

SZAKDOLGOZAT

Molnár Nikoletta

2023



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Budai Campus
Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet
Gyümölcs- és Zöldségfeldolgozás Technológia Tanszék
Élelmiszermérnöki alapképzési szak

ÚJ FEKETE BODZA FAJTAKERESZTEZÉSEK SZÍNANYAG
TARTALMÁNAK VIZSGÁLATA

Belső konzulens: Dr. Szalóki-Dorkó Lilla

Egyetemi adjunktus

Belső konzulens

intézete/tanszéke: Élelmiszertudományi és
Technológiai Intézet

Gyümölcs- és Zöldségfeldolgozás
Technológia Tanszék

Készítette:

Molnár Nikoletta

Budapest

2023

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés és célkitűzések.....	1
2. Irodalmi áttekintés.....	3
2.1 A fekete bodza.....	3
2.1.1 A fekete bodza rendszertani besorolása	3
2.1.2 A fekete bodza növényteni jellemzői	3
2.1.3 A fekete bodza beltartalmi jellemzői	5
2.2 Polifenol vegyületek.....	7
2.2.1 Antocianinok	8
2.2.2 A fekete bodza felhasználása	9
2.3 Színezékek.....	10
3. Anyagok és módszerek.....	12
3.1 Felhasznált anyagok	12
3.2 Mintaelőkészítés.....	12
3.2.1 Minták jelölése	12
3.2.2 Zúzalék készítés	12
3.2.3 Minták extrakciója.....	13
3.3 Mérés menete	14
3.3.1 Vízoldható szárazanyagtartalom mérés.....	14
3.3.2 pH mérés	14
3.3.3 Színmérés	14
3.3.4 Összes polifenol tartalom meghatározása	16
3.3.5 Összes monomer antocianin tartalom meghatározása pH differenciális módszerrel	16
3.3.6 Antioxidáns kapacitás FRAP módszerrel.....	18
4. Kísérleti eredmények és értékelésük	20
4.1 Vízoldható szárazanyagtartalom mérés.....	20
4.2 pH mérés eredményei.....	20
4.3 Színmérés eredményei.....	21
4.4 Színínger különbség eredményei	24
4.5 Összes polifenol tartalom mérés eredményei.....	25
4.6 Összes monomer antocianin tartalom mérés eredményei	26
4.7 Antioxidáns kapacitás mérés FRAP módszerrel eredményei	27
5. Összefoglalás.....	29

6. Irodalmi hivatkozás	31
7. Táblázatok és ábrák.....	35
Hallgatói nyilatkozat	36
Konzulensi nyilatkozat.....	37

1. Bevezetés és célkitűzések

Az élelmiszerek esetében a szín az egyik legmeghatározóbb tulajdonság, amely alapján a fogyasztók minősítik az élelmiszereket. A mesterséges színezékek egészségre gyakorolt káros hatása miatt egyre gyakrabban természetes színezékeket alkalmaznak. Amellett, hogy ezek helyettesítik a mesterséges pigmenteket, még számos pozitív tulajdonsággal is rendelkeznek, mint például antioxidáns és antimikrobiális hatással.

Az elmúlt években egyre nagyobb az igény a piacon a természetes, növényi alapú, környezetbarát és emberre biztonságos alapanyagok iránt.

A fekete bodza (*Sambucus nigra L.*) gyümölcse kiemelkedően magas színanyagtartalma miatt alkalmas mesterséges élelmiszerszínezékek helyetti használatra. Ezen túlmenően, a fekete bodza gazdag bioaktív vegyületekben, amelyek pozitív hatással vannak az emberi szervezetre. Az antocianinokban gazdag fekete bodza kiváló antioxidáns tulajdonságokkal rendelkezik, így biztonságos és ígéretes alternatívát nyújt a mesterséges ételszínezékek helyett. Fontos megjegyezni, hogy a gyümölcs színanyagtartalma változhat a fajta és az érettség függvényében, de a magas antocianin-tartalmú fekete bodza alkalmazható színező élelmiszerként.

Az egyik leggyakoribb természetes élelmiszerszínezék az antociánok (E163), amelyek a pirosas-lilás színt adja a fekete bodza gyümölcseinek. A termesztők a fekete bodza színező hatását próbálják keresztezésekkel tovább erősíteni, hiszen megnövekedett az igény a minél nagyobb színanyagtartalmú fajták iránt, mert gazdasági és minőségi szempontból fontos. A kutatók folyamatosan kísérleteznek már meglévő fajták keresztezésével, annak érdekében, hogy ezek termesztése és értékesítése még gazdaságosabb legyen, valamint a belőlük készülő természetes élelmiszer színezékek gyártása még kifizetődőbb legyen.

Szakdolgozatomban a Bodzatermelők Értékesítő Szövetkezete (BOTÉSZ) által biztosított különböző fekete bodza fajták keresztezéséből létrejövő mintáknak a különböző beltartalmi paramétereit vizsgáltam két különböző érettségi állapotban, hiszen ismert tény, hogy a fekete bodza beltartalmi értékeit befolyásolja a fajta és az érettségi állapot is.

A vizsgálataim során mértem a fekete bodza bogyók vízdoldható szárazanyag tartalmát és pH értékét. Az extrakció útján kinyert oldatból különböző beltartalmi tulajdonságait vizsgáltam, mint az összes monomer antocianin tartalom, összes polifenol tartalom, antioxidáns kapacitás, valamint ezek mellett a fekete bodza minták színét és szemmel látható színínger különbségét vizsgáltam.

,

Ezek alapján a szakdolgozatom célja volt, hogy a vizsgálati eredmények alapján megállapítsam, hogy mely fekete bodza fajta keresztezések és melyik érettségi állapot rendelkezik a legkedvezőbb értékekkel élelmiszeripari színezékgyártás szempontjából.

2. Irodalmi áttekintés

2.1 A fekete bodza

2.1.1 A fekete bodza rendszertani besorolása

A fekete bodza (*Sambucus nigra* L.) a zárvatermők törzsébe (*Angiospermatophyta*), a Kétszikűek osztályába (*Dicotyledonopsida*), a Mácsonyvirágúak rendjébe (*Dipsacales*), a Pézsmaboglárfélék családjába (*Adoxaceae*) és a Bodzafélék nemzetségébe (*Sambucus*) tartozik (Bernáth, 2000). A *Sambucus* L. (*Caprifoliaceae*) nemzetség több mint 20 fajt foglal magában, amelyek széles körben elterjedtek a mérsékelt és szubtrópusi övezetekben. A fekete bodza (*Sambucus nigra* L.) egy elterjedt faj, amely Európa, Ázsia, Észak-Afrika és az USA nagy részén napfényes helyeken nő (Rodrigues et al., 2018). A *S. nigra* L. számos fajtáját ültetik Európában, ezek közül a legelterjedtebb a 'Haschberg' fajta többféle szelekcióval, melyeket főleg a gyümölcse miatt ültetnek. Ezt a fajtát ritkán használják friss fogyasztásra, többnyire koncentrátumokká és levekké dolgozzák fel (Veberic et al., 2009).

2.1.2 A fekete bodza növényteni jellemzői

A fekete bodza egy lombhullató cserje, amely elérheti a 6 méter magasságot is. A fekete bodza a nitrogénben gazdagabb, jó vízgazdálkodású területeken telepszik meg legszívesebben. Kérge barnásszürke, mélyen barázdált, az ágak belsejében fehér szivacsos réteg található. A gallyak vaskosak, szürkék, kiemelkedő paraszemölcsökkel. Kisméretű, fehér hermafrodita virágai nagy ernyővirágzatban fejlődnek, és nyár elején virágoznak (Veberic et al., 2009). Leveli keresztben átellenesek, páratlanul szárnyasan összetettek, nagyok, hosszúságuk elérheti a 40 cm-t is. A levélkéi elliptikusak, hegyes csúcsúak, fűrészes szélűek, fonákuk világoszöld, fénylő (Bernáth, 2000). Virágzata 10-25 cm átmérőjű, dús, lapos bogernyő (álernyő). A szíromlevelek rövid csőrű pártává forrtak össze, sárga porzói a pártacső alsó végéhez nőttek. A virágok bódító, édeskés illatúak, sárgásfehérek, amelyeknek a virágzási időszaka június vagy július (Bernáth, 2000; Rodrigues et al., 2018). Termése csonthéjas bogyó (bengetermés), kicsi, kerek, fényes fekete és vékony héjú, amelyek fürtökben találhatóak. A bogyókban két-három kb. 5 mm nagyságú csonthéjas mag található (Rodrigues et al., 2018).



1. ábra: A fekete bodza virága (Forrás: Internet 1.)

A *S. nigra* L. számos fajtáját ültetik Európában, ezek közül a legelterjedtebb a Haschberg fajta többféle szelekcióval, melyeket főleg a bodza bogyó miatt szüretelnek (Veberic et al., 2009). Ezt a fajtát a Klosterneuburger Donauauen vad formájából szelektálták 1965-ben. A Haschberg kissé elnyújtottan érlik szeptember első felében. Ennek a fajtának egy tányérja kb. 1 kg súlyú és 5 különálló tányérból áll. A bogyók szilárdan ülnek a tányéron és teljes érésben sem peregnek. A virágok június elején jelennek meg, így nincsenek kitéve a kései fagyveszélynek (Bubán et al., 2004). Ezt a fajtát ritkán használják friss fogyasztásra, többnyire koncentrátumokká és levekké dolgozzák fel. A fekete bodza gyümölcséből préselt gyümölcslé számos elsődleges metabolitot tartalmaz, beleértve a különféle cukrokat és szerves savakat. A másodlagos metabolitok közül a bodza levét túlnyomórészt nagy mennyiségű antocianin jellemzi (Veberic et al., 2009).



2. ábra: A fekete bodza termése (Forrás: Internet 2.)

2.1.3 A fekete bodza beltartalmi jellemzői

A fekete bodzának minden része (bodzavirág és bodza gyümölcs), olyan étrendi bioaktív vegyületek forrása, mint a szénhidrátok, lipidek, flavonoidok, fenolos savak, terpenoidok és alkaloidok, amelyek nagy kereskedelmi értéket adnak neki, amelyet élelmiszerszínezékként használnak lekvárokból és zselékben, pitékben, joghurtokban, szörpökben és alkoholos italokban. A bogyókban található nagy mennyiségű bioaktív vegyületeknek és jelentős antioxidáns tulajdonságainak köszönhetően a bogyókat étrendkiegészítőként is használják. Számos tanulmány kimutatta, hogy a bodza kivonat az antioxidáns hatás mellett gyulladáscsökkentő, érvédő, immunstimuláló és kemoprevenzív tulajdonsággal is rendelkezik. Tehát a bodza bioaktív vegyületei fontos szerepet játszhatnak számos degeneratív betegség, például szív- és érrendszeri, gyulladásos betegségek, rák és a cukorbetegség megelőzésében (Silva et al., 2017; Domínguez, et al., 2020).

A fekete bodza kémiai összetétele gazdag, és különböző tényezőktől függ, mint például a fajta, a hely, az érési szakasz és az éghajlati viszonyok. A fekete bodzában található szénhidrátok közé tartoznak az élelmi rostok is, mint a pektin, a pektinsav, a protopektin és a cellulóz. A bodza fehérje tartalma 2,7-2,9% a bogyókban, 2,5% a virágokban és 3,3% a levelekben (Młynarczyk et al., 2018). A lipidek zsírsavprofilját összességében a telítetlen zsírsavak uralják, nevezetesen a linolén (40,7 g/100 g olaj), a linolsav (34,3 g/100 g olaj) és az olajsav (13,8 g/100 g olaj). A bodza gyümölcsök szénhidráttartalma 18,4%, ebből 7,4% élelmi rost. A gyümölcsben található rostfrakciók közé tartozik a pektin, a pektinsav (poligalakturonsav) és a protopektin (hemicellulóz). A cukrok 6,8-11,5%-át teszik ki a gyümölcsnek, ennek több mint 95%-a redukáló cukor glükóz és fruktóz formájában. A glükóz és a fruktóz hasonló mennyiségben van jelen. A szacharóz a gyümölcsök kevesebb mint 0,33%-át teszi ki. A bodzában jelenlévő vitaminok a B-csoport vitaminai, az A-csoport vitaminai, a tokoferolok és a C-vitamin. A friss bodza gyümölcsök C-vitamin tartalma 6-35 mg/100 g. A bodza gyümölcsében lévő hamutartalom körülbelül 0,99%-ot tett ki, és a következő ásványi anyagokból állt: K, Ca, Fe, Mg, P, Na, Zn, Cu, Mn, Se, Cr, Ni (Sidor és Gramza-Michałowska, 2015).

A bodzában található bioaktív vegyületek elsősorban a polifenolok és az antocianinok. A bodza termése a fenolvegyületek fontos forrása, tartalmuk a bodzában viszonylag magas a többi gyümölcshöz képest (Młynarczyk et al., 2018).

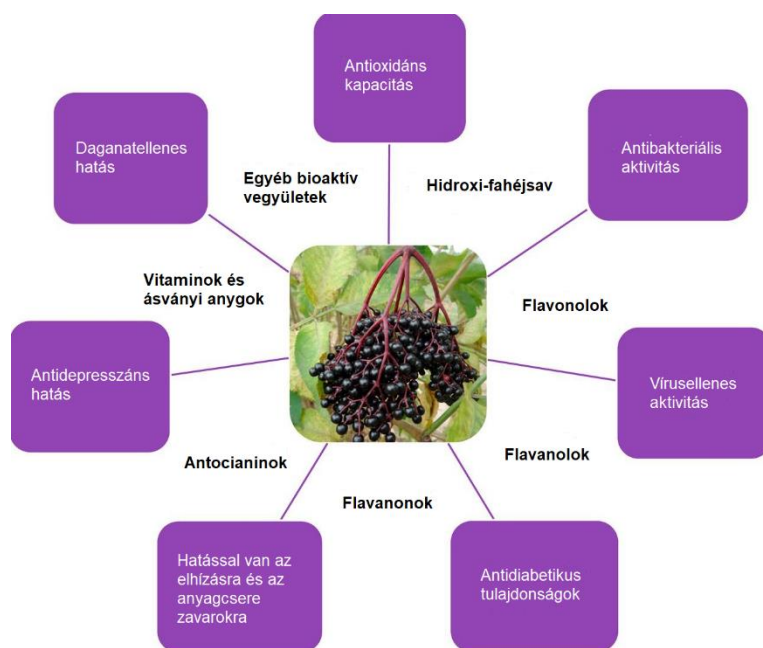
A bodza gazdag fenolos vegyületekben, főként fenolsavak és flavonoidok forrása, amelyet egy vagy több aromás gyűrű jellemez, amelyek kémiai szerkezetükben legalább két hidroxil

csoporttal kapcsolódnak. Ezek a vegyületek másodlagos növényi metabolitok, amelyek megakadályozzák a szabad gyökök képződését és szaporodását, mivel nagy reakciókészségük van a biológiai molekulákkal, például lipidekkel, fehérjékkel. A bodza gyümölcsében a leggyakrabban előforduló polifenolok a flavonoidok, főként a rutin (813,08 µg/100 g száraz tömeg) és a kvercetin (228,83 µg/100 g száraz tömeg). Azonban a növényi mátrixok, például a bodza bioaktív összetétele különböző tényezőktől függ, így a fajtától, a helytől, az érési szakasztól és az éghajlati viszonyoktól (Netzel et al., 2005).

A fenolos vegyületek közé tartoznak az antocianinok, amelyek vízben oldódó glikozidok vagy antocianidinek acilglikozidjai. Az antocianinok a gyümölcsökben és zöldségekben természetesen glikozidokként előforduló fenolos vegyületek legáltalánosabb osztályába tartoznak, amelyek felelősek a virágok vonzó narancssárgától kékig terjedő színéért, valamint fontos gyümölcsminőség mutatók, mivel befolyásolják a gyümölcs megjelenését és ízét. Napjainkban az antocianinok fogyasztásával kapcsolatos lehetséges egészségügyi előnyök sok kutatás középpontjában állnak (Duymuş et al., 2014). A flavonoid vegyületek fontosak az ételminőség színezékek funkcionális vegyületeiként és az oxidatív stressz elleni hatásos szerekként, amelyek csökkentik az emberi szervezet oxidatív károsodását a szabad gyökök megkötésével, így potenciális kemopreventív szerek. Ezért az antocianinok, mint kiváló antioxidáns tulajdonságú ételminőségszínezékek biztonságosságuk, valamint potenciális táplálkozási és terápiás hatásuk miatt jó alternatívát jelentenek a szintetikus ételszínezőkhöz képest (Młynarczyk et al., 2018).

Az antocianinok, valamint más flavonoidok antioxidáns, antikarcinogén, immunstimuláló, antibakteriális, antiallergiás és vírusellenes tulajdonságokkal rendelkeznek, ezért fogyasztásuk hozzájárulhat számos degeneratív betegség, például szív- és érrendszeri betegségek, rák, gyulladásos betegségek és a cukorbetegség megelőzéséhez. Ezek a vegyületek jól ismert szabad gyökfogók (Veberic et al., 2009).

A fekete bodzának nemcsak jótékony hatásai és antioxidáns tulajdonságai vannak, mert levelei, magjai, kérge és éretlen bogyói is mérgező vegyületeket tartalmaznak. A fekete bodza jelentős mennyiséget tartalmaz egy cianogén glikozidból, amely a szambunigrin. A bodzában található szambunigrin gyomor és bélrendszeri rendellenességeket okozhat, valamint hányingert, hányást, gyengeséget és szédülést. Azonban elsősorban az éretlen bogyókban fordulnak elő, és a hőkezelés során lebomlanak. A szambunigrin legnagyobb mennyiségben a levelekben található, kisebb mennyiségben a virágokban, míg a bogyók tartalmazzák a legkevesebbet. (Senica et al., 2016; Młynarczyk et al., 2018).



3. ábra: A fekete bodza bioaktív vegyületei és hatásuk (Forrás: Mlynarczyk et al., 2018)

2.2 Polifenol vegyületek

A flavonoidok a fenolos vegyületek legáltalánosabb és legszélesebb körben előforduló csoportjába tartoznak, a növény minden részében, különösen a fotoszintetizáló növényi sejtekben fordulnak elő. Ezek fontos összetevői az emberi és állati étrendnek. Több mint 5000 flavonoidot fedeztek fel a növényekben. A kémiai szerkezet szerint 10 különböző csoportot különböztetünk meg, általában flavanonok, flavonok, izoflavonoidok, flavanok (flavanolok), antocianinok és flavonolok vannak jelen az étrendben. A flavonolok legnagyobb mennyiségben az élelmiszerekben vannak jelen, és ezek főként a citrusfélékben, míg az izoflavonok túlnyomórészt a szójaételekben, az antocianinok pedig a gyümölcsökben és zöldségekben. A természetes színeket és ízeket tartalmazó növényekből készült élelmiszerek flavonoidokat tartalmazhatnak. A fenolos vegyületek főként a gyümölcsökben és zöldségekben, míg a vörösbortban és a kávéban kis mennyiségben vannak jelen (Nabi et al., 2023).

A termikus folyamatok nagymértékben befolyásolják a flavonoidok elérhetőségét az élelmiszerekben, ami ezek nagyságától és időtartamától függ (Ioannou et al., 2012).

2.2.1 Antocianinok

Az antocianin vízben oldódó pigment, amely vörös, lila és kék színt ad a növényeknek. Ezek a flavonoidok közül a legkiemelkedőbbek, mivel képesek élénk színeket és egészségvédő tulajdonságokat biztosítani az élelmiszerek számára. Ezek többnyire minden magasabb rendű növényben jelen vannak. Az antocianinok konjugációja a növények vörös, kék és lila színét okozza. Fő forrásuk a piros szőlő, cseresznye, szilva, málna, eper, szeder, áfonya, arónia és vörös káposzta (Nabi et al., 2023).

Az antocianinok a polifenolok flavonoidok alcsoportjába tartoznak, és polihidroxilezett vagy polimetoxilezett glikozidok vagy acilglikozidok a megfelelő aglikon antocianin formájukból (antocianidin néven ismert), amelyek a 2-fenilbenzopirilium vagy flavilium sók oxigénezett származékai. Alapszerkezetét egy C6–C3–C6 gerinc jellemzi, amely nyolc konjugált kettős kémiai kötést tartalmaz, és két benzolgyűrűt, amelyeket három szénatomos heterociklusos gyűrű köt össze, amelyek oxigént tartalmaznak. Hét különböző oldalcsoporttal is rendelkeznek, amelyek lehetnek hidrogénatom, hidroxid- vagy metoxicsoport. A természetben 23 különböző antocianidin található, amelyek a két benzolgyűrű szénhelyzetében megjelenő váltakozó szubsztituenseken alapulnak. Mindazonáltal csak 6 van széles körben elterjedve az ehető növényekben, a cianidin (Cy), delfinidin (Dp), pelargonidin (Pg), peonidin (Pn), malvidin (Mv) és petunidin (Pt). A természetben a cianidin és a peonidin vöröses-lila (bíbor) színű, és főleg a bogyókban fordul elő. A delfinidin lila és kék színeket mutat a kék virágokban. A pelargonidin és a petunidin vörös és sötétvörös vagy lila színű, a gyümölcsökben és virágokban nagy mennyiségben fordulnak elő. Végül a malvidin lila színű, és többnyire vörösborban és kék virágokban található. Az antocianidinek szabad formában ritkán fordulnak elő, de általában egy vagy több cukorrésszel kombinálva glikozidos kötésekkel keresztül antocianinokat képeznek. Ezenkívül ezek a glikozidkötések különböző aromás és/vagy alifás savakkal acilezhetők. Eddig több mint 600 különböző antocianint fedeztek fel (Echegaray et al., 2023, Weber és Larsen, 2017).

Számos tényezőről kimutatták, hogy befolyásolja az antocianinok stabilitását. Az antocianinok stabilitását a szerkezettel kapcsolatos hatások mellett számos külső paraméter, mint a hőmérséklet, a fény és az oxigén, különösen a pH befolyásolja (Weber és Larsen, 2017).

Az élelmiszer-feldolgozás befolyásolja az antocianinok tartalmát és biológiai hozzáférhetőségét egyaránt. Az antocianinok biológiai hozzáférhetősége a táplálékmátrixtól, az élelmiszer egyéb összetevőitől, például az alkoholtól és a zsírtól, valamint az antocianin

szerkezetétől függ. Ezért a növényfajok és a táplálékmátrix nagyon jelentős tényezők, amelyek meghatározzák az antocianinok tartalmát és biológiai hozzáférhetőségét, ezáltal biológiai hozzáférhetőségét. Az antocianin biológiai hozzáférhetőségét az élelmiszer pH-ja és hőmérséklete is módosíthatja. Ezenkívül a technológiai folyamatok során képződő és/vagy hozzáadott egyéb összetevők jelenléte módosíthatják az antocianinok biológiai hozzáférhetőségét. Az élelmiszer-feldolgozás, beleértve az otthoni ételkészítési gyakorlatokat is, az egyik fő tényező, amely meghatározza az antocianinok stabilitását és az élelmiszer-mátrixszal való kölcsönhatást. A termikus feldolgozás általában az antocianintartalom csökkenését, valamint az antocianinok biológiai hozzáférhetőségének növekedését eredményezi. A hőkezelések károsítják a sejtfalat, felszabadítják a citoplazmatartalmat, és könnyebben hozzáférhetővé teszik az antocianinokat a felszívódáshoz. (Eker et al., 2019).

2.2.2 A fekete bodza felhasználása

Az utóbbi években egyre nagyobb az érdeklődés e vadon termő növényfaj iránt, egyszerű termesztése, magas hozzáférhetősége és bioaktív vegyületekben gazdagsága miatt (Domínguez, et al., 2020).

Európában a bodzát évszázadok óta intenzíven használják mind az élelmiszeriparban pitek, zselék, lekvárok, fagylaltok, joghurtok és különféle alkoholos italok előállítására, mind a népi gyógyászatban számos betegség kezelésére, antioxidáns, antikarcinogén, immunstimuláló, allergia-, vírus- és antibakteriális hatásának köszönhetően (Domínguez, et al., 2020).

A fekete bodza virágait és bogyóit széles körben alkalmazzák a hagyományos orvoslásban Európában. Az Európai Unió hivatalosan is elismerte a bodzavirág hagyományos használatát a megfázás korai tüneteinek enyhítésére, és számos termék, például gyógytea, tinktúra vagy folyékony kivonatok kaphatók a kereskedelemben belőlük. A bodzát hagyományosan gyógytea, szirup vagy gyümölcslé formájában használják megfázás ellen, hashajtóként, izzasztóként, vizelethajtóként és fájdalomcsillapítóként. Európában széles körben jelen vannak a különféle étrendkiegészítőkben is. Számos nem klinikai vizsgálat igazolta a bodza virág és a bodza gyümölcs biológiai aktivitását, ilyenek például a szárított bodzavirág gyulladáscsökkentő tulajdonsága, a friss bodzavirág italok antioxidáns hatása, a bodzavirágok és gyümölcsök antibakteriális tulajdonsága, a bodzavirág antidiabetikus hatása, és a szárított bodza immunmoduláló tulajdonsága (Mota et al., 2020).

Az egészségügyi vonatkozásokon kívül egyre nagyobb az érdeklődés az új természetes adalékanyagok élelmiszeriparban történő alkalmazása iránt. Ebből a szempontból az

élelmiszergyártók számára fontos stratégia volt a szintetikus adalékanyagok helyettesítése növényekből kivont természetes bioaktív vegyületekkel. Köztudott, hogy az élelmiszerek minőségromlásának fő nem mikrobiális oka az oxidatív folyamat. Ezért fontos új, magas antioxidáns aktivitású bioaktív anyagok forrásainak felkutatása, amelyek felhasználhatók az élelmiszerek reformálásában. Egészségfejlesztő és érzékszervi tulajdonságai miatt a bodza elsősorban az élelmiszer- és gyógyszeriparban használatos (Domínguez, et al., 2020; Młynarczyk et al., 2018).

2.3 Színezékek

A szín az egyik legfontosabb tulajdonság, amely alapján a fogyasztók megítélik az élelmiszerek frissességét és minőségét. A szintetikus színezékekkel kapcsolatos egészségügyi aggályok miatt a természetes színezékek egyre gyakoribbak az élelmiszeripari termékek fejlesztésében. Amellett, hogy helyettesítik a szintetikus pigmenteket, ezek az adalékanyagok számos egyéb előnnyel is rendelkeznek, mint például antioxidáns és antimikrobiális hatásuk. A természetes színezékek élelmiszerekbe való beépítése módot ad az élelmiszerek dúsítására, mivel ezek a természetes anyagok számos jótékony tulajdonsággal rendelkeznek. Különböző élelmiszertípusok (például tejtermékek, hús és húskészítmények, valamint pékáruk) esetében vizsgálták a természetes színezékek felhasználásának lehetőségét az élelmiszerek színének fokozására. A természetes színezékek használata lehetővé teszi az intelligens csomagolási technológiák kifejlesztését, hiszen a természetes színezékek kiváló pH-mutatónak bizonyultak, amellyel az élelmiszerek frissessége nyomon követhető (Echegaray et al., 2023).

Manapság a legtöbb élelmiszert valamilyen módon feldolgozzák, mielőtt eljut a fogyasztóhoz, és a gyártóknak szükségük van a feldolgozás során elvesztett szín pótlására vagy olyan termékek színezésére, amelyek egyébként színtelenek és nem tetszetősek lennének. A mesterséges színezékek biztonságával kapcsolatos közvélemény növekvő aggodalma miatt a természetes pigmentkivonatok egyre nagyobb előtérbe kerülnek. Európában jelenleg 13 engedélyezett természetes forrásból származó pigment létezik, amelyek élelmiszerek színezésére használhatók. Ezek a kurkumin (kurkuminoid), lutein (xantofill), béta- karotin, bixin / norbixin, kapszantin / kapszorubin (karotinoidok), betanin (betalaine), kárminsav és kármin (antrakinonok), klorofill és réz klorofill / klorofill (porfirinek), karamellizált cukor és malátakivonat (melanoidinek) és antocianinok (flavonoid) (Bridle és Timberlake, 1997).

A természetes színezékeket általában gyümölcsökből, zöldségekből, magvakból és mikroorganizmusokból vonják ki. Ezek közül, az antocianinok a legtöbb magasabb rendű növényben megtalálhatóak és széles színválasztékot kínálnak a narancstól a kékig. A szőlőt, vörös káposztát, valamint különböző zöldségeket és gyümölcsöket (pl. bodza, fekete ribizli, aronia) forrásként használnak természetes színezőanyag előállításához (Ioannou et al., 2012).

A természetes színezékek egyre nagyobb hangsúlyt kapnak az élelmiszeriparban. Ezek a minták azt tükrözik, hogy a fogyasztók kritikusabbak és tudatosabbak az általuk fogyasztott termékekkel kapcsolatban. Ennek eredményeként egyre gyakrabban keresnek olyan élelmiszereket, amelyek elősegítik az egészségükre gyakorolt jótékony hatást. A természetes színezékek ezt a tendenciát követik, mivel biológiai funkcionalitásukkal (antimikrobiális és antioxidáns aktivitásukkal) és a civilizációs betegségek megelőzésében való hatásukkal összefüggésben kereskedelmi vonzerőt képviselnek. A természetes élelmiszer-színezékek azonban még mindig technológiai korlátokkal rendelkeznek, amelyek bonyolulttá és költségessé teszik az élelmiszer-fejlesztésbe való beépítésüket. Ezek a színezékek nagyon érzékenyek a hőmérsékletre, pH-ra, vízaktivitásra, fényre, redukáló- vagy oxidálószerekre, fémekre és oxigénre. Ezenkívül a természetes színezékek alacsonyabb spektrummal és színváltozattal rendelkeznek, mint a mesterségesek. A kitermelési folyamatok alacsony energiahatékonysága miatt drágábbak is (Bocker és Silva, 2022).

A színező élelmiszerek nem tartoznak az élelmiszer adalékanyagok közé. A színező élelmiszerek alkalmazását korlátozhatja az alacsonyabb stabilitás, a gyengébb színezés, az élelmiszer összetevőkkel való kölcsönhatás. Ezért egyetlen természetes eredetű színezék sem szolgálhat univerzális alternatívaként egy meghatározott szintetikus színezék helyett (Sigurdson, Tang és Giust, 2017).

A mesterséges színezékek olyan vegyületek, amelyeket mesterségesen állítanak elő, és alapvetően különböznek a természetes színezékektől a kémiai szerkezetük tekintetében. Ezek olcsóbbak, nincsenek ízük vagy szaguk, és hatékonyabban színezik az élelmiszereket. Azonban hátrányuk, hogy sok közülük negatívan befolyásolhatja az emberi szervezetet, és az érzékeny embereknél gyakrabban okozhatnak élelmiszer-intoleranciát, mint a természetes színezékek. A vizsgálati módszerek fejlődésével a mesterséges színezékek között engedélyezett anyagok számát lényegesen csökkentették. Az Európai Parlament és Tanács 1333/2008/EK rendelet V. számú mellékletében meghatározott figyelmeztető feliratot („a gyermekek tevékenységére és figyelmére káros hatást gyakorolhat”) kötelező feltüntetni, E102, E104, E110, E122, E124 és az E129 mesterséges színezékeket használnak az élelmiszerekben (Pénzes és Balázs, 2017).

3. Anyagok és módszerek

A szakdolgozatom készítéséhez szükséges méréseket a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Gyümölcs- és Zöldségfeldolgozás Technológia Tanszék laboratóriumában végeztem. A munkámhoz szükséges alapanyagokat és felszereléseket az egyetem biztosította számomra. A munkámhoz szükséges fekete bodza minták a BOTÉSZ-től (Bodzatermelők Értékesítő Szövetkezete) származtak.

3.1 Felhasznált anyagok

3.2 Mintaelőkészítés

3.2.1 Minták jelölése

Az 1. táblázatban a szakdolgozatomban vizsgált fekete bodza minták jelölése látható. A dolgozatomban a táblázatban feltüntetettet jelöléseket alkalmazom a továbbiakban.

A vizsgált minták között két Haschberg x Vad keresztezés található. A két keresztezés között a különbség, hogy az ültetvényben másik sorban lévő fáról lettek szedve, ezeket a és b betűkkel különböztettem meg.

1. táblázat: A vizsgált minták jelölése

HSC.1	Haschberg x Samocco 1-es érettségi állapot
HSC.2	Haschberg x Samocco 2-es érettségi állapot
HV.a.1	Haschberg x Vad 1-es érettségi állapot
HV.a.2	Haschberg x Vad 2-es érettségi állapot
HSP.1	Haschberg x Sampo 1-es érettségi állapot
HSP.2	Haschberg x Sampo 2-es érettségi állapot
HV.b.1	Haschberg x Vad 1-es érettségi állapot
HV.b.2	Haschberg x Vad 2-es érettségi állapot
SPV.1	Sampo x Vad 1-es érettségi állapot
SPV.2	Sampo x Vad 2-es érettségi állapot

3.2.2 Zúzalék készítés

A fekete bodza mintákat fagyasztott állapotban kaptam meg. Először a bogyókat leszededgettem a fűtőkről. A lebogyózott szemekből egy durva aprító segítségével zúzalékot készítettem. A zúzalékot 50 ml-es centrifuga csövekbe tettem. A minták pH értékeit és refrakcióját a zúzalékból mértem.

A szemrevételezés során a bogyóknak sötét lilás-feketés színe volt, éretlen, zöldes világos színű bogyók nem voltak közte (4. ábra). A bogyók nagyobb szeműek voltak, különbség a fűtők nagyságában volt a minták között. Technikai okokból csak a minták egy részéről készült kép.



4. ábra: Bodza minták

3.2.3 Minták extrakciója

A bodza mintáimmal egy szilárd-folyadék extrakciót végeztem el. Mindegyik bodza mintából kimértem kb. 0,5 gramm mennyiséget egy centrifuga csőbe, majd hozzáadtam 40 ml extrahálószer. Az extrahálószer összetétele: 60% metanol, 39% desztillált víz és 1% hangyasav. Miután a mintákhoz hozzáadtam az extraháló szert 30 percet állni hagytam. Az állás után 15 percre ultrahangos vízfürdőbe tettem a mintákat. Ezután 4500-as fordulaton 5 percig centrifugáltam. A centrifugálás után a mintákról a felülúszót centrifuga csövekbe öntöttem le (5. ábra). Mintánként 2-2 párhuzamos extrakciót végeztem, melyeket további vizsgálatoknak vettem alá.



5. ábra: A fekete bodza minta extraktumok

3.3 Mérés menete

3.3.1 Vízoldható szárazanyagtartalom mérés

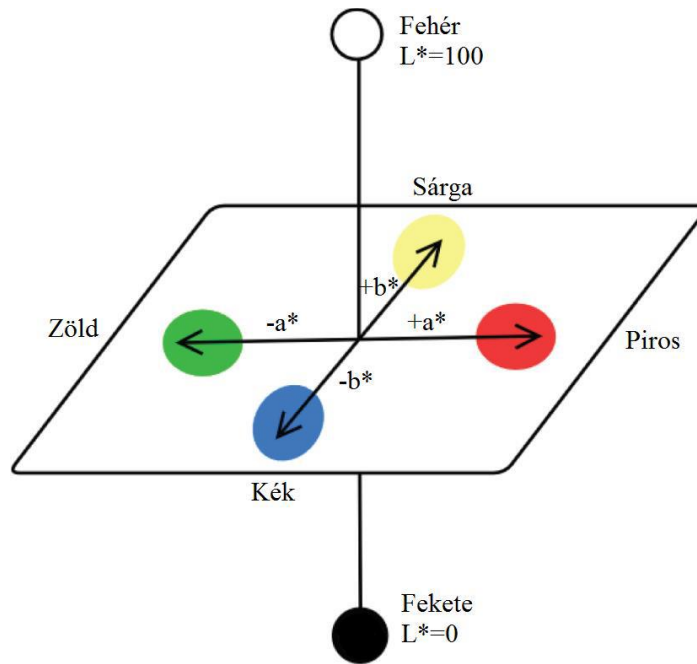
A bodzaminták vízoldható szárazanyagtartalmának mérését digitális refraktométerrel (ATAGO PAL3) mértem a fekete bodza mintákból készített zúzalékból. Minden mintából három párhuzamost mérést végeztem. A készüléket desztillált vízzel kalibráltam a mérések előtt. A mintából a mérőfelületre cseppentettem, majd a Start gomb megnyomásával mértem meg a minták refrakcióját.

3.3.2 pH mérés

A bodzaminták pH értékének meghatározását digitális pH mérővel (ADWA AD11) végeztem. A mérések között desztillált vízzel öblítettem át a mérőfejet és utána szárazra töröltem. Minden mintából három párhuzamos mérést végeztem a fekete bodza mintákból készített zúzalékból.

3.3.3 Színmérés

A bodzaminták színét CIE L^* , a^* és b^* színkoordinátákkal jellemeztem. A koordinátákat hordozható CR-40 kromaméter (Konica Minolta) segítségével határoztam meg. A mintát egy szabályozott xenon villanófény világította meg. A reflexió mérése a műanyag küvettába töltött mintán történt. Minden bodzaminta esetén két párhuzamos mérést végeztem a fekete bodza mintákból készített extraktumból.



6. ábra: A CIE L* a* b* színtér ábrázolása (Afonso et al., 2017)

Az L*, a*, b* a színek koordinátáit jelentik, és ezek a különböző színeket határozzák meg (6. ábra). Az L* a fehér és fekete színeket jelöli, az a* a zöld és vörös színeket, valamint a b* a kék és sárga színeket. L* érték mutatja a legsötétebb feketét, ha L*=0 és a legvilágosabb fehéret, ha L*=100. Az a* esetében a negatív értékek jelölik a zöld szín dominanciáját és a pozitív értékek a vörös színét, míg a b* negatív értékei a kék színt és pozitív értékei a sárga színt jelölik. Mindkét színcsatorna, az a* és a b* is valódi semleges szürke színt mutat, a* = 0 és b* = 0 esetén (Afonso et al., 2017).

A minták közötti színingerkülönbséget az alábbi képlettel számoltam:

$$\Delta E^* = ((\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2)^{1/2} \quad (1)$$

A szemmel érzékelhető eltérés a számolt ΔE^* érték alapján:

2. táblázat: A színingerkülönbséget (ΔE^*) és a vizuális érzékelés kapcsolata (Lukács, 1982)

ΔE^*	Szemmel érzékelt eltérés
$\leq 0,5$	nem érzékelhető
$0,5 < \Delta E^* \leq 1,5$	alig észrevehető
$1,5 < \Delta E^* \leq 3$	észrevehető
$3 < \Delta E^* \leq 6$	jól látható
$\Delta E^* > 6$	nagy különbség

3.3.4 Összes polifenol tartalom meghatározása

A minták összes polifenol tartalom meghatározását Folin-Ciocalteu reagenssel végeztem. A mérések Singleton és Rossi által 1965-ben leírt módszer alapján történtek (Singleton és Rossi, 1965).

A mérésekhez az alábbi reagenseket készítettem:

Folin oldat:

Folin : desztillált víz = 1:10 arány

Metanol : desztillált víz = 80 : 20 arány

Na_2CO_3 = 7,42g / 100 ml desztillált víz

Galluszsav = 5,1 mg / 10 ml MeOH : desztillált víz (= 80:20)

A mérések megkezdése előtt a kalibrációt végeztem el. A kalibráció elvégzése után minden mintából négy párhuzamos mérést végeztem el. A mérésnél a reagensek végtérfogata mindig 2500 μl volt. A kalibrációs egyenes elkészítéséhez a reagensek összemérésekor a kémcsövekbe elsőként az 1250 μl Folin reagenst mértem be, ezután a megfelelő mennyiségű MeOH:DV elegyet. Majd a változó mennyiségű galluszsavat pipettáztam be a kémcsövekbe, és 1 perc elteltével hozzáadtam a nátrium-karbonát oldatot. A kémcsöveket 5 percre 50°C-os vízfürdőbe helyeztem. Ezt követően a minták abszorbanciáját spektrofotométerrel 760 nm-en megmértem.

A vizsgált bodza minták összes polifenol tartalma meghatározható a kalibrációs egyenes és a minták abszorbancia értékeiből az alábbi képlet alapján.

$$TPC = \frac{A}{tg\alpha} * \frac{V_{\text{összes}}}{V_{\text{minta}}} * H \quad (2)$$

TPC = Összes polifenol tartalom

A = Abszorbancia

$tg\alpha$ = Kalibrációs egyenes meredeksége

$V_{\text{összes}}$ = Végtérfogat (2500 μl)

V_{minta} = Bemért minta térfogata

H = Az extrakció során alkalmazott hígítás

A vizsgált bodzaminták mérésénél ugyanúgy jártam el, mint a kalibrációs minták készítésénél, csak a galluszsav helyett a kémcsövekbe azonos mennyiségű 100 μl bodzamintát mértem be.

3.3.5 Összes monomer antocianin tartalom meghatározása pH differenciális módszerrel

A monomer antocianin komponensek színe reverzibilisen változik a pH érték változtatásával. A színes oxónium forma pH 1,0 értéken, míg a színtelen hemiketál forma pH 4,5-ös értéken van jelen. A pigmentek 520 nm-en mért abszorbanciájának különbsége arányos a koncentrációjukkal (Lee et al., 2005).

Mindegyik minta abszorbanciáját megmértem 520 nm-en és 700 nm-en is. A vak minta desztillált víz volt.

A méréshez használt reagensek:

pH 1,0 puffer: 0,025 M Kálium-klorid (KCl)

pH 4,5 puffer: 0,4 M Na-acetát (CH_3COONa)

A vizsgálat során 10 cm³-es mérőlombikba pipetta segítségével bemértem 0,5 ml-t a bodzamintákból. Minden mérendő minta esetében két hígítást készítettem, egyet a pH 1,0 pufferrel és egyet a pH 4,5 pufferrel töltöttem jelig (7. ábra). Mindkét hígított minta abszorbanciáját megmértem 520 nm-en és 700 nm-en is. Hígításonként négy párhuzamos mérést végeztem.

A minták összes antocianin tartalmát az alábbi képlet alapján számoltam ki:

$$\frac{A \cdot MW \cdot DF \cdot 10^3}{\epsilon \cdot l} \quad (3)$$

$A = (A_{520\text{nm}} - A_{700\text{nm}})_{\text{pH } 1,0} - (A_{520\text{nm}} - A_{700\text{nm}})_{\text{pH } 4,5}$

MW = cianidin-3-glükózid molekuláris tömege [g/mol]

DF = hígítási tényező

ϵ = Moláris extinkciós együttható [$\text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$]

l = úthossz [cm]



7. ábra: Az összes monomer antocianin méréshez előkészített minták

3.3.6 Antioxidáns kapacitás FRAP módszerrel

A FRAP lényege, hogy a ferri-(Fe³⁺) -ionok az antioxidáns aktivitású vegyületek hatására ferro-(Fe²⁺) -ionokká redukálódnak, melyek alacsony pH-n a tripiridil-triazinnal komplexet képezve színes terméket adnak. A Fe²⁺ - TPTZ kék színű és így fotometriásan mérhető (Benzie és Strain, 1996).

A méréshez az alábbi reagenseket készítettem:

Acetát puffer: pH 3,6, 3,1g Na-acetát * 3 H₂O / 16 ml ecetsav

20 mM FeCl₃ * 6 H₂O, 54 mg / 10 ml DV

Triazin oldat (TPTZ): 10mM, 31,23 mg / 10 ml DV + 33,6 µl HCl

A FRAP reagens összetétele:

25 ml acetát puffer

2,5 ml FeCl₃ oldat

2,5 ml TPTZ oldat

A mérések megkezdése előtt kalibrációt végeztem a módszer szerint.

A kalibráció elvégzése után minden mintából négy párhuzamos mérést végeztem el. A mérésnél a reagensek végtérfoga mindig 1550 µl volt. A kalibrációs egyenes elkészítéséhez a reagensek összemérésekor a küvetákba elsőként az 1500 µl FRAP reagenst mértem be, ezután a megfelelő mennyiségű desztillált vizet. Majd a változó mennyiségű aszkorbinsav oldatot pipettáztam be a küvetákba. A mérőelegy összeállítása után 5 percet vártam, majd a minták abszorbanciáját spektrofotométerrel 593 nm-en megmértem. A mért értékekből kalibrációs egyenest készítettem.

A vizsgált bodza minták összes polifenol tartalma meghatározható a kalibrációs egyenes és a minták abszorbancia értékeiből az alábbi képlet alapján.

$$FRAP = \frac{A}{tg\alpha} * \frac{V_{összes}}{V_{minta}} * H \quad (4)$$

FRAP = Antioxidáns kapacitás

A = Abszorbancia

tgα = Kalibrációs egyenes meredeksége

V_{összes} = Végtérfogat (1550 µl)

V_{minta} = Bemért minta térfogata

H = Extrakció során alkalmazott hígítás

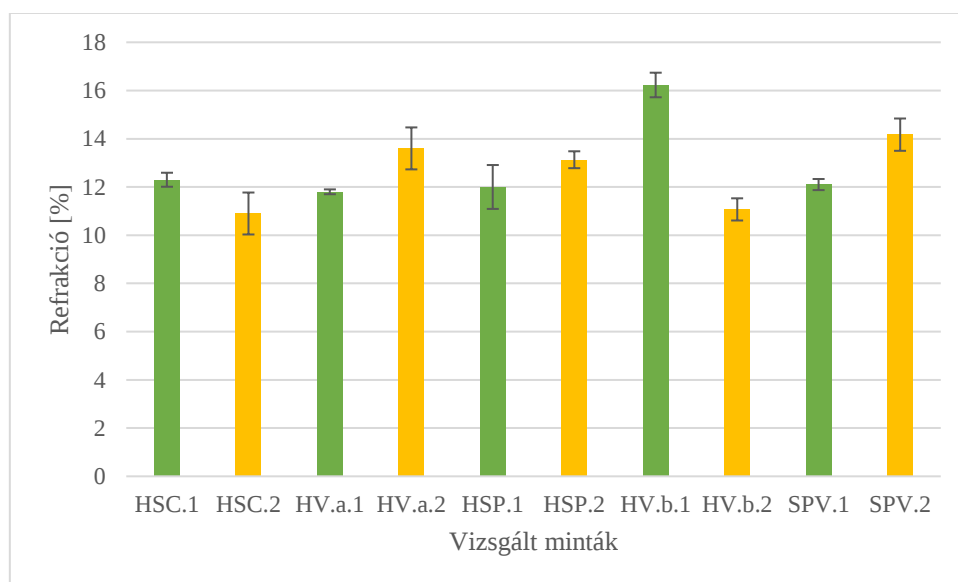
A vizsgált bodzaminták esetében ugyanúgy jártam el, mint a kalibrációs mintáknál, de az aszkorbinsav oldat helyett a bodzamintákból mértem be egységesen 20 μl -t a küvettákba.

4. Kísérleti eredmények és értékelésük

4.1 Vízoldható szárazanyagtartalom mérés

A minták vízoldható szárazanyag tartalmát a 3.3.1 pontban leírtak alapján végeztem. Az általam mért 10 féle bodza minta vízoldható szárazanyagtartalmának értékeit a 8.ábra tartalmazza. A különböző színnel jelölt oszlopokon a bodza minták két különböző érettségi állapotban szedett refrakció % értékeit lehet látni. Az élelmiszerek esetében fontos tényező a vízoldható szárazanyagtartalom, mert minél magasabb annál kevesebb vizet kell elpárologtatni a koncentrátum eléréséhez, amely tovább használható élelmiszerek színezésére. A korábbi szüretelésű fekete bodza minták refrakció %-a 11,8 és 16,23 között alakultak. A legnagyobb refrakció %-kal rendelkező minta az korábbi szüretelési idejű fekete bodza minták közül HV.b.1 minta, melynek értéke 16,23 %, míg a legalacsonyabb refrakció %-a a HV.a.1 mintának (11,8%) volt. A későbbi szüretelésű fekete bodza minták vízoldható szárazanyagtartalma 10,9% és 14,17% között változott.

Két minta kivételével (HSC és HV.b) a későbbi szüretelésű fekete bodza mintáknak magasabb volt a refrakció %-a. A vizsgált mintákból megállapítható, hogy a későbbi szedés hatására a minták refrakció %-a növekedett.



8. ábra: A vizsgált minták mért refrakciója, n=3

4.2 pH mérés eredményei

3. táblázat: A fekete bodza minták átlagos pH értékei és szórásai

Minta	pH érték	Szórás
HSC.1	4,07	0,06
HSC.2	3,90	0,00
HV.a.1	4,27	0,06
HV.a.2	4,40	0,00
HSP.1	4,33	0,06
HSP.2	4,50	0,00
HV.b.1	4,50	0,00
HV.b.2	4,17	0,06
SPV.1	4,40	0,00
SPV.2	4,00	0,10

A 3. táblázatban a két féle szüretelési idejű fekete bodza minták pH értékei láthatóak. Az korábbi szüretelési idejű minták pH értékei 4,07 és 4,50 között mozogtak, a későbbi szüretelési idejű minták pedig pH 3,90 és 4,50 között. A minták közül a HSC, HV.b és SPV minták esetében a későbbi szüretelési idő alacsonyabb pH-t eredményezett, míg a HV.a és HSP minták esetében alacsonyabbat. A legalacsonyabb pH értéke a későbbi szüretelési idejű HSC.2 mintának volt, ez pH 3,90. A legmagasabb pH értékei a HSP.2 és HV.b.1 mintának voltak. A HV.a és a HSP minták esetében az idő előrehaladtával a minták pH értéke nőtt.

Több tanulmány is megállapította, hogy a pH jelentősen befolyásolja az antocianinok stabilitását (Weber és Larsen, 2017, Eker et al., 2019).

4.3 Színmérés eredményei

A színmérés során a két szüretelési időben szedett fekete bodza minták színét vizsgáltam.

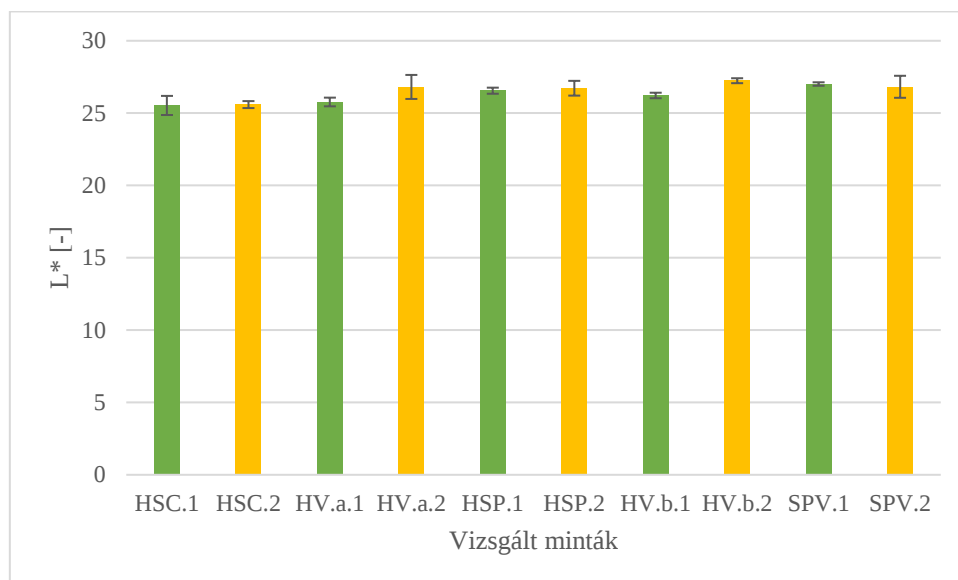
A diagramokon látható értékek (L^* , a^* , b^*) a színkoordinátákat jelentik, és ezek a különböző színeket határozzák meg.

A 9. ábrán a vizsgált fekete bodza minták L^* értékei láthatóak. Az L^* a világossági tényező, amely a világos és sötét színeket mutatja. Az L^* értékek 0 és 100 között helyezkednek el, a 0 a fekete, míg a 100 a fehér színt mutatja.

Az általam vizsgált fekete bodza minták L^* értékei 25,53 és 27,24 között alakultak. A diagramon látható, hogy a korábbi szüretelésű fekete bodzák közül a legnagyobb L^* értéke SPV.1 mintának van, ami 27,0, így ez a legvilágosabb, ezzel szemben a legalacsonyabb L^* értéke HSC.1 mintának van (25,53), így ez a legsötétebb. A L^* értékek alapján a következő sorrend állítható fel: $HSC.1 < HV.a.1 < HV.b.1 < HSP.1 < SPV.1$. A későbbi szüretelésű fekete

bodzák közül a legnagyobb L^* értéke a HV.b.2 mintának van, ez 27,24, így ez a legvilágosabb, míg a legsötétebb a HSC.2. Az L^* eredmények alapján.

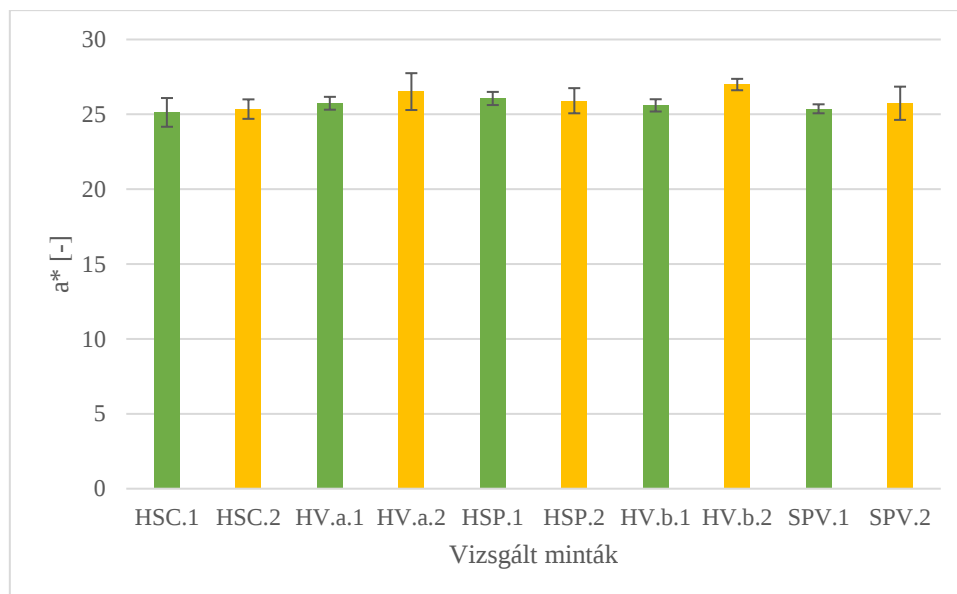
A vizsgált minták esetében megfigyelhető, hogy a későbbi szüretelésű fekete bodza minták kis mértékben a világosabb szín irányába változtak, ugyanakkor a különbségek a szórások figyelembevételével nem számottevőek.



9. ábra: A fekete bodza mintákra mért L^* értékek átlaga, $n=4$

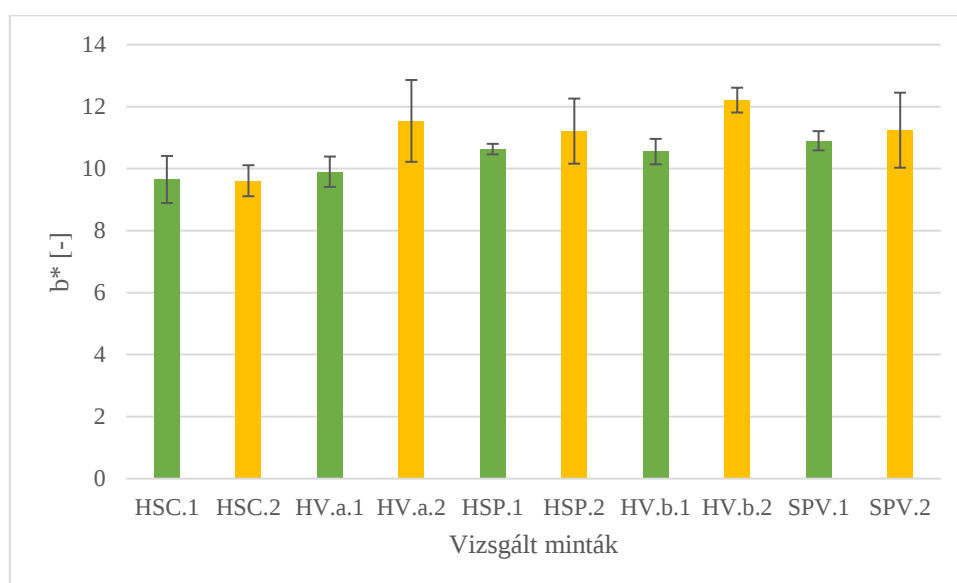
A 10. ábrán a vizsgált fekete bodza minták színmérésének a^* értékei láthatóak. Az a^* a vörös és a zöld színeket jelöli. Az általam vizsgált fekete bodza minták a^* értékei 25,13 és 26,99 között alakultak. A korábbi szüretelésű bodza minták közül a legnagyobb a^* értéke a HSP.1 mintának van, ami 26,06, így ebben található a legtöbb vörös szín, a legalacsonyabb a^* értéke (25,13) a HSC.1 mintának volt, így ebben található a legkevesebb vörös szín. A későbbi szüretelésű bodza minták közül a legnagyobb a^* értéke a HV.b.2 mintának (26,99) volt, míg a legalacsonyabb a HSC.2 fekete bodza mintának. Az a^* eredmények alapján a HV.b.2 minta, a Haschberg x Vad keresztezés bizonyult a legvörösebb színárnyalatú fekete bodza mintának.

Az általam vizsgált mintákról elmondható, hogy a későbbi szüretelés hatására a minták színe kis mértékben a vörös színárnyalat irányába tolódtak el.



10. ábra: A fekete bodza mintákra mért a^* értékek átlaga, $n=4$

A 11. ábrán a vizsgált fekete bodza minták színmérésének b^* értékei láthatóak. Az b^* a sárga és a kék színeket jelöli. Az általam vizsgált fekete bodza minták b^* értékei 9,61 és 12,21 között alakultak. A korábbi szüretelési fekete bodza minták közül a legnagyobb b^* értéke a SPV.1 mintának volt, ez 10,9, a legalacsonyabb b^* értéke a HSC.1 mintának volt, így ebben található a legkevesebb sárgás színárnyalat. A későbbi szüretelési minták közül a legnagyobb b^* értéke a HV.b.2 (12,21) mintának volt, míg a legalacsonyabb a HSC.2 mintának. Megfigyelhető a mintáknál, hogy a későbbi szüretelés hatására kis mértékben a sárgás szín irányába tolódtak el a b^* értékek.



11. ábra: A fekete bodza mintákra mért b^* értékek átlaga, $n=4$

4.4 Színínger különbség eredményei

4. táblázat: A különböző minták szemmel látható színekülönbsége érettség szerint keresztezésenként egymáshoz viszonyítva

Minta	Minta	ΔE^*	Vizuális érzéklet
HSC.1	HSC.2	0,23	Nem érzékelhető
HV.a.1	HV.a.2	2,09	Észrevehető
HSP.1	HSP.2	0,62	Alig észrevehető
HV.b.1	HV.b.2	2,39	Észrevehető
SPV.1	SPV.2	0,54	Alig észrevehető

Az 4. táblázatban az látható, hogy mekkora a szemmel látható különbség a különböző fekete bodza fajták két érettségi állapota között fajtán belül. Az L^* , a^* és b^* értékekből számolt E^* színíngerkülönbség eredmények azt mutatják meg, hogy van-e szemmel érzékelhető színbeli eltérés a különböző érettségi állapotok között. A táblázatból látható, hogy a HSC.1 és HSC.2 minták között a szemmel látható különbség nem érzékelhető. A HSP.1 és a HSP.2, valamint a SPV.1 és SPV.2 minták esetében a két érettségi állapot között szemmel láthatóan alig észrevehető különbség van. A legnagyobb eltérés a HV.a.1 és HV.a.2, valamint a HV.b.1 és HV.b.2 minták között van, itt a szemmel érzékelt eltérés észrevehető.

5. táblázat: Színínger különbség (ΔE^*) kiértékelése

ΔE^*	Szemmel érzékelt eltérés
$\leq 0,5$	nem érzékelhető
$0,5 < \Delta E^* \leq 1,5$	alig észrevehető
$1,5 < \Delta E^* \leq 3$	észrevehető
$3 < \Delta E^* \leq 6$	jól látható
$\Delta E^* > 6$	nagy különbség

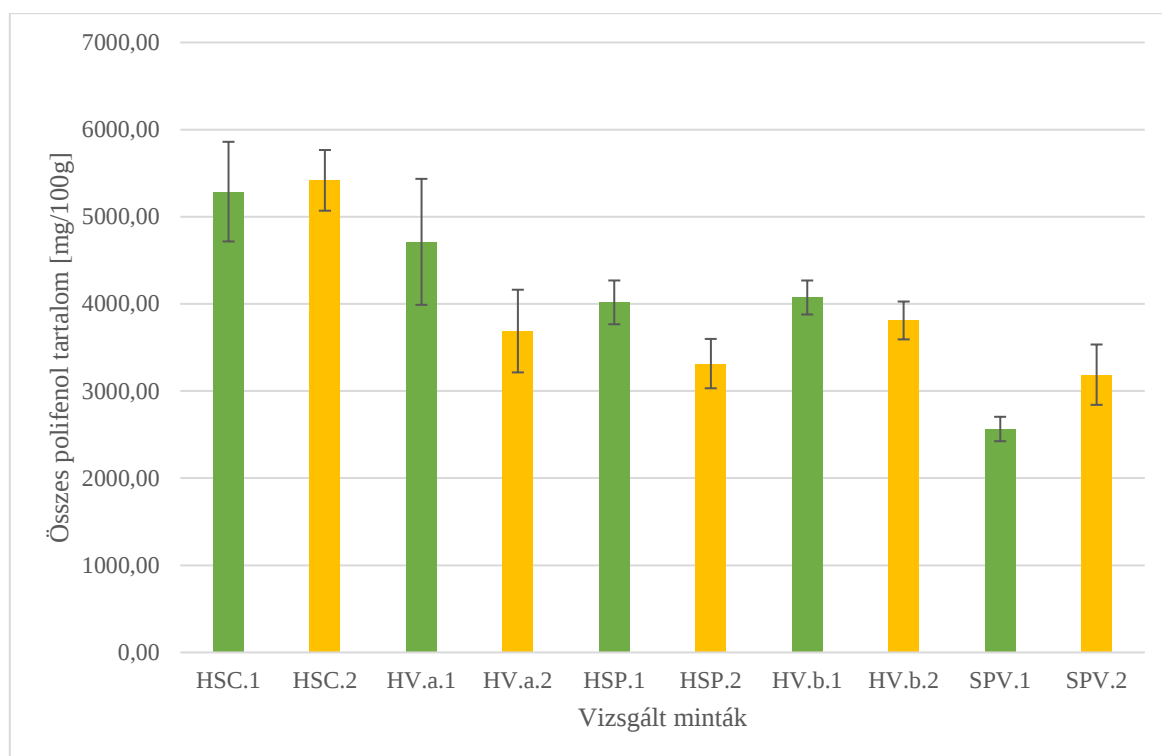
6. táblázat: A vizsgált minták színíngerkülönbsége fajtákként és érettségi állapotként

	HSC.1	HSC.2	HV.a.1	HV.a.2	HSP.1	HSP.2	HV.b.1	HV.b.2	SPV.1	SPV.2
HSC.1	0	0,23	0,70	2,67	1,69	2,11	1,23	3,60	1,95	2,14
HSC.2	0,23	0	0,52	2,57	1,57	2,04	1,16	3,49	1,92	2,08
HV.a.1	0,70	0,52	0	2,09	1,12	1,63	0,80	3,01	1,64	1,7
HV.a.2	2,67	2,57	2,09	0	1,05	0,70	1,47	0,92	1,33	0,84
HSP.1	1,69	1,57	1,12	1,05	0	0,62	0,57	1,96	0,87	0,74
HSP.2	2,11	2,04	1,63	0,70	0,62	0	0,88	1,56	0,69	0,20
HV.b.1	1,23	1,16	0,80	1,47	0,57	0,88	0	2,39	0,89	0,93
HV.b.2	3,60	3,49	3,01	0,92	1,96	1,56	2,39	0	2,10	1,64
SPV.1	1,95	1,92	1,64	1,33	0,87	0,69	0,89	2,10	0	0,54
SPV.2	2,14	2,08	1,70	0,84	0,74	0,20	0,93	1,64	0,54	0

A 6.táblázatban a különböző fajták érettségi állapot szerinti színíngerkülönbsége látható. Jól látható különbség van a HV.b.2 és HSC.1, a HV.b.2 és HSC.2, a HV.b.2 és HV.a.1 minták között. A többi minta között érettség és fajta alapján észrevehető vagy alig észrevehető szemmel látható különbség van.

4.5 Összes polifenol tartalom mérés eredményei

A 12. ábrán a vizsgált fekete bodza minták összes polifenol tartalom mérésének átlag eredményei és szórásai láthatóak. Az összes polifenol tartalom meghatározását a 3.3.4 pontban leírt módszer alapján végeztem. Általában véve megállapítható, hogy a fekete bodza összes polifenol tartalma függ a fekete bodza fajtájától, érési helyétől és az érési szakasztól, mert az érés előrehaladtával nő a polifenolos vegyületek tartalma (Sidor és Gramza-Michałowska, 2015).



12. ábra: A vizsgált minták összes polifenol tartalmának átlag értékei és szórásai

Az 1-es érettségi állapotú bodza minták összes polifenol tartalmai 5288,34 mg/100g és 2564,16 mg/100g között változtak. Az 1-es érettségi állapotú bodza minták közül a legnagyobb összes polifenol tartalma a HSC.1 (5288,34 mg/100g), a HV.a.1 (4711,89 mg/100g) és a HV.b.1 (4073,51 mg/100g) mintáknak van. A 2-es érettségi állapotú fekete bodza minták összes polifenol tartalma 5417,64 mg/100g és 3187,56 mg/100g közötti értéket mutattak. A 2-es érettségi állapotú minták közül a legnagyobb összes polifenol tartalma a HSC.2 (5417,64 mg/100g) mintának volt.

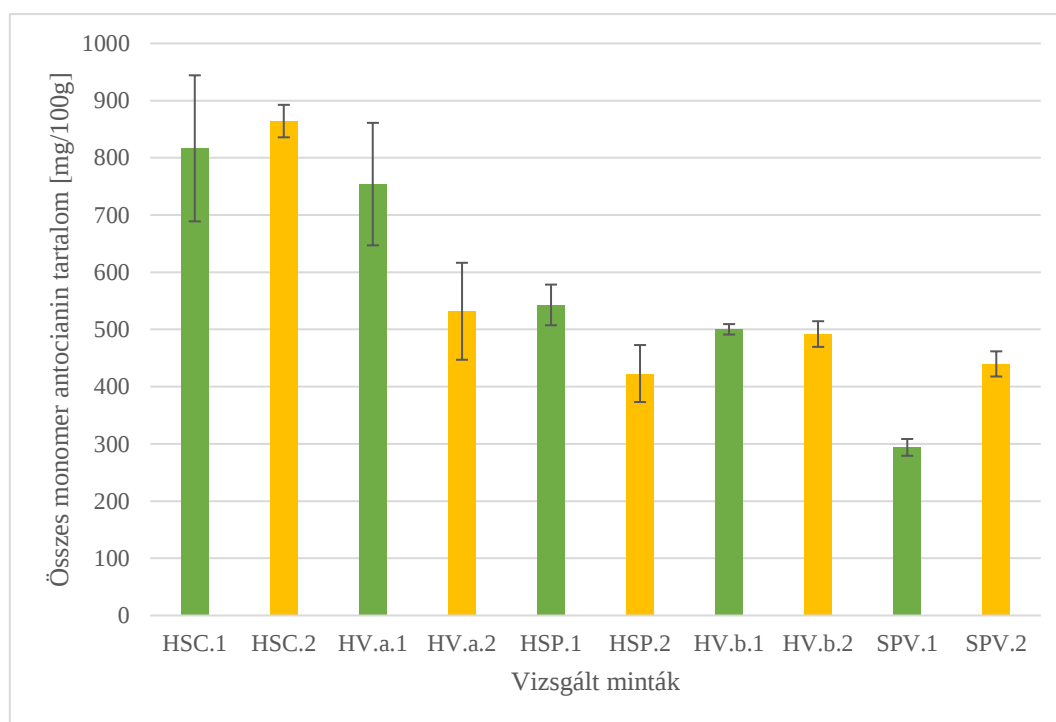
Az ábrán látható, hogy a vizsgált minták közül csak két keresztezés (Haschberg x Samocco és Sampo x Vad) esetében nőtt a minták összes polifenol tartalma a későbbi szüretelés hatására, amit okozhatott az, hogy már túlérlett volt a 2-es érettségi állapotban a fekete bodza.

4.6 Összes monomer antocianin tartalom mérés eredményei

Az általam vizsgált fekete bodza minták összes monomer antocianin tartalmának átlag értékei és szórásai a 13. ábrán láthatóak. Az 1-es érettségi állapotú fekete bodza minták összes antocianin tartalma 816,61 mg/100g és 293,83 mg/100g között változtak. Az 1-es érettségi állapotú fekete bodza minták közül a legmagasabb összes antocianin tartalma (816,61 mg/100g) a Haschberg x Samocco keresztezésű mintának volt. A 2-es érettségi állapotú fekete bodza

minták összes monomer antocianin tartalma 864,25 mg/100g és 422,97 mg/100g között változott. A 2-es érettségi állapotú minták közül kettő esetben (Haschber x Samocco és Sampo x Vad) mértem nagyobb értékeket az 1-es érettségi állapotú mintájukhoz képest. A korábbi és a későbbi szüretelésű minták közül is a legmagasabb antocianin tartalma a Haschber x Samocco keresztezésnek volt. Az 1-es érettségi állapotú minták esetében a legnagyobb antocianin tartalmú minta és a legkisebb antocianin tartalmú minta (Haschberg x Samocco és Sampo x Vad) között 64% van. A 2-es érettségi állapotú minták esetében a legnagyobb antociain tartalmú minta (Haschberg x Samocco) 51%-kal tartalmaz több antocianint, mint a legkisebb (Haschberg x Sampo).

Az összes monomer anocianin tartalmat figyelembe véve a Haschberg keresztezése a Samoccoval jobbnak bizonyult, mint a Sampoval, mert magasabb antocianin értéket mértem a Haschberg x Samocco minták esetében.

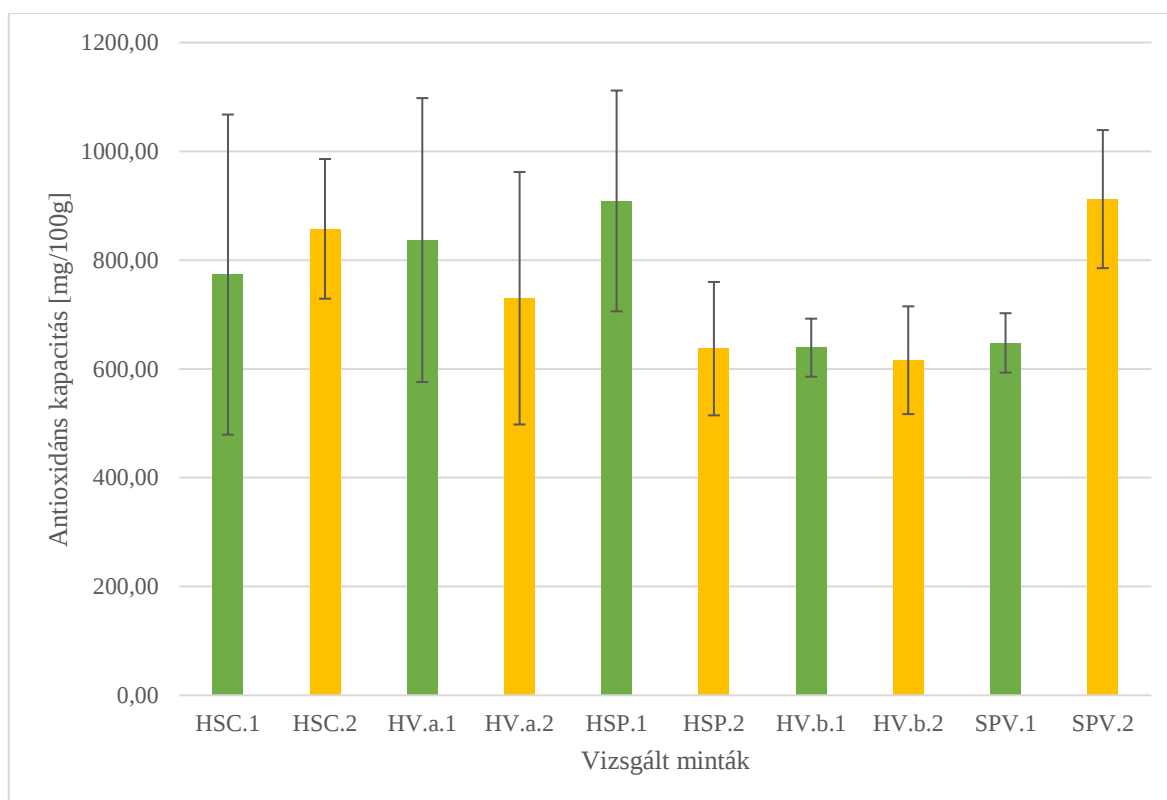


13. ábra: A vizsgált minták összes monomer antocianin tartalmának átlag értékei és szórásai

4.7 Antioxidáns kapacitás mérés FRAP módszerrel eredményei

Az antioxidáns kapacitás kulcsfontosságú paraméter az élelmiszerek egészségügyi előnyeinek megállapításához. A növények antioxidáns kapacitása a kémiai összetételhez hasonlóan számos külső tényezőtől is függ, így a tárolástól, a talajtípustól, az éghajlati tényezőktől és a technológiai kezelésektől, valamint a fajtáktól. (Viapiana és Wesolowski, 2017).

A 14. ábrán az általam vizsgált fekete bodza minták antioxidáns kapacitásának átlag értékei és szórásai láthatók. A diagramon látható, hogy az 1-es érettségi állapotú fekete bodza minták antioxidáns kapacitása 908,88 mg/100g és 639,08 mg/100g között váltakoztak. A legmagasabb antioxidáns kapacitása a HSP.1 mintának volt. A 2-es érettségi állapotú fekete bodzák esetében az antocianin tartalomra 912,22 mg/100g és 616,03 mg/100g közötti értékeket mértem. A legmagasabb antioxidáns kapacitása a SPV.2 mintának volt. Kettő keresztezés esetében (Haschberg x Samocco és Haschberg x Sampo) az antioxidáns kapacitás nőtt a későbbi szüretelés hatására.



14. ábra: A vizsgált minták antioxidáns kapacitásának átlag értékei és szórásai

5. Összefoglalás

Manapság egyre nagyobb igény van a mesterséges élelmiszer színezékek helyett a természetes színezékek felhasználása iránt az élelmiszeriparban. A nagy színanyagtartalmú fekete bodza, melyet nagy színezőkéesség jellemez, alkalmas lehet mesterséges élelmiszerszínezékek kiváltására, mely egészségügyi és fogyasztói szempontból is kedvező. A fekete bodza színező hatása a benne található antocianin vegyületeknek köszönhető.

A szakdolgozatom során különböző fekete bodza fajtakeresztezéseket értékeltem színezőkéesség szempontjából, melynek során a fekete bodza minták vízdoldható szárazanyag tartalmát, pH értékét, színét, a minták közötti színíngerkülönbséget, összes polifenol tartalmat, összes antocianin tartalmat és összes antioxidáns kapacitást vizsgáltam. A mérések során két eltérő érettségi állapotú fekete bodzákat hasonlítottam össze különböző beltartalmi paraméterek alapján, hogy megállapítsam hogyan befolyásolja a szüretelési időpont a beltartalmi értékeket.

Először a vízdoldható szárazanyag tartalmat vizsgáltam, mely a gyümölcsben található oldott cukorszármazékok összmenyiségét adja meg, mely az érettség előrehaladtával nő egy bizonyos pontig (túlérett állapot). Az általam vizsgált fekete bodza minták esetében nem mindegyik mintánál volt megfigyelhető a vízdoldható szárazanyag tartalom növekedése a későbbi szüretelés hatására. A szakdolgozatomban vizsgált minták közül az 1-es érettségi állapotú mintákból a Haschberg x Vad minta emelhető ki a magasabb refrakció % értéke miatt, míg a 2-es érettségi állapotú minták közül a Sampo x Vad keresztezés. A vízdoldható szárazanyag-tartalom a gyümölcsök fontos minőségi, ezáltal piaci értékét alapvetően meghatározó tulajdonsága.

A fekete bodza minták pH értékének vizsgálatánál három minta esetében a későbbi szüretelés hatására csökkent a pH érték (Haschberg x Samocco, Haschberg x Vad és Sampo x Vad), míg kettő mintánál növekedett (Haschberg x Vad és Haschberg x Sampo).

A színparaméterek az érés előrehaladtával kis mértékben változtak. A 2-es érettségi állapotban az általam vizsgált öt keresztezésből négy mintánál is nőtt az L^* érték, ami azt mutatja meg, hogy a minták enyhén világosabbak lettek. Az a^* és b^* értékek is növekedtek a 2-es érettségi állapotú minták esetében, a minták a vörösebb szín irányába tolódtak el és a kékes árnyalat csökkent. A színíngerkülönbség vizsgálatánál a legtöbb minta esetében a különböző érettségek és fajták között a szemmel érzékelhető különbség alig észrevehető vagy észrevehető volt. Három minta esetében (1-es érettségi állapotú Haschberg x Samocco és 2-es érettségi állapotú Haschberg x Vad, 2-es érettségű Haschberg x Samocco és Haschberg x Vad, valamint 1-es érettségű Haschberg x Vad és 2-es érettségű Haschberg x Vad) a színíngerkülönbség jól

látható volt. Az L^* , a^* és b^* értékeket figyelembe véve a Haschberg x Vad és Sampo x Vad keresztezések rendelkeztek a legkedvezőbb szín értékekkel.

Az általam vizsgált fekete bodza minták összes polifenol tartalma 5288,34 mg/100g és 2564,16 mg/100g között váltakozott. A vizsgált fekete bodzák polifenol tartalma a későbbi szüretelés hatására kettő keresztezés esetében nőtt (Haschberg x Samocco és Sampo x Vad). A polifenol tartalmat figyelembe véve a legkedvezőbb a Haschberg x Samocco keresztezés.

Az antocianinok a gyümölcs érési folyamatai során egyre nagyobb mennyiségben képződnek, amíg el nem éri a maximális érettségi állapotot. Az általam vizsgált minták esetében az antocianin tartalom a későbbi szüretelés hatására két minta esetében nőtt, kettő minta esetében csökkent és egy mintánál nem változott. A Haschberg x Samocco és Haschberg x Vad keresztezések a legmegfelelőbbek az antocianin tartalom szempontjából.

A gyümölcsökben felhalmozódó antioxidáns hatású vegyületek mennyiségére számos tényező hatással van, és jelentős mértékben befolyásolja a fajta. Az általam vizsgált fekete bodza minták antioxidáns kapacitása a 1-es érettségi állapotú minták esetében 908,88 mg/100g és 639,08 mg/100g között váltakozott. A legnagyobb antioxidáns kapacitása a Haschberg x Sampo keresztezésnek volt. A 2-es érettségi állapotú minták esetében az antioxidáns kapacitás 912,22 mg/100g és 616,03 mg/100g értékek között változott. Két keresztezés esetében (Haschberg x Samocco és Sampo x Vad) a 2-es érettségi állapotban a fekete bodza mintáknak magasabb lett az antioxidáns kapacitása.

Az 1-es és a 2-es érettségi állapotban szedett minták mutattak eltérést az általam vizsgált beltartalmi értékekben. A különböző beltartalmi vizsgálatok alapján kapott értékek alapján a Haschberg x Samocco vagy a Haschberg x Vad keresztezést javasolnám termesztésre.

6. Irodalmi hivatkozás

Affecting Anthocyanin Bioavailability: Possible Implications for the Inter-Individual Variability. *Foods*, 9(1). <https://doi.org/10.3390/FOODS9010002>

Afonso, T., Moresco, R., Uarrota, V. G., Navarro, B. B., Nunes, E. da C., Maraschin, M., & Rocha, M. (2017). UV-Vis and CIELAB Based Chemometric Characterization of Manihot esculenta Carotenoid Contents. *Journal of Integrative Bioinformatics*, 14(4). <https://doi.org/10.1515/JIB-2017-0056/MACHINEREADABLECITATION/RIS>

Atkinson, M. D., & Atkinson, E. (2002). Sambucus nigra L. *Journal of Ecology*, 90(5), 895–923. <https://doi.org/10.1046/J.1365-2745.2002.00698.X>

Benzie, I.I.F, Strain J.J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measuring of „antioxidant power”: The FRAP assay *Annual Biochemistry* 239.pp 70-76

Bernáth, J. (Ed.). (2000). Gyógy- és aromanövények. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 520–523. o.

Biliaderis, C. G. (1983). Differential scanning calorimetry in food research—A review. *Food Chemistry*, 10(4), 239–265. [https://doi.org/10.1016/0308-8146\(83\)90081-X](https://doi.org/10.1016/0308-8146(83)90081-X)

Bocker, R., & Silva, E. K. (2022). Pulsed electric field assisted extraction of natural food pigments and colorings from plant matrices. *Food Chemistry: X*, 15, 100398. <https://doi.org/10.1016/J.FOCHX.2022.100398>

Bridle, P. & Timberlake, C., 1997. Anthocyanins as natural food colours—selected aspects. *Food Chemistry*, 58. kötet, pp. 103-109.

Bubán. T., Glits. M., Gonda, I., Tóth, M., Harmat, L., Hrotkó, K., Kállay, T., Nyéki, J., Papp, J., Péntes, B., Porpáczy, A., Simon, G., Sipos, Béla Z., Soltész, M., Szabó, L., Szabó, Z., Szalay, L., Timon, B., Tóth, T., Vályi, I. (2004): A gyümölcsök termesztése. 378-382. o.

Csorba, B., & Budapest, V. (2021). *BODZAJAJTÁK VIZSGÁLATA A HAZAI FAJTAHASZNÁLAT BŐVÍTÉSE CÉLJÁBÓL*.

Dawidowicz, A. L., Wianowska, D., & Baraniak, B. (2006). The antioxidant properties of alcoholic extracts from Sambucus nigra L. (antioxidant properties of extracts). *LWT - Food Science and Technology*, 39(3), 308–315. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2005.01.005>

Domínguez, R., Zhang, L., Rocchetti, G., Lucini, L., Pateiro, M., Munekata, P. E. S., & Lorenzo, J. M. (2020). Elderberry (Sambucus nigra L.) as potential source of antioxidants. Characterization, optimization of extraction parameters and bioactive properties. *Food Chemistry*, 330, 127266. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2020.127266>

Duymuş, H. G., Göger, F., & Başer, K. H. C. (2014). In vitro antioxidant properties and anthocyanin compositions of elderberry extracts. *Food Chemistry*, 155, 112–119. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2014.01.028>

Echegaray, N., Guzel, N., Kumar, M., Guzel, M., Hassoun, A., & Lorenzo, J. M. (2023). Recent advancements in natural colorants and their application as coloring in food and in intelligent food packaging. *Food Chemistry*, 404, 134453. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2022.134453>

Eker, M. E., Aaby, K., Budic-Leto, I., Brncic, S. R., El, S. N., Karakaya, S., Simsek, S., Manach, C., Wiczkowski, W., & de Pascual-Teresa, S. (2020). A Review of Factors

Fekete, R. T., Tamás, P., Antal, Á., & Décsei-Paróczy, A. (2014). A CIE-féle színmérő rendszer. In 3D megjelenítési technikák (pp. 46–61). https://regi.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2011-0042_3d_megjelenitesi_teknikak/ch02s04.html

Gentscheva, G., Milkova-Tomova, I., Nikolova, K., Buhalova, D., Andonova, V., Gugleva, V., Petkova, N., Yotkovska, I., & Ivanova, N. (2022). Antioxidant Activity and Chemical Characteristics of *Sambucus nigra* L. Blossom from Different Regions in Bulgaria. *Horticulturae* 2022, Vol. 8, Page 309, 8(4), 309. <https://doi.org/10.3390/HORTICULTURAE8040309>

Guerra, N. P., Torrado-Agrasar, A., López-Macías, C., Martínez-Carballo, E., García-Falcón, S., Simal-Gándara, J., & Pastrana-Castro, L. M. (2009). Use of Amylolytic Enzymes in Brewing. *Beer in Health and Disease Prevention*, 113–126. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-373891-2.00010-9>

Ioannou, I., Hafsa, I., Hamdi, S., Charbonnel, C., & Ghoul, M. (2012). Review of the effects of food processing and formulation on flavonol and anthocyanin behaviour. *Journal of Food Engineering*, 111(2), 208–217. <https://doi.org/10.1016/J.JFOODENG.2012.02.006>

Lee et al., J., 2005. OAC 2005.02: Total Monomeric Anthocyanin Pigment Content of Fruit Juices, Beverages, Natural Colorants, and Wines- pH Differential Method. *Official Methods of Analysis of AOAC International* , 37. kötet, pp. 37-39.

Lukács, Gy. (1982). Színmérés. Műszaki Kiadó, Budapest, 125–166. o., 341. o.

Milbury, P. E., Cao, G., Prior, R. L., & Blumberg, J. (2002). Bioavailability of elderberry anthocyanins. *Mechanisms of Ageing and Development*, 123(8), 997–1006. [https://doi.org/10.1016/S0047-6374\(01\)00383-9](https://doi.org/10.1016/S0047-6374(01)00383-9)

Młynarczyk, K., Walkowiak-Tomczak, D., & Łysiak, G. P. (2018). Bioactive properties of *Sambucus nigra* L. as a functional ingredient for food and pharmaceutical industry. *Journal of Functional Foods*, 40, 377–390. <https://doi.org/10.1016/J.JFF.2017.11.025>

Mota, A. H., Andrade, J. M., Rodrigues, M. J., Custódio, L., Bronze, M. R., Duarte, N., Baby, A., Rocha, J., Gaspar, M. M., Simões, S., Carvalheiro, M., Fattal, E., Almeida, A. J., & Reis, C. P. (2020). Synchronous insight of in vitro and in vivo biological activities of *Sambucus nigra* L. extracts for industrial uses. *Industrial Crops and Products*, 154, 112709. <https://doi.org/10.1016/J.INDCROP.2020.112709>

Netzel, M., Strass, G., Herbst, M., Dietrich, H., Bitsch, R., Bitsch, I., & Frank, T. (2005). The excretion and biological antioxidant activity of elderberry antioxidants in healthy humans. *Food Research International*, 38(8–9), 905–910. <https://doi.org/10.1016/J.FOODRES.2005.03.010>

Növényi nyersanyagok feldolgozástechnológiai műveletei - PDF Free Download. (n.d.). Retrieved May 31, 2023, from <https://adoc.pub/nvenyi-nyersanyagok-feldolgozastechnologiai-muveletei.html>

Pénzes, M., & Balázs, P. (2015). A gyermekek mentális egészség védelme és a helyes táplálkozás. <https://www.researchgate.net/publication/331023864>

Rice-Evans, C. A., Miller, N. J., & Paganga, G. (1996). Structure-antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. *Free Radical Biology and Medicine*, 20(7), 933–956. [https://doi.org/10.1016/0891-5849\(95\)02227-9](https://doi.org/10.1016/0891-5849(95)02227-9)

Rodrigues, S., de Brito, E. S., & de Oliveira Silva, E. (2018). Elderberry—*Sambucus nigra* L. *Exotic Fruits*, 181–185. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803138-4.00023-X>

Senica, M., Stampar, F., Veberic, R., & Mikulic-Petkovsek, M. (2016). Processed elderberry (*Sambucus nigra* L.) products: A beneficial or harmful food alternative? *LWT - Food Science and Technology*, 72, 182–188. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2016.04.056>

Sidor, A., & Gramza-Michałowska, A. (2015). Advanced research on the antioxidant and health benefit of elderberry (*Sambucus nigra*) in food – a review. *Journal of Functional Foods*, 18, 941–958. <https://doi.org/10.1016/J.JFF.2014.07.012>

Sigurdson, G. T., Tang, P., & Giusti, M. M. (2017). Natural Colorants: Food Colorants from Natural Sources. *Annual Review of Food Science and Technology*, 8, 261–280. <https://doi.org/10.1146/ANNUREV-FOOD-030216-025923>

Silva, P., Ferreira, S., & Nunes, F. M. (2017). Elderberry (*Sambucus nigra* L.) by-products a source of anthocyanins and antioxidant polyphenols. *Industrial Crops and Products*, 95, 227–234. <https://doi.org/10.1016/J.INDCROP.2016.10.018>

Singleton, V., & Rossi, J. (1965). Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents. *American Journal of Ecology and Viticulture*, 16:144-158.

van Donkelaar, L. H. G., Mostert, J., Zisopoulos, F. K., Boom, R. M., & van der Goot, A.-J. (2016). *The use of enzymes for beer brewing: Thermodynamic comparison on resource use.* <https://doi.org/10.1016/j.energy.2016.09.011>

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(2), 511–515. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2008.09.080>

Viapiana, A., & Wesolowski, M. (2017). The Phenolic Contents and Antioxidant Activities of Infusions of *Sambucus nigra* L. *Plant Foods for Human Nutrition*, 72(1), 82–87. <https://doi.org/10.1007/S11130-016-0594-X/TABLES/2>

Vulić, J. J., Vračar, L. O., & Šumić, Z. M. (2008). CHEMICAL CHARACTERISTICS OF CULTIVATED ELDERBERRY FRUIT. *APTEFF*, 39, 1–212. <https://doi.org/10.2298/APT0839085V>

Weber, F., & Larsen, L. R. (2017). Influence of fruit juice processing on anthocyanin stability. *Food Research International*, 100, 354–365. <https://doi.org/10.1016/J.FOODRES.2017.06.033>

Internetes források:

Internet 1. A fekete bodza virága

https://www.megyerisabolcskerteszete.hu/fekete_bodza_igenyei

Internet 2. A fekete bodza termése

<https://www.agronaplo.hu/szakfolyoirat/2005/11-12/kerteszeti/a-feketebodza-erdekessegek-hasznos-tudnivalok-nem-csak-termesztoknek>

7. Táblázatok és ábrák

1. táblázat: A vizsgált minták jelölése.....	12
2. táblázat: A színínger különbséget (ΔE^*) és a vizuális érzékelés kapcsolata (Lukács, 1982)	15
3. táblázat: A fekete bodza minták átlagos pH értékei és szórásai.....	21
4. táblázat: A különböző minták szemmel látható színkülönbsége érettség szerint keresztvezenként egymáshoz viszonyítva.....	24
5. táblázat: Színínger különbség (ΔE^*) kiértékelése.....	24
6. táblázat: A vizsgált minták színíngerkülönbsége fajtként és érettségi állapotként	25
1. ábra: A fekete bodza virága (Forrás: Internet 1.)	4
2. ábra: A fekete bodza termése (Forrás: Internet 2.).....	4
3. ábra: A fekete bodza bioaktív vegyületei és hatásuk (Forrás: Młynarczyk et al., 2018)	7
4. ábra: Bodza minták.....	13
5. ábra: A fekete bodza minta extraktumok	14
6. ábra: A CIE $L^* a^* b^*$ színtér ábrázolása (Afonso et al., 2017).....	15
7. ábra: Az összes monomer antocianin méréshez előkészített minták.....	17
8. ábra: A vizsgált minták mért refrakciója, $n=3$	20
9. ábra: A fekete bodza mintákra mért L^* értékek átlaga, $n=4$	22
10. ábra: A fekete bodza mintákra mért a^* értékek átlaga, $n=4$	23
11. ábra: A fekete bodza mintákra mért b^* értékek átlaga, $n=4$	23
12. ábra: A vizsgált minták összes polifenol tartalmának átlag értékei és szórásai	26
13. ábra: A vizsgált minták összes monomer antocianin tartalmának átlag értékei és szórásai	27
14. ábra: A vizsgált minták antioxidáns kapacitásának átlag értékei és szórásai.....	28

NYILATKOZAT

szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve:	Molnár Nikoletta
A Hallgató Neptun kódja:	ERM2AR
A dolgozat címe:	Új fekete bodza fajtakeresztezések színanyagtartalmának vizsgálata
A megjelenés éve:	2023
A konzulens intézetének neve:	Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet
A konzulens tanszékének a neve:	Gyümölcs – és Zöldségfeldolgozás Technológiai Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott szakdolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlant állítottam, tudomásul veszem, hogy a záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkori szellemi tulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem könyvtári repozitori rendszerébe. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitori rendszerében.

Kelt: 2023. év 10. hó 31. nap



Hallgató aláírása

Konzulensi nyilatkozat

NYILATKOZAT

Molnár Nikolett (ERM2AR) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő védeésre javaslom / nem javaslom¹.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*2}

Kelt: Budapest, 2023. október 31.



Dr. Szalóki-Dorkó Lilla
belső konzulens

¹ A megfelelő aláhúzendő.

² A megfelelő aláhúzendő.