísérleti elrendezés, kezelések

Az Agro.bio Hungary Kft. Symbivit elnevezésű mikorrhiza gomba készítményének hatását az Oroscó Kft. által forgalmazott Kapirex F1 korai típusú kápia paprika hibriden teszteltük. A Symbivit alapanyagai közé tartozik a *Glomus* sp. mikorrhiza gomba, természetes agyaghordozók és adalékanyagok. A mikrobiológiai készítménnyel történő kezelés két időpontban valósult meg az alábbiak szerint:

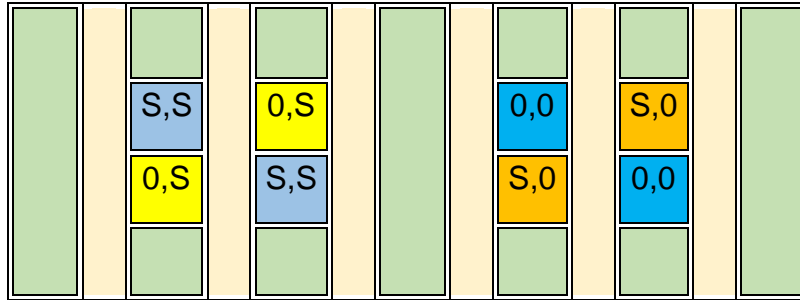
A **magvetés** 2021.03.23. történt. A négy db 104 lyukú tálcánál 52 lyukat Symbivittel kevert (12 kg /m³) Klassmann TS3-as típusú tőzeggel, 52 lyukat kezeletlen tőzeggel töltöttük meg, majd a palántanevelő helység különböző pontjain helyeztük el. A palánták nevelése fatüzelésű kazánnal fűtött, duplarétegű fóliasátorban történt, asztalokon. Május 13-án Vertimec pro rovarölőszerezellel történt növényvédelem atkák ellen. Alkalmanként körülbelül 3-4 ml vízzel öntöztünk, kezdetben naponta, majd 5-6 leveles állapottól hőmérséklettől és napsütéstől függően naponta egyszer vagy kétszer, ügyelve, hogy az öntözővíz csak az adott lyukba kerüljön (ne jusson át a szomszédos lyukakba). Az öntözővízzel három alkalommal (május 2-án, 7-én és 13-án) juttattunk ki vízben oldható 20:20:20-as Master műtrágyát egyre növekvő koncentrációban.

A **palántázás (ültetés)** 2021. május 21-én, illetve 28 -án történt (125+25) x 25 ikersoros elrendezésben. Minden 14. ikersor után egy ikersornyi szedőút maradt szabadon, így átlagosan (a szedőút területének levonásával) 49 777 tő / hektár volt a kalkulált ültetési sűrűség. Mindkét területen nyolc parcellát, alakítottunk ki, parcellánként 20 tővel, az **1. ábrán** bemutatott elrendezésben. A palántázáskori oltáskor ültetőgödrönként 30 gramm Symbivitet juttattunk ki.

A fentieknek megfelelően a palántázás után talajtípusonként négyféle kezelést találhatunk (**1. ábra**) mind az A mind a B területen:

- Két parcella (20-20 növény), amely vetésnél és ültetésnél is kapott kezelést: (**S,S**)
- Két parcella, amely csak palántázáskor volt kezelve (**0,S**)
- Két parcella, amely csak vetéskor volt kezelve (**S,0**)
- Két parcella, amely egyik alkalommal sem volt mikorrhiza gombával oltva (**0,0**)

Azaz valamennyi kezelést két parcellán végeztük, mindkét területen. Randomizálás céljából palántázás során minden egyes parcellába legalább két tálcából ültettük ki a palántákat.



1. ábra: A kísérleti parcellák elhelyezkedése. Az **S,S** állomány vetésnél és palántázásnál, **S,0** csak vetéskor, a **0,S** csak palántázáskor, míg a **0,0** egyszer sem kapott mikorrhiza oltást.

2.3. Adatfelvételezés, kiértékelés

Betakarítás előtt mindkét területen, minden parcellából egyszerű véletlen mintavétellel öt növényt, azaz kezelésként 10 növényt jelöltünk ki. A szedés tövenként történt. Az egy töről leszedett bogyókat osztályoztuk (I. osztály, II. osztály és lecsó), majd a hozamokat osztályonként gramm pontossággal lemértük, és a bogyók darabszámát is feljegyeztük (**2. ábra**). Az első szedés az „A” területen augusztus 24-én, a „B” területen augusztus 25-én történt, melyeket nagyjából hetente ismételtünk. Az utolsó szedés október 4-én történt.



2. ábra. Bogyók mérlegelése tövenként. Zákányszék, 2021.08.24.

A mért adatokat MS Excel 365 programban dolgoztuk fel. A statisztikai vizsgálatokat IBM SPSS 29 programban végeztük. Az átlagok összevetésére ANOVA tesztet, és LSD (Fisher-féle least significant differences) post hoc analízist alkalmaztunk $\alpha=0,05$ szignifikanciaszint mellett.

3. Eredmények és értékelésük

3.1. Talajvizsgálati eredmények kiértékelése

A talajanalízis eredményét az **1. táblázatban** mutatjuk be, és Szakál és mtsai alapján értékeltük [7]. A vizsgált talajok az Arany-féle kötöttségi szám alapján ($K_A < 30$) homok fizikaiféleségűek voltak.

Az „A” területen közepes humusztartalmú, gyengén meszes, jó foszfor ellátottságú, közepes kálium ellátottságú, megfelelő nátriumtartalmú és jó cinkellátottságú talajt találunk.

A „B” terület jó humusztartalmú, közepesen meszes, igen jó foszfor és kálium ellátottságú, nátriumtartalma már szikességre utal és gyenge cink ellátottságú.

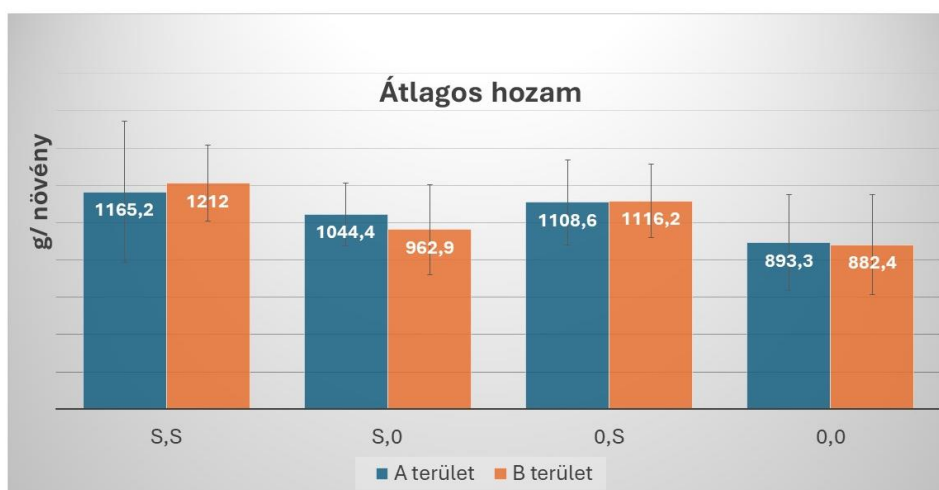
Habár mindkét terület enyhén lúgos homoktalaj, a fentiek alapján elmondható, hogy a „B” terület jobban ellátott humuszban, mészben, foszforban, káliumban, gyengébben ellátott cinkben, mint az „A” jelölésű terület. A „B” terület nátriumsó tartalma miatt már szikes jellegű, ami a természet során érezteti 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.

1. Táblázat. A talajvizsgálat eredményei

Vizsgálat neve	Mértékegységek	„A terület”	„B 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

3.1. Mikorrhiza készítménnyel történő kezelés hatása a hozamokra

A mikorrhiza-készítménnyel történő oltás tövenkénti átlagos hozamokra kifejtett hatását a **3. ábra** szemlélteti.



3. ábra. A tövenkénti átlagos hozamok alakulása különböző időpontokban végzett mikorrhiza oltások esetén a két vizsgált területen. Az **S,S** növények vetésnél és palántázásnál, **S,0** csak vetéskor, a **0,S** csak palántázáskor, míg a **0,0** növények egyszer sem kaptak mikorrhiza oltást. Átlag, n= 10, szórásokkal.

Látható, hogy a kontroll (0,0) hozama mindkét talajtípuson minden esetben alulmaradt a kezelt növények átlaghozamaihoz képest. Mindkét talajtípuson a kétszer kezelt növények (S,S) érték el a

legnagyobb hozamokat, ezután következnek a csak ültetéskor kezelt növények, majd a csak vetéskor kezelt növények.

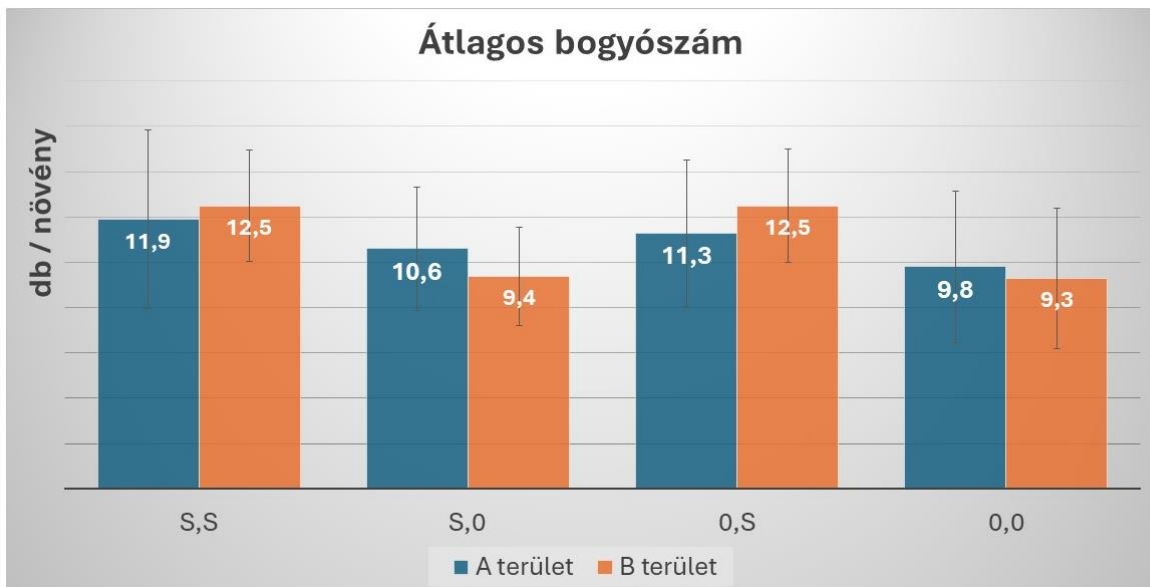
A statisztikai analízis alapján a **2. táblázat**ban feltüntetett kezeléspárok között szignifikáns különbség mutatkozott. Mindkét területen szignifikáns hozamnövekedést eredményezett a kontrollhoz képest a kétszeres (S, S) kezelés. A kontrollal összevetve a palántázáskor történő oltás (0, S) a homokos területen közel szignifikáns, míg a szikes jellegű (B) területen szignifikáns növekedést eredményezett.

2. Táblázat. Statisztikai analízis alapján a hozamok tekintetében 0,05 szinten szignifikáns különbséget mutató kezelések. *: Közel szignifikáns különbség

Átlagos Hozam	
A 00	A 0S*
A 00	A SS
A 00	B 0S
A 00	B SS
A SS	B 00
B 00	A 0S
B 00	B 0S
B 00	B SS
B 0S	B S0
B SS	B S0

A statisztikai elemzésből megállapítható, hogy a két talajtípus kontroll növényei között nincs szignifikáns különbség, így valószínűleg a jelen kísérletben a talajokban mutatkozó eltérésnek nem volt számottevő hatása a termésmennyiségre, továbbá az is megállapítható, hogy az azonos kezelések között sem volt szignifikáns különbség a két talajtípus között, azaz a fent ismertetett hozambeli különbségek feltehetően nagyrészt a mikorrhiza gombával való oltásnak is köszönhetően jelentkeztek.

A tövenkénti bogyószámot vizsgálva az tapasztaltuk, hogy a mikorrhiza gombával való kezelés minden kombináció esetében jobb kötődést eredményezett a kontrollhoz képest (**4. ábra**).



4.ábra. A tövenkénti átlagos bogyószámok alakulása különböző időpontokban végzett mikorrhiza oltások estén a két vizsgált területen. Az **S,S** növények vetésnél és palántázásnál, **S,0** csak vetéskor, a **0,S** csak palántázáskor, míg a **0,0** növények egyszer sem kaptak mikorrhiza oltást. Átlag, n= 10, szórásokkal.

A **3. táblázatban** az átlagos bogyószámra vonatkozó statisztikai vizsgálat eredményét foglaltuk össze. A statisztikai elemzés során megállapítottuk, hogy a B terület kontroll növényeihez képest szignifikánsan nagyobb bogyószámot találunk mind a csak palántázáskor (0,S), mind a kétszer kezelt (S,S) növények esetében.

Az adatok azt mutatják, hogy a bogyószámban kevésbé jelentős növekedés történt, mint a hozamok tekintetében, illetve több esetben a statisztikai vizsgálat nem igazolta a növekedést, ami arra utal, hogy a kapott hozamnövekedés inkább a bogyók méretének növekedésének tudható be. Erre vonatkozó vizsgálataink, alátámasztották ezt a várakozást, a kezeléseket összevetve a kontroll (0,0) esetében szedtük a legkevesebb I. osztályú bogyót, és a legtöbb lecsó osztályút. Az erre vonatkozó adatok részletes ismertetésére terjedelmi okok miatt itt nem kerül sor.

3. Táblázat. Statisztikai analízis alapján a bogyószám tekintetében 0,05 szinten szignifikáns különbséget mutató kezelések.

Bogyószám	
A 00	B 0S
A 00	B SS
B 00	B 0S
B 00	B SS
B 0S	B S0
B S0	B SS

Az „**A**” területre vonatkozóan a 10-10 növény adatai alapján az egy hektárra vetített, a 49 777 növény / ha ültetési sűrűséggel kalkulált hozamok a következőképpen alakultak: „S,S”: 58,00 t/ha, „S,0”: 51,98 t/ha, „0,S”: 55,18 t/ha, „0,0”: 44,46 t/ha.

A szikes jellegű, „**B**” terület esetében: „S,S”: 60,33 t/ha „S,0”: 47,93 t/ha „0,S”: 55,56 t/ha, míg a kontroll „0,0”: 43,92 t/ha.

A szabadföldi kápia paprika átlagos termésmennyisége hektáronként 30-35 tonna/hektár hazánkban, legjobb esetben ez akár 70-80 tonna/hektár is lehet [8]. A fenti terméseredmények minden esetben meghaladták a hazai átlagot, és a mikorrhiza kezelés hatására nagyobb hozamokat kaptunk.

A szikes jellegű „**B**” terület kétszer kezelt (S,S) növényeinél nagyobb hozamot értünk el, mint az „**A**” 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 a mikorrhiza kezelés hatása. A szikes területnél a hatás kifejezettebben érvényesülhetett, mivel itt magasabb a nátriumsó tartalom, és mint azt számtalan tanulmány alátámasztja, a mikorrhiza kapcsolat fokozza a paprika NaCl toleranciáját [1] [4]. Ismert, hogy a magasabb humusztartalmú talajok serkentik a mikorrhiza gombák növekedését. A B talaj magasabb humusztartalma szintén hozzájárulhatott a fent ismertetett különbségekhez.

4. Következtések

A vizsgálat előzetes eredményei figyelemre méltóak: a mikorrhiza készítménnyel kezelt kápia paprika növények terméshozama jelentősen megnövekedett. A legmagasabb terméshozamot akkor értük el, ha a kezelést vetés és ültetés során is alkalmaztuk. Ebben az esetben statisztikailag szignifikáns növekedést tapasztaltunk a kontrollcsoporttal összehasonlítva a paprika termésmennyiségében. Ezek az eredmények nem csak a mikorrhiza gomba alapú mikrobiológiai készítmény hatékonyságát támasztják alá, hanem betekintést nyújtanak az alkalmazásuk optimális időzítésébe is a maximális mezőgazdasági haszon érdekében.

Kíséreltünk során egyéb paramétereket is vizsgáltunk (gyökértömeg, palánták fejlettsége, bogyók minősége stb.) melyek bemutatását a közlemény terjedelme nem tette lehetővé.

A vizsgálataink alapján arra a következtetésre jutottunk, hogy érdemes a mikorrhiza gombákat használni a szabadföldi kápiatermesztés során, hiszen alkalmazásával hozamnövekedést érhetünk

el. Az is érdemes tekintetbe vennünk, hogy az éghajlatváltozás miatt egyre több a szélsőség és egyre több stressz éri a növényt, amely stresszek negatív hatásait a mikorrhizáltság segíthet ellensúlyozni.

A vizsgálatokat érdemes lenne megismételni egy másik tenyészedőszakban, mivel a kapott eredményeket sok tényező befolyásolhatja, többek között az évjárat, talaj, tápanyagellátottság, az alkalmazott technológia, fajtatípus és fajta, vízellátottság, különböző stresszek, kórokozók és kártevők, azaz eltérő körülmények között eltérő a mikorrhiza hatásának a mértéke is. A mikorrhiza gombával történő oltás legfőképp stressz és hiányos állapotok között tud látványos eredményeket hozni [1] [4]. Ezt igazolták a kísérletünk során kapott eredmények is: a magas Na tartalmú talajon fokozottabb volt a mikorrhiza oltás pozitív hatása.

Irodalomjegyzék

- [1] Abdel Latef, A. A. H., & Chaoxing, H. (2014). Does inoculation with *Glomus mosseae* improve salt tolerance in pepper plants?. *Journal of Plant Growth Regulation*, 33, 644-653. DOI: 10.1007/s00344-014-9414-4
- [2] Arora, N. K., Mehnaz, S., & Balestrini, R. (Eds.). (2016). *Bioformulations: for sustainable agriculture* (pp. 1-283). Berlin: Springer. DOI: 10.1007/978-81-322-2779-3
- [3] 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 Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 19(6), 125-138. DOI: 10.24326/asphc.2020.6.11
- [4] Çekiç, F. Ö., Ünyayar, S., & Ortaş, İ. (2012). Effects of arbuscular mycorrhizal inoculation on biochemical parameters in *Capsicum annuum* grown under long term salt stress. *Turkish Journal of Botany*, 36(1), 63-72. DOI: 10.3906/bot-1008-32
- [5] Franczuk, J., Tartanus, M., Rosa, R., Zaniewicz-Bajkowska, A., Dębski, H., Andrejiová, A., & Dydiv, A. (2023). The Effect of Mycorrhiza Fungi and Various Mineral Fertilizer Levels on the Growth, Yield, and Nutritional Value of Sweet Pepper (*Capsicum annuum* L.). *Agriculture*, 13(4), 857. DOI: 10.3390/agriculture13040857
- [6] Igiehon, N. O., & Babalola, O. O. (2017). Biofertilizers and sustainable agriculture: exploring arbuscular mycorrhizal fungi. *Applied microbiology and biotechnology*, 101, 4871-4881. DOI: 10.1007/s00253-017-8344-z
- [7] 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.
- [8] 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.
- [9] Yilma, G. (2019). The role of mycorrhizal fungi in pepper (*Capsicum annuum*) production. *Int. J. Adv. Res. Biol. Sci*, 6(12), 59-65. DOI: 10.57040/armhs.v1i1.395