

Biostimulátor kezelés hatása szabadföldi paprikatermesztésben különböző indítótrágyák alkalmazása esetén

OMBÓDI ATTILA, TOÓK BÁLINT

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Kertészettudományi Intézet

E-mail: ombodi.attila@uni-mate.hu

Összefoglalás

A szabadföldi paprikatermesztés technológiája folyamatosan fejlődik hazánkban. Viszonylag újabb elemnek tekinthető például a biostimulátorok és a granulált szervestrágyák használata. Kísérletünk során egy már eleve korszerű technológiát alkalmazó magángazdaságban vizsgáltuk, hogy milyen mértékben lehet növelni egy feldolgozóipari felhasználású snack paprika termésátlagát biostimulátor alkalmazásával, indítótrágyaként műtrágyát vagy granulált baromfitrágyát alkalmazva. A növényi alapú fehérje hidrolizátumnak minősíthető, aminosav és glicin-betain tartalmú biostimulátorral történő kezelés szignifikáns mértékben növelte a paprika termésátlagát, elsősorban a tövenkénti termésszám gyarapodásának köszönhetően. Ugyanakkor az indítótrágya típusa nagyobb mértékű hatással volt a terméseredményekre, mint a biostimulátor kezelés. A biostimulátor termésmenvelő hatása nagyobb mértékű volt a kissé alacsonyabb gazdálkodási szintet eredményező baromfi indítótrágya alkalmazása esetén, mint műtrágyát felhasználva. A biostimulátor adagolásban részesült tövek esetében egységnyi tömegű vegetatív rész több termést tudott kinevelni. Tehát e tövek nagyobb hatékonysággal teljesítettek, jobban ki tudták használni a rendelkezésre álló tápanyagokat. A termés minőségi jellemzőire jóval kisebb befolyással volt a biostimulátor alkalmazása, mint a termésmenre.

Kulcsszavak: granulált baromfitrágya, aminosav készítmény, Merino paprika, termésjellemzők

Bevezetés és irodalmi áttekintés

Az elmúlt évtizedek során gyökeresen átalakult a magyar étkezési paprika termesztés struktúrája, jelenleg szabadföldön már döntő többségében feldolgozóipari célú termesztés folyik (http1). Ennek ellenére a versenyképesség szempontjából kulcsfontosságú fajlagos önköltség csökkentése érdekében a szabadföldi termesztéstechnológia továbbra is folyamatosan korszerűsödik. Korábban már teljesen általánossá vált a hibridek, a mikroöntözés, a tápoldatozás és a fóliás talajtakarás

alkalmazása (Kaciu és Ombódi 2011). Felmerült a kérdés, hogy ezek után, a globális klímaváltozás jelentette kihívás mellett, a gépesítésen túl még hogyan lehet még tovább fejleszteni a természetstechnológiát, hogy az továbbra is biztonságos, kiszámítható és jövedelmező maradjon. Az egyik lehetséges válasz erre a kihívásra a biostimulátorok alkalmazása, amivel az abiotikus stressz terméscsökkenő hatásának a mértéke korlátozható (Du Jardin 2015). E készítményekkel adott biokémiai és növényélettani folyamatokat célzottan serkentve, még intenzív termesztéstechnológia alkalmazása mellett is további 5-10%-kal növelhető a termésmennyiség (Kószó 2015; Malagrow Agro 2021).

Hazánkban is egyre szélesebb körben használják a biostimulátorokat. A NÉBIH által vezetett termésnövelő anyagokkal foglalkozó adatbázisában jelenleg 256 készítménynél szerepel a 'növénykondicionáló' típusmegjelölés (<http2>). Du Jardin (2015) osztályozása szerint a biostimulátorok hét fő kategóriájának egyike a „fehérje hidrolizátumok és más N-tartalmú vegyületek”. A fehérje hidrolizátumok polipeptidek, oligopeptidek és szabad aminosavak keverékei, melyeket valamilyen fehérjeforrásból részleges hidrolízissel állítottak elő (Colla et al. 2015). Ezt a kategóriát a hazai gyakorlatban általában aminosav készítményeknek nevezik és nálunk is az egyik leggyakrabban felhasznált termékcsoporthoz tartozik (Varga 2021). Az aminosavakat tartalmazó biostimulátorokat a magyar termesztők előszeretettel használják a szabadföldi parikatermesztésben is.

A paradicsommal összehasonlítva viszonylag kevés olyan tudományos szakcikket találunk, ami a paprika biostimulátorokkal történő kezelésével foglalkozik. Pradikovic és munkatársai (2019) saját korábbi kísérleteik áttekintése alapján megállapították, hogy aminosavakat tartalmazó biostimulátorok felhasználásával növekedett a paprika termésátlaga és antioxidáns kapacitása. Liu és Lee (2012) eredményei alapján aminosavakkal történő kezelés megnövelte a paprika tövek nitrátfelvételét és a nitrogén anyagcsere egyes kulcsenzimeinek aktivitását, ezáltal pedig a nitrogén felhasználás hatékonyságát. Németh és munkatársai (2016) növényi kivonat alapú biostimulátorral végzett kísérletük során megállapították, hogy paprikahajtásban annak hatékonysága növelhető volt szervesztrágyázással kombinálva.

A paprika a szervesztrágya igényes zöldségkultúrák közé tartozik, meghálálja a szervesztrágyázást (Ombódi 2019). Ugyanakkor hazánkban egyre nehezebben elérhető a jó minőségű, megfelelően kezelt istállótrágya, folyamatosan csökken a felhasznált mennyiség. 2019-ben már csak 191 ezer hektárra juttattak ki átlagosan 19,2 t/ha dózissal istállótrágyát (<http3>). Részben ezért is válnak egyre népszerűbbé a granulált szervesztrágya készítmények a hazai zöldségtermesztők körében (Terbe 2019). Paprikatermesztésben is gyakran alkalmazzák indítótrágyaként (Ombódi 2019). Egy törökországi kísérletben a szokásos trágyázáson túl, pelletált baromfitrágya felhasználása serkentette a paprika hajtásnövekedését és növelte termésátlagát (Sahin et al. 2014).

Kísérletünkben azt kívántuk megvizsgálni, hogy egy hazai magángazdaság körülményei között, már eleve korszerű technológiát alkalmazva, milyen mértékben lehet növelni a szabadföldi étkezési paprika termésátlagát aminosav tartalmú biostimulátor alkalmazásával, indítótrágyaként műtrágyát vagy granulált baromfitrágyát alkalmazva.

Anyag és módszer

Kísérleti körülmények

A kísérletet 2021-ben végeztük el egy Kerekegyháza határában lévő magángazdaságban. Laboratóriumi vizsgálatok alapján a terület talaja homok fizikai féleségű (Arany-féle kötöttségi száma 29), enyhén lúgos kémhatású (pH [KCl] = 7,7), közepesen meszes (szénsavas mésztartalom = 5,6 m/m %), alacsony sótartalmú (<0,02 m/m %), közepes humusztartalmú (0,92 m/m %), valamint igen jó foszfor ($AL P_2O_5 = 387$ mg/kg) és jó kálium ($AL K_2O = 130$ mg/kg) ellátottságú volt a kísérletet megelőzően. Az öntözéshez felhasznált víz a következő fontosabb tulajdonságokkal rendelkezik: fajlagos elektromos vezetőképesség 0,44 mS/cm, pH 7,43, nitrácion <1 mg/l, kálium 1,4 mg/l, nátrium 6,4 mg/l, kalcium 74,4 mg/l, magnézium 19,2 mg/l, hidrokarbonát-ion 342 mg/l, összes keménység 149 mg/l CaO.

Termesztéstechnológia

A kísérleti kezeléseket képző indítótrágyázás és biostimulátor használat kivételével a gazdaságban általában alkalmazott termesztéstechnológián nem változtattunk. Ősszel 30 cm-es mélysántás és annak kombinátoros elmunkálása történt a területen. Tavasszal az április 6-i indítótrágya kiszórását és annak kombinátoros bedolgozását követően, május 4-én került sor a bakhátak felhúzására, egy menetben a 20 cm-es osztásközű és nyomáskompenzált csepegtetőszalagok kihúzásával és a fekete talajtakaró polietilén fólia lefektetésével. A bakhátak középvonalainak távolsága 150 cm, koronaszélessége 50 cm, koronamagassága 15 cm volt.

A Szentesi Árpád Agrár Zrt.-vel 160 cellás palántanevelő tálcákban neveltetett, 4-6 leveles palántákat ikersoros elrendezésben, (115+35) x 20 cm-es térállásra ültettük ki, ami 6,66 db/m²-es tömsűrűségnek felel meg. A termesztett fajta a 'Merino' volt, ami egy elsősorban savanyítási célú, kb. 18 gramm bogyótömegű, zöldből pirosba érő snack paprika (<http4>).

Kiültetés előtt a palántákat 4 dl/100 l töménységű gyökereztető oldatba áztattuk, majd a kiültetés után öt nappal már az öntözőrendszeren keresztül kapott 5 l mennyiségű gyökereztetőszert a teljes állomány. A kiültetés utáni második napon egy komolyabb szélverés érte az állományt, melynek kezelésére 2,5 l/ha dózisban, a későbbi kezelésként is felhasznált, biostimulátor készítmény került kijuttatásra lombon keresztül, a későbbi kezelésektől függetlenül az összes tő számára.

A tenyészdő során hetente átlagosan 3, mindösszesen pedig 62 tápoldatozást alkalmaztunk, a fenológiai stádiumhoz igazodva változó receptúrával. Összességében 173 kg nitrogén, 80 kg foszfor-pentoxid, 265 kg kálium-oxid, 42 kg kalcium-oxid és 37 kg magnézium-oxid hatóanyagot juttattunk ki az egy hektárra. A tápoldat EC értéke mindig 2,0 és 2,2 mS/cm közötti volt. Ezen kívül összesen 9 alkalommal adagoltunk különböző lombtrágyákat (foszfor, kalcium, mikroelem), illetve a szedéseket megelőzően 08.06-án és 09.03-án 2-2 l/ha dózisban érésfokozó készítménnyel is történt permetezés. A lombtrágyákat kezdetben 200 l/ha, majd június 20. után, a lombzat nagyobbá válását követően, 400 l/ha vízmennyiséggel juttattuk ki.

Az érett, piros bogyók leszedése kézzel történt, összesen három alkalommal, augusztus 24. és 27., szeptember 09. és 11., valamint október 02. és 03. között. Az utolsó időpontban a még nem beérett, zöld bogyók is betakarításra kerültek.

Kísérlet felépítése

A kísérlet kétféle tényező volt, az egyik tényező az indítótrágya típusa, a másik pedig a biostimulátor használat volt. Az indítótrágyázást, amit április 6-án végeztünk, megelőzően a területet hosszában ketté osztottuk. Az egyik részre 11:11:21 + 2,6 MgO összetételű műtrágyával, a másikra pedig 4:2,5:2,3 analízisű pelletált baromfitrágyával és szuperfoszfát meg patentkáli kiegészítéssel juttattuk ki az indítótrágyát, ami így mindkét területen 55 kg/ha nitrogén, 55 kg/ha foszfor-pentoxid és 105 kg/ha kálium-oxid hatóanyagoknak felelt meg.

A kiültetést követően a területet keresztben is kettéosztottuk és az így kapott egyik fél hektáron csak a gazdaságban szokásos lombtrágya kezeléseket valósultak meg, míg a másik fél hektáron 20%-ban növényi eredetű aminosavat, valamint glicin-betaint tartalmazó biostimulátor készítményt is kijuttatásra került. Ez a forgalmazó cég szaktanácsadója által javasoltak szerint, a lombra kipermetezve, összesen nyolc alkalommal történt meg: 06.12. – 0,6 l/ha, 06.25. – 0,6 l/ha, 07.10. – 1,5 l/ha, 07.21. – 2 l/ha, 08.12. – 1 l/ha, 08.21. – 2 l/ha, 09.03. – 1 l/ha, 09.13. – 2 l/ha dózisban. Az első alkalom kivételével 400 liter/hektár lémenyiséggel juttattuk a biostimulátort.

A kísérlet négy darab 0,25 ha-os területből állt, melyeken a következő kezeléskombinációkat alkalmaztuk: műtrágya indítótrágya + kontroll, műtrágya indítótrágya + biostimulátor, szerves trágya granulátum indítótrágya + kontroll, szerves trágya granulátum indítótrágya + biostimulátor. Az ültetést követően mind a négy területen kijelöltünk 4-4 darab, 10-10 átlagos méretű többől álló parcellát, melyeken a méréseket végeztük.

Vizsgált paraméterek

A paprikatövek fejlődési ütemét a szárátmérő mérésével követtük nyomon. A mérést négy alkalommal (05.28., 06.28., 07.29., 09.03.) végeztük el, tolmérővel, fél milliméteres pontossággal, a sziklevelel fölött 2-3 centiméterrel, mind a 16 parcella 10-10 növényén.

Mindhárom betakarítási alkalommal az összes kísérletei parcellát ugyanaznap szedtük meg. Parcellánként leszámoltuk a termések darabszámát, digitális mérleggel 10 grammos pontossággal megmértük az össztömegüket, majd e két adatból számoltuk ki az átlagos bogyótömeget. Az utolsó alkalommal betakarított zöld bogyóknak csak az össztömegét mértük meg. Ezután kihúztuk a már termés nélküli töveket, gyökérzetükről eltávolítottuk a földet és parcellánként lemértük a tömegüket. A három szedés során leszedett piros bogyók, a zöld bogyók, valamint a szár-, lomb- és gyökértömeg összegeként határoztuk meg a teljes növénytömeget. A szár- plusz a gyökérrészek és a teljes növénytömeg hányadosaként pedig a vegetatív részek tömegarányát állapítottuk meg.

A második szedést követően a leszedett piros bogyókból parcellánként kiválasztottunk 15-15 db átlagos tömegű és színárnyalatú bogyót. Először ezeknek Sheen Micromatch Plus színmérő készülékkel megmértük a CIELAB színjellemzőit: L* mint világosság, a* mint piros - zöld színösszetevő és b* mint sárga - zöld színösszetevő. Az utóbbi kettőből kiszámítottuk a Hue (színárnyalat) és a Chroma (színtelítettség) értékeket is.

Ezt követően leválasztottuk a terméshúst a csomóról, apróbb darabokra vágtuk, összekevertük, majd három részmintára választottuk szét. Az egyiket arra használtuk fel, hogy a húsból kipréselt nedvből három ismétlésben Krüss DR201-95 típusú digitális refraktométerrel (A.KRÜSS Optronic GmbH, Hamburg, Németország) megmérjük a vízdoldható szárazanyagtartalmat, melyet e műszer °Brix-ban fejez ki. A második rész minta tömegét előbb digitális labormérleggel századgramm

pontossággal lemértük, majd szárítószekrényben 65°C-on a tömegállandóság eléréséig szárítottuk. A visszamért száraztömeg és a frisstömeg hányadosából kaptuk meg az összes szárazanyag tartalmat.

A harmadik részmintát a C-vitamin tartalom HPLC műszerrel történő meghatározásához használtuk fel. Ehhez az Ambrózy (2020) által leírt mérési módszert alkalmaztuk.

Statisztikai kiértékelés

Az adatok statisztikai kiértékelését a normál eloszlás és a szórásnégyzetek egyezőségének ellenőrzését követően kéttényezős varianciaanalízissel végeztük el, az indítótrágya típusát és a biostimulátor használatot tényezőkként tekintve. Akkor tekintettük az adott tényező hatását szignifikáns mértékűnek a várható értékek alakulására nézve, ha a p-érték kisebbnek adódott 0,05-nél. A kezelésátlagok statisztikai alapú szétválasztása a Fisher-féle legkisebb szignifikáns differencia teszt alapján történt, 95%-os valószínűségi szinten.

Eredmények és megvitatásuk

Szárátmérő

Az első, ellenőrző mérés során bebizonyosodott, hogy a kísérleti parcellákba kiültetett 160 tő a szárátmérő tekintetében teljesen homogén állományt alkotott (1. táblázat). Ugyanakkor a kiültetést követően egy hónappal már megmutatkozott a szárátmérő adatokban az addig elvégzett két biostimulátoros lombtrágyázás eredménye, szignifikánsan nagyobb értékeket eredményezve.

1. táblázat. Biostimulátor alkalmazásának és az indítótrágya típusának hatása 'Merino' paprika szárátmérőjének alakulására

Mérési időpont (1)	05.28.	06.28.	07.29.	09.03.
Mútrágya + kontroll (2)	3,0	8,9 b ¹	13,2 a	15,4 a
Baromfitrágya + kontroll (3)	3,0	9,1 b	12,6 ab	14,8 ab
Mútrágya + biostimulátor (4)	3,0	9,2 ab	13,2 a	15,5 a
Baromfitrágya + biostimulátor (5)	3,0	9,6 a	12,5 b	14,3 b
SzD5% (6)		0,5	0,7	0,9
p-értékek (7)				
Biostimulátor alkalmazása (8)		0,0206	0,6701	0,5251
Indítótrágya típusa (9)		0,0842	0,0105	0,0018
Tényezők kölcsönhatása (10)		0,3922	0,7998	0,3140

¹Adott oszlopban az azonos betűvel jelölt kezelésátlagok nem különböznek egymástól szignifikáns mértékben 95%-os valószínűségi szint mellett a Fisher-féle legkisebb szignifikáns differencia teszt alapján

Table 1. Effects of biostimulant application and type of starter fertilizer on the evolution of stem diameter of 'Merino' sweet pepper [(1) Date (2) Chemical fertilizer + control (3) Granulated dry poultry manure + control (4) Chemical fertilizer + biostimulant (5) Granulated dry poultry manure + biostimulant (6) LSD 5% (7) p-values (8) biostimulant application (9) type of starter fertiliser (10) interaction of factors]

Az indítótrágya típusa ekkor még nem befolyásolta az eredmények alakulását. Ehhez képest később, a július végi és a már a szedési időszakban végzett, szeptember eleji mérések alapján ezzel pont ellentétes volt a két vizsgált tényező hatása. A biostimulátor alkalmazásának nem volt számottevő mértékű eredménye a szárátmérő alakulásra nézve, míg a műtrágyával végzett indítótrágyázás nagyobb szárátmérőt eredményezett, mint a baromfitrágyás. A két tényező kölcsönhatása egyik esetben sem volt lényegi befolyásoló hatással. Végeredményben a biostimulátor adagolással kiegészített baromfitrágyás indítótrágya kezelés szignifikánsan kisebb szárátmérőt alakított ki, mint a műtrágyát alkalmazó két kezeléskombináció (1. táblázat).

Termésjellezők

A három szedés során összesen betakarított érett termések számában jelentős, 25%-ot meghaladó különbség is kialakult a kezeléskombinációk között. A műtrágyával végzett indítótrágyázás számottevően nagyobb termésszámot eredményezett, mint a baromfitrágyával végrehajtott (2. táblázat). A biostimulátor kezelés pozitív hatása csak 90%-os valószínűségi szint esetén bizonyult szignifikáns mértékűnek. A bogyó átlagtömegben nem alakult ki lényegi különbség a négy kezeléskombináció között, egyik vizsgált tényezőnek sem volt befolyása (2. táblázat). Eredményünkkel ellentétben Tkalec és munkatársai (2010) fehérje hidrolizátum, Németh és szerzőtársai (2016) pedig növényi kivonat alapanyagú biostimulátor kezelés hatására a paprika termések átlagtömegének növekedését tapasztalta.

A terméstömeg tekintetében viszont mind a biostimulátor kezeléseknél, mind a műtrágyával végzett indítótrágyázásnak számottevő mértékű pozitív hatása volt. A két műtrágyás kezeléskombináció eredményezte szignifikánsan a legnagyobb, a biostimulátor adagolás nélküli baromfi indítótrágyás kezelés pedig a legkisebb termésátlagot (2. táblázat). Megállapítható, hogy a termésátlag növekedés a nagyobb tövenkénti természámnak volt köszönhető, nem a termés méretnövekedésének.

2. táblázat. Biostimulátor alkalmazásának és az indítótrágya típusának hatása 'Merino' paprika érett piros terméseinek számára és tömegére

Termés komponens (1)	Termésszám (db/tő) (11)	Bogyó átlagtömeg (g/db) (12)	Terméstömeg (g/tő) (13)
Műtrágya + kontroll (2)	45,6 a ¹	14,3 a	649 a
Baromfitrágya + kontroll (3)	35,7 b	13,9 a	499 c
Műtrágya + biostimulátor (4)	47,3 a	14,5 a	687 a
Baromfitrágya + biostimulátor (5)	39,3 b	14,4 a	568 b
SzD5% (6)	4,4	1,3	61
p-értékek (7)			
Biostimulátor alkalmazása (8)	0,0898	0,3974	0,0192
Indítótrágya típusa (9)	4,13 x 10⁻⁵	0,5986	1,99 x 10⁻⁵
Tényezők kölcsönhatása (10)	0,5466	0,7386	0,4608

¹Adott oszlopon belül az azonos betűvel jelölt kezeléstartagok nem különböznek egymástól szignifikáns mértékben 95%-os valószínűségi szint mellett a Fisher-féle legkisebb szignifikáns differencia teszt alapján

Table 2. Effects of biostimulant application and type of starter fertilizer on the yield components of ripe red fruits of 'Merino' sweet pepper [(1) Yield component, (2) Chemical fertilizer + control, (3) Granulated dry poultry manure + control, (4) Chemical fertilizer + biostimulant, (5) Granulated

dry poultry manure + biostimulant, (6) LSD 5%, (7) p-values, (8) biostimulant application, (9) type of starter fertiliser, (10) interaction of factors, (11) fruit number (piece/plant), (12) average fruit weight (g/piece), (13) fruit yield (g/plant)]

Pradikovic és munkatársai (2011) két fehér terméű paprikát vizsgálva mindkettőnél 14%-os termésnövekedést tapasztaltak biostimulátor kezelés hatására. De amíg az egyiknél ez inkább a termé darabszám, addig a másiknál inkább a termé átlagtömeg növekedésének volt köszönhető. E tekintetben tehát fajtafüggőnek bizonyult a biostimulátor adagolás hatása. A műtrágyás indítótrágyázás és a biostimulátor kombinációjával kapott 687 g/tő terméseredmény 4,6 kg/m²-nek felel meg, ami szabadföldi körülmények között egy ilyen kis termésméretű és biológiai érettségben betakarított paprika esetében véleményünk szerint jó eredménynek számít.

Növénytömeg

Az érett, piros termékek tömegével ellentétben az utolsó szedés alkalmával betakarított zöld bogyók tömegére nem hatottak az alkalmazott kezelések (3. táblázat). Mivel a zöld termékek mennyisége alig több mint a tizedét tették ki az érett pirosakénak, ezért nem meglepő, hogy az összes termé eredmények vonatkozásában az érett terméeknél megfigyelt tendencia köszön vissza (2. és 3. táblázatok).

3. táblázat. Biostimulátor alkalmazásának és az indítótrágya típusának hatása 'Merino' paprika növénytömegére

Növénytömeg jellemzők (1)	Zöld termé (g/tő) (11)	Összes termé (g/tő) (12)	Vegetatív részek (g/tő) (13)	Teljes tömeg (g/tő) (14)	Vegetatív részek aránya (15)
Műtrágya + kontroll (2)	86 a ¹	734 a	406 a	1141 a	35,6% a
Baromfitrágya + kontroll (3)	67 a	569 c	286 b	853 b	33,5% ab
Műtrágya + biostimulátor (4)	64 a	751 a	348 ab	1098 a	31,7% b
Baromfitrágya + biostimulátor (5)	67 a	635 b	292 b	927 b	31,2% b
SzD5% (6)	23	59	64	110	3,7%
p-értékek (7)					
Biostimulátor alkalmazása (8)	0,1584	0,0553	0,2234	0,6719	0,0228
Indítótrágya típusa (9)	0,3202	9,54x10⁻⁶	0,0011	3,32x10⁻⁵	0,3082
Tényezők kölcsönhatása (10)	0,1593	0,2242	0,1448	0,1304	0,4902

¹Adott oszlopban az azonos betűvel jelölt kezeléscsoportok nem különböznek egymástól szignifikáns mértékben 95%-os valószínűségi szint mellett a Fisher-féle legkisebb szignifikáns differencia teszt alapján

Table 3. Effects of biostimulant application and type of starter fertilizer on the plant weight of 'Merino' sweet pepper [(1) Plant mass components, (2) Chemical fertilizer + control, (3) Granulated dry poultry manure + control, (4) Chemical fertilizer + biostimulant, (5) Granulated dry poultry manure + biostimulant, (6) LSD 5%, (7) p-values, (8) biostimulant application, (9) type of starter fertiliser, (10) interaction of factors, (11) green fruits (g/plant), (12) total fruits (g/plant), (13) vegetative plant parts (g/plant), (14) total weight (g/plant), (15) weight ratio of vegetative plant parts (g/plant)]

A vegetatív részek tömegére a biostimulátor kezelés nem volt lényegi befolyással, míg a műtrágyás indítótrágyázás szignifikáns mértékben növelte azt a baromfitrágyás kezeléshez képest. A teljes tömeg vonatkozásában is hasonló tendencia volt megfigyelhető (3. táblázat). A vegetatív részek arányára viszont nem volt hatással az indítótrágya típusa. Ellentétben a biostimulátor kezeléssel, mely számottevő mértékben csökkentette a vegetatív részek arányát a teljes növénytömegből. Tehát a biostimulátor kezelésben részesült növényeknél egységnyi tömegű vegetatív növényi rész nagyobb mennyiségű termés kinevelésére volt képes. Vagyis hatékonyabban hasznosították a rendelkezésükre álló erőforrásokat, tápanyagmennyiséget, mind a műtrágyás, mind a baromfitrágyás táblarészben. A hatékonyabb tápanyagfelvétel és a jobb tápanyaghasznosulás megvalósítása része az EBIC (Európai Biostimulátorgyártók Szövetsége) biostimulátor definíciójának is (Malatinszki 2019).

Az aminosav és glicin-betain tartalmú biostimulátor adagolásának hatására megnövekvő természetlag valószínűleg a hatékonyabb fotoszintetikus tevékenységnek volt köszönhető, bár jelen kísérletben nem végeztünk olyan méréseket, melyekkel ez a feltevés közvetlenül bizonyító lenne. A glicin-betain adagolása növeli a fotoszintetikus aktivitást, serkenti az építőfolyamatokat (Malik et al. 2021). A fehérje hidrolizátum készítmények befolyásolják a nitrogén és szén metabolizmust, a nitrogén felvétel és asszimiláció kulcs enzimjeit és a Krebs-ciklust (Colla et al. 2017; Drobek et al. 2019).

Az eddig tárgyalt eredmények ismeretében összességében kijelenthető, hogy bár a biostimulátor adagolásnak is voltak kedvező hatásai, az indítótrágya típusa nagyobb mértékben befolyásolta azok alakulását. A műtrágyával végzett indítótrágyázás jobb eredményeket hozott, mint a baromfitrágya alkalmazása. Tehát, ez esetben feltehetőleg több tápanyag állt rendelkezésre, elsősorban a kezdeti időszakban, a tövek számára. Ez annak ellenére volt ilyen nagymértékű hatással a paprika növények végső teljesítményére, hogy az indítótrágyával kiadott tápanyagmennyiségek csak harmad akkoraak voltak, mint a tenyészidőszak során tápoldatozással kijutatottak. A baromfitrágyás kezelések lemaradásának okára célirányos mérések hiányában csak feltevéseink lehetnek. A legvalószínűbb magyarázat a műtrágyához képest jóval lassabb ütemű és végeredményben talán összességében is kisebb mértékű tápanyagfeltárolás lehet. Poku és munkatársai (2020) Ghánában, Awere és Omeje (2019) pedig Nigériában kaptak baromfitrágya kezeléssel jobb paprika terméseredményeket, mint műtrágyázással. Ez esetekben azonban a műtrágyás kontrollokban kisebb tápanyagmennyiségeket juttattak ki, mint a baromfitrágyás kezeléseknél. Ezen kívül valószínűsíthetően a gyorsabb mineralizációt és az intenzívebb tápanyagkimosódást eredményező afrikai időjárási körülmények is inkább a baromfitrágyás kezeléseknél kedveztek.

Megállapítható, hogy bár azonos tápanyagmennyiségekkel dolgoztunk, a két különböző indítótrágya kezeléssel két különböző tápanyagellátási, gazdálkodási szintet valósítottunk meg, melyek esetében más-más mértékben érvényesült a biostimulátor kezelése hatására. Az alacsonyabb tápanyagellátottsági szintet reprezentáló baromfitrágyás indítótrágyázás esetén 14%-kal, statisztikailag is szignifikáns mértékben növekedett a természetlag, míg a magasabb gazdálkodási szintet eredményező műtrágyás kezelésnél 6%-os volt a termésnövekedés, mely nem bizonyult szignifikáns mértékűnek (2. táblázat). Ezek az eredmények jó összhangban vannak gyakorlati szakemberek azon állításaival, hogy a biostimulátor kezelése eredményesebbek alacsonyabb gazdálkodási szinteknél és magas gazdálkodási szint esetén inkább csak olyan 5% körüli termésnövekedésre számíthatunk (Kószó 2015; Malagrow Agro 2021).

Termésminőség

Az alkalmazott kezelések kisebb mértékben befolyásolták a termésminőség jellemzőit, mint a korábbiakban ismertetett növekedési és termésmennyiségi paramétereket. A szárazanyag- és a C-vitamin tartalomra sem az indítótrágya típusa, sem a biostimulátor kezelés nem volt lényegi hatással (4. táblázat). A vízdoldható szárazanyagtartalom jellemzőiként mért °Brix tekintetében adódtak szignifikáns, bár kismértékű (3%) különbségek. A műtrágyával végzett indító trágyázás csökkentette a refrakciót a baromfitrágyás kezeléshez képest. A termésátlag eredmények ismeretében kijelenthető, hogy itt nagy valószínűség szerint egy úgynevezett tápanyaghígulási jelenséggel állunk szemben a nagyobb termésmennyiség következtében.

4. táblázat. Biostimulátor alkalmazásának és az indítótrágya típusának hatása 'Merino' paprika érett piros terméseinek egyes jellemzőire

Termés jellemzők (1)	Szárazanyag tartalom (11)	Refrakció (°Brix) (12)	C-vitamin tartalom (mg/100g) (13)
Műtrágya + kontroll (2)	10,8% a ¹	8,8 b	165 a
Baromfitrágya + kontroll (3)	11,0% a	9,0 a	161 a
Műtrágya + biostimulátor (4)	10,7% a	8,8 b	159 a
Baromfitrágya + biostimulátor (5)	11,0% a	9,0 a	157 a
SzD5% (6)	0,5%	0,1	9
p-értékek (7)			
Biostimulátor alkalmazása (8)	0,8069	0,2680	0,1148
Indítótrágya típusa (9)	0,1862	$5,92 \times 10^{-7}$	0,2829
Tényezők kölcsönhatása (10)	0,6375	1,0000	0,7341

¹Adott oszlopon belül az azonos betűvel jelölt kezelésátlagok nem különböznek egymástól szignifikáns mértékben 95%-os valószínűségi szint mellett a Fisher-féle legkisebb szignifikáns differencia teszt alapján

Table 4. Effects of biostimulant application and type of starter fertilizer on some characteristics of ripe red fruits of 'Merino' sweet pepper [(1) Fruit characteristics, (2) Chemical fertilizer + control, (3) Granulated dry poultry manure + control, (4) Chemical fertilizer + biostimulant, (5) Granulated dry poultry manure + biostimulant, (6) LSD 5%, (7) p-values, (8) biostimulant application, (9) type of starter fertiliser, (10) interaction of factors, (11) dry matter content, (12) refraction (°Brix), (13) vitamin C content (g/100g)]

A természín jellemzők tekintetében az öt vizsgált mutatószámból kettő esetében alakultak ki számottevőbb különbségek. Míg az indítótrágya típusa egyik színparaméter alakulására sem volt lényegi befolyással, addig a biostimulátor kezelés szignifikáns mértékben csökkentette a sárga színösszetevő és ezzel összefüggésben a színtelítettség értékét. Ennek oka nagy valószínűséggel az lehet, hogy egyes sárga színű karotinoidek koncentrációja kisebb mértékű lett a terméshúsban a biostimulátor kezelés hatására. Ugyanakkor arra vonatkozólag, hogy ez az effektus milyen módon alakulhatott ki, a rendelkezésünkre álló adatok és információk alapján nem tudunk hipotézist megfogalmazni.

5. táblázat. Biostimulátor alkalmazásának és az indítótrágya típusának hatása a 'Merino' paprika érett piros termésének CIELAB színjellemzőire

Növénytömeg jellemzők (1)	Világosság (L*) (11)	Piros-zöld szín-összetevő (a*) (12)	Sárga-kék szín-összetevő (b*) (13)	Szín-árnyalat (Hue) (14)	Színeltettség (Chroma) (15)
Mútrágya + kontroll (2)	39,2 a ¹	33,0 a	18,5 a	0,51 a	38,3 a
Baromfitrágya + kontroll (3)	38,8 a	33,0 a	18,7 a	0,52 a	38,3 a
Mútrágya + biostimulátor (4)	38,5 a	32,7 a	16,9 a	0,48 a	37,2 a
Baromfitrágya + biostimulátor (5)	38,7 a	32,1 a	16,8 a	0,49 a	36,6 b
SzD5% (6)	1,0	1,9	2,1	0,06	1,7
p-értékek (7)					
Biostimulátor alkalmazása (8)	0,2591	0,3373	0,0078	0,1165	0,0105
Indítótrágya típusa (9)	0,7970	0,6523	0,8741	0,5953	0,5927
Tényezők kölcsönhatása (10)	0,2975	0,6521	0,8609	0,9845	0,6590

¹Adott oszlopban az azonos betűvel jelölt kezeléscsoportok nem különböznek egymástól szignifikáns mértékben 95%-os valószínűségi szint mellett a Fisher-féle legkisebb szignifikáns differencia teszt alapján

Table 5. Effects of biostimulant application and type of starter fertilizer on the CIELAB colour space parameters of ripe red fruits of 'Merino' sweet pepper [(1) Plant mass components, (2) Chemical fertilizer + control, (3) Granulated dry poultry manure + control, (4) Chemical fertilizer + biostimulant, (5) Granulated dry poultry manure + biostimulant, (6) LSD 5%, (7) p-values, (8) biostimulant application, (9) type of starter fertiliser, (10) interaction of factors, (11) perceptual lightness, (12) red-green colour component, (13) yellow-blue colour component, (14) hue, (15) relative saturation]

Összességében megállapítható, hogy a fehérje hidrolizátumnak minősíthető, aminosav és glicin-betain tartalmú biostimulátorral történő kezelés szignifikáns mértékben növelte a 'Merino' snack paprika termésátlagát szabadföldi körülmények között, elsősorban a tövenkénti természettségének köszönhetően. A termésmenvelő hatás nagyobb mértékű volt a kissé alacsonyabb gazdálkodási szintet eredményező baromfi indítótrágya alkalmazása esetén, mint ugyane célra műtrágyát felhasználva. A vegetatív növényrészek kisebb aránya az összes növénytömegeből azt bizonyítja, hogy a biostimulátor adagolásban részesült tövek nagyobb hatékonysággal teljesítettek, hiszen egységnyi tömegű vegetatív rész több termést tudott kinevelni. Ugyanakkor eredményeink alapján az indítótrágya típusa nagyobb mértékű hatással volt a terméseredményekre, mint a biostimulátor kezelés. A termés minőségi jellemzőire jóval kisebb befolyással volt a biostimulátor alkalmazása, mint a termésmenrege.

Irodalomjegyzék

1. Ambrózy Zs. 2020. Fotoszelektív árnyékolóhálókat hatásának vizsgálata két eltérő genotípus termésmennyiségére, és minőségi paramétereire. PhD értekezés, Szent István Egyetem, Gödöllő
2. Awere, S.U. and Omeje, T.E. 2019. Effect of poultry manure and NPK 15: 15: 15 fertilizer on the growth and yield of nsukka yellow pepper (*Capsicum annum*). International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology, 4(1): 111-115.
3. Colla, G., Nardi, S., Cardarelli, M., Ertani, A., Lucini, L., Canaguier, R. and Roupheal, Y. 2015. Protein hydrolysates as biostimulants in horticulture. Scientia Horticulturae, 196: 28-38.
4. Colla, G., Cardarelli, M., Bonini, P. and Roupheal, Y. 2017. Foliar applications of protein hydrolysate, plant and seaweed extracts increase yield but differentially modulate fruit quality of greenhouse tomato. HortScience, 52(9): 1214-1220.
5. Drobek, M., Frac, M. and Cybulska, J. 2019. Plant biostimulants: Importance of the quality and yield of horticultural crops and the improvement of plant tolerance to abiotic stress. A review. Agronomy, 9(6): 335.
6. Du Jardin, P. 2015. Plant biostimulants: definition, concept, main categories and regulation. Scientia Horticulturae, 196: 3-14.
7. [http1 https://fruitveb.hu/fruitveb-bulletin-2019-zoldsegetermesztes-i-resz/](https://fruitveb.hu/fruitveb-bulletin-2019-zoldsegetermesztes-i-resz/) (2022. február)
8. [http2 https://termesnovelo.nebih.gov.hu/Engedelykereso/Kereso](https://termesnovelo.nebih.gov.hu/Engedelykereso/Kereso) (2022. február)
9. [http3 https://www.ksh.hu/stadat_files/mez/hu/mez0040.html](https://www.ksh.hu/stadat_files/mez/hu/mez0040.html) (2002.február)
10. [http4 https://biokiskert.hu/termek/merino-paprika-bio-vetomag/](https://biokiskert.hu/termek/merino-paprika-bio-vetomag/) (2022. február)
11. Kaciu, S. és Ombódi, A. 2011. Az intenzív szabadföldi paprikatermesztés helyzete és lehetőségei Kelet-Európában, Koszovó és Magyarország példáján keresztül. Kertgazdaság, 43(1): 68-73.
12. Kószó L. 2015. Egy formálódó iparág – Biostimulátorok. Zöldség-Gyümölcs Piac és Technológia, 19(9): 7-8.
13. Liu, X.Q. and Lee, K.S. 2012. Effect of mixed amino acids on crop growth. in Aflakpui, G. (Ed.): Agricultural science, InTech Europe, Rijeka, p. 119-158., 252 p.
14. Malagrow Agro 2021. Az alap, a speciális és a szabályozó. Magyar Mezőgazdaság, 76(4): 9.
15. ifj. Malatinszki Gy. 2019. Növénykondicionáló készítmények (biostimulátorok). In: Terbe I. és Ombódi A. (Szerk.): Zöldségfélék trágyázása és öntözése. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest, p. 188-199., 296 p.
16. Malik, A., Mor, V.S., Tokas, J., Punia, H., Malik, S., Malik, K., Sangwan, S., Tomar, S., Singh, P., Singh, N. and Karwasra, A. 2021. Biostimulant-treated seedlings under sustainable agriculture: A global perspective facing climate change. Agronomy, 11(1): 14.
17. Németh T., Horváth J. és Kucsera S. 2016. Az Amalgerol talaj- és növénykondicionáló preparátum hatása nagy sótartalmú talajon, monokultúrás paprikahajtásban. Agrokémia és Talajtan, 65(1): 63-77.
18. Ombódi A. 2019. Burgonyafélék trágyázása és öntözése. In: Terbe I. és Ombódi A. (Szerk.): Zöldségfélék trágyázása és öntözése. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest, p. 200-213., 296 p.
19. Poku, P.A. sr., Kyere, C.G., Poku, P.A. jr., Oppong, E. and Twumasi, G. 2020. Effects of poultry manure, NPK fertilizer and their combination on the growth and yield of sweet pepper. Asian Journal of Agricultural and Horticultural Research, 5(1): 14-22.
20. Paradikovic, N., Vinkovic, T., Vinkovic Vreck, I., Zuntar, I., Bojic, M. and Medic-Saric, M. 2011. Effect of natural biostimulants on yield and nutritional quality: An example of sweet yellow pepper plants (*Capsicum annum* L.). Journal of the Science of Food and Agriculture, 91: 2146-2152.
21. Paradikovic, N., Teklic, T., Zeljkovic, S., Lisjak, M. and Spoljarevic, M. 2019. Biostimulants research in some horticultural plant species - A review. Food and Energy Security, 8(2): e00162.
22. Sahin, O., Taskin, M.B., Kadioglu, Y.K., Inal, A., Pilbeam, D.J. and Gunes, A. 2014. Elemental composition of pepper plants fertilized with pelletized poultry manure. Journal of Plant Nutrition, 37(3): 458-468.
23. Terbe I. 2019. Trágyanyagok megválasztása. In: Terbe I. és Ombódi A. (Szerk.): Zöldségfélék trágyázása és öntözése. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest, p. 116-127., 296 p.

24. Tkalec, M., Vinkovic, T., Balicevic, R. and Paradikovic, N. 2010. Influence of biostimulants on growth and development of bell pepper (*Capsicum annuum* L.). Acta Agriculturae Serbica, 15: 83-88.
25. Varga L. 2021. Biostimuláns: Divat vagy szükséglet? Kertészet és Szőlészet, 70(39): 19.

Effects of biostimulator treatment in field pepper cultivation using different starter fertilizers

OMBÓDI, A., TOÓK, B.

Institute of Horticultural Science, Hungarian University of Agriculture and Life Sciences

E-mail: ombodi.attila@uni-mate.hu

Summary

Open field production technology of sweet peppers is constantly evolving in Hungary. For example, the application of biostimulants and granulated organic fertilizers is a relatively new element. In this present study, we have investigated to what extent can the yield of a snack pepper used for processing purposes be increased by applying a biostimulant, using mineral fertilizer or granulated poultry manure as a starter fertilizer. Application of a plant derived protein hydrolysate biostimulant (containing 20% amino acid and glicin-betain) significantly improved the yield of peppers, mainly due to increase in number of berries per plant. However, the type of starter fertilizer had a greater effect on yields than biostimulator treatment. The yield-increasing effect of the biostimulant was more significant when using granulated poultry manure as starter fertilizer, representing a slightly lower level of farming, than when using fertilizer. In the case of plants receiving biostimulant, yield per unit weight of vegetative plant organs was significantly higher. Hence, these plants performed more efficiently, making better use of the available nutrients. The biostimulant application had much less effect on the quality characteristics of the pepper berries than on the yield.

Keywords: granulated poultry manure, protein hydrolysate, Merino pepper, yield components, crop quality

Szerzők

Ombódi Attila – PhD, egyetemi docens, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Kertészettudományi Intézet, 2100 Gödöllő, Péter Károly utca 1.

Toók Bálint – egyetemi hallgató, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Kertészettudományi Intézet, 2100 Gödöllő, Péter Károly utca 1.