

Debreceni Egyetem
Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar

Élelmiszertudományi Intézet
Intézetvezető: Prof. Dr. Kovács Béla Róbert, egyetemi tanár

TUDOMÁNYOS DIÁKKÖRI DOLGOZAT

***TRICHODERMA* BIOSTIMULÁNSSAL KEZELT, ILLETVE
KONTROLL FEKETE BODZA (*SAMBUCUS NIGRA L.*) KÜLÖNBÖZŐ
BELTARTALMI ÉRTÉKEINEK ÖSSZEHASONLÍTÁSA**

Urbán Boglárka
Élelmiszermérnök jelölt

Konzulensek:
Prof. Dr. Karaffa Erzsébet Mónika
Egyetemi tanár

Dr. Csótó András
Adjunktus

Dr. Alexa Loránd
Adjunktus

Debrecen
2024.

TARTALOMJEGYZÉK

Rövidítések jegyzéke	2
BEVEZETÉS	3
1. CÉLKITŰZÉS.....	5
2. SZAKIRODALOMI ÁTTEKINTÉS	6
2.1. A fekete bodza rendszertani besorolása	6
2.2. Termesztésének története és jelenlegi helyzete.....	6
2.3. A fekete bodza beltartalmi-, és táplálkozási értékei	7
2.4. A fekete bodza felhasználása	11
2.5. Biostimulátorok jellemzése	12
2.6. <i>Trichoderma</i> fajok a növényápolásban	14
3. ANYAG ÉS MÓDSZER.....	16
3.1. A kísérlet helye, körülményei	16
3.2. Minták előkészítése	17
3.3. Előzetes vizsgálatok	17
3.4. Beltartalmi vizsgálatok.....	18
3.4.1. Összes polifenol-tartalom meghatározása	18
3.4.2. Flavonoid-tartalom meghatározása	19
3.4.3. C- vitamin tartalom meghatározása.....	20
3.4.4. Savtartalom meghatározása.....	21
3.4.5. Fehérjetartalom meghatározása	22
3.4.6. Ásványianyag-tartalom meghatározás	24
3.5. Statisztikai módszerek.....	25
4. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK	26
4.1. Összes polifenol tartalom	26
4.2. Flavonoid-tartalom	27
4.3. C-vitamin tartalom	27
4.4. Összes savtartalom	28
4.5. Fehérjetartalom	29
4.6. Ásványianyag tartalom.....	30
5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK.....	32
ÖSSZEFOGLALÁS.....	34
IRODALOMJEGYZÉK.....	36
ÁBRÁK, TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE	42

Rövidítések jegyzéke

BOTÉSZ: Bodzatermesztők Termelő Értékesítő Szövetkezete

EBIC: Európai Biostimulánsok Ipari Tanács (European Biostimulants Industry Council)

EU: Európai Unió

KAP: Közös Agrárpolitika

USDA: Amerikai Egyesült Államok Földművelésügyi Minisztériuma (United States Department of Agriculture)

BEVEZETÉS

Az utóbbi időben a mezőgazdasági ágazat egyidejűleg szembesül azzal a kihívással, hogy a növekvő világnépesség élelmezése érdekében növelni kell a termelékenységet és az erőforrások felhasználásának hatékonyságát, miközben csökkenteni kell az ökoszisztémákra és az emberi egészségre gyakorolt környezeti hatásokat. A műtrágyák és a növényvédő szerek kulcsfontosságú szerepet játszanak a mezőgazdaságban, mivel hatékony eszközt jelentenek a termelők számára a termés hozam növeléséhez és a folyamatos termelékenység biztosításához az évszakok során optimális és szuboptimális körülmények között egyaránt. Az elmúlt három évtizedben számos technológiai újítást javasoltak a mezőgazdasági termelési rendszerek fenntarthatóságának fokozására a szintetikus agrokémiai szerek, például a növényvédő szerek és műtrágyák jelentős csökkentése révén (PASCALE et al., 2020).

A mai mezőgazdaságnak úgy kell növelnie a termelékenységét, hogy közben eleget tegyen a társadalmi elvárásoknak és tartsa be a környezetvédelmi előírásokat is. Az egyik ilyen szabályozás a növényvédőszer-hatóanyagok fokozatos kivonása, ami miatt évről évre csökken a rendelkezésekre álló kemikáliák száma, ezzel megnehezítve a hatékony gazdálkodást. Az Európai Zöld Megállapodás (Green Deal) és a Közös Agrárpolitika (KAP) is tartalmaz rendelkezéseket ezzel kapcsolatban. A felhasznált vegyszerek csökkentése érdekében született meg az Európai Zöld Megállapodás, melynek célja, hogy a „termőföldtől az asztalig” elv mentén 2030-ra a növényvédő szerek felét kivonják a termelésből. A megállapodás célja a klímaváltozás lassítása és Európa környezetének védelme. Fő törekvése az üvegházhatású gázok kibocsátásának, illetve a fosszilis energiahordozók felhasználásának csökkentése azáltal, hogy megvalósítja az átállást az új, megújuló energiaforrásokra. Emellett megszorításokat is tartalmaz a mezőgazdaság területén, amelyek a fenntartható termelést támogatják. A Green Deal egy olyan terv, amely 2050-re a szén-dioxid-mentes EU gazdaságot, az energiarendszer átalakítását és az éghajlatváltozás elleni harc fokozását tűzte ki célul (LEONARD et al., 2021).

Az élelmiszeripar az egyik legfontosabb ágazat az Európai Unióban, mivel központi szerepet játszik a mezőgazdasági nyersanyagok feldolgozásában. Ez az ágazat is számos kihívással küzd: technikai és gazdasági változásokkal kell szembenéznie a társadalomban, a gyártásban és az élelmiszerfeldolgozásban, amelyek viszont jelentős hatással vannak a teljes élelmiszerellátási láncra, egészen az élelmiszerek fogyasztókhoz való eljuttatásáig, illetve arra kényszeríti a piac résztvevőit, hogy kiemelt figyelmet fordítsanak a fogyasztók egészséges

életmód iránti igényét kielégítő élelmiszerekre. Az élelmiszeripari innovációk gyakran helyettesítő termékek kifejlesztésére, táplálkozási előírások betartására vagy az élelmiszeradalékanyagokra vonatkozó előírások betartására irányulnak. Ezek általában új vagy továbbfejlesztett fogyasztói termékek és szolgáltatások, és az élelmiszertechnológia egy területére összpontosíthatnak, például a folyamattervezésre, a termékösszetételre, az élelmiszerek minőségére vagy a fogyasztói igényekre. Ezenkívül a technológiai innovációt a társadalmi és kulturális innovációval ötvözni kell annak érdekében is, hogy minden közösség számára a táplálkozási, személyes és társadalmi igényeit kielégítő élelmiszereket állítsanak elő (BIGLIARDI – GALATI, 2013).

A funkcionális élelmiszerek ma elsődleges fontosságúak a világ összes kutatóintézetében, nagy erőt fektetnek annak azonosítására, hogy a különböző funkcionális élelmiszerek és azok összetevői hogyan segíthetnek a krónikus betegségek megelőzésében. A kutatási erőfeszítéseket ki kell terjeszteni arra is, hogy a növénytermesztésben ne csak a terméshozam növelésére, hanem a növények tápértékének megőrzésére, illetve növelésére is összpontosítsanak (LEISNER, 2020). KICZOROWSKI (2019) szerint a fogyasztók elvárása a gyümölcsök magas tápértékével szemben arra ösztönzik a termelőket, hogy természetes eredetű biostimulánsokat keressenek, amelyek hatékonyan növelhetik a termés termelékenységét és beltartalmi értékeit. Az utóbbi években megnőtt az élelmiszerekben található bioaktív vegyületekkel kapcsolatos kutatások száma. A növényvilágban megtalálható számos, az emberi szervezet működését és állapotát befolyásoló alanyanyag (COSTA et al., 2013). A bioaktív vegyületek egyik viszonylag kevésbé ismert forrása a fekete bodza (*Sambucus nigra* L.), amelynek fogyasztása számos betegség megelőzését biztosítja.

1. CÉLKITÚZÉS

Az élelmiszertermelés jövője és a környezetbiztonság veszélyben van a mezőgazdaságban felmerülő problémák miatt. A növényvédő szerek és a szintetikus műtrágyák túlzott használata az élő szervezeteket a kémiai vegyületek magas toxicitásának teszi ki. Egy másik jelentős probléma merül fel a mezőgazdasági hulladék nem megfelelő kezelése kapcsán, ami jelentősen szennyezheti a környezetet. Ezen problémák leküzdésére megoldás lehet a *Trichoderma* gombákat tartalmazó mezőgazdasági termékek használata (ZIN – BADALUDDIN, 2020).

Kutatómunkám során Prof. Dr. Karaffa Erzsébet és Dr. Kovács Csilla Biopeszticid gombatörzsek és készítmények P1800012/18 szabadalmából született Tricho Immun termék hatékonyságát vizsgálatam a fekete bodza (*Sambucus nigra* L.) beltartalmi értékein. A fekete bodza jó forrása a fehérjéknek, aminosavaknak, vitaminoknak, antioxidánsoknak és az ásványi anyagoknak. Számos kutatás igazolja, hogy magas biológiai aktivitású komponenseket, elsősorban polifenolokat, főként flavonolokat és antociánokat tartalmaz. Ezek a színyanyagok adják jellegzetes sötét lila színét, amit az élelmiszeripar természetes színezékként használ fel. Amellett, hogy ezek a vegyületek színyanyagok, antioxidáns tulajdonsággal is rendelkeznek, amit a gyógyszeripar széleskörűen felhasznál.

Dolgozatomba arra kerestem a választ, hogy a fekete bodza különböző beltartalmi értékeit a *Trichoderma* gomba hogyan befolyásolja. Vizsgáltam a gyümölcs összes polifenol- és flavonoid tartalmát, összes savtartalmát, fehérjetartalmát, C-vitamin tartalmát és ásványianyag tartalmát.

2. SZAKIRODALOMI ÁTTEKINTÉS

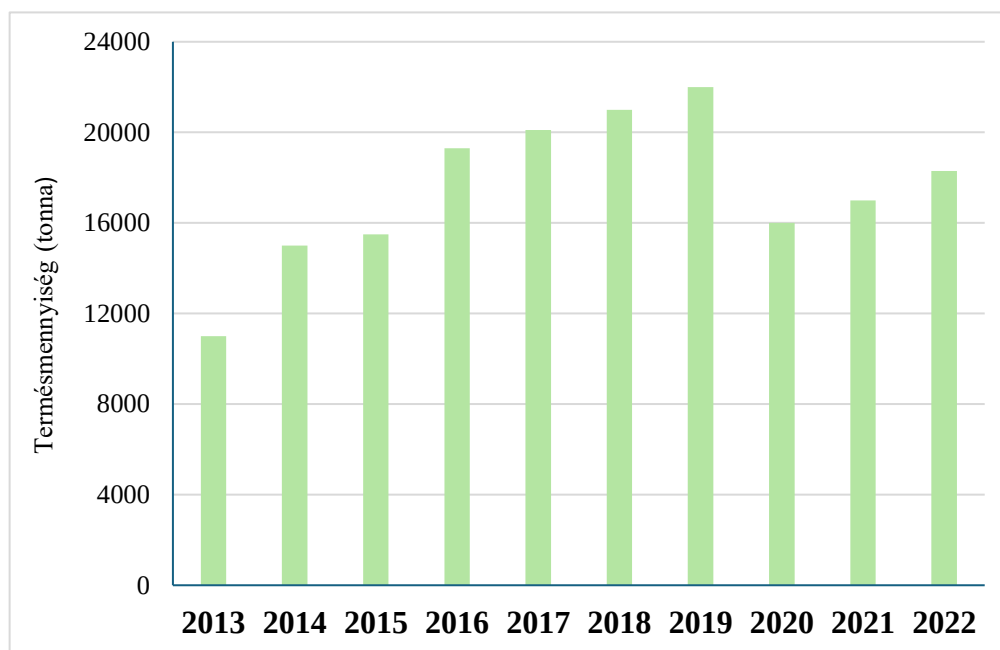
2.1. A fekete bodza rendszertani besorolása

A fekete bodza (*Sambucus nigra* L.) a mácsonyvirágúak (Dipsacales) rendjének, a pézsmaboglárka-félék (Adoxaceae) családjának, azon belül a Bodzafélék (*Sambucus*) nemzetségnek a tagja (PRISZTER, 1998). A gyakorlati rendszertan alapján a bogyós gyümölcsökhöz tartozik (SURÁNYI, 1992).

2.2. Termesztésének története és jelenlegi helyzete

Termesztését majd nemesítését Észak-Amerikában kezdték meg az amerikai bodza (*Sambucus canadensis*) faj megjelenésével az 1890-es években. Az 1960-as évektől Európában először Dániában kezdték el a bodzatermesztést, (VINICZAI, 2002) azóta számos európai ország foglalkozik bodzatermesztéssel. 1950-es évek végén a klosterneuburgi kutatóintézetben kezdődött el a termesztés technológia-, illetve fajtakutatása. A Duna árterén végzett szelekciós munka eredményeként az osztrák kutatók a legjobb egyed típusának a 'Haschberg' nevet adták, ami nemcsak Ausztriában, hanem Európa többi bodzatermesztő országában is kedvelt fajtává vált (SIPOS 2010; WURM, 2010).

Hazánkban 1979-ben kezdődött el az első ültetvények létesítése csekély területen. A fellendülés az 1990-es évek végére tehető, amikor létrejött a Bodzatermesztők Termelő Értékesítő Szövetkezete (BOTÉSZ). A 'Haschberg' az államilag elismert fajták jegyzékébe került és jelentős területen elkezdődött az ültetvények telepítése. Ennek eredményeként hazánkban 1999-2005 között a termő terület nagysága megkétszereződött (SIPOS, 2010). A növekedés tovább folytatódott, amit az 1. ábrán láthatunk. Mára a legjelentősebb termesztett bogyósgyümölcs hazánkban. A növekedés mértéke köszönhető annak, hogy alacsonynak mondható az ültetvénylétesítési, ápolási és betakarítási költsége, illetve a jó termőképességű és gyümölcsminőségű fajtáknak, valamint a kedvező értékesítési lehetőségeknek (CSIHON – GONDA, 2020). A hazai bodzát elsősorban itthon dolgozzák fel, ugyanakkor jelentős felvásárlónak számít Ausztria és Németország. A világban közel 100 000 tonna bodzát termesztenek évente, melynek 15–20%-át termeli hazánk, így világviszonylatban a legnagyobb termelő orszaggá váltunk. Legnagyobb termőterületeink Bács-Kiskun és Borsod-Abaúj Zemplén vármegyékben találhatóak (FRUITVEB, 2023).



1. ábra: A bodza termésmennyiségének alakulása Magyarországon

Forrás: FRUITVEB (2023)

2.3. A fekete bodza beltartalmi-, és táplálkozási értékei

A fekete bodza összetétele számos tényezőtől függ: a fajtától, az érettségi foktól, valamint a környezeti és éghajlati feltételektől (KADER – BARRETT, 2005). Jó forrása az olyan tápanyagoknak, mint a fehérjék, aminosavak, élelmi rostok, különböző vitaminok, szerves savak és cukrok. A beltartalmi értékeket az 1. táblázat foglalja össze. Az átlagosnál magasabbnak mondható a gyümölcsökhöz képest az energiatartalma és a víztartalma, mivel előbbi értéke 200-305 kJ/100g, utóbbié 79,8-82g/100g között mozog. Szénhidrátartalma alacsony (6,52-18,4 g/100 g) (SOUCI et al., 2008; GELLER, 2010; USDA, 2019), melyből az egyszerű cukrok jelenléte a meghatározó. Glükóz tartalma 3,15g/100g, fruktóz tartalma pedig 3,12g/100g. Fentieken túl még kis mennyiségben (0,25 g/100g) szacharózt is tartalmaz (SOUCI et al., 2008). A cukrok glükogén formájában raktározódnak el a szervezetben, ami kedvezően hat az izmok és a máj működésére (PORPÁCZY, 1987).

A bodza jó fehérjeforrás, a gyümölcsök 2,7-2,9%-os, a virágok 2,4%-os, míg a levelek 3,3%-os fehérjetartalommal rendelkeznek. A gyümölcsökben, levelekben és virágokban az aminosavak szabad vagy konjugált formában fordulnak elő. A bodza fehérjéje teljes értékű, a gyümölcsökben található tizenhat aminosav közül hét az esszenciális (az emberi szervezet nem

képes szintetizálni, ezért a táplálékkal kell pótolni) és a nem esszenciális (a szervezetben más aminosavakból szintetizálható) aminosavak csoportjába tartozik, míg a többi kilenc aminosav a virágokban és levelekben található (SIDOR et al., 2015). A legfontosabb aminosavak, amit a gyümölcsben azonosítottak, a glutaminsav (0,311%), az aszparaginsav (0,303%), az alanin (0,238%), a leucin (0,205%) és a tirozin (0,198%) (VULIC et al., 2008).

1. táblázat: A fekete bodza beltartalmi értékei 100 g gyümölcsre vonatkoztatva

Összetétel	Mértékegység	SOUICI et al. (2008)	Geller (2010)	USDA (2019)
Átlagos energia	kJ	229	200	305
	kcal	54	50	73
Víz	g	80,9	82	79,80
Fehérje	g	2,53	2,50	0,66
Zsír	g	1,7	0,40	0,50
Oldható szénhidrát	g	6,52	8	18,40
Összes élelmi rost	g	-	5,5	7,00
E-vitamin	mg	0,36	0,1	-
B1-vitamin	mg	0,07	0,07	0,07
B2-vitamin	mg	0,08	0,08	0,06
B6-vitamin	mg	0,25	0,3	0,23
C-vitamin	mg	18	20	36

Forrás: SOUCI et al., 2008; GELLER, 2010; USDA, 2014

Az 1. táblázat mutatja, hogy a bodza gyümölcse gazdag C-vitaminban, emellett B₁-, B₂-, B₆- és E-vitamin is található benne. A vitaminok olyan szerves vegyületek, amelyek az emberi szervezet számára nélkülözhetetlenek. Az ajánlott beviteli mennyiségük alacsony, de enyhe hiányuk súlyos egészségügyi problémákat okozhat. A vitaminokkal kapcsolatos ismert emberi betegségek közé tartozik többek között a skorbut (C-vitamin), a beriberi (B₁-vitamin), valamint a vérszegénység (B₆-vitamin). A növények számos olyan vitamint tartalmaznak, amelyek nemcsak az ember anyagcseréhez, hanem számukra is nélkülözhetetlenek redoxkémia és kofaktor szerepük miatt, és némelyikük erős antioxidáns potenciállal is rendelkezik (ASENSI-FABADO M. A. et al., 2010).

A cukrok mellett a szerves savak összetétele és tartalma is fontos tényező, amely befolyásolja a gyümölcsök érzékszervi tulajdonságait. VEBERIC és kutatótársai (2009) bodzabogyókban négy szerves savat találtak: a citromsav fordult elő a legnagyobb mennyiségben ezt követi az almasav, majd kisebb koncentrációban a sikiminsav és a fumársav. A citromsavat és származékait pH-szabályozóként, szilárdítószerként, ízfokozóként, tartósítószerként és az aszkorbinsavval együtt a zöldség- és gyümölcstermékek enzimatisz barnulásának megelőzésére használják. Önmagában nem antioxidáns, de fokozza a fenolos elsődleges antioxidánsok hatékonyságát. Az almasavat a citromsav alternatívájaként, ízesítőszerként és a keserű ízek elfedésére és savanyúság biztosítására alkalmazzák. Ezenkívül kelátképző és antioxidáns tulajdonságokkal rendelkezik (CHAHARDOLI et al., 2020).

A bodza bioaktív vegyületeket is tartalmaz, elsősorban polifenolokat, mint például flavonolokat, fenolsavakat, proantocianidint és antocianinokat, amelyek a gyümölcs jellegzetes fekete-lila színét adják. Változatos kémiai szerkezettel rendelkeznek, megtalálható közöttük egyszerű, illetve polimer vegyületek is. Alapvázuk legalább egy fenolos gyűrűből áll, amelyhez egy vagy több hidroxilcsoport kapcsolódik, de az alapvázhoz más vegyületek, például szacharidok vagy szerves savak is kötődhetnek. (FERRERES et al., 2009).

A polifenolok a növények másodlagos anyagcseretermékei, amelyek nem közvetlenül befolyásolják a növények növekedését, szaporodását vagy fejlődését, azonban védelmi szerepet töltenek be, például segítenek a stresszhatásokkal, mint a kártevők elleni védekezéssel szemben. (DUTHIE et al., 2000).

A polifenolok közül a legnagyobb mennyiségben az antocianinok vannak jelen a bodzába. Ez a pigmentcsoport felelős a bodza jellegzetes sötét színéért, amit nem egyféle antocianin vegyület ad, hanem változó arányban lévő, eltérő szerkezetű antocianinok alakítják ki. A vegyület glikozid formában jelenik meg a természetben, az antocionidinekhez (aglikon) egy cukor rész kapcsolódik. Az antocionidin vízben oldhatatlan, azonban a hozzá kapcsolódó cukorrész javítja az oldhatóságát és stabilitását (GOMBKÖTŐ, 1985). A gyümölcsben kétféle antocianint analizáltak, a cianidint (737 mg/100g) és a quercetint (61,3 mg/100g) (VEBERIC et al., 2009). Legnagyobb mennyiségben cianidin-3-szambubiozidot (32,4%) és cianidin-3-glikozidot (67,5%) tartalmaz, kisebb százalékban pedig cianidin-3-szambubiozid-5-glikozidot (1,1%) és cianidin-3,5-diglikozidot (0,8%) mutattak ki (HONG – WROLSTAD, 1990).

Az antocianidok nemcsak antioxidánsként hatnak, hanem baktériumölőként, vírusölőként és immunerősítőként is. Fogyasztásukkal megelőzhetőek a szív- és érrendszeri betegségek, cukorbetegség vagy akár a rákbetegség is (DAWIDOWICZ et al., 2006).

A bodza gyümölcsének ásványi-anyag tartalma kiváló, amit a 2. táblázatba láthatunk. A tápelemek nélkülözhetetlenek a növények növekedésében, anyagcseréjében és egészséges fejlődésében. Felelősek a növények biokémiai és fiziológiai anyagcsere-folyamatainak szabályozásáért, és hiányuk vagy túlsúlyuk zavart okozhat bennük (BERGMANN, 1993). Az ásványi anyagok nemcsak a növények számára fontos, hanem az emberi szervezet működéséhez is elengedhetetlen. Olyan kémiai alkotórészek, amelyeket sokféleképpen hasznosítunk, bár nem termelnek energiát. Minden testszövetben és folyadékban jelen vannak, és nélkülözhetetlenek az élethez szükséges fizikai-kémiai folyamatok fenntartásához. A gyümölcsök ásványi-elem tartalmát sok tényező befolyásolja. Összetételük genetikailag meghatározott, de változhat a környezeti tényezőktől, például a hőmérséklettől és a fénytől, a talajban rendelkezésre álló tápanyagok mennyiségétől. Ezenkívül a termés érettsége és a növény fogyasztásra szánt része is befolyásolja mennyiségüket (MARTINEZ – BALLESTA et al., 2010).

2. táblázat: A fekete bodza gyümölcsének ásványi-elem tartalma (mg/100g)

	SOUICI et al. (2008)	Geller (2010)	USDA (2019)
Kalcium	35	35	38
Vas	-	1,6	1,6
Magnézium	-	30	5
Foszfor	57	60	39
Kálium	305	305	280
Nátrium	0,5	1	6
Cink	-	0,2	0,11
Réz	-	0,06	0,061
Mangán	-	0,6	-

Forrás: SOUCI et al., 2008; GELLER, 2010; USDA, 2014

2.4. A fekete bodza felhasználása

A bogyókat legjobb nem nyersen fogyasztani, mivel enyhén mérgezőek, hányást okoznak. Enyhe mérgező hatása főzéssel kiküszöbölhető. Minden zöld része cianogén glikozidokat tartalmaz, és mérgező (VULIC et al., 2008).

A bodza gyógynövényként való felhasználása nagyon hosszú múltra tekint vissza. A növény minden részét különböző betegségek kezelésére használják. A bogyótermés anyagai izzasztó és vizelethajtó, a levele pedig immunerősítő és vérnyomás-szabályozó hatásúak. A virága az anyagcserére, illetve a keringésre van pozitív hatással, míg a kérge fájdalomcsillapítóként és gyengéd hashajtóként hat (HEIDBÖMER, 2019). Továbbá a bodza termése tanninokat tartalmaz, amely ismert, hogy pozitív hatással vannak a hasmenésre, az orrdugulásra és a légzés javítására (NOVELLI, 2003). Virágát főként szárított formában használják fel, amely népszerű gyógyteák alapanyagaként szolgál, akár önmagában, akár más növényekkel keverve. Kivonatából italokat, szörpöket, borokat és bodzalekvárt is előállítanak (SIPOS, 2010). Számos kutatás igazolja, hogy vízhajtó és antidiabetikus hatással is rendelkezik (KAACK, 2008). A bodzavirágot nemcsak élelmiszerként használják, hanem kozmetikai célokra is, leginkább bőrápoló krémek összetevőjeként alkalmazzák (BREMNESS, 1991).

A bodza színanyagainak és a termék minőségének megőrzése érdekében a betakarítást követően lehetőleg 12 órán belül feldolgozásra kell, hogy kerüljön, mely két fő formában történik: félkész termékek és késztermékek előállításával. A félkész termékek közül a leggyakoribb a tiszta, szűrt sűrítmény és a rostos gyümölcsvelő előállítása. A begyűjtött bodza termésének körülbelül 95%-ából sűrítmény készül (POLYÁKNÉ, 1983). Továbbá különféle késztermékeket állítanak elő, például lekvárokat, dzsemeket és ízeket, de jelentős mennyiséget használnak fel más iparágak is úgy, mint tejipari joghurtok, jégkrémek és cukrászati termékek alapanyagaként. A bodzavelőből, akár önmagában, akár más gyümölcsökkel keverve, rostos nektárt, gyümölcsitalt, szörpöt, mártást és szószot készítenek. A tiszta sűrítményből italokat, gyümölcsleveket, szörpöket és zseléket állítanak elő. A fekete bodza bogyóinak egyik legújabb felhasználási területe a porkészítmények gyártása, különösen az instant porok előállítása. A bodza hőérzékenysége miatt vákuumszáritási eljárást alkalmaznak. Fagyasztott bogyókból is készülnek szárított termékek, amelyeket különféle gyümölcs- és gyógyteák, müzlikeverékek összetevőiként használnak fel (STÉGERNÉ-MÁTÉ et al., 2001).

Az élelmiszeriparban egyaránt használnak természetes és mesterséges színezékeket. Ezek célja a nem kívánatos színváltozások elfedése, a színyanyagok pótlása, illetve a szintelen termékek színezése. Az élelmiszerszínezékeknek meg kell felelniük bizonyos követelményeknek: tartós és erős színező hatásúak legyenek, színük állandó maradjon, ne befolyásolják a termék összetevőit, ellenálljanak a hőnek és a párának, és a gyártási folyamatok, például hő vagy nyomás hatására is stabilak maradjanak. Emellett hosszabb tárolás után is meg kell őrizniük a stabilitásukat, akár a felhasználás előtt, akár a késztermékben (PÉTER, 1968). A bodza magas antocianin-tartalma miatt természetes színezékként jól használható az élelmiszeriparban, bodzalé és sűrítmény formájában. Az antocianinok nem okoznak káros élettani hatásokat, ellentétben a mesterséges színezékekkel (POLYÁKNÉ, 1983). Színyanyagainak nagy része a bogyó héjában található, ezért a visszamaradt törkölyt alkohollal kell kezelni a színezék kinyerése érdekében (BARÁNÉ, 1986).

A természetes színezékként való felhasználása mellett nőtt a bodza gyümölcsének kereslete gyógynövény-kiegészítők egyik alapanyagaként. Ez különösen igaz volt a COVID-19 világjárvány idején, amikor a bodza rendkívül népszerű összetevője lett az immunitást támogató étrend-kiegészítőknek (SMITH et al., 2021).

2.5. Biostimulátorok jellemzése

A biostimulátor, mint fogalom már a XX. század első felében ismertté vált, de a kutatók az utóbbi években kezdték el komolyabban tanulmányozni hatását a mezőgazdasági termelésre (YAKHIN et al., 2017; NEPHALI et al., 2020). Definíciója folyamatosan változott és fejlődött a tudományos kutatások előrehaladtával. Az Európai Biostimuláns Ipari Tanács megfogalmazása (EBIC) szerint: „A növényi biostimulánsok olyan anyagokat és/vagy mikroorganizmusokat tartalmaznak, amelyeknek a növényekre vagy a rizoszférára kijuttatva az a funkciójuk, hogy a természetes folyamatokat serkentve fokozzák vagy előnyösen befolyásolják a tápanyagfelvételt, a tápanyaghatékonyságot, az abiotikus stresszel szembeni toleranciát és a termés minőségét. A biostimulánsok nem fejtik ki közvetlen hatásukat a kártevők ellen, ezért nem tartoznak a növényvédő szerek szabályozási keretébe” (EBIC, 2012). Hivatalos definícióját a 2022. júliusától életbe lépő Európai Parlament 2019/1009-es rendelete tartalmazza: „A növényi biostimuláns olyan uniós termésnövelő anyag, amelynek feladata, hogy a tápanyagtartalmától függetlenül stimulálja a növény tápanyagellátási folyamatait azzal

a kizárólagos céllal, hogy a növénynek vagy a növény rhizoszférájának a következő tulajdonságai közül egyet vagy többet javítson: a) hatékony tápanyag-felhasználás, b) abiotikus stressz-tolerancia, c) minőségi tulajdonságok, vagy d) kötött tápanyagok felvehetősége a talajban vagy a rhizoszférában” (EU, 2019).

A legtöbb piaci elemző szerint az európai biostimulánsok piaca a globális piac nagyjából felét teszi ki. Az európai piac értékére vonatkozó becslések szerint 2022-ben 1,5-2 milliárd USD körül mozgott. Az éves növekedési rátát 10-12%-ra becsülik. A folyamatos növekedésnek számos tényezője van. Európában egyre szélesebb körben terjednek a biostimulátorok használata, mivel az ágazat új, innovatív termékeket fejlesztenek ki, amelyek speciális agronómiai igényeket céloznak meg. A biostimulátorokat kezdetben az ökológiai termesztésben használták. A gazdasági és fenntarthatósági igényekre való reagálás érdekében egyre inkább bevezetik őket a hagyományos növénytermesztésben is. Az új fogyasztói igények és az egészségesebb élelmiszerek iránti egyre nagyobb érdeklődés miatt a termelők a szintetikus vegyszerek és ásványi műtrágyák hatékonyabb és eredményesebb felhasználásának módjait keresik (EBIC, INTERNET 1).

A biostimulánsok fő típusai: huminsavak és fulvosavak, fehérje hidrolizátumok és más nitrogén-tartalmú vegyületek, kitozán és más biopolimerek, szervetlen vegyületek, tengeri hínárkivonatok és növényi anyagok, hasznos baktériumok és hasznos gombák (KUBINA et al., 2023).

A biostimulánsok használata javíthatja a talaj tápanyag-elérhetőségét, a növények tápanyagfelvételét és asszimilációját, valamint növelheti a növényi eredetű élelmiszerek ásványianyag-tartalmát. A fő növényi biostimulánsok, amelyek befolyásolják a gyökérnövekedést és a tápanyagfelvételt, a hínárkivonatok és a humin anyagok. Javítják a növények táplálkozását azáltal, hogy befolyásolják a talaj tulajdonságait és közvetlenül befolyásolják a növény tápanyag ellátottságát (HALPERN et al., 2015; DE PASCALE et al., 2018). A biostimulánsoknak többféle hatásmechanizmusuk lehet. Szerepet játszhatnak a növényi védekezési mechanizmusokban, aktiválhatják az enzimatikus folyamatokat, szisztematikus rezisztenciát indukálhatnak, vagy akár javíthatják az ellenálló képességet, beavatkozhatnak az immunfolyamatokba, a hormontermelésbe, a gyökérnövekedésbe, a fotoszintézisbe, és a szénhidrát-anyagcserébe is. A növény védekező mechanizmusa magában foglalja a spórák csírázását és növekedését gátló másodlagos anyagcseretermékek, valamint a

spórákat lebontó enzimek termelését. Ezek a folyamatok a növekedés, a fejlődés és a tápanyagfelvétel támogatásával fokozzák a növény ellenálló képességét (SOOD et al., 2020).

Minden élőlény különböző típusú környezeti stressznek van kitéve élete során. Azok akik genetikai potenciállal rendelkeznek a védekező mechanizmusok tekintetében, nagyobb valószínűséggel tudnak ellenállni vagy elkerülni a stressz negatív következményeit a fiziológiai funkcióikra nézve, és kisebb vagy nagyobb mértékben növekednek és fejlődnek. Az olyan abiotikus stresszhatások, mint a szárazság és a szélsőséges időjárási viszonyok globális szinten veszélyeztetik az élelmiszertermelést, ezért a növények stresszes növekedési körülményeivel kapcsolatban világszerte egyre nagyobb érdeklődést mutatnak a kutatók (TIHANA et al., 2020).

2.6. *Trichoderma* fajok a növényápolásban

A *Trichoderma* egy ismert, szinte minden mezőgazdasági talajban élő mikoparazita, kiváló biológiai tulajdonságokkal rendelkezik más, káros (patogén) gombafajok növekedésének szabályozásában. Azért is nagyon figyelemre méltó, mert a szaporodáshoz a rizoszférában lévő bomlástermékeket használ, számos nem mérgező és biológiailag lebomló, hasznos, komplex kémiai összetételű anyagcsereterméket termel, és változatos biológiai tevékenységet végez. Különleges tulajdonsága az is, hogy ahelyett, hogy válogatás nélkül ölné vagy taszítaná el az organizmusokat, egy meghatározott mechanizmust céloz meg.

Bár a *Trichoderma* biológiai védekező képességét már évek óta tanulmányozzák és bizonyították, mostanában egyre széleskörűbben vizsgálják azon képességét, hogy fokozza a növények növekedési és fejlődési ütemét, különösen az erős gyökerek kialakulását. A vizsgálatok alapján a kutatók azt is felfedezték, hogy számos törzs növelte a mélyen, egészen a talajfelszín alatt elhelyezkedő gyökerek méretét és számát. Ezeknek a mélygyökereknek a hatására a növények, például a kukorica, a gyümölcsök és a dísnövények ellenállóbbá válnak a szárazsággal szemben. Egyes *Trichoderma* fajok rendkívül hatékony termelői számos kiválasztott, sejten kívüli enzimnek. A cellulázok és más, komplex poliszacharidokat lebontó enzimek kereskedelmi előállítására is használják őket. A kutatók legújabb érdeklődése a másodlagos anyagcseretermékek potenciális biopeszticid és biofungicid hatóanyagként való felhasználását célozza meg. A helyi, szabadon élő *Trichoderma* izolátumokból különböző kémiai frakciókat vonnak ki és választanak el új bioaktív metabolitokat keresve, hogy *in vitro* teszteljék őket fitopatogén gombák, baktériumok és kártevők ellen (SINGH – SINGH 2009).

A *Trichoderma* fajok biológiai tulajdonságai iránti növekvő érdeklődés következtében számos bioaktív anyagcsereterméket izoláltak és azonosítottak a különböző törzsekből. Ezek a vegyületek változatos szerkezetűek és ennek megfelelően számos különböző bioaktivitással rendelkeznek. A *Trichoderma* fajok különböző illékony és nem illékony vegyületeket is termelnek, amelyek gátolják a növényi kórokozó gombák növekedését (VEY et al., 2001).

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

3.1. A kísérlet helye, körülményei

Kutatásomhoz a mintákat egy családi bio bodza ültetvényből kaptam. A terület Szabolcs-Szatmár-Bereg Vármegyében, Vásárosnaményban 6,7 hektáron, 5 m x 2,7 m térállásban található. Az ültetvényt 2017 őszén telepítették, Haschberg fajtaival. A kísérletre 10 egymást követő sorban 4-4 olyan fa volt véletlenszerű eloszlásban kijelölve, amelyek 2 termővesszővel rendelkeznek. A kezelést 2023 júniusában 5 ismétlésben végezték el. A *Trichoderma* tartalmú, Tricho Immun készítmény 1 kg/ha dózisban került kijuttatásra. (2. ábra) A kezelt és a kontroll sorok váltakozva követték egymást.



2. ábra: Bodzafa permetezése Tricho Immun készítménnyel (Vásárosnamény, 2023)

Forrás: Saját fotó

3.2. Minták előkészítése

A bodza betakarítására 2023. augusztus 18.-án került sor. Minden kijelölt fáról a termést soronként összesítették. A kezelt és a kontroll sorokról 2-2 kg bodzát szedtek le. Bogyózást követően soronként 1 kg gyümölcsöt dolgoztunk fel. A bodzát botmixerrel homogenizáltuk és műanyag centrifugacsőbe raktuk, amit -80°C -os ultrafagyaszóban helyeztünk el, mivel a minták egy része később került további feldolgozásra.

3.3. Előzetes vizsgálatok

A betakarítás napján a homogenizált gyümölcs azon részén, amely nem került fagyasztásra, különböző vizsgálatokat végeztünk. Mértük a bodza pH-ját, cukor- és savtartalmát refraktometriás készülékekkel, illetve a gyümölcs szárazanyagtartalmát is megvizsgáltuk. A száraztömeg bemérését a 3. ábrán láthatjuk. Ezen eredményeket a későbbiekben felhasználtam a saját eredményeim kiszámításához.



3. ábra: Minta kimérése a szárazanyagtartalom meghatározásához (Debrecen, 2023)

Forrás: Saját fotó

3.4. Beltartalmi vizsgálatok

A vizsgálatokat 2023. szeptemberében a Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar Élelmiszertudományi Intézetének laboratóriumában végeztem el. A mintáim kiolvasztás után kerültek feldolgozásra. A vizsgálatokat öt ismétlésben végeztem el.

3.4.1. Összes polifenol-tartalom meghatározása

Az összes polifenol-tartalmat Folin-Ciocalteu reagens segítségével határoztam meg. Elve, hogy a benne található foszfowolframsav és foszfomolibdénsav oxidálja a vizsgált mintában lévő fenolos komponenseket. Ennek hatására kék színű oldat keletkezik, aminek intenzitását spektrofotométerrel mérjük 760 nm hullámhosszon. Az oldat színe minél sötétebb, annál nagyobb a fenolos vegyületek koncentrációja. Az eredmény kiszámításához kalibrációs görbét készítünk, amihez galluszsavat használunk.

A kiolvasztott mintákból 1-1 grammot tízszeresére hígítottunk metanol (Scharlab S.L., Spain) és desztillált víz 80:20 arányú keverékével. Egy óra pihentetés után redős szűrőpapíron szűrtük az oldatokat, amit az 4. ábra szemléltet. A kalibrációs görbe elkészítéséhez 100 mg/l koncentrációjú galluszsav (Alfa Aesar GmbH & Co. KG, Karlsruhe, Germany) törzsoldathoz metanol és desztillált víz 80:20 arányú elegyét adtunk. Az így készült oldatsor koncentrációja 0; 5; 10; 20; 50 és 100 mg/l. A szűrt mintákból és a kalibrációs oldatokból 0,5-0,5 ml-t az előre kikészített 10 ml-es kémcsövekbe pipettáztunk, majd hozzáadtunk 2,5 ml 0,2 N Folin-Ciocalteu reagenst (VWR International S.A.S., France). 5 perc elteltével további 2 ml 75 g/l koncentrációjú nátrium-karbonát (Sigma-Aldrich Chemie GmbH, Germany) oldatot adtunk hozzá. Az így elkészült oldatokat fénytől elzárva, 2 órán keresztül, szobahőmérsékleten pihentettük. Az idő leteltével az oldatokat 10 mm-es küvettába töltöttük és 760 nm-en mértük az abszorbanciákat spektrofotométerrel (Evolution 300 LC, Thermo Electron Corporation, England), metanos desztillált vízzel szemben. A kalibrációs oldatok segítségével elkészítettük a kalibrációs görbét, amely alapján kiszámoltuk a vizsgált oldatok összes polifenol-tartalmát.

Az eredményeket mg GAE / 100 g (mg galluszsav ekvivalens/100 g minta) határoztuk meg (SINGLETON et al., 1999).



4. ábra: A kimért minták szűrése (Debrecen 2023)

Forrás: Saját fotó

3.4.2. Flavonoid-tartalom meghatározása

A flavonoid- tartalom vizsgálatának menete hasonló az összes polifenol-tartalom meghatározásához. A kísérlet során rózsaszín komplex képződik, aminek a színintenzitását 510 nm-en mérjük. A kalibrációs görbe készítéséhez catechin törzsoldatból készült kalibrációs oldatokat használunk fel.

A 100 mg/l koncentrációjú catechin (Cayman Chemical Company, USA) törzsoldatból 0; 20; 40; 60; 80 és 100 mg/l koncentrációjú kalibrációs oldatokat készítettünk. Az előkészített 10 ml-es kémcsövekbe 4-4 ml metanolos desztillált vizet pipettáztunk, majd mindegyikhez az előző kísérlethez készített metanolos desztillált vizes szűrletből és a kalibrációs oldatokból 1-1 ml hozzáadtunk. Emellett készítettünk egy vakoldatot, ami a minta helyett metanolos desztillált vizet tartalmazott. Ezt követően hozzáadtunk minden kémcsőhöz 0,3 ml 5%-os nátrium-nitrit (Scharlau Chemie S.A., Spain) oldatot és 5 percet pihentettük. Az idő leteltével 0,3 ml 10% alumínium-klorid (Scharlab S.L., Spain) oldatot és további 1 perc múlva 2 ml 1 M nátrium-hidroxid (Sigma-Aldrich Chemie GmbH, Germany) oldatot pipettáztunk hozzájuk. Utolsó lépésként mindegyik mintát metanolos desztillált vízzel 10 ml-re egészítettük ki. A minták előkészítését a 5. ábrán láthatjuk. Az elkészült oldatokat 10 mm-es küvettába töltöttük és 510 nm-es hullámhosszon mértük az abszorbanciákat spektrofotométerrel (Evolution 300 LC, Thermo Electron Corporation, England), vakoldattal szemben. A kalibrációs görbe elkészítése

után kiszámoltuk a vizsgált minták flavonoid tartalmát. Az eredményeket mg CE/100 g (mg catechin ekvivalens/100 g minta) adtuk meg (KIM et al., 2003).



5. ábra: Mintaoldatok készítése a flavonoid-tartalom meghatározásához (Debrecen, 2023)

Forrás: Saját fotó

3.4.3. C- vitamin tartalom meghatározása

Az aszkorbinsav meghatározását metafoszforsavas módszerrel végeztük el. Annak az elvén alapul, hogy a kálium-jodát jódot szabadít fel a kálium-jodidból, mely oxidálja az aszkorbinsavat. Ha elfogy az összes aszkorbinsav az oldatból, a jód az indikátorként alkalmazott keményítő hélixébe fog beépülni, aminek a hatására az oldat kék színű lesz.

A mintákból 5-5 g-ot főzőpoharakba mértünk és 100 ml 3%-os metafoszforsavat (Thermo Fischer GmbH, Germany) adtunk hozzá. Homogenizálás után 250 ml-es mérőlombikokba maradék nélkül átmostuk a mintákat további metafoszforsavval, és jelig töltöttük vele. Ezt követően redős szűrőpapíron átszűrtük a mintákat Erlenmeyer lombikokba. A szűrletekből 50 ml-t titráló lombikokba pipettáztunk, amikhez további 30 ml desztillált vizet, 5 ml 2%-os sósav (VWR International S.A.S., France) oldatot, 5 ml 1%-os kálium-jodid (Sigma-Aldrich Chemie GmbH, Germany) oldatot és végül 1 ml 1%-os keményítőindikátort (VWR International S.A.S., France) adtunk. Az így elkészült oldatokat 0,004 N kálium-jodát (Sigma-Aldrich Chemie GmbH, Germany) oldattal titráltuk meg a kék szín megjelenéséig. A C-vitamin tartalmat az alábbi képlet alkalmazásával számoltuk ki:

$$C\text{-vitamin (mg/100g)} = \frac{V \cdot 0,3522 \cdot k \cdot 100}{n}$$

ahol:

V: a fogyott 0,004 N KIO₃ mennyisége ml-ben

k: hígítás

n: a bemért minta tömege g-ban

(CZIPA, 2014)

3.4.4. Savtartalom meghatározása

Az összes savtartalom meghatározása során ismerni kell a vizsgálandó anyagra jellemző sav fajtáját, melynek megfelelően választanunk kell egy szorzófaktorot. Ez bogyós gyümölcsök esetében (SZABÓ et al., 2019.) 0,0064g vízmentes citromsavnak felel meg. Vizsgálatot titrálással végeztük el.

Az Erlenmeyer lombikba bemért, homogenizált mintánkhoz hozzáadtunk 150 ml desztillált vizet. Összekeverés után 30 percre 85-95°C-os vízfürdőbe helyeztük a mintákat. Miután kihűltek, ahogyan a 6. ábrán látható egy 250 ml-es lombikba átszűrtük és jelre töltöttük desztillált vízzel.



6. ábra: Összes savtartalom meghatározás mintaelőkészítése (Debrecen, 2023)

Forrás: Saját fotó

A szűrletekből 25 ml-t 100 ml-es lombikokba pipettáztunk, és azokat is jelre töltöttük desztillált vízzel. Két-három csepp fenolftalein indikátort (Scharlab S.L., Spain) csepegtettünk rájuk és 0,1 M NaOH-oldattal (Sigma-Aldrich Chemie GmbH, Germany) megtitráltuk sötét rózsaszín megjelenéséig. Az összes savtartalmat az alábbi képlettel számoltuk ki:

$$\text{összes sav (\%)} = \frac{V * f_{0,1 \text{ M NaOH}} * h * T}{n} * 100$$

ahol:

V: a 0,1 M NaOH-oldat fogyott millilitereinek száma

$f_{(0,1 \text{ M NaOH})}$: a 0,1 M NaOH-oldat faktora

h: Hígítás

T: Arányszám (0,0064)

n: A bemért minta tömege g-ban

(CZIPA, 2014)

3.4.5. Fehérjetartalom meghatározása

A fehérjetartalmat Kjeldahl- módszerrel határoztuk meg. A módszer elve, hogy a vizsgálandó minta nitrogéntartalmát a tömény kénsavas forralás ammónium-sókká alakítja át. Az ammónia ezt követően feleslegben adott lúggal felszabadul, majd 4%-os bórsav oldatba desztilláljuk, mely keverékindikátort tartalmaz. Kénsavas titrálással határozzuk meg az oldatban lévő nitrogén mennyiségét. A nitrogéntartalom és a konverziós faktor szorzatával végül megkapjuk a mintában lévő nyersfehérje tartalmat.

A minták előkészítése során 1-1 g bodzát nitrogénmentes papírba mertünk, majd roncsolócsövekbe helyeztük el. Hozzáadtunk mindegyikhez 2 darab katalizátor tablettát (Se) (Sigma-Aldrich Chemie GmbH, Germany), majd 14 ml tömény kénsavval (VWR International S.A.S., France) 2 órán keresztül roncsoltuk 420-430 °C-on, a vízsugárszivattyú folyamatos működtetése mellett. Egy vakmintát is készítettünk azzal a különbséggel, hogy nem raktunk mintát a nitrogénmentes papírba. A roncsolás végére az oldatok színtelenek lettek, ahogyan a 7. ábrán látható. A mintákat hagytuk kihűlni, és a roncsolócsöveket a Kjeldahl desztillálóba helyeztük. Szedőlombikokba 30 ml 4%-os bórsav (Scharlab S.L., Spain) oldatot készítettünk

elő, amelyben indikátorként metilvörös és brómkreolzöld (VWR International S.A.S., France) keveréke volt. Az átdestillálás 33%-os nátrium-hidroxid oldattal végeztük a szedőlombikokba, amely során az oldat zöld színűre változott. Az átdestillált mintákat 0,1 M kénsav oldattal titráltuk meg rózsaszín szín megjelenéséig.

A nitrogéntartalmat az alábbi képlettel számoltuk ki:

$$\text{Nitrogén (\%)} = \frac{(S_m - S_v) * f_{\text{H}_2\text{SO}_4} * 0.0014007 * 100}{n}$$

ahol:

S_m : a kénsav mennyisége ml-ben a mintaoldat titrálásakor

S_v : a kénsav mennyisége ml-ben a vakoldat titrálásakor

f : a kénsav faktora

n : a bemért minta tömege g-ban

A nyersfehérjetartalmat a kapott eredmény segítségével számoltuk ki:

$$\text{Nyersfehérje (\%)} = \text{Nitrogén (\%)} * F$$

ahol:

F : Kjeldahl konverziós faktor, ami a bodza esetében 6,25.

(CZIPA, 2014)



7. ábra: A roncsolást követő szintelen minták (Debrecen, 2023)

Forrás: Saját fotó

3.4.6. Ásványianyag-tartalom meghatározás

Az ásványianyag-tartalom meghatározása induktív csatolású plazma optikai emissziós spektrométerrel (IPC-OES) történt. A vizsgálat során gerjesztett atomok és ionok az adott elemre jellemző hullámhosszúságú sugárzást bocsátanak ki. A kibocsátott sugárzás intenzitása megegyezik a vizsgált mintában előforduló kémiai elem koncentrációjával (NÉMET, 2010).

A bodza mintákból 2 g-ot roncsolócsövekbe mértünk, amihez 10 ml salétromsav (69%, VWR International LTD., Radnor, USA) oldatot adtunk. Egy éjszakára állni hagytuk a mintákat. A pihentetést követően 30 percen keresztül 60°C-on előroncsoltuk a mintáinkat. Miután kihűltek, további 3 ml hidrogén-peroxidot (30%, VWR International LTD., Radnor, USA) adtunk hozzájuk, majd újra roncsoltuk őket 120°C-on, 90 percen keresztül. A kihűlt, roncsolt mintákat 50 ml-re töltöttük nagy tisztaságú desztillált vízzel (Millipore S.A.S., Molsheim, France), majd centrifuga csövekbe szűrtük le (qualitative filter paper, grade: 388, Sartorius Stedim Biotech S.A., Gottingen, Germany), amit a 7. ábrán láthatunk. Ezeknek a roncsolatoknak az ásványianyag-tartalmát határoztuk meg az IPC-OES (Thermo Scientific iCAP 6300, Cambridge, UK) műszerrel (KOVÁCS et al., 1996). Mérési paraméterek: Kicsatolt teljesítmény – 1350 W; porlasztógáz áramlási sebessége – 1 dm³/min; hűtőgáz áramlási sebessége – 12 dm³/min; segédgáz áramlási sebessége – 1 dm³/min; mintabetáplálás sebessége – 1 cm³/min; stabilizációs idő – 3 sec. A következő emissziós hullámhosszak (nm) alkalmaztuk: Na – 589,5; K – 766,4; Ca – 317,9; Mg – 279,5; P – 185,9; S – 182,0; Al – 396,1; B – 208,8; Ba – 233,5; Cu – 324,7; Fe – 259,9; Mn – 259,3; Mo – 202,0; Sr – 407,7; Ti – 334,9; Zn – 213,8.



8. ábra: Az elkészült roncsolatok az ásványianyag-tartalom meghatározásához (Debrecen, 2023)

Forrás: Saját fotó

3.5. Statisztikai módszerek

A szórás egyenletességet Levene-teszttel, a normalitást pedig Shapiro-Wilk teszttel ellenőriztük az átlagok összehasonlítása előtt. Ha mindkét feltétel teljesült, t-próbát alkalmaztunk, ellenkező esetben nemparametrikus Mann-Whitney U tesztet használtunk. Adatelemzésre és megjelenítésre az IBM SPSS 29 és a MS Excel szoftvereket használtuk.

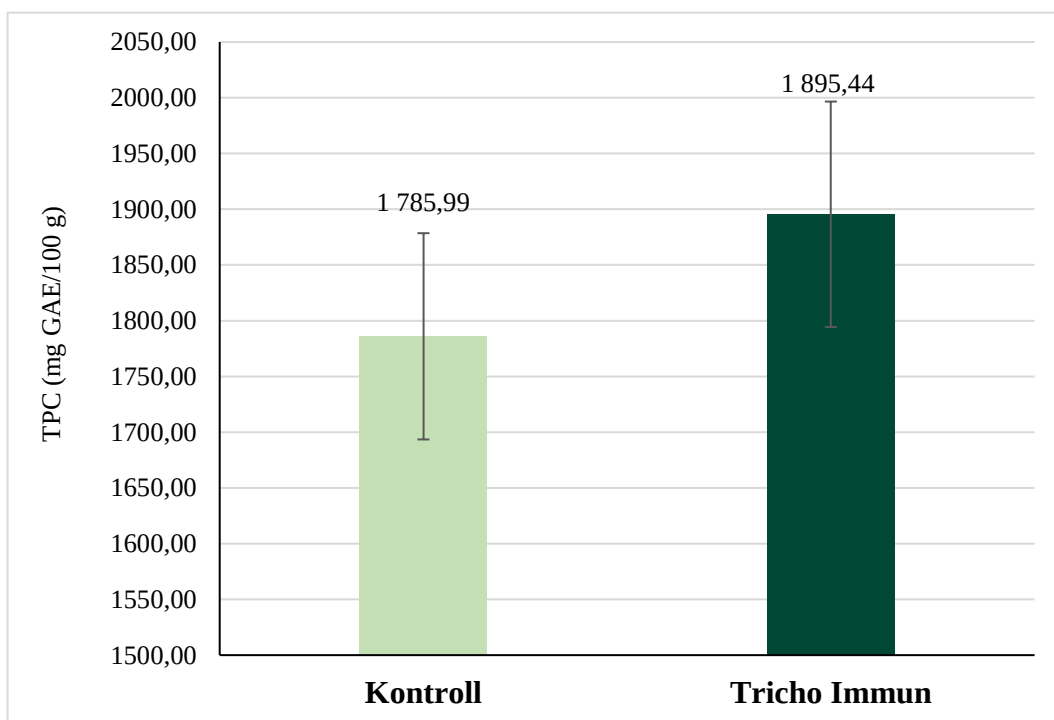
4. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

Eredményeimet eredeti anyagra határoztam meg, majd a kiértékelés során az előzetes vizsgálatok alapján meghatározott szárazanyagtartalomra vonatkoztatva számoltam.

4.1. Összes polifenol tartalom

A 9. ábra szemlélteti a kontroll és a Tricho Immunnal kezelt termékek összes polifenol tartalmát. A kontroll gyümölcs összes fenolos vegyület koncentrációja átlagosan 1785,99 mg GAE/100 g volt míg a kezelt gyümölcsé 1895,44 mg GAE/100 g. Ez 6,13%-os szignifikáns különbséget (MW-U $p=0,005$) jelent.

A kezelés hatására több mint 100 mg GAE/100 g-mal nőtt az összes polifenol tartalom így elmondható, hogy a Tricho Immun biostimuláns készítmény elősegíti a növények színanyagának képződését.



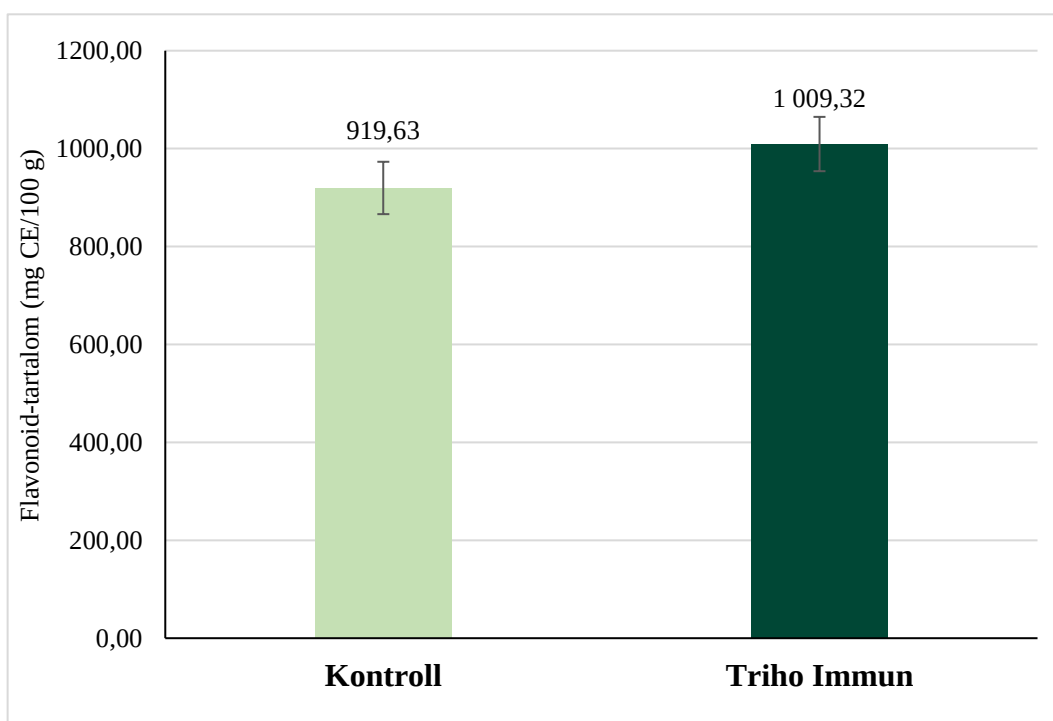
9. ábra: **Kontroll és kezelt fekete bodza összes polifenol tartalma (mg GAE/100 g) (Debrecen, 2023) (A hibasávok a standard hiba értékeit jelentik.)**

Forrás: saját munka

4.2. Flavonoid-tartalom

A 10. ábra mutatja a fekete bodza termésének flavonoid tartalmát. Mindkét esetben meghaladta átlagosan a 900 mg CE/100 g-ot. A kontroll értéke 919,63 mg CE/100 g, a kezelt gyümölcsé pedig 1009,32 mg CE/100 g. Ebben az esetben is statisztikailag igazolható különbség van, aminek értéke 9,75% (MW-U teszt $p=0,001$).

A kezelés következtében a bodza flavonoid tartalma nagyobb mértékben nőtt, mint az összes polifenol tartalma. Ez azzal magyarázható, hogy a flavonoidok egy csoportja az antocianinok adják a bodza jellegzetes színét így várható volt, hogy ez az érték nagyobb mértékben fog változni.



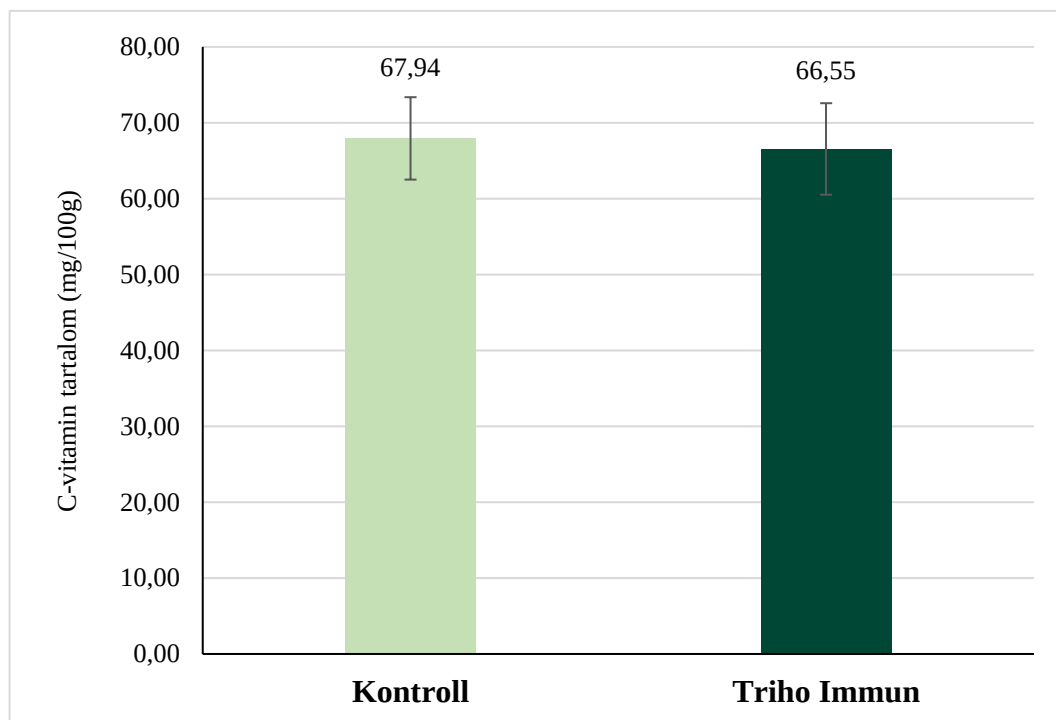
10. ábra: **Kontroll és kezelt fekete bodza flavonoid-tartalma (mg CE/100 g) (Debrecen, 2023) (A hibasávok a standard hiba értékeit jelentik.)**

Forrás: saját munka

4.3. C-vitamin tartalom

A 11. ábrán látható diagrammon megfigyelhető, hogy az átlagos C- vitamin tartalma negatív irányba változott. A különbség nem számottevő, csupán 1,39 mg/ 100 g. A kontroll

bodza C- vitamin tartalma 67,94 mg/ 100g, a Tricho Immunnal kezelté 66,55 mg/100 g. Ez a változás nem igazolt szignifikáns különbséget a T-próba $p=0,89$.

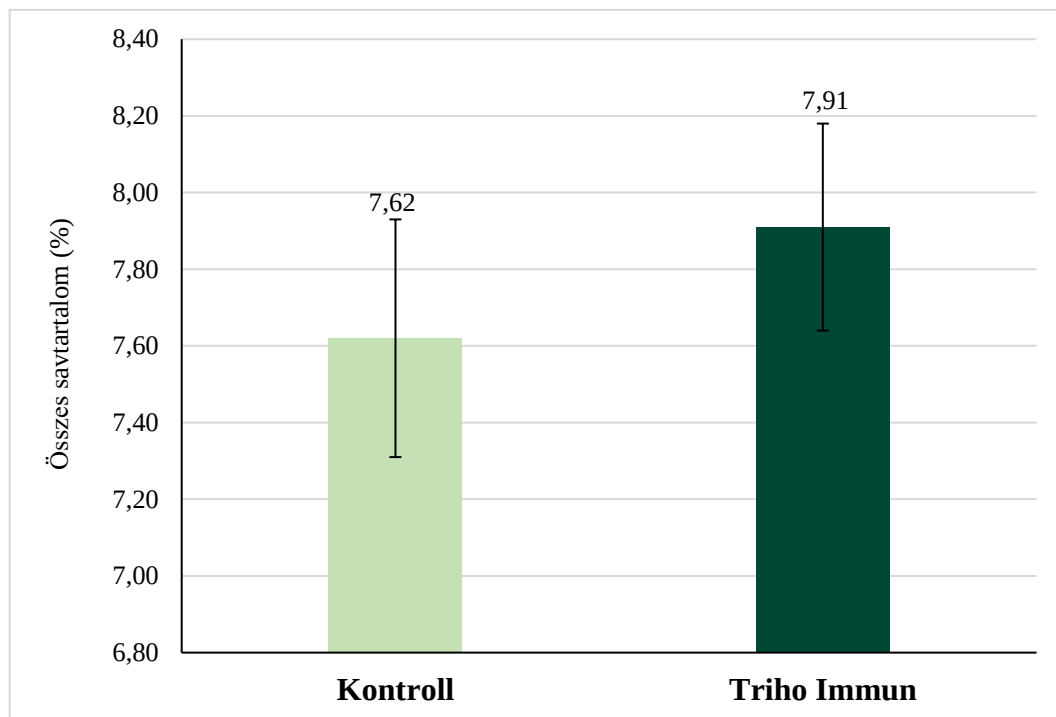


11. ábra: **Kontroll és kezelt fekete bodza C-vitamin tartalma (mg/100 g) (Debrecen, 2023)**
(A hibasávok a standard hiba értékeit jelentik.)

Forrás: saját munka

4.4. Összes savtartalom

A 12. ábrán található oszlopdiagram az összes savtartalom változását ábrázolja. Mindkét esetben hasonló eredmények születtek: a kontroll átlaga 7,62%, míg a kezelt gyümölcsöké 7,91%. Megállapítható, hogy a *Trichoderma* gombával való kezelés nem növelte jelentősen a savtartalmat és nem tapasztolható szignifikáns különbség a kontrollhoz képest a T-próba $p=0,07$.

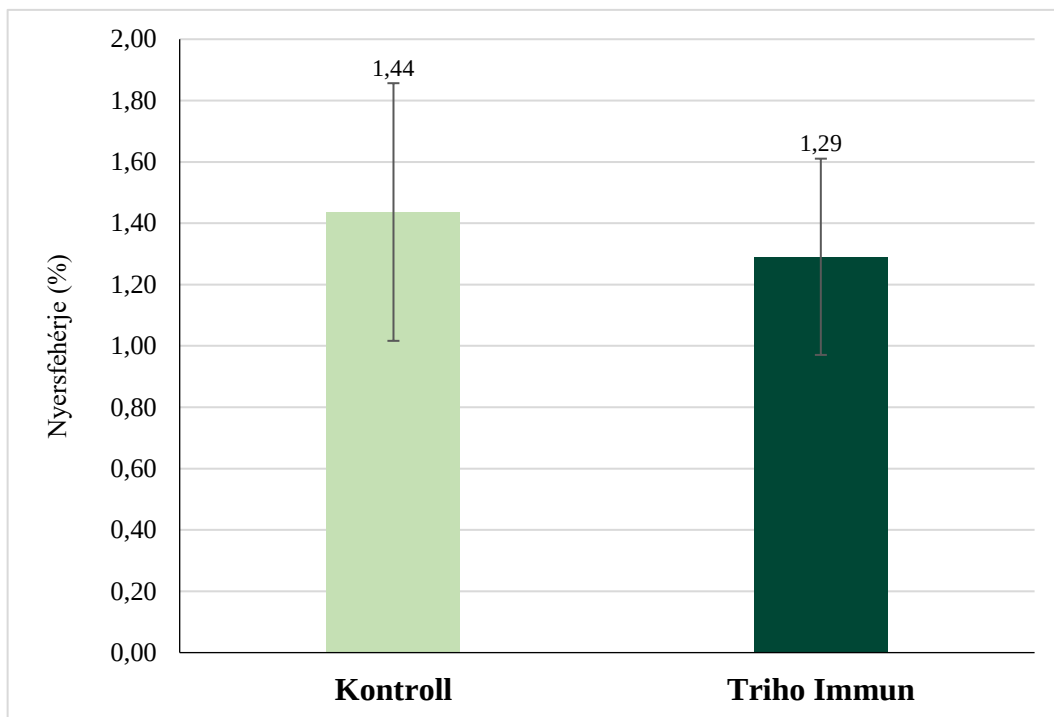


12. ábra: **Kontroll és kezelt fekete bodza összes savtartalma (%) (Debrecen, 2023) (A hibasávok a standard hiba értékeit jelentik.)**

Forrás: saját munka

4.5. Fehérjetartalom

A 13. ábra bemutatja a Tricho Immunnal való kezelés hatására bekövetkező fehérjetartalom csökkenést. A kontroll gyümölcs esetén az átlagos nyersfehérje tartalom 1,44% volt, míg a kezelté 1,29%. A mérések eredményei alapján szignifikáns eltérés tapasztalható, melynek értéke -5,91% (M-W U teszt $p=0,014$).



13. ábra: **Kontroll és kezelt fekete bodza fehérjetartalma (%) (Debrecen, 2023) (A hibásávok a standard hiba értékeit jelentik.)**

Forrás: saját munka

4.6. Ásványianyag tartalom

A vizsgálat során a minták 26 különböző ásványianyag tartalmát elemeztem. A mérés folyamán voltak olyan elemek, amiknek a koncentrációja a roncsolatokban nem érte el a kimutatási határt (0,001 ml/g). Ezek az elemek a következők voltak: arzén, kadmium, kobalt, króm, higany, lítium, nikkel, ólom, szelén és vanádium. A mérhető elemek koncentrációját a 3. táblázat tartalmazza.

A bodza legnagyobb mennyiségben káliumot tartalmaz és ennek az értéke emelkedett leginkább a kezelés hatására. A kontroll értéke 14999,88 mg/l volt, míg a kezelté 16230,40 mg/l. A két mérés között szignifikáns a különbség melynek értéke 8,20% (M-W U teszt $p=0,00$). A kezelés hatására a gyümölcsben az alábbi elemek koncentrációjának értéke növekedett: a nátriumé 50,89 mg/l-ről 54,20 mg/-re; a cinké 11,88 mg/l-ről 54,20 mg/re; a báriumé 7,31 mg/l-ről 7,74 mg/l-re; a mangáné 16,89 mg/l-ről 17,57 mg/l-re; az alumíniumé 17,49 mg/l-ről 18,16 mg/l-re; a bóré 12,14 mg/l-ről 12,46 mg/l-re; a stronciumé 10,19 mg/l-ről 10,44 mg/l-re; a vasé pedig 40,45 mg/l-ről 40,71 mg/l-re. A fentiek közül az alumínium

tartalom változásának volt igazolhatóan szignifikáns különbsége, amelynek értéke 3,81% (M-W U teszt $p=0,027$).

A Tricho Immunnal kezelt fák gyümölcsében a következő ásványianyagok tartalma csökkent: a réz 20,50 mg/l-ről 17,37 mg/l-re, a molibdén 0,55 mg/l-ről 0,52 mg/l-re; a titán 0,78 mg/l-ről 0,75 mg/l-re a kalcium 2386,90 mg/l-ről 2278,78 mg/l-re a magnézium 2651,62 mg/l-ről 2615,58 mg/l-re, a kén 1694,95 mg/l-ről 1680,98 mg/l-re, foszfor 2892,14 mg/l-ről 2873,38 mg/l-re. Egyedül a réz koncentráció változás okozott szignifikáns eltérést. Ez -15,27%-os szignifikáns különbséget (M-W U teszt $p=0,00$) jelent.

3. táblázat: Kontroll és kezelt fekete bodza ásványanyag tartalma

Ásványianyag	Kontroll (mg/l)	Tricho Immun (mg/l)	$\Delta\%$	M-W U p
Al	17,49	18,16	3,81	0,027
B	12,14	12,46	2,60	0,200
Ba	7,31	7,74	5,91	0,125
Ca	2386,90	2278,78	-4,53	0,655
Cu	20,50	17,37	-15,27	0,000
Fe	40,45	40,71	0,65	1,000
K	14999,88	16230,40	8,20	0,000
Mg	2651,62	2615,58	-1,36	1,000
Mn	16,89	17,57	4,04	0,332
Mo	0,55	0,52	-5,09	0,244
Na	50,89	54,20	6,52	0,051
P	2892,14	2873,38	-0,65	0,669
S	1694,95	1680,98	-0,82	0,900
Sr	10,19	10,44	2,53	0,091
Ti	0,78	0,75	-4,58	0,600
Zn	11,88	12,64	6,38	0,095

Forrás: saját munka

5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

A *Trichoderma* gombákat tartalmazó Tricho Immun biostimuláns használata számos tulajdonságra jótékony hatással lehet a bodza termesztésben. Ennek a hatását vizsgáltuk a bodzafa különböző tulajdonságaira, illetve gyümölcsének számos beltartalmi értékeire.

Az vizsgálataimat megelőzően mérték a fa törzsátmérőjét, aminek változása 125%-os szignifikáns különbséget eredményezett a kezelés hatására. Az előzetes laboratóriumi mérések alapján pedig a gyümölcs különböző cukortartalmának (glükóz, fruktóz, maltóz) és a színének változása mutatott szignifikáns eltérést.

A laboratóriumi vizsgálataim során végzett beltartalmi eredmények alapján megállapítható, hogy a Tricho Immun biostimulánssal való kezelés szignifikánsan a polifenol- és flavonoid tartalomra, a fehérjetartalomra, az ásványi anyagok közül pedig az alumíniumra, a káliumra és a rézre volt hatással.

A színanyagokat vizsgálva megállapítottam, hogy az összes fenolos tartalmát tekintve 6,13%-os, míg a flavonoid tartalmát tekintve 9,75%-os szignifikáns növekedés következett be a kontrollhoz képest. A színanyagok termelődése jól bizonyítja, hogy az előzetes vizsgálat során a detektálható szín értéke a kezelés hatására a sötétebb, kékebb tartományba esett.

A bodza savtartalmát és C- vitamin tartalmát tekintve nem változtak jelentősen a Tricho Immunnal való permetezés hatására. A savtartalom esetén közel azonos volt a két érték: a kontroll átlagos értéke 7,62% volt míg a kezelté 7,91%. Az aszkorbinsav meghatározása során se volt számottevő változás: 67,94 mg/100g-ról 66,55 mg/100g-ra csökkent a C-vitamin tartalom.

A fehérjetartalom vizsgálata során is csökkenést tapasztaltunk. A gyümölcs biostimulánssal való kezelése során az értéke -5,91%-os, szignifikáns különbséget eredményezett. A fehérjetartalom változása kapcsolatban van az előzetes fruktóz és glükóztartalom változásával, a magasabb cukortartalom a termés ízét javítja és feldolgozás során is előnyös lehet. (Csótó András személyes közlés).

A gyümölcs ásványianyag- tartalmát tekintve a kálium, nátrium, cink, bárium, mangán, alumínium, bór, stroncium, illetve a vas koncentrációja növekedett, különböző mértékben. Két elem esetében igazoltunk szignifikáns különbséget: az alumínium esetében 3,81%-ost, a kálium esetében pedig 8,20 %-ost.

A növekedéssel ellentétben a gyümölcsben található réz, molibdén, titán, kalcium, magnézium, kén és a foszfor koncentrációjára negatívan hatott a kezelés. Ezen elemek közül a réz koncentrációja mutatott szignifikáns különbséget melynek értéke -15,27% volt.

Az előzetes vizsgálatokat és a saját eredményeimet összevetve az alábbi összefüggéseket állapítottam meg. A kálium fontos szerepet tölt be a növényi anyagcsere-folyamatokban, különösen a szénhidrátok és a színanyagok képződésében. Kutatásom eredményeként megállapíthatom, hogy szignifikánsan nőtt a kezelés hatására a gyümölcs kálium koncentrációja, melynek következtében emelkedett a fenolos vegyületek mennyisége, így a bogyó detektálható szín értéke a sötétebb, lilásabb értékbe mozdult el.

ÖSSZEFOGLALÁS

Epidemiológiai vizsgálatok bizonyítják, hogy a rendszeres gyümölcs- és zöldségfogyasztás csökkenti a szív- és érrendszeri betegségek, a rák kockázatát. A gyümölcsök közül a bogyós gyümölcsöket szupergyümölcsöknek tekintik, mivel nagy mennyiségben tartalmaznak fenolsavakat, flavonoidokat és antocianinokat. Ezek a bioaktív vegyületek jelentős antioxidáns, antidiabetikus, gyulladáscsökkentő és rákellenes tulajdonságokkal rendelkeznek (BORIS et al., 2020).

Napjainkban a gyógynövények fontos szerepet játszanak számos betegség megelőzésében és kezelésében. A természetes táplálékkiegészítők fogyasztása folyamatosan nő, az emberek életminőségük javítására törekszenek, a betegségek megelőzésére a betegségek kezelése helyett, egyre nagyobb igény van a tiszta, vegyszermentes élelmiszerek előállítására. A polifenolokban gazdag természetes termékek az utóbbi években egyre nagyobb figyelmet kaptak erős antioxidáns hatásuk miatt (SENICA et al., 2016).

Szakdolgozatomban a fekete bodza (*Sambucus Nigra* L.) különböző beltartalmi értékeit vizsgáltam Tricho Immun biostimulánssal való kezelést követően. A készítmény a *Trichoderma afroharzianum* TR04 és a *Trichoderma simmonsii* TR05 törzseit tartalmazza.

A bio bodza ültetvényen 5 ismétlésben végzett permetezés következtében törzsátmérő növekedést tapasztaltunk, aminek különbségét szignifikánsan igazoltuk. Ezen túl a gyümölcs cukortartalmában (glükóz, fruktóz, maltóz) is növekedést figyeltünk meg, és a színe sötétebb, kékesebb árnyalatba tolódott el.

A laboratóriumi vizsgálat során megállapítottuk, hogy a biostimuláns kezelés pozitív hatással volt a gyümölcs polifenol- és flavonoid-tartalmára, ezek szintje jelentősen emelkedett, szignifikáns növekedést igazoltak a kontrollcsoporthoz képest. Az ásványi anyagok közül különösen a kálium mennyisége nőtt meg szignifikánsan, ami összefüggésben van a színanyagok változásával.

A savtartalom és a C-vitamin tartalom változása nem volt szignifikáns. A fehérjetartalom csökkent a kezelés hatására szignifikáns különbséget mutatva, ami összefüggésben van a gyümölcs cukortartalmának változásával.

A kálium mellett további 8 elem koncentrációja nőtt a gyümölcsben, amik közül az alumínium szignifikáns növekedést mutatott. Más elemekre negatívan hatott a kezelés: a réz esetén statisztikailag igazolható csökkenést tapasztaltunk.

Minden eredményemet figyelembe véve elmondhatom, hogy a fekete bodza *Trichoderma* gombákat tartalmazó biostimulánssal való kezelése pozitív eredményeket hozott a gyümölcs különböző beltartalmi értékeire vonatkozóan.

IRODALOMJEGYZÉK

ASENSI-FABADO M. A. – MUNNÉ-BOSCH S. (2010): Vitamins in plants: occurrence, biosynthesis and antioxidant function, Volume 15, Issue 10, 582 – 592 p. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2010.07.003>

BERGMANN W. (1993): Ernährungsstörungen bei Kulturpflanzen. Jena, Gustav Fischer Verlag. 835 p.

BARÁNY H. O. (1986): Ribizliben található antociánok kinyerésének kérdései. Élelmiszeripari Főiskola Tudományos közvéleményei: 13, 97.

BIGLIARDI B. – GALATI F. (2013): Innovation trends in the food industry: The case of functional foods. Trends in Food Science & Technology 13. 118-129 p. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2013.03.006>

BORIS V. N. – DIGANTA K. – ALEXANDER Y. Y. – YAKOV I. Y. (2020): Bioactive Compounds, Antioxidant Activities, and Health Beneficial Effects of Selected Commercial Berry Fruits: A Review. Journal of Food Research; Vol. 9, No. 5 <https://doi.org/10.5539/jfr.v9n5p78>

BREMNESS L. (1991): Füveskönyv. Novotrade Kiadó, Budapest.

CSIHON I. – GONDA Á. (2018): A gyümölcsstermesztés alapjai. Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar Kertészettudományi Intézet, Debrecen. 198p.

CHAHARDOLI A. – JALILIAN F. – MEMARIANI Z. – FARZAEI M.H. – SHOKOOHINIA Y. (2020): Analysis of organic acids, Recent Advances in Natural Products Analysis, 767-823. p. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816455-6.00026-3>

COSTA A. G. V., GARCIA-DIAZ D. F., JIMENEZ P., SILVA, P. I. (2013): Bioactive compounds and health benefits of exotic tropical red-black berries. Journal of Functional Foods, 5(2), 539-549. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2013.01.029>

CZIPA N. (2014): Élelmiszeralitika gyakorlati jegyzet élelmiszermérnök BSc III. évfolyam részére. DE-MÉK Élelmiszertudományi Intézet. Debrecen. 68p.

DAWIDOWICZ, A.L. – WIANOWSKA, D. – BARANIAK B. (2006): The antioxidant properties of alcoholic extracts from Sambucus nigra L. (antioxidative properties of extracts). Food Science and Technology, 69.(3): 308-315. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2005.01.005>

DE PASCALE S. – ROUPHAEL Y. – COLLA G. (2018): Plant biostimulants: Innovative tool for enhancing plant nutrition in organic farming. Eur. J. Hortic. Sci. 2018, 82, 277–285 p. <https://doi.org/10.17660/eJHS.2017/82.6.2>

DUTHIE G. – CROZIER A. (2000): Plant-derived phenolic antioxidants. Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care, 3: 447–451. p. <https://doi.org/10.1097/00075197-200011000-00006>

European Biostimulants Industry Council (2012) EBIC and biostimulants in brief. <http://www.biostimulants.eu/>

EURÓPAI UNIÓ HIVATALOS LAPJA (2019): Az Európai Parlament és a Tanács (EU) 2019/1009 rendelete (2019. június 5.) az uniós termésnövelő termékek forgalomba hozatalára vonatkozó szabályok megállapításáról, valamint az 1069/2009/EK és az 1107/EK rendelet módosításáról 2009 és a 2003/2003/EK rendelet hatályon kívül helyezése (EGT-vonatkozású szöveg) 170 p.

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=CELEX%3A32019R1009>

FRUITVEB (2023.): Zöldség-Gyümölcs ágazati jelentés. FruitVeB Magyar Zöldség-Gyümölcs Szakmaközi Szervezet. Budapest.

FERRERES F. – GOMES D. – VALENTÁO P. – GONCALVES R. – PIO R. – ALVES E. – SEABRA R. M. – ANDRADE P. B. (2009): Improved loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.) cultivars: variation of phenolics and antioxidative potential. Food Chemistry, 114: (3) 1019–1027. p. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.10.065>

GELLER N. (2010): Chancen von wildobst als niche für den erwerbsanbau. Erfurt, Fachhochschule Erfurt, Diplomamunka.

GOMBKÖTŐ, G. (1985): Növényi színanyagok. In: GOMBKÖTŐ, G. & SAJGÓ, M. (szerk): Biokémia. Budapest: Mezőgazdasági Kiadó. 160–168. p.

HALPERN M. – BAR-TAL A. – OFEK M. – MINZ O. – MÜLLER T. – YERMIYAHU U. (2015): The Use of Biostimulants for Enhancing Nutrient Uptake. Advances in Agronomy 130, 141–174 p. <https://doi.org/10.1016/bs.agron.2014.10.001>

HEIDBÖMER E. (2019.) A bodza titkai. Sziget Könyvkiadó, Budapest

HONG V. – WROLSTAD R. (1990): Characterization of anthocyanin containing colorant and fruit juices by HPLC. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 38. (3) 698-708p.

KAACK K. (2008): Processing of aroma extracts from elder flower (*Sambucus nigra* L.) European Food Research and Technology. Volume 227. 375–390 p.

KADER A. A. – BARRETT D. M. (2005): Classification, composition of fruits and postharvest maintenance of quality. In D. M. Barrett, L. P. Somogyi, H. S. Ramaswamy (Eds.), Processing fruits: Science and technology

KICZOROWSKI P. (2019): Influence of npk minerals and biostimulants on the growth, yield, and fruit nutritional value in cv. 'Nampion' apple trees growing on different rootstocks. Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus, 18(1), 197–205 p.

<https://doi.org/10.24326/asphc.2019.1.20>

KIM D.O. – JEONG S.W. – LEE C.Y. (2003): Antioxidant capacity of phenolic phytochemicals from various cultivars of plums. Food Chemistry. 81. 3. 321-326.

[https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(02\)00423-5](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00423-5)

KOVÁCS B. – GYÖRI Z. – CSAPÓ J. – LOCH J. – DÁNIEL P. (1996): A study of plant sample preparation and inductively coupled plasma optical emission spectrometry parameters. Communications in Soil Science and Plant Analysis. 27 (5-8). 1177-1198 p.

<https://doi.org/10.1080/00103629609369625>

KOVÁCS SZ. – TÓTH M. (2015): Fekete bodza. In. TÓTH M. (Szerk.). Gyümölcsismeret. Budapesti Corvinus Egyetem Gyümölcstermő Növények Tanszék.

KUBINA L. – KALOCSAI R. – MOLNÁR Z. – VONA V. – GICZI ZS. – NAGY V. (2023): Biostimulátorok szerepe a növények stressz folyamataiban. Acta Agronomica Óváriensis. Széchenyi István Egyetem, Albert Kázmér Kar, Mosonmagyaróvár 6.1. 129-158.

LEISNER C.P. (2020). Review: Climate change impacts on food security- focus on perennial cropping systems and nutritional value. Plant Science. Volume 293.

<https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2020.110412>

LEONARD MARK - PISANI-FERRY JEAN - SHAPIRO JEREMY - TAGLIAPIETRA SIMONE - WOLFF GUNTRAM B. (2021): The geopolitics of the European Green Deal, In: Bruegel Policy Contributions, Bruegel, 2. p.

MARTINEZ-BALLESTA M. C. – DOMINGUEZ-PERLES R. – MORENO D. A. – MURIES B. – C. ALCARAZ-LOPEZ C. – BASTIAS E. – GARCIA-VIGUERA C. – CARVAJAL M. (2010): Minerals in plant food: effect of agricultural practices and role in human health. A review. Agronomy for Sustainable Development, 30: (2) 295–309. p.

<https://doi.org/10.1051/agro/2009022>

NEPHALI L. – PIATER L.A. – DUBERY I.A. – PATTERSON V. – HUYSER J. – BURGESS K. – TUGIZIMANA F. (2020): Biostimulants for Plant Growth and Mitigation of Abiotic Stresses: A Metabolomics Perspective. *Metabolites*. 10. 505 p.

<https://doi.org/10.3390/metabo10120505>

NÉMET B. (2010): Környezeti spektroszkópia. Atommisszió. PTE Fizikai Intézet. Pécs

NOVELLI S. (2003): Developments in berry production and use. *Agriculture et Agroalimentaire Canada. Bi-weekly Bul.*, Vol. 16. 5-6 p.

PASCARIU O.-E. – ISRAEL-ROMING F. (2022): Bioactive Compounds from Elderberry: Extraction. Health Benefits, and Food Applications.

<https://doi.org/10.3390/pr10112288>

PÉTER F. (1968): Színezék kézikönyv. Műszaki Könyvkiadó, Budapest. 247-260 p.

POLYÁKNÉ F. K. (1983): Gyorsfagyasztással tartósított bodza alkalmazása élelmiszerek színezésére. KÉE doktori értekezés, Budapest.

PORPÁCZY A. (1987): Ribiszke, áfonya, bodza, fekete berkenye, Mezőgazda Kiadó, Budapest, 279-284p.

PRISZTER SZ. (1998): Növényneveink. A magyar és a tudományos növénynevek szótára. Budapest: Mezőgazda Kiadó.

SENICA M. – STAMPAR F. – VEBERIC R. – MIKULIC-PETKOVSEK M. (2016): Processed elderberry (*Sambucus nigra* L.) products: A beneficial or harmful food alternative? *Food Science and Technology*, Volume 72, 182-188 p.

<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.04.056>

SIDOR A. – GRAMZA-MICHALOWSKA A. (2015): Advances research etal antioxidant and health benefit of elderberry (*Sambucus nigra*) in food – a review. *Journal of Functional Foods*, 18: 941–958. p. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2014.07.012>

SINGH H.B – SINGH D.P (2009): From Biological Control to Bioactive Metabolites: Prospects with *Trichoderma* for Safe Human Food, Department of Mycology and Plant Pathology, Institute of Agricultural Sciences, Banaras Hindu University

SINGLETON V.L. – ORTHOFER R. – LAMUELA-RAVENTOS M. (1999): Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*. 299 152-178 p. [https://doi.org/10.1016/S0076-6879\(99\)99017-1](https://doi.org/10.1016/S0076-6879(99)99017-1)

- SIPOS B. Z. (2010.) A fekete bodza termesztése. Budapest. Mezőgazda Kiadó
- SMITH T. – ECKL V. – REYNOLDS C. M. (2021): Herbal Supplement Sales in US Increase by Record-Breaking 17.3% in 2020. American Botanical Council. Issue 131. 52-65 p.
- SOETAN K. O. – OLAIYA C. O. – OYEWOLE O. E. (2010): The importance of mineral elements for humans, domestic animals and plants: A review. African Journal of Food Science, 4: (5) 200–222. p.
- SOOD M. – KAPOOR D. - KUMAR V. - SHETIWIY M. S. - RAMAKRISHNAN M. - LANDI M. - ARANITI F. - SHARMA A. (2020): *Trichoderma*: The "Secrets" of a Multitalented Biocontrol Agent. Plants (Basel, Switzerland), 9(6), 762 p.
<https://doi.org/10.3390/plants9060762>
- SOUICI S.W. – FACHMANN W. – KRAUT H. (2008): Die Zusammensetzung der Lebensmittel Nährwert-Tabellen. Stuttgart, MedPharm Scientific Publishers. 1090– 1091 p.
- STÉGERNÉ-MÁTÉ M. (2001): A fekete bodza (*Sambucus nigra* L.) összetétele és feldolgozási lehetőségei. Doktori disszertáció. Szent István Egyetem, Budapest, Élelmiszertudományi Kar, Konzervtechnológiai Tanszék.
- SURÁNYI D. (1992): Magyar gyümölcs múltban és jelenben. Budapest. Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem.
- TIHANA T. – NADA P. – MARIJA S. – SVJETLANA Z. – ZDENKO L. – MIROSLAV L. (2020): Linking abiotic stress, plant metabolites, biostimulants and functional food. Ministry of Science, Education and Sports. 169-191 p. <https://doi.org/10.1111/aab.12651>
- VEBERIC R. – JAKOPIC J. – STAMPAR F. – SCHMITZER V. (2009): European elderberry (*Sambucus nigra* L.) rich in sugars, organic acids, anthocyanins and selected polyphenols, Food Chemistry. 114, 511-515 p. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.09.080>
- VEY A. – HOAGLAND R.E. – BUTT T.M. (2001). Toxic metabolites of fungal biocontrol agents. In T.M. Butt, C. Jackson and Magan, N. (Eds.), Fungi as Biocontrol Agents: Progress, Problems and Potential 311-346 p. <https://doi.org/10.1079/9780851993560.0311>
- VINICZAI S. (2002): A bodza fekete leve, Magyar Mezőgazdaság 57 (4), 14-15 p.
- VULIC J. J. – VRACAR L. O. – SUMIC Z. M. (2008): Chemical characteristics of cultivated elderberry fruit. Acta periodica technologica, 39: 85–90. p.
<https://doi.org/10.2298/APT0839085V>

WURM L. (2010.): Holunder In: WURM L. – LAFER G. – KICKENWEIZ M. – RÜHMER T. – STEINBAUER L. (Szerk.) Erfolgreicher Obstbau. Wien, Österreichischer Agrarverlag. 347–354. p.

YAKHIN, O.I. – LUBYANOV, A.A. – YAKHIN, I.A. – BROWN, P.H. (2017): Biostimulants in Plants Science: A Global Perspective. Frontiers in Plant Science. 7. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.02049>

ZIN N. A. – BADALUDDIN N. A. (2020): Biological functions of *Trichoderma* spp. for agriculture applications. Annals of Agricultural Sciences. Volume 65, Issue 2, 168-178pp. <https://doi.org/10.1016/j.aoas.2020.09.003>

Internetes hivatkozások:

INTERBET 1: EBIC: Economic Overview of the European Biostimulants Market <https://biostimulants.eu/highlights/economic-overview-of-the-european-biostimulants-market/> (letöltés dátuma: 2024.10.12)

USDA (United States Department of Agriculture) (2019): Agricultural Research Service National Nutrient Database for Standard Reference <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/171727/nutrients> (letöltés dátuma: 2024.10.05)

ÁBRÁK, TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

Táblázatok

1. táblázat: A fekete bodza beltartalmi értékei 100 g gyümölcsre vonatkoztatva	8
2. táblázat: A fekete bodza gyümölcsének ásványi-elem tartalma (mg/100g)	10
3. táblázat: Kontroll és kezelt fekete bodza ásványanyag tartalma.....	31

Ábrák

1. ábra: A bodza termésmennyiségének alakulása Magyarországon.....	7
2. ábra: Bodzafa permetezése Tricho Immun készítménnyel	16
3. ábra: Minta kimérése a szárazanyagtartalom meghatározásához	17
4. ábra: A kimért minták szűrése	19
5. ábra: Mintaoldatok készítése a flavonoid-tartalom meghatározásához.....	20
6. ábra: Összes savtartalom meghatározás mintaelőkészítése.....	21
7. ábra: A roncsolást követő színtelen minták	23
8. ábra: Az elkészült roncsolatok az ásványianyag-tartalom meghatározásához	25
9. ábra: Kontroll és kezelt fekete bodza összes polifenol tartalma (mg GAE/100 g)	26
10. ábra: Kontroll és kezelt fekete bodza flavonoid-tartalma (mg CE/100 g)	27
11. ábra: Kontroll és kezelt fekete bodza C-vitamin tartalma (mg/100 g)	28
12. ábra: Kontroll és kezelt fekete bodza összes savtartalma (%)	29
13. ábra: Kontroll és kezelt fekete bodza fehérjetartalma (%).....	30