

Debreceni Egyetem
Mezőgazdasági-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar
Kertészettudományi Intézet

Intézetigazgató:
Dr. Apáti Ferenc
egyetemi docens

Mikroalga tartalmú biostimulátorok hatásának vizsgálata
***Tagetes patula* fajták növekedési paramétereire**

Elek Kitti
Kertészmérnök BSc

Konzulensek:
Dr. Bákonyi Nóra
adjunktus
Dr. Antal Gabriella
adjunktus

Debrecen
2022

TARTALOMJEGYZÉK

BEVEZETÉS	3
1. TÉMAFELVETÉS.....	5
2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS	7
2.1. Alacsony bársonyvirág (<i>Tagetes patula</i> L.).....	7
2.2. <i>Tageteae</i> nemzetség jelentősége, felhasználásának lehetőségei	8
2.3. Biostimulátorok típusai és hatásuk	9
2.4. Biostimulátorok bemutatása mikroorganizmusok típusa szerint.....	10
2.5. Körforgásos gazdálkodás szemlélet (Circular Economy) ismertetése.....	16
3. ANYAG ÉS MÓDSZER	17
3.1. Kutatás helyszínének bemutatása	17
3.2. A kísérletek időbeli ütemezése	17
3.3. Alkalmazott közeg bemutatása.....	17
3.4. Alkalmazott <i>Tagetes patula</i> L. fajták bemutatása	18
3.5. Alkalmazott biostimulátorok és összetételük bemutatása.....	19
3.6. Kutatás során végzett mérési módszerek és leírásuk	22
4. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK.....	25
4.1. 2021. őszi tenyészidőszak eredményei.....	25
4.2. 2022. tavaszi tenyészidőszak eredményei	34
5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK	39
ÖSSZEFOGLALÁS.....	42
IRODALOMJEGYZÉK.....	44
MELLÉKLET.....	50

BEVEZETÉS

Napjainkban, a mezőgazdasági és kertészeti termelésnek egyre több tényezővel kell megküzdenie. Környezetünk folyamatos változás alatt áll. Egyre gyakrabban érzékeljük a globális klímaváltozás hatásait és a szélsőséges időjárási jelenségeket. Ezek a jelenségek megzavarják a világ ökoszisztémáit, beleértve az agroökoszisztémákat is. Az éghajlatok szélsőséges változását és a kiszámíthatatlan időjárást a növények stresszének élik meg. Ez súlyosan befolyásolhatja a termés mennyiségét és minőségét, csökkentheti a növények stressztűrő képességét, a kórokozók támadásaira való reagáló képességüket, ezáltal pedig veszélyezteti az élelmiszerbiztonságot. Mind emellett az előrejelzések szerint bolygónk 2050-re 9,7 milliárd embernek fog otthont adni. A Föld népességének növekedése megköveteli az élelmiszerszükséglet kielégítését, a megfelelő mennyiségű és minőségű élelmiszer előállítását. Ez megnehezíti a kertészet, a mezőgazdaság és az élelmiszeripar feladatát is. Ezen igények kielégítése érdekében jelentős technológiai fejlesztések zajlanak évtizedek óta (HELGASON et al., 2021).

A termelésben felhasznált fosszilis erőforrások iránti kereslet egyre nő, annak ellenére, hogy ezek az erőforrások korlátozott mennyiségben állnak rendelkezésünkre illetve áruk is növekvő tendenciát mutat. A hosszútávon nem fenntartható fosszilis tüzelőanyagok elégetésével üvegházhatású gázok szabadulnak fel és jutnak a légkörbe, növelve a globális klímaváltozás mértékét. Azon mezőgazdasági régiók, amelyek a kemikáliákat részesítik előnyben a környezet károsítása mellett a fogyasztók egészségét is veszélyeztetik. A mezőgazdaság erősen függ a műtrágyáktól és a vegyszerektől, hiszen ezek segítségével magas termésmennyiség és minőség érhető el, viszont használatuk környezetszennyezést, valamint a talaj termékenységének, talajéletének és fenntarthatóságának romlását okozza. Kötelességünk szem előtt tartani és alkalmazni a fenntarthatóság és a környezetbarát valamint a körforgásos gazdálkodás szemléletet. A megújuló energiaforrások, biostimulátorok, szerves trágyák és a biológiai védekezés használatának előnyben részesítése megoldást jelenthet, hiszen nincsen környezet szennyező hatásuk és rendelkezésre állásuk nem kifejezetten korlátozott (HILL et al., 2006; SHAHBAZ et al., 2021; HAMID et al., 2021).

A biogazdálkodásra való áttéréssel növelhetjük a biodiverzitást. Az organikus gazdaságokban a szintetikus, kémiai úton előállított műtrágyák és növényvédőszer használata és a génmódosított növények termesztése korlátozva van, ebből kifolyólag szükség van alternatív megoldásokra, amelyek alkalmazhatók az efféle termesztésben is. A hagyományos

növényvédelem, azaz a különböző szintetikus vegyszerek alkalmazása helyett, a biológiai növényvédelmet kell előtérbe helyezni. Ezáltal csökkenteni a talaj degradálódását, szerkezetének romlását, megtartani, növelni a termékenységét és a biodiverzitást (HOLB, 2005., TSCHARNTKE et al., 2021., HAMID et al., 2021).

Éppen ezért szerettem volna Tudományos Diákköri dolgozatomhoz kapcsolódó kutató munkám során környezetbarát, mikroalga és egyéb mikroorganizmusokat tartalmazó biostimulátorok hatását vizsgálni. Előzetes konzultációk során témavezetőimmal három, ökológiai gazdaságban is használható készítményt választottunk ki. Ezek a következők: *Chlorella vulgaris* mikroalga tartalmú prototípus készítmény, Biofil Alga forgalomban lévő készítmény és a FotoLacto TrichoAlg nevű készítmény, amely NÉBIH engedéllyel rendelkezik (BÁKONYI et al., 2020).

1. TÉMAFELVETÉS

Témavezetőim segítségével, kutatási célként fogalmaztuk meg a különböző kereskedelmi forgalomban kapható és a Debreceni Egyetem, MÉK, Alkalmazott Növénybiológiai Tanszék Barnalé kutatócsoportja által kifejlesztett organikus, növényi növekedést serkentő, növény kondicionáló készítmények hatásának vizsgálatát *Tagetes patula* L. dísnövény kultúrákban. A sokak által bűdöske néven ismert, alacsony bársonyvirágot, a köztudatban egy igencsak alul értékelt dísnövényként tartják számon, mit sem sejtve felhasználásának számos lehetőségéről. Tapasztalhatjuk, hogy az egyre csak felgyorsuló élet, az élettér csökkenése, a légszennyezettség folyamatos romlása következtében egyre több ember igényli a zöld környezetet és annak folyamatos fejlesztését, fenntartását. A dísnövények csökkentik az urbanizáció negatív hatásait, részt vesznek a levegő tisztításában és kellemesebbé teszik a mikroklimát. Ezek okán igényeljük az élő, zöld növények jelenlétét otthonunkban, munkahelyünkön, a bevásárlóközpontban és a rideg belváros beton épületei között. A dísnövények esztétikai jelentősége mellett érdemes megemlíteni pszichológiai és gyógyító hatásukat is. Az ember szabad idejében igyekszik olyan elfoglaltságot találni, amely során fizikálisan és mentálisan is felfrissülhet. Tökéletes megoldás erre a kertészkedés. Kertészkedés során, legyen szó udvarról, ahol zöldségeket, gyümölcsöket gondozunk, vagy egy panellakás erkélyéről, ahol kisebb a rendelkezésünkre álló tér, az ember kedvére gondozhatja az általa vásárolt, szaporított növényeket. A gondoskodás és odafigyelés pedig meghozza a gyümölcsét, hiszen az a növény, amellyel igényei szerint bánunk az növekedni, virágozni fog, ezáltal dicsőséggel, boldogsággal tölti el büszke tulajdonosát. Éppen ezért egy olyan modellnövényt választottam kutatásomhoz, amely díszítő értéke mellett ökológiai gazdálkodásban is felhasználható, mint gombaölő, fonálféregűző (nematicid) és repellens (KASHIF et al., 2015; SANTOS et al., 2015). Repellens hatását elsősorban a gyökérben termelt tiofén származékoknak köszönheti (SZARKA, 2010). Az ázsiai államokban légúti megbetegedések kezelésére szolgáló gyógynövényként-, Argentínában takarmánynövényként hasznosítják. Virágzatában lutein és egyéb karotinoid származék található, amely a szem működését támogatja, étrendkiegészítők előállítási alapanyagául szolgál (RIAZ et al., 2020).

Az állattenyésztés csökkenésével egyre inkább csökken a szerves trágya kijuttatás, amely jelentős hatással van a talajéletre. Talajaink mikroorganizmusokban elszegényednek, melynek jelentős hatása van a termés mennyiségére és minőségére. A szerves trágyázás csökkenésével pedig a kijuttatandó műtrágyák, növényvédőszer - nagy mennyiségben - további káros hatást

gyakorolnak a környezetre, kiemelten a növények növekedését stimuláló mikroorganizmusokra. A talajélet fokozására napjainkban egyre több mikrobiológiai készítmény, főként baktériumokat és gombákat tartalmazó termék úgynevezett biotrágya, talajoltó érhető el a piacon, melyek alkalmazásával bizonyítottan pozitív eredmény érhető el a termés mennyisége és minősége szempontjából. Azonban hazánkban igen kisszámú olyan termék található meg a piacon, amely mikroalgákat (kovamoszatokat) tartalmaz. Az alga-tartalmú készítmények mezőgazdasági-, kertészeti felhasználására vonatkozóan nagyon kevés ismeretanyag áll rendelkezésre. Mikroalga tartalmú biostimulátorok fejlesztésével, tesztelésével és használatával hozzájárulunk a körforgásos gazdálkodás megvalósulásához, illetve a fenntartható kertészeti- és mezőgazdasági termelés fejlődéséhez. Kutatómunkám során három különböző biostimulátor kezelés került beállításra négyszeres ismétlésben. A vizsgált növénykondicionálók talajoltóként kerültek kijuttatásra.

Nincs szakirodalmi adat arra vonatkozóan, hogy vizsgálták volna az alábbi három (*Chlorella vulgaris* mikroalga tartalmú készítmény, Biofil Alga forgalomban lévő készítmény és a FotoLacto TrichoAlg nevű készítmény) biostimulátor hatását különböző kertészeti kultúrákban. Éppen ezért, célként tűztük ki, hogy vizsgáljuk e készítmények hatását a kísérleti növények csírázására, morfológiai paramétereik alakulására különböző fejlődési stádiumban. A vizsgálatok során kapott eredmények hasznos adatot szolgáltatnak a gyakorlat számára.

2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. Alacsony bársonyvirág (*Tagetes patula* L.)

2.1.1. Rendszertani besorolás, nevezéktan

A *Tagetes patula* L. (alacsony bársonyvirág) rendszertani besorolást tekintve, a magvas növények (*Spermatophyta*) törzsének, zárvatermők (*Angiospermatophyta*) altörzsébe, a kétszikűek (*Dicotyledoneae*) osztályába, az *Asterideae* alosztály, fészekvirágzatúak (*Asterales*) rendjének csövesvirágú fészkesek (*Asteraceae*) családjának, *Tageteae* nemzetségébe tartozik. (MUHAMMAD et al., 2020). A *Tageteae* nemzetségébe közel 50 faj tartozik, amelyek főként Dél- és Közép-Amerika területén, természetes élőhelyükön vadon fordulnak elő, de bizonyos fajok, mint például az alacsony bársonyvirág (*Tagetes patula* L.), magas bársonyvirág (*Tagetes erecta* L.) a Föld minden részén ismert egynyári dísnövények, amelyek a XVI. századtól Európában is termesztik (BERNÁTH et al., 2000).

A *Tagetes* nemzetség nevet, amelyet napjainkban is használunk, Fuchs, 1542-ben írt füveskönyvében olvashatjuk először. A név egy etruszk isten, Jupiter unokája, Tagesemlékét őrzi. Úgy tartja a mitológia, hogy Tages egy földművelő ember ekéje által vájt barázdából kelt ki. Mivel Fuchs tudatában volt annak, hogy a növény amerikai származású, ezért *Tagetes indica* néven jegyezte fel füveskönyvében. A *Tagetes* közkedvelt koszorúnövénynek számított a XVI században. Első magyar neve pedig sárga rózsza lett. A XVII. században Lippay János, tévesen a mérges növények közé sorolta. Jelenlegi hivatalos magyar neve a bársonyvirág (KAPLAN, 1960; SZABÓ – PAPP, 1975; MARGL, 2002; DÁNOS, 2006).

2.1.2. *Tagetes patula* L. botanikai leírása

A kis bársonyvirág lágyszárú, egynyári, világszerte meghonosodott dísnövény, amelyet már a XVII. században is ismert volt Európa területén, mint egynyári növény (MUHAMMAD et al., 2020; NAGY, 1975).

A *Tagetes patula* faj a *Tagetes erecta* és a *Tagetes tenuifolia* hibridje (MARGL, 2002). A kétszikűekre jellemző főgyökér mellett hajtás eredetű gyökereket is fejleszthet. Hajtásrendszere kb. 30-35 cm magas, szára bordás, a talajfelszín felett bokrosan elágazó, gyakran látható rajta antociános színeződés. Levélállása keresztben átellenes vagy szórt. Szárnyasan szeldelt levéllemezük széle is fogazott. A közéletben elterjedt „büdöske” elnevezést jellemző illatarólról kapta, amely a levelek és csészelevelek felszínén található mirigyszőrökből ered. Fészekvirágzatban zárul mind a főtengele, mind az oldalágak. A lapos vacokból ered középen 10-50 db hímnős csöves-, szélen pedig 5-8 db női ivarú nyelvs virág. Fajától függően eltér a

virágok színe, e mellett egyes fajták esetében sokszorozódhat a nyelves- és csöves virágok száma, telt virágzatot is alkothatnak (SCHMIDT, 2002; DÁNOS, 2006).

A növény szaporításának leggyakoribb módja a magvetés, mely március első felében kezdődik. A csírázáshoz legalább 15°C szükséges, de ha biztosítani tudjuk a növény számára optimális 18-22°C-os hőmérsékletet, akkor a csírázás 1-2 héten belül végbemegy. A *Tagetes patula* L. napos helyet kedvelő, melegigényes, fagyérzékeny, közepes vízigényű növény, éppen ezért rendszeres és egyenletes vízutánpótlást igényel, főként aszályos időben (BERNÁTH et al., 2000; NAIK, 2022).

2.1.3. *Tagetes* fajok, fajták

†Dr. Kováts Zoltán, magyar nemesítő, főként egynyári dísnövényeket, *Rudbeckia*, *Celosia*, a *Tagetes* nemzetségen belül pedig első sorban *Tagetes patula* és *Tagetes erecta* fajokat nemesített, amelyek számára hazánk éghajlata optimális. Tűrik a szárazságot, a szélsőséges időjárási körülményeket, ezáltal termesztésük is költséghatékony. Mind e mellett magas díszítőértékkel rendelkeznek (RASS, 2021). †Dr. Kováts Zoltán nemesítésének köszönhetően, találkozhatunk a hazai klímához, a csapadékszegény, aszályos időjáráshoz alkalmazkodott, e mellett tartós virágzású fajtákkal. Ezeket a fajtákat alkalmazzák közterületi kiültetésre, így a kis bársonyvirág teljes pompájával hozzájárulhat a városi környezet élhetőbbé, természet közelebbé tételéhez és az urbanizáció káros hatásainak csökkentéséhez és a biofitoremediációhoz, azaz a szennyezett környezet növények általi megtisztításához (TURINÉ FARKAS, 2016). Városthűrő, magyar nemesítésű fajta például: 'Csemő', 'Orion' és 'Korona', 'Tigris' (NAIK, 2022).

2.2. *Tageteae* nemzetség jelentősége, felhasználásának lehetőségei

A kis bársonyvirág (*Tagetes patula* L.) világszerte termesztett gyógynövény. Legsokrétűbb felhasználása Dél- és Közép-Amerika, zárt, modern világtól elszigetelt indián lakosságra jellemző. Drogja a virága és a levele, amelyeket gyakran alkalmaznak egészségügyi problémák kezelésére. Leveleit gyomor-, bőr- és idegrendszeri megbetegedések, aranyér kezelésére, étvágy javítására és izomfájdalmak enyhítésére, míg virágát görcsoldásra és lázcsillapításra használják (LINARES – BYE, 1987; GIRÓN et al., 1991; VASUDEVAN et al., 1997; MUHAMMAD et al., 2020). Míg az ázsiai államokban (Banglades, India, Kína, Nepál) gyógynövényként, Argentínában takarmánynövényként való felhasználása jellemző (RIAZ et al., 2020). A virágzat intenzív sárga, narancssárga, vörös színét a jelentős mennyiségű karotinoid származéknak köszönheti, ilyen például az α -, β - és γ -karotin, lutein és a likopin.

Ezek a vegyületek jótékony hatással vannak az olyan szemproblémákra, mint például a farkasvakság (BERNÁTH et al., 2000). Szemünk retináján elhelyezkedő sárgafolt jelentős koncentrációban tartalmaz luteint. A *Tagetes erecta* virágából kinyert lutein és lutein-zsír-savészterek több Magyarországon is forgalomban lévő étrend kiegészítőben megtalálható, például a Maxiluten és a Béres Actival Max[®] termékekben. A növényből előállított élelmiszer színezék E161b jelzéssel került az Európai Unióban forgalomba (VASUDEVAN et al., 1997; PICCAGLIA et al., 1998; SZARKA, 2010).

2.2.1. Bársonyvirágok alkalmazása a biológiai növényvédelemben

Az ökoszisztémában allelokemikália elnevezésű anyagok közvetítik a növényi kölcsönhatásokat. Ezek egyre nagyobb figyelmet kapnak a fenntartható és ökológiai gazdálkodásban. A vetésforgót, sor- és sorköz takarást, mulcsozást, növény társítást elsősorban azért alkalmazzák, hogy kihasználják a növények közti allelokémiai kölcsönhatásokat. Ezt nevezzük allelopátiának, amely annyit tesz, hogy vannak bizonyos növények, amelyek pozitívan járulnak hozzá egy másik növény fejlődéséhez, növekedéséhez, védelmet nyújtanak a kártevőkkel szemben, és vannak olyan növények, amelyek konkurálnak egymással. Ha tudatosan alkalmazzuk ezt a tudást, lehetőségünk akad csökkenteni a különböző betegségek és kártevők megfékezésére szolgáló kemikáliák mennyiségét. A bársonyvirág például elűzi rovarkártevőket és a fonálférgeket (AGROINFORM, 2022). Ezekre a kémiai kölcsönhatásokra érdemes figyelmet fordítani annak érdekében, hogy új biostimulátorokat fejleszthessünk ki, használatával pedig elősegítjük a növények növekedését és fejlődését, javítjuk stressztűrőképességüket (ERTANI et al., 2013).

2.3. Biostimulátorok típusai és hatásuk

2.3.1. Biostimulátorok általános jellemzése

Biostimulátornak nevezünk minden olyan anyagot vagy mikroorganizmust, amely a természetben megtalálható formában, kémiai átalakítás nélkül alkalmazhatók növényekre és magvakra egyaránt, azzal a szándékkal, hogy pozitívan befolyásolják a növények természetes folyamatait, a vegetatív és generatív fejlődést, a tápanyag felhasználás hatékonyságát és a stressztűrő képességet. Tágabb értelemben véve ide sorolhatjuk a fentebb említett, természetes eredetű anyagokat, különböző mikroorganizmusokat tartalmazó, kereskedelmi forgalomban kapható, engedélyezett termékeket, készítményeket, amelyek stimuláló hatása igazolt. (JARDIN, 2015). A biostimulátorok tehát, a műtrágyák alternatívái, azaz a növények növekedését serkentő természetes eredetű termékek. Kijuttatásuk a növényi lombozatára illetve

a gyökérszónába történhet. Amellett, hogy hatékonyan használhatók a fenntartható mezőgazdasági és kertészeti termelésben, környezetbarát megoldást jelentenek (BLOEMBERG et al., 2000; CSIHON – GONDA, 2016).

2.4. Biostimulátorok bemutatása mikroorganizmusok típusa szerint

Biostimulátorként alkalmazhatunk különböző mikro- és makro alga tartalmú készítményeket, illetve algakivonatokat, valamint különböző növényi eredetű anyagokat, növényi növekedést elősegítő baktériumokat, gombákat, továbbá huminsav tartalmú készítményeket is önmagukban vagy kombinálva (REFAAY et al., 2021).

2.4.1. Mikroalga tartalmú biostimulátor készítmények

A mikroalgák szervesanyag forrás- és műtrágyaként való alkalmazását évtizedek óta gyakorolják a mezőgazdaságban, viszont biostimuláns hatásukat csak a közelmúltban jegyezték fel először. Az alga tartalmú biostimulátor készítmények mind a növényre, mind a talajra pozitív hatást gyakorolnak (CRAIGIE, 2011). Mindezek a hatások az algák életkörülményeiből és az őket érő stresszhatásokból származtathatók. Ezek a mezőgazdasági felhasználás szempontjából előnyös tulajdonságok. Az algákat érő tartós biotikus és abiotikus stressz hatására ezek a szervezetek olyan mechanizmusokat fejlesztettek ki, amelyek megvédik őket a szárazságtól, a talaj magas sótartalmától, a baktériumok és gombák általi fertőzésektől. Olyan vegyületeket tartalmaznak, amelyek a növényekbe kerülve, azok stressztűrő képességét növelik és csökkentik a biotikus és abiotikus stressz mértékét. Ilyen vegyületek például a szénhidrátok, ásványi anyagok, nyomelemek és növekedési hormonok (KHAN et al., 2009). A mikroalga tartalmú biostimulátorok fokozzák a magok csírázását, a növények növekedését, a hozamot, a virágzás mértékét és a betakarítás utáni eltarthatóságot. A növényekre gyakorolt pozitívhatások mellett kelátképzőként működnek, javítják a talajban található tápanyagok mobilitását, a talaj szerkezetét és levegőzőttőségét, ezáltal serkentik a gyökérnövekedést. Ezen hatások miatt a mikroalgák sikeresen felhasználhatók biostimulátorként a fenntartható mezőgazdaságban éskertészetben (MICHALAK et al., 2016).

A mikroalgák ezen előnyös tulajdonságai arra vezethetők vissza, hogy méretük, alakjuk, szerveződési szintjük, anyagcseréjük és életmódjukat vizsgálva nagy változatosságot mutatnak. A mikroalgák méretükből kifolyólag az algák azon csoportjába tartoznak, amelyeket kizárólag mikroszkóp alatt tudunk megfigyelni (SAFI et al., 2014). Jelentős biodiverzitásnak örvendenek. Becslések szerint az algafajok száma 30.000 és 1 millió közé tehető. Az AlgaeBase elnevezésű internetes oldal jelenleg összesen 167.338 algafajt ír le (ALGAEBASE, 2022).

Az algák eukarióta szervezetek, kivétel ez alól a kékmoszatok (*Cyanobacteria*) csoportja. Telepes növényeknek nevezzük őket, mivel testük hasonló sejtekből épül fel, nem tagolhatók gyökér, szár és levélre. Asszimiláló színanyagot, klorofillt tartalmaznak. Autotróf szervezetek, tehát fotoszintézisre képesek. A nap sugárzó energiáját felhasználva, vízből és szén-dioxidból állítanak elő szerves vegyületeket (RUANE et al., 2010). A Föld legfontosabb természetes erőforrásai közé tartoznak, hiszen ezek a szervezetek Földünk fotoszintetikus tevékenységének körülbelül a felét végzik, tehát jelentős mennyiségű szén-dioxidot kötnek meg és használnak biomasszájuk növeléséhez szükséges energia előállítására (CHIU et al., 2015).

Élőhelyükként legfőképpen a sós- és édes- és szennyvizek szolgálnak, de nedves talajokban is előfordulnak. Az algák jelentősen hozzájárulnak a talaj és a víz termelékenységének javításához. Vannak fajok, amelyek képesek a vízben lebegni, önállóan mozogni, helyzetüket változtatni, de vannak aljzathoz tapadók is.

A mikroalgák tömeges tenyésztése számos területen, például a szennyvíztisztításban is kifejezetten hatékonynak bizonyult. Amellett, hogy olcsó és környezetbarát szennyvíztisztítási módszer, a vizek szerves nitrogén és foszfor koncentrációjának csökkentése mellett képesek a légkör szén-dioxid koncentrációját is hatékonyan csökkenteni (MARTIN et al; 1985; OSWALD 1988; RAWAT et al., 2011; RAZZAK et al., 2013; ARUN et al., 2018; AHLUWALIA - GOYAL 2007).

Nem mindegyik algafaj alkalmas ipari termelésre. A leggyakrabban használatos mikroalgák közé sorolandó a *Chlorella vulgaris*, *Arthrospira platensis*. Kutatásom során *Chlorella* és *Spirulina* tartalmú készítményeket teszteltem.

2.4.1.1. *Chlorella vulgaris* Beijerinck általános bemutatása

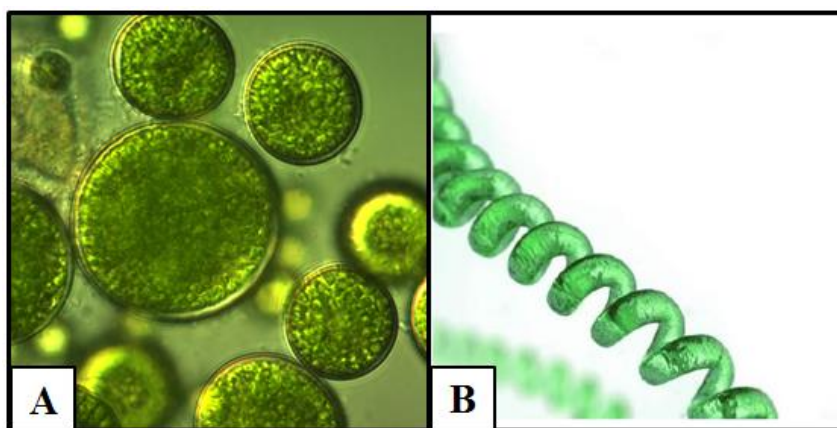
A *Chlorella vulgaris* az eukarióták birodalmán belül (Eukaryota), a növények országán belül (Plantae), a Chlorophyta törzs, Chlorellales rend, Chlorellaceae család, *Chlorella* nemzetségébe tartozik. Ez az egysejtű algafaj, körülbelül 2,5 milliárd éve van jelen a Földön és ez idő alatt genetikai állománya változatlan maradt. Felfedezése 1890-ben Martinus Williem Beijerinck holland kutató nevéhez köthető. A *Chlorella* elnevezés a görög '*chloros*' szóból ered, aminek a jelentése: zöld. A latin '*ella*' utótag mikroszkópikus méretére utal. A *Chlorella vulgaris* 2-10µm átmérőjű, gömb alakú (kokkoid) mikroszkópikus sejt, amely szerkezeti felépítése (1A ábra) a növényi sejtekhez hasonló (SAFI et al., 2014). A mikroalgák egyik legnagyobb törzse a Zöldmoszatok törzse (*Chlorophyta*), amelyet a fajok sokfélesége és széles földrajzi elterjedés jellemez. Kimutatták, hogy a Zöldmoszatok törzse hatékonyan hasznosítható a szennyvíz

tisztítására és sikerrel alkalmazható biostimulátorként. E két témán belül főként a *Chlorella vulgaris* fajt tanulmányozták (CAI et al., 2013; LI et al., 2011).

A *Chlorella vulgaris* a termelt eukarióta mikroalga, ennek oka, hogy növekedési üteme gyors, alkalmazkodóképességüknek köszönhetően kifejezetten ellenállónak bizonyultak a környezeti körülményekkel szemben. Jelentős mennyiségű proteint (45%) amely koncentrált és könnyen emészthető, zsírt (20%) és rostot (20%) tartalmaz, mindezek mellett ásványi anyag (cink, kalcium, magnézium, omega 3 zsírsavak, béta-karotin) és vitamin tartalma (B-, C-, E-VITAMIN) is kedvező. Széles körben felhasználható. Alkalmazzák a gyógyszer- és szépségiparban, szuperélelmiszerként az élelmiszeriparban, állat takarmányozásban és kémiai úton előállított műtrágyák kiváltására biostimulátorként a kertészeti és mezőgazdasági termelésben (SAFI, 2014).

2.4.1.2. *Arthrospira platensis* általános bemutatása

Az *Arthrospira platensis*, másnéven *Spirulina platensis* az egyik legfontosabb iparilag termelt mikroalgák közé tartozó, jelentős gazdasági értékű, autotróf, többsejtű, fonalas cianobaktérium, azaz „kék-zöld alga” (JUNG et al., 2021). Elnevezése a '*spiral*' szóból ered, amely a faj spirális alakjára utal (1B ábra). A *Spirulina platensis* fehérjetartalma 50-70% (ANTENNA, 2022).



1. ábra: A) *Chlorella vulgaris* sematikus mikroszkópi felvétele, B) *Arthrospira platensis* mikroszkópi felvétele

(Forrás: CONVERSATION, 2022; FUTURAMA, 2022)

Kutatómunkám során a *Chlorella vulgaris* és az *Arthrospira platensis* mikroalga tartalmú készítmények tesztelésével foglalkoztam részletesebben.

2.4.2. Baktérium tartalmú készítmények

A baktérium tartalmú növényi biostimulátorok, a növényi biostimulátorok egyik fő kategóriáját alkotják. A talajlakó mikroorganizmusok, baktériumok növényekre gyakorolt jótékony hatása

már régóta ismert jelenség. Kiemelendő közülük a növényi növekedést elősegítő baktériumok és rhizobaktériumok csoportja (Plant Growth Promoting (Rhizo)Bacteria – PGPB/PGPR). A csoportból kiemelendő a következő 5 baktériumtörzs: *Pseudomonas*, *Azospirillum*, *Serratia* és *Bacillus*. A baktériumok ezen csoportja szimbiózist alakít ki a gazdanövényvel. A kialakult kapcsolat előnyös a gazdanövény és a baktérium számára is. Jótékony hatásukat a gyökérszónában, a növény gyökeréhez kapcsolódva fejtik ki. Serkentik a növények növekedését, szabályozzák a növényi kórokozókat, javítják a tápanyagok és ásványi anyagok növények általi felvételét, növelik a növények tűrő képességét biotikus és abiotikus stresszel szemben. Továbbá a talaj pH-jának csökkentésével segítik a mikro- és makroelemek mobilizációját, javítják a növény kórokozókkal szembeni ellenállóképességét (BÁKONYI et al., 2013)

A *Lactobacillus*ok olyan fakultatív anaerob baktériumok, amelyek sejtfala Gram-pozitív. Főként a gyökérszónában és a talajszint felett, a növények filoszférijában fordulnak elő. Növelik az tápanyagok, antioxidáns anyagok koncentrációját, a klorofillok és a karotinoidok számát, javítva ezáltal a növények stressztűrését, termelékenységét és hozamát (HAMID et al., 2021).

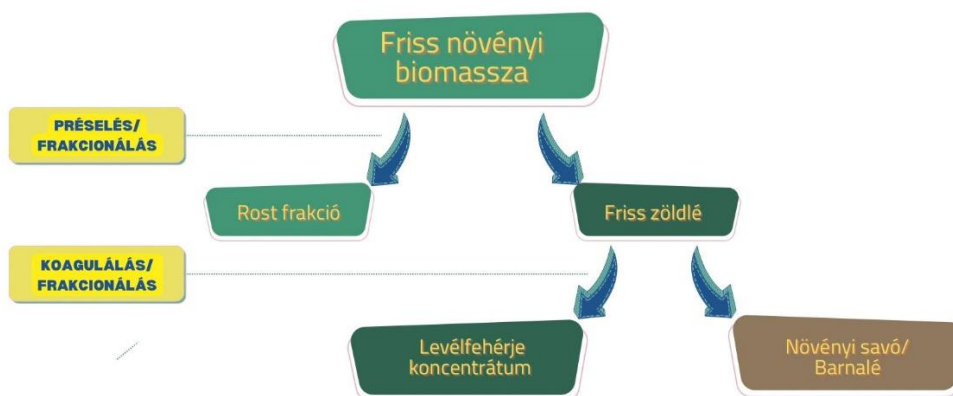
2.4.3. Gomba tartalmú biostimulátorok

A növények és a gombák a szárazföldi növények kialakulása óta együtt fejlődnek. Különböző gomba fajok különböző módon lépnek kapcsolatba a növények gyökereivel, a gombák lehetnek paraziták és szimbionták (BEHIE – BIDOCHKA, 2014). A mikorrhiza gombák a növényvilág 90%-val képesek kapcsolatot teremteni, éppen ezért, ezen fajok egyre nagyobb figyelmet kapnak a fenntartható mezőgazdasági termelésben. A szimbiózis hatására javul a növények tápanyagfelvétele, ez esetben kiemelendő a makroelemeken belül a nitrogén megkötés és foszfor mobilizációs képesség, javul a vízháztartás és a stressztűrő képesség is (GIANINAZZI et al., 2010). A gombák országán belül a tömlősgombák (*Ascomycota*) törzsébe tartozó *Trichoderma* gomba tesztelésével foglalkoztam kutatásom során szervesen, így ebben a fejezetben ennek a fajnak a rövid ismertetésével fogok foglalkozni: a *Trichoderma* (*Trichoderma atroviride*), fonalasgomba nemzetség tagjai gyakran fordulnak elő a növények rizoszférájában és fejtik ki biostimuláns hatásukat. A *Trichoderma* gomba használatával gondoskodunk a növényvédelemről és a tápanyagutánpótlásról is. Segítik a növényeket a patogén gombák és fonálférges elleni védekezésben, az általuk termelt toxinok segítségével. Segítik a növények tápanyag felvételét az által, hogy a talajban szerves formában megtalálható tápanyagokat szervetlenné alakítják. Fokozzák a növények növekedését és növelik a terméshozamot (KREDICS et al., 2018).

2.4.4. Fermentált lucerna-savó (Barnalé) növényi kivonat, új generációs biostimulátor

Globális probléma a világon a fehérje hiány, amelynek megoldása érdekében, olyan fehérje előállítási mód kidolgozására van szükség, amely alternatív forrásból meríti nyersanyagát (KISVARGA et al., 2020). Potenciális lehetőség a levélfehérje-koncentrátum (Leaf Protein Concentrate - LPF) előállítása, magas tápértéklű lucerna biomasszából (*Medicago sativa* L.), a zöld fehérjemalom elvén alapszik. Az elvet Ereky Károly (1878-1952), közgazdasági szakember, gépészmérnök dolgozta ki 1926-1933 között Magyarországon, eredetileg sertések hizlálására szolgáló biotáp előállítására (EREKY, 1925; FÁRI – POPP, 2016; DOMBI, 2018). Az aratás, erjesztés, szárítás hatására lucerna tápértéke csökken. A fehérjemalom célja, hogy minimálisra csökkentsük a fehérjék, vitaminok és ásványi anyagok veszteségét, e mellett a keletkező növényi savót és rostfrakciót, azaz a melléktermékeket is gazdaságosan hasznosítsuk (KOVÁCS et. al., 2019).

Az előállítás első lépése (2. ábra) a friss hajtás (green biomass) mechanikai préselése. Ezt követi a présle 80°C-on történő hőkezelése, amely eredményeként mind a citoplazma fehérje, mind a növényi mintában található kloroplasztisz koagulál. A hőkezelt présle szűrésének eredményeként kapjuk meg a főterméket, azaz a levélfehérje koncentrátumot és a melléktermékeket, amely a növényi-savó és a rost-frakció (MAKLEIT et. al., 2018). A présle koaguláció hatására keletkezik a növényi-savó, amely színe főként barna, de felfedezhető benne a zöld némely árnyalata is. Feldolgozásának függvényében lehet: áttetsző, víz tisztaságú vagy üledékes, amelyet a növényi rost képez. (BÁKONYI et. al., 2018b).



2. ábra: Növényi-savó (Barnalé) előállítás lépései

(Saját szerkesztés, 2022)

A melléktermékek közül kiemelendő az NBM (natúr –fermentáltalan- barnalé), amely jelentős

menyiségű bioaktív- és ásványi- és szerves anyagot, vitamint, enzimet tartalmaz (1. táblázat) (BÁKONYI et. al, 2018a). A lucerna biomassa friss tömegének felét a lucerna-savó adja, amely szobahőmérsékleten rövid idő alatt romlik meg. Ennek oka a magas szénhidrát tartalom, amely kb 40%. Szárítással, liofilezéssel, fagyasztással való tárolása anyagilag megterhelő. Viszont nagy mennyiségben történő szántóföldi kijuttatása, jelentős környezetterhelést idézhetnek elő, hiszen nagy mennyiségben tartalmaz nitrogént, amelynek nem feltétlenül veszi fel teljes mennyiségét a növény. A felesleges nitrogén talajvízbe kerülhet, növelve ezáltal annak nitrát tartalmát (BÁKONYI et al., 2020; KISVARGA et. al., 2020). Magyarországon hígtrágyaként tekintenek rá, Dániához hasonlóan hazánkban is szabályozzák kijuttatását. Kijuttatása tilos november-február között, illetve fagyott, vízzel-, hótakaróval borított földfelszínen. Azonban lacto-fermentálással eltarthatóvá tehető, ezáltal az NBM növényi növekedést stimuláló Lactobacillusokkal dúsítható és új generációs növény kondicionálóként alkalmazható (KULCSÁR, 2014).

A növényi-savó a ProteMill projekt keretein belül, a Hajdúnánási Tedej Zrt. kísérleti parcelláin termesztett lucernából ered. A kísérlet során több lucernafajtát is termesztettek és vizsgáltak, például: 'Józsó', 'Tápiószelei', 'Hunor-40'. Az utóbbi fajtából előállított lucerna-savó biostimulátor termékfejlesztés alapját képezte (KOVÁCS et al., 2019).

A Debreceni Egyetem, Alkalmazott Növénybiológiai Tanszékén a GINOP projekt keretein belül Dr. Bákonyi Nóra és munkatársai vizsgálták a lucerna barnalé tulajdonságait és növényekre gyakorolt hatásait (BÁKONYI et al., 2020).

1. táblázat: A lucerna-savó makro- és mikroelem tartalma a lacto fermentálás előtt és után

Paraméterek	Fermentálás előtt	Fermentálás után
N	18,24 ± 0,66	16.19 ± 0.01
P	286 ± 30	238 ± 5,98
K	6090 ± 571	5276 ± 153
Ca	1270 ± 70 2326	2326 ± 66.58
Mg	379 ± 16	739 ± 24.83
Na	31,03 ± 8,70	452 ± 15.02
S	352 ± 22	425 ± 6.57
Fe	2,04 ± 0,45	32,20 ± 0,86
Zn	2,03 ± 0,19	8,59 ± 0,21
Sr	5,46 ± 0,24	8,80 ± 0,23
B	3,69 ± 0,33	11,61 ± 0,33

(Forrás: BÁKONYI et al., 2020)

A kapott lucerna-savóhoz fermentálás során *Pediococcus acidilactici*, *Lactobacillus paracasei*, *Lactobacillus plantarum*, tejsavat termelő baktériumfajt oltanak, majd inkubálnak 35°C-on, 48 órán keresztül. Az ehhez használt oltóanyag neve: AdiSil. Az inkubálás eredménye, hogy a fermentált barnalé pH-értéke megközelítőleg 4-re csökkent, ezért eltarthatóságának ideje szobahőmérsékleten nőtt. (BÁKONYI et al., 2020).

Lucerna-savó felhasználása

Hasznosításának több módját is kidolgozták már. Mivel tápanyagtartalma jelentős, ezért optimális fermentációs alapanyag mikroalgák, mikroorganizmusok és élesztőgombák számára. Magas mikro- és makroelem tartalma teszi lehetővé, hogy töményen, hígítás nélkül táptalaj kiegészítőként, illetve a kertészeti kultúrákban, hígítva bio-trágyaként, biostimulátorként alkalmazzuk. (BÁKONYI et al., 2018a; BARNA et al., 2021; KISVARGA et al., 2020).

Kutatómunkám során, az fentiekben bemutatott fermentált lucerna-savót is alkalmaztam talajoltóként a növényi biostimulátorok hatásának összehasonlítására.

2.5. Körforgásos gazdálkodás szemlélet (Circular Economy) ismertetése

A Föld erőforráskészletei szűkösek, tehát korlátozott ideig tudjuk alkalmazni őket (FISHER, 1981). A körforgásos gazdálkodás egy környezettudatosabb termesztechnológiát jelent, amelynek célja, hogy hulladékmentesen, minél kevesebb új input anyagot, úgynevezett nyersanyagot felhasználva, a megújuló anyagokat hasznosítsa újra. Tehát a már előállított terméket, annak alkotóelemeit, bizonyos részeit, vagy a termék előállítása során keletkezett hulladékot (gazdasági-, ipari hulladék) hasznosítja újra és forgatja vissza a gazdasági körforgásba. Ez a szemlélet, a környezetszennyező anyagok felhasználását kerülve, óvja a biodiverzitást (DIZDAR et al., 2012; EUR-LEX, 2014). Célja, hogy a rendelkezésre álló erőforrásokat a lehető leghatékonyabban és legtöbbször magas minőséget előállítva hasznosítsa. Ezáltal növeli a gazdasági nyereséget, miközben szem előtt tartja a fenntarthatóság kérdését és csökkenti a környezet terhelés mértékét. A körforgásos gazdálkodás a műtrágya helyett a zöldtrágya és a komposzt használatát részesíti előnyben. A tápanyagutánpótlás ezen fajtái mellett, hogy növelik a talajtermékenységet, javítják annak szerkezetét is. A talajtermékenység és a megfelelő szerkezet kialakításában a szerves hulladékot bontó mikroorganizmusoknak is nagy szerepük van. A kémiai úton előállított növényvédőszer helyett pedig a biológiai növényvédelem mellett, biológiai szereket alkalmaz (TRICZKA, 2013).

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

3.1. Kutatás helyszínének bemutatása

A kísérletek és a hozzá kapcsolódó mérések a Debreceni Egyetem, MÉK Alkalmazott Növénybiológiai Tanszék laboratóriumában és a Böszörményi úti kampuszon található Biológiai Kutató és Növénykísérleti Üvegházban (Biodrome), valamint a Kertészeti Üvegházban zajlottak.

3.2. A kísérletek időbeli ütemezése

Kísérleteim ütemezését tekintve két részből álltak. Őszi féléves kísérletem 2021. szeptember 23-án a modellnövények magvetésével kezdődött és a növénynevelés 80. napján, 2021. december 12-én került felszámolásra. Ezt követően 2022. március 24-én történt a tavaszi kísérletben vizsgált dísnövények magvetése, amely felszámolására 2022. június. 14-én a tenyészedő 82. napján került sor.

3.3. Alkalmazott közeg bemutatása

Az őszi- és a tavaszi kísérlet esetében azonos volt a közeg és az ültetés menete. Közegként 50 liter „Compo bio” tőzegmentes közeg és 45 liter „Jó föld palántaföld” került homogenizálásra 2021. október 21-én, a magvetéstől számított 28., illetve 2022. április 20-án, a tenyészedő 27. napján. A palántákat 11x11 cm-es cserépbe ültettük (3. ábra), a cserepeket fajtának, kezelésnek, ismétlésszámnak megfelelően feliratoztuk. Az őszi féléves kísérlet esetében például: 1/CH/1 elnevezés jelentése: cseh Orion fajta/*Chlorella vulgaris* készítmény/1. ismétlés. A modellnövényeket tenészedőjük során üvegházi környezetben, tenészedényben neveltem.



3. ábra: Modellnövények átültetésének folyamata 2021. október 21-én: A) 'Orion' palánták; B) 'Csemő' palánták a tenészedényben

Forrás: Saját felvétel, 2021

A "Jó föld palántaföld" 3 hónapra elegendő, csírázást és gyökeresedést serkentő foszfor

túlsúlyos tápanyagot tartalmaz. A talaj jó levegő- és vízháztartását a földkeverék kókusz és perlit tartalma javítja. Összetétele: 75% Spagnum tőzeg, kókuszrost, perlit, EK műtrágyák különböző arányú keveréke. Kémhatása: pH: 5,5-6,5. Főként zöldségek és dísznövények magvetéséhez, dugványozáshoz, palántaneveléséhez ajánlják. Tápértéke: 1000mg/liter. Tápanyagtartalma: N>0,3 m/m%; P₂O₅>0,1% m/m%; K₂O>0,3% m/m% (GAZDABOLT, 2022). A "COMPO Sana bio virágföld" tőzegmentes közeg, egy olyan magas szervesanyag tartalmú termeszőközeg, amely a mellett, hogy tőzegmentes, kiváló minőségű. Összetevői 100%-ban természetesek, a termék tehát biogazdálkodásra alkalmas (GARDINO, 2022).

3.4. Alkalmazott *Tagetes patula* L. fajták bemutatása

Kísérletem során a *Tagetes patula* L., azaz az alacsony bársonyvirág különböző fajtái szolgáltak modellnövényként.

 'Scarlet Sophie' Virága tömött, kezdetben rozsdavörös, amely az öregedés folyamatával lángvörös színbe megy át. Virágai ehetőek, citrus ízűek. (Forrás: THOMPSON & MORGAN, 2022)	 'Csemő' Magyar nemesítésű († Dr. Kováts Zoltán) fajta. Alacsony növekedésű, tömött, bokros. Virágai élénk kénsárga, citromsárga színűek. (Forrás: MAROSI FAISKOLA, 2022)
 'Orion' Virágai közepén aranyárga színűek, piros, vörösbarna gallérral. (Forrás: MAROSI FAISKOLA, 2022)	 'cseh Orion' Csehországban kapható, Orion magyar fajtára hasonlító változat. (Saját felvétel, 2022)

4. ábra: Vizsgált *Tagetes patula* L. fajták

Őszi kísérletem során 4 kezelés került beállításra, amelyeket a következő, alkalmazott biostimulátorok és összetételük bemutatása fejezetben részletesen ismertetek. Négy, az előző fejezetben bemutatott *Tagetes patula* L. fajtával (4. ábra) dolgoztam, melyek kezelésenként háromszoros ismétlésben kerültek beállításra, tehát összesen 48 modellnövénnel dolgoztam 2021. szeptember 23. és 2021. december 12- között.

Tavaszi kísérletem alkalmával, konzulenseimmal való egyeztetés után, az őszi félévben folytatott kísérlet eredményei alapján két *Tagetes patula* L. fajtát választottunk ki, amellyel tovább folytattuk a kutatást. Az alkalmazott két fajta a Csemő és a cseh Orion volt. A tavaszi kísérlet során a 4 kezelés fajtánként hétszeres ismétlésben került beállításra, tehát összesen 56 modellnövénnel dolgoztam 2022. március 24. és 2022. június 14- között.

4.5. Alkalmazott biostimulátorok és összetételük bemutatása

Kutatómunkám során mind az őszi- és a tavaszi kísérlet alkalmával, ugyan az a négy kezelés került beállításra (4. táblázat). A vizsgált növénykondicionálók talajoltóként kerültek kijuttatásra (5A. ábra). Az őszi félévben folytatott kutatás esetében a tenyészidő 33., a tavaszi félévben folytatott kutatás esetében a 41. naptól kezdve kéthetente került sor a biostimulátorok pipettával történő kijuttatására. Ennek pontos időpontjait az alábbi 2- és 3. táblázatban ábrázoltam.

2. táblázat: Az őszi félévben zajlott mérések és kezelések időpontjai

Kezelés és mérés sorszáma	Mérés ideje	Növény életkora	Kezelés ideje	Növény életkora
1.	2021. október 26.	33. nap	2021. november 8.	46. nap
2.	2021. november 15.	53. nap	2021. november 22.	60. nap
3.	2021. november 29.	67. nap	2021. december. 6.	74. nap
4.	2021. december 15.	80. nap		

Saját szerkesztés, 2022

3. táblázat: A tavaszi félévben zajlott mérések és kezelések időpontjai

Kezelés és mérés sorszáma	Kezelés ideje	Növény életkora	Mérés ideje	Növény életkora
1.	2022. április 27.	41. nap	2022. május 4.	41. nap
2.	2022. május 10.	55. nap	2022. május 18.	55. nap
3.	2022. május 24.	69. nap	2022. június 1.	69. nap
4.	2022. június 7.	82. nap	2022. június 14.	82. nap

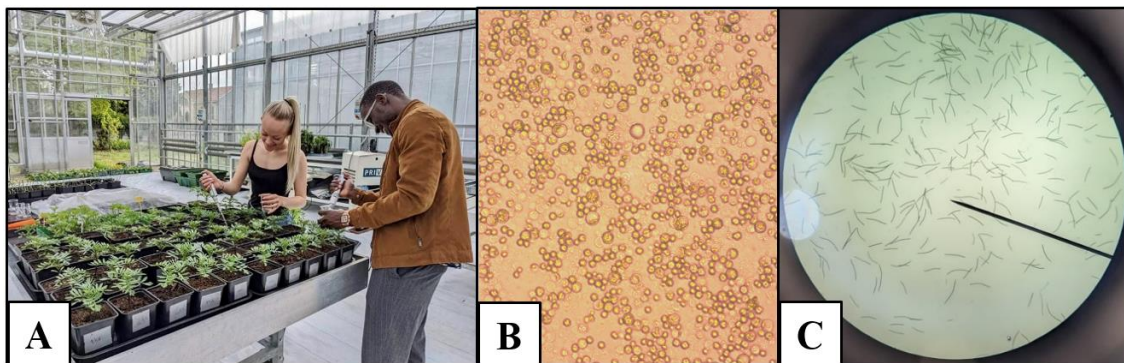
Saját szerkesztés, 2022

4. táblázat: Az alkalmazott biostimulátorok összetétele és a kijuttatott dózisokismertetése

Kezelés	Készítmény eredete	Összetétel/ Mikroorganizmusok a készítményben	Kezelés bemutatása/ Kijuttatott dózishatá- ra vetítve
Kontroll	-	-	Ioncserélt víz, 400 l/ha.
<i>Chlorella vulgaris</i> mikroalga-szuszpenzió	A Debreceni Egyetem, MÉK, Alkalmazott Növénybiológiai Tanszék által fejlesztett, növényi hulladékon nevelt <i>Chlorella vulgaris</i> mikroalga tartalmú készítmény.	<i>Chlorella vulgaris</i> 336db sejt/10µl = $3 \cdot 10^{10}$ sejt/ml	2 liter/ha tömény oldat, 400 l/ha ioncserélt vízben oldva.
BIOFIL Alga kereskedelmi forgalomban kapható mikrobiológiai	A TERRAGRO Kereskedelmi Kft. által kifejlesztett mikrobiológiai készítmény.	<i>Chlorella vulgaris</i> , <i>Chlorella zofingiensis</i> , <i>Azotobacter vinelandii</i> , <i>Azospirillum canadense</i> , <i>Bacillus proteolyticus</i> Összetételét tekintve: 0,30m/m% mikroalga és 0,05 m/m% baktérium komponens tartalmaz. $3 \cdot 10^{10}$ sejt/ml.	2 liter /ha tömény oldat, 400 l /ha, ioncserélt vízbenoldva
FotoLacto TrichoAlg készítmény	A Debreceni Egyetem, MÉK, Alkalmazott Növénybiológiai Tanszék, Barnalé kutatócsoportja és a Pannon Trade Kft. által közösen kifejlesztett, NÉBIH engedéllyel rendelkező készítmény.	<i>Arthrospira platensis</i> $6 \cdot 10^{10}$ sejt/ml, <i>Trichoderma atroviride</i> gomba: $5 \cdot 10^{10}$ sejt/ml, <i>Lactobacillus plantarum</i> , <i>Pediococcus acidilactici</i> , <i>Lactobacillus buchnerii</i> - a fermentált barnalében: $7 \cdot 10^9$ sejt/ml.	2 liter/ha tömény oldat, 400 l/ha ioncserélt vízben oldva

(Forrás: BIOFIL Alga elnevezésű készítmény leírása: TERRAGRO, 2022; FotoLacto termékcsalád leírása: NÉBIH, 2022)

Minden kezelés esetében kiszámolásra került az ajánlott dózis alapján kijuttatandó biostimulátorok mennyisége a 11x11-es műanyag cserepek űrtartalmához mérten. A cserepek űrtartalma: 0,0121m³.



5. ábra: A kutatás során alkalmazott *Chlorella vulgaris* és *Arthrospira platensis* mikroszkópi felvétele és a felvét elkészítés folyamata: A) Biostimulátor kezelés folyamata; B) *Arthrospira platensis*; C) *Chlorella vulgaris* 40x4-es nagyítású mikroszkópi felvétele

(Saját felvételek, 2021)

3.5.1. *Chlorella vulgaris* mikroalga tartalmú kezelés bemutatása

A Debreceni Egyetem, MÉK, Alkalmazott Növénybiológiai Tanszék által fejlesztett, növényi hulladékon nevelt *Chlorella vulgaris* mikroalga tartalmú (5B ábra) prototípus készítmény (továbbiakban: CHLORELLA) esetében az ajánlott dózis: 2 l/ha tömény oldat, 400 l/ha töménységnek megfelelő mennyiségben, ioncserélt vízben oldva (BÁKONYI et al., 2021).

3.5.2. BIOFIL Alga mikrobiológiai készítmény bemutatása

A TERRAGRO Kereskedelmi Kft., BIOFIL Alga mikrobiológiai készítményt alkalmazhatjuk lombtrágya- és talajoltóként egyaránt. A termék két mikroalga törzset (*Chlorella vulgaris*, *Chlorella zofingiensis*) és három baktériumtörzset (*Azotobacter vinelandii*, *Azospirillum canadense*, *Bacillus proteolyticus*) tartalmaz. A készítményben található *Chlorella vulgaris* magas klorofill és lipidtartalommal rendelkezik, biomassza tömegének növekedése gyors, éppen ezért lehetséges a rendkívül magas sejtszámmal rendelkező (minimum 10^8 /ml) alga tartalmú készítmények előállítása. Nedves környezetben képes a növénygel együtt élni és tovább szaporodni, e mellett ellenáll a környezeti tényezők változása által előidézett stresszhatásoknak. A *Chlorella zofingiensis* az eddig leírtak mellett jelentős mennyiségű asztaxantint, azaz karotinoid tartalmú vegyületet állít elő. Ez a vegyület az ismert természetes antioxidánsok közül a leghatékonyabbnak mondható, így hatékony védelmet jelent a betegségekkel és a növényeket érő stresszhatásokkal szemben (TERRAGRO, 2022).

A termékben található baktériumtörzsek a növények számára nélkülözhetetlen, felvehető tápelemeket biztosítanak. Részt vesznek a talajban található nitrogén megkötésében és a foszfor mobilizálásában. Hozzájárulnak a növény növekedéséhez, fejlődéséhez, stressztűréséhez és a

hozam növeléséhez azáltal, hogy különböző fitohormonokat és hormonszerű anyagokat, sziderofórokat termelnek. A készítményben található gombák nyálkaszerű anyagokat (exopoliszacharidokat - EPS) is termelnek, amelyek jelentősen javítják a talaj szerkezetét, morzsalékossá teszi azt, hozzájárulnak az aggregátumok képződéséhez, hozzájárul az optimális víz- és hőháztartás kialakításához (TERRAGRO, 2022). A termékcsalád által ajánlott dózis: 2 l/ha tömény oldat, 400 l/ha töménységnek megfelelő mennyiségben, ioncserélt vízben oldva.

3.5.3. FotoLacto TrichoAlg készítmény bemutatása

Ez a készítmény a Debreceni Egyetem, MÉK, Alkalmazott Növénybiológiai Tanszék, Barnalé kutatócsoportja és a Pannon Trade Kft. közös fejlesztésének terméke, amely NÉBIH engedéllyel rendelkezik. A termék összetételét tekintve 50% tejsavbakétriумot (*Lactobacillus* sp.), 50% Trichoderma gombát, 25% Spirulina mikroalgát (5C ábra) huminsavat illetve vizet tartalmaz. Az ajánlott dózis: 2 l/ha tömény oldat, 400 l/ha ioncserélt vízben oldva (BÁKONYI et al., 2020a).

3.6. Kutatás során végzett mérési módszerek és leírásuk

A tesztnövények morfológiai paramétereit az őszi kísérlet során 4 alkalommal mértem, 33 napos kortól 80 napos korig kéthetente: 2021. október 26. (növénynevelés 33. napja), 2021. november 15. (növénynevelés 53. napja), 2021. november 29. (növénynevelés 67. napja), 2021. december 12. (növénynevelés 80. napja). A tavaszi kísérlet során szintén 4 alkalommal történt a modellnövények morfológiai paraméterének mérése, 41 napos kortól 82 napos korig kéthetente: 2022. május 4 (növénynevelés 41. napja), 2022. május 18. (növénynevelés 55. napja), 2022. június 1. (növénynevelés 69. napja), 2022. június 14. (növénynevelés 82. napja). A mérési paraméterek az őszi- és a tavaszi kísérlet során azonosak voltak.

3.6.1. Növénymagasság mérése

A modellnövények magasságát egy 3 méter hosszú mérőszalaggal mértem, a kapottértékeket pedig tized pontossággal, centiméter mértékegységben jegyeztem fel. Az őszi kísérletfolyamán vizsgált 48 db növény teljes magasságát 4 alkalommal mértem, azaz a 80 napos tenyészidő alatt összesen 192 magasság mérést végeztem. A tavaszi kísérlet esetében 56 db modellnövényrel dolgoztam, amelyek teljes magasságát 4 alkalommal mértem, tehát a 82 napos tenyészidő alatt összesen 224 magasság mérést végeztem. Az őszi- és a tavaszi kísérlet magasság mérési eredményeit összegezve, ez 416 mérési adatot jelent.

3.6.2. A növények szár átmérőjének meghatározása

A szár átmérőt minden mérési alkalommal a kis bársonyvirág első nódusza (szárcsomó) felett mértem egy 0-150 mm mérési tartományú digitális LCD kijelzős tolómérő készülék segítségével. A szár átmérő esetében is 416 mérési adatot jegyeztem fel a kísérletek folyamán.

3.6.3. A modellnövényeken fejlődött bimbók és virágok számának meghatározása

A modellnövényeken megjelenő bimbók és virágok számának meghatározása az őszi- és a tavaszi kísérlet esetében is a tenyésztő második felében történt, a 3. és 4. mérési alkalommal. A növényeket egyesével megvizsgálva számoltam meg a megjelent bimbókat és virágokat és jegyeztem fel a kapott eredményeket. Virágként vételeztem fel, amikor a virágzatban lévő nyelven (nőivarú) virágok már kinyíltak, bimbóként pedig a zárt képződményeket.

3.6.4. NDVI (Normalizált Differenciális Vegetációs Index)

Az NDVI értéket egy Trimble GreenSeeker Handheld Corp Sensor elnevezésű, kézi terményszenzorral mértem. Ezzel az eszközzel a növények általános egészségi állapotát mértem fel. Egy ravaszt meghúzva, a műszer alján található optikai szenzor vörös (660nm) és infravörös (780nm) fényimpulzusokat bocsát ki, majd méri a kibocsátott fény, növényről történő visszaverődésének mértékét. A mérés során kapott értéket NDVI-értékként jeleníti meg az LCD kijelzőn 0,00 és 0,99 közötti tartományban. Minél magasabb értéket látunk a kijelzőn, annál nagyobb a mért növény életereje. A mérést minden esetben pontosan a növény felett 60-70 centiméterrel mértem. Az NDVI esetében is 416 mérési adatot jegyeztem fel a kutatás folyamán (AXIÁL, 2022).

3.6.5. A növények friss és száraz hajtástömegének meghatározása

Friss hajtástömeg meghatározása

Az őszi- (2021. december 12.) és a tavaszi kísérlet (2022. június 14.) felszámolásakor a modellnövényeket a gyökérnyak magasságánál metszőollóval elvágtam, a hajtásrendszert DEMANDY H7-es darabszámláló mérlegre helyeztem és a mért tömeget tized pontossággal, gramm mértékegységben jegyeztem fel. A kísérlet során az összes növény friss tömegét mértem, azaz 416 mérési adatot jegyeztem fel.

Száraz hajtástömeg meghatározása

A levágott hajtásrendszert minden növény esetén külön-külön papírzacskóba csomagoltam, a papírzacskókat feliratoztam. Szerepelt rajtuk a faj, a kezelés és az ismétlés kódja, majd Heraeus Function Line elnevezésű, 40°C fokra beállított szárító szekrénybe helyeztem őket 78 órára. Ezt követően a száraz hajtástömeget a papírzacskóból kivéve, OHAUS Pioneer PA214 típusú

analitikai mérleggel mértem, majd visszacsomagoltam a feliratozott papírzacskókba a száraz növényi mintákat, tűzőgéppel letűztem és dobozba raktam további vizsgálatokra előkészítve.

3.6.6. Felszámolás menete

Az őszi- (2021. december 12.) és a tavaszi kísérlet (2022. június 14.) felszámolásakor mértem utoljára a modellnövények hajtás magasságát, a szár átmérőt és az NDVI-t és meghatároztam a bimbók és a virágok számát. Ezt követően gyökérnyak magasságánál metszőollóval elvágтам a növények szárát. A friss és száraz hajtás tömegét az előző fejezetekben említett módon felvételeztem. Fajtánként és kezelésenként kiválasztottam 1-1 kezelésre jellemző növényt, amelyek cserépét eltávolítottam, gyökereiket pedig kimostam a közegből.

3.6.7. Kapott eredmények kiértékelésének és statisztikai elemzésének menete

Számszerűsítés céljából a kezeléseket követően eltérő fejlődési stádiumokban mérem modellnövényeim különböző morfológiai paramétereit, amelyeket papír alapon rögzítettem. A kapott adatokat Microsoft Excel 2016 táblázatban rendszereztem, belőlük átlagot és szórást számoltam, a kapott eredményeket pedig diagramon ábrázoltam, majd SPSS rendszerben adott fajtára vonatkozóan vizsgáltam a kezelések közötti szignifikáns különbséget egytényezős varianciaanalízissel adott mérési időpontokban.

3.6.8. A dolgozatban felhasznált ábrák elkészítésének módja

A dolgozatomban használt ábrákat, amelyek alatt feltüntettem, hogy saját szerkesztés alapján készültek a Canva elnevezésű alkalmazásban készítettem. Cégnév: Canva Pty Ltd (CANVA, 2022).

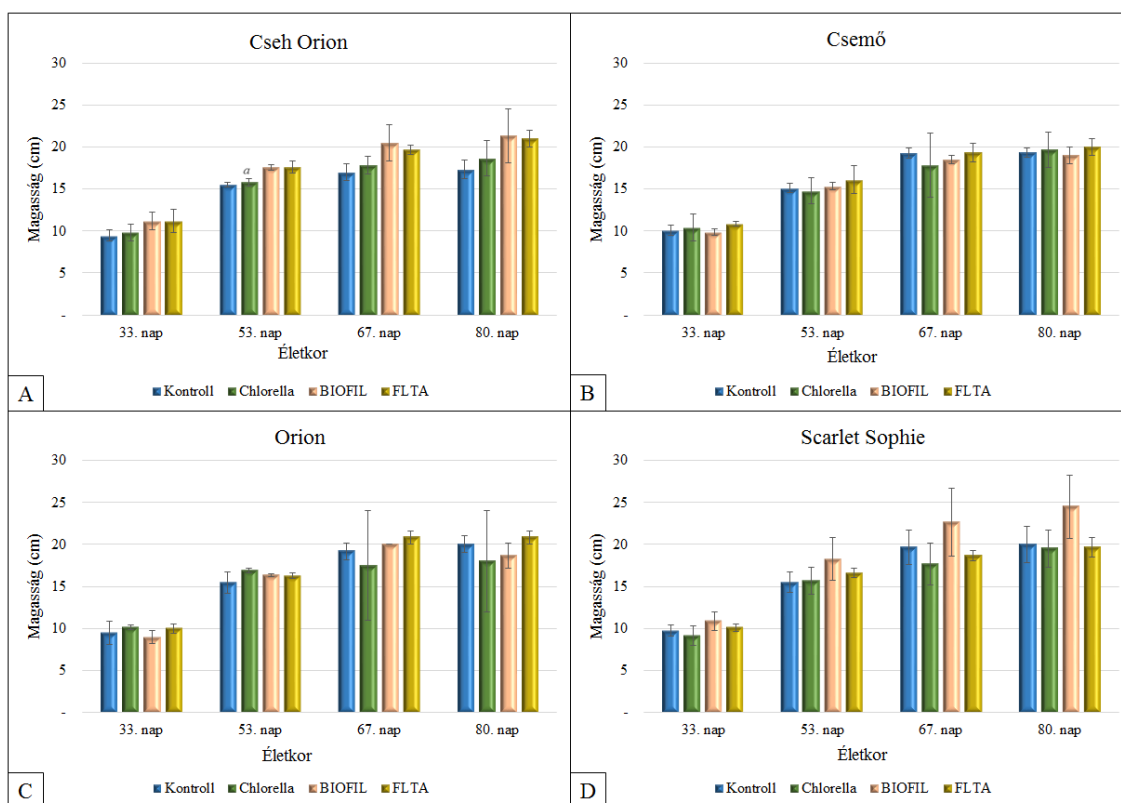
4. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELEÉSÜK

Az eredmények szöveges értékelése során a vizsgált biostimulátorok elnevezését az áttekinthetőség érdekében az alábbi módon fogom rövidíteni: *Chlorella vulgaris* mikroalga tartalmú készítmény: CHLORELLA, BIOFIL Alga készítmény: BIOFIL, FotoLacto TrichoAlg készítmény: FLTA. A különböző biostimulátorok hatásait a vizsgált *Tagetes patula* L. fajtákra ábrák és táblázatok formájában mutatom be.

4.1. 2021. őszi tenyészidőszak eredményei

4.1.1. Vizsgált biostimulátorok hatása a *Tagetes patula* L. hajtás magasságára

Az 6. ábrán látható az eltérő fenofázisban a vizsgált biostimulátorok hatása a *Tagetes patula* L. fajták magassága. A könnyebb összehasonlítás érdekében az eredmények fejezetben végig a 6. ábrán látható sorrendet, színeket és stílust használom.



6. ábra: A vizsgált biostimulátorok hatása a különböző *Tagetes patula* L. fajták (A: cseh Orion, B: Csemő, C: Orion, D: Scarlet Sophie) hajtásának magasságára különböző fejlődési stádiumokban (n=3, $\pm$ SD) (Saját szerkesztés)

A 6. ábrán jól látható, hogy az idő függvényében folyamatos volt a növények növekedése. A cseh Orion fajta esetén a növénymagasság amagvetéstől számított 33. napon $9,47 \pm 0,64$ cm-es volt, kontroll növényekhez képest átlagosan 18%-al magasabb hajtáshossz eredményeket

mértem a BIOFIL ($11,23 \pm 1,06$ cm) és FLTA ($11,20 \pm 1,4$ cm) készítménnyel kezelt növények esetében. A tenyésztő 53. napján szignifikáns különbséget tapasztaltunk a növények magasságát tekintve. A BIOFIL és a FLTA kezelések hatására mértük a legmagasabb hajtáshosszúságot, sorrendben $17,57 \pm 0,31$ cm és $17,63 \pm 0,74$ cm, amelyek átlagosan 12%-al, szignifikánsan eltértek a $15,53 \pm 0,31$ cm-es kontroll és $15,80 \pm 0,4$ cm-es CHLORELLA kezelésektől. A tenyésztő 67. napján az átlagosan $20,5 \pm 2,15$ cm-es BIOFIL készítménnyel kezelt növények magassága szignifikánsan magasabb volt a kontroll csoportba tartozó, $15,53 \pm 1$ cm-es növények magasságához képest, 20%-al voltak magasabbak a BIOFIL készítménnyel kezelt növények a kontrollhoz képest. A tenyésztő 80. napján ismételt a BIOFIL készítmény hatására mértem a legmagasabb, $21,33 \pm 3,21$ cm-es hajtáshosszt, amely 4 cm-el, azaz 23%-al magasabb a $17,33 \pm 1,15$ cm-es kontroll csoporthoz képest.

A Csemő fajta esetében az növények magassága a különböző kezelések hatására közel azonos volt, azonban elmondható, hogy minden mérési napon a FLTA készítmény hatására mértem a legmagasabb értékeket, amelyek a kontrollhoz képest átlagosan 0,6 cm-el voltak magasabbak. A kezelések a Csemő fajta esetében nem mutattak szignifikáns különbséget.

Az Orion fajta esetében, az első két mérési időpontban, azaz a tenyésztő 33. és 53. napján a legmagasabb hajtáshosszt a CHLORELLA készítménnyel kezelt növények érték el. A 33. napon a $10,13 \pm 0,31$ cm-es CHLORELLA kezelésben részesült csoport 4%-al haladta meg a $9,47 \pm 1,43$ cm-es kontroll csoportot, míg az 53. napon 9%-al mértem magasabb értéket ($16,90 \pm 0,26$ cm), mint a $15,47 \pm 1,25$ cm-es kontroll csoportnál. A 3. és 4. mérés alkalmával a FLTA készítménnyel kezelt növények magassága átlagosan 1,2 cm-el haladta meg a kontroll növényeket és 3 cm-el a CHLORELLA mikroalga tartalmú szerrel kezelt modellnövények magasságát. Az eredmények nem mutattak szignifikáns különbséget.

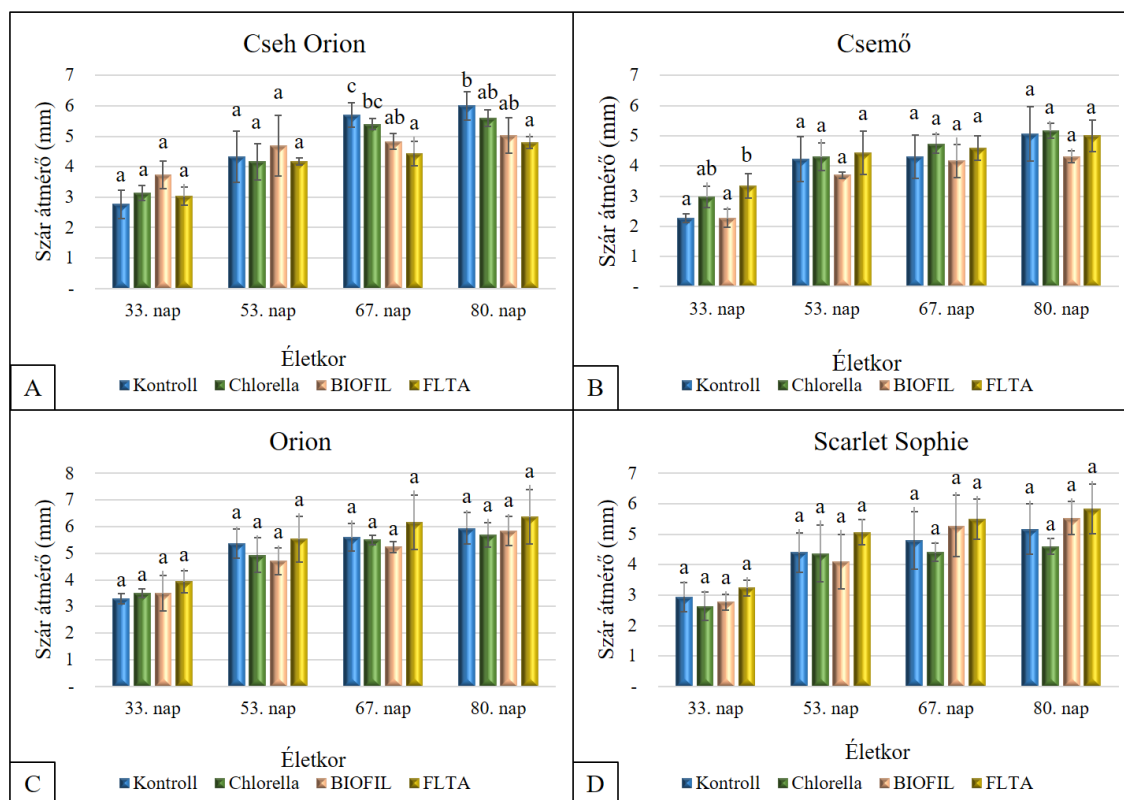
A 7D. ábrán látható Scarlet Sophie fajta esetében a BIOFIL készítménnyel kezelt növényeknél minden mérési időpontban kiemelkedő értékeket mértem. A tenyésztő 33. napján az átlagosan $10,87 \pm 1,1$ cm-es voltak a BIOFIL kezelésben részesült növények, 12%-al értek el magasabb hajtáshosszt, mint a kontroll csoport növényei ($9,73 \pm 0,67$ cm). A 2. mérés alkalmával, a tenyésztő 53. napján a BIOFIL kezelés hatására ($18,27 \pm 2,5$ cm) 17%-al mértem magasabb eredményt a $15,5 \pm 1,18$ cm-es kontrollhoz és $15,63 \pm 1,62$ cm-es CHLORELLA kezelésben részesült növényekhez képest. A 3. mérés alkalmával, azaz a tenyésztő 67. napján pedig 15%-al ért el magasabb hajtáshosszt a BIOFIL készítménnyel kezelt állomány ($22,67 \pm 4,04$ cm) a kontroll csoporthoz képest ($19,67 \pm 2,02$ cm). A 4. mérés alkalmával, a BIOFIL kezelés hatására

4,5 cm-el voltak magasabbak a növények a $20,0 \pm 1$ cm-es kontrollhoz képest (6. ábra).

A fajták tekintetében a BIOFILL kezelés esetén az első kezelést követő mérési időpontban az Orion és a Scarlet Sophie fajták között szignifikáns különbség mutatható ki. Az FLTA kezelés esetén a harmadik kezelést követő mérési időpontban a magyar és külföldi nemesítésű Orion fajta között szignifikáns különbség mutatható ki (1. melléklet).

4.1.2. Vizsgált biostimulátorok hatása a *Tagetes patula* L. szár átmérőjére

Az 7. ábrán mutatom be a vizsgált biostimulátorok hatását a *Tagetes patula* L. fajták szár átmérőjére, különböző fajták esetében.



7. ábra: A vizsgált biostimulátorok hatása a különböző *Tagetes patula* L. fajták (A: cseh Orion, B: Csemő, C: Orion, D: Scarlet Sophie) szár átmérőjére különböző fejlődési stádiumokban (n=3, $\pm$ SD) (Saját szerkesztés)

Megjegyzés: Az eltérő betűk a kezelések közötti szignifikáns különbségeket jelölik adott mérési időpontban vizsgálva, $p \leq 0,05$ szinten, Tukey post hoc teszt alapján.

A cseh Orion fajta szár átmérőjét tekintve, az első két mérési alkalommal, azaz a magvetéstől számított 33. és 53. napon a BIOFIL kezelés hatására mértem a legmagasabb eredményeket. A 33. napon, a BIOFIL készítménnyel kezelt növények esetében mért $3,73 \pm 0,45$ mm-es szár átmérő 34%-al haladta meg a kontroll csoport esetében mért $2,77 \pm 0,46$ mm-t. Az 53. napon a

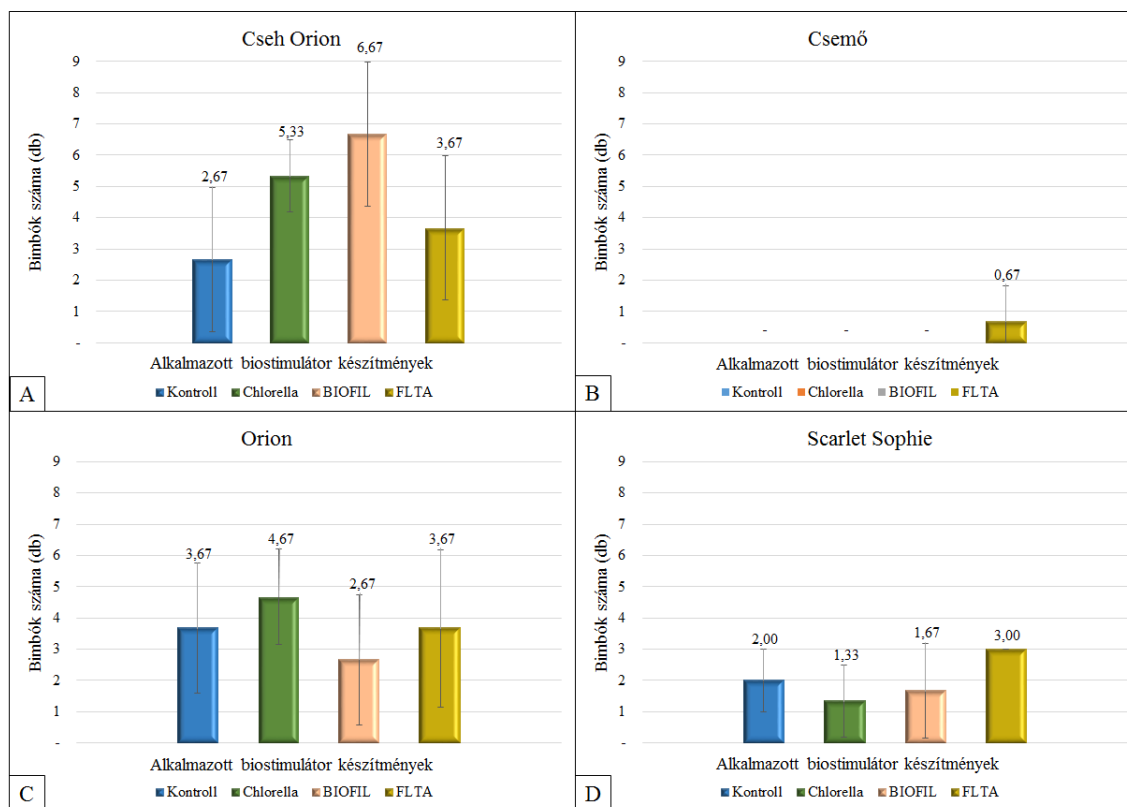
4,33±0,84 mm-es kontroll csoport szár átmérőjét 10%-al, a CHLORELLA és FLTA készítménnyel kezelt, 4,17±0,12 mm szár átmérőjű növények csoportját pedig 13%-al haladta meg a 4,7 ± 1 mm-es szár átmérőjű BIOFIL kezelésben részesült növénycsoport. A 3. és 4. mérési alkalommal a kontroll csoport esetén mértem a legmagasabb eredményeket, sorrendben 5,7±0,4 és 6±0,46 mm-t. A tenyésztő 67. napján az 5,7±0,4 mm-es kontroll csoport szár átmérője szignifikánsan nagyobb volt a 4,83±0,25 mm-es BIOFIL és 4,83±0,25 mm-es FLTA kezelés esetében mért eredménytől. A kontroll csoport átlagosan 18%-al haladta meg a FLTA kezelésben részesült növények szár átmérőjét. A CHLORELLA kezelés hatására mért 5,4±0,17 mm szignifikánsan, 22%-al eltért az 4,43±0,4 mm szár átmérőjű FLTA kezeléstől. A tenyésztő 80. napján a kontroll csoport esetében mért 6,0±0,46 mm szignifikánsan, azaz 25%-al magasabb volt a FLTA kezelés hatására mért 4,8±0,2 mm-es szár átmérőtől. A Csemő fajta szár átmérőjének esetében, minden mérési alkalommal a BIOFIL készítmény hatására mértem a legalacsonyabb értékeket. Az első mérési időpontban a FLTA kezelés 3,33±0,4 mm-es szár vastagsággal volt a legmagasabb, amely szignifikánsan, 45%-al eltért a 2,27±0,15 mm-es kontroll és a 2,27±0,31 mm-es BIOFIL kezeléstől. A második mérési időpontban szintén a FLTA kezelés hatására mértem a legnagyobb értéket 4,43±0,72 mm-t, amely 20%-al volt magasabb, mint a 3,7±0,1 mm-es BIOFIL kezelés esetében mért szár átmérő. A harmadik és negyedik mérési alkalommal a CHLORELLA kezelés eredményezte a legnagyobb szár átmérőt, 4,73±0,32 és 5,17±0,25 mm-t. Az Orion fajta szár átmérője minden mérési időpontban a FLTA kezelés hatására volt a legmagasabb, de a kezelések között egyik mérési időpontban sem mutatható ki szignifikáns különbség. A növények szár átmérője a felszámoláskor 5,7-6,37 mm között változott a kezelések hatására. A legalacsonyabb felszámoláskori értéket a CHLORELLA, a legmagasabbat pedig a FLTA kezelés eredményezte. A Scarlet Sophie fajta esetében (az Orion fajtához hasonlóan) minden mérési alkalommal a FLTA kezelés hatására mértem a legmagasabb eredményeket. A magvetéstől számított 33. napon a 3,23±0,25 mm-es szár átmérőjű FLTA kezelésben részesült növények 23%-al haladták meg a 2,63±0,47 mm-es CHLORELLA készítménnyel kezelt és 10%-al a 2,93±0,47 mm-es szár átmérőjű kontroll csoportot. A tenyésztő 53. napján kiemelkedő eredményt ért el az 5,07±0,4 mm-es szár átmérőjű FLTA kezelés, amely 0,67 mm-el ért el vastagabb szár átmérőt, mint a 4,4 ±0,66 mm-es kontroll csoport. A tenyésztő 67. napján a CHLORELLA kezelés esetén mértem a legalacsonyabb eredményt, 4,4±0,3 mm-t, amely 1,1 mm-el kevesebb, mint az 5,5±0,66 mm-es FLTA készítménnyel kezelt növénycsoporté. A tenyésztő 80. napján a 4,6±0,26 mm-

es szár átmérőjű CHLORELLA készítménnyel kezelt növények érték el a legalacsonyabb eredményt, amely 27%-al alacsonyabb, mint az $5,83 \pm 0,81$ mm szár átmérőjű FLTA készítménnyel kezelt növények csoportja (7. ábra).

A kontroll növények esetén mért szár átmérőt tekintve megállapítható, hogy szár átmérő tekintetében a felszámoláskor állapotban a cseh Orion átlagosan 4,5 mm-es a Scarlet Sophie 6 mm-es szár átmérővel rendelkezett, amely között szignifikáns különbség mutatható ki. Ugyanezen időpontban az Orion fajta szár átmérője közel azonos volt a kezelések hatására (5,6-5,8 közötti), azonban a CHLORELLA kezelés esetén a cseh Oriontól, a BIOFILL kezelés esetében a Csemő fajtához képest szignifikánsan vastagabb szár átmérőjű volt (1. melléklet).

4.1.3. Vizsgált biostimulátorok hatása a *Tagetes patula* L. bimbó számának alakulására

Az 8. ábrán látható az utolsó mérési alkalommal a tenyésztő 80. napján felvételezett bimbók száma a vizsgált *Tagetes patula* L. fajták esetében.



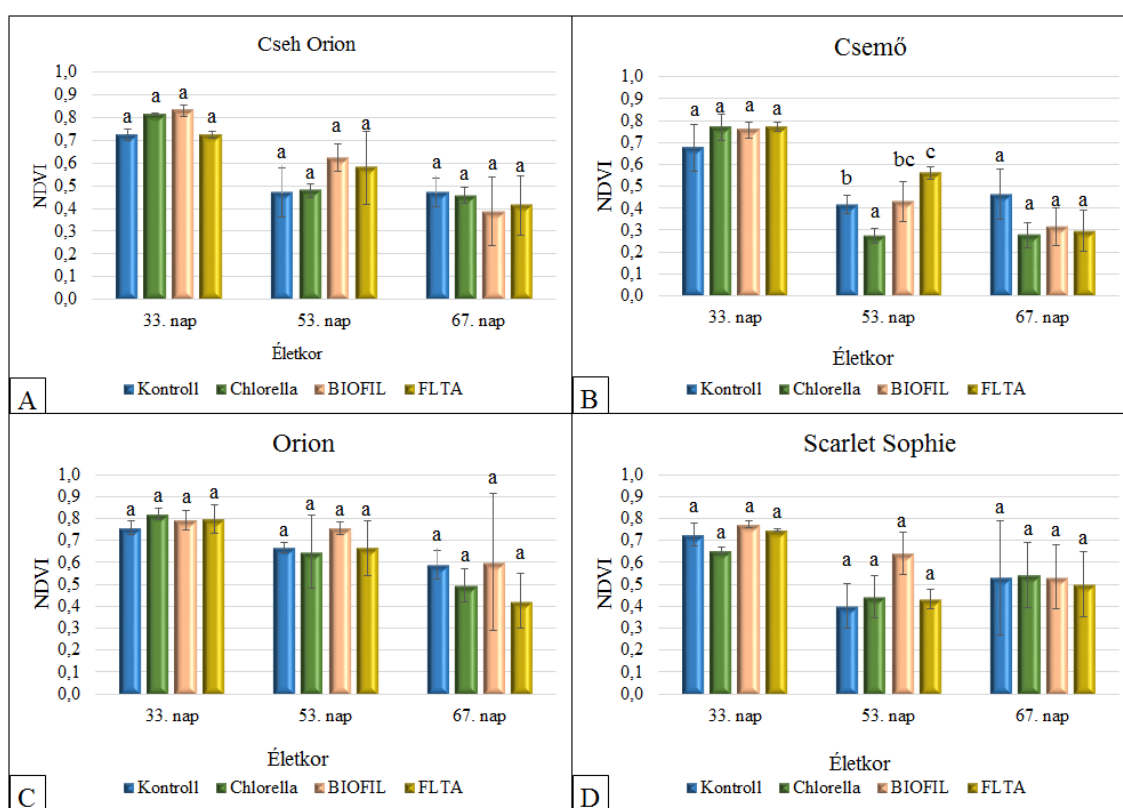
8. ábra: A vizsgált biostimulátorok hatása a különböző *Tagetes patula* L. fajták (A: cseh Orion, B: Csemő, C: Orion, D: Scarlet Sophie) bimbó számának alakulására a tenyésztő 80. napján. (n=3, $\pm$ SD) (Saját szerkesztés)

A cseh Orion fajta esetében a tenyésztő 80. napján a BIOFIL kezelés hatására alakult ki a legtöbb, átlagosan $6,67 \pm 2,31$ db bimbó, amely 1,5-szer több a kontroll csoport esetében ($2,67 \pm 2,31$ db). A Csemő fajta esetében a 80. napon, a kísérletfelszámoláskor kezdtek megjelenni a

bimbók a FLTA kezelés hatására ($0,67 \pm 1,15$ db). Az Orion fajta esetében a CHLORELLA kezelés hatására keletkezett a legtöbb bimbó, $4,67 \pm 1,53$ db, amely 75%-al több, mint a BIOFIL készítménnyel kezelt ($2,67 \pm 2,08$ db) és 27%-al haladta meg a kontroll ($3,67 \pm 2,31$ db), illetve a FLTA készítménnyel kezelt növényeken kialakult bimbók mennyiségét ($3,67 \pm 2,52$ db). A Scarlet Sophie fajta esetében a FLTA kezelés hatására fejlődött a legtöbb (3 db) és a CHLORELLA hatására a legkevesebb ($1,33 \pm 1,15$ db) (8. ábra).

4.1.4. Vizsgált biostimulátorok hatása a *Tagetes patula* L. NDVI értékére

Az 9. ábrán látható a kutatásba bevont biostimulátor készítmények hatása a különböző bársonyvirág fajták NDVI értékére.



9. ábra: A vizsgált biostimulátorok hatása a különböző *Tagetes patula* L. fajták (A: cseh Orion, B: Csemő, C: Orion, D: Scarlet Sophie) NDVI értékére különböző fejlődési stádiumokban. (n=3, $\pm$ SD) (Saját szerkesztés)

Megjegyzés: Az eltérő betűk a kezelések közötti szignifikáns különbségeket jelölik adott mérési időpontban vizsgálva, $p \leq 0,05$ szinten, Tukey post hoc teszt alapján.

A cseh Orion fajtájú bársonyvirág esetében a magvetéstől számított 33. napon a CHLORELLA ($0,81 \pm 0,01$) és a BIOFIL készítménnyel ($0,83 \pm 0,03$) kezelt növények NDVI értéke magasabb volt a kontroll ($0,72 \pm 0,03$) és a FLTA készítménnyel kezelt növényekétől ($0,72 \pm 0,02$),

átlagosan 13%-al. Habár a tenyésztő 53. napján nem mutatható ki szignifikáns különbség, mégis jól látható, hogy a legmagasabb NDVI eredményeket, $0,62 \pm 0,06$ a BIOFIL készítmény hatására mértem, amely a kontroll ($0,48 \pm 0,03$) csoporthoz képest 31%-al volt magasabb. A magvetéstől számított 67. napon a növények NDVI értéke közel azonos, átlagosan 0,43 volt. A Csemő fajta esetében az első mérési alkalommal a kísérletben vizsgált összes biostimulátor esetében a kontroll csoport $0,68 \pm 0,11$ -es NDVI értékétől átlagosan 12%-al mértem magasabb eredményeket. A második mérési alkalommal szignifikánsan eltért a kontroll csoport növényeinél mért $0,42 \pm 0,04$ -es NDVI érték a CHLORELLA készítménnyel kezelt növények ($0,27 \pm 0,04$) csoportjától. Viszont a FLTA készítmény hatására ($0,56 \pm 0,05$), 33%-al, szignifikánsan magasabb eredményeket mértem, mint a kontroll esetében. A tenyésztő 67. napján a kontroll növényeknél mértem kiemelkedő, $0,46 \pm 0,11$ -es értékeket.

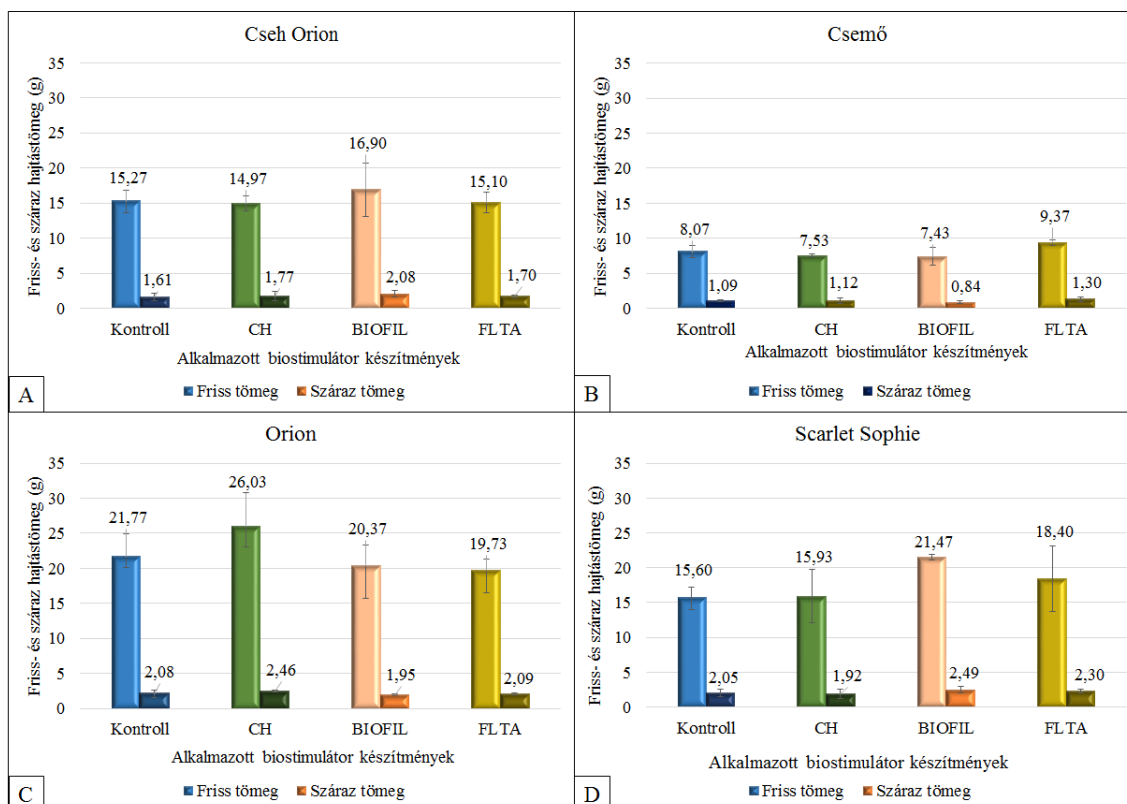
Az Orion fajta esetében a tenyésztő 53. és 67. napján a BIOFIL kezelés hatására mértem a legmagasabb NDVI eredményeket. A tenyésztő 53. napján $0,76 \pm 0,03$, a 67. napon $0,60 \pm 0,31$, amely 42%-al magasabb a FLTA kezelés esetében mért $0,42 \pm 0,12$ -es értéktől.

A Scarlet Sophie fajtájú bársonyvirág esetében a magvetéstől számított 33. napon a CHLORELLA készítménnyel kezelt növényeknél mértem a legalacsonyabb $0,65 \pm 0,05$ -ös NDVI értéket. A többi kezelés közel azonos, átlagosan 0,75-ös értékeket eredményezett. A magvetéstől számított 53. napon a BIOFIL eredményezte a legmagasabb $0,64 \pm 0,1$ -es értéket, amely 31%-al volt magasabb a kontroll növények $0,4 \pm 0,01$ -es NDVI értékétől. A magvetéstől számított 67. napon a kezelések hatására közel azonos NDVI értékeket mértem (0,52). A Scarlet Sophie fajta NDVI értékének alakulása esetében nem mutattak szignifikáns különbséget az eredmények (9. ábra).

A 2. kezelést követő felvételezéskor (53. nap) a kontroll növények esetén az Orion fajta szignifikánsan magasabb NDVI értékekkel rendelkezett (0,667) a többi fajtához képest. Ez az érték a CHLORELLA és a BIOFILL kezelés esetén is szignifikánsan több volt a Csemő fajtához képest. Ezen eredmények az Orion fajtára jellemző biomassza tömegével és robusztusabb habitusával függ össze (1. melléklet).

4.1.5. Vizsgált biostimulátorok hatása a *Tagetes patula* L. friss- és száraz hajtástömegére

Az alábbi, 10. ábrán mutatom be a vizsgált biostimulátorok hatását a *Tagetes patula* L. fajták friss- és száraz hajtástömegére.



10. ábra: A vizsgált biostimulátorok hatása a különböző *Tagetes patula* L. fajták (A: csehOrion, B: Csemő, C: Orion, D: Scarlet Sophie) friss- és száraz hajtástömegére (n=3, $\pm$ SD) (Saját szerkesztés)

Friss hajtástömeg:

A cseh Orion fajta esetében a BIOFIL készítmény hatására volt a legnagyobb friss tömeg $16,9 \pm 3,83$ g, amely $1,63$ g-al több, mint a $15,27 \pm 1,63$ g-os kontroll csoport tömege. A CHLORELLA és a FLTA közel azonos, 15 g-os volt.

A Csemő fajta friss tömege a kezelések hatására a $7,43$ - $9,37$ g között változott. A FLTA mikrobiológiai készítmény hatására mértem a legmagasabb $9,37 \pm 0,97$ g-ot, amely 16% -al, azaz $1,3$ g-al több, mint az átlagosan $8,07 \pm 0,86$ g-os kontroll növények friss hajtásánaktömege.

Az Orion fajta friss tömege a CHLORELLA készítmény hatására átlagosan $26,03 \pm 4,72$ g volt. Ez az érték $4,26$ grammal, azaz átlagosan 20% -al magasabb, mint a kontroll csoport esetében mért $21,77 \pm 3,2$ g. A $20,37 \pm 2,97$ g-os BIOFIL és a $19,73 \pm 1,59$ g-os FLTA készítménnyel kezelt növények friss tömege esetében átlagosan 8% -al alacsonyabb értéket mértem, mint a kontroll növényeknél. A Scarlet Sophie fajta esetében friss hajtástömeg $21,47 \pm 0,4$ g volt a BIOFIL kezelés hatására, amely átlagosan 38% -al magasabb, mint a $15,6 \pm 1,60$ g-os kontrol növények friss hajtásának tömege. A vizsgált fajták (cseh Orion, Csemő, Orion, Scarlet Sophie) friss- és

száraz hajtástömege esetén a tesztelt biostimulátoroknak nem volt kimutatható szignifikáns hatása a kontroll növényekhez képest (10. ábra).

A kontroll kezelés esetén mért friss tömegek a fajtára jellemző tulajdonságokat mutatják, sorrendben a Csemő legalacsonyabb friss tömege ($7,43 \pm 0,86$) szignifikánsan eltér a Scarlet Sophie ($15,6 \pm 1,62$ g) és a cseh Orion ($14,97 \pm 1,63$) friss tömegétől (közöttük nem mutatható ki szignifikáns különbség). Az Orion fajta legnagyobb friss tömegétől, amely szignifikánsan több mint a többi fajtáé. Friss tömeg tekintetében a fajták között a CHLORELLA kezelés esetén lehetett szignifikáns különbséget kimutatni, a kontrollhoz képest (1. melléklet).

Száraz hajtástömeg:

A cseh Orion fajtájú bársonyvirág hajtásának száraz tömege, a friss hajtástömeggel arányosan, a BIOFIL kezelés hatására volt a legmagasabb, $2,08 \pm 0,29$ g, amely 29%-al magasabb, mint a kontroll esetében mért $1,61 \pm 0,24$ g-os tömeg. A Csemő fajta esetében a FLTA elnevezésű készítménnyel kezelt növények száraz hajtástömege volt a legmagasabb, $1,3 \pm 0,31$ g. Ez az érték 19%-al magasabb a kontroll csoportnál mért $1,09 \pm 0,18$ g-os értéknél és 55%-al haladja meg a BIOFIL készítménnyel kezelt növények $0,84 \pm 0,2$ g-os száraz hajtás tömegét.

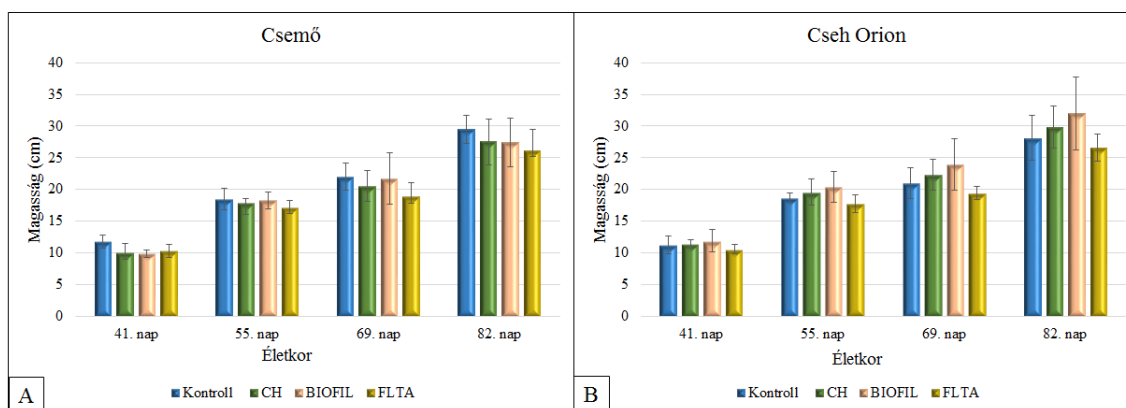
Az Orion fajta esetében, bár szignifikáns különbséget nem tapasztaltam a kezelések hatására, mégis jól látszik, hogy CHLORELLA készítmény hatására mértem a legmagasabb, $2,46 \pm 0,16$ g-os száraz hajtástömeg értéket. Ez az érték átlagosan 20%-al haladta meg a többi eredményt, amely a kontroll esetében $2,08 \pm 0,51$ g, a BIOFIL- és a FLTA kezelés hatására pedig $1,95 \pm 0,11$ és $2,09 \pm 0,16$ g volt. A Scarlet Sophie fajta esetében, a cseh Orion fajtához hasonlóan a BIOFIL készítménnyel kezelt növények csoportja eredményezte a legmagasabb, $2,49 \pm 0,5$ g-os száraz hajtástömege t. Ez a 2,49 grammos érték átlagosan 19%-al magasabb, mint a $2,05 \pm 0,49$ g-os kontroll, a $1,92 \pm 0,68$ g-os CHLORELLA, és a FLTA készítménnyel kezelt, $2,3 \pm 0,24$ g-os növények csoportja esetében kapott eredmények (10. ábra).

Száraz tömegek tekintetében a BIOFIL kezelés esetén a Csemő száraz tömege szignifikánsan kisebb volt a többi fajtához képest. A CHLORELLA kezelés esetén az Orion fajta szignifikánsan a legnagyobb száraz biomassa tömegű volt ($2,46 \pm 0,16$ g), ezt követte a Scarlet Sophie ($1,92 \pm 0,68$ g) és a cseh Orion közel azonos száraz tömege ($1,77 \pm 0,37$ g), illetve a Csemő szignifikánsan kisebb száraz tömege ($1,12 \pm 0,4$ g) a többi fajtához képest (1. melléklet).

4.2. 2022. tavaszi tenyésztidőszak eredményei

4.2.1. Vizsgált biostimulátorok hatása a *Tagetes patula* L. hajtás magasságára

Az 11. ábrán látható a kísérletbe bevont biostimulátorok hatása a *Tagetes patula* L. fajták hajtásának magasságára, különböző fajták esetében.

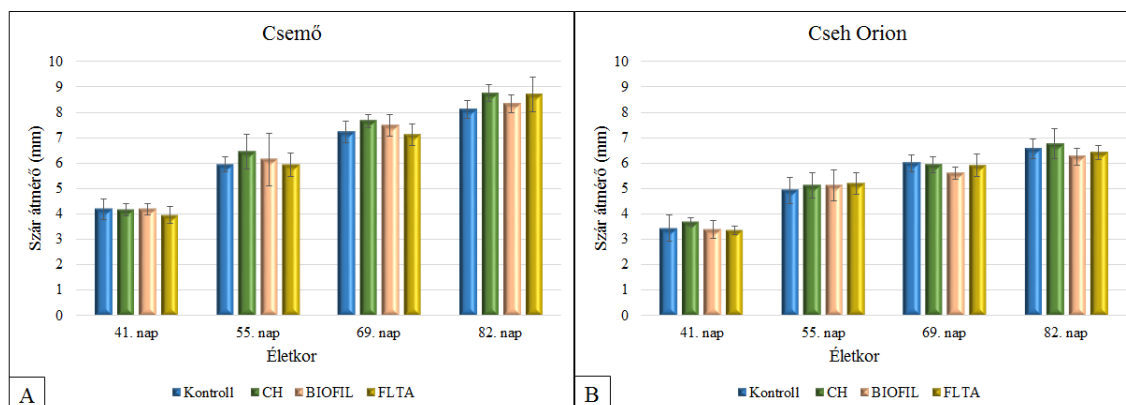


11. ábra: A vizsgált biostimulátorok hatása a különböző *Tagetes patula* L. fajták (A: Csemő B: cseh Orion) hajtásának magasságára különböző fejlődési stádiumokban. (n=7, $\pm$ SD) (Saját szerkesztés)

A Csemő fajta esetében mért magasság mérési időpontoként a kezelésektől függetlenül közel azonos volt. Minden mérés alkalmával a kontroll esetében mértem a legmagasabb hajtáshossz eredményeket, amelyek egyes mérési időpontokban. A Csemő fajta magasságának alakulását tekintve nem mutatható ki szignifikáns különbség a kezelések között. A cseh Orion fajta esetében sem mutatható ki szignifikáns különbség a kezelések között Tukeypost hoc teszt alapján, az ábrán jól látható, hogy a BIOFIL készítménnyel kezelt állomány minden mérési alkalmat tekintve a legmagasabb, az FLTA készítménnyel kezelt állomány pedig a legalacsonyabb hajtáshosszt eredményezte. A tenyésztő 41., 55 és 69. napján, 12-, 14- és 23%-al eredményezett magasabb hajtáshosszt a BIOFIL készítmény a csehOrion fajta esetében a FLTA készítményhez képest. A tenyésztő 82. napján a $32 \pm 5,73$ cm-es BIOFIL 20%-al volt magasabb, mint a $26,6 \pm 2,13$ cm-es FLTA (11. ábra).

4.2.2. Vizsgált biostimulátorok hatása a *Tagetes patula* L. szár átmérőjére

Az alábbi, 12. ábrán mutatom be, hogy a vizsgált biostimulátorok, hogyan befolyásolták a *Tagetes patula* L. fajták szár átmérőjének alakulását.

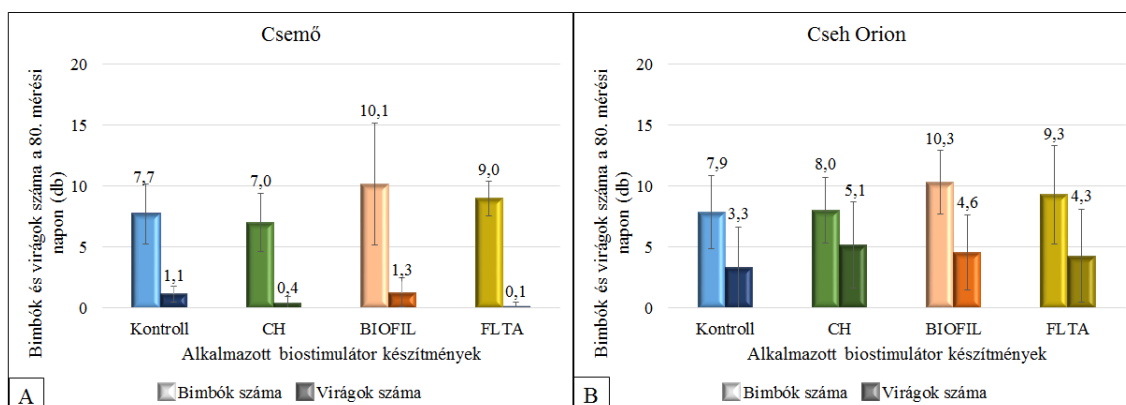


12. ábra: A vizsgált biostimulátorok hatása a különböző *Tagetes patula* L. fajták (A: Csemő B: cseh Orion) szár átmérőjére különböző fejlődési stádiumokban (n=7, ±SD) (Saját szerkesztés)

A Csemő fajta esetében a tenyésztő 55; 69. és 82. napján a CHLORELLA kezelés hatására mértem a legnagyobb szár átmérő eredményeket. A tenyésztő 55. napján $6,4 \pm 0,68$ mm-t, amely 8%-al haladja meg az 5,9 mm-es kontrollt és FLTA kezelést. A tenyésztő 82. napján szintén 8%-al volt több a CHLORELLA esetében mért $8,8 \pm 0,34$ mm-es szár átmérő, mint a $8,1 \pm 0,36$ mm-es kontroll csoporté. A cseh Orion fajta esetében a szár átmérő mérési időpontoként a kezelésektől függetlenül közel azonos volt. A tenyésztő 82. napján a CHLORELLA kezelés eredményezte a legvastagabb $6,8 \pm 0,59$ mm-es szár átmérőt, amely 3%-al haladta meg a kontroll csoport esetében mért $6,6 \pm 0,38$ mm-t (12. ábra).

4.2.3. Vizsgált biostimulátorok hatása a *Tagetes patula* L. bimbó- és virág számára

Az alábbi, 13. ábrán látható az utolsó mérési időpontban, azaz a tenyésztő 80. napján felvételezett bimbók és virágok száma az eltérő kezelések hatására, bársonyvirág fajta esetén.



13. ábra: A vizsgált biostimulátorok hatása a különböző *Tagetes patula* L. fajták (A: Csemő, B: cseh Orion) bimbó számának alakulására különböző fejlődési stádiumokban. (n=7, ±SD) (Saját szerkesztés)

Bimbók száma

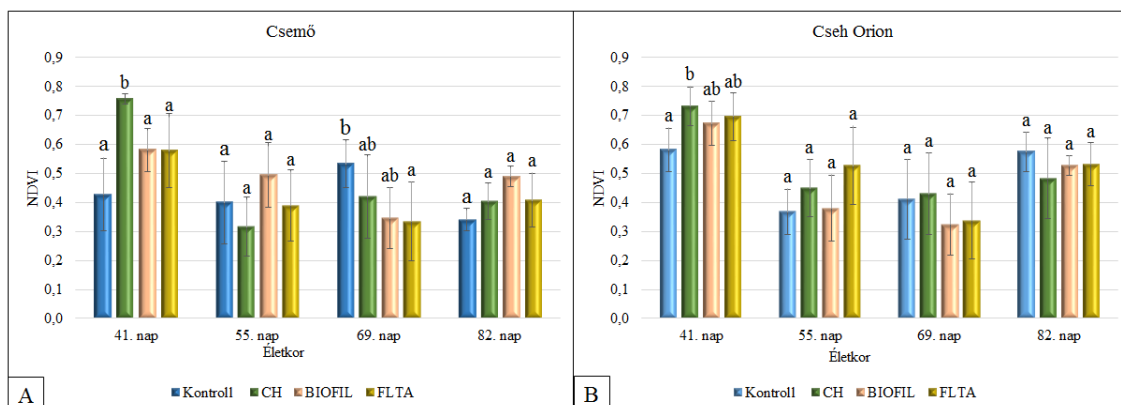
A Csemő fajta esetében a bimbók száma a BIOFIL kezelés hatására volt a legmagasabb, $10,1 \pm 5$ db, amely 2,4 darabbal több, mint a $7,7 \pm 2,43$ db-os kontroll és 3,1-el több, mint a $7 \pm 2,39$ db-os CHLORELLA kezelés esetében felvételezett bimbók száma. A cseh Orion fajta esetében, a Csemő fajtához hasonlóan a BIOFIL kezelés hatására fejlődött a legtöbb, $10,3 \pm 2,6$ db bimbó, amely 30%-al több, mint a kontroll csoport esetében felvételezett $7,9 \pm 3$ db (13. ábra).

Virágok száma:

A Csemő fajta esetében a BIOFIL készítménnyel kezelt növényeken nyílt ki a legtöbb, $1,3 \pm 1,16$ db virág. A cseh Orion fajta esetében a CHLORELLA kezelés hatására alakult ki a legtöbb, $5,1 \pm 3,52$ db virág, amely 54%-al több, mint a kontroll esetében felvételezett virágok száma ($3,3 \pm 3,33$ db) (13. ábra).

4.2.4. Vizsgált biostimulátorok hatása a *Tagetes patula* L. NDVI értékére

Az 14. ábrán látható a kutatásba bevont biostimulátor készítmények hatása a különböző bársonyvirág fajták NDVI értékére.



14. ábra: A vizsgált biostimulátorok hatása a különböző *Tagetes patula* L. fajták (A: Csemő B: cseh Orion) NDVI értékére különböző fejlődési stádiumokban. (n=7, $\pm$ SD)
(Saját szerkesztés)

Megjegyzés: Az eltérő betűk a kezelések közötti szignifikáns különbségeket jelölik adott mérési időpontban vizsgálva, $p \leq 0,05$ szinten, Tukey post hoc teszt alapján.

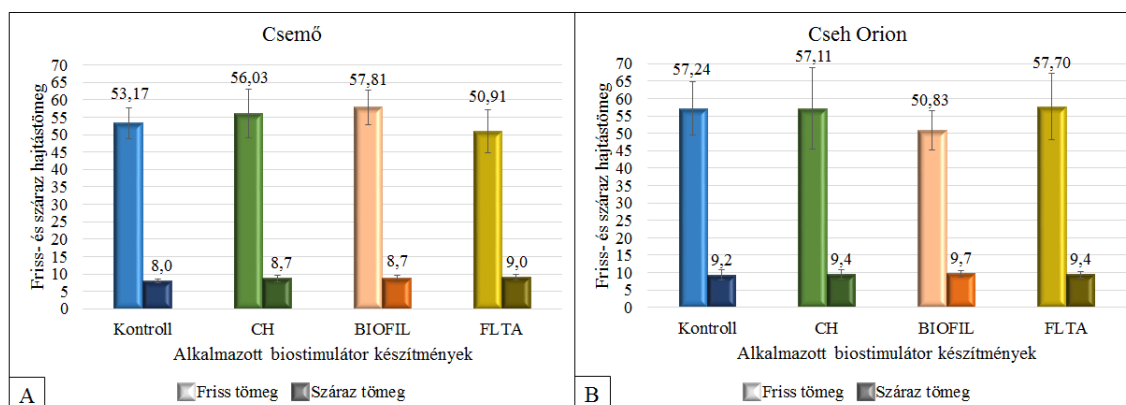
A Csemő fajta esetében elmondható, hogy az első mérési időpontban, azaz a magvetéstől számított 41. napon a CHLORELLA esetében mért $0,8 \pm 0,02$ -es NDVI érték szignifikánsan magasabb volt, mint a $0,4 \pm 0,12$ -es kontroll, a $0,6 \pm 0,07$ -es BIOFIL és $0,6 \pm 0,13$ -as FLTA kezelés. Bár a tenyészidő 55. napján nem volt kimutatható szignifikáns különbség a kezelések

között, az 14A. ábrán mégis jól látható, hogy a BIOFIL kezelés hatására kiemelkedő eredményt mértem. Ez a $0,5 \pm 0,11$ -es érték, 25%-al több, mint a $0,4 \pm 0,14$ -es kontroll és 66%-al több mint a $0,3 \pm 0,10$ -es CHLORELLA kezelés esetében mért NDVI érték. A magvetéstől számított 69. napon a kontroll csoport $0,5 \pm 0,08$ -as NDVI értéke szignifikánsan magasabb volt, mint a FLTA kezelés esetében mért $0,3 \pm 0,14$ -es érték. A tenyészidő 82. napján a $0,3 \pm 0,04$ -es kontrollhoz képest a kezelések hatására nőtt a modellnövények NDVI értéke, a legmagasabb eredményt ($0,5 \pm 0,03$) a BIOFIL kezelés eredményezte, a kezelések között szignifikáns különbség nincsen.

A cseh Orion fajta esetében a tenyészidő 41. napján a CHLORELLA kezelés hatására mért $0,7 \pm 0,07$ -es érték szignifikánsan, 16%-al magasabb, mint a kontroll esetében mért $0,6 \pm 0,07$ -es érték. A többi mérési időpontban nem tapasztaltam szignifikáns különbséget a kezelések között. A tenyészidő 55. napján a FLTA kezelés eredményezte a legmagasabb, $0,53 \pm 0,13$ -es értéket, amely 43%-al haladta meg a $0,37 \pm 0,08$ -as kontrollt. A tenyészidő 82. napján a Csemővel ellentétben, a cseh Orion fajta rosszul reagált a kezelésekre, mivel ebben az esetben a kezelések hatására alacsonyabb, átlagosan 0,5, míg a kontroll esetén $0,6 \pm 0,07$ -es értéket mértem (14. ábra).

4.2.5. Vizsgált biostimulátorok hatása a *Tagetes patula* L. friss- és száraz hajtástömegére

Az alábbi, 15. ábrán a vizsgált biostimulátorok hatását a *Tagetes patula* L. fajták friss- és száraz hajtástömegére.



15. ábra: A vizsgált biostimulátorok hatása a különböző *Tagetes patula* L. fajták (A: Csemő B: cseh Orion) friss hajtástömegére különböző fejlődési stádiumokban. (n=7, $\pm$ SD) (Saját szerkesztés)

Friss hajtástömeg

A Csemő fajta friss hajtásának tömege közel azonos volt a kezelések hatására. A legmagasabb $57,81 \pm 4,91$ g-os eredményt a BIOFIL kezelés esetében mértem, amely 4,6 g-több, mint a

kontroll csoport esetében mért $53,17 \pm 4,41\text{g}$. A legalacsonyabb eredményt a FLTA készítménnyel kezelt növények esetében mértem, $50,91 \pm 9,55\text{g}$. A cseh Orion fajta esetében is közel azonosak voltak a mért friss hajtástömegek, átlagosan $57,3\text{g}$. E fajta esetében az $50,82 \pm 5,65\text{g}$ -os BIOFIL készítménnyel kezelt növények friss hajtásának a tömege átlagosan 12%-al volt alacsonyabb a többi kezeléshez képest (15. ábra).

Száraz hajtástömeg

A Csemő fajta esetén a növények száraz hajtástömege is közel azonos volt minden vizsgált biostimulátor esetén, átlagosan $8,6\text{ gramm}$. A legmagasabb eredményt ($9 \pm 0,76\text{g}$) a FLTA készítmény, a legalacsonyabb eredményt ($8 \pm 0,6\text{g}$) pedig a kontroll esetén mértem. A 8g-os kontroll és a 9g-os FLTA készítménnyel kezelt növények közt 12%-os eltérés volt. A cseh Orion fajta esetén a hajtás száraz tömegét illetően, átlagosan $9,4\text{g}$ -ot mértem. A legmagasabb $9,7 \pm 0,95\text{g}$ -os eredményt a BIOFIL készítmény, a legalacsonyabb $9,2 \pm 1,51\text{g}$ -os eredményt pedig a kontroll csoportnál mértem. A kontroll és a BIOFIL kezelés között 5%-os eltérés volt (15. ábra).

5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

Kutatásom során a kis bársonyvirág (*Tagetes patula* L.) egynyári dísnövény fajták esetében vizsgáltam különböző kereskedelmi forgalomban kapható és a Debreceni Egyetem, MÉK, Alkalmazott Növénybiológiai Tanszék Barnalé kutatócsoportja által kifejlesztett organikus növényi növekedést serkentő és növényi egészséget védő biostimulátor készítmények hatását. Számszerűsítés céljából a kezeléseket követően, eltérő fejlődési stádiumokban mértem modellnövényeim különböző morfológiai paramétereit. Kutatásomat a mért eredmények kiértékelésére alapoztam. Megfigyeléseimet követően az alábbi megállapításokra jutottam.

A cseh Orion fajta esetében a mérési adatokból megállapítható, hogy a vizsgált biostimulátorok közül kimagaslóan teljesített a BIOFIL Alga készítmény. Ez a kereskedelmi forgalomban kapható, *Chlorella vulgaris*, *Chlorella zofingiensis*, *Azotobacter vinelandii*, *Azospirillum canadense*, és *Bacillus proteolyticus* tartalmú biostimulátor az őszi félévben az összes vizsgált mérési paraméter (magasság, szár átmérő, bimbószám, NDVI, friss- és száraz tömeg) alakulását pozitívan befolyásolta és a legmagasabb értékeket eredményezte. Azonban szignifikáns különbséget nem tapasztaltam. A tavaszi kísérlet során a magasság, a bimbószám és a száraz tömeg eredménye is ennek a készítménynek a hatására volt a legmagasabb. A növényi hulladékon nevelt *Chlorella vulgaris* mikroalga készítmény hatására fejlődött ki a legtöbb virág, illetve a magvetéstől számított 41. napon az NDVI értéket esetében szignifikánsan magasabb volt, mint a kontroll. A FotoLacto TricoAlg (FLTA) kezelés bizonyult a legeredményesebbnek a növények friss tömegét tekintve. A kapott eredmények alapján a cseh Orion fajta esetében a BIOFIL Alga készítményt javaslom, a termékleírásban olvasható dózis betartásával (2 liter /ha tömény oldat, 400 l /ha, ioncserélt vízben oldva) mivel a kertészeti szempontból fontos paraméterekre, például a növény magasság és a bimbók száma, jótékony hatást gyakorolt.

A Csemő fajta esetében a FotoLacto TricoAlg készítmény a kutatás őszi félévében a legmagasabb értéket eredményezte minden mérési paraméter esetén. Szignifikáns különbséget azonban nem mutatható ki. A tavaszi félévben a növények magassága a kontroll hatására volt a legmagasabb, tehát nem voltak rá hatással a vizsgált biostimulátorok. A *Chlorella vulgaris* mikroalga tartalmú készítmény pozitívan befolyásolta a szár átmérőjét, illetve az NDVI esetében a tenyészdő 41. napján szignifikánsan magasabb eredményt ért el, mint a többi vizsgált készítmény és a kontroll csoport. A BIOFIL Alga készítmény volt a legeredményesebb a friss tömeg, illetve a bimbó- és virágszám alakulását tekintve. A növények száraz tömege az

összes biostimulátor jótékony hatást gyakorolt, de a FotoLacto TrichoAlg készítmény hatása volt a legjelentősebb. A Csemő fajta esetében a FotoLacto TrichoAlg készítmény alkalmazása bizonyult a legmegfelelőbbnek.

Az Orion fajtájú kis bársonyvirág morfológiai paramétereit tekintve a *Chlorella vulgaris* tartalmú készítmény volt a legeredményesebb a bimbó, illetve a friss- és száraz tömeg esetében. FotoLacto TrichoAlg készítmény bizonyult a leghatékonyabbnak a szár átmérő tekintetéből. A növények magasságát a CHLORELLA és a FotoLacto TrichoAlg befolyásolta pozitívan.

A Scarlet Sophie fajta esetében a BIOFIL Alga készítmény volt a leghatásosabb. Ez a készítmény növelte többek között a növények magasságát, illetve friss- és száraz tömegét. A FotoLacto TrichoAlg a fajta szár átmérője mellett a bimbó számát növelte a kontrollhoz képest. Ezt megerősíti Bákonyi Nóra és munkatársai eredményeit, akik azt találták, hogy a lucerna-savó a kontrollhoz képest szignifikánsan növelte a kezelt édes bazsalikom (*Ocimum basilicum* L.) levelének számát (db/növény). E mellett nőtt a növények magassága, szár térfogata illetve a friss- és száraz tömege, de e paraméterek esetében szignifikáns eltérések nem voltak (KISVARGA et al., 2020; BARNA et al., 2021).

A Bistep elnevezésű biostimulátor készítmény a *Lilium oriental* hybrid 'Rialto' fajtájának esetében a kontrollhoz képest megnövelte a gyökér biomassa tömegét (TAKÁCS et al., 2015). Kévés Attila szabadföldi kutatómunkája során azt tapasztalta, hogy nagyvirágú bársonyvirág, *Tagetes erecta* F1 'Antigua Orange' és egynyári kúpvirág, *Rudbeckia hirta* 'Toto Gold' fajta esetében a legmagasabb hajtáshosszt, a legtöbb bimbót és virágot, a 2,5%-os Barnalé eredményezte (KÉVÉS, 2020).

Kutatásom során szerzett tapasztalataim szerint, a kontrollhoz képest a legtöbb esetben pozitív hatást gyakoroltak a vizsgált biostimulátor készítmények. A kontrollhoz képest szignifikáns különbséget tapasztaltam a *Chlorella vulgaris* mikroalga kezelés hatására a Csemő és cseh Orion fajtájú kis bársonyvirág NDVI értéke esetében. Továbbá a kontrollhoz képest a FotoLacto TrichoAlg kezelés szignifikánsan növelte a Csemő fajta esetében a szár átmérőt és az NDVI értéket, illetve pozitívan befolyásolta a fajta legtöbb morfológiai paraméterét.

A BIOFIL Alga kezelés hatására szignifikáns különbséget nem tapasztaltam, azonban a cseh Orion fajta esetében ez a biostimulátor a növény összes morfológiai paraméterét pozitívan befolyásolta.

Kutatómunkám eredményeire hivatkozva elmondható, hogy a kutatásba bevont biostimulátorok mindegyike jótékony hatással volt a modellnövények paramétereire, így bátran ajánlom

mindegyiket. Kiemelném, kertészeti- és mezőgazdasági termelőknek javasolnám a BIOFIL Alga, forgalomban kapható készítményt, amelyet a termékleírásban olvasható dózis szerint alkalmazva kiváló eredményeket ért el a kontrollhoz képest. Illetve a FotoLacto TrichoAlg készítményt, amelyet a Debreceni Egyetem, MÉK, Alkalmazott Növénybiológiai Tanszék, Barnalé kutatócsoportja és a Pannon Trade Kft. által közösen fejlesztett, hiszen ez a biostimulátor szignifikánsan magasabb eredményeket ért el, mint a kontroll több esetben is. Emiatt javasolom ezen készítmények esetében a dózis (2 l/ha tömény oldat, 400 l/ha ioncserélt vízben oldva) további vizsgálatát egyéb dísnövényfajok/fajták esetén.

A jövőben javasolnám a *Chlorella vulgaris* mikroalga tartalmú készítmény koncentrációjának növelését és az ismétlésszám emelését.

ÖSSZEFOGLALÁS

Földünk népessége folyamatosan növekszik. 2050-re előre láthatólag 9,7 milliárd ember fog élni a bolygón. A népességgel arányosan az élelmiszerszükséglet is folyamatosan növekszik. Mind emellett környezetünk is folyamatosan változik, egyre gyakrabban tapasztalunk szélsőséges időjárási jelenségeket, amelynek oka az üvegházhatású gázok kibocsátása okozta klímaváltozás, illetve a globális felmelegedés. Ezen hatások mellett a mezőgazdasági és a kertészeti termelés jelentős mennyiségű műtrágyát és kemikáliát alkalmaz, amely segítségével növeli a termés hozamát és minőségét. Azonban ezek az anyagok előállítása szintetikus úton történik, korlátozott mennyiségben állnak rendelkezésünkre, használatuk környezetszennyező, a talajtermékenység és a talajélet romlásához vezethet. Alkalmazásukat éppen ezért folyamatosan szabályozzák (SHAHBAZ et al., 2021; HAMID et al., 2021).

Biogazdálkodásra való áttéréssel a biodiverzitás növelése mellett csökken a talaj degradálódás mértéke, a talajszerkezet romlása. Biológiai növényvédelemmel, megújuló energiaforrások, szerves trágyák, biostimulátorok alkalmazásával, hozzájárulunk Földünk környezetbarát fenntartásához (TSCHARNTKE et al., 2021; HAMID et al., 2021).

Kutatási célom az volt, hogy a műtrágyák és növényvédőszer helyettesítésére alternatív megoldást jelentő, környezetbarát, növényi növekedést serkentő biostimulátorok hatását vizsgáljam egyéves dísznövény kultúrában. Éppen ezért, a 2021-2022 között a Debreceni Egyetem, MÉK Alkalmazott Növénybiológiai Tanszék laboratóriumában és a Böszörményi úti kampuszon található Biológiai Kutató és Növénykísérleti Üvegházban (Biodrome) valamint a Kertészeti Üvegházban 4 *Tagetes patula* L. fajtán ('Csemő' 'cseh Orion' 'Orion' 'Scarlet Sophie') alkalmaztam 3 különböző mikroalga és növényi növekedést serkentő baktériumokat és gombát tartalmazó biostimulátor készítményt (*Chlorella vulgaris*, *Chlorella zofingiensis*, *Azotobacter vinelandii*, *Azospirillum canadense*, *Arthrospira platensis*, *Trichoderma atroviride*, *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus acidilactici*, *Lactobacillus buchnerii*).

Kutatómunkám során a biostimulátorokat több alkalommal, eltérő fenofázisban juttattam ki talajoltóként majd a kezeléseket követően mértem a modellnövények morfológiai paramétereit: növénymagasság (cm), szár átmérő (mm), bimbó- és virágszám (db), NDVI, friss- és száraz hajtástömeg (g). A felvételezett adatokat statisztikai program segítségével elemeztem, diagrammokat készítettem, amelyek segítségével fajtánként szemléltettem a vizsgált biostimulátorok növényekre gyakorolt hatását.

Eredményeimet összefoglalva elmondható, hogy a vizsgált készítmények közül leginkább a

BIOFIL Alga és a FotoLacto TrichoAlg készítmény befolyásolta kedvezőbben a modellnövények morfológiai paramétereit. A BIOFIL Alga készítmény a '*cseh Orion*' fajta esetében az összes vizsgált fenológiai paraméter eredményét növelte a kontrollhoz képest. A 'Scarlet Sophie' esetében a magasságra, a friss- és száraz tömegre gyakorolt pozitív hatást. A FotoLacto TrichoAlg a '*Csemő*' fajta esetében a kontrollhoz képest jelentős mértékben növelte a vizsgált összes paramétert. A *Chlorella vulgaris* mikroalga tartalmú készítmény pozitív hatást gyakorolt az '*Orion*' fajtájú kis bársonyvirág hajtásának magasságára, illetve friss- és száraz hajtástömegére. Ezek alapján javaslom ezen készítmények alkalmazását a gyakorlatban, illetve további vizsgálatokban más dísnövénykultúrában. Ajánlom a BIOFIL Alga és a FotoLacto TrichoAlg készítményeket kertészeknek és mezőgazdaságban dolgozó szakembereknek. Kísérletemet alapul véve a jövőben is szeretnék hasonló kutatómunkát végezni, az eddig vizsgált biostimulátor készítményekkel, egyéb lágyszárú dísnövény kultúrában.

IRODALOMJEGYZÉK

1. AHLUWALIA, S. – GOYAL, D. (2007): Microbial and plant derived biomass for removal of heavy metals from wastewater. *Bioresour. Technol.*, 98. 2243-2257.
2. ARUN, J. – VARSHINI, P. – PRITHVINATH, P. K. – PRIYADARSHINI, V. – GOPINATH, K. P. (2018): Enrichment of bio-oil after hydrothermal liquefaction (HTL) of microalgae *C. vulgaris* grown in wastewater: Bio-char and post HTL wastewater utilization studies. *Bioresource Technology*. 261. 182-187.
3. BÁKONYI N. – O. TÓTH I. – BARNA D. – FÁRI M. G. (2018): Előkísérletek a lucerna barnalé tartósítására bioipari hasznosítás céljából, XXXVII. Óvári Tudományos Napok. 2. 4-482. (a)
4. BÁKONYI N. - FÁRI M. - DOMOKOS-SZABOLCSY É. – O. TÓTH I. - BARNA D. (2021): Fermentált növényi barnalét tartalmazó tenyészközege. Szabadalmi bejelentés. P2100223, Benyújtás éve (szabadalom): 2021, Benyújtás száma: 132299-1423 KOH/LZS, Benyújtás országa: Magyarország.
5. BÁKONYI N. - KISVARGA S. - BARNA D. – O. TÓTH I. - EL-RAMADY, H. - ABDALLA, N. – KOVÁCS S. - ROZBACH, M. - FEHÉR C. - ELHAWAT, N. - ALSHAAL, T. - FÁRI M. G. (2020a): Chemical Traits of Fermented Alfalfa Brown Juice: Its Implications on Physiological, Biochemical, Anatomical, and Growth Parameters of *Celosia*. *Agronomy*, 10(2):247. <https://doi.org/10.3390/agronomy10020247>
6. BÁKONYI N. - KISVARGA SZ. – BARNA D. – KOVÁCS SZ. – CSATÁRI G. – TÓTH O. I. – FÁRI M. G. – MAKLEIT P. – VERES SZ. – T. ALSHAAL (2020b): Fermented Alfalfa Brown Juice Significantly Stimulates the Growth and Development of Sweet Basil (*Ocimum basilicum* L.) Plants. *AGRONOMY*. 10. 5. 4-13.
7. BÁKONYI N. – O. TÓTH I. – KOVÁCS SZ. (2018): A lucerna savó, mint alternatív bioipari nyersanyag. 253-258 In: XXXVII. Óvári Tudományos Napok, november 9-10. n: „Fenntartható agrárium és környezet, az Óvári Akadémia 200 éve - múlt, jelen, jövő” (Szerk. SZALKA É.) VEAB Agrártudományi Szakbizottság, Széchenyi István Egyetem Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar, Mosonmagyaróvár, Magyarország. 345. p.(b)
8. BÁKONYI N. (2013): A ph, A Fe- és Zn-ellátás, valamint a biotrágya kezelés hatásai fiatal kukorica, uborka és bab morfológiai és fiziológiai tulajdonságaira”.
9. BARNA D. – KISVARGA SZ. – KOVÁCS SZ. – CSATÁRI G. – O. TÓTH I. – FÁRI M. G. – ALSHAAL T. – BÁKONYI N. (2021): Raw and Fermented Alfalfa Brown Juice Induces Changes in the Germination and Development of French Marigold (*Tagetes patula* L.) Plants.
10. BEHIE, S. W. – BIDOCHKA, M. J. (2014): Nutrient transfer in plant-fungal symbioses. *Trends in Plant Science*. 19. 11. 734-740.
11. BERNÁTH J. (2000): Gyógy- és aromanövények. Mezőgazda Kiadó, Budapest 667 p.
12. BLOEMBERG, G. V. – WIJFIJES, A. H. M. – LAMERS, G. E. M. – STUURMAN, N. LUGTENBERG, B. J. J. (2000): Simultaneous imaging of *Pseudomonas fluorescens* WCS 3655 populations expressing three different autofluorescent proteins in rhizosphere: new perspective for studying microbial communities. *Mol. Plant Mic. Int.*, 13. 1170–6.
13. CAI, T. – PARK, S.Y. – LI, Y. (2013): Nutrient recovery from wastewater streams by

- microalgae: status and prospects. *Renew. Sustain. Energy Rev.*, 19. 360-369.
14. CHIU, S. Y. – KAO, C. Y. – CHEN, T. Y. – CHANG, Y. B. – LIN, C. S. (2015): Cultivation of microalgal *Chlorella* for biomass and lipid production using wastewater as nutrient resource. *Bioresour. Technol.* 184. 179-189.
 15. CRAIGIE, J. S. (2011): Seaweed extract stimuli in plant science and agriculture. *Journal of Applied Phycology*. 23. 371-393.
 16. CSIHON – GONDA (2018): Növénykondicionáló a gyakorlatban. *Kertészet és Szőlészet*. 65. évf., 49.sz., pp. 14-16.
 17. DÁNOS B. (2006): *Farmakobotanika. Gyógynövényismeret.* Semmelweis Kiadó, Budapest, 234-235.
 18. DIZDAR, A. – KÖVESD A. – ENAMORADO, A. – YANCHEVA, C. – MANULOV, I. DAZA, J. - TRÉFÁS H. – TAHSIN, N. (2012): *Útmutató az organikus gazdálkodáshoz.* Trebag Kft., Nagykovácsi. 156.
 19. DOMBI M. (2018): Tedejen robban a „zöld bomba”? *Innotéka*. 2. 1. 1-21.
 20. EREKY K. (1925): *A zöldtakarmánymalom és a nagy istállóüzemek.* Athenaeum Irodalmi és Nyomdai Részvény-Társulat, Budapest, 83 p.
 21. ERTANI, A. – SCHIAVON, M. – MUSCOLO, A. – NARDI, S. (2013): Alfalfa plant-derived biostimulant stimulate short-term growth of salt stressed *Zea mays* L. plants. *Plant and Soil*. 364. 145-158.
 22. FÁRI M. G. – POPP J. - MOLNÁR M. – ANTAL G. – DOMOKOSNÉ SZABOLCSY É. – HARANGI - RÁKOS M. – KURUCZ E. – KRÁLOVÁNSZKY U. P. † – LISZTES-SZABÓ ZS. – PETŐ K. – SZAKÁLY Z. – VERES SZ. (2016): *BIOTECHNOLÓGIA-ANNO 1920-1938, Ereky Károly programja a fehérje probléma 1. megoldásáról és napjaink feladatai.* 436 p. Szaktudás Kiadó Ház, ISBN: 978-615-5224-67-6.
 23. FISHER, A. C. (1981): *Resource and Environmental Economics.* Cambridge Surveys of Economic Literature, Cambridge University Press. 13.
 24. GIANINAZZI, S. – GOLLOTTE, A. – BINET, M. N. – TUINEN, D. V. – REDECKER, D. – WIPF, D. (2010): Agroecology: the key role of arbuscular mycorrhizas in ecosystem services. *Mycorrhiza*. 20. 519-530.
 25. GIRÓN, L. M. – FREIRE, V. – ALONZO, A. – CÁCERES, A. (1991): Ethnobotanical survey of the medicinal flora used by the Caribs of Guatemala. *J Ethnopharmacol*, 34: 173-187.
 26. HAMID, B. – ZAMAN, M. – FAROOQ, S. – SABAH, F. – SAYYED, R. Z. – BABA, Z. A. – SHEIKH, T. A. – REDDY, M. S. – ENSHASY, H. E. – GAFUR, A. – SURIANI, N. L. (2021): Bacterial Plant Biostimulants: A Sustainable Way towards Improving Growth, Productivity, and Health of Crops. *Sustainability*. 13. 5. 2856.
 27. HELGASON, K. S. – IVERSEN, K. – JULCA, A. (2021): Circular agriculture for sustainable rural development. *United Nations Department of Economic and Social Affairs*. 7.
 28. HILL, J. – NELSON, E. – TILMAN, D. – POLASKY, S. – TIFFANY, D. (2006): Environmental, economic, and energetic costs and benefits of biodiesel and ethanol biofuels. *PNAS*. 103. 11206-11210.
 29. HOLB I. (2005): *Gyümölcsösök és szőlő ökológiai növényvédelme.* Mezőgazda Kiadó, Budapest. 341.

30. JARDIN, D. P. (2015): Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulturae*. 196. 3-14.
31. JUNG, C. H. G. – BRAUNE, S. – WALDECK, P. – KÜPPER, J. H. – PETRICK, I. – JUNG, F. (2021): Morphology and Growth of *Arthrospira platensis* during Cultivation in a Flat Bioreactor. *Life*. 11. 531.
32. KAPLAN, L. (1960): Historical and Ethnobotanical Aspects of Domestication in *Tagetes*. *Economic Botany* 14. 3. 200-202.
33. KASHIF, M. – BANO, S. – NAQVI, S – FAIZI, S. – MESAIK, M. A. – AZEEMI, K. S. FAROOQ, A. D. (2015): Cytotoxic and antioxidant properties of phenolic compounds from *Tagetes patula* flower. *Pharmaceutica Biology*. 53. 5. 672-681.
34. KÉVÉS A. (2020): Fermentált lucerna barnalé és bistep növénykondicionáló készítmény hatásának vizsgálata két egynyári dísnövény növekedésére. Szakdolgozat. Debreceni Egyetem, Mezőgazdasági-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar. 48o.
35. KHAN, W. – RAYIRATH, U. P. – SUBRAMANIAN, S. – JITHESH, M. N. – RAYORATH, P. – HODGES, D. M. – CRITCHLEY, A. T. – CRAIGIE, J. S. – NORRIE, J. – PRITHIVIRAJ, B. (2009): Seaweed Extracts as Biostimulants of Planth Growth and Development. *Journal of Plant Growth Regulation*. 28. 386-399.
36. KISVARGA SZ. – BARNA D. – KOVÁCS SZ. – CSATÁRI G. – TÓTH. O. I. – FÁRI M. G. – MAKLEIT P. – VERES SZ. – ALSHAAL T. – (2020): Fermented Alfalfa Brown Juice Significantly Stimulates the Growth and Development of Sweet Basil (*Ocimum basilicum* L.) Plants. *AGRONOMY*. 10. 5. 4-13.
37. KISVARGA SZ. – BARNA D. – O. TÓTH. I. – EL-RAMADY, H. – ABDALLA, N. – KOVÁCS SZ. – BÁKONYI N. – ROZBACH, M. – FEHÉR CS. – ELHAWAT, N. – ALSHAAL, T. – FÁRI M. G (2020): Chemical Traits of Fermented Alfalfa Brown Juice: Its Implications on Physiological, Biochemical, Anatomical, and Growth Parameters of *Celosia*. *AGRONOMY*. 10. 2. 1-22.
38. KOVÁCS SZ. – TÖRÖK E. – O. TÓTH I. – BARNA D. – BÁKONYI N. (2019): „Tápiószelei-1” és „Jozsó” lucernafajták hajtásainak szövettani jellemzése és fitoszérumának tulajdonságai. 354-358. In: XXV. Növénynevelési Tudományos Nap.: Növénynevelés a 21. század elején: kihívások és válaszok (Szerk. KARSAI I.) Magyar Tudományos Akadémia Agrártudományok Osztályának Növénynevelési Tudományos Bizottsága, Budapest, Magyarország. 412.
39. KREDICS L. – MANCZINGER L. – NAGY V. D. – VÁGVÖLGYI CS. – KÖRMÖNCZI P. (2018): Gomba gombának farkasa: trichoderma-alapú mikrofungicidek a biológiai védekezésben. *Borkultúra*. 29. 1-2. 26-28.
40. KUMAR, K - BANERJEE, D – DAS, D (2014): Carbon dioxide sequestration from industrial flue gas by *Chlorella sorokiniana*. *Bioresour. Technol*. 152. 225-233.
41. LI, Y. – CHEN, Y. F. – CHEN, P. – MIN, M. – ZHOU, W. – MARTINEZ, B. – ZHUB, J. – RUAN, R. (2011): Characterization of a microalga *Chlorella* sp. well adapted to highly concentrated municipal wastewater for nutrient removal and biodiesel production. *Bioresour. Technol*. 102. 5138-5144.
42. LINARES, E – BYE, R. (1987): A study of four medicinal plant complexes of Mexico and

- adjacent United States. J Ethnopharmacol. 19. 153-183.
43. MAKLEIT P. - FÁRI M. G. - BÁKONYI N. - CSAJBÓK J. - VERES SZ. (2018): Application of brown juice as a by-product of alfalfa leaf protein concentrate production, for plant nutrition. LX. Georgikon Napok. 60. 1. 1-246.
 44. MARGL, L. – TEI, A. – GYURJÁN, I. – WINK, M. (2002): GLC and GLC-MS analysis of thiophene derivatives in plants and in in vitro cultures of *Tagetes patula* L. (Asteraceae). Z Naturforsch (C). 57. 63-71.
 45. MARTIN, C - DE LA NOÛE, J. – PICARD, G. (1985): Intensive culture of freshwater microalgae on aerated pig manure. Biomass. 7. 245-259.
 46. MICHALAK, I. – CHOJNACKA, K. – DMYTRYK, A. – WILK, R. – GRAMZA, M. – RÓJ, E. (2016): Evaluation of Supercritical Extracts of Algae as Biostimulants of Plant Growth in Field Trials. Frontiers in Plant Science. 25.
 47. MUHAMMAD, R. – RIZWAN, A. – NAJM, U. R. – ZAHID, K. – DEQIANG, D. – GABRIELA, S. – ROSANA, M. (2020): Traditional uses, Phyto-chemistry and pharmacological activities of *Tagetes Patula* L. Journal of Ethnopharmacology. 255. 112718.
 48. NAGY B. (1975): Dísznövénytermesztés, egyényári, kétényári, növényházi dísznövények termesztése és hajtatása. Mezőgazdasági kiadó, Budapest, 585 p
 49. OSWALD, W. J. (1988): Micro-algae and waste-water treatment. M.A. Borowitzka, L.J. Borowitzka (Eds.), Micro-algal Biotechnology, Cambridge Univ. Press, Cambridge. 305-328.
 50. PICCAGLIA, R. – MAROTTI, M. – GRANDI, S. (1998): Lutein and lutein ester content in different types of *Tagetes patula* and *T. erecta*. Ind Crop Prod, 8: 45-51.
 51. RASS K. (2021): Becsüljük meg a magyar fajtákat. Kertészet és Szőlészet. 70. 35. 6-8.
 52. RAWAT, I. – KUMAR, R. R. – MUTANDA, T. – BUX, F. (2011): Dual role of microalgae: phycoremediation of domestic wastewater and biomass production for sustainable biofuels production. Appl. Energy. 88. 3411-3424.
 53. RAZZAK, S. A. – HOSSAIN, M. M. – LUCKY, R. A. – BASSI, A. S. - DE LASA H. (2013): Integrated CO₂ capture, wastewater treatment and biofuel production by microalgae culturing. A review. Renewable Sustainable Energy Rev. 27. 622-653.
 54. REFAAY, D. A – EL-MARZOKI, E. M. – ABDEL, M. I. – HAROUN, S. A. (2021): Effect of foliar application with *Chlorella vulgaris*, *Tetradismus dimorphus*, and *Arthrospira platensis* as biostimulants for common bean. Journal of Applied Phycology. 33. 3807-3815.
 55. RIAZ, M. – AHMAD, R. – RAHMAN, N. U. – KHAN, Z. – DOU, D. – SECHEL, G. – MANEA, R. (2020): Traditional uses, Phyto-chemistry and pharmacological activities of *Tagetes patula* Journal of Ethnopharmacology. 255, 112718.
 56. RUANE, J. – SONNINO, A. – AGOSTINI, A. (2010): Bioenergy and the potential contribution of agricultural biotechnologies in developing countries. Biomass and Bioenergy. 34. 10. 1427-1439.
 57. SAFI, C. – ZEBIB, B. – MERAH, O. – PONTALIER, P. Y. – VACA-GARCIA, C. (2014): Morphology, composition, production, processing and applications of *Chlorella vulgaris*. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 35. 265-278.
 58. SANTOS, P. C. D. – SANTOS, V. H. M. D. – MECINA, G. F. – ANDRADE, A. R. D.

- FEGUEIREDO, P. A. – MORAES, V. M. O. – SILVA, R. M. G. D. (2015): Phytotoxicity of *Tagetes erecta* L. and *Tagetes patula* on plant germination and growth. South African Journal of Botany, 100, 114-121.
59. SCHMIDT G. (2002): Növényházi dísznövények termesztése. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 672 p.
 60. SHAHBAZ, M. – TOPCU, B. A. – SARIGÜL, S. S. – VO, X. V. (2021): The effect of financial development on renewable energy demand: The case of developing countries. Renewable Energy. 178. 1370-1380.
 61. SZABÓ L. - PAPP E. (1975): A *Tagetes*-fajok gyógyászati felhasználása – botanikai, kémiai, hatástani és agronómiai jellemzés. Gyógyszerészet. 19. 281-285.
 62. TAKÁCS A.- KÖBLI V. - HONFI P.- TILLY-MÁNDY A. (2015): Biostimulátorok alkalmazása a vágottliliom-termesztésben. Kertgazdaság 47(1): pp. 40-47
 63. TRICZKA I. (2013): Ökológiai gazdálkodás alapjai. Szent István Egyetem, Gödöllő. 63
 64. TSCHARNTKE, T. – GRASS, I. – WAGNER, T. C. – WESTPHAL, C. – BATÁRY, P. (2021): Beyond organic farming – harnessing biodiversity-friendly landscapes. Trends in Ecology & Evolution. 36. 10. 919-930.
 65. TURINÉ FARKAS ZS. (2016): A dísznövények felhasználása c. tantárgy jegyzet. Neumann János Egyetem
 66. VASUDEVAN, P. – KASHYAP, S. – SHARMA, S. (1997): *Tagetes*: A multipurpose plant. Bioresour Technol. 62. 29-35.

Internetes források

1. AGROINFORM (2022): <https://www.agroinform.hu/hazikert/tudod-mi-az-allopatia-pedig-a-te-kiskertedre-is-hatással-van-55235-001> Letöltve: 2022. 08. 03.
2. ALGAEBASE (2022): Listing the World'S Algae. <https://www.algaebase.org/> Letöltve: 2022. 08. 23.
3. ANTENNA (2022): The nutritional aspects of Spirulina. https://www.antenna.ch/wp-content/uploads/2017/03/AspectNut_UK.pdf Letöltve: 2022. 10. 14.
4. AXIÁL (2022): NDVI (Normalizált Differenciális Vegetációs Index). <https://www.axial.hu/ndvi> Letöltve: 2022. 10. 19.
5. CANVA (2022): Canva kezdőlap. https://www.canva.com/hu_hu/ Letöltve: 2022. 10.21.
6. EUR-LEX (2014): A bizottság közleménye az európai parlamentnek, a tanácsnak, azeurópai gazdasági és szociális bizottságnak és a régiók bizottságának. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=CELEX%3A52014DC0398R%2801%29> Letöltve: 2022. 07. 26.
7. FUTURAMA (2022): Spirulina cultivation. <https://www.futurama.co.za/spirulina-arthrospira-platensis-culture-kit-2/> Letöltve: 2022. 08. 23.
8. GARDINO (2022): COMPO Sana bio univerzális virágföld. https://gardino.hu/products/compo-bio-univerzaalis-viraagfaald?currency=HUF&variant=38415667003577&utm_medium=cpc&utm_source=google&utm_campaign=Google%20Shopping&gclid=CjwKCAjwTKmaBhBMEiwAyINuwEiU6DrItUomvGslnAX8y7Xk73ZD4nGRWb3hGDjUIBdjJ8h8kTE5CxoCiP

- [kQAvD BwE](#) Letöltve: 2022. 10. 15.
9. GAZDABOLT (2022): Magvető- és palántaföld Jó-Föld 50 l. <https://www.gazdabolt.hu/T08493-Magveto-es-palantafold-Jo-Fold-50-l.html> Letöltve: 2022.10. 14.
 10. KULCSÁR L. (2014): A hígtrágya-felhasználás talajvédelmi kérdései. <https://www.agronaplo.hu/szakfolyoirat/2008/12/szantofold/a-higtragya-felhasznalas-talajvedelmi-kerdesei> Letöltve: 2022.07.09.
 11. MAROSI FAISKOLA (2022): Magyar nemesítésű egynyári virágok <http://marosifaiskola.hu/egynyari-viragok-csemo/> Letöltve: 2022. 08. 18.
 12. NAIK (2022): Tagetes patula (Kisvirágú bársonyvirág) katalógus <https://abc.naik.hu/gyki-katalogus-tagetes-patula-kisviragu-barsonyvirag> Letöltve:2022.07.09.
 13. NÉBIH (2022): Engedélyezett termésnövelő anyagok listája 2011-2022. <https://portal.nebih.gov.hu/engedelyezett-termesnovelo-anyagok> Letöltve: 2022.08. 30.
 14. SZARKA SZ. (2010): Tagetes patula géntranszformált hairy root kultúrák tiofén anyagcseréjének vizsgálata. Semmelweis Egyetem Gyógyszertudományi Doktori Iskola, Budapest, 139 p.
 15. TERRAGRO (2022): Biofil alga prospektus http://www.terragro.hu/img/gallery/downloads/Biofil_ALGA_prospektus_web.pdf Letöltve: 2022. 07. 10.
 16. THE CONVERSATION (2022): Microalgae is nature's 'green gold': our pioneering project to feed the world more sustainably. <https://theconversation.com/microalgae-is-natures-green-gold-our-pioneering-project-to-feed-the-world-more-sustainably-170158> Letöltve: 2022.08. 21.
 17. THOMPSON & MORGAN (2022): Marigold 'Scarlet Sophie' <https://www.thompson-morgan.com/p/marigold-scarlet-sophie/1513TM> Letöltve: 2022. 08. 21.

MELLÉKLET

1. melléklet: *Tagetes patula* fajták közötti szignifikáns különbségek egytényezős varianciánálízis alapján (Tukey próba) a kezelések között az őszi tenyészidőszakban

Megjegyzés: A táblázatban azokat az átlag és szórás adatokat tüntettük fel, amely esetén volt szignifikáns különbség a kezelések között egy adott időpontban mért paraméter esetén. Az eltérő betűk a szignifikáns különbségeket mutatják meg.

Mérési paraméter	Fajta/Kezelés	Kontroll	CH	BIOFIL	FLTA
Magasság 1. időpont	cseh Orion			10,86 ± 1,1 ab	
	Csemő			9,86 ± 0,38 ab	
	Orion			8,93 ± 0,78 a	
	Scarlet Sophie			11,23 ± 1,06 b	
Magasság 3. időpont	cseh Orion				18,66 ± 0,58 a
	Csemő				19,33 ± 1,15 ab
	Orion				19,66 ± 0,58 ab
	Scarlet Sophie				20,83 ± 0,67 b
Szárátmérő 4. időpont	cseh Orion	4,56 ± 0,83 a	4,60 ± 0,26 a	5,53 ± 0,55 ab	
	Csemő	5,06 ± 0,91 ab	5,16 ± 0,25ab	4,30 ± 0,20 a	
	Orion	5,60 ± 0,52 ab	5,70 ± 0,46 b	5,83 ± 0,55 b	
	Scarlet Sophie	6,00 ± 0,46 b	5,60 ± 0,26 b	5,03 ± 0,59 ab	
NDVI 2. időpont	cseh Orion	0,40 ± 0,01 a	0,44 ± 0,1 ab	0,64 ± 0,1 b	
	Csemő	0,41 ± 0,04 a	0,27 ± 0,04 a	0,43 ± 0,09 a	
	Orion	0,47 ± 0,03 a	0,64 ± 0,17 b	0,75 ± 0,03 b	
	Scarlet Sophie	0,66 ± 0,03 b	0,48 ± 0,03 ab	0,62 ± 0,06 b	
Friss tömeg	cseh Orion	15,60 ± 1,61 b	15,93 ± 3,87 b		
	Csemő	8,06 ± 0,86 a	7,53 ± 1,27 a		
	Orion	21,76 ± 3,2 c	26,03 ± 4,72 c		
	Scarlet Sophie	15,26 ± 1,63 b	14,96 ± 1,01 ab		
Szárak tömeg	cseh Orion			2,49 ± 0,5 b	
	Csemő			0,84 ± 0,2 a	
	Orion			1,94 ± 0,11 b	
	Scarlet Sophie			2,08 ± 0,29 b	

(Forrás: Saját szerkesztés, 2022)