

Debreceni Egyetem
Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar
Mezőgazdasági növénytani, növényélettani, biotechnológiai tanszék

Prof. Dr. Fári Miklós
Egyetemi tanár, tanszékvezető

NÖVÉNYI EREDETŰ FEHÉRJE HIDROLIZÁTUMOK NÖVÉNYBIOLÓGIAI HATÁSA PAPRIKA ÉS PARADICSOM ESETÉBEN

Blizman Barnabás
Növényorvosi MSc

Konzulens:
Dr. Szabolcsy Éva
adjunktus

Debrecen
2014

RÖVIDÍTÉSEK

S	(Soy) Szója
L	(Lupin) Csillagfürt
LP	(Lupin+Piselli) Csillagfürt+Borsó
CHL	(Chlorofill) Klorofill
HPLC	Nagy Teljesítőképességű Folyadékkromatográfiás rendszer
SD	Szórás

TARTALOMJEGYZÉK

RÖVIDÍTÉSEK.....	2
1. BEVEZETÉS.....	5
CÉLKITŰZÉS	6
2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS.....	7
2.1 A bio/ökológiai termesztés alapjai.....	7
2.2. Organikus termesztés során felhasználható anyagok.....	7
2.3 Növénykondicionálók, biostimulátorok.....	8
2.4. Fehérje hidrolizátumokról általánosságban	10
2.5. Szabad aminosavak.....	12
2.5.1. Aminosavak szerepe a fotoszintézisben.....	12
2.5.2. Aminosavak beporzás és gyümölcs képződésben betöltött szerepe.....	12
2.6. Paradicsom	13
2.7. Paprika.....	17
3. ANYAG ÉS MÓDSZER.....	21
3.1. Kísérlet beállítása.....	21
3.2. A növények fiziológiai vizsgálata.....	21
3.2.1. Fotoszintetikus pigmenttartalom meghatározása spektrofotometriás módszerrel	22
3.2.2. Fotoszintetikus hatékonyság mérése indirekt klorofill fluoreszcencia módszerrel.	22
3.3. A termékek kvantitatív mérése.....	22
3.4.1 A termékek vízzoldható szárazanyag tartalmának meghatározása	23
3.4.2. C-vitamin tartalom meghatározása.....	23
3.4.3. Teljes karotinoid tartalom meghatározása paradicsom bogyótermésből	24
3.4.4. Karotinoidok elválasztása paradicsom bogyóterméséből	25
3.5. Adatok elemzése	25

4. EREDMÉNYEK.....	26
4.1. Növényi eredetű fehérje hidrolizátumok hatása paradicsomra	26
4.1.1. Fotoszintetikus pigmentek mennyiségi változása paradicsom leveles hajtásában..	26
4.1.2. Fotoszintetikus hatékonyság a paradicsom leveles hajtáson.....	27
4.2. Paradicsom mennyiségi paramétereinek értékelése.....	28
4.2.1. Paradicsom biomaszaprodukciója	28
4.2.2 Paradicsom szárazanyag vizsgálata.....	29
4.3. Paradicsom beltartalmi paramétereinek értékelése.....	30
4.3.1. Paradicsom vízoldható szárazanyag tartalma.....	30
4.3.2. Paradicsom bogyótermések C-vitamin tartalma	30
4.3.3. Paradicsom termésének teljes karotinoid tartalma	31
4.3.4 Karotinoidok elválasztása HPLC-technikával	32
4.5. Növényi eredetű fehérje hidrolizátumok hatása paprikára	33
4.5.1. Fotoszintetikus pigmentek mennyiségi változása paprika leveles hajtásában	34
4.5.2. Fotoszintetikus hatékonyság a paprika levelén	35
4.6. Paprika mennyiségi paramétereinek értékelése	36
4.6.1. A paprika biomaszra produkciója	36
4.6.2. Paprika szárazanyag vizsgálata	37
4.8.1. Paprika vízoldható szárazanyag tartalma	38
4.9. Minőségi paraméterek vizsgálata a paprika termésén	38
4.9.1. A C-vitamin vizsgálata paprikában	38
5. ÖSSZEFOGLALÁS	40
6. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	42
7. IRODALOM JEGYZÉK	43
NYILATKOZAT.....	47
MELLÉKLETEK	48

1. BEVEZETÉS

Napjainkban a gazdaságilag fejlett országokban a fogyasztók tudatosságának köszönhetően az élelmiszereknek nemcsak a minősége és ára, hanem annak előélete is egyre nagyobb érdeklődésre tart számot. Fokozott figyelem kíséri az élelmiszerlánc, a „termőföldtől az asztalig” szemlélet formálódását, amelynek lényege, hogy az élelmiszerminőség és biztonság már a szántóföldön elkezdődik.

A változó szemlélettől nem függetlenítheti magát a növényvédelem sem, ahol egyre nagyobb teret hódítanak a környezetkímélő és az emberi szervezetre is kevésbé veszélyes készítmények. Ezzel együtt Magyarországon is évről-évre rövidül a termesztés során gyomkonkurencia, kórokozók vagy éppen az állati kártevők okozta termésvesztésben szerepet játszó kémiai szerek listája. Tovább szűkítve a kört még kevesebb az ökológiai gazdálkodás során alkalmazható készítmények száma. Felértékelődnek azon természetes alapú alkotóelemek szerepe, amelyek esetlegesen növényvédőszer kombinálásával minimális toxicitási tényezőt jelentenek.

Az igény növekedésével évről évre nő a száma a természetes eredetű növényvédőszereknek, melyek sok esetben specifikusabb hatásúak. Vannak közöttük ásványi eredetűek, (mikrobiális eredetűek, ahol a hatóanyag valamilyen gomba, baktérium vagy protozoa, de elterjedtek a növényi eredetű anyagok, vagy állati eredetű csalogatószerek (pl feromonok).

A természetes eredetű növénykondicionálók, másnéven biostimulánsoknak iránt is nő a kereslet. A biostimulánsokkal szemben elvárás, hogy a tápanyagforgalmat a trágyaféleségektől eltérő, a növények biotikus stressztűrő képességét (a növényi kártevőkkel és betegségekkel szembeni ellenálló képességét) pedig a növényvédő szerektől eltérő módon befolyásolják. Természetes növénykondicionálókként ismertek növényi vagy állati eredetűek aminosavak, humuszanyagok, algakivonatok, gyógynövény kivonatok, illóolajok és még sok egyéb.

Néhány aminosavról (prolin, hisztidin, glicin) régóta ismert, hogy fehérje felépítésében betöltött szerepük mellett a stresszel szembeni védelemben is fontos részt vállalnak. Az utóbbi időkben felmerült a lehetőség, hogy növényi vagy állati eredetű fehérje

hidrolizátumoknak is lehet pozitív hatásuk növények fejlődésében. Jelen munkánkban ezt próbáltuk vizsgálni.

CÉLKITÚZÉS

A bevezetésben leírtakhoz kapcsolódóan jelen kutatásunk keretében különböző (szója, csillagfürt, borsó) növényi eredetű hidrolizált fehérjének a növénybiológiai hatását kívántuk megvizsgálni két, gazdaságilag is fontos zöldségfaj, a paprika és paradicsom esetében szabadföldi, kisparcellás körülmények között. Részletesen vizsgáltuk a fehérje hidrolizátumok befolyásolják-e a növények fiziológiai állapotát, illetve a termések mennyiségi és minőségi paramétereit.

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1 A bio/ökológiai termesztés alapjai

Az ökológiai szemléletű gazdálkodás egyrészt egy átforgó szemlélet, amely annak művelőjétől mindenre kiterjedő, környezet orientált gondolkodást kíván. Biogazdálkodáson a műtrágya és (szintetikus) növény védőszer nélküli, a természetes biológiai ciklusokra, szerves trágyázásra, biológiai növényvédelemre alapuló gazdálkodási formát értünk.

Másrészről egy speciális termesztés technológiáról beszélhetünk, amely a természetet a lehető legalacsonyabb mértékben terheli, s nem használ olyan anyagokat, melyek azt károsíthatják, netán rombolhatják.

A bio/ökológiai gazdálkodás előtérbe helyezi az ásványi talajjavító anyagok, istállótrágya, a biogazdálkodás melléktermékeiből készített komposzt, továbbá más engedélyezett tápanyag utánpótlására szolgáló anyagok használatát. Szintetikus eredetű műtrágya, szennyvíziszap, illetve fekália, továbbá a hagyományos növényvédelem során alkalmazható növényvédő szerek széles spektruma azonban nem alkalmazható.

A kártevők és kórokozók elleni küzdelemben csupán az elemi kén és réz tartalmú szerek a számba vehető kör, melyek természetes ellenségeiként szolgálnak. Emellett olyan mikrobiológiai készítmények alkalmazhatóak, amelyeknek nincs génmódosított szervezetekhez köze, továbbá ide sorolható még speciális növényi olajok, káliszappan, valamint ásványi és paraffinolaj tartalmú készítmények.

2.2. Organikus termesztés során felhasználható anyagok

Magyarországon a növényvédő szer piacon megjelenő, biogazdálkodásban felhasználható szerek körét a Biokontroll Hungária Kht. engedélyezi.

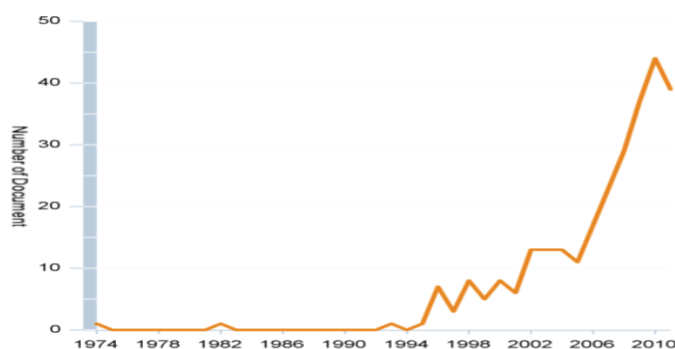
„Több Európai Uniói rendelet, elsősorban a 2092/91 számú, valamint a Magyar Kormány „A mezőgazdasági termékek és élelmiszerek ökológiai követelmények szerinti előállításáról, forgalmazásáról és jelöléséről” szóló 140/1999, továbbá az FVM-KöM „A mezőgazdasági termékek és élelmiszerek ökológiai követelmények szerinti előállításának, fogalmazásának és jelölésének részletes szabályairól” szóló 2/2000. számú közös rendelete alapján kidolgozott feltételrendszernek megfelelően dönti el, hogy melyek azok az összetevők (ható-, adalék-, és segédanyagok), amelyeket a biogazdaságokban alkalmazható készítmények tartalmazhatnak.” (I1) A fent említett termékeknek hazánkban engedéllyel kell rendelkezniük,

továbbá szerepelniük kell azon nyilvántartási rendszerben, melyet a Biokontroll Hungária Kht. évente megjelentet és frissít. Ezen szerek körét a Biokultúra című folyóiratban rendszeresen közzé is teszi a közhasznú társaság. Az biotermesztésben felhasználható szerek többségén szerepel a Biokultúra egyesület által fémjelzett „Biotermesztésben ajánlott” felirat, mely a felhasználót és fogyasztót első ránézésre informálja, hogy a szóban forgó termék az organikus gazdálkodásban felhasználható.

2.3 Növénykondicionálók, biostimulátorok

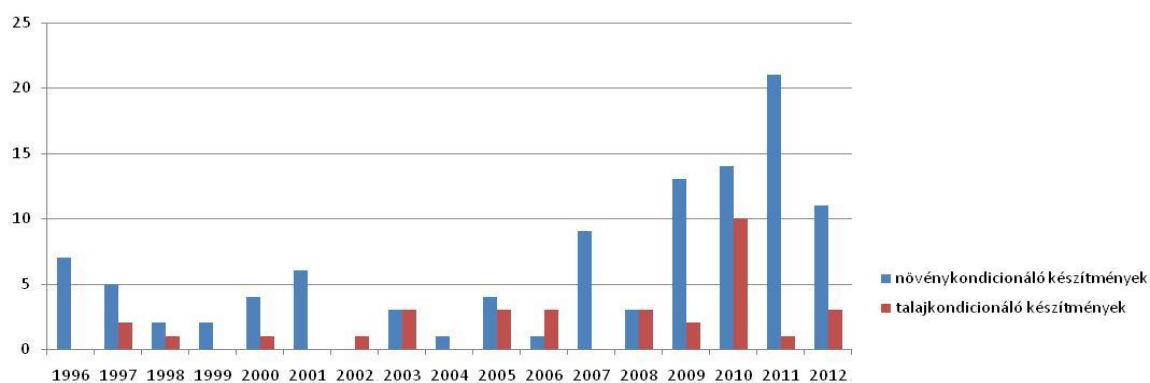
A növénykondicionáló szerekről az első jogszabályi említés hazánkban 2000-ből való, mely szerint a növényi anyagcserét befolyásoló, nem tápanyagjellegű anyagok tartoznak e kategóriába. Ezt követően 36/2006. FVM rendelet szerint növénykondicionáló készítmény a növények fejlődésére, terméshozamára és általános állapotára kedvezően ható, szerves vagy szervetlen anyagokból előállított készítmény, amely a növényi életfolyamatokra elsődlegesen a tápanyag-forgalom befolyásolásán keresztül hat.

A növénykondicionálók, vagy más néven biostimulánsok fogalma alatt általánosságban olyan anyagokat vagy keverékeket értenek (a tápanyagok és a növényvédő szerek kivételével), amelyekkel a növényeket, a vetőmagokat vagy a talajokat kezelve, oly módon hatnak a növények fiziológiai folyamataira, hogy előnyösen befolyásolják a növények növekedését, fejlődését és az abiotikus és biotikus stressztűrő képességét (JARDIN, 2012). Hatásuk sokféle additív és szinergikus hatás összessége, melyek jelenleg is forró területe a növénybiológiai kutatásoknak (HSU et. al., 1982). Mi sem bizonyítja ezt jobban, mint a velük kapcsolatos szakirodalmi hivatkozások évenkénti növekvő száma, a Scopus tudományos adatbázisból kigyűjtve (1. ábra).



1. ábra Biostimulánsokkal kapcsolatos szakirodalmi hivatkozások évenkénti megoszlása
Jardin, P., Report on Biostimulants munkája alapján

A tudományos érdeklődéssel együtt egyre nagyobb üzleti lehetőséget is jelentenek a biostimulánsok forgalmazása. Ezzel magyarázható, hogy az utóbbi néhány évben ugrásszerűen megnőtt az engedélyezett növénykondicionáló készítmények száma hazánkban is (2. ábra).



	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
növénykondicionáló készítmények	7	5	2	2	4	6	0	3	1	4	1	9	3	13	14	21	11
talajkondicionáló készítmények	0	2	1	0	1	0	1	3	0	3	3	0	3	2	10	1	3

2. ábra: Magyarországon forgalomban engedélyezett növénykondicionáló készítmények Olasz
Zsuzsa munkája alapján (<http://slideplayer.hu/slide/1952858/>)

Hatóanyag típusukat tekintve a növénykondicionálók széles merítés, benne a humuszanyagoktól, ásványi eredetűektől (KALBASI et. al., 1993) kezdve, az algakivonatokon, illóolajokon és gyógynövénykivonatokon át sokféle szubsztancia megtalálható. Az utóbbi időkben pedig elterjedőben van növényi vagy állati eredetű aminosavak, hidrolizált fehérjék, poliaminok alkalmazása is, mint növénykondicionálók.

2.4. Fehérje hidrolizátumokról általánosságban

Az állati és növényi eredetű fehérje hidrolizátumok alkalmazása a gyógyszer mikrobiológiában és *in vitro* szövettenyésztésben, mint táptalaj komponens régóta ismert.

Ugyanakkor egyre nagyobb népszerűsége tesz szert napjainkban sportolók, testépítők körében a hidrolizált fehérje készítmények fogyasztása, amivel a szervezetnek szükséges fehérjék pótlását a húsok és növényi eredetű élelmiszerek fogyasztása mellett lehet gyorsan, hatékonyan fedezni.

Újabban a mezőgazdasági növénytermesztés is nyitottá válik a fehérje hidrolizátumok, szabad aminosavak felhasználását illetően potenciális előnyei miatt. (QUARTIERI et. al., 2002) Lehetőség van ezen fehérje hidrolizátumok önmagukban, levélpermetként történő kijuttatására. Ilyen formán a növény fejlődése során a levél epidermiszen illetve gázcserenyílásokon keresztül képes felvenni. Ritkább esetben talajtrágyaként is alkalmazzák, illetve magvak előkezelésére (JARDIN, 2012).

A kizárólagos felhasználás mellett jellemzőbb azonban a különféle protein készítményeket kevert formában, műtrágyákhoz, növényvédő szerekhez adva kijuttatni, ugyanis műtrágyákkal és egyes növényvédő szerekkel kombinálva ezen fehérje készítményeket, növelhetjük azok hatékonyságát, aktivitásukat fokozni lehet (CAVANI et. al., 2006; GHOSH et. al., 2000). Lucernával végzett kísérletben nagyobb zöld tömeget sikerült realizálni egyéb növényvédő szerek együttes alkalmazásával, továbbá a beltartalmi értékek analízisa során szintén történtek változások.

A hidrolizált fehérje fő előnyét abban látják, hogy a növények fehérjeszintézisének építőköveit képezhetik, készen kapják ezeket a „readymade” építő blokkokat. Ugyanakkor a szerves nitrogén műtrágyákhoz hasonlóan serkentik a sejtekben a N anyagcsere folyamatokat, stimulálva az enzimek tevékenységét javítva a N trágyázás hatékonyságát (CHEN et. al., 2002) A növény fiziológiai folyamatait pozitívan befolyásolva, közvetetten segíthet a növények fokozott ellenállóságának kialakításában a külső környezeti ingerekkel szemben. Itt gondolok egyrészt az időjárás által okozott stressz hatásokra, másrészt a kórokozókkal szemben tanúsított jobb kondícióról. MLADENOVA et. al, (1998) kísérletesen igazolták, hogy ozmotikus stressznek kitett fiatal kukorica növények stresszel szembeni ellenálló képességét az állati eredetű hidrolizált szerves bio-stimulánsok levélpermetként való

alkalmazása segítette. Szőlő direkt peronoszpóra fertőzéses kísérletben bizonyították, hogy a szója illetve kazein fehérjehidrolizátumos kezelés levélpermetezés formájában indítójel lehet a növényi védekező rendszer aktiválásában. Kimutatták, hogy a szőlő sejttényészetekben a szója és kazein hidrolizátum hatására megnövekedett a citoszolikus kalcium koncentráció ezzel együtt két MAP kináz (45 és 49 kDa) tranzien্স foszforilációját is igazolták. Ezek a kimutatható változások az „újraprogramozott” transzkripciónak a következményei voltak, mely során a védekezésben lényeges PR proteinek és a sztilbén-szintáz gének átírása fokozódott. A sztilbén-szintáz felelős enzim a rezveratrol bioszintézisben, ami pedig a szőlőben található fontos fitoalexin (LACHHAB et al., 2014).

A fehérje hidrolizátumoknak szerepet tulajdonítanak a klorofill bioszintézisben is. A megnövekedett klorofill koncentráció pedig intenzívebb fotoszintézist feltételez. Végző soron a hatékonyabb fotoszintézis magasabb szervesanyag beépülést vonhat maga után (FROMME et al., 2001).

A gázcsereenyílések mozgását is befolyásolhatják a fehérjehidrolizátumok. A gázcsereenyílések olyan celluláris struktúrák, amelyek ellenőrzik a makro- és mikroelemek felszívódását, a gázok abszorpcióját a növényeknél (KAUTSKY et al., 1931). A sztóma vezérli mindazon külső (fény, páratartalom, hőmérséklet, só koncentráció) és belső (pl. aminosav koncentráció) tényezőket, amelyek a növények fejlődése során jelen vannak. Abban az esetben, ha a sztómák zárva vannak a fény és a páratartalom alacsony, a légzés fokozódik. Lassul az anyagcsere ezzel együtt a növények fejlődése. Az L-glutaminsav a citoplazmában ozmotikus ágensként reagál, ezáltal serkentve a sztómákat fokozott kinyitódásra. A folyamat eredménye a már előbb említett reakciók reciproka. Az anyagcsere fokozódik és a növény fejlődése megindul. Továbbá az L-glutaminsav, mint esszenciális aminosav a növények beporzásában is segítségre lehet, ugyanis szerepet tulajdonítanak neki a beporzás során a pollen csírázásban (I2).

Ugyanakkor a fehérje hidrolizátumok hormonszerű hatását is feltételezik (CAVANI ET AL., 2006).

Egyes szakirodalmi leírások szerint a hidrolizált fehérjéknek, oligopeptideknek szerepük az is, hogy növeljék a felszívódás hatékonyságát azáltal, hogy hozzásegítik a növényeket a gyökéren és zöld felületen történő tápanyagok felvételéhez.(FRANKENBERGER AND ARSHAD 1995; MOHIUDDIN et al., 2000). Egy olaszországi kísérlet során az alkalmazott

fehérje hidrolizátumos kezelés eredményeként a hosszabb, nagyobb volumenű gyökérzet fejlődött ki, továbbá pozitív hatást tapasztaltak a rügy és szár növekedésében is (DE LUCIA et al., 2012).

2.5. Szabad aminosavak

Az aminosavak esetében olyan szerves vegyületekről beszélünk, amelyek molekulájában egyaránt előfordul egy karboxilcsoport és egy aminocsoport. Leginkább az úgynevezett α –aminosavak fontosak az élővilág számára, mivel szerves építőkövei a fehérjemolekuláknak. A szervezet fehérje felépítéséhez szüksége van a táplálékból fehérjék, aminosavak bevitelére.

A fehérjék építőkövét alkotó aminosavak között vannak úgynevezett esszenciális aminosavak, amelyek az élő szervezet nem, vagy csak elégtelen mennyiségben képes előállítani.

Éppen ezért fontos, hogy az előbb említett fehérje alkotókat megfelelő mennyiségben pótoljuk a szervezet zavartalan működése érdekében. A sejtek növekedése, regenerálódása és fenntartása az aminosav bevitelének függvénye leginkább. A növényi, állati és emberi szervezetnek azonban nem teljesen azonos az esszenciális aminosav igénye (FELSZEGHY et al., 1976).

2.5.1. Aminosavak szerepe a fotoszintézisben

A fotoszintézis a növények alapvető felépítő folyamata, mely során szénhidrát képződik. A fényenergia begyűjtésében és kémiai energiává alakításában a klorofilnek alapvető szerepe van. Az aminosavak segítenek a növény fejlődése során a magasabb fokú fotoszintetikus aktivitás elérésében, s ezáltal hozzásegítve őket a buja és zöld állapot elérésében (JONES, 1999).

2.5.2. Aminosavak beporzás és gyümölcs képződésben betöltött szerepe

A beporzás során a pollen a bibére kerülve kezdi meg a megtermékenyítés kezdő szakaszát. A folyamat során három különböző aminosav is részt vesz annak sikerességében. Az úgynevezett L-prolin segíti a pollen termékenységet, míg a L-metionin és L-glutaminsav elengedhetetlenek a beporzás műveletéhez (JOHN WILLEY AND SONS, 2008).

Függetlenül a beporzástól az aminosavak lebontásakor az aminocsoportból ammónia képződik, a szénváz pedig a citrátkörbe kerül. Az ammónia fontos a szervezet számára, mivel számos N-tartalmú vegyület szintéziséhez szükséges. Az aminosavak szénláncának a sorsa az $-NH_2$ csoport eltávolítása után többféleképpen alakulhat. Attól függően, hogy mi a metabolizmus további útja, megkülönböztetünk glukoplasztikus, ketoplasztikus, illetve mindkét típusba sorolható aminosavakat (I3).

2.6. Paradicsom

A paradicsom (*Solanum lycopersicum*) a burgonyafélék családjába tartozó zöldségféle, amely leginkább Közép- és Dél-Amerikában őshonos faj. Hazánkban először az 1649-es években nyer említést, s kezdetben dísznövényként terjedt el. Az 1870-es években Dunakeszi környékére tehető az első kertészeti kultúrában termesztett paradicsom kultúra.

A leginkább jellemző paradicsomtermő tájak Magyarországon:

- Budapest környéke
- Kecskemét és Nagykőrös vidéke
- Hatvan és környéke

Hazájában kúszónövény, mely leginkább évelő kultúraként van nyilvántartva, a mérsékelt éghajlaton azonban már egyéves ciklusban történik termesztése. A növény szár eredetű járulékos gyökereket is fejleszt, azonban leginkább erőteljes karógyökérrzel rendelkezik. A szár kezdetben hengeres később bordázottá válik. Hajtására és leveleire jellemző, hogy sűrűn benőtt apró szőrökkel. Leveli karéjosak, szórt állású és összetett. „A szár és a levél ízesüléseinél oldalhajtások ún. „hónaljhajtások” törnek elő, melyektől elsűrűsödik a növény. A szár növekedése szempontjából lehet folytonos és determinált. A determinált növekedési jelleg esetében a főhajtás csúcsát virágzat zárja le. Virágaiban a porzósálak összenőve, a bibét oszlopszerűen körbeveszik, illetve azon túlnyúlnak. Termése bogyótermés, amely átlagban 30-130 g átlagtömegű (ENGLONER et al., 2001; BALÁZS, 1994).

Jelenleg a világon 4,5 millió hektáron foglalkoznak paradicsom termesztéssel és erről a területről 28-30 t/ha átlagtermés mellett- közel 150 millió tonna termést takarítanak be. (I4)

Az emberi táplálkozás szempontjából a paradicsom elengedhetetlen összetevői a különféle vitaminok és ásványi sók. A bogyók 93-96% vizet és 4-7% szárazanyagot tartalmaznak. A termés cukortartalma 2-4 %, melyből csaknem egyenlő arányban található meg a fruktóz és a glükóz. Piros színanyaga a likopin, mely az A-vitamin elővitaminjaként tekinthető és erős antioxidáns hatással bír. A paradicsomban jelentős a kálium, közepes mennyiségben található meg benne magnézium, foszfor és kalcium. Említést érdemel még 1% -ot meghaladó fehérjetartalma. A fogyasztás nagyságrendje hazánkban 10 kg/fő/év körüli, míg más nemzetekben ennek az értéknek a fel vagy kétszerese is lehet.

A paradicsom mérsékelten melegigényes növény. Hőigény tekintetében a 10 °C és a 32 °C jelenti a határértéket. A csírázás 10 °C indul meg, viszont az egyenletes és dinamikus keléshez legalább 18-22 °C szükségeltetik. A magvak 5 °C alatt nem is nagyon kelnek ki, ha mégis, akkor abban az esetben vontatott és hiányos lesz a kelés. Abban az esetben, ha a hőmérséklet tartósan 32 °C fölé emelkedik a paradicsom jellegzetes piros színanyagának a likopinnak a képződésében zavarok keletkeznek és megnő a sárgás színanyagok (karotin, xantofil) szintézise. Ez az oka leginkább, hogy nagy melegben a lombozat által nem vagy hiányosan takart termések soha nem pirosodnak be tökéletesen. Összességében a paradicsom növekedésére és termésképzésére a 25-30 °C-os nappali és a 16-20 °C-os éjszakai hőmérséklet tekinthető ideálisnak. Mivel rendkívül fényigényes a növény, normális fejlődéséhez legalább 5000 lux erősségű megvilágítás szükségeltetik. Továbbá a megvilágítás tekintetében legalább 12 órás megvilágításra van szükség. Vízigénye összességében közepesnek tekinthető. Azonban az öntözést, leginkább a vízigény szempontjából kritikus időszakban, terméstöbblettel honorálja a növény.

Vízszükségletének 30-40 %-át a terméskötődés és virágzás idején használja fel. Talajigény szempontjából a legkedvezőbb érték az 5,6-8,2 pH. Középkötött, homokos vályog, vagy agyagos vályog talajok ideálisak leginkább termesztésére, 1,2-1,4 %-os humusztartalommal. Mint oly sok növény a monokultúras termesztést nem bírja, mely a termés mennyiségi és minőségi csökkenésével jelentkezik. Önmaga vagy más Solanaceae családjába tartozó növények után 3-4 év után kerüljön ismét az adott területre. Ez egyrészt fontos a talajuntság szempontjából, továbbá a tipikus gyomnövények, kártevők és kórokozók szempontjából egyaránt.

A paradicsom a nitrogént, foszfort és a káliumot közel azonos mennyiségben, de az egyes fejlődési szakaszokban eltérő arányban igényli. Nitrogénigénye a lombzat növekedésével arányosan nő és maximumát a tömeges bogyófejlődés időszakában éri el. A foszfor tekintetében két kritikus fázisa van. Az első a növekedés kezdeti időszaka, míg a második a tömeges virágzás és terméskötődés időszaka. A káliumigénye az egész tenyészidőszakban közel egyenletes. Ezen kívül kalciumra és magnéziumra van még nagyobb mennyiségben szüksége az egészséges fejlődés szempontjából (BOCZ, 1996).

A szántóföldi paradicsom növényvédelme hazánkban 14-16 preventív permetezést foglal magában, mely leginkább a korokozók szempontjából célszerű. Továbbá fontos a tenyészidőszak folyamán a gyomnövények, mint lehetséges konkurencia és a szántóföldi kártevők ellen is rendszeresen és okszerűen védekezni.

Paradicsomban előforduló kórokozók:

Tobacco mosaic tobamovirus	Dohány mozaik vírus
Tomato mosaic tobamovirus	Paradicsom mozaik vírus
Stolbur phytoplasma	Paradicsom sztolburja
Clavibacter michiganensis subsp. michiganensis	Paradicsom klavibakteres betegsége
Xanthomonas vesicatoria	Paradicsom xantomonászos betegsége
Rhizoctonia solani	Palántadőlés
Phytophthora infestans	Paradicsom fitoftórás betegsége
Septoria Lycopersici	Paradicsom szeptóriás betegsége
Fulvia fulva	Paradicsom fulviás betegsége
Alternaria alternata Alternaria solani	Paradicsom alternáriás betegsége
Fusarium spp.	Fuzáriumos betegség
Pseudomonas tomato	Paradicsom pszeudomonászos baktériuma
Sclerotinia sclerotiorum	Fehérpenészes rothadás
Leveilla taurica	Paradicsom lisztharmat
Septoria lycopersici	Paradicsom szeptoriás foltossága

Paradicsomban előforduló kártevők:

Scotia segetum	Vetési bagolylepke
Melolonthidae	Cserebogarak lárvái
Elateridae	pattanóbogarak lárvái
Empoasca spp.	Kabócák
Aphididae	Levéltetvek
Helicoverpa armigera	Gyapottok-bagolylepke
Leptinotarsa decemlineata	Burgonyabogár

2.7. Paprika

A paprika (*Capsicum annuum* L.) nemzetségét alkotó valamennyi faj Dél- illetve Közép-Amerikából származik. Mára azonban a trópusi és mérsékelt égövben egyaránt termesztik. Eleinte a paprika főúri kastélyok virágoskertjeinek díszét képezték. A paprika magyarországi megjelenése egyéb Amerikából származó kultúrnövényekhez viszonyítva igen korainak számít. Azonban máig nem tisztázott körülmények között került országunkat.

FAO adatok szerint a világ termelése az 1990-es évek végén meghaladta a 16 millió tonnát, ebből Európában azonban csupán 2,63 millió tonna termett (BOCZ, 1996). Hazánk világviszonylatban az első tíz legnagyobb paprikatermelő ország közé sorolandó. A megtermelt mennyiség szabadföldön és hajtásban együttvéve- hosszú évek óta változatlan, 230-250 ezer tonna körül ingadozik. Az összes termék 50%-a a belföldi friss fogyasztás igényeit elégíti ki, míg a fennmaradó rész 70%-a tartósításra, 30%-a pedig kivitt képez.

Mivel melegigényes növényről beszélünk ezért hazánkban a szabadföldi paprikatermesztésre csak déli részén biztosíthatunk számára optimális körülményeket. Ennek oka, hogy csupán ezeken a területeken emelkedik a vegetációs idő alatt az átlaghőmérséklet 17 °C fölé. Viszont az étkezési paprika mára már elterjedt az egész országban, még az északabbra fekvő konzervgyárak körzetében is. Így ma már nem igazán beszélhetünk a korábban klasszikusként emlegetett paprikatermesztő körzetekről.

A Balaton-Budapest-Nyíregyháza vonaltól északra nem várhatunk kimagasló termésproduktumokat a paprika szabadföldi termesztése során. Azonban a Szeged és Kalocsa környéki területek továbbra is világhírű paprikatermesztő területeknek számítanak.

A paprika a *Solanaceae* család tagját képezi épp úgy mint a paradicsom is, s a hazánkban termesztett összes paprikafajta a *Capsicum annuum* fajhoz tartozik. Nálunk a paprikát egyéves növényként termesztik, őshazájában viszont találkozhatunk több éves, fásodó szárú félcserjékkel is (BALÁZS, 1994).

Főgyökerének tengelye jól fejlett orsógyökér, melyen az oldalgyökök helyezkednek el. A gyökök többsége a talajfelszín közelében helyezkedik el. A fajták a hajtásrendszer alapján két típusra oszthatóak, így megkülönböztetünk folytonos növekedésű és csokros

fajtákat. A paprika levelei kerekdedek, vagy ovális alakúak, hegyesedő, ép szélűek és hosszú levélnyéllel rendelkeznek.

Virágai kétivarú, a *C. annuum* esetében fehér színűek és egyesével fejlődnek. Virágai önbeporzók, de ennek ellenére előfordulhat, hogy rovarok által történik az úgynevezett (fakultatív) idegen beporzás. Termése húsos falú toktermés, melyet a termesztési gyakorlat bogyónak nevez. A magok csírázókéességüket 3-4 évig is megtartják, vese alakú sárga színűek.

A biológiai és táplálkozási értékét tekintve a paprika az egyik legértékesebb zöldségnövényünknek tekinthető. A C-vitamin tartalma évjárattól, termőhelytől és fajtától függően meglehetősen tág határok között mozog. Ez az érték 50-300 mg/100g. Számottevő továbbá az A-vitamin hatású anyagok (kriptoxantin, α - és β -karotin) valamint a B₁-, B₂-, és B₆-vitaminok mennyisége is.

A paprikafajták a legkülönbözőbb színanyagokat tartalmazzák. Az érett termés a karotinoidok színező hatása miatt sárga, piros vagy esetleg barnáslila. Érdekesség, hogy a paprikaőrlemények teljes karotinoid tartalma 0,1-0,5%. A csípős paprikák csípősségét, erejét a kapszaicionidoknak, ezek közül is főleg a kapszaicinnak köszönhetjük.

A paprika sok meleget kívánó zöldségnövények közé tartozik. Hazánk a szabadföldi paprikatermesztés északi határán fekszik. Hőmérsékleti optimuma 25±7 °C. A magvak csírázási optimuma viszont 30-32 °C. A növények még rövid ideig sem bírják el a fagypon alatti hőmérsékletet, fejlődésükhöz a 25-30 °C nappali, valamint a 18 °C körüli éjszakai hőmérséklet az ideális. Borús, párás időszakban a légzés lelassítására alacsonyabb hőmérsékletre van szükség. Kritikus hőmérsékleti értéknek tekinthető a fejlődés szempontjából a 10 °C, mivel az alatt nem növekszik, 35 °C fölött viszont már a virágok nem kötnek.

Fényigényeinek kielégítésére a megfelelő értékek biztosítása szabadföldi körülmények között nem okoz nehézséget, hiszen a fényerősség és a megvilágítás időtartama is megfelelő a virágok kötődéséhez. A paprika terméskötődéséhez fajtánként változó küszöbérték 5000 lux körül alakul. Minimálisan 12-14 óra szükséges a megvilágítás hosszát tekintve.

Vízigénye közismerten nagy. A paprikasejtek több mint 80 tömegszázaléka víz, a vízfogyasztás pedig a transzspirációs együtthatóval jellemezhető, amelynek átlagos értéke 330. A paprika vízigényéről csak a hőigénnyel összefüggésben szabad beszélni.

A paprika esetében átlagosan 6 °C hősszeg vált ki 1 mm evapotranszpirációs vízfogyasztást a szabadföldi állományban. A paprika számára a vegetációs időszakban 500 mm vízutánpótlásra van szükség. Mivel a tenyészidőszakban a természetes csapadék mennyisége csak a paprika szükségletének egy részét tudja biztosítani, ezért 30-40 mm öntözési norma kijuttatásával tudjuk biztosítani a hiányzó mennyiséget. A bogyótömeg növekedése maga után vonja a felhasznált víz mennyiségének növekedését.

A paprika tápanyagigényét vizsgálva megállapítható, hogy egy tonna paprikatermés 1,4 kg N, 0,9 kg P₂O₅ és 3,4 kg K₂O von ki a talajból. A nitrogén mennyisége döntően befolyásolja a fejlődést. Hiánya lassú fejlődést, klorotikus sárgulást eredményez, kedvezőtlenül befolyásolja a virágok kötődését, meghosszabbítja a tenyészidőt, így késlelteti a termés érését. Túladagolása – mint oly sok növény esetében – haragoszöld levelek képződéséhez vezet.

Foszforból kevesebbet igényel a növény fejlődése során. A generatív szervek kialakulásában azonban és a biztonságos begyökeresedéshez nélkülözhetetlen. A foszfort azonban többszöri kijuttatást igényel. Hiánya kötődéshez vezet, ennek egyenes következménye pedig a bogyóban fejlődő kevés mag, továbbá a bogyó deformációját is magával vonja. Túladagolása a vegetatív szervek erősödéséhez vezet, így pedig a termés elaprózódhat.

A káliumnak főleg a növényi életfolyamatok szabályozásában van szerepe. Túlzott jelenléte gátolja a P és a Ca felvételét, csökkenti a paprika ellenálló képességét a fejlődése során fellépő betegségekkel szemben. A káliumhiány a foszfor- és nitrogénhiányhoz hasonlóan először az idősebb leveleken mutatkozik, általános leromláshoz, az levelek bronzos elszíneződéséhez, majd lehulláshoz vezet. A hiány továbbá a levelek fonák irányú pödrődéséhez vezet, továbbá a levéllemezen az erek közötti rész kisárgul. Ritka jelenség a bór hiánya, melynek következménye a hajtásvégek pusztulása, a növény pedig a növekedésben leáll. Ez a jelenség inkább meszes talajokon fordul elő leginkább.

A paprika sóérzékeny zöldségfaj, ezért túlműtrágyázott, szikesedésre hajlamos területekre ne kerüljön kiültetésre. A magas mésztartalmú talajokat sem tűri, inkább az enyhén savanyú kémhatású talajok kedveznek fejlődésében. A pangó víz, valamint a magas talajvíz iránt érzékeny a kultúra. Ugyancsak alkalmatlanok a hideg, mély talajok, de kerülni kell azokat a területeket is ahol már augusztus hónapban előfordulnak a ködös reggelek (Balázs,1994).

A paprikában előforduló kórokozók:

<i>Alfalfa mosaic virus</i>	Paprika márványos tarkalevelűsége
<i>Tobacco mosaic virus</i>	Dohány mozaik vírus
<i>Xanthomonas campestris pv. vesicatoria</i>	Paprika baktériumos levélhullása
<i>Erwinia carotovora ssp. carotovora</i>	Paprika baktériumos lágyrothadása
<i>Rhizoctonia solani</i>	Palántadőlés
<i>Pythium ultimum</i>	
<i>Fusarium sp.</i>	
<i>Alternaria solani</i>	
<i>Oidium brassicae</i>	
<i>Alternaria alternata</i>	Paprika alternáriás betegsége
<i>Leveillula taurica</i>	Paprika lisztharmat

A paprikában előforduló kártevők:

<i>Meloidogyne hapla</i>	Szabadszemes gubacs-fonálféreg
<i>Scotia segetum</i>	Vetési bagolylepke
<i>Melolonthidae</i>	Cserebogarak
<i>Elateridae</i>	Pattanóbogarak
<i>Empoasca spp.</i>	Kabócák
<i>Aphididae</i>	Levéltetvek
<i>Helicoverpa armigera</i>	Gyapottok-bagolylepke

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

3.1. Kísérlet beállítása

A kísérletek szabadföldön, kisparcellás körülmények között lettek beállítva Téglás, 177 helyrajzi számú belterület, házi kertben. A kiválasztott terület tápanyagban szegény talajú, előző években előveteményként kukoricát termesztettek, amelyen szerves trágyázás nem volt jellemző. A kísérletbe két, kertészti szempontból jelentős zöldségfajt, a parikát (*Capsicum annuum* L.) és paradicsomot (*Lycopersicum esculentum*) vontunk be.

A vegetációs időszakban sem műtrágyás kezelés, sem növényvédőszer, sem gyomirtószer alkalmazása, továbbá öntözés sem történt a kultúrában. A kísérlet célja volt látni és provokálni a növényekben lezajló biológiai hatást, amelyeket esetlegesen az egyes fehérje készítmények idézhetnek elő. A tápanyag konkurenciát jelentő gyomok eltávolítása érdekében a parcellákat fekete agroszövettel borítottuk. Öntözést nem alkalmaztunk, a természetes csapadék mennyiséget és eloszlást a 1-3. melléklet mutatja be.

A kísérletben növényi eredetű fehérje hidrolizátumokat használtunk fel, melyeket a Costantino & C.S.p.A biztosított a számunkra.

Az alkalmazott kezelések:

- 2 gL⁻¹ szója FM hidrolizátum
- 2 gL⁻¹ csillagfürt FM hidrolizátum
- 2 gL⁻¹ csillagfürt + borsó FM hidrolizátum

A kezeléseket vizes oldat formájában, levélpermetezésként juttattuk ki a tenyészidőszak során öt alkalommal ismételve.

3.2. A növények fiziológiai vizsgálata

Kísérletünkben részletesen vizsgáltuk azt, hogy a növényi eredetű fehérjehidrolizátumok befolyásolják-e a paradicsom, illetve paprika leveles hajtásának fotoszintézis rendszerét, ami szoros összefüggésben áll a növények fejlődésével, s ezzel együtt hatással van a termés fejlődésre is.

3.2.1. Fotoszintetikus pigmenttartalom meghatározása spektrofotometriás módszerrel

A klorofill és karotin tartalom meghatározását (PORRA et al., 1989) módszere szerint végeztük némi módosítással.

A mintaelőkészítés során 10 mm átmérőjű korongokat vágunk ki paprika illetve paradicsom levelekből. Az összevethetőség miatt minden esetben a harmadik legfejlettebb leveléből gyűjtöttünk mintát.

A levélkorongokat 1 ml N'N dimethyl-formamid oldatba (Sigma-Aldrich) raktuk egy éjszakára. Az összegyűjtött felülúszót használtuk fel a spektrofotometriás mérésekhez. Klorofill *a* esetében 663, klorofill *b* esetében 645 nm-en és karotin esetében 480 nm-en mértük meg az abszorbanciát. (Amersham Biosciences Ultrospec 2100 Pro UV/Visible). A megfelelő képletbe behelyettesítve kiszámoltuk a klorofill *a* és *b* és karotin értékeket, a klorofill *a* + *b*, a klorofill *a/b* arányt és klorofill/karotin arányt.

3.2.2. Fotoszintetikus hatékonyság mérése indirekt klorofill fluoreszcencia módszerrel

Mivel ez non-invazív technika, ezért a mérés megkezdése előtt nincs szükség minta előkészítésre. A mérés Handy PEA fluorométerrel történt. A vizsgálatokhoz a növényeket előzetesen 15 percig sötétben inkubáltuk. A méréseket a HandyPEA (Plant Efficiency Analyser Hansatech Instruments Ltd, Norfolk, UK) fotoszintetikus hatékonyságmérő készülék segítségével végeztük. A sötétadaptált leveleket folyamatos 650 nm hullámhosszúságú vörös fénnel világítottuk meg 1 másodpercig, amely 3000 $\mu\text{mol foton m}^2 \text{ s}^{-1}$ intenzitású volt. A fényforrást három LED biztosította, melynek fénye egy 5 mm átmérőjű körben fókuszálódott.

A mért értékeket logaritmikus időskálán, úgynevezett OJIP görbén ábrázoltuk, a görbe alapján az F_v/F_m arányt számoltunk.

3.3. A termések kvantitatív mérése

A betakarítást teljes gyümölcserészkor végeztük. Ennek során vizsgáltuk a növényenkénti betakarítható termés darabszámot, a termések friss tömegét.

A növényi mintákat Alpha 1-4 LSC (Christ, Németország) liofilezőben fagyaszttva szárítással rögzítettük. Visszamértük a száraz tömeget, s friss tömeg ismeretében meghatároztuk a szárazanyag-tartalmat.

3.4. A termékek kvalitatív paramétereinek meghatározása

Előzetes információk alapján a növényi eredetű fehérje hidrolizátumok elsősorban a termékek minőségét befolyásolják, emiatt vizsgáltuk mi is a termékek néhány beltartalmi értékét paprika és paradicsom esetében egyaránt.

3.4.1 A termékek vízdíszható szárazanyag tartalmának meghatározása

A vízben oldható szárazanyag-tartalmat, azaz a Brix értéket HI 96801portable digitális refraktométerrel vizsgáltuk friss növényi mintákból paradicsom és parika esetében egyaránt. (FODOR GY., 1971) szerint 1 Brix-fok a cukortartalma annak az oldatnak, amelynek 100 grammja 1 gramm szacharózt tartalmaz. A refraktométer skálája a szacharóztartalmat tömegszázalékban jelzi. A mintaelőkészítés során a bogyókat kézi botmixerrel összeváltuk, majd ezt követően a növényi cellulózt is tartalmazó minta, 6 réteg gézzel történő szűrése következett. A kapott szűrletből cseppentettünk a refraktométerre és közvetlenül leolvastuk az értéket.

3.4.2. C-vitamin tartalom meghatározása

A C-vitamin tartalom spektrofotometriás meghatározását (KANDRA 2006) munkája alapján végeztük. A mintaelőkészítés során 5 g friss növényi mintát 1 mL jégcettel péppé dörzsöltünk mozsárban, majd 100 mL-es mérőlombikban desztilláltvízzel jelig töltöttük. Az így kapott mintát centrifugáltuk 10000 rpm-en 5 percig. A végtermék felső rétegét használtuk fel további mérésre.

Először a látszólagos aszkorbinsav-tartalmat határoztuk meg: Ehhez 100-ml-es mérőlombikba a következő oldatokat mértük össze: 10 ml ecetsavas kivonat, 10 ml desztillált víz, 3 ml 10 %-os foszforsav (az oldat pH-ja 1,7 legyen), 2,5 ml α,α -dipiridil reagens, 1 ml FeCl_3 oldat. A lombik tartalmát minden egyes reagens hozzáadása után alaposan összeráztuk,

majd ezt követően sötét helyen 30 percig inkubáltuk. Az inkubálást követően a lombikok tartalmát desztillált vízzel 100 ml-re kiegészítettük. Az oldatból abszorbanciát 496 nm hullámhosszon mértük spektrofotométerrel (Amersham Biosciences Ultrospec 2100 Pro UV/Visible). Összehasonlító oldatként a vizsgálandó mintát és valamennyi reagenst használtuk, az α,α -dipiridil kivételével.

A minták redukton tartalmát külön mértük meg. Ehhez 2 mL ecetsavas extraktumot 100 ml-es mérőlombikba pipettáztunk, 10 ml desztillált vízzel kiegészítve és a pH-t 6-ra állítottuk be 5%-os ammónium-acetát oldattal. Az így elkészült oldatot 50 °C -on 30 percig melegítettük.

Ezt követően a lombik tartalmához 30 ml desztillált vizet adtunk, lehűtöttük, és 20 ml 4 %-os triklórecetsav oldattal egészítettük ki. Az abszorbancia méréshez ugyanúgy mértük össze a reagenseket, mint a látszólagos C-vitamin mérés során: 10 ml ecetsavas kivonat, 10 ml desztillált víz, 3 ml 10 %-os foszforsav, 2,5 ml α,α -dipiridil reagens, 1 ml FeCl₃ oldat. Az abszorbanciát 30 perc inkubációt követően 496 nm-en olvastuk le.

Az alábbi képlet segítségével számoltuk ki a valódi C-vitamin tartalmat:

$$II = \frac{A \times 1119 \times 10}{k \times v \times s}$$

II = reduktontartalom

A = mért abszorbancia

k, v, s = azonos a látszólagos aszkorbinsav-tartalomnál megadottakkal.

3.4.3. Teljes karotinoid tartalom meghatározása paradicsom bogyótermésből

A paradicsom termés teljes karotinoid tartalmát liofilizált mintából határoztuk meg spektrofotometriás módszerrel. A minta előkészítése során a liofilizált paradicsom mintákat 80%-os acetonnal 1 órán át szobahőmérsékleten mágneses keverőn kevertettük. Az így kapott kivonatot szűrőpapír segítségével átszűrtük. A szűrlet abszorbanciáját 475 nm-es hullámhosszon mértük Amersham Biosciences Ultrospec Pro 2100 UV / látható spektrofotométerrel. A teljes karotinod tartalmat a megfelelő képletbe helyettesítve számoltuk ki.

3.4.4. Karotinoidok elválasztása paradicsom bogyóterméséből

A paradicsom bogyóterméseiben lévő karotinoid típusú vegyületeket Nagyteljesítőképességű Folyadékkromatográfiás rendszerben (HPLC) választottuk szét. A minták előkészítését és a karotinoidok elválasztását (MATUS, 2003) és (TORRES GAMA et al., 2006) munkái alapján módosítással végeztük el.

Az előkészítés során a liofilizált paradicsom mintákat metanollal mágneses keverőn 30 percig kevertettük kifehéredésig. Az így kapott elegyet redős szűrőpapíron átszűrtük. A szűrlethez dietil-étert adtunk, majd bepároltuk rotációs bepárlóval 44 °C vízfürdőben.

A következő lépés az elszappanosítás művelete volt, melynek során a karotinoid extraktumot 30%-os kálium-hidroxid oldattal refluxoltattuk metanol és dietil-éter heterogén rendszerben 30 percig. Ezt követően az oldatot elválasztottuk és teljesen szárazra bepároltuk. Végül a bepárolt mintát 1 ml etil-acetátban vettük fel.

Az előkészített mintákból a karotinoid vegyületeket fordított fázisú HPLC rendszerben gradiens elúzióval LiCrospher WP300 RP-18 (5 µm) a Merck C18 oszlopon választottuk el. A mérésekhez használt HPLC készülék HPLA Hitachi LaChrom márkájú (Merck, Darmstadt, Germany): a pumpa: L-7100, autosampler: L-7250, Interface D-7000. Dioda array detektort használtunk, 450 nm hullámhosszon 25 °C-on kontrollált labor körülmények között.

A mozgó fázis összetétele: (A) metanol:víz (80:20) és (B) etil-acetát. Az injektált minta mennyiség 10 µL volt.

3.5. Adatok elemzése

Vizsgálataim során a biomassa méréseket legalább 10 ismétlésben, a biokémiai, fiziológiai és analitikai vizsgálatokat legalább 3 ismétlésben végeztem el és ebből számoltam átlagot és a hozzá tartozó standard errorrt ($\pm$ SE). Az adatok ábrázolását Microsoft Excel 2007-es programban végeztem. A statisztikai elemzés SPSS 13.0 (SPSS Inc., Chicago, IL) lett elvégezve, egytényezős varianciaanalízissel, szignifikancia szint $p < 0.05$. Szignifikáns különbségek esetében Duncan teszttel lett tovább elemezve.

4. EREDMÉNYEK

4.1. Növényi eredetű fehérje hidrolizátumok hatása paradicsomra

Szabadföldi, kisparcellás kísérletben vizsgáltuk egyrészt, hogy növényi eredetű fehérje hidrolizátumok befolyásolják-e a növény fejlődését, asszimilációs folyamatait. Másrészt kíváncsiak voltunk, hogy az alkalmazott kezeléseknek van-e hatása a termés mennyiségi illetve minőségi paramétereire.

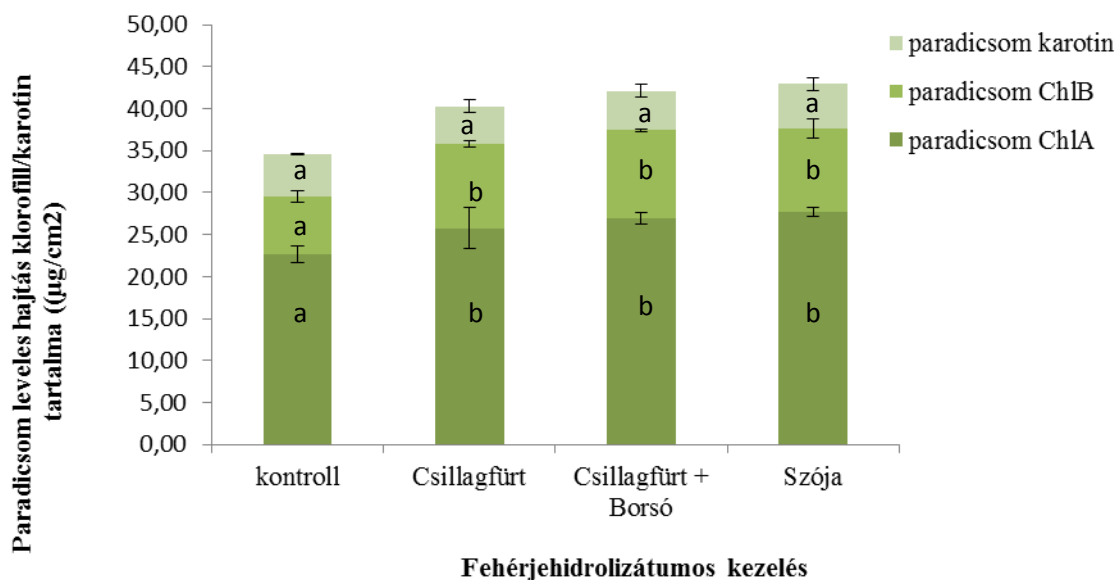
4.1.1. Fotoszintetikus pigmentek mennyiségi változása paradicsom leveles hajtásában

A növények leveles hajtásában helyet foglaló fotoszintézis rendszer alapvető építőelemei a fotoszintetikus pigmentek (klorofill a, b és karotin), melyek szerepet játszanak a fényenergia továbbításban, kémiai energiává alakításában, karotinoidok esetében pedig fotoprotektív funkciójukat is bizonyították. A fotoszintetikus pigmentek mennyisége érzékenyen reagál a környezeti stresszhatásokra (LÉNÁRD, 2002) (VARGA et al., 1999). Emiatt kísérleteinkben azt vizsgáltuk, hogy a különböző növényi eredetű fehérjehidrolizátumok befolyásolják-e a paradicsom hajtásának klorofill a, b és összes karotin tartalmát az adott termesztési feltételek mellett.

Az elmúlt nyár (2013) aszályos, csapadékszegény volt, amit az 1-3 számú mellékletben feltüntetett meteorológiai adatok is alátámasztanak. A tenyészidőszak során (májustól – szeptember végéig) egy alkalommal volt mérhető 25 mm környéki csapadék. Emellett június hónapban, a kiültetett növények megeredésekor még voltak rövidebb esőzések, esetenként 10-15 mm csapadékot lehetett realizálni. A nyári hónapokban (július-augusztus), a növények intenzív növekedési időszakában csupán, 0-5 mm között változott az átlagos napi csapadék mennyiség. Ugyanakkor a napi maximum hőmérséklet értékei a nyári időszakban gyakran elérték a 30-35 C^o-ot, ami a növények számára hidrikus (szárazság) stresszt jelenthet.

A fotoszintetikus pigment tartalom mérési eredményeink szerint kezeléstől függetlenül a CHL *a* található legmagasabb koncentrációban paradicsom növények leveleiben, amely eredmények alátámasztották a szakirodalmi leírásokat (BOYER, 1990; CABUSLAY et al., 2002; BEHERA et al., 2002). A kezeléseket összehasonlítva azt láttuk, hogy a fehérje

hidrolizátumok alkalmazása mellett a CHL *a + b* együttesen magasabb értékeket mutatott a kontrollhoz viszonyítva (3. ábra). Ugyanakkor a leveles hajtás teljes karotinoid tartalmát vizsgálva nem volt kimutatható különbség.

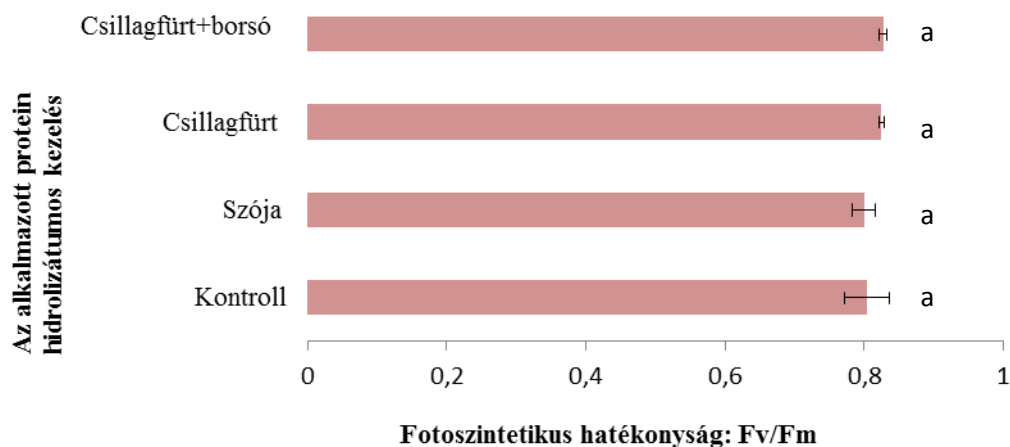


3.ábra: A paradicsom leveles hajtásának fotoszintetikus pigment tartalma (klorofill *a*, *b* és teljes karotinoid) fehérjehidrolizátumos kezelés hatására ($p < 0.05$).

4.1.2. Fotoszintetikus hatékonyság a paradicsom leveles hajtáson

A gyors klorofill *a* fluoreszcencia mérés napjainkban az egyik legelterjedtebb módszer a fotoszintézis vizsgálatok közül. A fotoszintézis rendszer hatékonysága így módon jól jellemezhető a besugárzott fényből, a növény által kibocsátott fluoreszcencia ismeretében (PAPAGEORGIOU AND GOVINDJEE, 2004). A fluoreszcencia emisszió normál hőmérsékleti tartományban főként a második fotokémiai rendszerből (PSII) származik, ezzel utalva a fotoszintetikus aktivitásra és a növény vitalitására (STOBER, 1993). Normál körülmények között a gyors klorofill fluoreszcencia mérés alapján számított Fv/Fm arány 0,75 - 0,78 közötti értéktartományban változik. Különböző környezeti stresszek hatására a fotoszintézis rendszer sérülésével csökkenhet a növény fotoszintetikus aktivitása, mivel a PSII reakció centrum kevesebb fénykvantumot tud fogadni és hasznosítani a fotoszintézisben.

A paradicsom leveles hajtásában mért eredmények alapján azt tapasztaltuk, hogy az Fv/Fm arány minden esetben a normál tartományban maradt (4. ábra). Az alkalmazott fehérje hidrolizátumos kezeléseket vizsgálva nem láttunk lényegi különbséget a kontrollhoz viszonyítva az adott környezeti feltételek mellett, figyelembe véve a szórásokat.

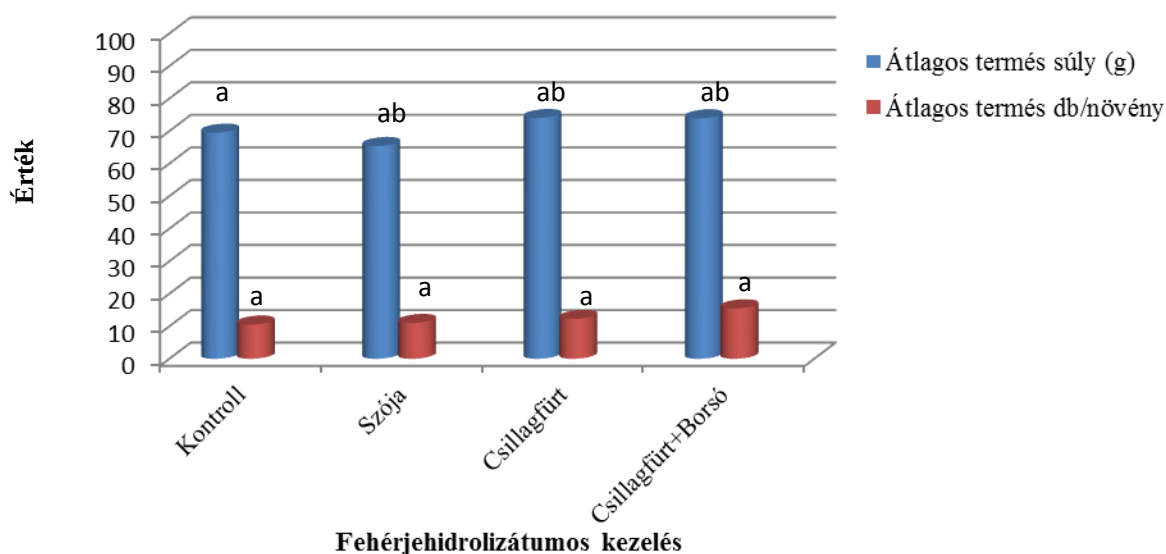


4. ábra: A paradicsom leveles hajtásában mért fotoszintetikus hatékonyság ($p < 0.05$).

4.2. Paradicsom mennyiségi paramétereinek értékelése

4.2.1. Paradicsom biomasszaprodukciója

A paradicsom bogyótermések friss tömegének mérésekor nem találtunk szignifikáns különbséget egyik kezelés esetében sem a kontrollhoz viszonyítva. Ugyanakkor az érett bogyótermések tövenkénti darabszámban sem láttunk jelentős eltérést a fehérjehidrolizátumos kezelések hatására (5. ábra). Ezen eredményeink megerősítik korábbi szőlő ültetvényben végzett vizsgálatok eredményeit, ugyanis (BOSELLI et al., 2011) sem találtak szignifikáns különbséget a szőlő termés hozamában fehérjehidrolizátumos kezelések hatására.



5. ábra: Paradicsom termés mennyiségi paraméterei ($p < 0.05$).

4.2.2 Paradicsom szárazanyag vizsgálata

A friss és száraztömeg ismeretében százalékosan kiszámolt szárazanyagtartalom eredmények azt mutatták, hogy a szója eredetű fehérjehidrolizátumos kezelések hatására növekedett a termések szárazanyag beépülése (5. táblázat). Ugyanakkor a csillagfürt és borsó eredetű fehérjehidrolizátumok együttes alkalmazása esetében a kontrollhoz viszonyítva alacsonyabb szárazanyag beépülést realizáltunk.

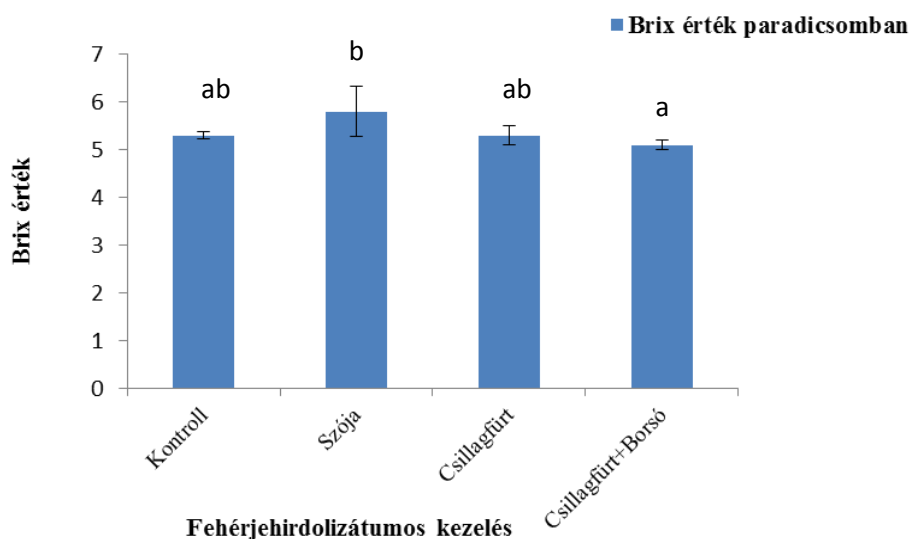
5. táblázat: Paradicsom szárazanyag tartalma (%)

Paradicsom szárazanyag tartalma (%)	
Kontroll	8,2
Szója	10,6
Csillagfürt	9,9
Csillagfürt + Borsó	6,8

4.3. Paradicsom beltartalmi paramétereinek értékelése

4.3.1. Paradicsom vízoldható szárazanyag tartalma

A vízben oldható szárazanyag tartalom mérése során kapott eredmények korrelációban vannak a szárazanyag tartalom mérés eredményeivel. Legnagyobb Brix értéket a szója eredetű fehérje hidrolizátumos kezelés esetében kaptunk (6. ábra). A csillagfürt és borsó eredetű fehérjehidrolizátumos kezelés együttes alkalmazásával alacsonyabb volt a paradicsomokban a vízoldható szárazanyag tartalom, mint a kontroll növényekben (6. ábra).



6. ábra: A vízben oldható szárazanyag tartalom mérése során kapott eredmények ($p < 0.05$).

4.3.2. Paradicsom bogyótermések C-vitamin tartalma

A paradicsomról ismert, hogy jó C-vitamin forrás (DI MATTEO et al., 2010). Kísérleteinkben 90 – 120 mg/100g friss tömegre vonatkoztatott C-vitamin tartalmakat tudtunk kimérni a termésből (6. táblázat). Az eredmények azt mutatták, hogy fehérjehidrolizátumos

kezelések nem fokozták a paradicsomban az aszkorbinsav termelődését, sőt a kontroll növényekben jelentősen nagyobb C-vitamin tartalom értékeket tudtunk kimutatni (6. táblázat).

6. táblázat. C-vitamin tartalom paradicsomban

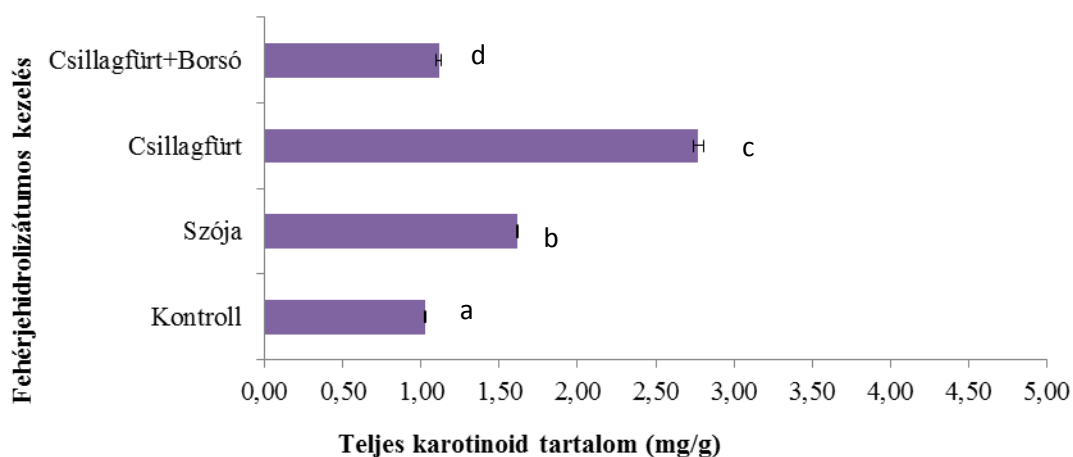
C-vitamin koncentráció paradicsomban (mg/100g)		SD
Kontroll	120,0	1,90
Szója	104,2	3,97
Csillagfürt	100,8	0,85
Csillagfürt+Borsó	90,6	6,75

4.3.3. Paradicsom termésének teljes karotinoid tartalma

Spektrofotometriás kísérleteink alapján az látható, hogy a szója és a csillagfürt fehérjehidrolizátumok által kezelt növényekben a teljes karotinoid tartalom kiemelkedően magas (7. táblázat). A csillagfürt eredetű fehérje hidrolizátummal kezelt növények esetében a kapott értékek több mint a duplája a kontrollhoz viszonyítva (7. ábra).

7. táblázat: Teljes karotinoid tartalom paradicsomban

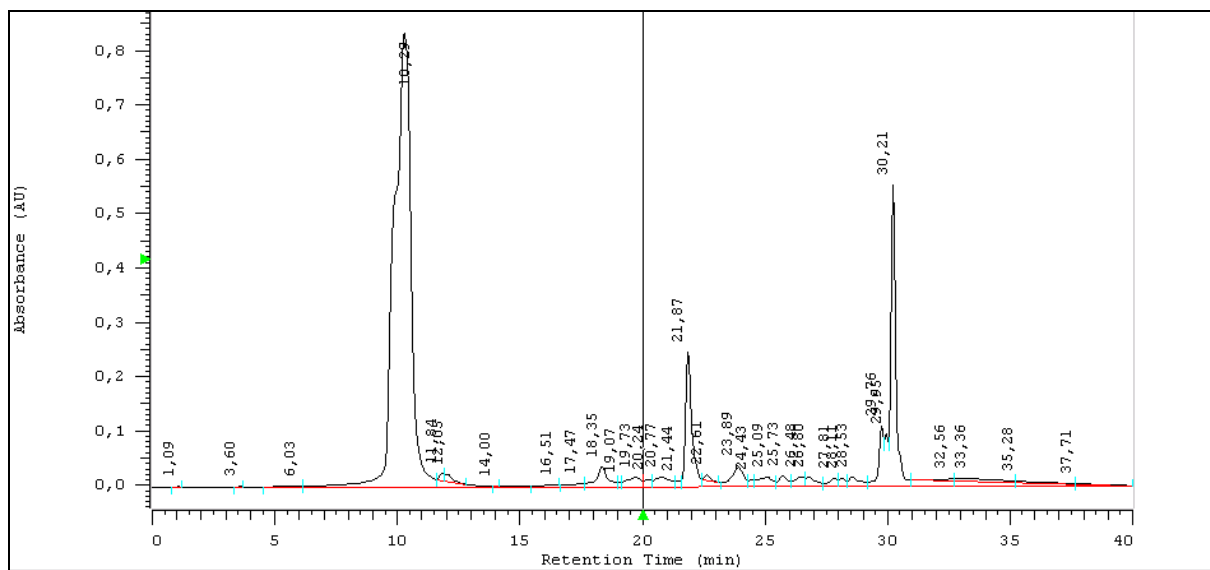
	Kontroll	Szója	Csillagfürt	Csillagfürt+Borsó
Teljes karotinoid tartalom (mg/g)	1,02	1,62	2,77	1,11
SD	0,0019	0,0038	0,0322	0,0152



7. ábra: Teljes karotinoid tartalom paradicsomban ($p < 0.05$).

4.3.4 Karotinoidok elválasztása HPLC-technikával

A legtöbb szakirodalom szerint a paradicsom színét döntően befolyásolja a likopin (TORRES GAMA et al., 2006). Vizsgálataink is ezt igazolták, hiszen kezelésektől függetlenül a transz-likopin aránya volt legnagyobb koncentrációban kimérhető a paradicsom bogyótermésekből (8. táblázat). A kromatográfiás profilon 10 perc retenciós időnél lehetett a transz-likopint elválasztani (8. ábra). Az össz karotinoid tartalommal korrelációban a fehérje hidrolizátumos kezelések hatására megnőtt a transz-likopin koncentráció is, különösen szója és csillagfürt eredetű kezeléseknél (7-8. táblázat). A további vizsgálódás során észrevehető, hogy az α és β karotinok voltak második legnagyobb mennyiségben. Itt is jellemzően szója és csillagfürt eredetű kezeléseknél mértünk legnagyobb értékeket. A lutein 21,87 perc retenciós időnél jött le. A kromatográfiás vizsgálat kimutatott még továbbá egyéb karotin jelenlétét, többek között xantofill-okat, de standardok hiányában ezeket nem tudtuk beazonosítani.



8. ábra: Jellemző kromatográfiás ábra, a karotinoidok elválasztása során

8. táblázat: Egyes karotinoid típusú vegyületek koncentrációja fehérje kezelések függvényében

	trans-likopin (µg/g DW)	cis-likopin (µg/g DW)	trans/cis karotin (µg/g DW)	lutein (µg/g DW)
Kontroll	584	32	199	105
Szója	715	40	308	172
Csillagfűrt	1061	42	495	391
Csillagfűrt+Bo rsó	595	28	223	112

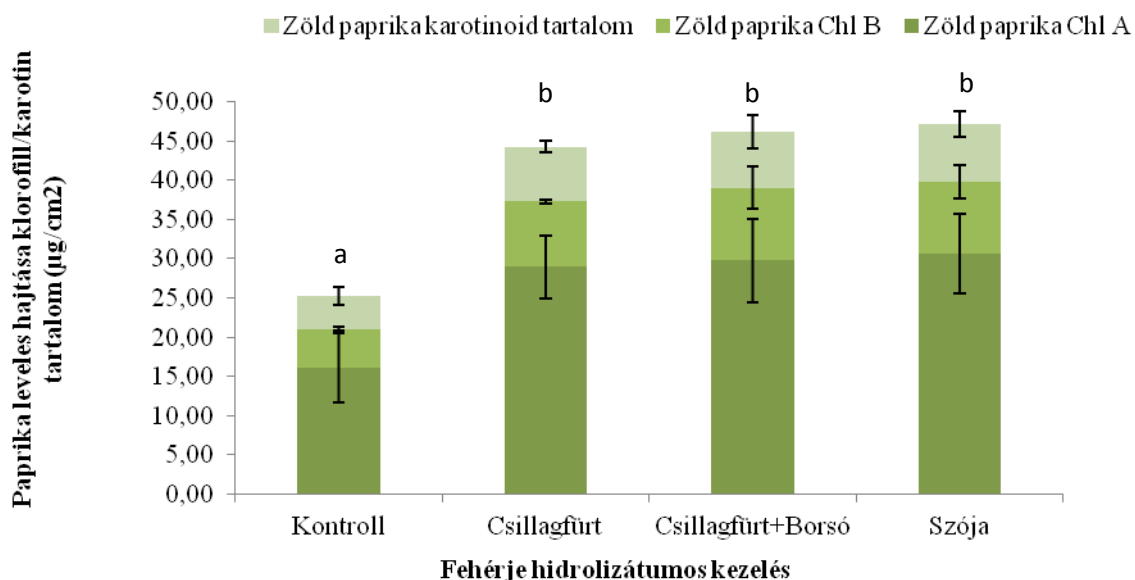
4.5. Növényi eredetű fehérje hidrolizátumok hatása paprikára

Szabadföldi, kisparcellás kísérletben egyrészt megvizsgáltuk, hogy a növényi eredetű fehérjehidrolizátumok befolyásolják-e a növény fejlődését, illetve asszimilációs folyamatait. Másrészt kíváncsiak voltunk, hogy az alkalmazott kezeléseknek van-e hatása a termés mennyiségi illetve minőségi paramétereire.

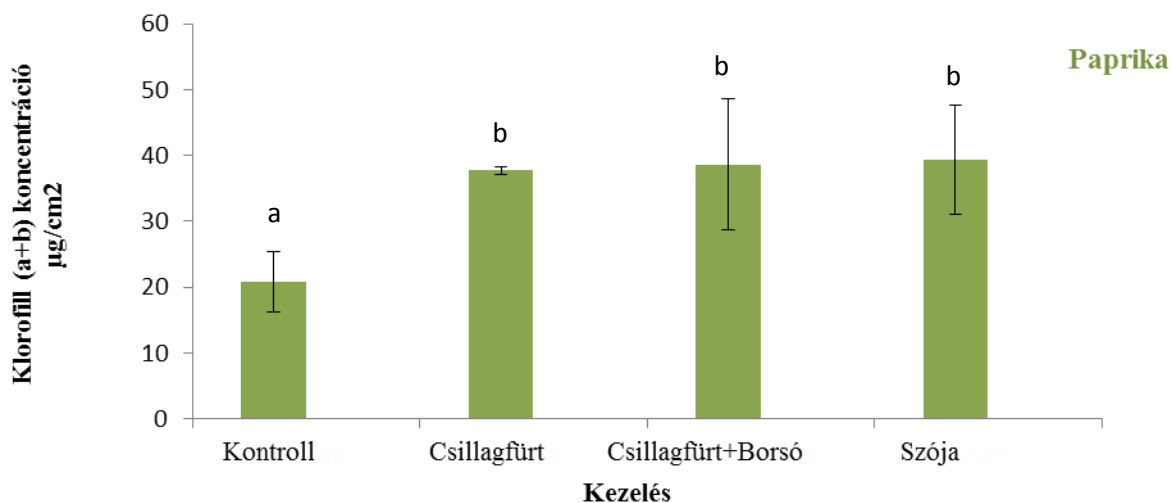
4.5.1. Fotoszintetikus pigmentek mennyiségi változása paprika leveles hajtásában

Ahogy a paradicsom esetében már említésre került a növények leveles hajtásában helyet foglaló fotoszintézis rendszer alapvető építőelemei a fotoszintetikus pigmentek (klorofill a, b és karotin), melyek szerepet játszanak a fényenergia továbbításban, kémiai energiává alakításában. A szakirodalom tesz utalást arra vonatkozólag, hogy az egyes fehérje hidrolizátumok hatással lehetnek a növények klorofill szintézisére.

A kísérleti vizsgálatok során bizonyosságot nyert, hogy a CHL *a* magasabb koncentrációban van jelen a paprika zöld részeiben, mint a CHL *b*, akárcsak a paradicsom esetében. Mindhárom kezelés alkalmazásával a növények a fotoszintetikus pigmentek közül a CHL *a* és *b* esetében szignifikáns növekedést tapasztaltunk a kontroll egyedekhez képest (9. - 10. ábra).



9.ábra: A paprika leveles hajtásának fotoszintetikus pigment tartalma (klorofill a,b és teljes karotinoid) a fehérjehidrolizátumos kezelés hatására ($p < 0.05$).

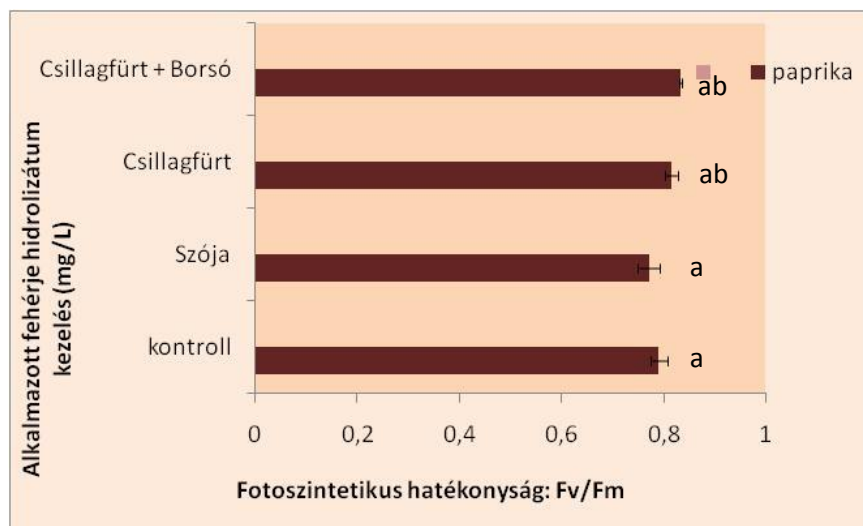


10. ábra: Klorofill a+ b tartalom zöld paprikában ($p < 0.05$).

A teljes karotinoid tartalom szintén magasabbnak bizonyult a kezelt paprika növények esetében, mint a kezeletlen egyedekében.

4.5.2. Fotoszintetikus hatékonyság a paprika levelén

A paprika leveles hajtásában mért eredmények alapján azt tapasztaltuk, hogy az Fv/Fm arány minden esetben a normál (0,75 - 0,85) tartományban maradt (11. ábra), ami arra utal, hogy a tenyészedőszak során fellépő szárazság még nem károsította a növények fotokémiai hatékonyságát. Az alkalmazott fehérjehidrolizátumos kezeléseket vizsgálva nem láttunk lényeges különbséget a kontrollhoz viszonyítva az adott környezeti feltételek mellett, figyelembe véve a szórásokat.

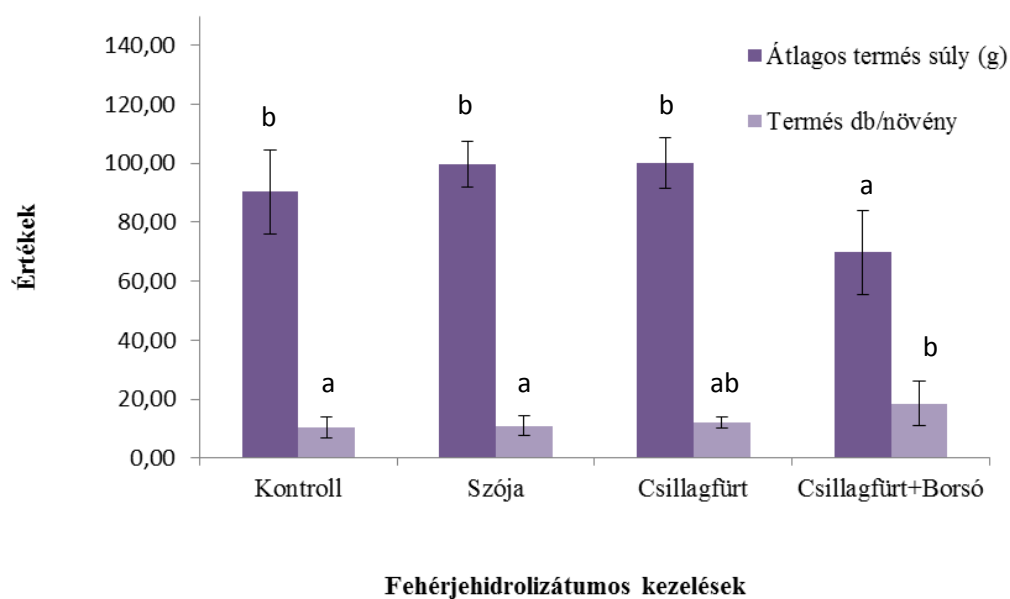


11.ábra: Fotoszintetikus aktivitás paprika levelén mért értékek alapján ($p < 0.05$).

4.6. Paprika mennyiségi paramétereinek értékelése

4.6.1. A paprika biomassa produkciója

A paradicsomhoz hasonlóan a paprika felfújott bogyótermésének friss tömeg mérésekor sem találtunk kiemelkedő, pozitív különbséget egyik kezelés esetében sem a kontrollhoz viszonyítva. Ugyanez mondható el az érett bogyótermések tövenkénti darabszámát illetően is (12. ábra). BOSELLI et al. (2011) alapján ehhez hasonlóan nem volt kimutatható különbség a szőlő termés hozamában fehérjehidrolizátumos kezelések hatására. A csillagfürt és borsó eredetű fehérje hidrolizátum együttes alkalmazása volt az egyetlen kivétel, ahol szignifikánsan több, ezzel együtt lényegesen apróbb bogyókat tudtunk begyűjteni. Ez az eredmény azonban nem feltétlenül a fehérje hidrolizátum hatásának tulajdonítható. A kísérlet ismétlése tudna erre megnyugtató választ adni.



12. ábra: Paprika termés mennyiségi paramétereit ($p < 0.05$).

4.6.2. Paprika szárazanyag vizsgálata

A szárazanyag beépülés mindhárom kezelés esetében nagyobb volt, mint a kontroll növényeknél. A legnagyobb értéket a csillagfürt és borsó eredetű fehérje kezelés eredményezte (9. táblázat).

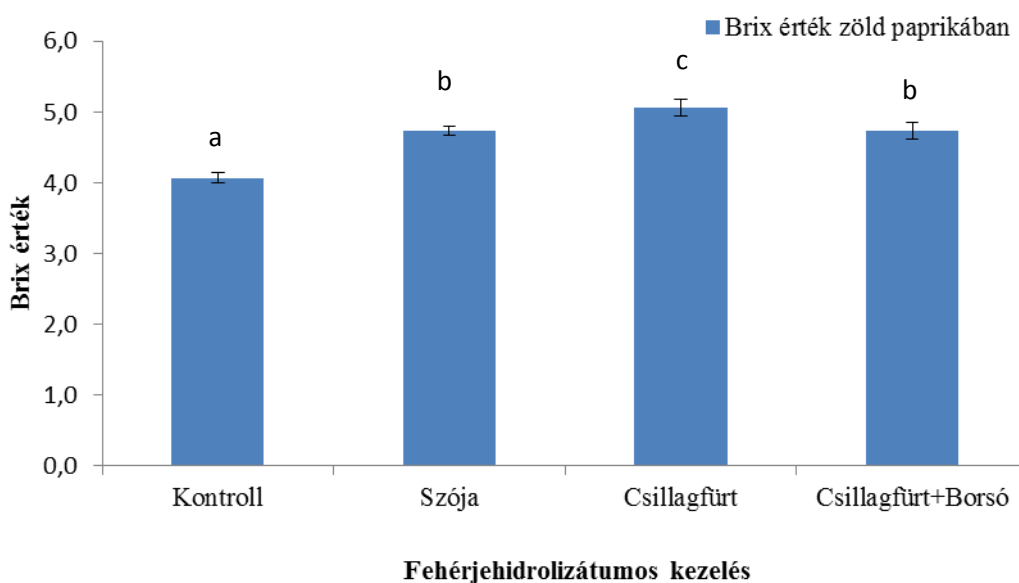
9. táblázat: Paprika szárazanyag tartalom (%)

Paprika szárazanyag tartalom (%)	
Kontroll	5,99
Szója	6,51
Csillagfürt	7,16
Csillagfürt+Borsó	7,60

4.8. Paprika beltartalmi paramétereinek értékelése

4.8.1. Paprika vízdoldható szárazanyag tartalma

A vízdoldható szárazanyag tartalom Brix értéke magasabb az összes kezelt paprika esetében, szemben a kezeletlen termésekével (13. ábra). A szárazanyag tartalommal összehasonlítva a Brix érték korrelációt mutatott.



13. ábra: A vízben oldható szárazanyag tartalom mérése során kapott eredmények ($p < 0.05$).

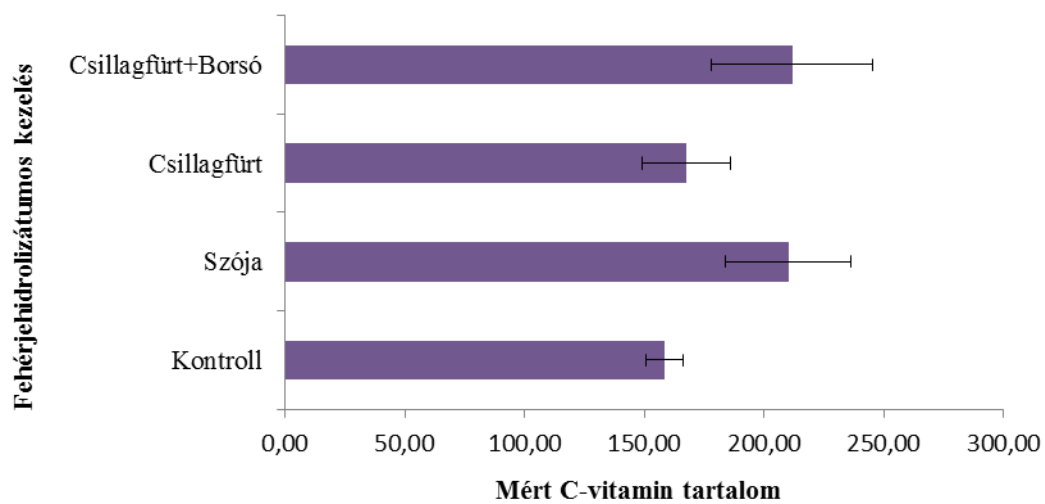
4.9. Minőségi paraméterek vizsgálata a paprika termésén

4.9.1. A C-vitamin vizsgálata paprikában

Köztudott a paprika magas C-vitamin tartalma éppen ezért elengedhetetlennek bizonyult, hogy e téren kiemelt figyelmet fordítsunk annak vizsgálatára. Az egyes kezelések eltérő hatékonysággal ugyan, de növelték a C-vitamin tartalmát a paprikában. A legmagasabb értékek a szója, illetve a csillagfürt és borsó kombinált fehérje kivonatokkal kezelt termések esetén jelentkeztek. A kísérlet során 158 – 211 mg/100g friss tömegre vonatkoztatott C-vitamin tartalmakat tudtunk kimérni a termésből (10. táblázat, 14. ábra).

10. táblázat: C-vitamin tartalom paprikában

<i>C-vitamin koncentráció paprikában (mg/100g)</i>		<i>SD</i>
Kontroll	158,4	8,0
Szója	210,1	26,0
Csillagfürt	167,6	18,5
Csillagfürt+Borsó	211,9	33,6



14. ábra: C-vitamin tartalom zöld paprikában

5. ÖSSZEFOGLALÁS

Napjainkban a növényi eredetű fehérje hidrolizátumok, mint „bio-stimulátorok” vagy „anyagcsere fokozók” alkalmazása egy lehetséges megközelítés az organikus növénytermesztésben. Ezek a fehérje hidrolizátumok természetes eredetű szerves anyagok, melyek képesek lehetnek pozitívan befolyásolni a növények egészséges fejlődését, mennyiségi és minőségi paramétereit; kémiai vegyszerek, szintetikus növekedés-szabályzók alkalmazása nélkül. A fehérje hidrolizátumok levélen keresztül történő felvétele és biológiai hatása azonban még nem teljesen tisztázott.

A szakirodalmi leírásokat figyelembe véve célul tűztük ki, hogy szója, csillagfürt illetve zöldborsóból származó fehérje hidrolizátumok növénybiológiai hatását vizsgáljuk paradicsom és paprika kisparcellás kísérletben. Részletesen vizsgáltuk, hogy az alkalmazott fehérje hidrolizátumoknak van-e hatása a növények fiziológiai állapotára, illetve a termések mennyiségére, minőségére.

A szikrodalmi leírásokat megerősítve a növények fotoszintetikus pigment tartalomban növekedést tapasztaltunk a fehérje hidrolizátumos kezelések hatására paprika és paradicsom esetében egyaránt.

Ami a termés mennyiséget illeti eredményeink azt mutatták, hogy a fehérje hidrolizátumok az alkalmazott koncentrációk és kezelés ismétlések mellett nem volt jelentős hatásuk. A termésminőségben azonban pozitív hatást tapasztaltunk, ami paprika esetében megnyilvánult a magasabb vízdoldható szárazanyag tartalomban s ezzel korrelálva a a Brix értékben valamint a C-vitamin tartalomban.

Paradicsom esetében megemelkedett a termések összes karotinoid tartalma és ezzel korrelálva külön-külön kimérhető volt a növekedés transz-likopin, transz/cisz karotin lutein mennyiségében.

A növényi eredetű fehérje hidrolizátumokat egymással összevetve a szója eredetű hidrolizátum bizonyult a legígéretesebbnek. Eredményeink összhangban vannak Prof. Boselli szőlő és gyümölcs ültetvényben tapasztalt eredményeivel, bár ők sokkal pozitívabb láttak. Ennek oka azzal magyarázható, hogy ők a fehérjehidrolizátumok kijuttatását a növényvédőszer kezelésekkel együttesen valósították meg. Így valószínűleg a benne lévő tapadást segítő anyagok segíthették a fehérje hidrolizátumok hatásának kifejeződését. Mi azonban a tisztán a fehérje hidrolizátumok hatását akartuk megnézni első körben. Terveink

között szerepel azonban a későbbikeben tapadást segítő anyagokkal kombinált kezelést végezni. Amit azonban ennél is fontosabbnak ítélnék a fehérje hidrolizátumok részletes vizsgálata, hogy lássuk mekkora méretű és milyen arányban tartalmaznak poli-, oligopeptideket illetve szabadaminosavakat, mivel ezek nagyban befolyásolják a növénybe való bejutásukat.

Mindezzel együtt az általunk vizsgált növényi eredetű fehérjehidrolizátumok alkalmazása növénykondicionálóként ígéretes lehet, bár jelen eredményeink alapján nem gondoljuk, hogy önmagában elég hatékonysággal képes befolyásolni a növényeket ahhoz, hogy termékként forgalomba hozható legyen. További vizsgálatok több koncentrációval, ismétlés számmal, egyéb kijuttatási móddal mindenképpen javasoltak.

6. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Szeretnénk köszönetet mondani mindazoknak, akik diplomamunkám során bármilyen módon segítségemre voltak.

Köszönettel tartozom Prof. Fári Miklós tanszékvezetőnek, aki a feltételeket biztosította a tanszéken folyó kísérletes munka megvalósításához.

Akinek segítségéért legnagyobb köszönettel tartozom Dr. Szabolcsy Éva, konzulensem, aki idejét nem sajnálva bármikor segítségemre állt, és dolgozatomat lelkiismeretesen, szakmai hozzáértéssel javította, és akihez bármikor bizalommal fordulhattam.

Köszönetemet szeretném kifejezni Gálné Dr. Remenyik Juditnak a karotinoidok elválasztásában nyújtott segítségért és, hogy rendelkezésünkre bocsájtotta HPLC készüléket.

Továbbá köszönöm Prof. Garab Győzőnek és Dr. Zsíros Ottónak, hogy lehetőséget biztosított az indirekt klorofill- fluoreszcencia mérésekhez a Szegedi Biológiai Kutatóközpont, Növény Biológiai Intézetében a Fotoszintetikus Membráncsoport kutatólaboratóriumában.

7. IRODALOM JEGYZÉK

- 1) Ashmead, H. D., Miller, G. (1986): The absorption mechanism of amino acid chelates by plant cells. In *Foliar Feeding of Plant with Amino Acids Chelates*; Noyes Publications, Park Ridge, Ny, pp. 219-235.
- 2) De Lucia, B. and Vecchietti L. (2012): Type of Bio-Stimulant and Application Method Effects on Stem Quality and Root System Growth in L.A. Lily Europ. J. Hort. Sci., 77. S. pp. 10–15.
- 3) Balázs S. (1994): *Zöldségtermesztők kézikönyve*. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 195-226 - 256. o.
- 4) Behera RK, Mishra PC, Choudhury NK (2002): High irradiance and water stress induce alterations in pigment composition and chloroplast activities of primary wheat leaves. *Journal of Plant Physiology* pp. 159: 967-973.
- 5) Bocz E. (szerk.) (1996.): *Szántóföldi növénytermesztés*. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- 6) Boselli, M. (2011): Effetto di trattamenti con idrolizzati proteici sulla varietà Corvina in Valpolicella kutatási beszámoló 1-10. o.
- 7) BOYER R.F., (1990): Isolation and Spectrophotometric Characterization of Photosynthetic Pigments *Biochemical Education* pp. 18; 203–206.
- 8) Cabuslay GS, Ito O, Alejar AA (2002): Physiological evaluation of responses of rice (*Oryza sativa* L.) to water deficit. *Plant Science* pp. 196: 815-827.
- 9) Cavani L., Ter Halle A., Richard C., Ciavatta C. (2006): Photosensitizing properties of protein hydrolysate-based fertilizers. *J. Agric. Food Chem.* 54, 9160-9167
- 10) Chen, S.-K.; Subler, S.; Edwards, C. A. (2002): Effects of agricultural biostimulants on soil microbial activity and nitrogen dynamics. *Appl. Soil Ecol.*, pp. 19, 249-259.
- 11) Di Matteo, A., Sacco, A., Anacleria, M., Pezzotti, M., Delledonne, M., Ferrarini, A., Frusciante, L. and Barone, A. (2010): The ascorbic acid content of tomato fruits is associated with the expression of genes involved in pectin degradation. *BMC Plant Biology*, pp. 10:163-173.
- 12) Engloner A., Penszka K., Szerdahelyi T. (2001): *A hajtásos növények ismerete*. Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó, 153. o.

- 13) Felszeghy Ö., Ábrahám S. (1976) : A biokémia alapjai, Dacia könyvkiadó, Kolozsvár 551-552. o.
- 14) Fodor Gy. (1971): Mértékegység-kislexikon. Budapest: Műszaki. 38. o.
- 15) Frankenberger, W.T. Jr. and M. Arshad. 1995. Phytohormones in Soil: Microbial production and function. New York, Marcel Dekker, pp. 503.
- 16) Fromme P, Jordan P, Krauss N (2001): Structure of photosystem I. Biochim. Biophys. Acta 1507: pp. 5-31.
- 17) Gama, T., J.J., Tadiotti, A.C., Sylos, C.M. (2006): Comparison of carotenoid content in tomato, tomato pulp and ketchup by liquid chromatography, Alim. Nutr., Araraquara 17 pp. 353-358.
- 18) Ghosh, D. C.; Nandi, P.; Shivkumar, K. (2000): Effect of biofertilizer and growth regulator on growth and productivity of potato (*Solanum tuberosum*) at different fertility levels. Indian J. Agric, pp. 70, 466-468.
- 19) Hsu, H. H.; Ashmead, H. D.; Graff, D. J. (1982): Adsorption and distribution of foliar applied iron by plants. J. Plant Nutr, pp. 5, 969-974.
- 20) Jardin, P. (2012): The Science of biostimulants – A bibliographic analysis. Contract 30-CE0455515/00 Final Report, pp.13-24.
- 21) John Wiley & Sons. (2008): "Amino acids". Peptides from A to Z: A Concise Encyclopedia. ISBN 9783527621170.
- 22) Jones D.L. (1999): Amino acid degradation and its potential effects on organic nitrogen capture by plants. Soil Biology and Biochemistry, pp. 31:613–622.
- 23) Kalbasi, M.; Shariatmadari, H. (1993): Blood powder: a source of iron for the plants. J. Plant Nutr. 16, 2213-2223.
- 24) Kandra L. (2006): Biokémiai gyakorlatok 6. javított, bővített kiadás Debrecen. 36.-38.
- 25) Kautsky H., Hirsch A. (1931): Neue Versuche zur Kohlensäureassimilation. Die Naturwissenschaften, pp. 19, 964.
- 26) Lachlab, N., Sanzani, S., Adrian, M., Chiltz, A., Balacey, S., Boselli, M., Ippolito, A., Poinssot, B. (2014): Soybean and casein hydrolysates induce grapevine immune responses and resistance against *Plasmopara viticola* Frontiers in Plant Science, pp. 5: 716
- 27) Lénárd G. (2002): Biológia II. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest,.

- 28) Ma., J.F., (2011): Role of silicon in enhancing the resistance of plants to biotic and abiotic stresses. *Soil Science and Plant Nutrition*, pp. 37-41.
- 29) Matus Z. (2003): Karotinoidok meghatározása biológiai mintákból HPLC módszerrel
Ph.D. dolgozat, 68-69. o.
- 30) Mladenova, Y. I., Maini, P., Mallegni, C., Goltsev, V., Vladova, R., Vinarova, K., Rotcheva, S. (1998): An amino-acid-based biostimulant reducing osmotic stress metabolic changes in maize. *Agro Food Industry Hi-Tech*, pp.18-22.
- 31) Mohiuddin, M.; Das, A. K.; Ghosh, D. C. (2000): Growth and productivity of wheat as influenced by integrated use of chemicals fertilizer, biofertilizer and growth regulator. *Indian J. Plant Physiol*, 5, pp. 334-338.
- 32) Nasholm, T.; Huss-Dannell, K.; Hogberg, P. (2001): Uptake of glycine by field grown wheat. *New Phytol*, pp. 150, 59-63.
- 33) Papagerorgiou, G.C., Gonvidjee, E. (2004): Chlorophyll a fluorescence a signature of photosynthesis. *Advances in Photosynthesis and Respiration*, Vol. 19. New York: Springer, pp. 2-32.
- 34) Porra, R.J., Thompson, W.A., Kriedemann, P. (1989) Determination of accurate extinction coefficients and simultaneous equations for assaying chlorophylls a and b extracted with four different solvents: verification of the concentration of chlorophyll standards by atomic absorption spectroscopy. *Biochimica Et Biophysica Acta-bioenergetics*, pp. 384-394.
- 35) Quartieri, M.; Cavani, L.; Lucchi, A.; Marangoni, B.; Tagliavini, M. (2002): Effects of the rate of protein hydrolysis spray concentration on growth of potted kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) plants. *Acta Horti*, pp. 594, 341-347.
- 36) Stober F., (1993): Untersuchungen zur Laser-induzierten Blau-, Grün- und Rotfluoreszenz an Pflanzen unter Einsatz eines optischen Vielkanalanalysators (OMA). *Doktori értekezés, University of Karlsruhe, ISSN 0173-3133*
- 37) Varga A, Martinez RMG, Záray G, Fodor F (1999): Investigation of effects of cadmium, lead, nickel and vanadium contamination on the uptake and transport processes in cucumber plants by TXRF spectrometry. *Spectrochimica Acta B* 54:1455-1462

INTERNETES HIVATKOZÁSOK:

- 1) I1:<http://www.agraroldal.hu/feherjeszintezis-kifejezes.html> 2014.09.25. 14.16h
- 2) I2:<http://www.priyachem.com/effect.htm#> 2014.09.12. 20.20h
- 3) I3:http://www.jgypk.uszeged.hu/dok/tamopsport/_Testnevelok%20medicinalis%20edukacioja/Biokemia/aminosavak_anyagcsereje_alakitott---EGYBEN.pdf 2014.09.13. 10.13h
- 4) I4:https://www.google.hu/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CB8QFjAA&url=https%3A%2F%2Fwww.aki.gov.hu%2Fpublikaciok%2Fdokumentum%2Ff%3A20314%2F2012%255C23.%2Bsz%25C3%25A1m&ei=1ruRVITvL8TrUs_bg5AE&usg=AFQjCNEUQyw4pAez3VAzzikJQSDVy4LaHQ&bvm=bv.82001339,d.bGQ&cad=rja 2014.09.13. 20.41h

NYILATKOZAT

Blizman Barnabás büntetőjogi és fegyelmi felelősségem tudatában kijelentem és aláírással igazolom, hogy a diplomadolgozat saját munkám eredménye. A felhasznált irodalmat korrekt módon kezeltem, a diplomamunkára vonatkozó jogszabályokat betartottam.

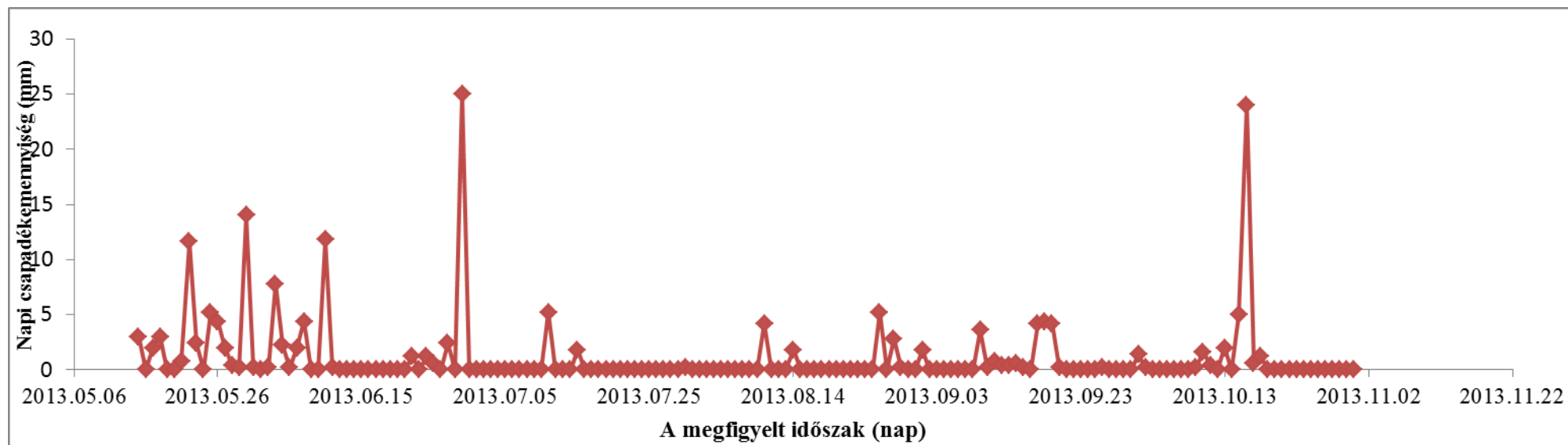
Debrecen, 2012.10.23.

.....

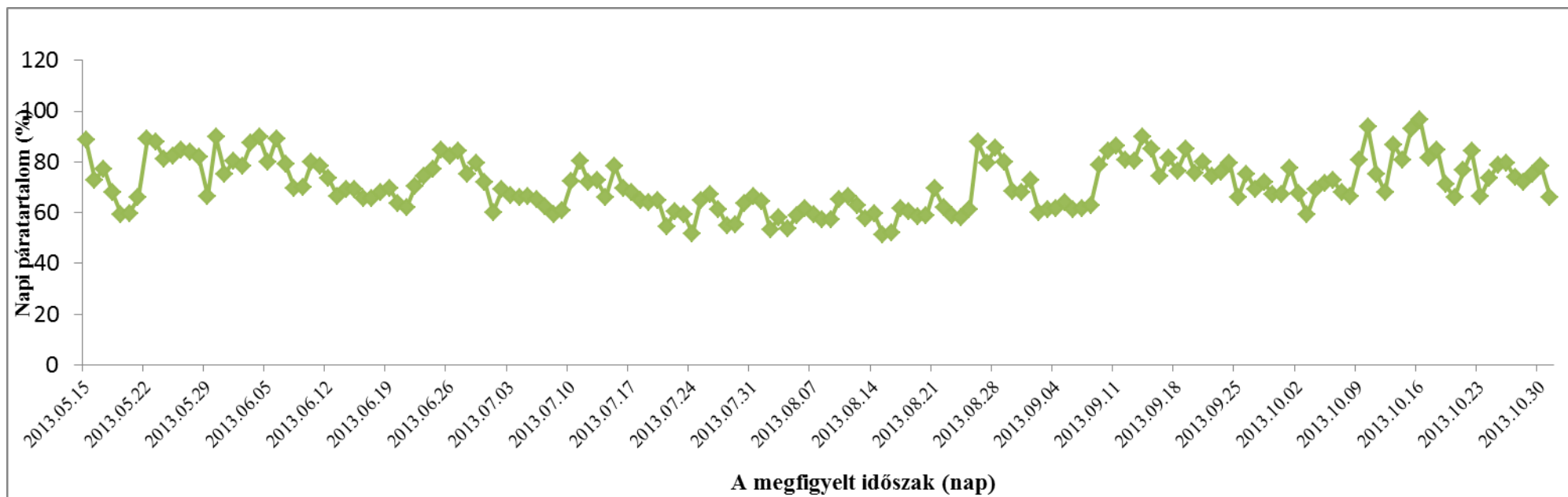
aláírás

Születési idő: 1987.06.14.

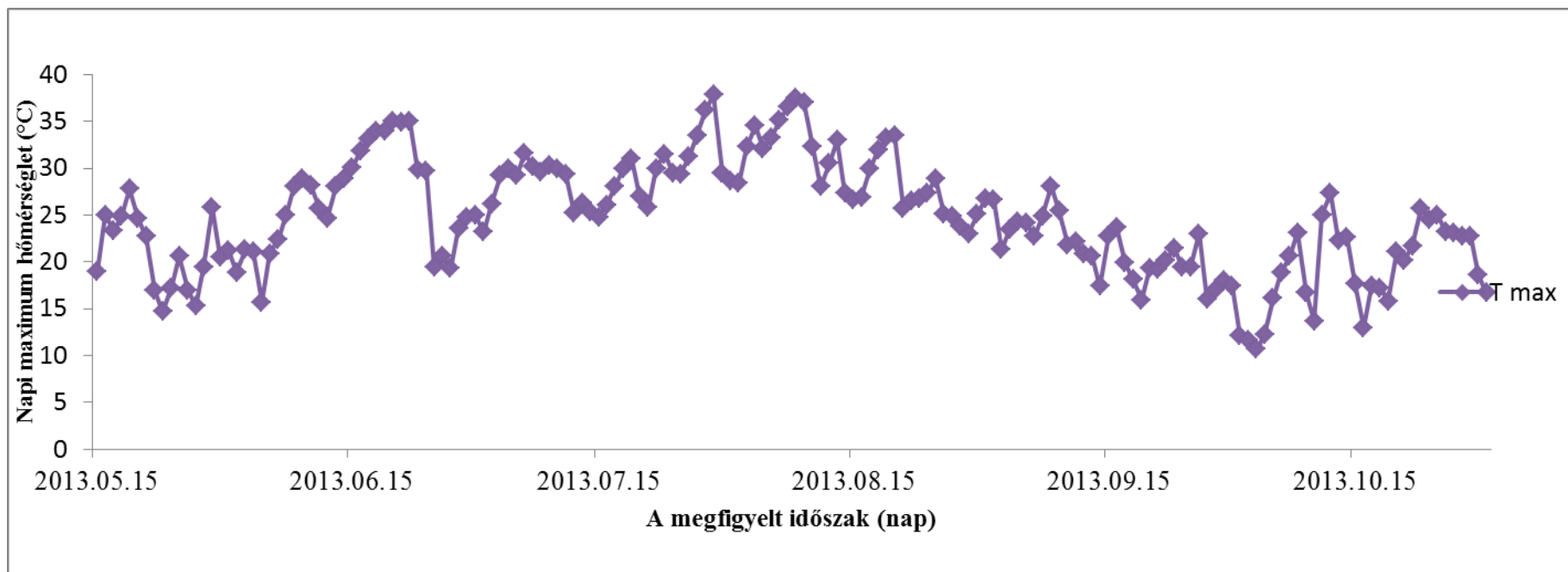
MELLÉKLETEK



1. melléklet: A vegetációs időszakban tapasztalt napi csapadék



2. melléklet: A kísérlet időszakában mért napi páratartalom



3. melléklet: Napi maximum hőmérsékleti értékek a vegetációs időszakban