



MAGYAR AGRÁR- ÉS
ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM

MAGYAR AGRÁR- ÉS ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM
ÉLELMISZERTUDOMÁNYI DOKTORI ISKOLA

**Homoktövis és fekete bodza törköly hasznosításának vizsgálata gyümölcsle
mintákban**

DOI: 10.54598/004800

Pálócziné Furulyás Diána

Gödöllő

2024

A doktori iskola

megnevezése: Élelmiszertudományi Doktori Iskola

tudományága: Élelmiszertudományok

vezetője: Dr. Simonné Dr. Sarkadi Livia,
egyetemi tanár, DSc
MATE
Élelmiszertudományi Kar
Élelmiszerkémiai és Táplálkozástudományi Tanszék

Témavezető(k): Dr. Máté Mónika
egyetemi docens, PhD
Élelmiszertudományi Kar
Gyümölcs– és Zöldségfeldolgozás Technológia Tanszék

Stefanovitsné Dr. Bányai Éva
Professor Emerita, DSc
Élelmiszertudományi Kar
Élelmiszerkémia és -Analitika Tanszék

.....
Az iskolavezető jóváhagyása

.....
A témavezetők jóváhagyása

TARTALOMJEGYZÉK

1. Bevezetés.....	1
2. Célkitűzés.....	3
3. Irodalmi áttekintés.....	4
3.1. Élelmiszeripari melléktermékek.....	4
3.1.1. Élelmiszeripari hulladékkezelés.....	4
3.1.2. Élelmiszeripari hulladékok jelenlegi helyzete.....	6
3.1.3. Hulladék vagy melléktermék?.....	8
3.1.4. Gyümölcsfeldolgozás során keletkező melléktermékek és azok felhasználási lehetőségei.....	11
3.2. Homoktövis.....	18
3.2.1. Homoktövis növény (<i>Hippophaë rhamnoides</i> L.) jellemzői.....	18
3.2.2. Homoktövis értékes komponensei és hasznosítása.....	21
3.2.3. Homoktövis feldolgozása és törköly keletkezése.....	24
3.2.4. A homoktövis törkölyének értékes komponensei és felhasználási lehetőségei.....	28
3.3. Fekete bodza.....	30
3.3.1. Fekete bodza (<i>Sambucus nigra</i> L.) jellemzői.....	30
3.3.2. Fekete bodza értékes komponensei és hasznosítása.....	32
3.3.3. Fekete bodza feldolgozása.....	35
3.3.4. Fekete bodza törköly értékes komponensei és felhasználási lehetőségei.....	38
3.4. Vizsgált növények mikroorganizmusok szaporodását gátló hatása.....	40
3.4.1. Homoktövis növény mikroba gátló hatása.....	41
3.4.2. Fekete bodza mikroba gátló hatása.....	43
4. Anyag és Módszer.....	45
4.1. Kísérleti munka helyszínei.....	45
4.2. Felhasznált alapanyagok.....	45
4.3. Felhasznált vegyszerek.....	45

4.4. A vizsgálatba bevont mikroorganizmusok.....	46
4.5. Gyümölcsök feldolgozása	47
4.6. Kísérlet menete	47
4.7. Szárítási és extrahálási módszer optimalálása	49
4.7.1. Alkalmazott szárítási módok.....	49
4.7.2. Alkalmazott extrahálószerrek.....	50
4.7.3. Szárítási és extrahálási mérések folyamata	52
4.7.4. Oldószer elpárologtatása	52
4.8. Törköly kivonatok mikroba gátló hatásának vizsgálata.....	53
4.9. Törköly kivonattal dúsított almalevek előállítás.....	54
4.9.1. Almalevek tárolási kísérlete, mintavételezés	54
4.10. Alkalmazott mérési módszerek	55
4.10.1. Szárazanyagtartalom meghatározása	55
4.10.2. Redukált hatású vegyületek meghatározására használt mérési módszerek	55
4.10.3. Polifenol összetétel meghatározás	56
4.10.4. Agarlyukdiffúzió.....	57
4.10.5. Érzékszervi vizsgálat.....	57
4.10.6. pH érték meghatározása	58
4.10.7. Összcsíraszám meghatározás	58
4.10.8. Penész-, élesztő szám meghatározása	58
4.11. Statisztikai elemzés	58
5. Kísérleti Eredmények és értékelésük	60
5.1. Szárítási és extrahálási módszer optimalálása	60
5.1.1. Homoktövis törköly extrahálásának optimalálása	61
5.1.2. Fekete bodza törköly extrahálásának optimalálása.....	63
5.1.3. Törkölyök szárításának optimalálása.....	65
5.1.4. Oldószer elpárologtatásának hatása az extraktumok beltartalmi paramétereire	69
5.1.5. Főbb fenolos vegyületek azonosítása – HPLC/UV-VIS mérési eredmények.....	74

5.2. Törköly kivonatok mikroba gátló hatásának vizsgálata.....	77
5.2.1. Törköly kivonatok beltartalmi vizsgálatai.....	77
5.2.2. Törköly kivonatok mikroba gátló hatásának vizsgálati eredményei.....	78
5.3. Törköly kivonattal dúsított almalevek vizsgálati eredményei.....	86
5.3.1. Törköly kivonattal dúsított almalé minták érzékszervi vizsgálatának eredményei.....	86
5.3.2. Az almalé minták pH értékének változása a tárolási időtartam alatt	88
5.3.3. Homoktövis törköly kivonattal dúsított almalevek beltartalmi és mikrobiológiai eredményeinek változása a tárolási időtartam alatt.....	89
5.3.4. Fekete bodza törköly kivonattal dúsított almalevek beltartalmi és mikrobiológiai eredményeinek változása a tárolási időtartam alatt.....	92
6. Következtetések és javaslatok	96
7. Új tudományos eredmények.....	99
8. Összefoglalás.....	100
9. Mellékletek.....	103

RÖVIDÍTÉSEK

JELÖLÉS	JELENTÉS
ANOVA	Analysis of Variance (Variancia analízis)
AOK	Antioxidáns kapacitás
ASE	Aszkorbinsav ekvivalens
AT	Antocianin tartalom
DPPH	DPPH gyök megkötődésén alapuló antioxidáns kapacitás
FRAP	Vasredukáló képességen alapuló antioxidáns kapacitás
GSE	Galluszsav ekvivalens
HPLC	Nagy nyomású folyadék kromatográfia
OHT	Országok Hulladékgazdálkodási Terv
TAC	Összes monomer antocianin tartalom
TE	Trolox ekvivalens
tke	Telepképző egység
TPC	Összes polifenol-tartalom
TEAC	Troloxra vonatkoztatott antioxidáns kapacitás

1. BEVEZETÉS

Az elmúlt évtizedekben zajló gyors ütemű tudományos, gazdasági és technológiai fejlődés magával hozta az élelmiszeripar fejlődését is, továbbá a növekvő népesség által fokozódó nagy volumenű élelmiszeripari termelésnek köszönhetően az élelmiszeripari hulladékok és melléktermékek kibocsátása nagymértékben megnövekedett. Ebből kifolyólag, napjainkban egyre fontosabbá válik, hogy több figyelmet kapjon a hulladékgazdálkodás javítása, köztük az élelmiszer-veszteségek, -pazarlások csökkentése, és a nem megfelelő élelmiszer elosztás, -kezelés, és -forgalmazás hibáinak kiküszöbölése, valamint a gyártástechnológiai műveletek oly módon történő átalakítása, hogy a főtermékek termelése mellett a hulladékokat melléktermékként tovább hasznosítsuk.

Az Európai Unióban a hulladékok definíciója a következő: minden „olyan anyag, vagy tárgy, amelytől birtokosa megválnak, megválni szándékozik vagy megválni köteles”. Az élelmiszeriparban az eltávolításra kerülő anyagok jelentős része melléktermékként akár közvetlenül is hasznosítható, értékesíthető, de más, egyéb technológia kiindulási- vagy alapanyagaként is alkalmazható, továbbá energiahordozóként felhasználhatóak, mely környezetvédelmi és gazdasági szempontból is kiemelt fontosságú.

A gyümölcs, zöldség feldolgozás során számos eltávolításra kerülő anyag keletkezik, melyek közül a törköly a lékinyerés során keletkező értékes anyagokban gazdag mag és héj részeket tartalmazó része jelenleg gyakran hulladékként végzi, miközben számos értékes anyagot tartalmaz, így melléktermékként hasznosítható lenne. Ezek közül kiemelhető a jelentős mennyiségű rost, pektin, aroma és színanyag tartalmuk, valamint biológiailag aktív endogén vegyületeinek (antioxidánsok) mennyisége, melyek alkalmasak lehetnek további hasznosításra.

Mindezek mellett a fogyasztók körében megjelent a természetes tartósítási lehetőségek iránti egyre nagyobb kereslet, melynek egyik lehetséges módja a természetben előforduló antimikrobás anyagok, azaz a mikroorganizmusokat gátló anyagok felhasználása. Több kutatás bizonyítja, egyes mikroorganizmusok érzékenységét a redukáló hatású endogén vegyületekkel (továbbiakban antioxidánsok) szemben, mely lehetővé teszi az antioxidáns vegyületekben gazdag kivonatok mikroba gátló hatásának felhasználását az élelmiszerekben, azok tartósításának biztosítására.

Kutatásom során két gyümölcstörköly vizsgálatával foglalkozom. A homoktövis és fekete bodza is ismert fontos biológiailag aktív endogén vegyületeiről, mely a mag és héj részeket tartalmazó törkölyben is kiemelkedő mennyiségben van jelen. Ezen növények értékes endogén

komponenseinek kinyerése olyan kivonatok előállítását tenné lehetővé, mely felhasználása alkalmas lehet különböző élelmiszeripari termékekben egyes mikroorganizmusok szaporodásának visszaszorításában és a szintetikus tartósítószer alkalmazásának csökkentését segíthetik nem megfelelően a mesterséges antioxidánsok mennyiségének csökkentéséről, esetleges teljes mellőzéséről.

2. CÉLKITŰZÉS

Az élelmiszeriparban a homoktövis (*Hippophaë rhamnoides* L.) és a fekete bodza (*Sambucus nigra* L.) feldolgozása során jelentős mennyiségű „hulladék” törköly keletkezik, mely hasznosíthatóságának kutatására fókuszáltam doktori kutatásomat.

Ennek kapcsán a homoktövis és fekete bodza élelmiszeripari feldolgozásából származó melléktermékek vizsgálata volt a célom, továbbá a két gyümölcs törkölyéből a biológiailag aktív, endogén hatású vegyületeinek hatékony kivonása és azok mikroorganizmus szaporodását gátló hatásának feltérképezése és hasznosítása gyümölcslé mintákban.

Ennek érdekében célkitűzéseim a következők voltak:

- megvizsgálni különböző szárítási és extrahálási módszerekkel kinyert törköly extraktumok értékes, endogén vegyületeinek mennyiségét, majd kiválasztani közülük a leghatékonyabb kivonatolási eljárást mindkét gyümölcstörköly esetében;
- a leghatékonyabb módszerrel kinyert törkölykivonatok polifenol komponenseinek beazonosítása és mennyiségi meghatározása, valamint antimikrobás hatásának vizsgálata különböző mikroba törzsekkel szemben, kiemelten vizsgálva a gyümölcslevelekben gyakrabban előforduló törzseket;
- a kivonatok antimikrobás hatásának és az endogén komponensek közötti összefüggések beazonosítása;
- az értékes, beltartalmi értékekkel rendelkező törköly kivonatok almaléhoz történő hozzáadásával új almalé termék fejlesztése, azok beltartalmi és érzékszervi vizsgálata;
- továbbá, az új termékek – almalevek - tárolása során bekövetkező változásának detektálása, beltartalmi és mikrobiológiai vizsgálatokkal.

3. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A kutatási témám irodalmi áttekintésének fejezetét az élelmiszeriparban keletkező hulladékok melléktermékként történő hasznosításának bemutatásával kezdem, majd a kísérleteim során vizsgált gyümölcsök – a homoktövis és a fekete bodza – jellemzőit mutatom be, végül pedig röviden ismertetném az élelmiszerekben előforduló anyagok mikroorganizmusok szaporodására kifejtett gátló hatásának lehetőségét, előtérbe helyezve a vizsgálatba bevont gyümölcsök ebben a témában fellelhető szakirodalmi ismereteit.

3.1. ÉLELMISZERIPARI MELLÉKTERMÉKEK

Ebben a fejezetben a hulladékkezelés kérdését fogom megvizsgálni, majd a hulladékok melléktermékként történő hasznosításának lehetőségeit taglalom, különös tekintettel a gyümölcsfeldolgozás során keletkező melléktermékek felhasználására.

3.1.1. Élelmiszeripari hulladékkezelés

Az elmúlt évtizedekben a világon mindenhol jelentős változásnak lehettünk szemtanúi a hulladékkezelési attitűdben, melyet a környezetvédelmi előírások szigorodása és az erre vonatkozó követelmények térnyerésének köszönhetünk. Ezt a fejlődést a melléktermékek felhasználási lehetőségének széleskörű és eredményes kutatása is nagyban segítette (OHT, 2018).

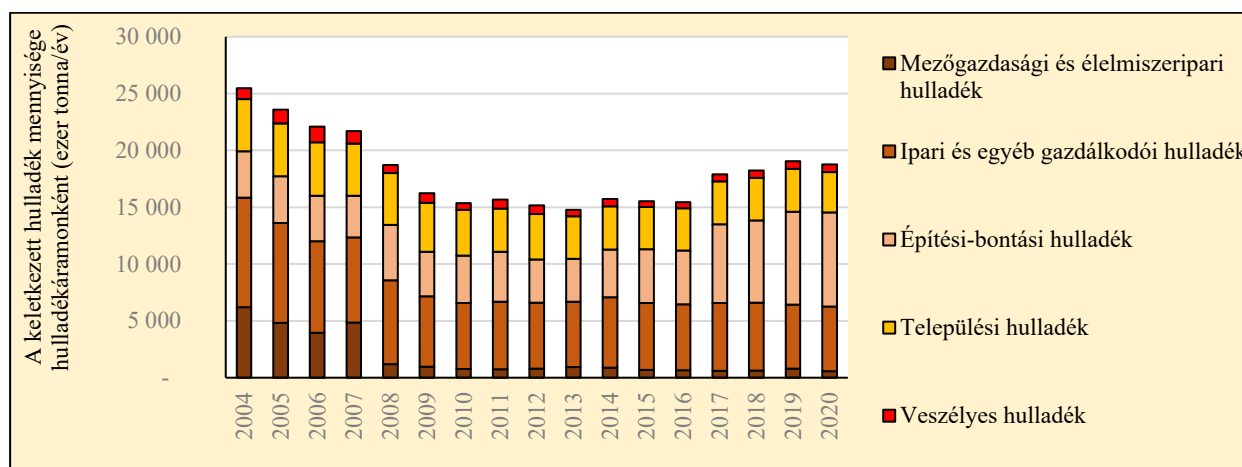
Az Európai Unió erőforrásainak felhasználásának hatékonyság növelése és a képződő káros egészségügyi és környezeti hatások csökkentése nem valósulhatna meg megfelelő, támogató hulladékpolitika nélkül. Így 2005-ben az Európai Bizottság a hulladékkeletkezés megelőzésére és a hulladékok újrafelhasználására vonatkozó tematikus stratégiát hozott létre, melynek célja, hogy az EU úgynevezett „újrahasznosító társadalom”-má rendeződjön, amely magában foglalja a hulladékkeletkezés minimalizálását és a társadalmi hulladékok erőforrásként történő hasznosítását (COM, 2005a; COM, 2005b; COM, 2011).

Nemzeti szinten, a 2008/98/EK Európai Parlamenti és Tanácsi irányelv előírja, hogy a tagállamoknak hulladékgazdálkodási tervet kell megalkotni, mely biztosítani tudja a Hulladék Keretirányelvben foglaltak tagállami szintű megvalósítását. Mindezt Magyarországon az Innovációs és Technológiai Minisztérium által kiadott Országos Hulladékgazdálkodási Terv 2021-2027 (OHT) tartalmazza. A dokumentum, az Európai Unió programozási időszakához igazodva, 7 évre készült el, és magában foglalja a hazai szakmapolitikai elképzeléseket, az aktuális

helyzetértékelést és a hiányosságokat, valamint a kitűzött célokat és azok eléréséhez szükséges intézkedéseket (OHT, 2018).

Az OHT kutatásai azt mutatják, hogy a nemzeti hulladékgazdálkodási rendszer az elmúlt évtizedekben folyamatos fejlődést mutat, mely a lerakott hulladék csökkenő mennyiségében, a növekvő hasznosított hulladékmennyiségben és az erősen javuló közszolgáltatásban jelentkezik. A rendszer hatékonyabbá tételéhez fontos, hogy a hulladékgazdálkodási folyamat szereplői alkalmazzák a hulladékhierarchia magasabb szintjeit, azaz elérjük, hogy az élelmiszerek felesleges felvásárlása csökkenjen, megelőzzük a hulladékok keletkezését, valamint az elhasználódott termékeket egyre nagyobb arányban javítsuk, vagy újrahasznosítsuk, így elérve, hogy minél kisebb kockázatú hulladék képződjön (OHT, 2018).

Magyarország hulladéktermelésével kapcsolatos adatokat az Országos Környezetvédelmi Információs Rendszer (OKIR) szolgáltat, melyben a környezet állapotáról és annak terheléséről kaphatunk számszerűsített információkat. A hulladékgazdálkodási adatbázist ezen belül az Egységes Hulladékgazdálkodási Információs Rendszermodul (EHIR) tartalmazza. Az adatbázis adatai alapján létrehozott 1. ábrán láthatjuk a Magyarországon keletkezett összes hulladék mennyiségének változását 2004 és 2020 közötti időszakban.



1. ábra: Magyarországon keletkezett hulladék mennyisége hulladékáramonként 2004-2020 (OHT, 2018)

Látható, hogy a 2004-es évhez képest a keletkezett hulladékmennyiség folyamatos csökkenése tapasztalható egészen a 2010-es évig a hulladékgazdálkodási politika térnyerésének köszönhetően. Ezt követően pár évnyi stagnálás után, főként az építési-bontási hulladékok megnövekedett mennyiségének hatására enyhe növekedés érezhető, mely a 2019-es évtől újfent stagnáló értéket mutatott (OHT, 2018).

Az adatokat vizsgálva elmondható, hogy a mezőgazdasági és élelmiszeripari hulladékok mennyisége a 2008-as évtől kezdve rendkívüli mértékben csökkent, melynek oka, hogy változás történt a hulladékstatisztikai módszertanban, aminek következtében a termelési folyamatban teljes mértékben visszaforgatott állati és növényi melléktermékek (növényi maradványok, trágyák) már nem szerepelnek a statisztikában. A 2018-as évben a teljes hulladékmennyiség 3,47 %-át tette ki a mezőgazdasági és élelmiszeripari hulladékok mennyisége, és a hulladékpolitika eredményességét hivatott mutatni, hogy ez a 2020-as évig minden évben megmaradt 5% alatti értéken, továbbá folyamatosan csökkenő tendenciát mutat (OHT, 2013).

3.1.2. Élelmiszeripari hulladékok jelenlegi helyzete

Az ellátó rendszereknek világszerte hatalmas élelmiszer- és energiaigénynek kell megfelelnie az exponenciálisan növekvő lakossági létszámnak köszönhetően, melyben a kedvezőtlenül megalkotott hulladékgazdálkodási stratégiák könnyen az élelmiszerpazarlás felhalmozódásához vezethetnek (MONIER, 2010). Ez a túlterhelés erősíti az élelmiszeriparban keletkezett hulladékok negatív környezeti hatását, továbbá komoly társadalmi és etikai kérdéseket is felvet (HEBROK & BOKS, 2017). A nagy mennyiségű hulladék rendkívül káros hatással van a környezetre, a hulladéklerakókból nagy mennyiségben távozó üvegház-hatású metán gáz, az élelmiszerláncban keletkező szén-dioxid kibocsátás és a mezőgazdasági területek létrehozásához szükségtelenül átalakított ökoszisztéma is problémákat okoz (LEE & TONGARLAK, 2017; PARFITT et al., 2010). A mezőgazdaság az összes üvegházhatású gáz mennyiségének 22%-át bocsátja ki, az élelmiszer hulladékok lerakókban történő elhelyezése során pedig – a gyors bomlásuk és rothadásuk miatt – metán gáz keletkezik, amely egy egységnyi élelmiszer hulladékból akár négyszeres mennyiségű CO₂-t is felszabadíthat (ALEKSZA, 2017).

Az ENSZ Élelmezésügyi és Mezőgazdasági Világszervezet (FAO) szerint hozzávetőlegesen az emberi fogyasztásra megtermelt élelmiszerek egyharmada vész el vagy kerül pazarlásra világszerte (DESPOUDI, 2021). Az UNEP (United Nation Environment Program) által kiadott Food Waste Index Report (2021) alapján világszerte a 2019-es évben 931 millió tonna élelmiszer hulladék keletkezett, mely 13 %-a az élelmiszergyártásból és élelmiszerkereskedelemből származott. Az Európai Unió évente körülbelül 89 millió tonna élelmiszerhulladékot állít elő (EURÓPAI BIZOTTSÁG, 2010).

Az Európai Unióban (beleértve Oroszországot is) az élelmiszerláncban belül, az árucsoportokra vonatkozó hulladékmennyiségek becsült értékeit mutatja be az 1. táblázat az árucsoportok teljes termelési mennyiségéhez viszonyított százalékos arányukban.

1. táblázat: Becsült/feltételezett hulladék teljes termelési mennyiségre vonatkoztatott százalékos mennyisége az EU-ban (Forrás: FAO, 2011)

<i>%</i>	<i>Mezőgazdasági termelés</i>	<i>Betakarítás utáni kezelés és tárolás</i>	<i>Feldolgozás és csomagolás</i>	<i>Forgalmazás: Szupermarket Kiskereskedelem</i>	<i>Fogyasztó</i>
<i>Gabonafélék</i>	2	4	<i>Feldolgozás: 0,5 Csomagolás: 10</i>	2	25
<i>Olajos magvak és hüvelyesek</i>	10	1	5	1	4
<i>Zöldségek és gyümölcsök</i>	20	5	2	10	19
<i>Húsok</i>	3,1	0,7	5	4	11
<i>Halak és tenger gyümölcsei</i>	9,4	0,5	6	9	11
<i>Tej</i>	3,5	0,5	1,2	0,5	7

Látható, hogy árucsoportonként igen eltérő a keletkezett hulladék megoszlási aránya az élelmiszerláncon belül. A **gabonafélék** esetében a legnagyobb veszteséggel járó szakasz fogyasztói szinten termelődik, mely során az összes gabona-élelmiszer-hulladék 25 %-a úgy keletkezik, hogy a fogyasztók, még fogyasztásra alkalmas állapotban dobják ki azokat a hulladéktárolókba. Az **olajos magvak** esetében a legtöbb veszteség a mezőgazdasági termelés során keletkezik, ami a betakarítás során 10% hulladékarányt jelent, mely annak köszönhető, hogy az olajos növényeket a forgalmazási és fogyasztási szakaszban főként növényi olajként fogyasztják, amely termék a friss termékekhez képest viszonylag kevés veszteséget jelent. A **zöldség-gyümölcs** árucsoportban a mezőgazdasági termelés veszteségei dominálnak, elsősorban a kiskereskedők által meghatározott minőségi előírások miatti betakarítás utáni zöldség-gyümölcs osztályozás miatt. A hulladék mennyisége az élelmiszerlánc végén szintén jelentős, mivel a tömeges vásárlások következtében a fogyasztók átlagosan a megvásárolt termékek 19%-át dobják ki. A **húsok és húskészítmények** veszteségei az élelmiszerláncon belül a fogyasztóknál a legnagyobbak, mely az egy főre jutó magas húsfogyasztással, valamint a kiskereskedők és fogyasztók nagy hulladékarányával magyarázható. A mezőgazdasági termelés, a betakarítás utáni kezelés és tárolás során keletkező, viszonylag alacsony hulladékszint a tenyésztés és a vágásra szállítás során bekövetkező állatpusztulásból eredő viszonylag alacsony veszteséggel magyarázható. A **halak és tenger gyümölcsei** árucsoport élelmiszerveszteségeinek adatait tekintve, látható, hogy a legnagyobb százalékos hulladék termelődés a fogyasztóknál történik, de

a halászatra jellemző 9,4 %-os visszadobási arány miatt az élelmiszerlánc első lépésénél is jelentős mennyiségű veszteség keletkezik. A forgalmazási szinten jelentkező hulladék képződést a gyorsan jelentkező, nagyfokú minőségromlással magyarázhatjuk. A tej és tejtermékek esetében a fogyasztói szinten keletkező hulladék a tej termelésből keletkező hulladék mennyiségének 7%-át teszi ki. A tejet adó teheneknél gyakran jelentkező (leginkább tögygyulladás) tehénbetegségek miatt a mezőgazdasági termelés veszteségei is számottevőek.

Az ENSZ Környezetvédelmi Programja által kiadott jelentésben az szerepel, hogy minden negyedik élelmiszeripari fogyasztásra előállított kalória nem kerül felhasználásra (LIPINSKI et al., 2013). Az Egyesült Államokban egy 2011-es adat szerint 3,8 milliárd fontnyi (azaz 1,72 millió tonna) élelmiszerhulladék keletkezett az évben (ALLIANCE, 2016). Magyarországon a nem veszélyes élelmiszeripari hulladékok mennyiségére vonatkozó adatot az Országos Hulladékgazdálkodási Terv (OHT, 2018) tartalmazza, mely a 2018-as évre vonatkozóan 623 ezer tonna hulladékról számol be.

3.1.3. Hulladék vagy melléktermék?

A hatékony hulladékgazdálkodást jellemzi, hogy a mezőgazdaságból és élelmiszerláncból származó anyagoknak egyre kevesebb része végzi hulladékként (OHT, 2018). A feldolgozás során képződött mellékanyagok hasznosításának számos lehetősége van:

- A melléktermék kisebb **átalakításával** értékesíthető termék előállítása.
- Alkalmasak lehetnek a jelentős mennyiségű fehérje-, szénhidrát-, vitamin-, és ásványianyag-tartalmuknak köszönhetően **takarmányozási**, vagy **talajjavítási** céllal hasznosítani.
- Ipari **nyersanyagként** is felhasználhatóak, amennyiben a bennük lévő értékes anyagok (pl. endogén hatású anyagok, diétás rostok, pektinek, aromák, szerves savak stb.) kinyerését követően emberi fogyasztásra alkalmas termék előállításához használják fel.
- **Energetikai céllal** is hasznosíthatóak lehetnek, mely során a hulladékok energiatartalmát nyerik ki, vagy olyan anyaggá alakítják át, hogy üzemanyagként, tüzelőanyagként hasznosítható legyen.

A legújabb hulladékgazdálkodási jogszabályokban már nagy hangsúlyt fektetnek a mezőgazdaságból és élelmiszeriparból származó hulladékok kategorizálására és a hulladékok csökkentését célzó technológiákra (RAVINDRAN & JAISWAL, 2016). Különböző élelmiszeripari ágazatokra csoportosítva, az élelmiszerfeldolgozás során keletkező melléktermékek és hulladékok hasznosítási eljárásait foglalja össze az 2. táblázat.

2. táblázat: Élelmiszeripari ágazatokban keletkező melléktermékek és hulladékok hasznosítási eljárásai (ALEKSZA, 2017)

ÉLELMISZERIPARI ÁGAZAT	JELLEMZŐ MELLÉKTERMÉK / HULLADÉK	ALKALMAZOTT HASZNOSÍTÁSI ELJÁRÁS			
		Mezőgazdasági		Ipari	Energetikai
		Talajérő-gazdálkodás	Takarmányozás		
Tartósítóipar (konzervipar, hűtőipar, szárítóipar)	Zöldség- és gyümölcs maradványok	+	++	++	-
Malomipar	korpa, csíra, takarmányliszt, hántolóipar melléktermékei	-	+++	+	+
Növényolaj-ipar	Extrahált szója (napraforgó) dara, napraforgó héj	-	+++	+	++
Cukoripar	cukorgyári mésziszap, kilúgozott cukorrépaszelete, melasz	+	++	++	+
Szeszipar	vínasz cefremoslék, szőlő- és gyümölcstörköly, szeszélesztő	+	++	++	+
Sőripar	sörtörköly, sörélesztő	-	+	-	+
Baromfi- és húsipar	vér, csont, pata, szarv, toll, szőr, hús, zsír, belsőség stb.	+	++	+	+
Tejipar	Író, savó	-	+	++	-

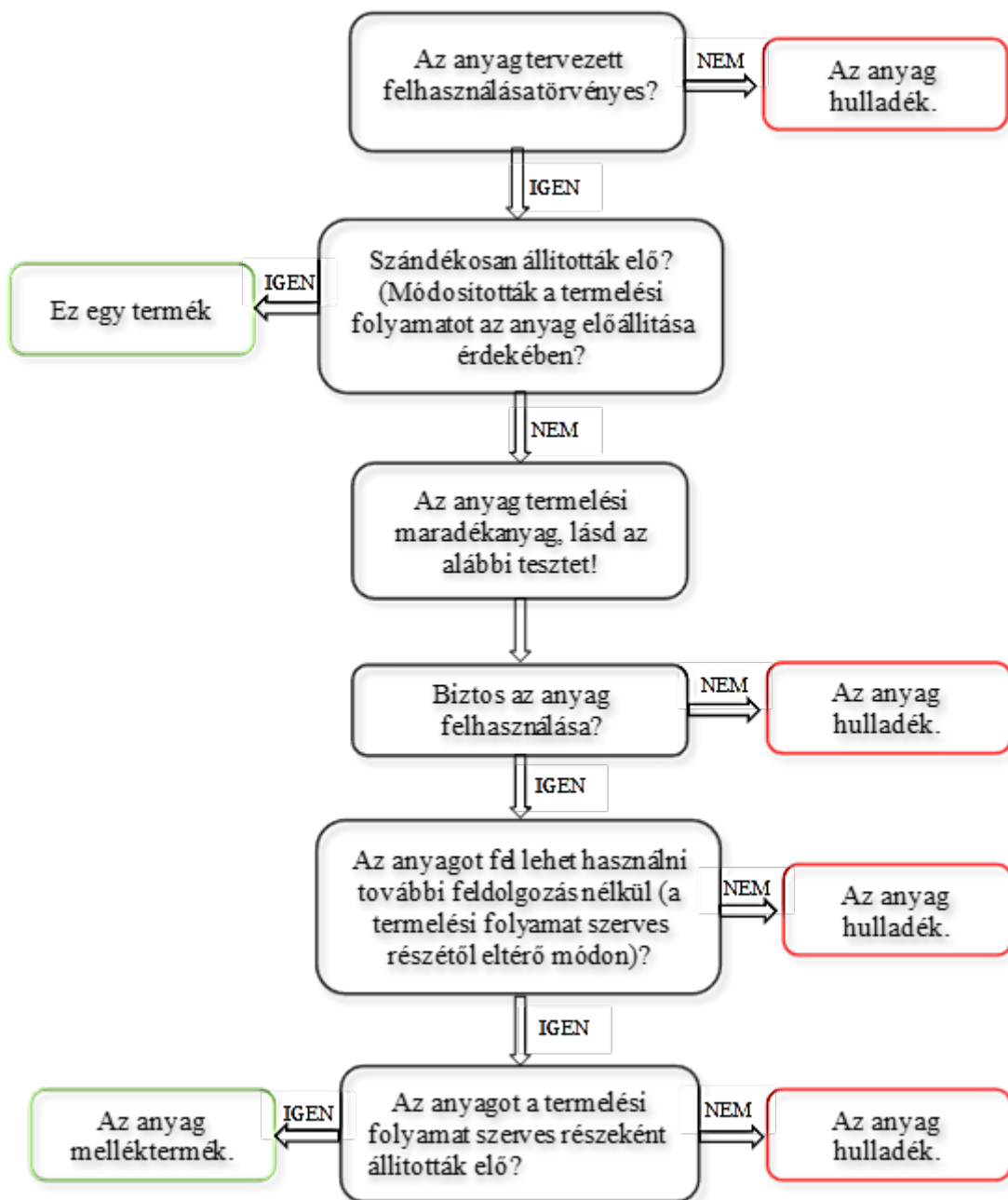
Látható, hogy minden ipari szektorban a hulladékok takarmányozási célra történő hasznosítása a legtöbbet alkalmazott eljárásrend, de az ipari céllal hasznosított melléktermékek mennyisége is jelentős, főként a tartósító-, a cukor-, a szesz-, és a tejiparban keletkező hulladékok esetében.

A hulladékról szóló 2012. évi CLXXXV. törvény (későbbiekben Hulladék törvény) fogalom meghatározása szerint **hulladéknak** nevezünk „bármely anyagot vagy tárgyat, amelytől birtokosa megválnak, megválni szándékozik vagy megválni köteles”, azonban ezen anyagok döntő többsége alkalmas lehet egyéb célokra, így hasznos, értékes anyagnak, azaz **mellékterméknek** tekinthető (2012. évi CLXXXV. törvény).

Ezen elnevezés már a hazai jogszabályokban is megjelent (Hulladék törvény, 2012), melyben összefoglalják, hogy mely anyagok tekinthetők mellékterméknek. Ehhez azonban a törvény által előírt követelmények együttes teljesítése szükséges, melyek a következők:

- további felhasználása biztosított kell legyen,
- előállítását követően – a szokásos ipari gyakorlattól eltérő feldolgozás nélkül – közvetlenül felhasználható legyen,
- az előállítási folyamat szerves részeként állítsák elő,
- a környezetet és az emberi egészséget hátrányosan ne érintse, és
- további használata jogszerű legyen, azaz meghatározott módon történő felhasználása tekintetében az anyag vagy tárgy megfeleljen a termékre, a környezet- és egészségvédelemre vonatkozó összes jogszabályi előírásnak.

Mindezek alapján kijelenthető, hogy a hulladék és a melléktermékek kategorizálása nem könnyű feladat. A döntéshozatal megkönnyítése érdekében az Európai Bizottság közleményében (Internet¹) - melynek címe: „Tájékoztató közlemény a hulladékról és melléktermékekről” - több, szemléletes példákon keresztül segít eligazodni a bonyolultnak tűnő helyzetekben. A melléktermékek elkülönítésében nyújt segítséget a 2. ábra.



2. ábra: Folyamatábra a hulladék/nem hulladék kérdés eldöntéséhez (Internet¹)

Az Európai Bíróság által alkotott ítéletekben három szempontból álló teszt alapján döntenek egy termelési maradékanyagról. A folyamatábra kérdéseit megválaszolva eljuthatunk a végső megállapításhoz, hogy a gyártás során képződött anyag melléktermék vagy hulladék. Tehát, ha

egy anyagot valóban felhasználnak, még hozzá úgy, hogy a felhasználáshoz nem szükséges egyéb, a szokásos ipari tevékenységektől eltérő feldolgozási lépés, továbbá a felhasználás folyamatos termelési láncon keresztül is megvalósítható, akkor nevezhető mellékterméknek. Természetesen, mindennek az alap feltétele, hogy a kérdéses termék felhasználása ne ütközzön jogszabályi előírásba, tehát melléktermék nem lehet olyan anyag, amelytől a gyártó köteles megválni, vagy köteles megsemmisíteni.

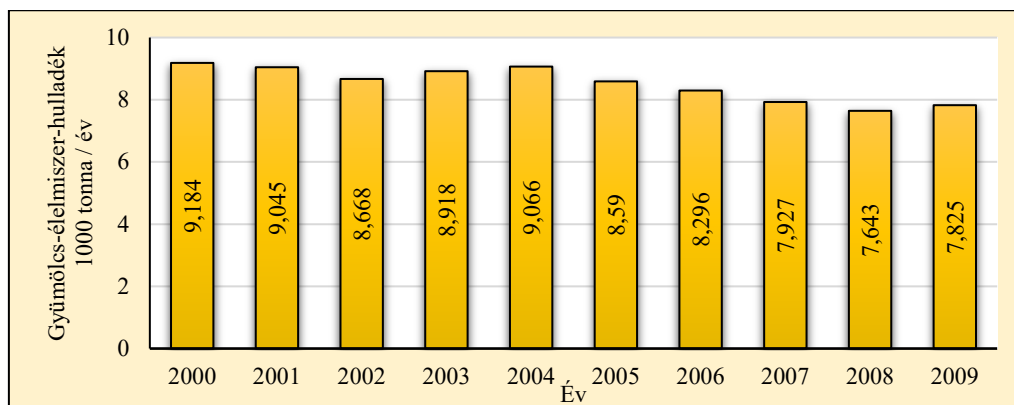
Érezhető tehát, hogy a hulladék és melléktermék kategória nem minden esetben választható el egymástól egyszerűen. A helyes kategorizálás azonban elengedhetetlen, mivel a nem megfelelő csoportosítás felesleges kiadásokat okozhat a vállalkozásoknak, gátolhatja az anyagok további hasznosítását, vagy akár környezeti károkhoz is vezethet (OHT, 2018).

3.1.4. Gyümölcsfeldolgozás során keletkező melléktermékek és azok felhasználási lehetőségei

A továbbiakban a dolgozatom témájához szorosan kapcsolódó gyümölcsfeldolgozásból származó hulladékok és melléktermékek témakörére térek ki, a feldolgozás során képződő anyagok hasznosításának lehetőségeit bemutatva.

Európában közel 50 millió tonna újrahasznosítható szerves hulladék termelődik évente, melynek mindösszesen 35%-át kezelik biológiai módszerekkel (REFSGAARD & MAGNUSSEN, 2009). Magyarországon éves szinten közel 2 millió tonna élelmiszer vagy nyersanyag végzi hulladékként, melynek 62 %-át teszi ki az élelmiszer feldolgozásából származó hulladék (a fennmaradó része a fogyasztók által termelt hulladék) (BORI, 2018).

Az US Environmental Protection Agency (2012) az USDA adataira hivatkozva összesítette 2000-2009 évek közötti főbb hulladéktermő élelmiszeripari szakágazatokban a szilárd hulladéktermelést. A gyümölcs-élelmiszer-hulladék (3. ábra) alatt a szerzők a gyümölcsfeldolgozás során keletkező melléktermékeket azonosították, így a veszteségek összetétele ebben az esetben: levél kéreg, magház, pép, törköly, gally, illetve szennyezett, romlott gyümölcs.



3. ábra: Gyümölcsfeldolgozó ipar élelmiszer hulladék mennyisége 2000-2009
(forrás: US Environmental Protection Agency, 2012)

A hulladékadatok (3. ábra) alapján a gyümölcsfeldolgozás során a 7825-9184 tonna hulladék képződött. Látható, hogy a 2000 és 2004 évek közötti időtartam alatt számottevően nem változott a gyümölcs-hulladék mennyisége, a 2004-es évtől azonban egy enyhe csökkenő tendenciát mutat.

A gyümölcsök feldolgozása során számos hasznosítatlan anyag keletkezik, melyek közé az ágak, levelek, és a lényerési fázist követően visszamaradt törköly, valamint a centrifugálás során megmaradt üledék tartozik. Ezek nagy része nagy mennyiségű értékes komponenst tartalmaz, így nem meglepő, hogy az élelmiszeripar is egyre nagyobb figyelmet fordít az említett anyagok lehetséges hasznosítási módjainak tanulmányozására, így az értékes anyagok kinyerése mellett az élelmiszer pazarlást is csökkenteni lehet (ALEKSZA, 2017).

A továbbiakban a dolgozatom szempontjából lényeges gyümölcstörköly keletkezésével és hasznosíthatóságával kapcsolatos információkat foglaltam össze.

A gyümölcsök feldolgozása során lényerési eljárásként a préselést és passzírozást alkalmazzák, mely művelettani szempontból mechanikai elválasztásnak tekintendő, melyek alkalmával a kiindulási anyag két részre bomlik mechanikai erő behatására:

- folyadék fázis, mely áthatol a szűrőszöveten, és
- szilárd fázis, mely a visszatartott anyag (HORVÁTH, 2007).

Ez utóbbi a gyümölcsök vízben oldhatatlan szöveti elemeit tartalmazza összetömörödött formában, melyre jellemző, hogy állományát tekintve rugalmas, viszkózus és nyomófeszültség hatására jelentős méretű reverzibilis deformációra képes. Oldhatatlan ballasztanyagokból áll: héj mag, esetleg kocsány részeket tartalmaz. Ezt az anyagot nevezzük **törkölynek** (KÖRMENDY, 1974; KÖRMENDY & TÖRÖK, 2007). Környezetünk védelme érdekében a törköly megsemmisítése rendkívül körültekintő munkát igényel, melybe beletartozik a keletkezett anyag elszállítása, komposztálása vagy égetése (FOLLONIER et al., 2014).

A gyümölcsfeldolgozás során keletkező törköly melléktermékként történő minél nagyobb százalékos további hasznosítása igen nagy előrelépést jelentene, mivel egyrészt a hulladékok mennyiségének csökkentése, másrészt a törkölyben található értékes komponensek kinyerése és felhasználása is megvalósulhatna. A termelés során keletkező melléktermékek felhasználását több ponton kell értékelni, mivel biztosítani kell az adott termék előállításához szükséges (technikai, biológiai, technológiai – kezelési, feldolgozási, tárolási, szállítási stb.) feltételeket. Mérlegelni kell jogi, ökológiai és gazdasági szempontból is a hasznosítás lehetőségeit (DJILAS et al., 2009).

A melléktermékek nagy része hasznosítható lenne nyersanyagként további feldolgozáshoz, vagy energiaforrásként is alkalmazható lehet. Jelentős tápértéküknek köszönhetően akár élelmiszer adalékanyagként, vagy élelmiszerkiegészítőként külön is felhasználhatóak. Emberi szervezet számára is előnyös: élelmi rost, antioxidáns forrásként, illetve magas fehérje és szénanyag tartalmának köszönhetően (OREOPOULOU & RUSS, 2007).

A következőkben számos szakirodalmi példán és kutatáson keresztül összefoglalom, milyen széleskörű alkalmazási lehetőség rejlik a gyümölcs törkölyökben.

Értékes anyagok kinyerése

A gyümölcsfeldolgozás során keletkező melléktermékek igen gazdagok lehetnek rostokban és jelentős mennyiségben tartalmazhatnak szénanyagokat, vagy más jótékony hatású vegyületeket, mint például értékes endogén komponenseket (tokoferolok, flavonoidok, kumarinok, fahéjsav származékok, chalkonok, fenolos diterpének, fenolsavak) (ALEKSZA, 2017). Több gyümölcs (körte, áfonya, alma, citrusfélék és mangó) esetében kimutatták, hogy a gyümölcsök emberi fogyasztásra alkalmatlan részei, vagy a héj része több bioaktív komponenst (például polifenolokat) tartalmaznak, mint a gyümölcs ehető része (HABOTTA et al., 2022; LIU et al., 2018; SINGH et al., 2020; ZENG et al., 2023).

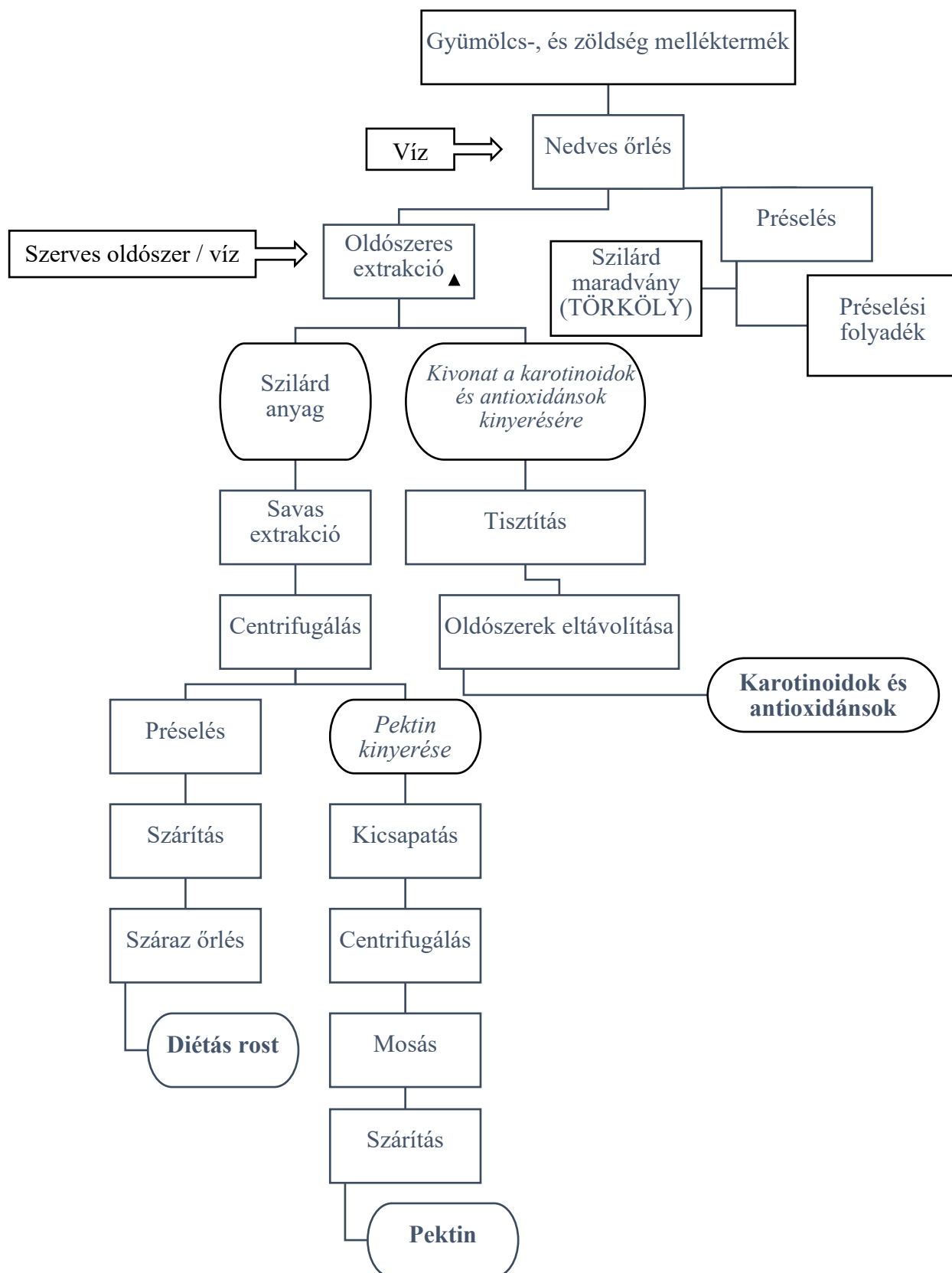
Az almatörköly rendkívül előnyös polifenol-forrás, mely erősebb gyökfogó aktivitást mutat, mint a gyümölcshús C- és E-vitamin tartalma (CETKOVIĆ et al., 2008; HE et al., 2015; LU & FOO 2000).

A paradicsomtörköly gazdag fenolos vegyületekben és tokoferolokban (BELOVIĆ et al., 2017; FUENTES et al., 2013), melyek felelősek az erős antioxidáns aktivitásáért.

A gyümölcstörkölyöknek továbbá, kiemelendő a pektin, antocianin, C- és E- vitamin tartalmuk, valamint a fenolos savak és β -karotin mennyisége is számottevő. Az élelmiszeriparban ezen anyagok felhasználása igen előnyös lehet. Ismert például, hogy a húsok minőség megőrzését gyakran ezekhez hasonló komponensekkel segítik, pl: oxidálószerekkel szembeni ellenállóság

növelése, sejtmembránok sérülékenységének, ezáltal vízvesztésének csökkentése és érzékszervi tulajdonságaik megtartása (PIESZKA et al., 2017). Ezen felül funkcionális termékek előállításához is felhasználhatóak a törkölyökből kinyert értékes anyagoknak köszönhetően.

Széleskörű irodalma van azoknak a gyakorlatban és iparban is megvalósítható lépéseknek, melyek az értékes komponensek kinyeréséhez vezetnek. Erre jó példa a 4. ábrán látható gyümölcs és zöldség melléktermékekből értékes anyagok kinyerését bemutató folyamatábra (az ábrán félkövér betűtípussal kiemelve szerepelnek a kinyerhető értékes komponensek).



4. ábra: Gyümölcs vagy zöldség melléktermékek feldolgozásának folyamatábrája értékes anyagok kinyerése céljából (ALESZKA, 2017; OREOPOULOU & RUSS, 2007)

Az ábráról jól kivehető az a három értékes anyag, amelyről érdemes néhány szót ejteni.

A **karotinoidok** általában sárgarépa törkölyéből vonják ki, de narancshéj, paradicsom törköly is remek forrása lehet. A sárgarépa törköly egyben kiváló színanyag forrás is, csak úgy, mint a szőlőtörköly, melyből nagy mennyiségű antocianint lehet előállítani (ALESZKA, 2017; AMENDOLA et al., 2010; AMICO et al., 2008; HERNÁNDEZ-ORTEGA et al., 2013; NAGARAJAN et al., 2020; SHARMA et al., 2012). Antioxidánsok kinyerésére alkalmasnak bizonyult számos más gyümölcs törköly is, többek között a szőlő, alma és citrusok feldolgozása során keletkező melléktermékek (ALEKSZA, 2017; HAYAT et al., 2010; HERNÁNDEZ-CARRANZA et al., 2016; IORA et al., 2015; LU & FOO, 2000; MURTHY et al., 2002; RUBERTO et al., 2007; VASYLIEV et al., 2020).

A **diétás rostok**at főként citrushéjból, vagy szőlőtörkölyből nyerik kiőrleléssel, melegvízes mosással és préseléssel, melyet kíméletes módon történő szárítás és aprítás követ. Egyik nagy előnyük a törkölyből kinyert diétás rostoknak, hogy endogén hatású, biológiailag aktív anyagokban (karotinoidok, antioxidánsok) gazdagok (ALESZKA, 2017).

Pektin előállítására legnagyobb mennyiségben alma és citrusok törkölyét hasznosítják, mely a vízben oldódó, diétás rostok közé sorolható, kiváló gélképző tulajdonságának köszönhetően az élelmiszeriparban előszeretettel alkalmazzák, főként lekvárok gyártásához. Az almatörkölyből előállított pektineknek jobbak a gélképzési tulajdonságai, mint a citrus pektineknek, azonban az enzimatis barnulási folyamatoknak köszönhető kissé barnás színe korlátozza a felhasználásukat (CANTERI-SCHEMIN et al., 2005; SCHIEBER et al., 2001; WANG et al., 2014).

Élelmiszeripari felhasználás

A gyümölcs törkölyöket gyakran alkalmazzák élelmiszer-fejlesztésben, mely során kihasználva az értékes komponens tartalmukat, funkcionális élelmiszer-összetevőként hasznosíthatóak. A szőlőtörköly esetében számos publikáció létezik az élelmiszerek dúsítására vonatkozóan. A legtöbb esetben kenyér, joghurt, sajt, muffin, salátaöntet, sütemények, vagy brownie termékekhez adagolták a törkölyt, így javítva azok tápértékét (BRAVI et al., 2007; HAYTA et al., 2012; KARNOPP et al., 2015; MANER et al., 2017; MARCHIANI et al., 2016; MURTHY et al., 2002; TSENG & ZHAO, 2013; WALKER et al., 2014).

Sütőipari termékek dúsítására gyakran alkalmazzák a gyümölcstörkölyöket, mivel kiváló rostforrásnak minősülnek, továbbá előnyös hidratációs tulajdonságokkal rendelkeznek és jobb erjeszthetőség jellemzi őket. Értékes beltartalmi összetételének köszönhetően pedig előnyösen

befolyásolja a késztermékek funkcionális és érzékszervi tulajdonságát, továbbá tárolhatóságát is javíthatja. A törköly porállagának eléréséhez különböző előkészítési műveletet hajtanak végre (előkezelések, szárítás, aprítás, darálás), melyek a törkölypor minőségi csökkenését okozza, de elengedhetetlen felhasználásuk érdekében. Számos gyümölcs törkölye alkalmas péktermékek dúsítására, melyről több kutatás is beszámol (BOFF et al., 2022; MARTINS et al., 2017; SAHNI & SHERE, 2018; SANT'ANNA et al., 2014; SIPOS et al., 2012; SUDHA et al., 2016).

Biomasszaként történő hasznosítása

A mezőgazdaságból származó hulladékok vagy maradvány anyagok nagy része megújuló erőforrást jelenthetnek. A gyümölcsök és zöldségek termesztése és ipari feldolgozása során számos olcsó nyersanyag keletkezik energetikai hasznosításhoz (YANG et al., 2009a), mely olyan eljárásokat foglal magában, melyek során a hulladék energia tartalmát nyerik ki, így energiát előállítva, vagy olyan anyaggá történő átalakítást végeznek, melyet üzemanyagként vagy tüzelőanyagként hasznosítanak (ALEKSZA, 2017).

Kétféleképpen valósulhat meg az energetikai hasznosítás:

- Hulladék közvetlen (oxigén jelenlétében történő) égetésével nyert hőenergia előállítása.
- Energiahordozó gyártásának alapanyagaként (pld: biogáz, metanol stb.) (anaerob körülmények között lezajló folyamat hatására), mely anyag később oxidációra hajlamos tulajdonsággal rendelkezik, így energiatermelésre alkalmas lesz (ALEKSZA, 2017).

Takarmányozás, talajjavítás

A törkölyök mezőgazdasági célra felhasználhatóak, elsősorban takarmányozásra, komposztálásra, trágyázásra, ezáltal elősegítve a talajerő utánpótlást (ALEKSZA, 2017). Az iparban főként takarmányozási célra vagy trágyaként történő hasznosításra alkalmazzák a keletkező törkölyt (SZENES, 1995).

A gyümölcsfeldolgozás során keletkező hulladék (szár, levél, héj, mag, a feldolgozás során keletkező maradványok – törköly) számos értékes komponens tartalmának köszönhetően, közvetlenül, vagy kisebb átalakítással (szárítás, aprítás, erjesztés, stb.) felhasználhatóak állatok takarmányának kiegészítésére, dúsítására, másrészt műtrágyaként, vagy komposztálás után akár a talajba is bedolgozható, ezáltal hasznosítva a benne található vegyületeket (ALEKSZA, 2017; FERNÁNDEZ et al., 2008; GÓMEZ et al., 2010; GOULA et al., 2016; MÁDI, 2013; VACCARINO et al., 1992). A törkölyök magas víztartalmuk miatt gyorsan romlanak, így fontos a gyors felhasználás, vagy szárítási technológia alkalmazása (SHALINI & GUPTA, 2010).

3.2. HOMOKTÖVIS

Dolgozatomban a homoktövis és a fekete bodza törkölyének vizsgálatával foglalkozom, így a továbbiakban hasonló szempontok alapján mutatom be a két gyümölcsöt, ismertetve azok botanikai jellemzőit, termesztési körülményeit, hasznosíthatóságuk lehetőségét, valamint értékes komponens tartalmukat. A gyümölcsök feldolgozásának ismertetését követően pedig a gyümölcs törköly értékes komponens összetételének és hasznosíthatóságuk lehetőségeit foglalom össze.

3.2.1. Homoktövis növény (*Hippophaë rhamnoides* L.) jellemzői

A homoktövis (*Hippophaë rhamnoides* L.) (5. ábra) az *Elaeagnales* (ezüstfavirágúak) rendjébe, az *Elaeagnaceae* (ezüstfafélék) családjába tartozó bogyós növény (FÖLDESI, 2000). Magyarországon szabadon termő populációi (*Hippophaë rhamnoides* ssp. *carpatica* Rousi) védettek, eszmei értékük egyedenként meghaladhatja akár a 10 000 forintot is (SIMON, 2000).

A *Hippophaë* nemzettségbe tartozó **fajták** száma még a mai napig sem tisztázott. A *Hippophaë* nemzetség osztályozása az évek során többször módosult. A homoktövisnek hat fajtát (*Hippophaë rhamnoides*, *H. salicifolia*, *H. tibetana*, *H. neurocarpa*, *H. gyantsensis* és *H. goniocarpa*) és 12 alfaját azonosították (LI & BEVERIDGE, 2003), ebből kettőt (*Hippophaë rhamnoides* L. *sinensis* Rousi és *Hippophaë rhamnoides* L. subs., *rhamnoides*) használnak leggyakrabban kereskedelmi célokra (YANG & KALLIO, 2001).

Magyarországon a legelterjedtebb fajtái a 'Chuiszkaya', 'Obilnaya', 'Orangevaya' és 'Yantarnaya', de Európában a népszerűek még a német fajták: 'Habego', 'Hergo', 'Leikora' és 'Askola' (HÖHNE, 2015).

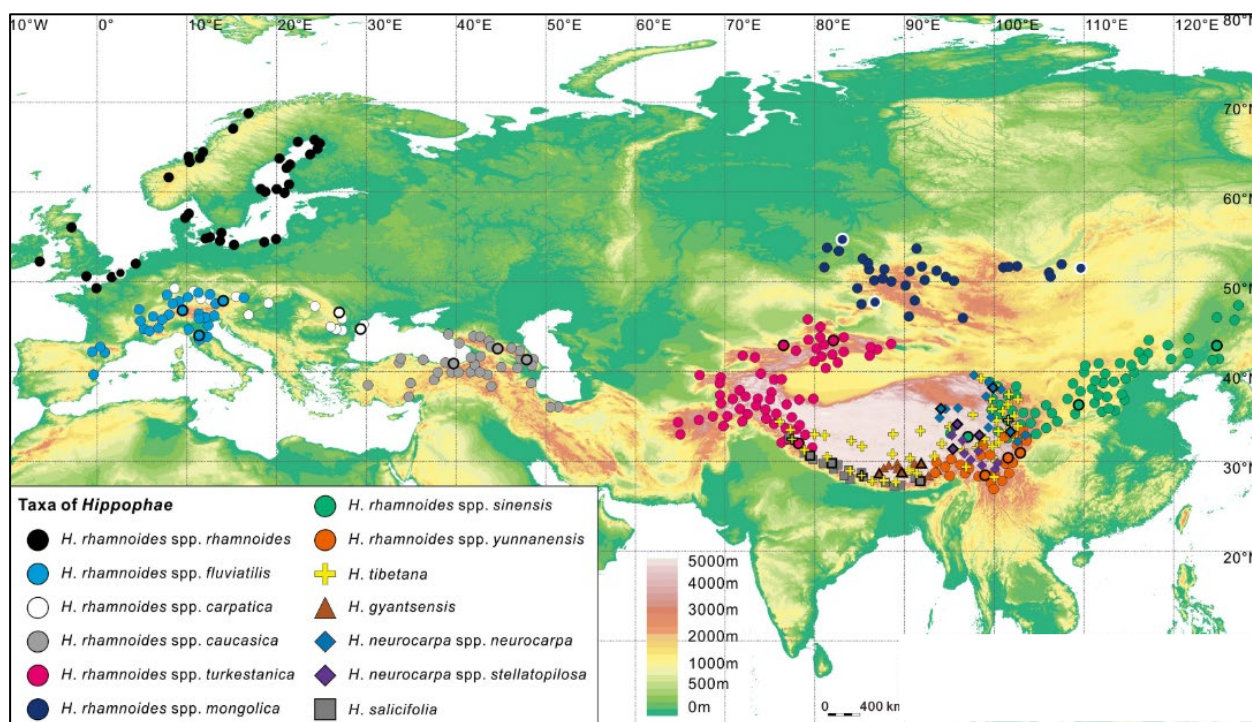
A **növény** 8-10 méterre megnövő kisméretű fa, vagy 1,5-3 méter méretű lombhullató kiscserje. Gyökérzete mélyre hatoló főgyökérből és a belőle ágazó sekélyen elhelyezkedő oldalgyökerekből áll, melyek hosszan elnyúlnak a talajban, ebből adódóan jó talajmegkötő, és nitrogénkötő baktériumainak köszönhetően pedig talajjavító hatása is van (FÖLDESI, 2000; VARGA, 2010). Bogyós termése narancssárga vagy enyhén piros színű, a vesszőkön hosszanti irányban helyezkednek el, gömbölyded vagy tojás alakú, egy (sötétbarna) maggal rendelkező álbogyók (ARIMBOOR et al., 2008). Ezermagtömege 18-20 gramm (BERÉNYI, 2007). A bogyók tömege általában 4 és 60



5. ábra: Homoktövis női ivarú botanikai illusztrációja (Internet²)

g/100 gyümölcs között változik, de a nemesített fajták esetében 100 bogyó tömege elérheti a 70 grammot is (BEVERIDGE et al., 2002). A homoktövis bokrokon átlagosan 10-20 kg gyümölcs terem (FÖLDESI, 2000). A termés lédús, íze jellegzetes, kesernyés, savanykás, ananászra/barackra hasonlít (BERÉNYI, 2007). A vadon termő fajták bogyójára a 6-8 mm-es átmérő, míg a nemesített fajtákra a 10-15 mm átmérő a jellemző. A bogyók vonzó színe és eredeti íze, valamint egyedi kémiai összetétele és egészségre jótékony hatású tulajdonságai határozzák meg az élelmiszeriparban való alkalmazhatóságát (OLAS et al., 2018, VILAS-FRANQUESA et al., 2020).

A homoktövis fajtától függően két vagy három évente takarítható be, a gyümölcsök érése szeptember végén kezdődik, melyek egész télen az ágakon maradnak. A magyarországi altáji fajták már augusztusban is beérnek (BERNÁTH, 2013; BERNÁTH & FÖLDESI, 1992). Kozmopolita tulajdonságú, tehát a rendkívüli hideget (akár a -50°C-ot) is átvészeli (SOLTÉSZ, 1997). Természetes környezetben mérsékelt övi vidékeken (6. ábra), jó vízelvezetésű talajban, párás éghajlaton, hegyi patakok öntésein, és folyók mentén (hordalékkúpokon), tengerparti dűnéken, középnedves talajokon találkozhatunk vele (PORGÁ, 2000; LI, 2003).



6. ábra: A homoktövis (*Hippophaë* L.) fajtáinak földrajzi elhelyezkedése (JIA & BARTISH, 2018)

A **világon** széles körben foglalkoznak homoktövis **termesztéssel**, ipari méretekben főként Oroszországban, Kínában, Kanadában, Finnországban, Németországban, Lettországon, Romániában és Észtországban (GULIYEV, 2004). A homoktövis termékek teljes piaca megközelítőleg 17-szer nagyobb, mint pusztán a bogyók piaca és ez a szám folyamatosan

növekszik (YANCEVA et al., 2022). A homoktövis termésátlagát tekintve egy évre vonatkozóan extenzív körülmények között 5 t/ha-t, intenzívebb gazdálkodásnál akár 22 t/ha-t is elérheti (ERDŐS & SZŐLLŐSI, 2017).

Ha a statisztikát 2020 decemberéig nézzük, a világ 52 országában termesztik a homoktövist, összesen 2,33 millió hm²-en (ISA, 2021). Becslések szerint átlagosan 200 kg/ha (bogyó) termés mellett a világ éves termése hozzávetőleg 280 000 tonna bogyó (YANG & KALLIO, 2002). A bogyók globális exportpiacának értéke 2 milliárd USD. A legnagyobb exportőr 0,417 milliárd USD-ral **Kanada**, melynek 13,9%-os az éves növekedése (YANCEVA et al., 2022). **Országokban** a homoktövist kezdetben dekorációs céllal termesztették, már a XIX. század végétől, de az 1940-es években már ipari felhasználását is beindították, mivel a tudósok, hamar felfedezték a homoktövis növény számos értékes endogén vegyületét (NRCC, 2002; PIŁAT et al., 2015). **Kínában** megközelítőleg 2,13 millió hektáron folyik vad és kultúr fajták termesztése, mely 90%-a a világ homoktövis termesztésének és több, mint 200 db feldolgozóüzem foglalkozik kizárólag homoktövis feldolgozással, míg **Európában** csupán pár darab, homoktövis feldolgozásával foglalkozó üzem működik (APÁTI, 2018; ER, 2003; RONGSEN, 2007). Indiában majd 12 000 hektárnyi homoktövis termőterületet gondolnak (APÁTI, 2018; ARIMBOOR et al., 2006). Európát tekintve több országban is termesztik a homoktövist, azonban kis mennyiségű információ található a tényleges mennyiségéről.

Magyarországon a hazai éghajlati adottságok igen kedvezőek a homoktövis termesztéséhez. A Központi Statisztikai Hivatal homoktövis termesztéssel kapcsolatos adatot 2016-ban közölt (Internet³), mely a 2015-ös adatokat mutatja be. Közel 91 ezer hektáron termesztettek homoktövist, melyről 778 ezer tonna termésmennyiség került betakarításra.

A homoktövis APÁTI (2014) szerint megfelelő odafigyelés mellett jól jövedelmező növény, mivel termesztésének viszonylag alacsony a tőke-, költség-, és munkaerőigénye. Egy 2017-es tanulmányban (ERDŐS & SZŐLLŐSI, 2017) azt vizsgálták, hogy a homoktövis bogyós gyümölcs biogazdálkodás keretében történő termesztésének és feldolgozásának milyen a gazdasági értékelése. Eredményeikben az olvasható, hogy a homoktövis ültetvény más bogyós gyümölcsök termesztési adataival összehasonlítva (szeder, málna), azonos telepítési költség mellett, a homoktövis intenzívebb gazdálkodásával hektáronként költségarányosan akár 139 %-kal jövedelmezőbb, a vizsgálatba bevont növények közül.

3.2.2. Homoktövis értékes komponensei és hasznosítása

A homoktövis növény számos előnyét már az ókorban is felfedezték, gyógyászati célokra, továbbá lovak szőrének fényesítésére is alkalmazták. Számos értékes komponensének köszönhetően a tibeti orvoslás egyik alap gyógynövénye volt (PAP, 2002).

A homoktövis beltartalmi összetételét az 3. táblázatban foglaltam össze.

1. táblázat: Homoktövis beltartalmi értékeire vonatkozó adatok

	g/100 g	Forrás
<i>Nedvesség (%)</i>	61–85	BEVERIDGE et al., 1999
	78–81	JAROSZEWSKA et al., 2018
	53	SOLÀ MARSINACH & CUENCA, 2019
	67–86	RANJITH et al., 2006
<i>Összes szénhidrát</i>	29,1	SOLÀ MARSINACH & CUENCA, 2019
<i>Összes olaj</i>	2,0–10,5	KALLIO et al., 2002b
	1,5–3,6	RANJITH et al., 2006
	9,2	SOLÀ MARSINACH & CUENCA, 2019
<i>Fehérje</i>	2,2	SOLÀ MARSINACH & CUENCA, 2019
	1,1–3,1	RANJITH et al., 2006
<i>Rostok</i>	4,71	SOLÀ MARSINACH & CUENCA, 2019
	mg/100g	Forrás
<i>C vitamin</i>	140–3000	RANJITH et al., 2006
	25–2500	BAL et al., 2011
	500	SOLÀ MARSINACH & CUENCA, 2019
<i>E vitamin</i>	3–21	JIMÉNEZ-ESCRIG & SANCHET-MUNIZ, 2000
	6–14	KALLIO et al., 2002b
<i>K vitamin</i>	110–230	BAL et al., 2011
<i>Flavonoidok</i>	354–1000	BAL et al., 2011
	168–859	HEINAAHO & JULKUNEN-TIITTO, 2011
<i>Fitoszterolok</i>	1300–2000	BAL et al., 2011
<i>Összes karotinoid</i>	2–40,0	BAL et al., 2011
	17,2	POP et al., 2015
	1,5–18,5	ANDERSSON et al., 2009
	mg/100g	Forrás
<i>Fe</i>	0,703–1,127	DHYANI et al., 2007
	0,04–0,255	SABIR et al., 2005
	0,064	KALLIO et al., 2002a
<i>Mg</i>	0,62–1,92	DHYANI et al., 2007
	0,139–0,249	SABIR et al., 2005
<i>Cu</i>	90–1330	DHYANI et al., 2007
	11,5–40	KALLIO et al., 2002a
<i>Zn</i>	817–2470	DHYANI et al., 2007
	80–120	KALLIO et al., 2002a
<i>Na</i>	470–630	DHYANI et al., 2007
<i>K</i>	10120–14840	DHYANI et al., 2007
	1500	KALLIO et al., 2002a

A homoktövis élénk narancssárgás, pirosas színét a benne található értékes festékanyagainak és vitamintartalmának köszönheti. A színanyagok egy részét a sárga színű, vízben oldható flavonoid teszi ki, míg a másik részét a zsírban oldható karotinoidok csoportjába tartozik (POP et al., 2014; RÁCZ et al., 2012).

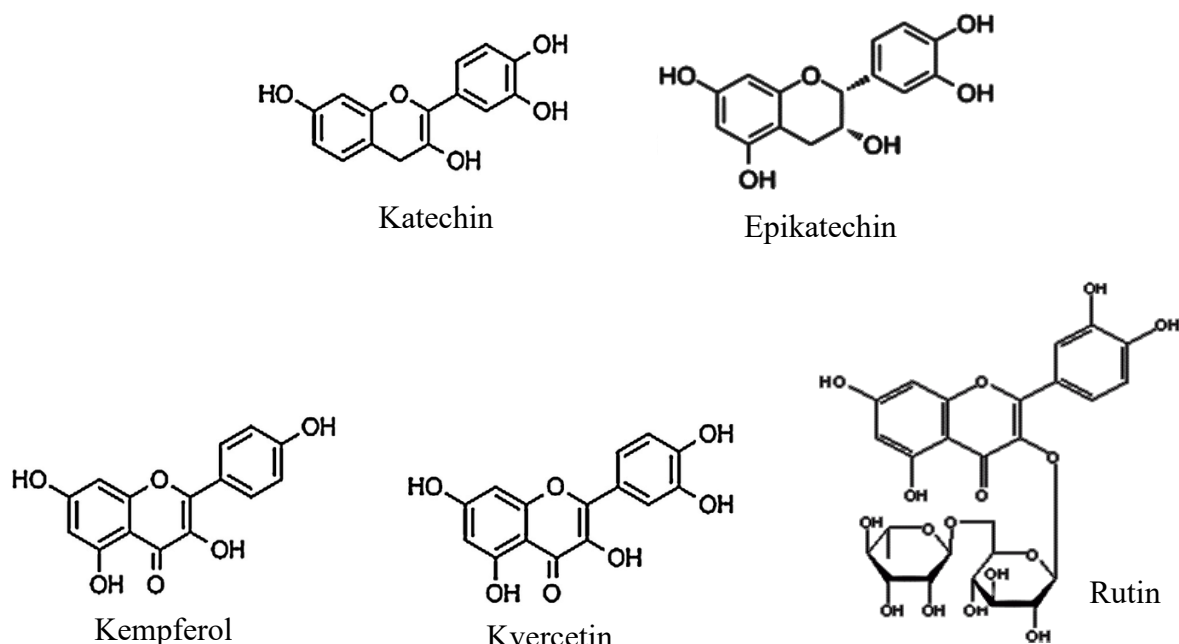
A homoktövis jótékony hatásainak nagy részét kedvező vitamin tartalmának köszönheti. Kiemelkedően jelentős **C-vitamin** tartalma átlagosan 450 mg/100 g, azonban egyes fajtáknál ez elérheti az 1000 mg/100g mennyiséget is (MEGYESI, 2007). Míg a homoktövis gyümölcs C-vitaminban igen gazdag, a friss termésből préselt nyers zsíros olaj **A-provitamint, és E-vitamint** tartalmaz (RÁCZ et al., 2012). Egyéb, élettani szempontból fontosabb vitaminjai: A, B1, B2, B6, C, D, E, K- vitamin, ezen felül **ásványi anyagai** közül cink, kalcium és magnézium, réz, szelén, mangán található benne (CSURGÓ, 2012; MAROSI, 2010).

A homoktövis jelentős sejtvédő és antioxidáns hatással bíró, kiemelkedő mennyiségű, **redukáló hatású, endogén vegyületet** tartalmaz. Vitamin tartalma mellett tokoferol, karotinoid és flavonoid tartalma is jelentős, azonban a bogyó érettségének előrehaladásával csökken az antioxidáns hatása, főként a fenolos vegyületek és az aszkorbinsav bomlásából adódóan, valamint a csökkenő lipofil jellegű redukáló hatású komponens tartalmának köszönhetően (GAO et al., 2000).

A **tokoferol és tokotrienol** (közismertebb nevén E-vitamin) tartalma származástól, termesztési körülményektől, betakarítás időpontjától rendkívüli mértékben függ. Két homoktövis faj (*H. rhamnoides*, ssp. *sinensis* és *mongolica*) teljes tokoferol és tokotrienol tartalmát vizsgálták KALLIO és munkatársai (2002b), mely során 56-140 mg/kg, illetve 1,5-8,1 mg/kg közötti értékeket mértek. Az α -tokoferol tartalom az összes tokoferol 76-89 %-a volt, de kis mennyiségben kimutatták β -, γ - és δ -tokoferolok jelenlétét is. Más gyümölcsökkel összehasonlítva a homoktövis teljes tokoferol és tokotrienol tartalma kiemelkedő, főleg az α -tokoferol mennyisége jelentős. Összehasonlítva más gyümölcsökkel az összes tokoferol és tokotrienol tartalma a paradicsompürének 50 mg/kg, a fagyasztott spenótnak 42 mg/kg, a szedernek 37 mg/kg és a málnának 35 mg/kg (CHUN et al., 2006).

A homoktövisből már közel 20 **flavonoidot** izoláltak, melyek közül a legjelentősebbek az epikatechin, katechin, rutin, kempferol és kvercetin (7.ábra) (CHU et al., 2003; ECCLESTON et al., 2002; GEETHA et al., 2003; FU et al., 2005; NAZIR & BASHIR, 2017). Bogyójának flavonoid koncentrációja 168-859 mg/100 g friss tömegre vonatkoztatva (HEINAAHO & JULKUNEN-TIITTO, 2011). Szabad formában a galluszsav a domináns, a növény bogyójában 169 mg/100 g koncentrációban van jelen, míg a többi fenolsav (kávéssav, kumársav, ferulasav)

kisebbségi mennyiségéről számolt be BITTOVÁ és munkatársai (2014), valamint CIESAROVÁ és munkatársai (2020).



7. ábra: A homoktövis bogyó főbb flavonoid komponenseinek szerkezeti képlete, Forrás: MANEA et al., 2014

Ismeretes, hogy a homoktövis igen gazdag **karotinoidok**ban, azonban a különböző típusú karotinoidok össz mennyisége igen változó a növény genetikai eredetétől, termesztésének körülményeitől, az adott éghajlattól, vagy a betakarítási időtől függően. A fő karotinoid komponensei a β -karotin, likopin és zeaxantin (CIESAROVÁ et al., 2020). A karotinoidok a húsolajban koncentrálnak, mely a homoktövisolaj kereskedelmi értékének egyik legfontosabb jellemzője, melyben 0,5-21,4 g/kg közti karotinoid tartalmat mért LI és BEVERIDGE (2003) kutatásuk során.

A bogyó összes olaj tartalma 2-3%, melynek 70-80%-a húsolaj, megmaradt része pedig a magolaj. Zsírösszetételükben különböznek egymástól. A húsolaj savanykás ízű, fényes, élénkpiros színű, jellegzetes illatú, mely kiemelkedő savszám értékkel rendelkezik. Karotinoidban és tokoferolban, valamint telített zsírsavakban (palmitinsav, palmitoleinsav) gazdagabb a magolajnál, ennek köszönheti, hogy már 4-5°C-on dermed. A homoktövis bogyó magja 12-15 %-ban tartalmaz zsíros olajat, a magolaj fényes, zöldes-barnás színezetű, semleges ízű, illatú, és jelentős mennyiségben tartalmaz telítetlen zsírsavakat, mint a linol- és linolénsav (összesen 65-70 %) (FÖLDESI, 2000; NAGY, 2011; MAROSI, 2010).

Jelenleg is számos területen hasznosítják a homoktövis növény különböző részeit, azonban jótékony hatásait tekintve a bogyókban teljesedik ki leginkább a jelentősége. Számos kedvező

élettani hatást sorolhatunk fel, melyek között szerepel az immunerősítő, gyulladáscsökkentő, sejtvédő, antioxidáns hatású tulajdonsága, mely a bogyók vitamintartalmának és antioxidáns hatású vegyület tartalmának köszönhető, emiatt gyakran alkalmazzák a homoktöviszt a természetgyógyászatban.

Magas E-vitamin és esszenciális zsírsavtartalmának köszönhetően bőrbetegségek kezelésére is alkalmazható, UV-védelemben is szerepet játszik, valamint hámosító tulajdonságokkal is rendelkezik, segíti a nyálkahártya sérülések és bőrproblémák gyógyulását a sejtmembrán-regeneráció fokozása révén (GULIYEV et al., 2004; TIITINEN et al., 2005).

A homoktövis fogyasztása javítja a fizikai- és szellemi teljesítőképességet és segít az étvágytalanság és a testi-lelki fáradtság megelőzésében (MAROSI, 2010). Linolsav tartalmának köszönhetően még a szervezet zsírbontásában is segíthet, így megkönnyítve a megfelelő testsúly elérését/megtartását (PAP, 2002).

3.2.3. Homoktövis feldolgozása és törköly keletkezése

A homoktövis termése igen széleskörben felhasználható és fogyasztható. Különböző zselék, lekvárok, borok és alkoholos kivonatok, vagy olajtermékek alapanyagául is szolgál. Gyümölcslé gyártás során általában más gyümölcslevekkel együtt alkalmazzák, hogy tompítsák a homoktövis jellegzetesen savas ízét (CSURGÓ, 2012), erre a célra a legalkalmasabbak az édesebb gyümölcslevek, mint például az alma- és a szőlőlé (BAL et al., 2011).

A homoktövis **szüretelését** általában a gyümölcsök érésének kezdetén végzik, ekkor a refraktométerrel mért extrakt tartalom 8 és 12 % közötti értéken mozog (BERNÁTH, 2013).

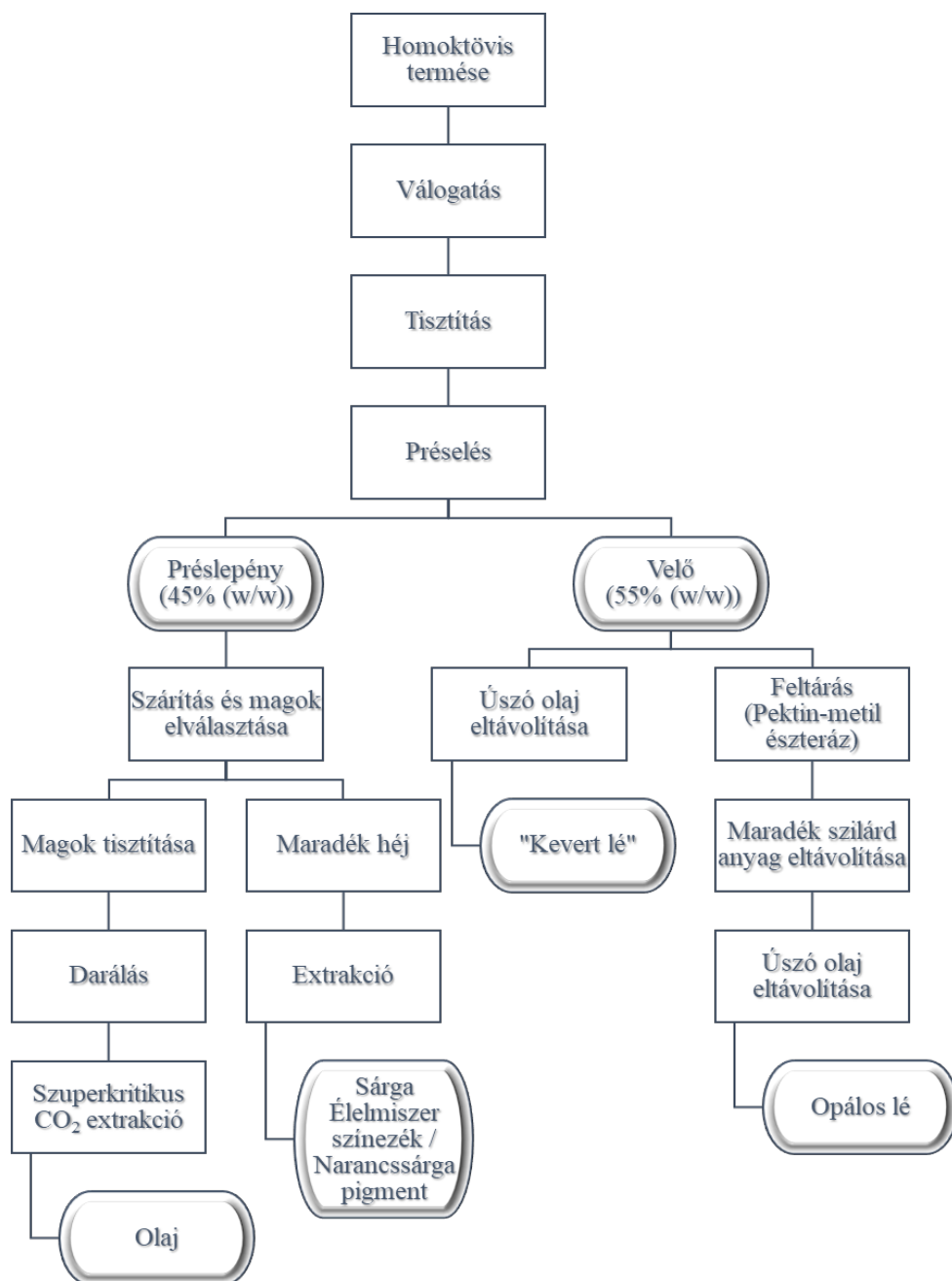
A gyümölcsök kézi betakarítása is problémát okoz, egyrészt azért, mert a két-három éves ágakon szúrós tövisek találhatók, továbbá a legtöbb fajta esetében a gyümölcs nem válik le könnyen a szárról. A betakarítás gépi megoldása során mechanikus gyümölcskombájnak direkt vagy indirekt megoldásokat alkalmaznak a gyümölcsök elválasztásához. A direkt módszer esetében a gyümölcscsel közvetlenül érintkezik a betakarítógép, míg az indirekt módszer úgy teszi lehetővé a gyümölcs eltávolítását, hogy fizikailag nem érinteni azokat. Ez utóbbi nagyon hatékony eljárás, azonban könnyen károsíthatják a növényt, vagy magát a gyümölcsöt, melynek héj része gyakran megsérül, amikor a heves rázás, húzás és összenyomás hatására az ágról leválasztódnak a bogyók. Ekkor tiszta vagy zavaros folyadék szivárog ki a gyümölcsből, mely nedves felületet biztosít a por, a szennyeződés és a törmelék megtapadásához, valamint a romlás és mikroorganizmus fertőzések kockázatát is növeli (OLANDER, 1995). A kipróbált módszerek közé tartoznak a fa rázógépek, a

vákuummal történő betakarítógép egységek, a fagyasztással, majd rázással történő betakarítás, valamint a teljes ág betakarítását végző eljárások (GAETKE et al., 1991; GAETKE & TRIQUART, 1991; MANN et al., 2001; OLANDER, 1995; VARLAMOV & GABUNIYA, 1990; WEGERT & WOLF, 1990).

APÁTI (2018) szerint a homoktövis betakarítását Magyarországon úgy végzik, hogy a teljes ágakat levágják, majd ezeket gyümölcscsel együtt konténerekben szállítják hűtőházakba, ahol néhány nap alatt -20 °C hőmérsékletre fagyasztják, majd fagyasztott állapotban távolítják el a bogyók körüli felesleges anyagot.

Amennyiben nem fagyasztással történik a szüretelés, úgy a bogyók gyorsan bekövetkező romlásából fakadóan, minél hamarabb el kell kezdeni a feldolgozását. A friss gyümölcs 5 és 10°C közötti hőmérsékleten csupán 1-2 napig áll el, azonban mélyhűtéssel -20°C hőmérsékleten akár 1-1,5 évig is tárolható (NAGY, 2011).

A homoktövis termésének feldolgozása során három féle terméket állítanak elő: szűrt vagy szűretlen gyümölcslevet, a törkölyből kinyerhető magolajat és sárga pigmentet (élelmiszer színezék). A termékek előállításának folyamatábráját a 8. ábrán mutatom be (BEVERIDGE et al., 1999).

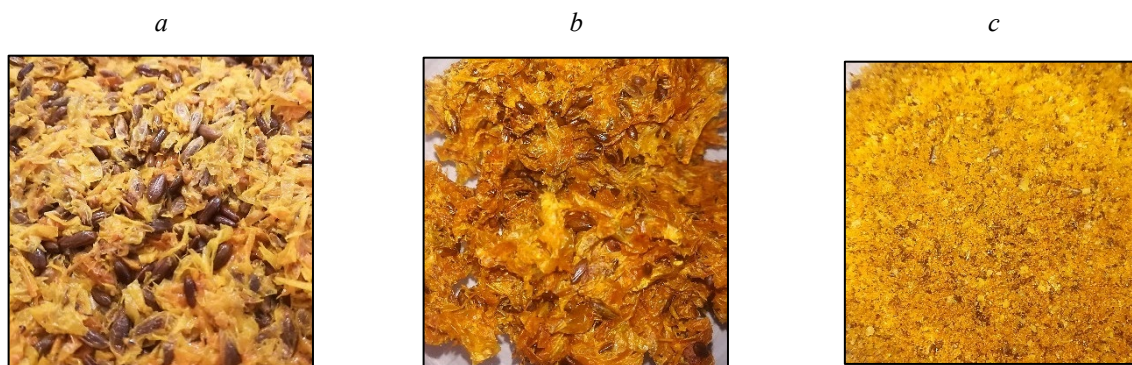


8. ábra: Homoktövis feldolgozásának folyamatábrája (BEVERIDGE et al., 1999 nyomán).

A betakarítás és válogatás után a feldolgozás első lépéseként megtisztítják a bogyókat, főként, ha gépi betakarítás történt. Ezalatt eltávolítják a késztermékek minőségét befolyásoló anyagokat (romlott, sérült, fertőzött részek, levelek, ágak) (BEVERIDGE et al., 1999).

A következő lépés a gyümölcsle elválasztása préseléssel általában csomag-, szalag- vagy csigás prés segítségével. A dekanteres centrifugának köszönhetően a folyamatos lényerés biztosított. A préselés eredményeként kapott velő nem oldódó szilárd részeket tartalmaz (ZEB, 2004), melyben a szuszpendált oldhatatlan szilárd részecskék és olajcseppek változatos és komplex lérendszert

alkotnak a vizes oldatban (OOMAH et al., 1999). A centrifugálás utáni termékben egy olajban gazdag krémes állagú réteg figyelhető meg a lé felszínén, alatta egy opálos gyümölcsle réteggel, mely alatt szediment réteg található. Az olajos réteg 4°C-os tárolásnál megszilárdul, így minimális átszennyezéssel szinte teljes mértékben elkülöníthető a többi rétegtől (BEVERIDGE és HARRISON, 2001). A dolgozatomban a törköly kutatásával foglalkozom, így a légyártás további lépéseit, valamint az olaj és színezékgyártás lépéseit, mely 8. ábrán látható nem ismertetem részletesen. A 9. ábrán látható a homoktövis törkölyének kezdeti, nedves (9/a), valamint szárított (9/b) majd porított (9/c) állapotáról készült kép.



9. ábra: Homoktövis törköly (a: nedves törköly, b: szárított törköly, c: törkölypor) (saját fotó)

Mivel a homoktövisből legnagyobb mennyiségben gyümölcslevet állítanak elő, így kereskedelmi tételben történő gyártása igen nagy mennyiségű törkölyt eredményez (tartalmazza a bogyó héj és mag részét, valamint a préselés során visszamaradt sejtfalat), hasznosítása azonban még nem elterjedt, tárolására csak akkor van lehetőség, ha 10-12%-os nedvességtartalom eléréséig szárítják (KANT et al., 2012; NAGY, 2011).

3.2.4. A homoktövis törkölyének értékes komponensei és felhasználási lehetőségei

A homoktövis törköly számos értékes komponenst tartalmaz, amely 'hulladékként' kezelve rendszerint elvész, azonban az elmúlt évtizedekben egyre nagyobb figyelmet fordítottak a melléktermékek hasznosítására. Számos vizsgálat indult annak felkutatására, hogy a homoktövis feldolgozásakor keletkező melléktermék kvantitatív, mind pedig kvalitatív jellemzése megtörténjen (ARORA et al., 2012; DAOOD, 2011; COSSUTA et al., 2007; GALANAKIS, 2012; JIAN-HUA et al., 2021; KANT et al., 2012; KITRYTE et al., 2017; NOUR et al., 2021; RICHA, 2012; RÖSCH et al., 2003; RÖSCH et al., 2004).

A homoktövis törköly tartalmazza a növényben megtalálható hasznos komponenseket, ugyanis a préselést követően a törköly is megőrzi **redukáló hatású vegyületeinek** nagy részét (RICHA, 2012). DAOOD (2011) HPLC-vel végzett kutatásai is bizonyították, hogy a szárított törköly is nagy mennyiségben tartalmaz például antioxidáns hatású, E-vitamint. A **polifenolokat** vizsgálva RÖSCH és KROH (2003) kutatásaiban bemutatták, hogy a lében nagyobb mennyiségben kerülnek át a **flavonolok**, mint a proantocianidinek, melyek azonban túlnyomórészt a törkölyben maradnak köszönhetően az erős hidrogénhidkötéseknek, melyeket a törköly sejtes komponenseivel alakít ki. RÖSCH és munkatársai (2004) által végzett kutatásban a homoktövis törköly extraktum teljes antioxidáns kapacitásának 75%-át az oligomer proantocianidineknek tulajdonították, valamint jelentős **karotinoid, szitoszterol és tokoferol** tartalomról számoltak be. COSSUTA és munkatársai (2007) által végzett vizsgálatokban a törköly szuperkritikus extrakcióval előállított extrakcióját tanulmányozták, melynek mérték a kivonható **E-vitamin** és **β-karotin** (proretinol) tartalmát. Megállapították, hogy 4-5 g törköly extraktum fogyasztása fedezi az átlagos felnőtt szervezet napi E-vitamin és β-karotin szükségletét.

Több kutatásban is ezen technológia kifejlesztésével foglalkoznak. KITRYTE és munkatársai (2017) három lépcsőben **frakcionálta a homoktövis törkölyt** és magokat, szuperkritikus extrakciót, nyomás alatti folyadékot, illetve enzimeket is alkalmazva. Szuperkritikus extrakciót alkalmazva, törkölyből 146 g/kg, magokból 135 g/kg zsírolható frakciót értek el. Majd a maradékot második lépésben tovább kezelték nyomás alatt etanollal, így a törköly poláris alkotóit kivonva 158 g/kg-ot frakciót kaptak. Harmadik lépésben cellulitikus és xilanolitikus enzim kezelésnek vetették alá a mintákat, mellyel növelték az oldható alkotók és a monoszacharidok kinyerésének lehetőségét. Eredményeikben arra a következtetésre jutottak, hogy a teljes polifenol tartalom és a szabadgyökfogó képessége révén még az oldható és az oldhatatlan enzim frakciók is alkalmazhatóak funkcionális élelmiszerek hozzáadott anyagaként.

A **magolaj** gyártástechnológiájának vizsgálatával KLAAS és MEURER (2004) foglalkoztak. Kutatásukban bemutatták, hogy a törkölyben található magok kinyerésével és annak további feldolgozásával akár 30% körüli palmitinsavtartalmú olajhoz is juthatunk, mely desztillációval, átszterezeccsel és kristályosítással akár 80%-os palmitolajészter tartalmú terméké alakítható. Az homoktövis olaj a kozmetikai ipar egyik fő alapanyaga (KLAAS & MEURER, 2004), mivel szinergetikus hatást fejt ki a sejtmembránok védelmében, fokozva a sejtregenerációt, így elősegítve az egészséges bőr fenntartását. A homoktövisből kivonható magolaj alkalmas különböző bőrbetegségek kezelésére, mint például az ekcéma, égési sérülés, napégés, lézerkezelés, szárazság, vagy bőrfeszesítő kezelésre is bőrkrémekben és testápolókban felhasználva (BHARTEE et al., 2014).

A homoktövis törköly hasznosításának lehetőségei:

A homoktövis törköly igen sokrétű felhasználásra lenne alkalmas mind emberi mind állati táplálkozásban, azonban jelenleg legnagyobb mennyiségben takarmányként hasznosítják, annak biológiai értékének növelésére (VAN DYK et al., 2013; KREJCAROVA et al., 2015).

Takarmányként történő hasznosítás

Több kutatás is bizonyítja a homoktövis törköly alkalmazásának kedvező hatását takarmányként való hasznosítása során, melynek egyik előnye, hogy alacsony a keményítő tartalma, valamint igen magas a nyerszsír- és zsírsavtartalma (főként α -linolénsav és egyszerűen telítetlen zsírsavak) (DVOŘÁK et al., 2017; HAO et al., 2018; NUERNBERG et al., 2015; PFEUFFER, 2001; PIESZKA et al., 2017).

Egyéb élelmiszeripari felhasználási lehetőségek

Az elmúlt évtizedekben több kutatásban is foglalkoztak a homoktövis törköly hasznosításának lehetőségével. ANNIST és munkatársai (2004) Észtországban a szárított présmaradványokból készített granulátum hasznosításáról írtak tanulmányukban, melyben a homoktövis **liszt** gyártástechnológiáját mutatják be. Terméküket élelmiszer-kiegészítők összetevőjeként ajánlják. Szintén lisztként történő hasznosításról számoltak be LÕUGAS és munkatársai (2005) is kutatásukban, melyben a törköly lisztet kenyerek állagának és színének javítására alkalmazták (LÕUGAS, 2006). Oroszországban amellet, hogy haszonállatoknak **táplálék-kiegészítõ**jeként is alkalmazzák a homoktövis törkölyt, kenyerek sütésénél is hasznosítják, beltartalmi értékük növelésére (KANT, 2012).

3.3. FEKETE BODZA

Az előző, 3.2. fejezetben bemutatott homoktövis növény jellemzését szolgáló szempontok alapján mutatom be a kutatásaim során vizsgált másik növényt is, a fekete bodzát. Először a növény botanikai jellemzőit, termesztési körülményeit, majd az értékes komponens tartalom mellett hasznosíthatóságának lehetőségét vázolom fel. A fekete bodza feldolgozásának bemutatását követően a gyümölcs törköly értékes komponens összetételét foglalom össze, végül pedig a törköly hasznosításának lehetőségeit ismertetem.

3.3.1. Fekete bodza (*Sambucus nigra* L.) jellemzői

A fekete bodza (10. ábra) (*Sambucus nigra* L.) rendszertani besorolását tekintve a virágos növények (*Spermatophyta*) főtrzsébe tartozik, melyen belül a zárvatermők (*Magnoliophyta*) törzsének tagja, azon belül pedig a Kétszikűek (*Magnoliopsida*) osztályába sorolják. Számos tanulmányt követően a *Sambucus* nemzetség filogenetikai kapcsolatáról arra a következtetésre jutottak, hogy a korábbi osztályozással ellentétben, ahol a *Caprifoliaceae*, illetve *Sambucaceae* családba sorolták, egy DNS-vizsgálatokon alapuló korszerű növényrendszertan szerint újabban a mácsonyavirágúak (*Dipsacales*) rendjén belül az *Adoxaceae* (pézsmaboglárka-félék) rendjébe sorolható (PODANI, 2007; OWEN, 2015).

Magyarországon és a környező országokban is a legnagyobb mennyiségben az osztrák 'Haschberg' fajtáját termesztik, mely kiváló termesztési tulajdonságokkal bír, ráadásul kiemelkedő beltartalmi értéke igen népszerűvé teszi, azonban, a több évtizedes termesztés során kiütköztek negatív tulajdonságai, mint például a növényvédelmi nehézségek, vagy a rövid érési és feldolgozási szezon, mely jelentős terhet jelent a szüretelési időszakban mivel a nagy mennyiségű gyümölcs egyszerre történő érése komoly gondot okoz a feldolgozóipar számára. Az elmúlt évtizedekben ezért a hazai és a külföldi termőterületeken is elkezdtek új fajtákat tesztelni, főként a dán nemesítésű fajtákat: 'Sambu', 'Sampo', 'Samyl', 'Samdal', 'Samocco', 'Samidan', de megjelentek új osztrák: 'Haidegg 13', 'Haidegg 17' és magyar ('K3') fajtajelöltek is (Internet⁴).

A fekete bodza növény egy 3-6 méter magasságúra megnövő cserje vagy fácska, mely nem rendelkezik főtengellyel, az új tőhajtásai az alapi elágazódás által a föld alatti cserjetörzsből nő ki, így alakítva ki a levegős szerkezetű bokor formáját (PAPP,

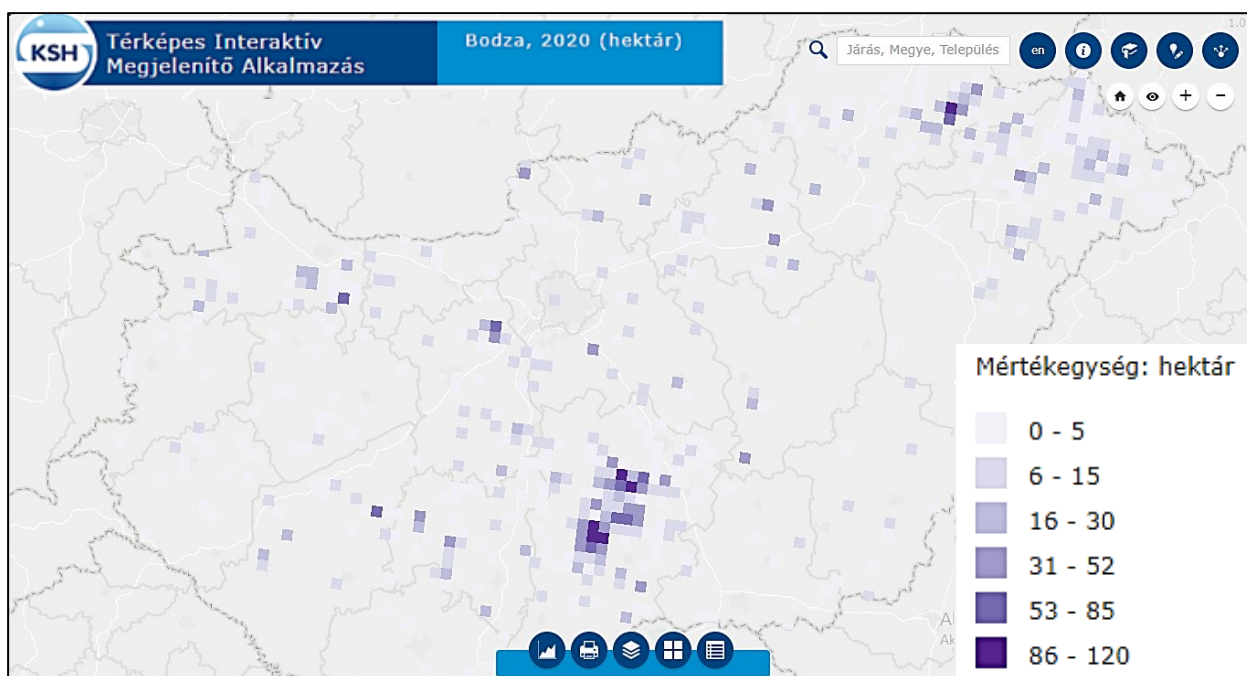


10. ábra: Fekete bodza botanikai illusztrációja (Internet⁵)

2003; PORPÁCZY, 1987). Ágainak belseje fehér színű, puha állományú, külső felületét paraszemölcsök borítják, az öregebb hajtások barna színűek, míg a friss hajtásai zöld színnel rendelkeznek (MÁTHÉ & ROMVÁRY, 1991). Virágai az ágak végén találhatóak, sárgásfehér színűek és muskotályos illatúak. A virágzás május és június közepe között 2-3 hétig tart (RÁPÓTI & ROMVÁRY, 1991; SIPOS, 2010). Gyümölcse sötétlila színű, legfeljebb 6 mm átmérőjű, gömbölyű bogyókból áll, mely nyár végére érik meg (VEBERIC et al., 2009).

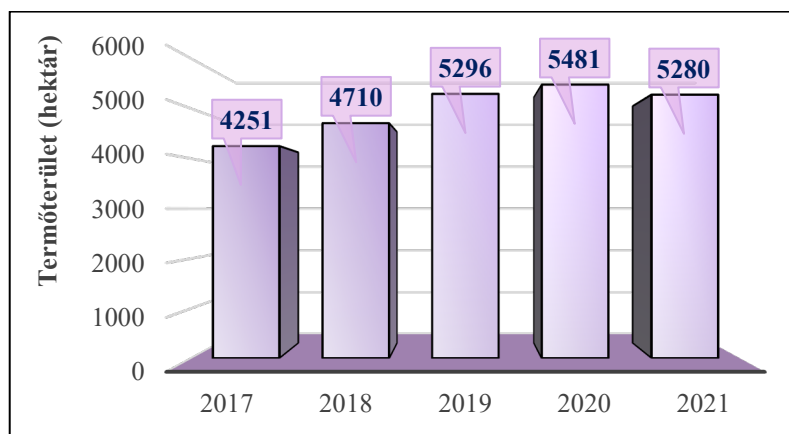
Terméshozama változó: 8-22 kg között mozog, a bogyók átlagsúlya 0,09-0,45 g (PORPÁCZY, 1987). Termesztése előnyös beruházásnak számít, mivel a bodza növény akár 18-20 évig is termőképes marad (SIPOS, 2010). A fekete bodza növény főként a mérsékelt és mediterrán éghajlati viszonyok között terem. Termesztése Észak-Amerikában kezdődött, napjainkra már számos helyen ismert, egész Európában elterjedt növény, legnagyobb mennyiségben Ausztriában termesztik, de Skóciától egészen a Görögországig megterem, azonban világszerte hiányoznak a pontos termelési mennyiségek és a bodzaültetvények nagyságáról szóló adatok, annyi viszont bizonyos, hogy a bodzatermesztésben növekvő tendenciák mutatkoznak (ENESCU, 2016; FÖLDESI, 2000; KIPROVSKI et al., 2021; PERESZTEGI, 2002). A növényzet megtalálható parkokban, mezőkön vagy a városok peremén is, emellett gazdaságokon termesztik (KMETH, 2013).

Magyarországon történő termesztését mutatja be a következő térkép (11. ábra).



11. ábra: Fekete bodza termesztése Magyarországon, 2020 (Internet⁶)

Magyarországon is elterjedt, őshonos növény, a 70-es évek közepétől kezdték kifejezetten termesztetni. A 2000-es évek után jegyzik a bodza termesztés fellendülését, ekkorra megkétszereződött a termőterületek nagysága, mely nagyrészt a BOTÉSZ (Bodzatermesztők Termelő Értékesítő Szervezet) megalakulásának köszönhető (SIPOS, 2010; Internet⁷). A KSH és a FAO adatai alapján a fekete bodza összes magyarországi termőterületének változását mutatja be a 12. ábra.



12. ábra: Fekete bodza magyarországi termőterület nagyságának változása (Internet⁸)

Igen jól termő növénynek számít: 2021-ben 5280 hektár termőterületről közel 15500 tonna termést takarítottak be, mely közel 70 %-át felvásárlóknak és közvetlen feldolgozóknak értékesítették. A 2017 és 2020 év közötti statisztikai adatait megfigyelve, a fekete bodza termőterülete folyamatos növekedés mutatott, majd a 2021-es évben a bodza termőterülete 4%-kal csökkent a 2020-as évhez képest (Internet⁸).

3.3.2. Fekete bodza értékes komponensei és hasznosítása

A népi gyógyászatban már évezredek óta hasznosítják a fekete bodza vadon élő, valamint termesztett fajtáit, számtalan betegség megelőzésére vagy gyógyításra (CHARLEBOIS, 2007). Népi gyógyászatban hashajtó, vizelethajtó hatása, valamint megfázás, gyomorfájás, székrekedés, hasmenés, reuma, torokfájás kezelésére használták főként a növény termését, valamint virágzatát (NOVELLI, 2003; MANGANELLI et al., 2005).

Beltartalmi értékeiről részletesebb adatokat a 4. táblázatban foglaltam össze.

2. táblázat: Fekete bodza beltartalmi értékei 100 g friss bogyóra vonatkoztatva

	g/100g	Forrás
<i>Víztartalom (%)</i>	78,6	RODLER, 2006
	80,9	SOUCI et al., 2008
<i>Összes szénhidrát</i>	14,7	RODLER, 2006
	6,52	SOUCI et al., 2008
	18,4	USDA, 2014
<i>Fehérje</i>	1,1	RODLER, 2006
	2,53	SOUCI et al., 2008
	0,66	USDA, 2014
<i>Rostok</i>	7,0	USDA, 2014
	g/100g	Forrás
<i>Víztartalom (%)</i>	78,6	RODLER, 2006
	80,9	SOUCI et al., 2008
<i>Összes szénhidrát</i>	14,7	RODLER, 2006
	6,52	SOUCI et al., 2008
	18,4	USDA, 2014
<i>Fehérje</i>	1,1	RODLER, 2006
	2,53	SOUCI et al., 2008
	0,66	USDA, 2014
<i>Rostok</i>	7,0	USDA, 2014
	mg/100g	Forrás
<i>C vitamin</i>	18	SOUCI et al., 2008
	34,1	VULIĆ et al., 2008
	100-200	BARTA & KÖRMENDY, 2007
<i>E vitamin</i>	0,36	SOUCI et al., 2008
<i>B1 vitamin</i>	65	SOUCI et al., 2008
	70	USDA, 2014
<i>B2 vitamin</i>	78	SOUCI et al., 2008
	60	USDA, 2014
	65	ASSESSMENT REPORT, 2013
<i>B6 vitamin</i>	0,25	SOUCI et al., 2008
	0,23	USDA, 2014
<i>Összes karotinoid</i>	0,36	SOUCI et al., 2008
<i>Calcium</i>	35	SOUCI et al., 2008
	28,06	VULIĆ et al., 2008
	38	USDA, 2014
<i>Foszfor</i>	57	SOUCI et al., 2008
	54,0	VULIĆ et al., 2008
	39	USDA, 2014
<i>Nátrium</i>	0,5	SOUCI et al., 2008
	6,0	USDA, 2014
<i>Kálium</i>	305	SOUCI et al., 2008
	391,33	VULIĆ et al., 2008
	28	USDA, 2014
<i>Magnézium</i>	5	USDA, 2014
	25,99	VULIĆ et al., 2008
<i>Vas</i>	1,86	VULIĆ et al., 2008
<i>Cink</i>	0,36	VULIĆ et al., 2008
<i>Mangán</i>	0,27	VULIĆ et al., 2008
<i>Réz</i>	0,14	VULIĆ et al., 2008

A bodza gyógyászati potenciálját a nagy mennyiségű redukáló hatású bioaktív anyagainak köszönheti. Számos **polifenol**, köztük fenolos savakat, flavonoidokat, katechineket, proantocianidineket és egyéb antioxidáns hatású vegyületeket tartalmaz, melyek segítik az emberi szervezet védekező képességét a felgyülemelő szabad gyökökkel szemben (AKBULUT et al., 2009; ROSCHEK, 2009; SIDOR, 2015). A fekete bodza fenolos vegyületei közt a flavonoid-, fenolsav- és antocianin komponensei jelentősek. UZLASIR és munkatársai (2020) összesen 16 polifenolt azonosítottak a fekete bodzában, melyek közül a klorogénsav, az 5-p-kumaroil-kinsav, a dikaffeoil-kinsav és a kvercetin-3-rutinozid voltak a legnagyobb mennyiségben előforduló fenolok. A fekete bodza magas **polifenol** tartalmát számos más kutatás is bizonyítja, köztük LEE és FINN (2007) kutatása, akik '*Korsør*' és '*Haschberg*' fajtájú bodza összes polifenol tartalmát határozták meg. '*Korsør*' fajta esetében 387-582 mg/100 g, míg '*Haschberg*' esetében 364 és 510 mg/100 g értékeket mértek a 2004-es és 2005-ös években. Közel azonos eredményeket tapasztalt PERKINS-VEAZIE és munkatársai (2015) kutatásukban, melyben 497 mg/100g galluszsav egyenértékű (GSE) polifenol tartalmat mértek a '*Haschberg*' fajtánál, míg a '*Korsør*' esetében 500 mg GSE/100 g. Több kutatás is bizonyította, hogy a polifenolok közül a legnagyobb arányban a kvercetin-3-rutinozid, valamint a klorogénsav vegyület azonosítható (LEE & FINN, 2007; VEBERIC et al., 2009; DEL CARO & PIGA, 2008). DOMÍNGUEZ és munkatársai (2020) kutatásukban jelentős mennyiségű fenolos vegyületet azonosítottak a fekete bodzában, **flavonoidok** közül a rutin (813,08 µg/100 g) és kvercetin (228,83 µg/100 g), míg **fenolsavak** közül pedig galluszsav (3,45 µg/100 g) és gentizinsav (2,16 µg/100 g) mennyiségének jelentőségét emelték ki.

A fekete bodza termés lilás vöröses színét adó színanyagai az **antocianinok**, a cianidin glikozidjai (cianidin-3-szambubiozid, cianidin-3-glikozid), mely erős antioxidáns tulajdonságainak köszönhetően hozzájárulnak a farmakológiai aktivitásához (SIPOS, 2010). A fekete bodza antocianin tartalmára a '*Korsør*' fajta esetén cianidin-3-glükózidban kifejezve 176 és 343 mg/100 g, '*Haschberg*' fajta esetében 170 és 268 mg/100 g tartalmat mértek 2004 és 2005-ben (LEE & FINN, 2007). Ezzel összhangban PERKINS-VEAZIE és munkatársainak kutatási eredményei: '*Korsør*' fajta esetében 191 mg/100 g, '*Haschberg*' fajta esetében pedig 233 mg/100 g összes antocianin tartalom cianidin-3-glükózid egyenértékkel kifejezve.

Beltartalmi értékét növeli a jelentős **ásványi elem** (K, Ca, P, Mg stb.) és **vitamin** tartalma (SENICA & STAMPAR, 2016), melynek köszönhetően antioxidáns és antikarcinogén hatással bír. A C-vitamin tartalma nagyban függ a bodza fajtájától, termesztési körülményeitől, érettségtől, így a szakirodalomban található C-vitamin mérési eredmények eltérőek: 6-25 mg/100 g

(MŁYNARCZYK et al., 2020), 18-36 mg/100 g (LISZKA et al., 2016), 18-26 mg/100 g (ASSESSMENT REPORT, 2013), 6–44 mg/100 g (KOŁODZIEJ et al., 2012), sőt 132,1 mg/100 g (GLEŃSK et al., 2017). B-vitamin tartalma: B2–65 mg/100 g; B7–17 mg/100 g, B9–1,8 mg/100 g (LISZKA et al., 2016; ASSESSMENT REPORT, 2013), míg A-vitamin tartalma 600 NE/100 g (LISZKA et al., 2016).

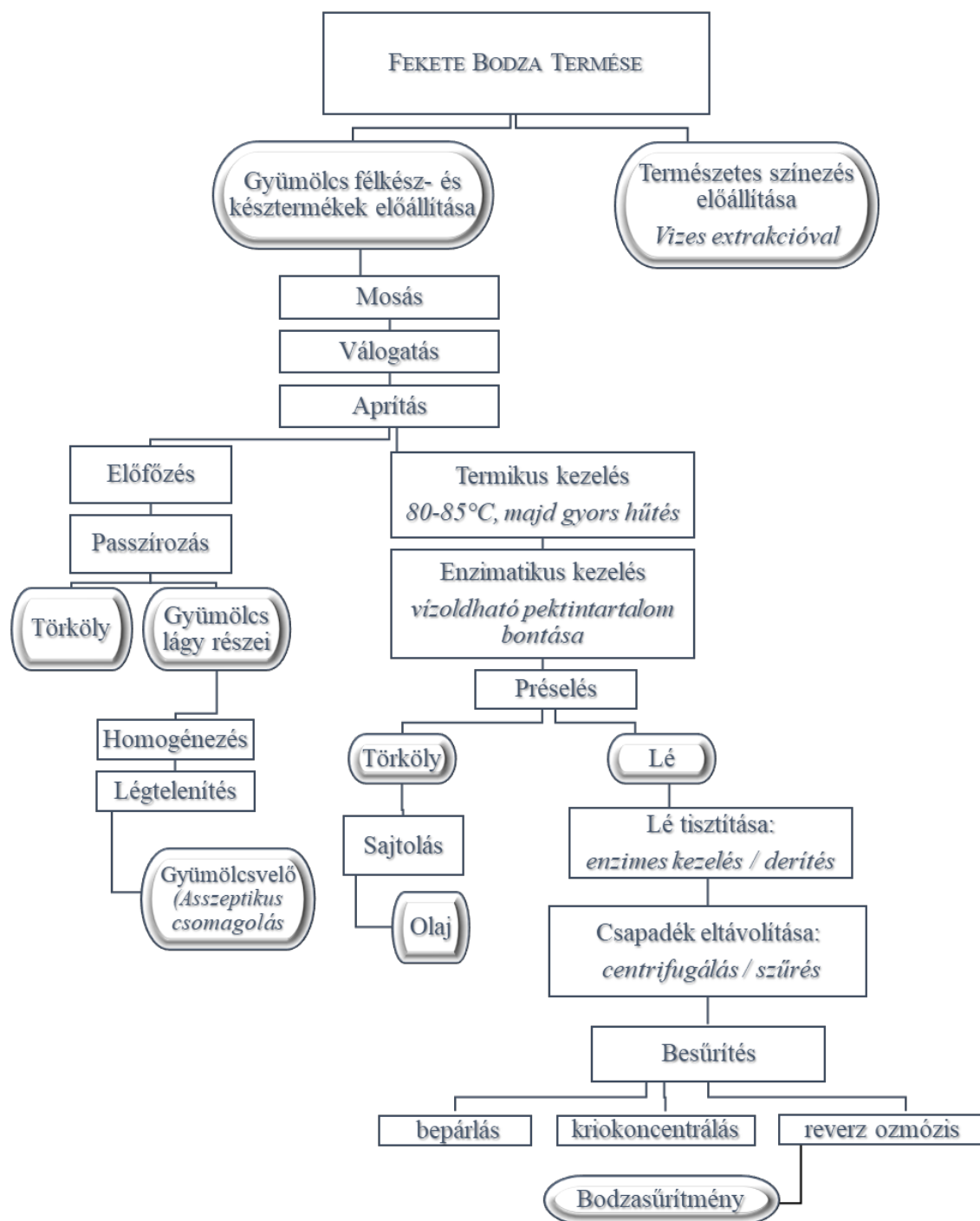
Értékes komponens összetevőinek köszönhetően a bodza bogyókat táplálékkiegészítőként is hasznosítják koncentrátumok, infúziók és gyümölcslevek formájában, így kihasználva gyulladáscsökkentő, immunstimuláló, kemopreventív hatásait, mellyel számos szív- és érrendszeri, gyulladásos megbetegedések, valamint cukorbetegség megelőzésében segít (CIOCOIU, 2009; SILVA, 2016). Magas antocianin tartalmának köszönhetően antimikrobiális, antivirális, antiallergiás, antikarcinogén, antimutagén és antiproliferatív hatású is, ezért alapvető szerepet játszhat a különböző degeneratív betegségek megelőzésében (NAGY et al., 2022). Ezen kívül magas flavonoid tartalmának köszönhetően anti-influenza aktivitással rendelkezik (ROSCHEK, 2009). Több bogyós gyümölccsel összehasonlítva (fekete ribizli, málna, szeder, meggy, cseresznye, eper, berkenye, fekete bodza) a berkenye után a fekete bodzában mérhető a legnagyobb antioxidáns kapacitás (JAKOBEK et al., 2007).

3.3.3. Fekete bodza feldolgozása

A fekete bodza növény betakarítása rendkívül koncentrált munkafolyamat, augusztus végétől, szeptember közepéig mindössze 20-25 napig tart. A szüret akkor kezdődik, amikor a bogyók a lényérés tekintetében eléri a megfelelő érettségi szintet (CSIHON & GONDA, 2020; DOMOKOS et al., 2001; PERESZTEGI, 2002). A bogyók érettségi szintje befolyásolja a felhasználhatóságot, illetve a belőle készülő termékek minőségét. Legfőbb probléma, hogy a betakarítása körülményes, gépi erővel nem megoldható, a kézi betakarítás két menetben történik, átlagosan 20 kg/h teljesítménnyel (PORPÁCZY, 1987; SANSDRAP, 2000). A betakarítást megnehezíti a gyümölcsök sérülékenysége által előidézett mikrobiológiai kockázat is, hiszen a növény 4,5 feletti pH-értéke optimális környezetet teremt a tejsavbaktériumoknak, melyek elszaporodásának megelőzése érdekében a szüretelés polietilén fóliával bélelt rekeszekbe történik (STÉGERNÉ, 2010).

A fekete bodza feldolgozása különlegesnek mondható, hiszen termését általában nyersen nem fogyasztjuk, kizárólag feldolgozott formában hasznosítjuk, felhasználását tekintve az élelmiszeriparban két fő termékcsoporthoz tartozik. Az egyik, a természetes színezék előállítás, mivel a bogyó igen hatékony, lilásvörös, természetes színezőanyag, mely semleges íze

miatt sokoldalúan felhasználható. Másik feldolgozási termékcsoportha a gyümölcs félkész- és késztermékek gyártása, mely során főként gyümölcs velőt és sűrítményt állítanak elő (SZENES, 1992; STÉGERNÉ, 2010; SIPOS, 2010). A főbb feldolgozási lépéseket a 13. ábra mutatja be.



13. ábra: Fekete bodza feldolgozásának folyamatábrája (HORVÁTH, 2007 nyomán)

Az első lépésben a gyümölcs **mosása** történik, melynek célja a fizikai és mikrobiológiai szennyeződések csökkentése, mely három lépésből tevődik össze: áztatás, aktív mosás és ivóvízes öblítés. Ezt követi a **válogatási** lépés, ahol a feldolgozásra alkalmatlan részeket (romló, penészes gyümölcsöket és idegen anyagokat) eltávolítják. A következő technológiai lépés az **aprítás**, melynek célja a bogyó héjának felszakítása, szöveti szerkezetének feldarabolása / roncsolása, illetve a sejtnedvek elválásának elindítása. Fontos a műveleti paraméterek precíz beállítása, hogy a keletkezett zúzalékból a feldolgozás későbbi lépéseiben a folyékony fázis könnyen, kis nyomóerő alkalmazásával is kinyerhető legyen, ami azt jelenti, hogy kerülni kell a pépes állag kialakulását, mely nyomás hatására kialakuló tömör szerkezete rontaná a lékihozatalt (HORVÁTH, 2007). Gyümölcssűrítmény előállítása során a következő lépés a **zúzalék előkészítése**, mely termikus és enzimátikus kezelést jelent, a lékinyerés hatékonyságának növelése, valamint a jobb aroma, íz és szín elérése érdekében. Termikus előkezelés során a zúzalékot 80-85°C-ra felmelegítik, majd gyorsan lehűtik, mely folyamat biztosítja, hogy a gyümölcsben található enzimek inaktiválódjanak, a sejtfalak áteresztővé váljanak, a fehérjék kicsapódjanak továbbá a vízdoldható anyagok diffúziója is felgyorsul. Az **enzimes kezeléssel** a vízdoldható pektintartalmat csökkentik, mivel a szövetszerkezetekben oldott pektin növeli a sűrűséget és a tapadóképeséget, így nehezítve a lékiválást. A pektintartalom csökkentése viszkozitás csökkenést eredményez, mellyel növelhető a folyadékkinyerés intenzitása (REISING, 1990; HORVÁTH-KERKAI & STÉGER-MÁTÉ, 2012). Leggyakrabban poligalakturonáz, pektin-transzelimináz, pektin-liáz, pektin-észteráz enzimek készítményeket alkalmaznak. A gyümölcslé kinyerési művelete általában a **préselés**, melynek célja a szilárd fázis elválasztása a részecskék közti folyadékfázistól. A keletkezett lé erősen zavaros, így a gyümölcslé/sűrítmény előállítása érdekében még további technológiai lépésekben tisztítják. A dolgozatomban a törköly kutatásával foglalkozom, így a bodzasűrítmény gyártásának további lépéseit, valamint a gyümölcsvelő gyártásának lépéseit, mely 13. ábrán látható nem ismertetem részletesen.

A préselés másik terméke a **törköly**, mely a fekete bodza héj és mag részeit tartalmazza (HORVÁTH, 2007). Gyümölcsléként történő feldolgozásakor a fekete bodza összes bogyó tömegének 25-40%-a törköly (BRØNNUM et al., 1985). A 14. ábrán látható a fekete bodza törkölyének kezdeti, nedves (14/a), valamint szárított (14/b) majd porított (14/c) állapotáról készült kép.



14. ábra: Fekete bodza törköly (a: nedves törköly, b: szárított törköly, c: törkölypor) (saját fotó)

Továbbiakban a fekete bodza törkölyének beltartalmi értékét és felhasználási lehetőségeit mutatom be.

3.3.4. Fekete bodza törköly értékes komponensei és felhasználási lehetőségei

A fekete bodza feldolgozásakor a passzírozási/préselési műveletek mellékterméke a bodza törköly, mely tartalmazza a bodza héj és mag részeit. A zsírok leginkább a **bodza magjában** (zsírtartalom 22,4%) halmozódnak fel, így a törkölyben visszamaradt bodzamazagokból értékes **olaj** nyerhető ki (CATANĂ et al., 2021). A bodza magjából hidegsajtolás módszerével, vagy oldószeres extrahálással hatékonyan kinyerhető az értékes olaj, mely akár biodízelnak is alkalmas lehetne. Zsírsav összetételét tekintve linolsavban és alfa-linolénsavban gazdag, továbbá 2 % el nem szappanosítható részt tartalmaz, melyben α - és γ - tokoferol található, így érthető, hogy a kozmetikai ipar számára is nagy potenciált jelent a bodzamazagból kinyerhető olaj. Mindezekén túl, maga a törköly energiahordozóként, vagy biotüzelőanyagként is alkalmazható, köszönhetően magas olajtartalmának (DOMOKOS et al., 2001).

A keletkező **törköly** ezen felül további feldolgozása javasolt a benne rejlő értékeknek köszönhetően, ugyanis továbbra is számos bioaktív komponenst tartalmaz. Nagy mennyiségű jelentős polifenol- és antocianin tartalommal rendelkezik, mely megközelítőleg a teljes bogyó polifenol és antocianin tartalmának 75 -98%-ás is elérheti (BRØNNUM et al., 1985). RADVÁNYI és munkatársai (2013) kutatása során többek között a bodzatörköly polifenol és antocianin tartalmát vizsgálták, melyben 200-1100 mg/100 g polifenol értéket mértek, antocianin tartalmat tekintve pedig 600-1600 mg/100 g mért eredményt kaptak, melyek megközelítik a bogyókban mért értékeket. SEABRA és munkatársai (2010) is arra próbál rámutatni, hogy a bodzatörkölyben milyen nagy potenciál rejlik. A törkölyből különböző extrakciós módszerekkel kinyert antocianin komponensekben gazdag extraktumot állítottak elő.

VATAI és munkatársai (2009) szőlő törkölyvel vetették össze a fekete bodza beltartalmi értékeit és kimutatták, hogy a bodza antocianin tartalma messze meghaladja a szőlőét, míg COMAN és munkatársai (2017) többek között az összes polifenol, antocianin és flavonoid tartalmat, valamint antioxidáns kapacitást vizsgálták szilvahéj, vörös szőlőhéj és bodza gyümölcs, teljes törköly és külön a héj esetében. A legnagyobb antocianin tartalmat a bodzabogyó esetében (381,14 µg cianidin-3-glükózid/g) mérték. A törköly antocianin tartalma a bogyó antocianin tartalmának 27%-a (47,28 µg cianidin-3-glükózid/g) volt, azonban külön a héj antocianin tartalmát vizsgálva a bogyók antocianin tartalmának 75%-a (284,28 µg cianidin-3-glükózid/g). Összes polifenol tartalom esetében azonban a bodza héjában mérhető polifenol tartalom (1005,02 µg GSE/g) több, mint a duplája a bodza bogyójában mérhető értéknek. Összes flavonoid esetében is hasonló eredményt kaptak, ahol a bodza bogyóban mérhető flavonoid tartalom 163,66 µg katechin ekvivalens/g, a héjban mérhető érték pedig ennek a többszöröse, 534,51 µg katechin ekvivalens/g.

A fekete bodza törköly hasznosításának lehetőségei

Továbbiakban pár szakirodalmi példán keresztül mutatom be a bodza törköly felhasználásának lehetőségeit.

Számos kutatás számol be a bodza törköly alkalmazási lehetőségeiről. CATANĂ és munkatársai (2021) bodzatörkölyből előállított **porok** bioaktív vegyületeinek mennyiségét vizsgálták. Eredményeikben arról számoltak be, hogy a porok magas antioxidáns kapacitással rendelkeznek (5,9-1,95 mg trolox ekvivalens / g), melyek fogyasztása jótékony hatással bír a táplálkozásra és az oxidatív stressz okozta betegségek megelőzésében segíthet. Valamint felhívják a figyelmet ezen termékek fontos gyakorlati alkalmazására, mellyel funkcionális összetevőként szolgálhatnak élelmiszerek dúsításánál.

NEMETZ (2021) és munkatársai arónia, áfonya és fekete bodza törkölyporok **színezőerejét** vizsgálták. Kimutatták, hogy más hasonló intenzitású színező élelmiszerekhez képest a törköly porok is elfogadható színstabilitással rendelkeznek, valamint jelentős egészségjavító potenciál rejlik a használatukban.

TANŠKA (2016) és munkatársai omlós **keksz** receptúrájához használtak fel számos bogyós gyümölcs törkölyét (csipkebogyó, fekete berkenye, feketeribiszke és fekete bodza esetében) és vizsgálták a kekszek tulajdonságaira gyakorolt hatásukat. Mérhetően erősebb antioxidáns kapacitás jellemezte őket, valamint a törkölyök által a kekszek színében történő változás kedvező benyomást keltett a fogyasztók körében.

3.4. VIZSGÁLT NÖVÉNYEK MIKROORGANIZMUSOK SZAPORODÁSÁT GÁTLÓ HATÁSA

Mivel a dolgozatomban egy részében a homoktövis és fekete bodza törköly kivonatok mikroba gátló (antimikrobás) hatását vizsgálom, ennek érdekében az alábbi fejezetben egy rövid témafelvetést követően bemutatom a vizsgálatba bevont növények antimikrobás gátló hatását szakirodalmi példákra hivatkozva.

Az élelmiszerekben található mikroorganizmusok okozta élelmiszer romlás elkerülése és/vagy annak késleltetése, valamint az ebből fakadó veszteségek keletkezésének csökkentése mindig fontos feladat volt az élelmiszeripar számára. Az élelmiszer eredetű megbetegedések megakadályozása olykor igen nagy kihívást jelent (HOFFMANN & SCALLAN, 2017; MAURYA et al., 2021). A WHO becslései szerint évente megközelítőleg 600 millió embert érint az élelmiszerek által okozott megbetegedések, valamint évente 420 000 halálesetet regisztrálnak a világon (HOELZER et al., 2018; WHO, 2015). Mindemellett világszerte negatív előítélet övezi a szintetikus adalékanyagok használatát, így egyre nagyobb teret hódít a természetes eredetű tartósítószer iránti érdeklődés (TARNAVÖLGYI, 2008; ARORA et al., 2012; ROUT et al., 2022).

Nem meglepő tehát, hogy a növényekben fellelhető biológiailag aktív, antimikrobás, redukáló hatású és bioregulációs tulajdonságokkal rendelkező anyagok váltak a kutatások egyik jelentős szereplőjévé. Mivel egyes növényekben megtalálható másodlagos anyagszere termékek, mint például a polifenolok, fenolsavak, kinonok, flavonoidok, tanninok termékei közül számos védelmi mechanizmust biztosít a növények számára a mikroorganizmusok, rovarok és növényi kártevők ellen. A növényi kivonatok antimikrobás hatását számos vegyület okozhatja. Legtöbb antimikrobás fitokémikália kémiai szerkezetüket tekintve szubsztituált fenolgyűrűből áll, melyről kutatások állítják, hogy kapcsolatba hozható a gátló hatás kialakulásával, de egyes antimikrobás vegyületek komplexet is képezhetnek, így inaktíválva a mikrobiális fehérjét (LAI & ROY, 2004). Továbbá, az antimikrobás vegyületek gyakran a bakteriális plazmamembrán integritásának megzavarásával közvetlenül, vagy közvetve anyagszerezavarokat okoznak, így okozva a baktériumok elpusztítását (HARTMANN et al. 2010). Kimutatták azt is, hogy vannak olyan fitokémiai vegyületek, melyek anti-biofilm tulajdonságokkal rendelkeznek, vagyis a bakteriális biofilm kialakulását és növekedését, a kapcsolódó baktériumok adhézióját, mozgékonyágát korlátozzák (BORGES et al., 2013). Az antimikrobás gátló hatás adódhat a sejtburok, vagy a nukleinsav szintézisének gátlásában is, de egyes fitokémikáliák a baktériumokból származó

toxikus faktorok semlegesítésében is szerepet játszhatnak. Mindezek mellett, egyes flavonoidok kelátképző képessége is okozhatja a baktériumok fémenzimjeinek gátlását, avagy az elektrontranszport lánc és az ATP szintézis gátlásával is korlátozhatják a baktériumsejtek túlélését és növekedését (HAVSTEEN, 2002; GÓRNIÁK et al., 2019).

A homoktövis és a fekete bodza növény az értékes beltartalmi összetevőinek köszönhetően alkalmas lehet egyes mikroorganizmusok szaporodásának gátlására. Számos kutatás számol be ilyen irányú eredményekről, melyeket a továbbiakban mutatok be.

3.4.1. Homoktövis növény mikroba gátló hatása

A homoktövis növény kapcsán számos kutatást végeztek annak érdekében, hogy feltérképezzék a homoktövisben rejlő komponensek milyen gátló hatást fejtenek ki egyes mikroorganizmusokra. A továbbiakban kiemelnék párat a bogyók, majd a törköly/héj/mag kivonatokkal végzett kutatási eredmények közül.

GEETHA és munkatársai (2002) homoktövis **bogyó és levélzet** antimikrobás és immunmoduláns hatását vizsgálták in vitro patkánykísérletekben, melyben az állatok szervezetében {kálium-dikromáttal ($K_2Cr_2O_7$)} előidézett oxidatív károkat kifejtett hatását követték nyomon. Végül arra a következtetésre jutottak, hogy az 500 µg/ml koncentrációjú extraktumnak jelentős sejtvédő hatása van, mivel meggátolta a kálium-dikromát által kiváltott szabad-gyök képződést és az apoptózist. A levélzet és a bogyók által okozott hatás között kis különbség volt felfedezhető. A levélből nyert extraktum 2 %-kal nagyobb hatásfokkal növelte meg a túlélési esélyeket, mint a termés, az apoptózis csökkentésében viszont a bogyó mutatott 2 %-kal eredményesebb hatást.

CHAMAN és munkatársai (2011) különböző extrahálószerke (petrolétert (40° - 60°C), kloroform és metanol) egymás utáni alkalmazásával vonták ki a homoktövis **bogyók** hatóanyagait, majd a frakcióknak vizsgálták az antioxidáns tulajdonságait és agarlyukdiffúziós módszerrel ellenőrizték a mikrobagátló hatásukat. Eredményeikben a vizsgált baktériumokkal (*Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Streptococcus pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*) szemben gátló hatást tapasztaltak, feltételezhetően az izolált frakciókban található alkohol, vagy fenol molekula a baktériumok sejtfalán áthatolva elpusztította, vagy gátolta azok szaporodását. Az antibakteriális hatás összefüggésbe hozható a flavonoid és antioxidáns tartalmukkal.

TIAN és munkatársai (2018) fenolos vegyületekben gazdag extraktumokat állítottak elő bogyós növények **leveleiből, bogyóiból és ágaiból**, majd antioxidáns összetételüket értékelték, valamint

antibakteriális aktivitásukat különböző Gram-negatív és Gram-pozitív élelmiszer-fertőző kórokozókkal szemben vizsgálták. Azt tapasztalták, hogy a levélkivonatok magasabb antioxidáns hatást mutattak, mint a bogyó kivonatok és a homoktövis levélkivonataival tapasztalták az egyik legerősebb antibakteriális hatást *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes* és *Bacillus cereus* esetében.

SANDULACHI és munkatársai (2022) több homoktövis faj **termésének** vizsgálták a mikroba gátló hatását agarlyukdiffúziós módszerrel. A gátlási zónák 12 és 30 mm között változtak: *Staphylococcus aureus* (21-30 mm); *Bacillus subtilis* (19-29 mm); *Salmonella Typhimurium* (13-18 mm); *Escherichia coli* (12-18 mm). A *Candida albicans* gomba esetében nem tapasztaltak gátló hatást. A mikrobákra kifejtett hatás nagyban függött a homoktövis fajtájától, koncentrációjától és felhasználási formájától (gyümölcspüré, különböző oldószeres kivonatok és por).

A homoktövis teljes törkölyével kapcsolatos antimikrobás kísérletekből kevés adat áll rendelkezésre, viszont külön a homoktövis magjának erős mikrobagátló hatását számos kutatás bizonyítja.

NEGI és munkatársai (2005) kutatásaiban is hasonló eredményeket kapott, a homoktövis **magok** antimikrobás és antioxidáns kapacitásának összefüggését igazolták a homoktövis magjának fenoltartalmával.

CHAUHAN és munkatársai (2007) például a homoktövis **magokból** készült vizes extraktumokkal kezeltek *Listeria monocytogenes* és *Yersinia enterocolitica* baktériumokat, vizsgálva az antibakteriális és antioxidáns hatásukat. Eredményeikben azt közölték, hogy az extraktumok sikeresen gátolták a vizsgálatba bevont baktériumok szaporodását. *L. monocytogenes* esetében már a 750 mg/kg koncentráció is sikeresnek bizonyult, míg a *Y. enterocolitica* esetében 1000 mg/kg koncentrációjú mag extraktum volt szükséges a teljes gátláshoz.

ARORA és munkatársainak (2012) kutatásaiban a homoktövis **törköly-, mag- és levélzet** extraktumának vizsgálták az összes polifenol tartalmuk mellett az antibakteriális tulajdonságait 17 különböző élelmiszer eredetű patogénnel szemben. A kutatás során megállapították, hogy a homoktövis minden vizsgált része igen nagy összes polifenol tartalommal rendelkezik, valamint a *Listeria monocytogenes* ellen erős antibakteriális hatással bír. A levélkivonat által elért eredményekből adódóan javasolják használatukat élelmiszeripari, biológiai fertőtlenítőszerként.

MICHEL és munkatársai (2012) kutatásaiban vizsgálta a homoktövis különböző részeit (**levél, szár, gyökér és mag**), antimikrobás és antioxidáns aktivitásukat mérve. Az extraktumok mind a

Gram pozitív, mind a Gram negatív baktériumokkal szemben is gátló hatást mutattak, így alkalmasnak találták szintetikus tartósítószer kiváltására egyes élelmiszerekben, kozmetikumokban és gyógyszerkészítményekben.

3.4.2. Fekete bodza mikroba gátló hatása

A fekete bodza mikrobiális gátlásáról a homoktövis kutatási hátterével összehasonlítva jóval kevesebb szakirodalmi adat áll rendelkezésünkre. A továbbiakban ezekből mutatok be párat, először a fekete bodza bogyók, majd törköly/mag részének kutatási eredményeinek sorrendjében.

WERLEIN és munkatársainak (2005) kutatása a fekete bodza és ribizli **bogyók** koncentrátumainak antimikrobás hatásának vizsgálatára irányult, melyben a Gram-negatív *Escherichia coli*, a Gram-pozitív *Staphylococcus aureus* baktériumtörzs és *Saccharomyces cerevisiae* élesztőgomba növekedésének gátlását vizsgálták. A fekete bodza kis mértékű gátlását tapasztalták az *E.coli* baktérium törzssel szemben, míg a *S.aureus* baktérium esetében stimuláló hatást észleltek.

KRISCH és munkatársai (2008) több **gyümölcs**kivonat (köztük málna, rebarbara, fekete ribizli, cseresznye, berkenye, húsos som, eper, cseresznyefajták, galagonya, bodza) gátló hatását vizsgálták a *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Escherichia coli* és *Serratia marcescens* baktériumok egyes törzseivel szemben. A fekete bodza nem (*Escherichia coli* és *Serratia marcescens* esetében), vagy nagyon gyenge (*Bacillus subtilis* és *cereus* esetében) gátló hatást mutatott a vizsgált baktériumok esetében.

HEARST és munkatársai (2011) a **bodza virágok, bogyók és levelek** antibakteriális hatását vizsgálták 13 mikroorganizmus ellen, többek között a Gram pozitív *Staphylococcus aureus* és *Bacillus cereus*, valamint a Gram-negatív *Salmonella poona* és *Pseudomonas aeruginosa* baktériumokkal szemben. A bodza virágjának és bogyójának etanolos kivonata, a 100-szoros hígításuk ellenére is, gátló hatást ért el a legtöbb baktériumra. A bodzavirág kivonatok nagyobb antimikrobiális hatást és nagyobb gátlási zónákat mutattak, mint más kivonatok, a baktériumok széles köre ellen: különösen az MRSA (17 mm) és a *Pseudomonas aeruginosa* (9 mm) ellen. A bodzalevél tízszeres hígítású vizes kivonata mérsékelt aktivitást mutatott a *Bacillus cereus* és a *Serratia marcescens* (6 mm) szaporodása ellen.

KRAWITZ és munkatársai (2011) kísérletükben a fekete bodza **bogyó**-extraktum gátló hatását igazolták a Gram pozitív *Streptococcus pyogenes* (másnéven húsevő baktérium), a C és G csoportba tartozó *Streptococcusok*, valamint a Gram-negatív *Branhamella catarrhalis*

baktériummal szemben, továbbá a humán patogén influenza vírusok szaporodását is visszaszorította.

ARJOON és munkatársai (2012) kísérletükben a patogén *Mycoplasma mycoides capri*, az *E. coli*, valamint a *Bacillus subtilis* baktériumokkal szemben tapasztaltak gátló hatást fekete bodza **terméséből** előállított extraktumok alkalmazásával (100 mg/ml, illetve 380 mg/ml vizes extraktum).

MAHBOUBI és munkatársai (2012) különböző extrakciós mintaelőkészítéssel előállított bodza **bogyó** extraktumok gátló hatását vizsgálta 26 mikroorganizmussal szemben. Eredményeik szerint a metanolos extrahálással előállított kivonatokkal nagyobb gátló hatást lehet elérni, mint az etanolos extrahálással, míg a vizes extrahálással csak minimális gátló hatás biztosítható.

MOHAMMADSADDEGHI és munkatársai (2013) kutatásukban agarlyukdiffúziós módszert alkalmaztak fekete bodza **bogyó** extraktumok gátló hatásának detektálására, mely során a *B. subtilis*, *S. aureus* is gátolta. Erős gátlást tapasztaltak a *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella typhi* és *E. coli*, valamint a *Candida albicans* élesztőgomba esetében.

RODINO és munkatársai (2015) eredményeikben azt közölték, hogy a fekete bodza **bogyók** etanolos extraktuma az *E. coli*, a *S. aureus*, az *E. faecalis* és a *Pseudomonas fluorescens* baktériumokra gátló hatással bír.

PRZYBYLSKA-BALCEREK és munkatársai (2021) által végzett vizsgálat célja az volt, hogy a fekete bodza **gyümölcs**kivonatának antibakteriális hatását tanulmányozzák. A kutatás kimutatta, hogy a bodza-polifenol kivonatok 0,05-0,5 %-os koncentráció-tartományban mutattak aktivitást a kiválasztott baktériumtörzsek ellen. A következő baktériumok voltak a legérzékenyebbek a fekete bodza kivonatra: *Micrococcus luteus*, *Proteus mirabilis*, *Pseudomonas fragii* és *Escherichia coli*. Fekete bodza törkölyének, vagy külön a gyümölcs mag részének mikroorganizmusok szaporodására mért hatását igen kevesen vizsgálták, melyeket a továbbiakban mutatok be.

COMAN és munkatársai (2017) már vizsgálta a fekete bodza **gyümölcseinek, törkölyének** és külön a **héj részének** is az antimikrobás hatását. A *B. cereus* és *S. aureus* baktériummal szemben, a törköly esetében nagyobb feltisztulási zónát kaptak, mint a bogyó, avagy héj által gátolt mintáknál az agarlyukdiffúziós kísérletükben. A *L. monocytogenes* esetében a bogyó okozta a nagyobb feltisztulási zónát, de nem sokkal maradt el tőle a törköly és a héj sem.

RADVÁNYI és munkatársai (2013) által végzett kutatásban agarlyukdiffúziós módszert alkalmazva vizsgálták a fekete bodza **törkölyéből** készült extraktumok antimikrobás gátló hatását. A *L. monocytogenes* és az *Enterococcus faecalis* baktérium törzsszel szemben tapasztaltak feltisztulási zónákat, azaz gátló hatást.

4. ANYAG ÉS MÓDSZER

4.1. KÍSÉRLETI MUNKA HELYSZÍNEI

A kísérletekben szereplő gyümölcsök feldolgozását a MATE, Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet (ÉTTI), Gyümölcs és Zöldség Feldolgozás Technológiai Tanszékének Csomagolástechnológiai Tanüzemében végeztem el. A kísérlet során az analitikai mérésekre a MATE, ÉTTI, Gyümölcs és Zöldség Feldolgozás Technológiai Tanszékének laboratóriumában, valamint az Élelmiszerkémia és Analitika Tanszékén került sor. A mikrobiológiai méréseket pedig a MATE, ÉTTI, Élelmiszer-mikrobiológia, -higiénia és -biztonság Tanszékén végeztem.

4.2. FELHASZNÁLT ALAPANYAGOK

A kísérleteim során két évjáratban szüretelt gyümölcs alapanyagokat használtam fel (2016, 2018).

- **Homoktövis (*Hippophaë rhamnoides* L.):** Szolnokról (é. sz. 47° 10' 29", k. h. 20° 11' 47") származó 'Ascora' fajtájú,
- **Fekete bodza (*Sambucus nigra* L):** BOTÉSZ (Bodza Termelők Értékesítési Szövetkezete) Nagyvenyim (é. sz. 46° 57' 28"; k. h. 18° 51' 53") ültetvényéről származó, 'Haschberg' fajtájú volt.

A bodzafeldolgozás során alkalmazott **enzimkészítmény** (Fructozym P), valamint a törköly kivonatok derítésére használt **bentonit** a Kertrade Kft.-től (Dunavarsány, Magyarország) származott. A kísérletben felhasznált (70 Brix° szárazanyagtartalmú) **almasűrítményt** a Sió-Eckes Kft. biztosította számomra.

4.3. FELHASZNÁLT VEGYSZEREK

Az analitikai méréseim során felhasznált vegyszerek a REANAL Finomvegyszertár Zrt.-től, a Sigma-Aldrich Chemie GmbH-től, valamint a Merck Chemicals Hungary-tól származtak, míg a mikrobiológiai mérésekhez szükséges alapanyagokat a Merck Life Science Kft. biztosította számomra. A felhasznált vegyszerek és alapanyagok részletes listáját a Mellékletek M.2. táblázatában foglaltam össze.

4.4. A VIZSGÁLATBA BEVONT MIKROORGANIZMUSOK

Az antimikrobás vizsgálatokba bevont, Élelmiszer-mikrobiológia, -higiénia és -biztonság Tanszéken fenntartott törzseket az 5. táblázatban foglalom össze, azok rövid jellemzésével együtt.

3. táblázat: Agarlyukdiffúziós vizsgálatba bevont mikroorganizmusok és azok jellemzői

<i>Mikroorganizmus</i>	<i>pH és Hőmérséklet optimum (pH / hőm. tűrés)</i>	<i>Rövid jellemzés</i>
<i>Alicyclobacillus acidoterrestris</i>	pH 3,5 – 4,0 (pH 2,5 - 5,5) 45-50°C	Spóráképző, termoacidofil, nem patogén baktérium. Az egyik leggyakoribb okozója a gyümölcslevek romlásának (zavarosság, kellemetlen íz és illat okozója), mivel alacsony pH értéken is képes szaporodni, valamint túléli a pasztörözést is (BATÁNÉ & BECZNER, 2008; DEÁK et al., 2006).
<i>Escherichia coli ATCC 8739</i>	pH 7 (pH 4,4 – 9) 37°C	<i>Enterobacteriaceae</i> , azon belül pedig az <i>Escherichia</i> nemzetség tagja. Fakultatív anaerob, Gram-negatív baktérium. Megtalálható az emberi bélflórában is. Legtöbb szerotípusa ártalmatlan, de néhányuk súlyos ételmérgezések okozója (pld.: <i>E.coli</i> O157:H7). Külső membránjának köszönhetően egyes antibiotikumokkal szemben ellenálló (DEÁK et al., 2006; TORTORA et al., 2010; VOGT & DIPPOLD, 2005).
<i>Lactobacillus plantarum 299V</i>	pH 6 37°C	Gram- pozitív, aerotoleráns, anaerob, savtűrő tejsav-baktérium (DEÁK et al., 2006).
<i>Lactobacillus sakei E153</i>	pH 6 30°C (akár <4°C)	Gram-pozitív, anaerob, tejsavbaktérium, ellenáll a magas sókoncentrációnak (DEÁK et al., 2006).
<i>Listeria innocua CCM 4030</i>	pH 6,0 – 7,0 (pH 4,3 – 9,4) 30 - 37°C (max. 45°C)	A <i>Listeria monocytogenes</i> patogén Gram-pozitív baktériumra nagyon hasonlít, mely a bélhámsejteken átjutva a fagocitákban is elszaporodhat, így agyhártyagyulladás, vetélést okozhat. A liszteriózis halálozási aránya 25-30 %. Rendkívül ellenálló, akár 3-4°C-on is képes szaporodni, túléli a fagyasztást és a szárítást. Kutatásokban gyakran alkalmazzák a <i>L.innocua</i> fajt, mely alkalmas a <i>L monocytogenes</i> modellezésére (DEÁK et al., 2006; SHERIDAN et al., 1997).
<i>Penicillium expansum</i>	15 - 25°C	Imperfekt gomba (<i>Deuteromycetes</i>), egyik legelterjedtebb romlást okozó mikroorganizmus gyümölcsökben és gyümölcslevekben. A penészgomba anyagszeréje során egy karcinogén mikotoxint (patulin) termel, mely fogyasztása akut megbetegedést okoz, hányáshoz, hasmenéshez, akut vesekárosodáshoz, valamint daganatos megbetegedéshez vezethet (CIEGLER et al., 1976; DICKENS & JONES, 1961; MAYER & LEGAROR, 1969; SAMSON et al., 2002).
<i>Saccharomyces cerevisiae CBS 1171</i>	30 - 35°C	Iparban is alkalmazott élesztőgomba, természetben is megtalálható a gyümölcsök felületén. Aerob és anaerob környezetben is szaporodik, oxigén hiányában cukrokból alkoholt és CO ₂ -t állít elő (DEÁK et al., 2006; VISSER et al., 1990).
<i>Zygosaccharomyces bailii CBS 680</i>	(pH: 2,0 – 7,0) 25°C	Ellenálló és stressztűrő élesztőgomba, akár 2% ecetsavat tartalmazó közegben is szaporodik, képes részben a tartósítószerket is metabolizálni (oxidálhatja a szorbátot és a benzoátot), valamint széles pH és vízaktivitás (0,80 - 0,99) tartományokon is képes szaporodni (ERICKSON & MCKENNA, 1999; MOLLAPOUR & PIPER, 2001; SUTTON, 1999).

4.5. GYÜMÖLCSÖK FELDOLGOZÁSA

Kísérleteimhez a homoktövis és fekete bodza törkölyt a gyümölcslevek ipari környezetben alkalmazott technológiájának megfelelően laboratóriumi körülmények között állítottam elő.

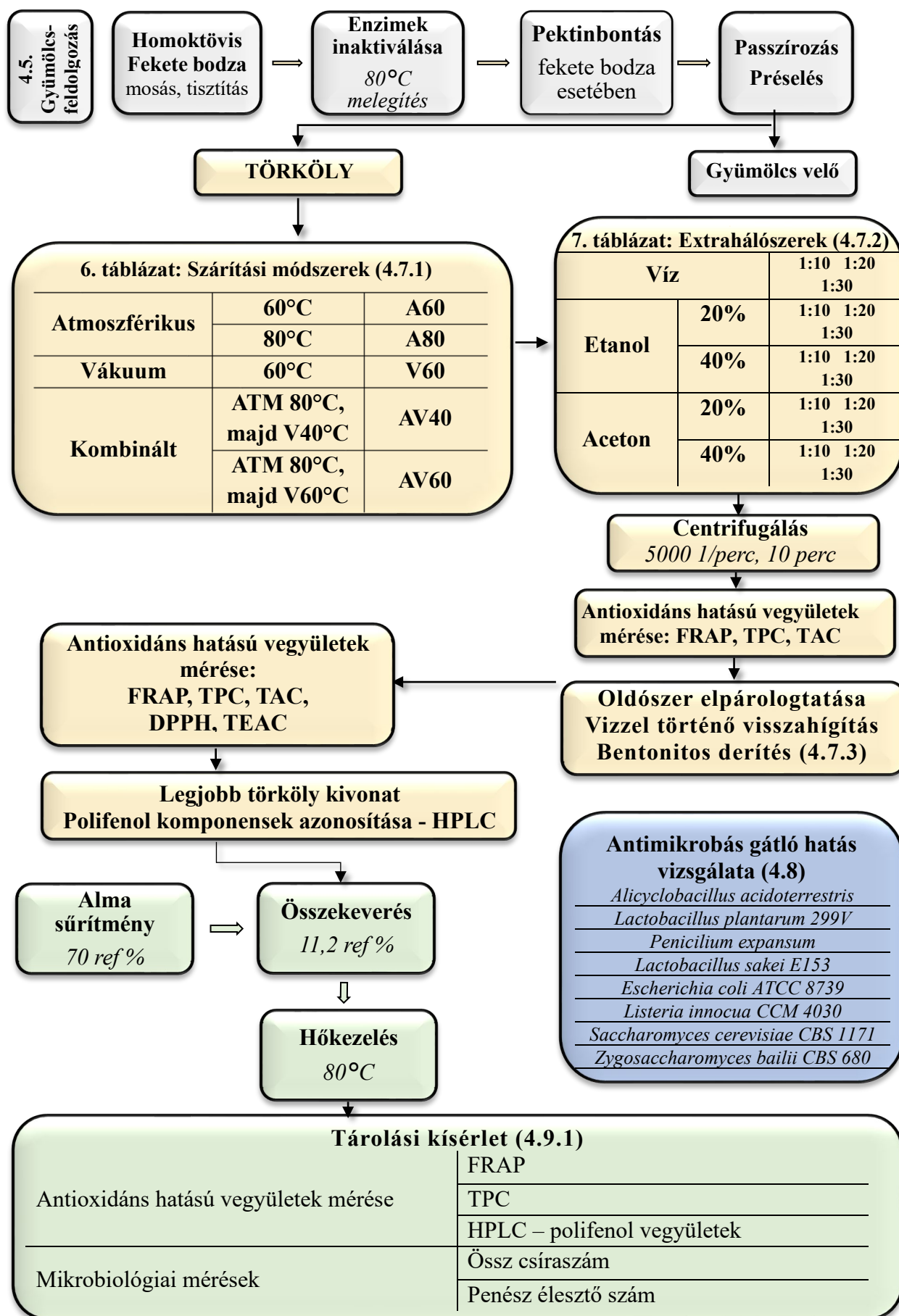
Beérkezést, válogatást és mosást követően a **homoktövis** bogyókat folyamatos mozgatás mellett 80-85°C-ra melegítettem, az enzimek inaktiválása és a pektinláncok felbontása érdekében. A zúzalékot az ipari gyakorlatnak megfelelően nem kezeltem sem pektin, sem pedig keményítőbontó enzimmel. A zúzást követően a passzírozási műveletet kisüzemi magozó-passzírozó berendezéssel (GM-POO) hajtottam végre.

A **fekete bodza** esetében a beérkezést követően a bogyókat először elválasztottam a nagyobb szárrészekről, majd mosást követően konyhai aprítógéppel végzett zúzási folyamat követett. Ezután a zúzalékot 80-85°C-osra melegítettem (enzimek inaktiválása érdekében), majd vízfürdő segítségével gyorsan visszahűtöttem 30-40°C-ra (enzimkezelés optimális hőmérséklete). Feldolgozás során igyekeztem az ipari folyamatok lekövetésére, így a bodzalé gyártása során alkalmazott enzimkezelést alkalmaztam a lényerési művelet előtt. A pektinbontás elősegítése érdekében Fructozym P enzimet (0,06 ml enzim/kg bodza – hatóideje: 60 perc) alkalmaztam, majd a préselést kosaras présben végeztem, mely során a gyümölcslé és a törköly különvált. A passzírozás és préselés után visszamaradt nedves törkölyt ezután közvetlenül szárítási folyamatnak vettem alá, hogy biztosítsam a törköly mikrobiológiai stabilitását.

4.6. KÍSÉRLET MENETE

Kutatási munkám menetét a 15. ábrán mutatom be. Az kísérleti munkám során elért eredményeket a következő pontok szerint mutatom be, melyeket az ábrán eltérő színezéssel jelöltem:

- Folyamatábrán sárga színnel jelölve: A homoktövis, illetve a fekete bodza törkölyéből olyan extraktum előállítása, mely a lehető legtöbb biológiailag aktív anyagot tartalmazza, ennek érdekében többféle szárítási és extrahálási módszert vizsgáltam az értékes komponensek kinyerése céljából.
- Folyamatábrán kék színnel jelölve: A kiválasztott leghatékonyabb kinyerési módszerrel előállított extraktumok mikroba gátló hatását vizsgáltam 8 féle mikroorganizmussal szemben.
- Folyamatábrán zöld színnel jelölve: Gyümölcslé termékhez adagolva az extraktumot megfigyeltem az értékes komponensek és mikrobiológiai jellemzőinek változását egy 8 hetes tárolási kísérlet során.



15. ábra: Kísérleti munkám menete

4.7. SZÁRÍTÁSI ÉS EXTRAHÁLÁSI MÓDSZER OPTIMÁLÁSA

4.7.1. Alkalmazott szárítási módok

Az alkalmazott szárítási technológia paraméterei (hőmérséklet, nyomás, idő, levegő áramlása, stb) kihatással vannak a szárított anyag beltartalmi paramétereire (CHEN et al., 2011; DENG et al., 2018; KAMILOGLU et al., 2016; SULTANA et al., 2012; VIDINAMO et al., 2021). Jelenleg a vállalkozások 90%-a atmoszférikus nyomáson, meleglevegős szárítást alkalmaznak a termékek víztartalmának csökkentésére, annak egyszerű működése és alacsony költsége miatt (YAO et al., 2020). A száraz levegő termikus hatása a feldolgozás során gyakran csökkenti a hőre érzékeny anyagokat, és minőségromlással jár (ONG et al., 2011), mely elkerülése érdekében a liofilizálási technológia alkalmazása megoldást jelenthetne, azonban a hagyományos dehidratációs eljárásokkal ellentétben a fagyasztva szárítás gazdaságilag nem kivitelezhető a legtöbb vállalkozásban annak magas működési költségének okán (ACAR et al., 2011; ONG et al., 2011; REYES et al., 2010). A liofilizálás mellett léteznek más, úgynevezett kíméletes szárítási technológiák is, melyek ugyan növelik a költségeket, de kisebb mértékben, mint a liofilizálási technológia esetében, valamint alkalmazásukkal elkerülhető vagy csökkenthető a hőre érzékeny anyagok lebomlása. A vákuumszárítás például egy olyan technológia, amelyben a termékeket 20-30 kPa alatti nyomáson szárítják, mely következtében a termékeken belüli víz forráspontja csökken, és alacsony hőmérsékleten távozik a víz a szárítandó anyagból. A vákuum hozza létre a párolgás hajtóerejét, mely gyorsabb és kíméletesebb száradást eredményez, mint a forró levegős szárítás (MENON et al., 2020).

Kutatásomban különböző technológiájú szárításokat alkalmaztam a nedves törkölyök esetében, hogy megvizsgáljam milyen hatással vannak az értékes komponensek esetleges veszteségeinek felderítésére. Annak érdekében, hogy a beltartalmi mérések eredményeit összehasonlíthassam, minden szárítási folyamat esetében azonos tömegű és azonos rétegvastagságú (1 cm) törköly került a szárítószekrényekbe. A 6. táblázat tartalmazza az alkalmazott szárítási módszerek jelölésére használt kódokat.

6. táblázat: Alkalmazott szárítási módszerek és a dolgozatban a jelölésükre használt kódok (4.7.1)

Szárítási mód	Szárítási hőmérséklet	Kód	Mérési módszerek
Atmoszférikus	60°C	A60	TPC, FRAP, TAC
	80°C	A80	
Vákuum	60°C	V60	
Kombinált	ATM 80°C, majd V40°C	AV40	
	ATM 80°C, majd V60°C	AV60	

Alkalmazott szárító berendezések:

ATMOSZFÉRIKUS SZÁRÍTÁS



16. ábra: LMIM LP-322 típusú szárító szekrény

VÁKUUMSZÁRÍTÁS



17. ábra: MEMMERT-VO típusú vákuumszáritó

Minden szárítás esetében fél óránként történt a mintavétel, egyes esetekben a szárítás vége felé gyakoribb mintavételre került sor, hogy a szárítás végére minden minta esetében közel 5 (m/m)% nedvességtartalmú minták előállítását biztosítsam. A mintavételt követően a minták nedvességtartalmát (Radwag MAC 50 gyorsnedvesség mérő készülék segítségével) és vízaktivitását (NOVASINA LABMASTER-AW) mértem, majd a szárítás befejeztével a mintákat légmentesen csomagoltam és exszikátorban tároltam további vizsgálatokig. Minden szárítási technológiánál száradási görbét vettem fel, mely - az idő és a nedvességtartalom függvényében ábrázolva - jellemzi a száradási folyamatot (BURITS & BERKI, 1974).

Atmoszférikus szárítás (A) esetében 60°C és 80 °C-on történő szárításokat alkalmaztam LMIM LP-322 típusú szárító szekrényben (16. ábra). Vákuumszáritás (V) esetében MEMMERT-VO típusú szárítószekrényben (17. ábra) 60°C-on és 52 mbar-on nyomás alkalmazásával végeztem a szárítást. A kombinált szárítás (AV) esetében pedig a mintákat 20 (m/m) % nedvességtartalomig atmoszférikus szárítóban 80°C-on előszárítottam, majd vákuumszáritóban 40°C és 60°C-on utószárítást végeztem, míg a minták elérték az 5 (m/m) % nedvességtartalmat.

4.7.2. Alkalmazott extrahálószer

A szárított törköly mintákat extrahálás előtt ledaráltam (Fagor Master Chef ML-2006 X INOX daráló készülékkel) az értékes komponensek hatékonyabb kinyerése érdekében. Több kutatás igazolta, hogy a mérési módszerek előtti megfelelő oldószer kiválasztása nagyobb hatással van az eredményekre, mint maga a spektrofotometriai módszer kiválasztása (BARTOSZEK & POLAK, 2016; DO et al., 2014; STAŠKO et al., 2007; TURKMEN et al., 2006). Kiemelték az antioxidáns hatású vegyületek összetételének fontosságát a mérések előkészítési eljárásának kidolgozásában,

miszerint nem minden antioxidáns oldódik csak poláris oldószerekben. A tokoferolok például könnyen oldódnak lipidben, a rutin nem oldódik vízben (SUN et al., 2007). Mind az extrakciós hozam, mind a kivonatok antioxidáns aktivitása erősen függ az extrakciós oldószertől, a különböző polaritású vegyületek eltérő antioxidáns potenciálja miatt (FAN et al., 2013), így kísérletem során extrahálószerként két, az élelmiszeriparban is engedélyezett (MÉ- 1-2-2009/32 számú előírása) extrahálószer alkalmaztam, az acetont és az etanolt. Mindkét extrahálószer két különböző koncentrációban alkalmaztam, 20 és 40 (v/v) %-os töménységben, melyeket vizsgáltam 1:10, 1:20 és 1:30-as minta:extrahálószer arányban adagolva. A fekete bodza korábbi kutatási eredményeire támaszkodva (DUYMUS et al., 2014; SILVA & FERREIRA, 2016) az antioxidáns hatású vegyületek kinyerését vízzel történő extrahálással is kiegészítettem, míg a homoktövis esetében a vizes extrahálást kihagytam, mivel antioxidáns összetételéből adódóan magasabb átlagos polimerizációs fok jellemzi, ami hatástalanná teszi vízzel szemben (FAN et al., 2013; KREPS et al., 2021). A 7. táblázat tartalmazza az alkalmazott extrahálási módszerek összefoglaló táblázatát mutatja be.

7. táblázat: Alkalmazott extrahálószer (4.7.2)

Extrahálószer		Minta:oldószer arányok			Mérési módszerek
Víz (fekete bodza esetében)		1:10	1:20	1:30	TPC, FRAP, TAC
Etanol	20%	1:10	1:20	1:30	
	40%	1:10	1:20	1:30	
Aceton	20%	1:10	1:20	1:30	
	40%	1:10	1:20	1:30	

Az extrahálások minden esetben laboratóriumi körülmények között, szobahőmérsékleten történtek. Minden extraktumból két párhuzamos mintát készítettem. Az extrahálást, előzetes vizsgálatokat követően, a következőképpen hajtottam végre: a minták és extrahálószer elegyítését követően az extrahálási folyamat egy órán keresztül zajlott. Az első felében ultrahangos kezeléssel intenzifikáltam az extrahálás hatékonyságát (WANG et al., 2016), mely során ultrahangos fürdőbe (Bandelin GmbH / U=230 V; 50/60 Hz; I=0,3 A; 35 kHz) helyeztem a mintákat 30 percig, majd fél órát extraháltam még a mintákat, az ultrahangos fürdő használata nélkül, mely során 5 percenként kézi rázást alkalmaztam a törkölyök leülepedésének elkerülése érdekében. Az egy órás extrahálást követően 10 percig centrifugáltam a mintákat (SIGMA 204) 5000 1/perces fordulatszámon, majd 12-15 µm-es pórusméretű szűrőpapíron szűrtem át. A mintákat a mérésekig fagyasztó szekrényben (-18°C), sötétben tároltam.

4.7.3. Szárítási és extrahálási mérések folyamata

Kísérleti munkám során az adatok értékelhetősége érdekében több körben vizsgáltam a számos különböző minta összehasonlítását. A szárítási és extrahálási paraméterek optimálásához a 2016-ban szüretelt törkölyök kerültek feldolgozásra.

1. Először az extrahálás optimálását végeztem el, mind a fekete bodza, mind pedig a homoktövis törköly esetében az atmoszférikus szárítóban, 80°C hőmérsékleten (A80) szárított törköly minták esetében. Mely mintáknak vizsgáltam a vasredukálóképességen alapuló antioxidáns kapacitását (FRAP), teljes polifenol tartalmát (TPC) és fekete bodza esetében az összes monomer antocianin tartalmát (TAC), így kiválasztva a leghatékonyabb extrahálási módszert.
2. Ezt követően az összes szárítási módszerrel szárított törköly mintán alkalmaztam a kiválasztott leghatékonyabb extrahálási módszert, melyek esetében úgyszintén a minták FRAP, TPC és fekete bodza esetében a TAC értékét határoztam meg, így kiválasztva a leghatékonyabb szárítási eljárást.

4.7.4. Oldószer elpárologtatása

Az oldószerek (aceton, etanol) eltávolítását 60°C hőmérsékletű atmoszférikus szárítóban történő párologtatással távolítottam el, majd az elpárologtatott oldószer mennyiségével megegyező mennyiségű vízzel öntöttem fel a mintákat, melyeket ezután bentonittal derítettem, majd újra átszűrtem 12-15 µm pórusméretű szűrőpapíron, így elkészítve a végső extraktumokat a további kísérletekhez. A kísérletben a 2018-as szüretelésű törköly alapanyagok kerültek felhasználásra.

Az előző vizsgálataim során kiválasztott leghatékonyabb szárítási módszerrel előállított törkölyök felhasználásával, minden 1:30 minta:oldószer arányú extrakciós oldószerrel (aceton, etanol) elvégeztem az oldószerek elpárologtatásának műveletét, hogy megvizsgáljam annak hatását a minták beltartalmára. A mintáknak mértem a FRAP, TPC, és fekete bodza esetében a TAC értékét, valamint kiegészítve az eddigi eredményeimet: troloxra vonatkoztatott antioxidáns kapacitás (TEAC) és DPPH gyök megkötődésén alapuló antioxidáns kapacitás (DPPH) mérési eredményit is meghatároztam.

Továbbá, a leghatékonyabbnak választott szárítási és extrahálási módszerrel előállított homoktövis és fekete bodza törköly extraktumok fő polifenol vegyületeit nagy nyomású folyadékkromatográfiás méréssel azonosítottam be.

4.8. TÖRKÖLY KIVONATOK MIKROBA GÁTLÓ HATÁSÁNAK VIZSGÁLATA

Az antimikrobás mérésekhez a már kiválasztott leghatékonyabb szárítási és extrahálási módszerrel kinyert extraktumokat használtam fel. Az oldószer elpárologtatását követően, a vízzel történő visszahígítás során különböző töménységű extraktumokat állítottam elő, úgy, hogy eltérő mennyiségű vízzel hígítottam fel a mintákat. A minták visszahígítását bemutató ábrát a Mellékletben látható M.3. ábra szemlélteti.

A mérésekhez készítettem teljes mértékben visszahígított mintákat, melyekhez ugyanannyi vizet adtam hozzá, mint amennyi oldószerrel elpárologtattam (HT-1 és FT-1), illetve készítettem ennél töményebb mintákat, melyeknél az elpárologtatást követően a hozzáadott víz mennyisége kevesebb volt, mint az elpárologtatott oldószer mennyisége (HT-2,5, FT-2,5, valamint HT-5, FT-5). A vizsgálathoz felhasznált minták elpárologtatott oldószer mennyiségének és a visszahígításhoz használt víz mennyiségének arányát, illetve a jelölésükhöz használt kódokat a 8. táblázat tartalmazza.

8. táblázat: Antimikrobás mérésekhez alkalmazott törköly kivonatok elpárologtatott oldószerének és a visszahígítás során hozzáadott víz aránya és a minták jelölései

<i>Oldószer mennyisége</i>	<i>Víz mennyisége</i>	<i>Töménység (oldószer és víz aránya)</i>	<i>Törköly koncentráció (mg/ml)</i>	<i>Jelölés</i>	
				Homoktövis	Fekete bodza
100 ml	100 ml	1	33	HT-1	FT-1
100 ml	40 ml	2,5	83	HT-2,5	FT-2,5
100 ml	20 ml	5	167	HT-5	FT-5

A vízzel visszaoldott mintákat (későbbiekben törköly kivonat) ezután 0,45 µm-es Millex HN fecskendőszűrővel (SLHV 013 NL,41 PVDF Durapore, Millipore Co., Billerica, MA, USA) szűrtem. A mintáknak mértem a FRAP, TPC és fekete bodza esetében antocianin tartalmát és színjellemzőit, valamint agarlyukdiffúzióval határoztam meg a minták antimikrobás hatását 8 féle mikroorganizmussal szemben.

4.9. TÖRKÖLY KIVONATTAL DÚSÍTOTT ALMALEVEK ELŐÁLLÍTÁSA

A törkölyök legjobbnak ítélt szárítási és extrahálási módszerével előállított extraktumának az oldószer elpárologtatása után, majd teljes mennyiségű vízzel történő visszahígítását követően kapott törköly kivonatokat használtam fel almalé, sűrítmenyből történő előállításához. Az almalevek előállítása során a Sió-Eckes Kft által biztosított 70 ref% szárazanyagtartalmú almalésűrítmenyt hígítottam fel két különböző koncentrációjú törköly kivonattal, hogy elérje a 100%-os almalevekre jellemző 11,2 ref% értéket (152/2009. (XI. 12.) FVM rendelet). A szárazanyagtartalom méréséhez ATAGO DBX-55 típusú digitális refraktométert használtam, a Bizottság 558/93 EGK rendelet mellékletében található módszerével. A 9. táblázat tartalmazza az almalevek összetételét és azok jelölésére használt kódokat, valamint a gyümölcslevek összekeverésének folyamatát bemutató ábrát a Melléklet fejezetben látható M.4. ábrán is szemléltettem.

9. táblázat: A kísérletben előállított almalevek összetétele és azok jelölésére használt kódok

Jelölés		100 ml almalében			Törköly koncentráció (mg/ml)
Homoktövis	Fekete bodza	Almasűrítmény (ml)	Víz (ml)	Törköly kivonat (ml)	
<i>Kontrol, K</i>		15	85	0	0
<i>HTA-1</i>	BTA-1	15	42,5	42,5	15
<i>HTA-2</i>	BTA-2	15	0	85	30

Az almalevek összekeverését követően a mintákat befőttesüvegekbe töltöttem, majd vízfürdő segítségével 80°C-ra melegítettem és 15 perces hőntartással hőkezelttem a mintákat, majd gyors visszahűtést követően 10°C hőmérsékleten tároltam.

4.9.1. Almalevek tárolási kísérlete, mintavételezés

Az elkészült friss almaleveket érzékszervi vizsgálatnak vettem alá, továbbá, 8 héten keresztül tároltam és kéthetente felbontottam három-három mintát minden egyes fajta almaléből, melyeknek mértem a pH értékét, valamint a mikrobiológiai és beltartalmi mérésekhez is mintát vettem, melyeket -80°C hőmérsékletű fagyasztoóban tároltam a vizsgálatok elvégzéséig, hogy megőrizsem a beltartalmi és a mikrobiológiai összetételét. A mintákból mértem a FRAP, TPC, valamint a fekete bodzát is tartalmazó minták esetében a TAC értéket.

A kezdeti és 8. héten vett mintákból HPLC méréssel mértem a főbb polifenol vegyületeik mennyiségét, valamint összcsíraszám és teljes penész és élesztő szám meghatározást végeztem.

4.10. ALKALMAZOTT MÉRÉSI MÓDSZEREK

4.10.1. Szárazanyagtartalom meghatározása

A vízdoldható szárazanyagtartalom mérését ATAGO DBX-55 típusú digitális refraktométerrel, a Codex Alimentarius 558/93 EGK rendelet mellékletében található módszer alkalmazásával határoztam meg. Az eredményeket Brix%-ban (g/100 g) kaptam meg (Melléklet fejezet M.5 táblázat). Minden mintából három párhuzamos mérést végeztem, melyeket a beltartalmi eredmények kiszámításához használtam fel.

4.10.2. Redukált hatású vegyületek meghatározására használt mérési módszerek

A biológiailag aktív, endogén hatású vegyületek mérését több spektrofotometriás módszerrel határoztam meg Hitachi U-2900 spektrofotométer segítségével. A méréseket az előzőekben már ismertetett szárítási és extrahálási műveletek után hajtottam végre, minden mintából három párhuzamos mérést végeztem. Az eredményeket szárazanyagra való átszámítást követően a törköly extraktumok esetében mg/100 g szárazanyag, míg a mikrobiológiai mérések során mért kivonatok és az almalé minták esetében mg/100 ml mértékegységben adom meg. Az egyes mérési módszerek adatait az alábbiakban foglalom össze:

Összes polifenol tartalom meghatározása (TPC)

Az összes polifenol tartalom (TPC) meghatározását SINGLETON és ROSSI (1965) mérési módszere alapján mértem ($\lambda=765$ nm). Az eredményeket galluszsav egyenértékben (GSE) adom meg, mg GSE/100 g sz.a., illetve mg GSE/100 ml rövidítések alkalmazásával.

Vasredukálóképességen alapuló antioxidáns kapacitás meghatározása (FRAP)

A vasredukáló képességen alapuló antioxidáns kapacitás (Ferric Reducing Ability Power- FRAP) meghatározását BENZIE és STRAIN (1996) módszere alapján határoztam meg ($\lambda=593$ nm). Az eredményeket aszkorbinsav egyenértékben (ASE) kaptam meg, melyet mg ASE/100 g sz.a., illetve mg ASE/100 ml rövidítéssel jeleníték meg a dolgozatban.

Összes monomer antocianin tartalom

A bodzatörkölyt tartalmazó minták antocianin tartalmát (AT) LEE és munkatársainak (2005) pH differenciál pH mérési módszerével (TAC: Total Anthocyanin Content) mértem ($\lambda=520$ nm és 700 nm). Az eredményeket mg AT/100 g sz.a., illetve mg AT/100 ml mértékegységben kifejezve adom meg.

Troloxra vonatkoztatott antioxidáns kapacitás

A troloxra vonatkoztatott antioxidáns kapacitás (TEAC) mérését MILLER és munkatársai által (1993) kidolgozott módszer alapján mértem ($\lambda=734$ nm). Az eredményeket trolox egyenértékben kifejezve (TE) adom meg, mg TE/100 g sz.a., illetve mg TE/100ml rövidítés alkalmazásával.

DPPH gyök megkötésén alapuló antioxidáns kapacitás mérés (DPPH)

A DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil) gyök megkötődésén alapuló mérést (DPPH) BLOIS (1958) módszere alapján hajtottam végre ($\lambda=517$ nm). Az eredményeket mg DPPH/100 g sz.a., illetve mg DPPH/100 ml mértékegységben kifejezve adom meg.

4.10.3. Polifenol összetétel meghatározás

A rendelkezésemre álló polifenol komponens standardek közül a homoktövis és fekete bodza növényre jellemző polifenol molekulák mennyiségi meghatározását végeztem el nagy teljesítményű folyadékkromatográfiás (HPLC) készülékkel, melyhez egy Shimadzu HPLC (Shimadzu Corporation, Kyoto, Japán) készüléket és egy Phenomenex (C18) 4,6×150 mm, 3 μ m kolonnát (Phenomenex Torrance, USA) használtam. LC Solution Software számítógépes szoftver szolgált az adatok feldolgozására és elemzésére.

Az elúcióhoz 1 (v/v)% hangyasavat tartalmazó nagytisztaságú vizet (A eluens) és 1 (v/v)% hangyasavat tartalmazó acetonitrilt (B eluens) használtam oldószerként 1,5 ml/perc áramlási sebességgel és a 10. táblázatban látható gradiens programot alkalmaztam.

10. táblázat: Polifenol molekulák elválasztásához használt gradiens elúció

Idő (perc)	A%	B%	Áramlási sebesség (ml/perc)
0	95	5	1,5
3	95	5	1,5
10	75	25	1,5
30	100	0	1,5
35	100	0	1,5
35,5	95	5	1,5
45	95	5	1,5

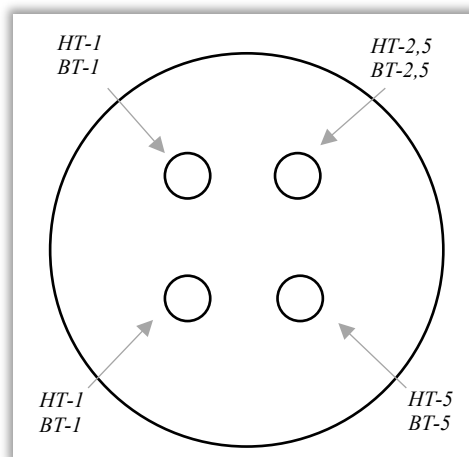
A detektálás minden esetben 280 és 310 nm-en történt. A polifenol komponensek minőségi meghatározása a standard molekulák retenciós ideje alapján történt (katechin, klorogénsav, epikatechin, rutin, kvercetin-3-glükozid). A mennyiségi meghatározás során a referencia standard oldatsorokkal felvett 4 pontos külső kalibrációs függvény alapján határoztam meg az alkotók koncentrációját. Ennek megfelelően a polifenol koncentrációt az extraktumok esetében mg RE/100 g sz.a, valamint az almalé minták esetében mg RE/100 ml almalé mértékegységben.

4.10.4. Agarlyukdiffúzió

Az anyagok antimikrobás hatékonysága többféle módszerrel meghatározható, ezek közül számos arra a tulajdonságra épül, hogy az antimikrobás szerek képesek a tápagarba diffundálni és ezáltal meggátolni a kiválasztott mikroorganizmus szaporodását, melyeket az agar felületén, vagy az agarban jelentkező feltisztulási zóna mérete jellemez (PIDDOCK, 1990).

Az agarlyukdiffúziós vizsgálat megkezdése előtt sejt-, illetve telepszámlást végeztem minden vizsgálatba bevont mikroba esetében. A vizsgált mikroorganizmusokat a 4.4. fejezetben található 5. táblázatban soroltam fel. A MATE Élelmiszer-Mikrobiológia, -higiénia és -biztonság Tanszékén fenntartott törzsekhez méréseihez alkalmazott megfelelő tápagarok és táplevesek a Mellékletek fejezetben található M.6. táblázat tartalmazza. Az agarlyukdiffúziós módszerhez minden mikroba esetében 10^5 tke/ml koncentrációjú mikroba szuszpenziót használtam.

A kísérleti munkám során az agarlyukdiffúziós eljárásnál a mintákat az 18. ábrán látható módon helyeztem el a mintatartó lyukakba. Az inkubációs idő elteltével mértem a feltisztulási zónák átmérőjét. A homoktövis és fekete bodza mintákat minden esetben külön Petri csészékben vizsgáltam, minden minta esetében három párhuzamos leoltást végeztem.



18. ábra: Agarlyukdiffúzió során alkalmazott mintaelhelyezés

4.10.5. Érzékszervi vizsgálat

A gyümölcslevek érzékszervi vizsgálatához pontozásos módszert alkalmaztam, annak érdekében, hogy összehasonlíthassam a törköly kivonattal dúsított almalevek és a kontrollként használt 100%-os almalé minták fogyasztói kedveltségét, illetve vizsgáljam, hogy a törköly kivonatok jelenléte érzékszervileg elfogadható-e. Mindkét gyümölcs törköly esetében a gyümölcsleveket 15 bíráló kóstolta és 100 pontos bírálati lapon kellett értékelniük a minták színét (max. 20 pont), áttetszőségét (max. 10 pont), ízét (max. 40 pont), homoktövis vagy fekete bodza ízét (max. 10 pont) és az összbenyomást (max. 10 pont), valamint kedveltségi rangsor felállítását is kértem tőlük. A bírálati lapot a Mellékletek fejezet M.6. és M.7. pont tartalmazza. A bírálat során a bírálók elkülönülten, egymástól függetlenül hajtották végre az érzékszervi minősítést. Az eredmények átlagolását követően az adható pontok százalékos értékének kiszámolása után pókháló diagramban ábrázolva adom meg az eredményeket.

4.10.6. pH érték meghatározása

Az almalé mintáim pH mérését TESTO 206 (Testo AG, Lenkirch, Németország) digitális, automata pH-mérő készülékkel végeztem, melyet a méréseket megelőzően kalibráltam (pH 4,01 és pH 7,00 kalibrációs oldatok segítségével). Minden esetben mintánként három párhuzamos mérést végeztem.

4.10.7. Összcsíraszám meghatározás

A törköly kivonatokkal dúsított almalevek és a kontrol almalé összcsíraszámának meghatározását MSZ EN ISO 4833:2003 szabvány szerint végeztem el a tárolási kísérlet nulladik napi és 8. heti, végső mintájából, mely során TGE agarral és 1 ml mintával lemezöntést végeztem minden egyes minta esetében, steril Petri-csészékbe, majd 30°C-os inkubátorba helyeztem 72 órára. A telepszámlálást LKB 2002 manuális telepszámláló segítségével számoltam le. Minden esetben három párhuzamos mérést végeztem.

4.10.8. Penész-, élesztő szám meghatározása

A penész és élesztő szám meghatározását úgyszintén az almalevek tárolási kísérletének nulladik és végső mintájával végeztem el MSZ ISO 21527-1:2013 szabványnak megfelelően, minden esetben három párhuzamost készítve, telepszámlálós módszerrel, mely során a penész, élesztőkre nézve szelektív tápagart használtam (malátás agar). A mérés során a megszilárdult táptalajon 100 µl almalé mintát szélesztettem, majd 30°C-on 72 órás inkubálást követően számoltam le a képződött telepeket LKB 2002 manuális telepszámláló segítségével.

4.11. STATISZTIKAI ELEMZÉS

A statisztikai adatelemzéshez SPSS Statistica v20 statisztikai programot alkalmaztam. Varianciaanalízis elvégzése előtt megbizonyosodtam a hibatagok normális eloszlásáról. Abban az esetben, amikor az adatok normális eloszlása nem teljesült Box-Cox-transzformációt (BOX & COX, 1964), alkalmaztam, melyet az alábbi képlet segítségével értem el:

$$y = \begin{cases} \frac{x^\lambda - 1}{\lambda} & \text{ha } \lambda \neq 0 \\ \log \log x & \text{ha } \lambda = 0 \end{cases}$$

$\lambda > 0$ megkötéssel elérhető, hogy a művelet reláció-invariáns legyen, tehát a transzformáció során az értéket megváltoztatja, de a sorrendet nem.

A normál eloszlás biztosítása után egyfaktoros varianciaanalízissel (ANOVA) hasonlítottam össze az eredményeket, majd a szóráshomogenitás vizsgálatát Levene-tesztel, a csoportok közötti

páronkénti összehasonlítást Tuckey-tesztel (szóráshomogenitás esetében), vagy Games-Howell tesztel (szórás inhomogenitás esetében) végeztem el, melyek során vizsgáltam a minták közti szignifikáns különbségeket.

Abban az esetben, ahol a kis mintaelemszám, illetve a transzformáció alkalmazása ellenére az eloszlásvizsgálat indokolta, nemparaméteres próbákat alkalmaztam az adatok elemzésére. A nemparaméteres próbák közül a Kruskal-Wallis és a Mann-Whitney tesztet alkalmaztam. A rangszámokon alapuló Kruskal-Wallis próba értéke 95%-os megbízhatósági szinten szignifikáns különbséget jelzett, a páronkénti összehasonlítást Mann-Whitney próbával vizsgáltam.

A táblázatokban a mérési eredmények átlag és szórás értékét tüntettem fel ($X \pm SD$), míg a statisztikai eredményeket a táblázatokban és ábrákon feltüntetett betűk mutatják, melynél az különböző betűvel jelölt minták azt jelentik, hogy az adott minták szignifikánsan különböznek egymástól $p < 0,05$ valószínűségi szinten.

Az antioxidáns kapacitás és az antimikrobás hatás kapcsolatának vizsgálatára Pearson-féle korrelációt alkalmaztam 95 %-os konfidencia szint mellett (HUZSVAI & VINCZE, 2012).

5. KÍSÉRLETI EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

Eredményeimet a következő sorrendben mutatom be:

- [Törkölyök értékes komponens kihozatalát optimaltam](#)
- [Leghatékonyabbnak ítélt törköly extraktumok jellemző polifenol vegyületeinek beazonosítása](#)
- [Törköly kivonatok mikroba gátló hatásának vizsgálata](#)
- [Törköly kivonatokkal dúsított almalé minták tárolási kísérlete.](#)

Az eredményeket minden esetben először a homoktövis-, majd azt követően a fekete bodza törköly adatok kiértékelésének sorrendjében mutatom be, melynek egyszerűbb követhetőségét a diagramok színezetével is igyekszem segíteni (homoktövis - narancssárga, fekete bodza - lila színpaletta).

5.1. SZÁRÍTÁSI ÉS EXTRAHÁLÁSI MÓDSZER OPTIMÁLÁSA

Kutatásom során az értékes endogén vegyületekben gazdag kivonatok előállításának optimalizálását három lépésben valósítottam meg:

1. Először a leggyorsabb, 80°C hőmérsékletű (A80) szárítási módszerrel szárított törköly minták **extrahálását optimaltam** az összes extrahálási paraméterrel:
 - a. *Víz*: fekete bodza esetében
 - 1:10; 1:20; 1:30 (törköly minta és az oldószer aránya)
 - b. *Aceton*:
 - 20 (v/v)%: 1:10; 1:20; 1:30 (törköly minta és az oldószer aránya)
 - 40 (v/v)%: 1:10; 1:20; 1:30 (törköly minta és az oldószer aránya)
 - c. *Etanol*:
 - 20 (v/v)%: 1:10; 1:20; 1:30 (törköly minta és az oldószer aránya)
 - 40 (v/v)%: 1:10; 1:20; 1:30 (törköly minta és az oldószer aránya)
2. Második lépésben az első lépésben leghatékonyabbnak ítélt extrahálási módszert alkalmazva, a **szárítási módszert optimaltam**, melynek során a homoktövis és fekete bodza törkölyt minden tervezett szárítási módszerrel szárítottam.
 - a. *Atmoszférikus szárítás* 60°C és 80°C
 - A60
 - A80
 - b. *Vákuum szárítás* 60°C
 - V60
 - c. *Kombinált szárítás*
 - Atmoszférikus előszárítás 80°C, majd vákuumszárítás 40°C → AV40
 - Atmoszférikus előszárítás 80°C, majd vákuumszárítás 60°C → AV60

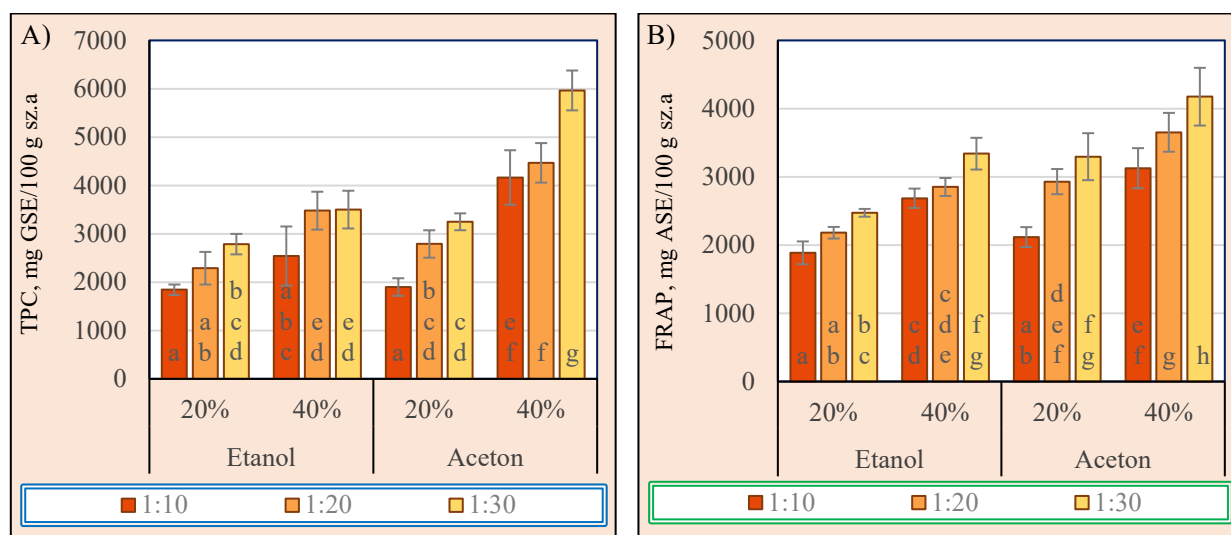
3. Az előkísérlet harmadik fázisaként az oldószerek elpárologtatása során bekövetkező változások nyomonkövetésének vizsgálatát hajtottam végre, a leghatékonyabbnak ítélt szárítási módszerrel szárított mintákon.

5.1.1. Homoktövis törköly extrahálásának optimalizálása

A 80°C-on atmoszférikus szárítóban (A80) szárított homoktövis törkölyből az értékes komponensek extrahálásához:

- 20 (v/v)% és 40 (v/v)%-os etanol és acetone oldószert is
- 1:10, 1:20 és 1:30 törköly:extrahálószer arányban alkalmaztam.

A mintáknak **mértem** az összes polifenol tartalmát (**TPC**) és a vasredukálóképességen alapuló antioxidáns kapacitását (**FRAP**), melyet az 19. ábrán ábrázoltam.



19. ábra: Homoktövis törköly különböző extrahálószerekkel kinyert extraktumainak összes polifenol tartalma - TPC (A) és FRAP értéke (B) (az oszlopokon feltüntetett különböző kisbetűk a minták közötti szignifikáns differenciát (Tukey) jelzik; $p \leq 0,05$)

A különböző extrahálásokkal kinyert minták összes polifenol tartalmára 1840-5970 mg GSE/100 g törköly, míg az antioxidáns kapacitás (FRAP) értékére 1890 és 4180 mg ASE/100 g törköly közti értékeket mértem. A kapott értékek közti szignifikáns különbségének statisztikai eredményeit a mellékletek M.9-10. táblázataiban láthatóak. Jól látható, hogy a minta és oldószer aránya szinte minden esetben hasonlóan befolyásolta a kihozatalt. Az 1:10 minta és oldószer arány a legkevesebb, míg az 1:30-as minta és oldószer arány a legnagyobb kihozatalt érte el minden extrahálószer alkalmazása esetén. Az oldószerek kihozatali hatékonyságánál is felfedezhető szabályszerűség. A nagyobb koncentrációban alkalmazott oldószerek több polifenol tartalmat és antioxidáns kapacitást eredményeztek. A 20 (v/v)%-os és

40 (v/v)%-os oldószerrel kinyert extraktumok összehasonlítása során mindkét mérésnél a legtöbb esetben szignifikáns különbség mérhető.

A 20 (v/v)%-os oldószeres esetében nincs szignifikáns különbség a két oldószerrel extrahált minták páronkénti összehasonlítása során, azonban a 40 (v/v)%-os oldószeres alkalmazása során az eredmények szignifikáns különbségeket eredményeztek az acetone és etanol oldószeres eredményességét vizsgálva. A kapott eredmények statisztikai elemzését tartalmazó táblázat a Mellékletek fejezetben (M.9-10.) található.

Hasonló eredményeket mértek KOREKAR és munkatársai kutatásukban (2011), melyben a homotövis különböző részeinek (gyümölcs velő, mag, levél és szár részeinek) több extrahálási módszerrel kinyert extraktumát vizsgálták. Vizsgálatukban a 70 (v/v)%-os acetonnal 4455 ± 196 mg GSE/100 g összes polifenol tartalmat mértek a gyümölcs velő mintában, míg a homotövis magok mérésénél 15157 ± 669 mg GSE/100 g értéket kaptak, továbbá, az acetone oldószerrel érték el a legmagasabb mérhető polifenol tartalmat minden mintájuk esetében (vizes, metanolos és savas metanolos extrakció mellett). KREPS és munkatársainak (2021) kutatásában szintén több extrahálószerrel vizsgáltak homotövist polifenoljainak kinyerésére, melyben 70 és 96 (v/v)%-os etanol, 50 és 100 (v/v)%-os metanol hatékonyságát hasonlították össze. Az összes polifenol tartalom mérésük során a 70 (v/v)%-os etanol alkalmazásával mérték a legmagasabb polifenol tartalmat (2897 mg GSE/100 g). HPLC-s méréseik alapján magas tokoferol és rutin tartalomról számoltak be a homotövis lé esetében, mely megmagyarázza a kapott eredményt, mivel a tokoferolok vízben nem oldódnak, viszont lipidben annál inkább.

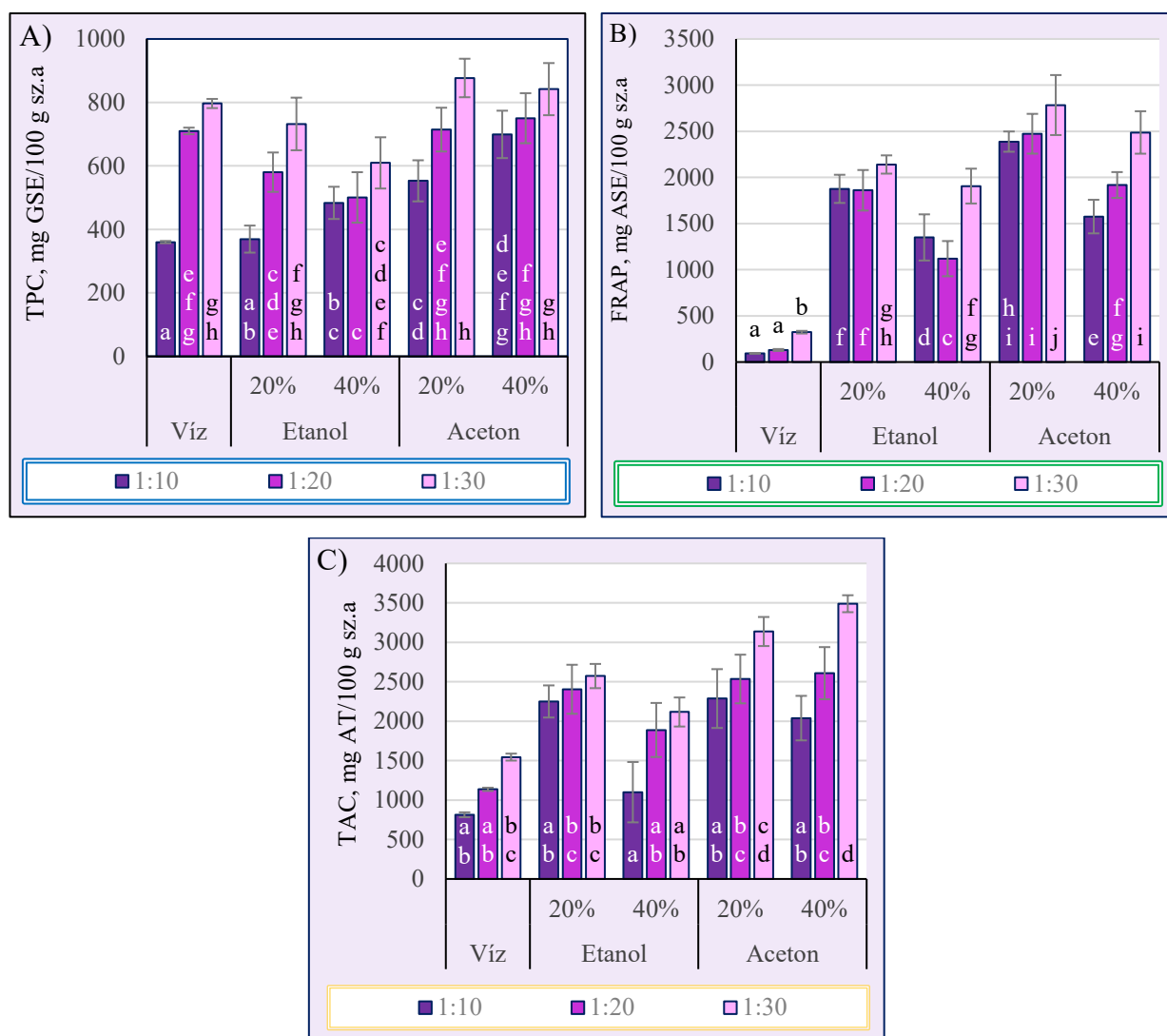
A 80°C-on atmoszférikus szárítóban (A80) szárított homotövis törköly {20 és 40 (v/v)%-os} etanollal és acetonnal történő extrahálásának összes polifenol tartalom, valamint FRAP antioxidáns kapacitás eredményei egyértelműen azt igazolják, hogy a nagyobb oldószer arány (1:30) kedvezőbb kihozattal biztosít a mért paraméterek esetében, továbbá a 40 (v/v)%-os acetone alkalmazásával nyerhető ki szignifikánsan nagyobb polifenol tartalom és antioxidáns kapacitás.

5.1.2. Fekete bodza törköly extrahálásának optimalizálása

A fekete bodza törköly esetében is először 80°C-on, atmoszférikus szárítószekrényben (A80) szárított törkölyt extraháltam az előzőekben ismertetett extrahálási paraméterekkel:

- {20 és 40 (v/v)% aceton, etanol}, kiegészítve azokat vizes extrahálással,
- hasonlóan az előzőekhez, 1:10, 1:20 és 1:30 minta:oldószer arányt alkalmazva.

A minták összes polifenol tartalmát (TPC) és vasredukálóképességen alapuló antioxidáns kapacitását (FRAP), valamint összes monomer antocianin tartalmát (TAC) határoztam meg spektrofotometriás mérésekkel, melyek eredményét a 20. ábrán mutatom be.



20. ábra: Fekete bodza törköly különböző extrahálószerekkel kinyert extraktumainak összes polifenol tartalma – TPC (A), FRAP értéke (B) és összes monomer antocianin tartalma - TAC (C) (az oszlopokon feltüntetett különböző kisbetűk a minták közötti szignifikáns differenciát (Tukey) jelzik; $p \leq 0,05$)

A fekete bodza törköly extrahálása során a különböző extrahálási módszerekkel 360 - 880 mg GSE/100g törköly összes polifenol tartalmat, 90-2780 mg ASE/100 g törköly FRAP értéket és 810-3490 mg AT/100 g törköly összes monomer antocianin tartalmat mértem. Az eredmények statisztikai elemzését a mellékletek M.11-13. táblázat tartalmazza. Hasonlóan a homoktövis törköly extrahálási módszereinél mért eredményekhez, a fekete bodza törköly extrahálásánál alkalmazott minta és oldószer arányok közül az 1:30-as minta:oldószer aránnyal értem el nagyobb értékeket minden mérési módszer esetében. Az antioxidáns kapacitás méréseknél a vizes extrahálás kevésbé hatékony a komponensek kinyerése szempontjából. A mért eredmények szignifikánsan elmaradnak az oldószeres extrakció eredményeitől, azonban az antocianin mérési eredményeknél a vizes extrahálás a 40 (v/v)%-os etanolos extrahálással megegyező eredményeket mutatva, míg az összes polifenol eredményeknél a vizes extrahálás hatékonysága statisztikailag nem tér el szignifikánsan a legmagasabb kihozatalt elért 20 (v/v)%-os aceton oldószer hatékonyságától. SEABRA és munkatársai (2010), valamint RADVÁNYI és munkatársai (2013) is azt tapasztalták kísérletükben, hogy a bodzatörkölyből történő vizes extrahálással nagyobb hozamot lehet elérni, mely a benne található poláris fenolos komponensek nagy mennyiségével magyarázható. Az etanol és az aceton extrahálószer hatékonyságának összehasonlítása során azt láthatjuk, hogy a legtöbb esetben szignifikáns különbség mérhető, az aceton alkalmazásával jobb kihozatal érhető el. Az oldószer töménysége azonban már nem minden esetben okozott szignifikáns eltérést a mért paramétereknél, az értékes komponensek kihozatala szempontjából felesleges nagyobb oldószer töménységet {40 (v/v) %-os} alkalmazni.

Több kutatás vizsgálta a víz és etanol különböző keverékének alkalmazását extrahálószerként, összehasonlítva a 0 és 100 (v/v)%-os etanol alkalmazásának hatékonyságát a polifenolok kihozatalának esetében. A vizes etanolos oldószer általában hatékonyabb a fenolos vegyületek, köztük az antocianinok kinyerésére, mint a tiszta etanol (KADERIDES et al., 2019; KIM et al., 2022; NABET et al., 2019). Hasonló eredményeket publikáltak DOMÍNGUEZ és munkatársai (2020), melyben fekete bodza mintákban fordított korrelációt tapasztaltak az etanol oldószer koncentrációja és az antioxidáns hatású anyagok kihozatala között, tehát nagyobb hozamot alacsonyabb etanolkoncentráció mellett értek el. Saját eredményeim is ezt mutatják, hogy a 20 %-os oldószeresek hasonló, vagy jobb kihozatalt eredményeztek a 40%-os oldószeresekhez viszonyítva. KIM és munkatársai (2022) a fekete bodza polifenol és antocianin tartalmát vizsgálták több különböző oldószer alkalmazásával. A 40,9 (v/v)%-os etanollal extrahált bodzalé kivonatának teljes polifenol-tartalmát 67,4 mg/g értékben határozták meg, az antocianin tartalmat pedig 21 mg/g

volt. SEABRA és munkatársai (2010) 40-150 mg, míg RADVÁNYI és munkatársai (2013) 40-120 mg antocianin tartalmat és 4-16 mg FRAP értéket mért egy gramm bodza törkölyben.

Összességében a szárított fekete bodza törköly extrakciójára vonatkozó kísérletek eredményei azt igazolják, hogy az 1:30-as oldószer arány alkalmazásával lehet az endogén komponensek legjobb kihozatalát elérni. Az oldószereket tekintve az eredmények nem minden esetben mutatnak szignifikáns különbségeket, azonban a legnagyobb összes polifenol tartalmat és antioxidáns kapacitást (FRAP) értéket a 20 (v/v)% acetont alkalmazásával értem el. Az összes monomer antocianin tartalom esetében a 20 és 40 (v/v)%-os acetont által elért kihozatal megegyezett.

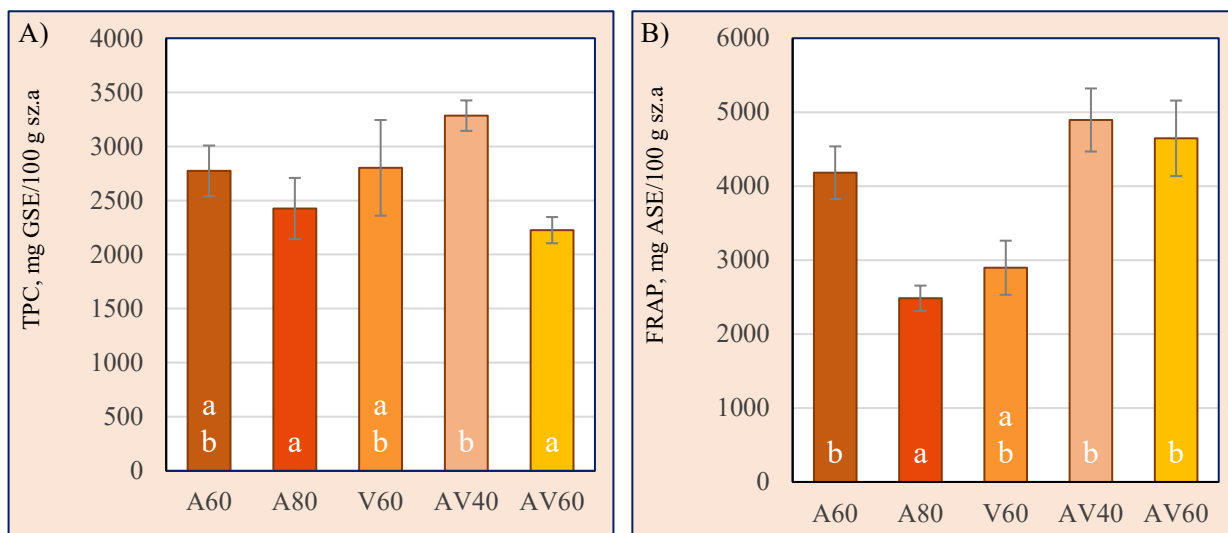
5.1.3. Törkölyök szárításának optimalizálása

A nedves törköly minták szárítását a 4.7.1. bekezdésnek megfelelően végeztem el. A szárítások során időközönként mértem a minták nedvesség tartalmát, mely segítségével felvehetőek a száradási görbék, melyeket a mellékletek M.14.-15. pontjában ábrázoltam. A leggyorsabb szárítási módszer a 80°C-on történő atmoszférikus szárítószekrényben (A80) végzett szárítás volt mindkét gyümölcs törköly esetében. A kíméletes szárítási technológia alkalmazásával, azaz a vákuumban történő szárítás (V60) és a kombinált szárítások esetében alkalmazott vákuumszárítás minden esetben növelte a szárítási időt, egyes esetekben megduplázva azt, mely hatással lehet a beltartalmi paraméterek minőségére.

A száraz törkölyök darálását követően az előző fejezetben bemutatott eredmények alapján kiválasztott leghatékonyabb extrahálási módszerrel végeztem el az értékes komponensekben gazdag extraktumok előállítását, melyeknek mértem az összes polifenol tartalmát és antioxidáns kapacitását.

Homoktövis törköly szárításának optimalizálása

A homoktövis törköly különböző szárítási eljárásokkal szárított mintáinak beltartalmi eredményeit mg/100 g szárazanyagra vonatkoztatva a 21. ábrán mutatom be. Az 5 (m/m)% nedvességtartalmú törköly mintákat darálást követően 1:30 minta:oldószer arányban alkalmazott 40 (v/v)%-os acetonnal extraháltam.



21. ábra: Homoktövis különböző szárítási módszerekkel szárított törköly extraktumainak összes polifenol tartalma - TPC (A) és FRAP értéke (B) (az oszlopokon feltüntetett különböző kisbetűk a minták közötti szignifikáns differenciát (Mann-Whitney) jelzik; $p \leq 0,05$)

A különböző szárítási módszerekkel szárított homoktövis törköly összes polifenol tartalmára 2230-3280 mg GSE/100 g törköly értékeket mértem, míg az antioxidáns kapacitás esetében 2480-4980 mg ASE/100 g törköly eredményeket kaptam. A kapott értékek közti szignifikáns különbségének statisztikai eredményeit a mellékletek M.16. táblázatban látható.

Az alacsonyabb hőmérsékletű szárítás kedvezőbb volt az értékes komponensek megőrzése érdekében, az atmoszférikus szárítás során 60°C hőmérsékletű szárítás (A60) 14%-kal (összes polifenol tartalom) és 68%-kal (FRAP) jobb kihozatalt eredményezett, mint a 80°C hőmérsékletű szárítás (A80). A kombinált szárítás volt a legkiemelkedőbb az értékes komponensek megőrzésében, a 80°C előszárítást követő 40°C-os vákkumszárítás alkalmazása utószárításként (AV40) a legnagyobb polifenol tartalmat és antioxidáns kapacitást eredményezte. Statisztikai elemzésben a kombinált szárítás nem mutatott szignifikáns eltérést a 60°C-on végzett atmoszférikus szárítás (A60) és a kombinált AV40 szárítás között.

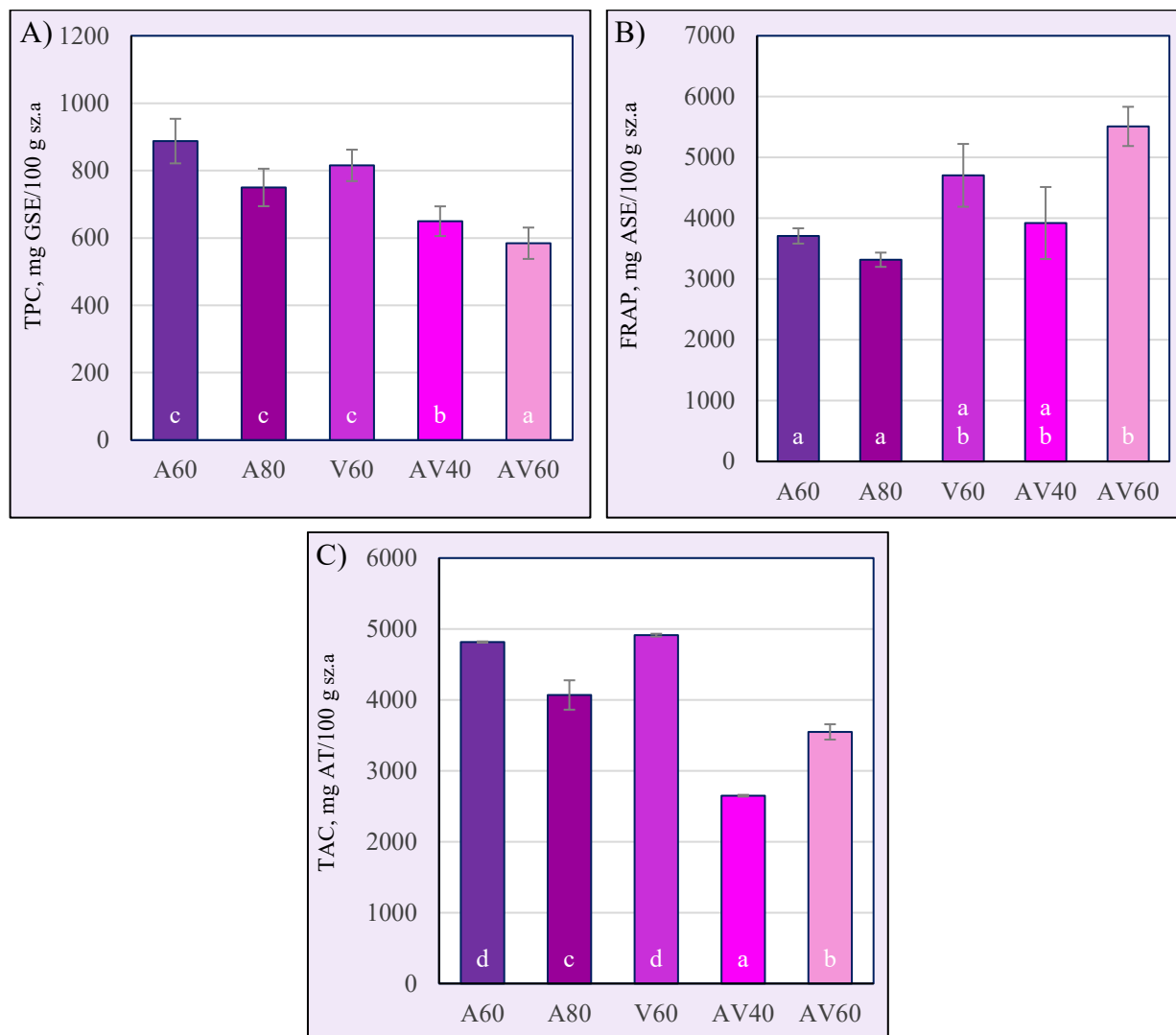
GONELIMALI és munkatársai (2019) almatörköly szárítási módszereit hasonlították össze, mely során az összes polifenol tartalom mérésénél hasonló eredményeket tapasztaltak. A polifenol-kihozatal szempontjából a leghatékonyabbnak a kombinált szárítási technológiát (előszárítás 80°C-os atmoszférikus szárítás, majd 60°C-os vákuumszárítás) ítélték, azonban a 60°C-os atmoszférikus szárítás kevesebb polifenol kihozatalt eredményezett, mint a 60°C-os vákuum szárítás. A FRAP értékek esetében - ellentétben az én eredményeimmel - azt tapasztalták, hogy a 60°C-os atmoszférikus szárítás hatékonyabb az antioxidáns hatású vegyületek kihozatalában, mint

a kombinált szárítások és a 80 °C-os atmoszférus szárítás. SOGI és munkatársai (2013) kutatásukban összehasonlították a mangó héj és mag részének 60°C-os forró levegős és 60°C-os vákuum alatt történő szárítások hatására bekövetkező beltartalmi változásait. A mérési eredményeik azt mutatták, hogy a mangó héjának esetében a vákuumszárítás jobban megőrizte a polifenol molekulákat, valamint az antioxidáns kapacitás értékek is magasabbak volt, mint a forró levegős, atmoszférus szárítás után, míg a magok vizsgálatánál ennek az ellenkezőjét tapasztalták.

Összegezve a homoktövis törköly eltérő szárításánál mért eredményeket a 60°C hőmérsékletű atmoszférus szárítás alkalmazása mellett döntöttem a kísérleteim következő fázisaiban előállított törköly kivonatok előállítása során, melyet a polifenol tartalom és az antioxidáns kapacitás eredményei is igazolnak, jobb kihozatalt biztosított, mint a nagyobb hőmérsékletű, 80°C hőmérsékletű atmoszférus szárítás, valamint a 60°C hőmérsékletű vákuumszárítás, továbbá egyszerűbb, gyorsabb és előnyösebb energiaigényű művelet, mint a kombinált szárítás, mely nem eredményezett statisztikailag igazoltan jobb kihozatalt.

Fekete bodza törköly szárításának optimalálása

A különböző módszerekkel végzett szárítások hatását a fekete bodza törköly polifenol- és antocianin tartalmára, valamint antioxidáns kapacitására a 22. ábra mutatja. A szárítást követően, minden mintát 1:30 minta:oldószer arányban alkalmazott 20 (v/v)%-os aceton oldószerrel extraháltam a mérések előtt.



22. ábra: Fekete bodza különböző szárítási módszerekkel szárított törköly extraktumainak összes polifenol tartalma - TPC (A) és FRAP értéke (B) és összes monomer antocianin tartalma - TAC (C) (az oszlopokon feltüntetett különböző kisbetűk a minták közötti szignifikáns differenciát (Kruskal-Wallis, Mann-Whitney) jelzik; $p \leq 0,05$)

A polifenol tartalom 580 és 890 mg GSE/100 g értékek közé esett, az antioxidáns kapacitás 3320-5510 mg ASE/100 g, míg az antocianin tartalom esetében 2650-4910 mg AT/100 g közötti értékeket mértem. Az eredmények közti statisztikai elemzésének eredményei a mellékletek M.16. táblázata tartalmazza.

A fekete bodza törkölyénél is mutatkozott az atmoszférikus körülmények közötti szárításoknál a 60°C-os szárítás (A60) előnye a 80°C-os szárítással (A80) szemben, azonban a vákuumban történő

60°C-os szárítás (V60) is hasonlóan kedvező eredményt ért el az értékes komponensek megőrzése érdekében. LLAVATA és munkatársai (2022) alma törköly szárítása során ezzel ellentétben arra a következtetésre jutott, hogy a 80 °C hőmérsékletű szárítás kedvezőbb a polifenolok szárítására, mint az alacsonyabb hőmérsékletű szárítások.

A fekete bodza törköly kombinált szárításainak eredményei elmaradtak a várthoz képest, valószínű a hosszú szárítási idő kedvezőtlenül befolyásolta az értékes komponensek stabilitását, melyek a majdnem kétszer hosszabb szárítás során feltételezhetően degradálódtak. ALMEIDA és munkatársai (2014) is arra a következtetésre jutottak, hogy a szárítási idő növelése negatív hatással van a polifenolokra, mely azok termikus instabilitásával magyarázható. Eredményeikben az almatörköly szárítása során azt tapasztalták, hogy minél hosszabb ideig volt az almatörköly a szárítószekrényben, annál inkább csökkent a fenolos vegyületek mennyisége a mintákban. A polifenol csökkenés oka több tényezőre is visszavezethető. Ilyen például a polifenolok megnövekedett antioxidáns ereje az oxidáció közbeni szakaszában, vagy a redukáló cukor mennyiségének növekedése és Maillard-reakció termékek képződése (GONELIMALI et al., 2019).

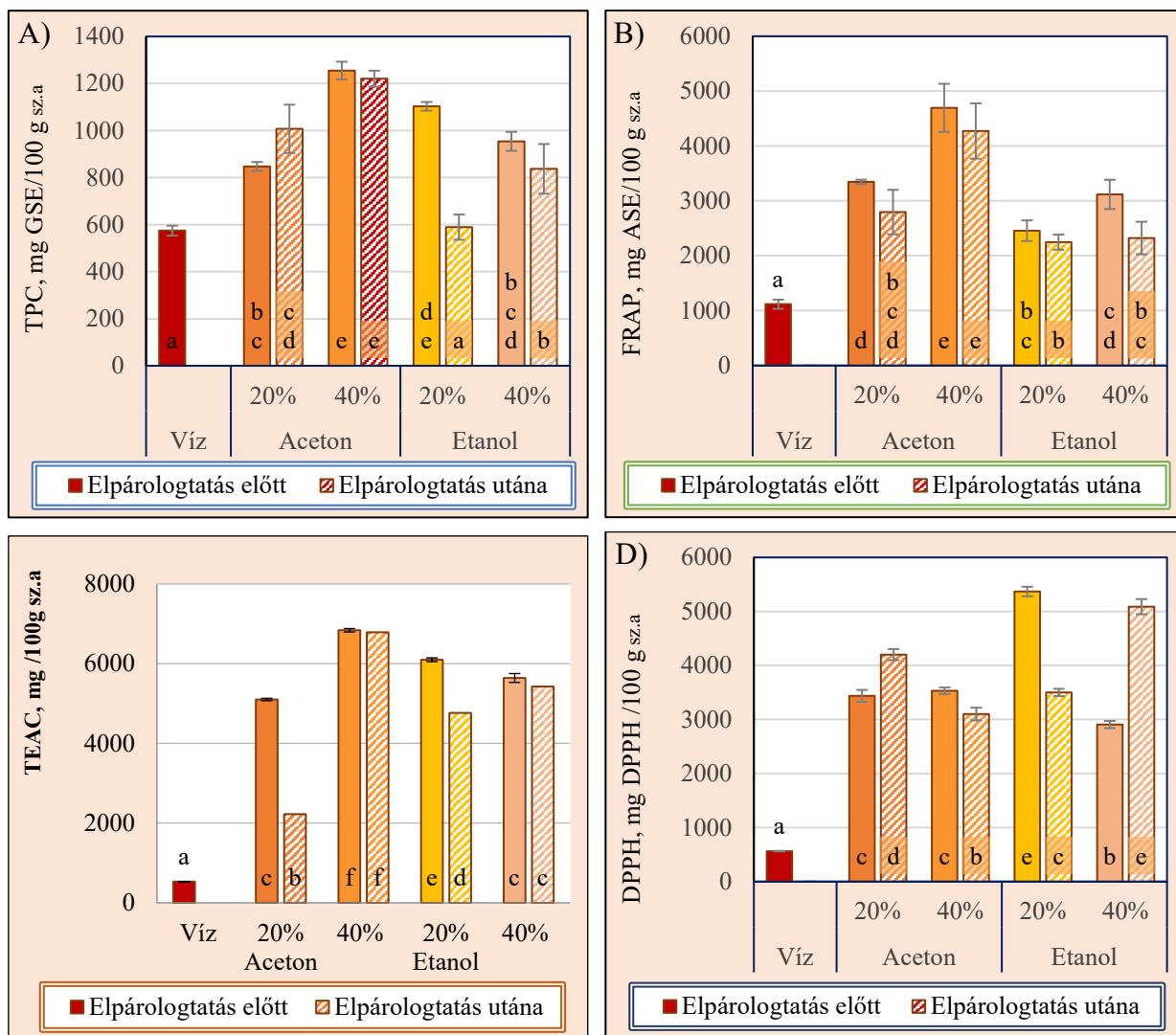
Eredményeim alapján a legjobbnak ítélt szárítás a fekete bodza törköly esetében is a 60°C hőmérsékleten, atmoszférikus szárítószekrényben történő szárítás volt, mely az összes polifenol és összes monomer antocianin tartalom eredményei is igazolnak, így a további kísérletekben, a fekete bodza törköly kivonatok előállításához ezt a szárítási műveletet alkalmaztam.

5.1.4. Oldószer elpárologtatásának hatása az extraktumok beltartalmi paramétereire

A törköly extraktumok élelmiszeripari hasznosítása előtt, a mintaelőkészítés során alkalmazott oldószereket el kell távolítani, melyeket 60°C hőmérsékletű szárítással párologtattam el. Ezt követően vízzel helyettesítettem az elpárologtatott oldószereket, így előállítva a törköly kivonatokat. A törköly extraktumok elpárologtatásának hatását minden oldószerezrel extrahált minta esetében vizsgáltam, és annak érdekében, hogy az eredményeket relevánsan tudjam értékelni, az oldószerezs extrahálások mellett vizes extrahálást is végeztem a törkölyök értékes komponens kihozatalának érdekében, hogy megvizsgáljam, valóban érdemes-e oldószereket alkalmazni az extrahálási művelethez. A mintáknak vizsgáltam az összes polifenol tartalmát, vasredukálóképességen alapuló antioxidáns kapacitását, valamint kiegészítve az eddigi eredményeimet megmértem a minták troloxra vonatkoztatott antioxidáns kapacitását és DPPH gyök megkötődésén alapuló antioxidáns kapacitását is.

Homoktövis törköly extraktumok oldószer elpárologtatása

A homoktövis törköly extraktumokból és kivonatokból mért mérési eredményeket a 23. diagramokon szemléltetem.



23. ábra: Homoktövis extraktumok oldószer elpárologtatásának hatását az összes polifenol tartalom - TPC (A), FRAP (B), TEAC (C) és DPPH (D) eredményeire (az oszlopokon feltüntetett különböző kisbetűk a minták közötti szignifikáns differenciát (Games Howell) jelzik; $p \leq 0,05$)

A méréseim kiegészítéseként a mintáim TEAC és DPPH antioxidáns kapacitás mérésére is volt lehetőségem, melyek eredményeit TEAC esetében 530–6840 mg TE/100 g, míg DPPH esetében 560–5370 mg DPPH/100 g között mértem. A minták közötti szignifikáns különbségeket jelző p értékeket a mellékletek M.18. táblázata tartalmazza.

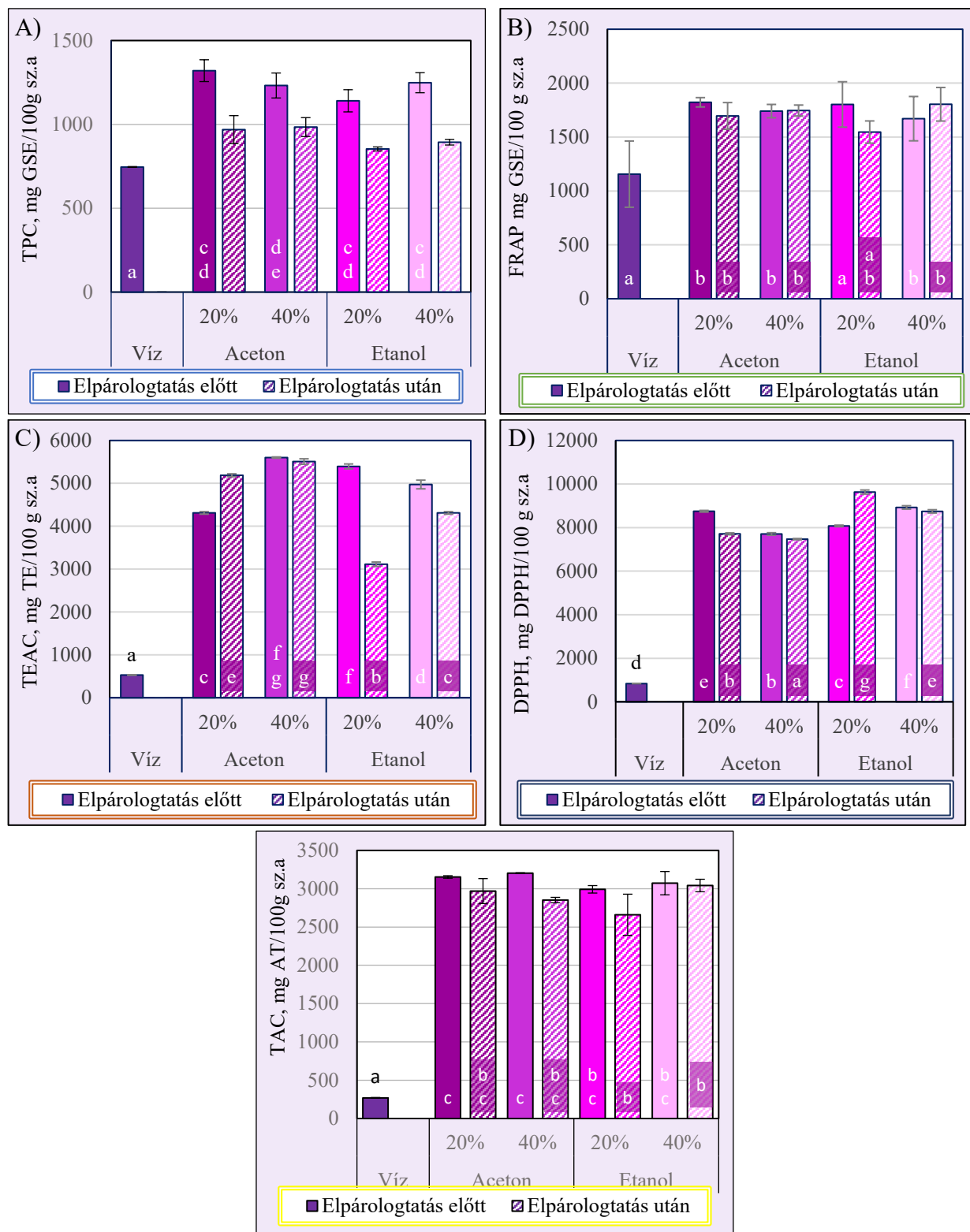
Az oldószerek elpárologtatása néhány kivételtől eltekintve csökkentette az értékes komponensek mennyiségét a mintáimban, azonban a változás mértéke a legtöbb esetben nem volt szignifikáns, vagyis az oldószerek elpárologtatása nem befolyásolta a törköly kivonatok értékes

komponenseinek kihozatalát. A leghatékonyabb oldószer a 40 (v/v)%-os aceton, melyet a polifenol tartalom, a FRAP és a TEAC módszerrel meghatározott antioxidáns kapacitás eredményei is igazolnak. A DPPH gyök megkötődésén alapuló antioxidáns kapacitás módszerrel mért értékeknél a 40 (v/v)%-os acetonnal extrahált homoktövis törkölynél nem a legjobb értékeket mértem, az etanolos oldószer érte el a legnagyobb antioxidáns kapacitás értéket. A vizes extrahálás a FRAP, TEAC és DPPH antioxidáns kapacitás módszerrel mért értékeknél is nagymértékben elmaradnak az oldószerek alkalmazásának hatékonysága mellett. A polifenol tartalom esetében a vizes extrahálás továbbra is a 20 (v/v)%-os etanol hatékonyságával egyenértékű a komponensek kihozatala szempontjából.

Megfigyelve a szakirodalmi adatokat, a homoktövis törkölyből nyert kivonat jelentős mennyiségű biológiailag aktív endogén vegyületet tartalmaz. Az általam mért TEAC és DPPH mérési eredményei összhangban van CRISTE és munkatársai (2020) eredményével, melyben a homoktövis bogyójának TEAC módszerrel mért antioxidáns kapacitására 2446-3625 mg TE/100 g-ot mértek, míg a DPPH értékek 3661 - 4225 mg DPPH/100 g közé estek. IVANISOVÁ munkatársai (2020) kutatásukban '*Leicora*' fajtájú homoktövis termékeket vizsgált, mely során acetonos extrahálást alkalmaztak és a homoktövis lé DPPH mérés eredményeként 753 mg DPPH/100 g-ot közöltek. A Magyar Agrár és Élettudományi Egyetemen végzett korábbi kutatásunk eredményei alapján az '*Askola*' fajtájú homoktövis bogyójában 186 mg GSE/100 g összes polifenol tartalmat mértünk (FICZEK et al., 2019), továbbá LI és munkatársainak (2021) kutatásában mért homoktövis bogyó összes polifenol tartalma 749-1423 mg GSE/100 g.

Fekete bodza törköly extraktumok oldószer elpárolgatása

A fekete bodza törköly extraktumainak oldószer elpárolgatása előtti és utáni, vízzel visszahígított mintáinak mérési eredményeit a 24. ábrán foglaltam össze.



24. ábra: Fekete bodza törköly extraktumok oldószer elpárolgatásának hatását az összes polifenol tartalom – TPC (A), FRAP (B), TEAC (C), DPPH (D) és összes monomer antocianin tartalom – TAC (E) eredményeire (az oszlopokon feltüntetett különböző kisbetűk a minták közötti szignifikáns differenciát (Games Howell) jelzik; $p \leq 0,05$)

Méréseim kiegészítéseként lemért TEAC eredmények 530-5600 mg TE/100 g közé estek, míg a DPPH értékek 840–9630 mg DPPH/100 g között mértem. Az eredmények statisztikai kiértékelése során kapott értékek a mellékletek fejezet M.19. táblázata tartalmazza.

Az összes mérés alapján az elpárologtatás után visszahígított mintákban szignifikánsan nagyobb a mérhető összes polifenol tartalom, mint a kiinduló extraktumokban. A FRAP és antocianin tartalom eredményeinél nem volt mérhető szignifikáns különbség az oldószerek hatékonysága között, de az összes polifenol tartalom és TEAC eredmények továbbra is azt igazolják, hogy az aceton eredményesebb az értékes komponensek kihozatala szempontjából. A DPPH mérési eredményei sem mutattak a kiinduló extraktumoknál szignifikáns különbséget, míg a kivonatoknál az eredetileg etanolos extraktumok kismértékben jobb kihozatalt értek el. Összességében elmondható, hogy a 20 és 40 (v/v)%-os oldószerek között továbbra sem látható szignifikáns különbség, így a továbbiakban a 20 (v/v)%-os acetont alkalmazom a további kísérlet sorozatban a kivonatok előállításához.

Kísérletem során a fekete bodza törkölyből kivont értékes komponensek mennyisége kiemelkedő. FERREIRA és munkatársai (2020) eredményeiben a fekete bodza bogyójában 820-956 mg GSE/100 g összes polifenol, valamint 510-701 mg AT/100 g antocianin tartalmat közöltek, GOMEZ MATTSON és munkatársai (2021) 487-654 mg GSE/100 g TPC, 267-366 mg ASE/100 g FRAP és 227-346 mg AT/100 g antocianin értéket mért a bogyókból előállított extraktumokban. KITRYTĚ és munkatársai (2020) vizsgálták a fekete bodza törkölyének frakcióit, mely során a törkölyből mért TPC és TEAC mérések eredménye hasonlóan az eredményeimhez 1470 mg GSE/100 g (TPC) és 6700 mg TE/100 g (TEAC). CATANĂ és munkatársai (2021) 50°C-on szárított fekete bodza törköly különböző szemcseméretre aprított mintáit vizsgálták, melyben 978-1468 mg GAE/100 g között mérték az összes polifenol tartalmát a mintáknak, míg a DPPH antioxidáns kapacitás mérési eredményeire 590 és 657 mg DPPH/100 g közötti értékeket kaptak.

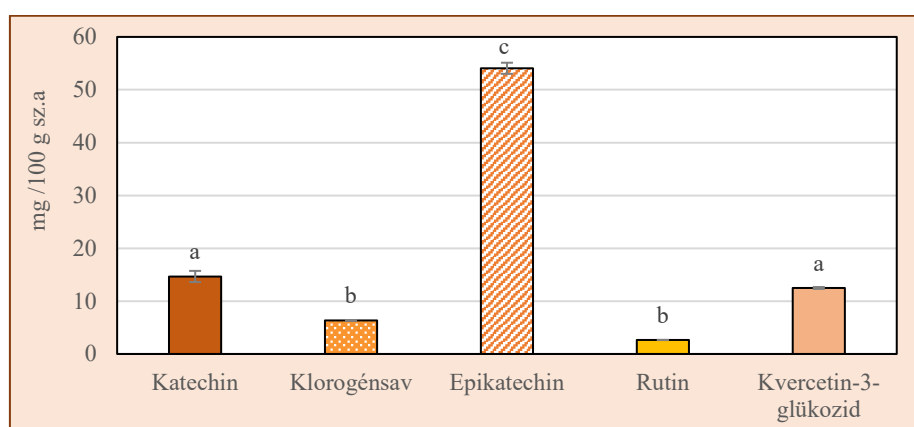
Összességében elmondható, hogy doktori kutatásom során a homoktövis és fekete bodza törköly kivonat TPC, FRAP, TEAC, DPPH és TAC mérési eredményei azt tükrözik, hogy a legjobbnak választott szárítási (A60) és extrahálási módszerek (Homoktövis törköly – 40 (v/v)% aceton, fekete bodza törköly – 20 (v/v)% aceton, 1:30 törköly : oldószer arány) alkalmazásával előállított törköly extraktum, illetve az oldószer elpárologtatását követően kapott törköly kivonat értékes komponens tartalma kiemelkedő, így további hasznosításra alkalmasak.

5.1.5. Főbb fenolos vegyületek azonosítása – HPLC/UV-VIS mérési eredmények

A törköly extraktumok polifenol profiljának vizsgálata során az adott minták 280 és 310 nm hullámhosszon mért HPLC-UV/VIS kromatogramját vettem fel, mely alapján öt polifenol komponenst azonosítottam minden mintában. A detektált komponensek közül, a katechin (15,654 percnél eluálódik), a klorogénsav (15,953 percnél eluálódik), az epikatechin (16,752 percnél eluálódik), a rutin (18,282 percnél elulódik) és a kvercetin-3-glükózid (18,842 percnél eluálódik) molekulákat sikerült azonosítanom, melyek a homoktövis (CHU et al., 2003; ECCLESTON et al., 2002; GEETHA et al., 2003; FU et al., 2005; NAZIR & BASHIR, 2017) és a fekete bodza (LEE & FINN, 2007; VEBERIC et al., 2009; DEL CARO & PIGA, 2008) növényekben is megtalálható polifenol komponensek. A továbbiakban külön-külön mutatom be a homoktövis és fekete bodza törköly extraktumaiban beazonosított polifenol komponensek mért mennyiségeit, összehasonlítva azokat a szakirodalmi adatokkal.

Homoktövis törköly extraktum polifenol komponenseinek mennyisége

A homoktövis törköly 60°C, atmoszférikus szárítóban (A60) szárított, majd 1:30 minta:oldószer arányban, 40 (v/v)% acetonnal kinyert extraktumaiban beazonosított polifenol komponensek mért mennyiségét tartalmazza a 25. ábra.



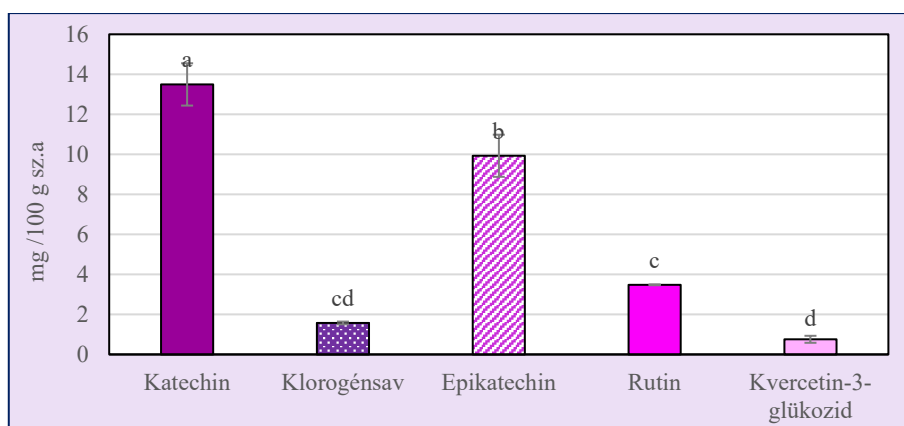
25. ábra: Homoktövis törköly extraktumok jellemző polifenol komponenseinek mennyisége (az oszlopokon feltüntetett különböző kisbetűk a minták közötti szignifikáns differenciát (Mann-Whitney) jelzik; $p \leq 0,05$)

A homoktövis törköly extraktumban (25. ábra) a vizsgált komponensek közül az epikatechin volt a legnagyobb mennyiségben mérhető (54 mg/100 g). A katechin és kvercetin-3-glükózid mennyisége hasonló értéket mutatott (15 és 13 mg/100 g), ezek érték el a második legnagyobb értéket a vizsgált komponensek között. Legkevesebb mennyiségben a klorogénsav és a rutin (6 mg/100 g és 3 mg/100 g) volt jelen a mintákban.

Eredményeim számos irodalmi adattal, köztük CHU és munkatársai (2003) eredményeivel összecseng, melyben a homoktövis bogyójában 43 mg/100 g epikatechin, 8 mg/100 g rutin és 5 mg/100 g kvercetin mennyiségről számoltak be, a homoktövis magjában pedig 18 mg/100 g katechin, 10 mg/100 g epikatechin és 5 mg/100 g rutin és 13 mg/100 g kvercetin mennyiséget mértek. BITTOVÁ és munkatársai (2014) a katechint, epikatechint és galluszsavat azonosították a homoktövis fő flavonoid komponenseként, leveléből 15-24 mg /100 g epikatechint, 3-17 mg/100g katechint és 1-3 mg/100 g kvercetin mennyiséget határoztak meg, valamint a homoktövis bogyójából 3-16 mg/100 g kvercetin mennyiséget, míg 0,2-0,7 mg/100 g rutin komponenst mutattak ki.

Fekete bodza törköly extraktum polifenol komponenseinek mennyisége

A fekete bodza törköly atmoszférikus szárítóban, 60°C hőmérsékleten (A60) szárított, majd 20 (v/v)% acetonnal 1:30 minta:oldószer aránnyal extrahált mintájában beazonosított polifenol komponensek mért mennyiségét tartalmazza a 26. ábra.



26. ábra: Fekete bodza törköly extraktumok jellemző polifenol komponenseinek mennyisége (az oszlopokon feltüntetett különböző kisbetűk a minták közötti szignifikáns differenciát (Mann-Whitney) jelzik; $p \leq 0,05$)

A fekete bodza törköly (26. ábra) HPLC-UV/VIS mérési eredményei alapján a katechin komponens tartalma a legnagyobb az extraktumnak (14 mg/100 g), a második legtöbb mennyiségben azonosított komponens az epikatechin (10 mg/100 g) volt. A legkisebb eredményt a kvercetin-3-glükózid vegyület mennyiségénél tapasztaltam (0,8 mg/100 g).

SENICA és munkatársai (2016) eredményeimhez közel azonos értékeket határoztak meg a fekete bodza levéből 23 mg/100 g epikatechin, 15 mg/100 g katechin, 6 mg/100 g klorogénsav, 1,7 mg/100 g kvercetin-3-glükózid, 0,2 mg/100 g rutin komponenst mutattak ki. Más kutatás, azonban a klorogénsav és rutin komponenst azonosította a fekete bodza bogyójának fő polifenol vegyületének (KAACK et al., 2008; NEVES et al., 2021; SENICA et al., 2016) Általam mért törköly extraktumban a katechin, epikatechin komponensek mennyiségéhez képest a rutin és

klorogénsav eredményei kisebbek. Ezek a komponensek feltételezhetően vagy a bodzalébe kerülnek a préselés során (RADVÁNYI et al., 2013), vagy a törköly szárítási eljárása során degradálódnak. ZORIĆ és munkatársai (2014) arról számoltak be, hogy a fenolos vegyületek, többek között a klorogénsav és rutin is hőkezelés hatására erőteljes degradációt szenved.

Összegezve a HPLC-UV/VIS eredményeket, a beazonosított polifenol komponensei közül a homoktövis törköly extraktumokban az epikatechin, míg a fekete bodza törköly extraktumban a katechin és epikatechin mennyisége volt a legnagyobb.

5.2. TÖRKÖLY KIVONATOK MIKROBA GÁTLÓ HATÁSÁNAK VIZSGÁLATA

A törköly kivonatok előállítását az előzőekben ismertetett általam kikísérletezett legjobb kihozatalt eredményező eljárásokkal állítottam elő, melyek antimikrobás gátló hatását agarlyukdiffúziós módszerrel vizsgáltam. A törköly extraktumokból az oldószerek elpárologtatását követő visszahígítás során különböző töménységűre hígított kivonatok előállítását végeztem el (1x-esen, 2,5x-esen és 5x-ösen besűrített kivonatok), melyek összes polifenol tartalmát és vasredukáló képességen alapuló antioxidáns kapacitását, valamint fekete bodza törköly kivonatok esetében azok antocianin tartalmát is mértem.

5.2.1. Törköly kivonatok beltartalmi vizsgálatai

A 11. táblázatban mutatom be a homoktövis törköly kivonatok összes polifenol és FRAP mérés eredményeit, melyeket az előző eredményektől eltérve a törköly kivonatokra vonatkoztatva adom meg: mg/100 ml kivonat mértékegységben.

11. táblázat: Homoktövis törköly kivonatok összes polifenol és FRAP mérésének átlag és szórás értékei (az oszlopokon feltüntetett különböző kisbetűk a minták közötti szignifikáns differenciát (Mann-Whitney) jelzik; $p \leq 0,05$)

	HT-1	HT-2,5	HT-5
Összes polifenol tartalom mg GSE/100 ml	$57 \pm 1_a$	$98 \pm 2,2_b$	$122 \pm 2,2_c$
FRAP mg ASE/100 ml	$107 \pm 1,4_a$	$253 \pm 1,9_b$	$406 \pm 5,8_c$
	BT-1	BT-2,5	BT-5
Összes polifenol tartalom mg GSE/100 ml	$38 \pm 1,6_a$	$82 \pm 7,5_b$	$179 \pm 14,6_c$
FRAP mg ASE/100 ml	$67 \pm 4,4_a$	$118 \pm 11,2_b$	$358 \pm 17,4_c$
Antocianin tartalom mg AT/100 ml	$90 \pm 7,1_a$	$228 \pm 4,9_b$	$443 \pm 3,4_c$

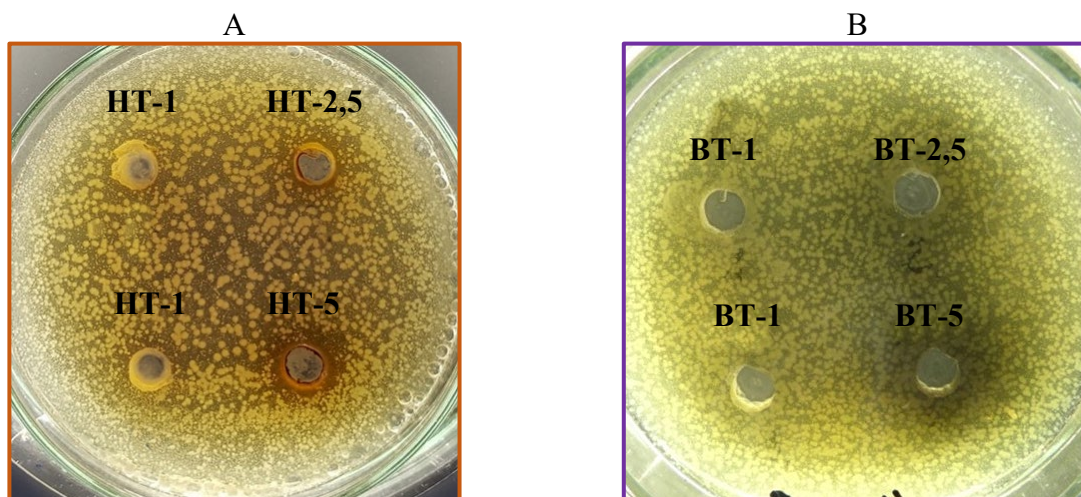
Látható, a vártak megfelelően, minél töményebb a minta, vagyis, minél kevesebb mennyiségű víz hozzáadásával történt a visszahígítása a mintáknak az oldószer elpárologtatását követően, annál nagyobb az összes polifenol tartalma, antioxidáns kapacitás értéke és antocianin tartalma. Az adatok között szignifikáns különbség mérhető (mellékletek M.20. táblázat). Az összes polifenol tartalom ($r_{\text{homoktövis}}=0,956$; $r_{\text{bodza}}=0,998$) antioxidáns kapacitás ($r_{\text{homoktövis}}=0,991$; $r_{\text{bodza}}=0,977$) és az antocianin tartalom ($r_{\text{bodza}}=0,9998$) eredményei szorosan korrelálnak a kivonatok koncentrációjával 95%-os konfidenciaszinten vizsgálva.

5.2.2. Törköly kivonatok mikroba gátló hatásának vizsgálati eredményei

A továbbiakban az agarlyukdiffúziós eredményeket mutatom be, melyeket a steril lyukakból a beoltott táptalajba diffundált minták által kialakult mikroba mentes terület, az úgynevezett feltisztulási zónák mérete jellemez.

Escherichia coli baktériummal szemben vizsgált mikroba gátló hatás eredményei

A homoktövis és fekete bodza *Escherichia coli* baktériummal szemben vizsgált gátló hatását a 27. ábrán látható.



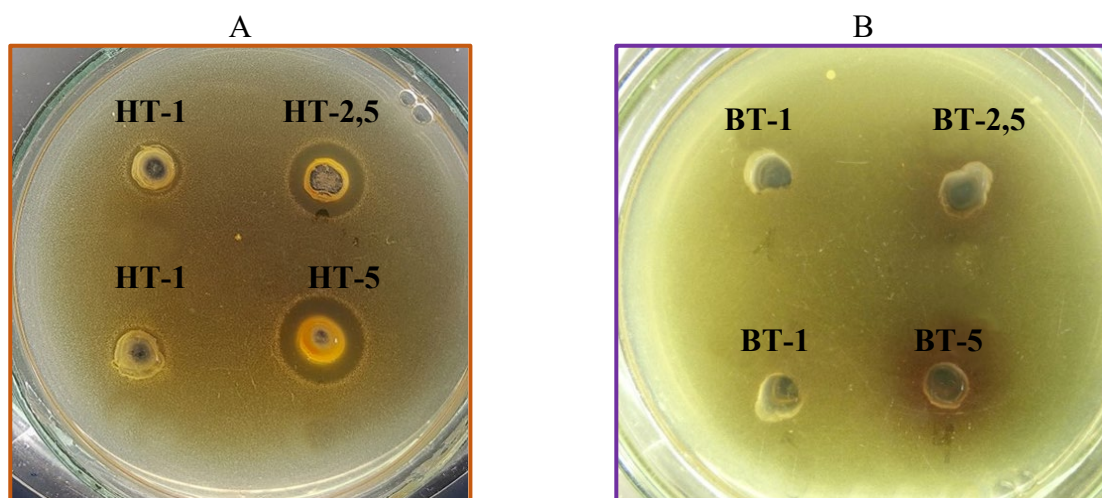
27. ábra: Homoktövis (A) és fekete bodza (B) törköly kivonatok agarlyuk diffúziós vizsgálata *E.coli* baktériummal szemben

A **homoktövis törköly** HT-1 kivonata, amely a legkisebb töménységű minta nem mutatott feltisztulási zónát a beoltott táptalajban, azonban a kivonat hatására a mintatartó lyukak körül jelentkező *E.coli* baktérium telepek jóval kisebb méretűek voltak, így enyhe gátlást már ez a minta is mutatott. A 2,5-szeres töménységű törköly kivonat (HT-2,5) esetében már $9,5 \pm 0,7$ mm átmérőjű feltisztulási zónákat mértem, míg a HT-5 kivonat esetében $12 \pm 0,2$ mm a zónák mérete. PUUPPONEN-PIMIA és munkatársai (2001) vizsgálatainak eredménye is arra utalnak, hogy a homoktövis bogyó kivonata gátolja az *E.coli* baktériumtörzset, ARORA és munkatársai (2012) vizsgálatukban $10 \pm 1,0$ mm feltisztulási zónát tapasztaltak a homoktövis törköly vizes kivonatának vizsgálatánál.

A **fekete bodza törköly** kivonatok nem okoztak feltisztulási zónákat a vizsgálataim során az *E.coli* baktérium törzsszel szemben, mely összefügg RADVÁNYI (2013) vizsgálati eredményeivel, mely során a vizes és etanolos törköly kivonatok sem okoztak mérhető gátló hatást. Több kutatásban publikáltak arról, hogy a fekete bodza bogyóból előállított kivonatokkal szemben az *E.coli* érzékenységet mutat (ANGYAL et al, 2018; COMAN et al., 2017; MOHAMMADSADEGHI et al., 2013; WERLEIN et al., 2005).

Listeria innocua baktériummal szemben vizsgált mikroba gátló hatás eredményei

A *Listeria innocua* baktérium gátlásának agarlyukdiffúziós vizsgálatának eredményei láthatóak a következő (28. ábra) ábrán.



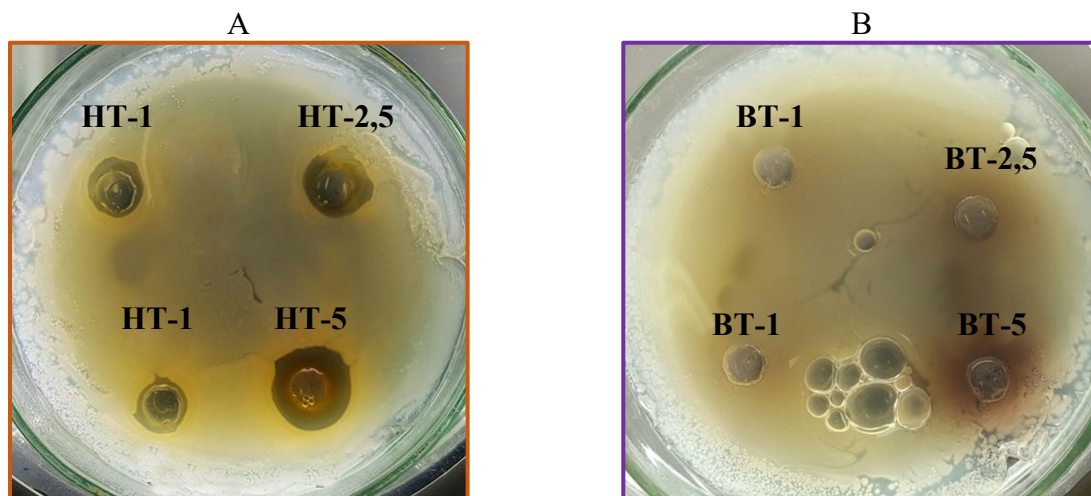
28. ábra: Homoktövis (A) és fekete bodza (B) törköly kivonatok agarlyuk diffúziós vizsgálata *L. innocua* baktériummal szemben

A **homoktövis törköly** vizsgálataim esetében az egyik legnagyobb gátló hatást a *L.innocua* baktériummal szemben tapasztaltam. A feltisztulási zóna HT-1 esetében $8,9 \pm 0,3$ mm, a HT-2,5 esetében $13,3 \pm 1,1$ mm, míg a legtöményebb minta (HT-5) esetében $14,8 \pm 0,4$ mm volt. ARORA és munkatársai (2012) vizsgálták a *L. monocytogenes* törzs homoktövis törköly mintákkal szembeni érzékenységét, melyek vizes és metanolos oldatának hatására nem mértek gátló hatást, azonban a homoktövis magjából készített metanolos kivonat már mérhető feltisztulási zónát eredményezett a mérések során, mag kivonat esetében $16,3 \pm 0,6$ mm feltisztulási zónát mértek, melyből feltételezhető, hogy a *Listeria* baktériumot gátló komponensek a homoktövis magjában halmozódnak fel.

A **fekete bodza törköly** kivonatok vizsgálatánál nem tapasztaltam feltisztulási zónát a *L.innocua* törzssel beoltott táptalajon, mellyel megegyező eredményt ért el RADVÁNYI és munkatársai (2013) is kutatásuk során, ahol *L.monocytogenes* törzsek gátlását vizsgálták. A vízzel visszaoldott, elpárologtatott etanolos oldószerrel készült mintái nem okoztak felisztulási zónát. COMAN és munkatársai (2017) azonban enyhe gátlásról számoltak be a fekete bodza gyümölcséből előállított kivonatok esetében. A fekete bodza bogyó agarlyukdiffúziós vizsgálatának eredményeit közölték ANGYAL és munkatársai (2018) kutatásukban, melyben a *L.innocua* törzsnél 16,2 mm feltisztulási zónát mértek.

Lactobacillus sakei baktériummal szemben vizsgált mikroba gátló hatás eredményei

A *Lactobacillus sakei* tejsavbaktériummal szemben vizsgált gátló hatás eredményét a 29. ábrán szemléltetik.



29. ábra: Homoktövis (A) és fekete bodza (B) törköly kivonatok agarlyuk diffúziós vizsgálata *L. sakei* baktériummal szemben

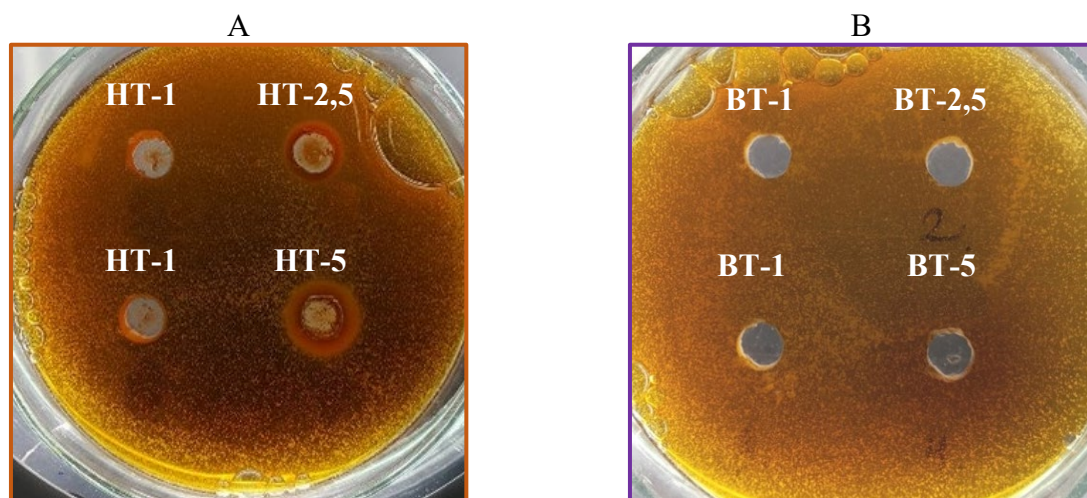
A *L.sakeivel* szemben a **homoktövis törköly**nek erős gátló hatását jelzik az agarlyukdiffúziós mérési módszer eredményei. A legkisebb töménységű minta esetében is $9,4 \pm 0,8$ mm-es feltisztulási zóna mérhető, míg a 2,5-szeres töménységű kivonat (HT-2,5) $12,3 \pm 0,4$ mm, a legtöményebb, 5-szörös töménységű homoktövis törköly kivonat pedig (HT-5) $14,3 \pm 0,4$ mm feltisztulási zónát eredményezett.

A **fekete bodza törköly** esetében az *L.sakei* törzzsel szemben sem tapasztaltam gátló hatást.

A szakirodalomban *L.sakei* tejsavbaktériummal szembeni gátló hatás vizsgálat nem található homoktövis és fekete bodza gyümölcsök esetében sem.

Lactobacillus plantarum baktériummal szemben vizsgált mikroba gátló hatás eredményei

A *Lactobacillus plantarum* tejsavbaktériummal szemben vizsgált gátló hatás vizsgálatának eredményeit a 30. ábra mutatja be.

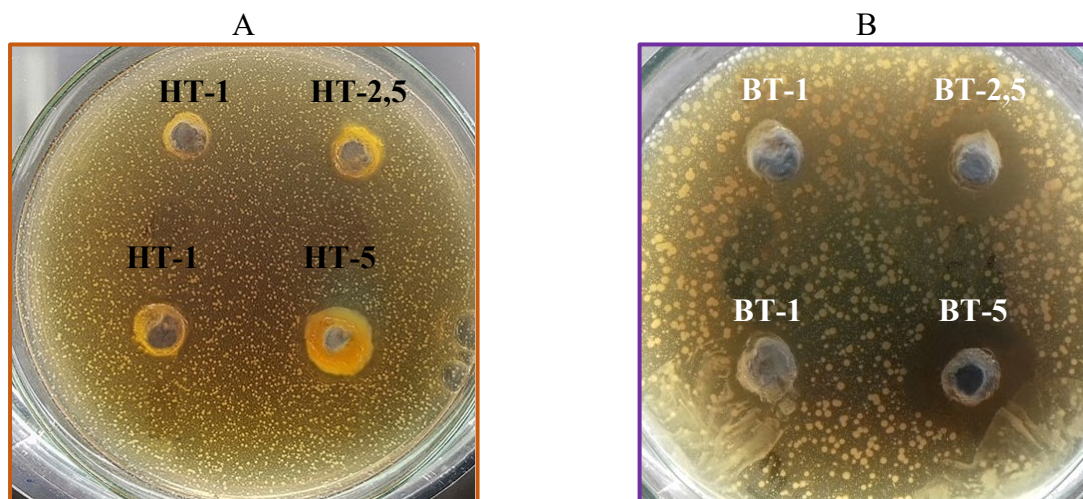


30. ábra: Homoktövis (A) és fekete bodza (B) törköly kivonatok agarlyuk diffúziós vizsgálata *Lactobacillus plantarum* élesztőgombával szemben

Sem a homoktövis, sem a fekete bodza törköly esetében nem tapasztaltam gátló hatást a *L. plantarium* baktériummal szemben. A homoktövis törköly kivonatoknál a táptalajon kialakult ugyan egy sárgás elszíneződés a mintatartó lyukak körül, melynek méretének változása egybe esik a törköly koncentráció változásával, azonban ezeken az elszíneződött felületeken is szemmel jól láthatóak voltak a mikrobasejtek. Az elszíneződések feltételezhetően a homoktövis törköly kivonatok sárgás színanyagának hatására alakultak ki.

***Alicyclobacillus acidoterrestris* baktériummal szemben vizsgált mikroba gátló hatás eredményei**

Az *Alicyclobacillus acidoterrestris* baktériummal szemben vizsgált gátló hatást a következő 31. ábrával mutatom be. Az *A.acidoterrestris* baktérium egy acidofil (savtűrő), stressztűrő, valamint hőrezisztens spórákat képző baktérium, mely komoly gondot okoz a gyümölcslelégyártás során, mivel optimális szaporodási feltételei biztosítottak a gyümölcslelégyártás során, továbbá elszaporodása szemmel nem látható, így a detektálása is körülményes (SPINELLI, 2009).

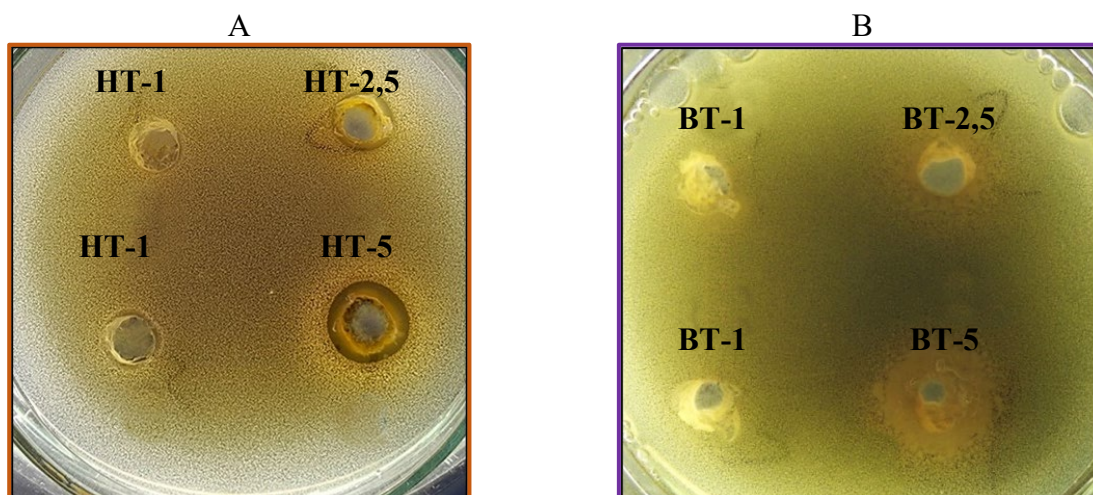


31. ábra: Homoktövis (A) és fekete bodza (B) törköly kivonatok agarlyuk diffúziós vizsgálata *Alicyclobacillus acidoterrestris* baktériummal szemben

Mind a **homoktövis**, mind pedig a **fekete bodza törköly** vizsgálatánál nagymértékű gátlást tapasztaltam az *A.acidoterrestris* baktériummal szemben. Agarlyukdiffúziós kísérletem során a legnagyobb gátló hatást a fekete bodza törköly kivonatok váltották ki az *A.acidoterrestris* baktériummal szemben. A legtöményebb kivonat $18,8 \pm 0,4$ mm-es feltisztulási zónát eredményezett, de a BT-2,5 minta is $16,0 \pm 0,7$ mm, a leghígabb bodza törköly kivonat pedig $11,8 \pm 0,6$ mm-es feltisztulási zónát okozott. A homoktövis törköly kivonatok esetében is erőteljes gátló hatást tapasztaltam. Ugyan ebben az esetben is elszíneződés látható a homoktövis törköly színanyagainak köszönhetően, de a mintatartó lyukak körül kialakult egy jól körülhatárolt mikrobamentes terület is, mely feltisztulási zóna mértéke HT-1 mintánál $8,1 \pm 0,3$ mm, HT-2,5 mintánál $9,3 \pm 0,4$ mm, míg HT-5 mintánál $11,5 \pm 0,7$ mm gátlási területet eredményezett. A vizsgált homoktövis és fekete bodza gyümölcs *A.acidoterrestris* mikrobagátló hatásáról nem található szakirodalmi példa.

Saccharomices cerevisiae élesztővel szemben vizsgált mikroba gátló hatás eredményei

A homoktövis és fekete bodza törköly *Saccharomices cerevisiae* élesztőgombával szemben vizsgált gátló hatását a következő 32. ábrával mutatom be.

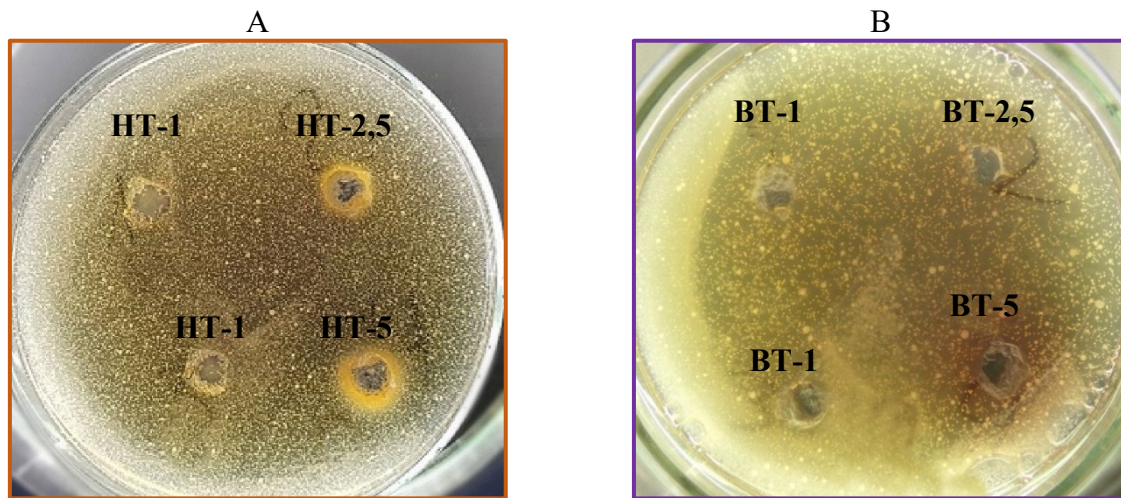


32. ábra: Homoktövis (A) és fekete bodza (B) törköly kivonatok agarlyuk diffúziós vizsgálata *Saccharomyces cerevisiae* élesztővel szemben

A vizsgálatba bevont gyümölcsök között igen eltérő jelenség mutatkozott a *S.cerevisiae* élesztővel szemben vizsgált agarlyukdiffúziós vizsgálat során. Míg a homoktövis törköly kivonatok gátló hatást mutattak (HT-1: $8,5 \pm 0,6$ mm, HT-2,5: $9,8 \pm 0,4$ mm, HT-5: $12,8 \pm 0,4$ mm), addig a fekete bodza törköly kivonatok hatására inkább szaporodást stimuláló hatásról számolhatok be. A mintatartó lyukak körül bediffundált törköly kivonatok hatására nagyobb mértékű szaporodás volt felfedezhető, melynek mértéke követi a bodza törköly kivonatok töménységének változását. WERLEIM és munkatársai (2005) kutatásukban szintén nem mutattak ki gátló hatást a *S.cerevisiae* élesztővel szemben fekete bodza törköly alkalmazásával, csakúgy, mint RADVÁNYI és munkatársai (2013) sem.

Zygosaccharomyces bailii élesztővel szemben vizsgált mikroba gátló hatás eredményei

A *Zygosaccharomyces bailii* élesztőgombával szemben vizsgált agarlyukdiffúziós vizsgálatok eredményeit tükrözi a 33. ábra.

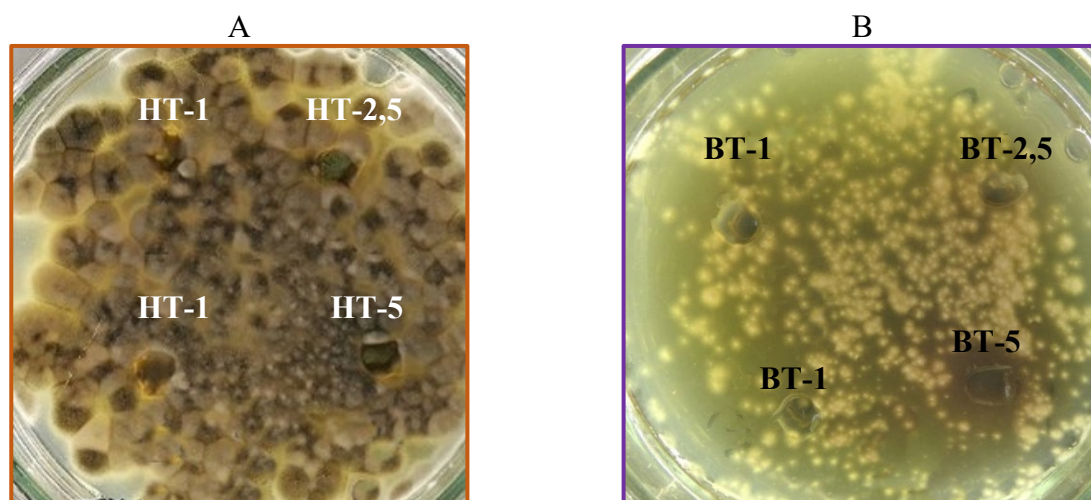


33. ábra: Homoktövis (A) és fekete bodza (B) törköly kivonatok agarlyuk diffúziós vizsgálata *Zygosaccharomyces bailii* élesztőgombával szemben

A *Z.bailii* esetében egyik vizsgált mintám sem okozott feltisztulási zónát, nem befolyásolta a szaporodásukat a táptalajba diffundált homoktövis vagy a fekete bodza törköly kivonatok. A homoktövis törköly színanyagai ebben az esetben is megszínezték a lyukak körüli területet, de ugyanúgy megtalálhatóak benne a mikrobasejtek, így nem nevezhetők feltisztulási zónának.

Penicillium expansum penészgombával szemben vizsgált antimikrobás hatás

A *Penicillium expansum* mikroorganizmus, a karcinogén enterotoxinjáról (patulin) ismert gyakori élelmiszermérgezést okozó penészgomba agarlyukdiffúziós vizsgálatának eredményeit a 34. ábra szemlélteti.



34. ábra: Homoktövis (A) és fekete bodza (B) törköly kivonatok agarlyuk diffúziós vizsgálata *Penicillium expansum* penészgombával szemben

A **homoktövis törköly** esetében egyáltalán nem tapasztaltam gátló hatást a *P.expansummal* szemben, míg a **fekete bodza törköly** vizsgálata során a legteljesebb törköly kivonatnál (HT-5) $12,8 \pm 1,1$ mm-es feltisztulási zóna keletkezett, azonban a HT-1 és HT-2,5 kivonatok hatására nem alakult ki gátlást mutató feltisztulási zóna. Homoktövis extraktummal végeztek vizsgálatokat MIHALCEA és munkatársai (2017), melyben kimutatták a *P.expansummal* szembeni gátló hatását. A fekete bodzával kapcsolatos *P.expansum* penészgombával szemben azonban, antimikrobás mérés nem szerepel eddig a szakirodalomban.

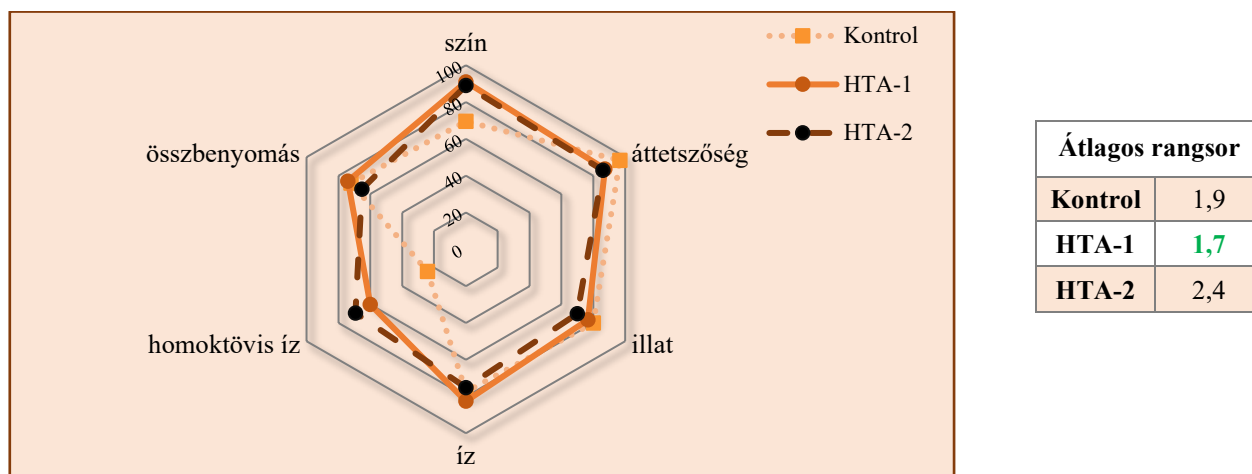
Összegezve az antimikrobás mérési eredményeket, elmondható, hogy a homoktövis törköly kivonatok az *E.coli*, *L.innocua*, *L.sakei*, *A.acidoterrestris* baktériummal, valamint a *S.cerevisiae* élesztővel szemben gátló hatással rendelkezik, míg a fekete bodza törköly kivonatok az *A.acidoterrestris* baktérium és *P.expansum* penészgomba szaporodását gátolta a vizsgált mikroorganizmusok közül.

5.3. TÖRKÖLY KIVONATTAL DÚSÍTOTT ALMALEVEK VIZSGÁLATI EREDMÉNYEI

A bíztható antimikrobás mérési eredményekre alapozva, a homoktövis és fekete bodza törköly kivonatokat almalé előállításához használtam fel. A kontrol almalevet és a kétféle koncentrációban törköly kivonattal dúsított almaleveket érzékszervi bírálatnak vetettem alá, illetve 8 héten keresztül tároltam és 2 hetente mintát vettem pH, polifenol tartalom, FRAP és antocianin tartalom méréseket végezve. A kezdeti és a 8. héten vett mintákból polifenol komponensek HPLC detektálását, valamint összcsíraszám és penész- élesztőszám meghatározást is végeztem.

5.3.1. Törköly kivonattal dúsított almalé minták érzékszervi vizsgálatának eredményei

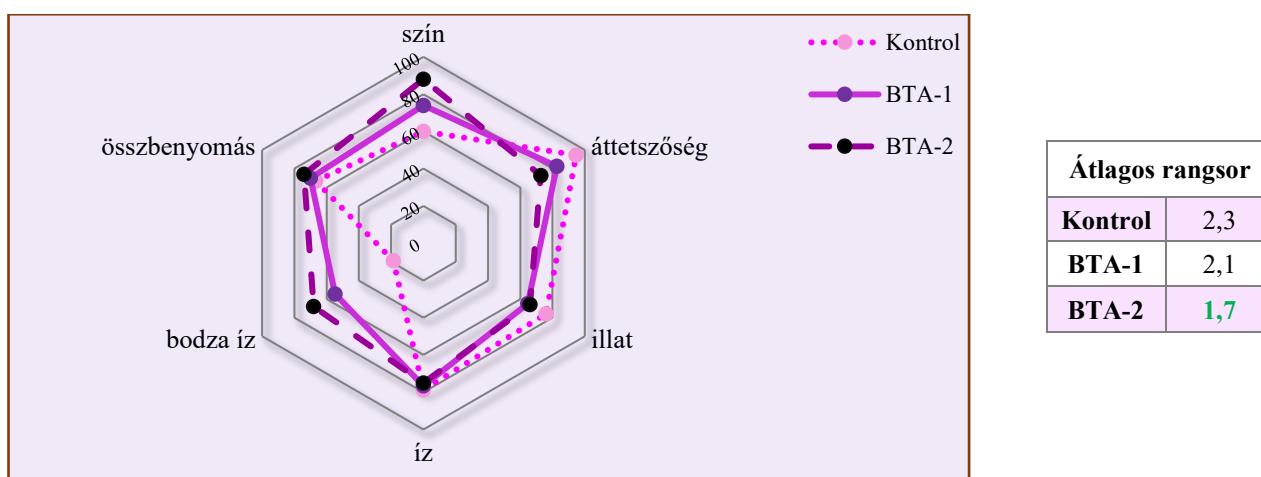
Kísérletem során az objektív vizsgálatok mellett az emberi szubjektív érzékelést is szerettem volna vizsgálni, melyben a fogyasztók kedveltségét kívántam felmérni a törköly kivonatokkal dúsított almalé mintáim iránt. A homoktövis és fekete bodza törköly kivonatokkal dúsított almaleveket külön bírálaton hasonlíthatták össze a kontrol 100%-os almalé mintákkal, melyeket a 35-36. ábrákon mutatok be. Az eredményekhez tartozó statisztikai elemzést a mellékletek (M.21-22. táblázatok tartalmazzák).



35. ábra: A homoktövis törköly kivonattal dúsított almalevek érzékszervi minősítésének eredményei

A **homoktövis törköly** kivonattal dúsított almalevek (35. ábra) **színe** szignifikánsan nagyobb pontot kapott a bírálatok során, mint a kontrol, 100%-os almalé minta, melyből arra lehet következtetni, hogy a homoktövis törköly kivonat színanyagai előnyösen befolyásolták a termékek színét. Az **áttetszőséget** vizsgálva a kontrol almalé minta elkülönült a HTA-1 és HTA-2 mintára adott értékektől, ami annak köszönhető, hogy a kontrol almalé mintának világosabb színe volt, mely az áttetszőséget is megkönnyítette. Az **illat és íz** értékelése során a bírálók a HTA-2 mintának ítélték a legkevesebb pontszámot, azonban az illatra adott pontszámok között nem volt mérhető szignifikáns különbség. A **homoktövis jellegzetes ízének** sajátosságát helyesen érzékelték a bírálók, hiszen látható, hogy az almalé mintánál kis pontszámmal jellemezték a homoktövis íz

faktort, míg a HTA-1 és HTA-2 mintáknál homoktövis törköly kivonat arányának megfelelően a HTA-1 minta kapta a közepes, míg a HTA-2 minta a legnagyobb értéket a homoktövis íz értékelésénél, mely értékek szignifikáns különbséget mutatnak. Az **összbenyomás** értékelésére adott pontszámok és **kedveltségi rangsor** alapján a bírálók többsége a legkedveltebb mintának a HTA-1 mintát választotta, a legkevésbé kedvelt mintának pedig a HTA-2 mintát adták meg. A bírálók azzal indokolták a választásukat, hogy a HTA-2 mintát a savanyú íz jellemezte, mely már rontotta a termék élvezeti értékét, azonban az enyhébb fanyar ízt kölcsönző kisebb koncentrációban alkalmazott homoktövis törköly kivonat (HTA-1-es mintában), javította a 100%-os almalé ízvilágát.



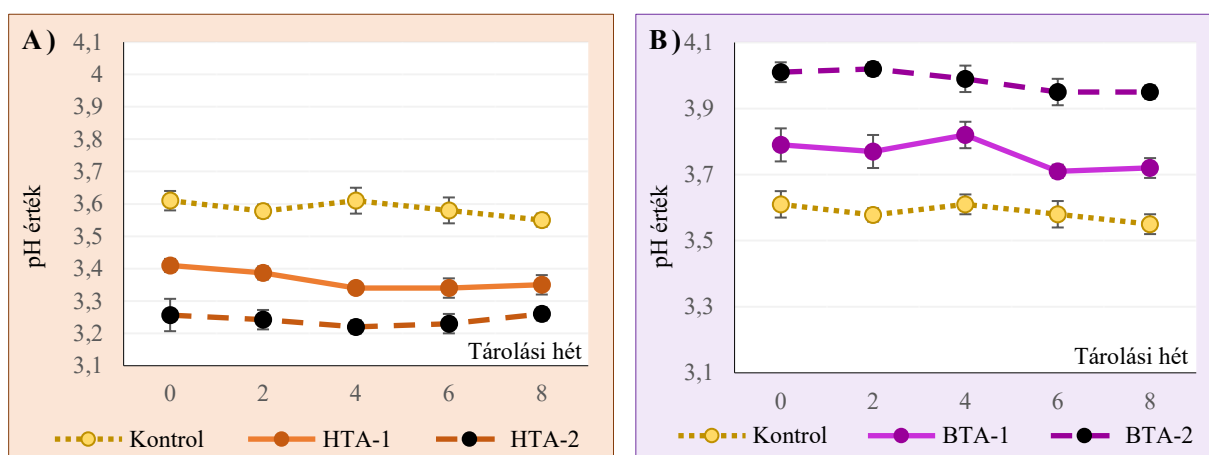
36. ábra: A fekete bodza törköly kivonattal dúsított almalevek érzékszervi minősítésének eredményei

A **fekete bodza törköly** kivonattal dúsított almalevek (36. ábra) esetében érdemes kiemelni, hogy a törköly kivonatok jellegzetes pirosas **színt** kölcsönöztek a mintáknak, mely az érzékszervi bírálat során is szignifikáns különbséget okoztak az értékek között. A minták **áttetszőségét** is befolyásolta a fekete bodza jellegzetes színezőereje, hiszen minél több törköly kivonat volt a mintákban, annál sötétebb pirosas szín jellemezte azokat, mely korlátozta az áttetszőségét is. Ennek megfelelően a legáttetszőbb minta a kontrol almalé volt, míg a legkevésbé áttetszőnek a HTA-2-es mintát értékelték a bírálók. A minták **illatának** eredményei azt mutatják, hogy a kontrol minta jellegzetes alma illata kedveltebb volt a bírálók körében, mint a dúsított almalevek illata, azonban szignifikánsan nem különböznek a minták egymástól, csakúgy, mint az **íz** jellemzésére adott átlagpontok sem mutattak különbséget egymástól. A **fekete bodza íz** jellemzésére adott pontszámok megfelelnek a törköly kivonat arányának, a legkevésbé a kontrol mintában, míg a leginkább a HTA-2 mintában érzékelték a bodza ízt. **Összebenyomás** értékelésénél, illetve a **kedveltségi rangsor** eredmények alapján is látható, hogy a három minta közül a legkedveltebbnek a BTA-2 mintát választották, míg a 100%-os almalé mintát helyezték a 3. helyre a listában.

A homoktövis és fekete bodza törköly érzékszervi minősítésének eredményei, valamint a bírálók elmondásai alapján azt állíthatom, hogy a törköly kivonattal történő dúsítás kellemes ízt és kinézetet kölcsönzött az almaleveknek, melyek elnyerték a bírálók tetszését. A **homoktövis törköly** kivonat erőteljesebb savanykás íze azonban nagyobb mennyiségben alkalmazva (HTA-2) már zavaró, de kisebb mennyiségben (HTA-1) jobb eredményeket ért el a minősítésen, mint a normál almalé. **Fekete bodza törköly** kivonattal dúsított almalevek közül pedig a BTA-2 mintát rangsorolták az első helyre.

5.3.2. Az almalé minták pH értékének változása a tárolási időtartam alatt

A törköly kivonatokkal dúsított almalevek, valamint a kontrollként vizsgált 100%-os almalé pH mérésének eredményei a 37. ábrán láthatóak.



37. ábra: Homoktövis (A) és fekete bodza (B) törköly kivonatokkal dúsított almalevek pH mérésének eredményei a tárolási időtartam alatt

A kontrol almalé kezdeti pH eredményei 3,6, mely a tárolás során szignifikáns mértékű változást nem mutatott. A homoktövis törköly kivonat alacsonyabb pH értékének köszönhetően a **homoktövis törköly** kivonatokkal dúsított almalevek pH értéke alacsonyabbak, HTA-1 minta esetében a kezdeti pH érték 3,4 pH, míg a HTA-2 minta esetében 3,3 volt, melyek változása a 8 hetes tárolás során nem szignifikánsak.

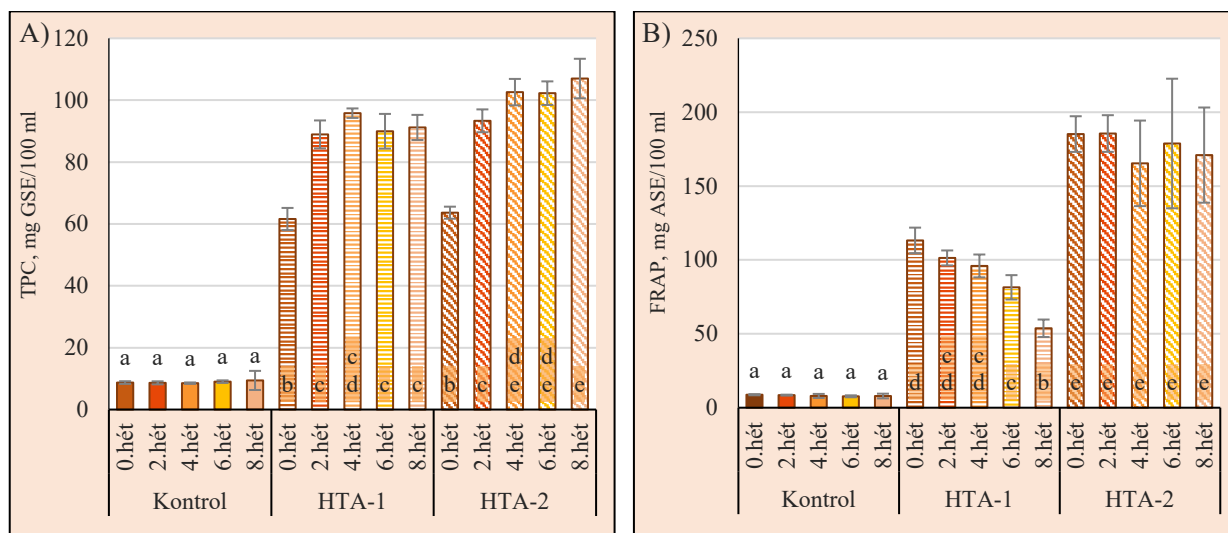
A **bodza törköly extraktum** pH értéke valamelyest magasabb a kontrol almalé pH-jánál, így a BTA minták pH értéke is nagyobb volt, a kontrol almalé pH értékétől (3,6). A BTA-1 minta esetében 3,8 pH értéket mértem a 0. napon, míg a BTA-2 minta esetében 4 pH volt a kezdeti érték. Tárolás során szignifikáns változást nem tapasztaltam a minták pH érték változásában.

Összességében elmondható, hogy a tárolás során az almalevek pH értéke nem változik, állandó marad.

5.3.3. Homoktövis törköly kivonattal dúsított almalevek beltartalmi és mikrobiológiai eredményeinek változása a tárolási időtartam alatt

Homoktövis törköly kivonattal dúsított almalevek spektrofotometriai mérési eredményei

Az almalé mintáim beltartalmi méréseinek eredményeit mg/100 ml almalé mértékegységben kifejezve ábrázoltam a 38. ábrán.



38. ábra: A kontrol és a homoktövis törköly kivonattal dúsított almalé minták TPC (A) és FRAP értéke (B) (az oszlopokon feltüntetett különböző kisbetűk a minták közötti szignifikáns differenciát (Tuckey) jelzik; $p \leq 0,05$)

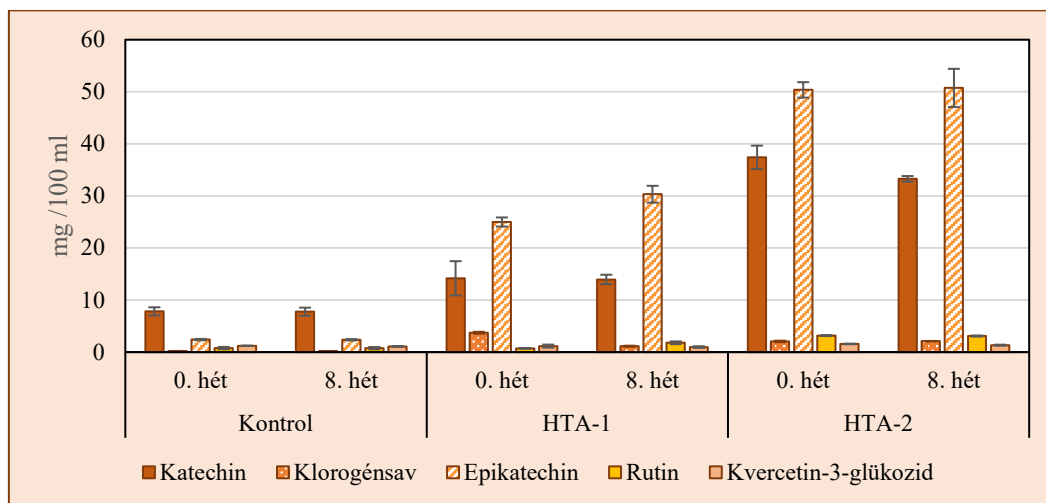
Látható, hogy mind az összes polifenol tartalom (62-107 mg GSE/100 ml), mind pedig a FRAP (54-186 mg ASE/100 ml) mérési eredményeim esetében a kontrol almalé minták (9-10 mg GSE/100 ml és 8-9 mg ASE/100 ml) eredményei szignifikánsan kisebbek a homoktövis törköly kivonattal dúsított mintáimtól. A tárolás során a HTA-1 mintáknál a polifenol értékeknél 44,38 %-os szignifikáns növekedést ($p=1 \cdot 10^{-8}$) tapasztaltam 2. heti mintavételre, mely a további tárolás során már nem változott szignifikánsan. A HTA-2 minta esetében a növekedés folyamatos volt, a 8. heti minta 68 %-kal nagyobb ($p=3,6 \cdot 10^{-8}$), mint a kezdeti HTA-2 minta. Számos publikáció tesz említést a polifenol tartalom növekedésének hátteréről, melyet a potenciális polifenol-mátrix komplexekből származó fenolok fokozott felszabadulása és a nem enzimatis barnulási reakciókból származó termékek képződése okozhat. Ezek a komponensek a Folin-reagenssel reagálva az összes fenol tartalom növekedését okozhatják (KLIMCZAK et al., 2007; MAIER et al., 2009; MOLDOVAN & DAVID, 2020; SADILOVA et al., 2009; SPANOS & WROSTAD, 1990).

A FRAP értékek a HTA-1 almalé minta esetében szignifikáns mértékben csökkentek, a tárolás végére 53 %-kal csökkent ($p=6 \cdot 10^{-10}$) a mért antioxidáns kapacitás. A HTA-2 almalé minta esetében is enyhe csökkenés látható, de a csökkenés mértéke nem okozott szignifikáns változást a

8 hetes tárolás során. A HTA-1 és a HTA-2 minta között szignifikáns különbség mérhető ($p=7 \cdot 10^{-9}$), 64 %-kal nagyobb a mért FRAP értéke a HTA-2 mintának, mint a HTA-1 mintának.

Homoktövis törköly kivonattal dúsított almalevek polifenol komponenseinek eredményei

A 39. ábrán látható a homoktövis törköly kivonattal dúsított almale minták polifenol komponenseinek mennyiségi eredményei mg/100 ml almale mértékegységben kifejezve.



39. ábra: A kontrol almale és a homoktövis törköly kivonattal dúsított almalevek polifenol komponenseinek HPLC-UV/VIS mérési eredményei

A kontrollként mért almale mintáim legtöbb mennyiségben katechin komponenst tartalmaztak (8 mg/100 ml), a dúsított almalevekben azonban a legnagyobb értékeket az epikatechin mutatta, mely HTA-1 esetében 25 mg/100 ml, HTA-2 mintánál pedig 50 mg/100 ml közötti értékeket mértem. Jól látható, hogy a dúsított almale mintáim polifenol komponensei közül a katechin, a klorogénsav, az epikatechin többszörösen, a rutin komponens kisebb mértékben, de ugyanúgy nagyobb mennyiségben van jelen a HTA-1 és a HTA-2 mintákban, mint a kontrol almaleben. A homoktövis törköly extraktumban legnagyobb mennyiségben az epikatechin és katechin komponenst azonosítottam be, melyeket almale mintákhoz felhasználva HTA-1 mintám esetében duplájára, míg HTA-2 mintám esetében négyszeresére emelte meg a katechin, valamint tíz (HTA-1) és húszszorosára (HTA-2) az epikatechin komponens mennyiségét a dúsított almalevekben. A 8 hetes tárolás alatt a klorogénsav kivételével minden komponens stabil maradt. A klorogénsav a HTA-1 mintában bomlott el a tárolás során, közel 30%-a maradt csak a mintában a 8. hét végére.

A MATE Gyümölcs- és Zöldségfeldolgozás Technológiai Tanszékén végzett kutatásunk során (RENTSENDAAVAA et al., 2021) a nyers homoktövislé értékes endogén hatású vegyületeinek stabilitását vizsgáltuk 14 hetes tárolás során, melyben a kvercetin és rutin mennyiségi meghatározását is elvégeztük. Eredményeinkben a kvercetin 6,4 mg/100 ml, a rutin pedig

2,04 mg/100 ml eredményt detektáltuk, melyek számottevően nem változtak a tárolás alatt (kvercetin_{14.hét} = 5,63 mg/100 ml, rutin_{14.hét} = 1,02 mg/100 ml).

Homoktövis törköly kivonattal dúsított almalevek mikrobiológiai mérési eredményei

A 0. és 8. heti mintavételi időpontban vett almalé mintáim összes élő mikrobaszámának és penész-élesztő számának eredményeit a 12. táblázat foglalja össze.

12. táblázat: A kontrol almalé és a homoktövis törköly kivonattal dúsított almalevek mikrobiológiai vizsgálatának eredményei telepképző egység (tke)/100 µl minta mértékegységben kifejezve.

<i>tke/100 µl</i>	Összes élő mikrobaszám		Penész- és élesztőszám	
	<i>0. hét</i>	<i>8. hét</i>	<i>0. hét</i>	<i>8. hét</i>
Kontrol	0	48 ± 2,	0	6 ± 2
HTA-1	0	40 ± 1	0	5 ± 1
HTA-2	0	3 ± 1	0	1 ± 1

Látható, hogy a kontrol almalé mintám esetében mind az összcsíraszám, mind pedig a penész élesztőszám nőtt, azonban a dúsított almaleveknél a növekedés mértéke kisebb volt. A tárolási idő alatt a homoktövis törköly kivonatok gátolták az almalevekben a mikroorganizmusok szaporodását, beleértve a baktériumokat, penészeket és élesztőket. A víz:homoktövis törköly kivonat 1:1 arányú keverékével előállított almalé mintám (HTA-1) esetében a homoktövis törköly kivonatnak csak kis mértékű mikrobaszám csökkenést sikerült elérnie. A kontrol mintámhoz képest 13 %-kal kevesebb összes mikrobaszámot és 6 %-kal kevesebb penész és élesztő számot számoltam le a tárolási kísérlet végén, azonban a 100 %-ban homoktövis törkölyvel előállított almalé mintám (HTA-2) esetében a homoktövis törköly kivonat majdnem teljes mértékben gátolta a mikrobák növekedést. A kontrol mintámhoz képest 94 %-kal csökkent az élő mikrobaszám és 82 %-kal a penész és élesztőszám.

Összegezve a homoktövis törkölyvel dúsított almalevek beltartalmi méréseinek eredményeit elmondható, hogy az almalevek dúsítása értékes, biológiailag aktív, endogén hatású vegyületekkel sikeresen megvalósult, melyet az összes polifenol tartalom, az antioxidáns kapacitás, valamint a polifenol komponensek HPLC-s detektálásának eredményei is igazolnak. Szignifikánsan nagyobb TPC, FRAP és katechin, klorogénsav és epikatechin mennyiséget mértem a HTA-1 és HTA-2 mintákban a kontrol almaléhoz képest. Az összes polifenol tartalom és a polifenol vegyületek mennyisége nem csökkent a 8 hetes tárolás során.

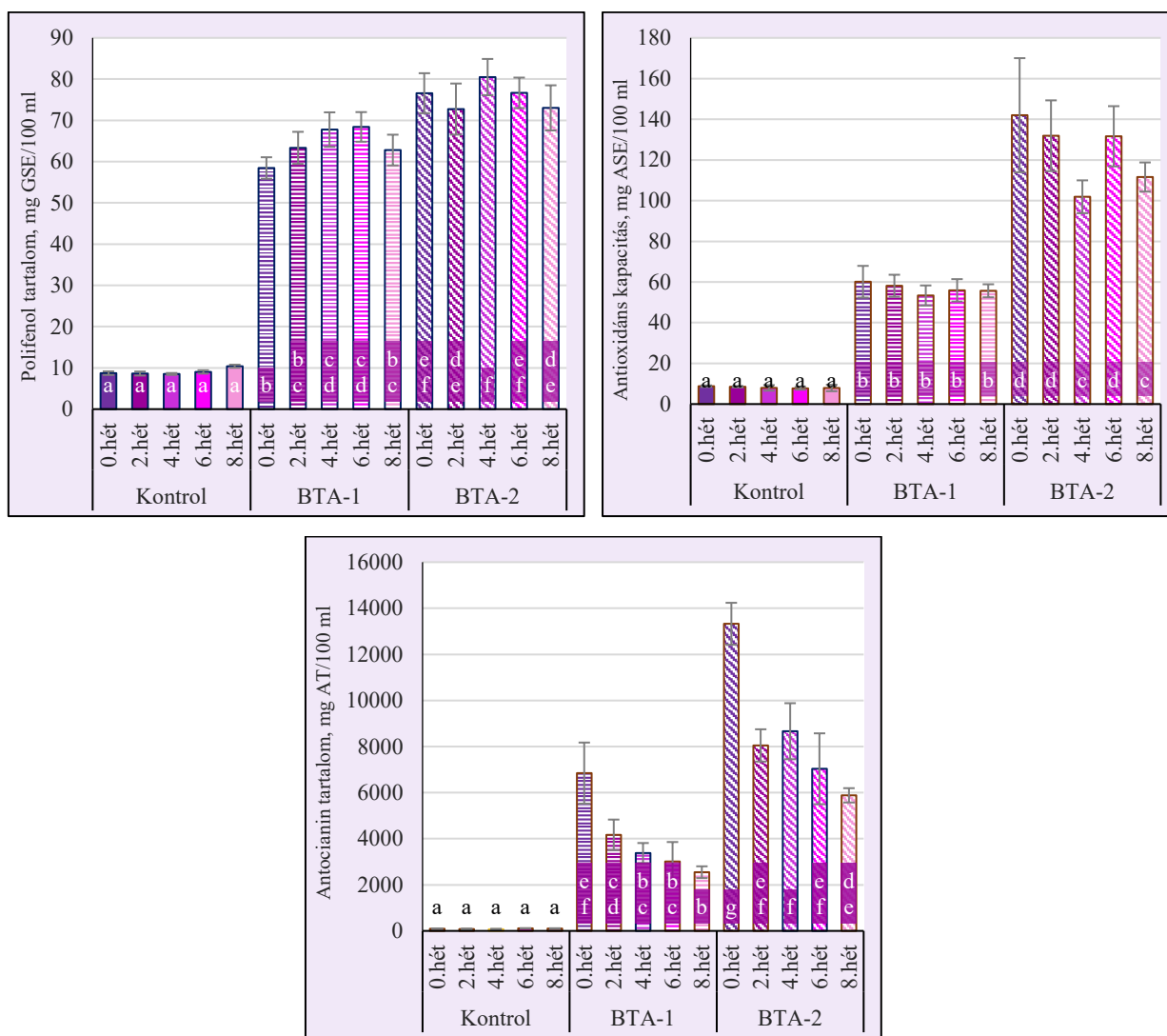
Feltételezhetően az értékes antioxidáns hatású vegyületek mikroba gátló hatásának köszönhetően, a törköly kivonattal dúsított almalevekben a mikroorganizmusok kisebb mértékben szaporodtak el

a tárolás során, mint a kontrol almalevekben, melyet a mintákban mért összcsíraszám és penész-, élesztő szám adatai igazolnak.

5.3.4. Fekete bodza törköly kivonattal dúsított almalevek beltartalmi és mikrobiológiai eredményeinek változása a tárolási időtartam alatt

Fekete bodza törköly kivonattal dúsított almalevek spektrofotometriai mérési eredményei

A fekete bodzával dúsított almalé minták beltartalmi méréseinek eredményeit mg/100 ml almalé mértékegységre vonatkoztatva adom meg a 40. ábrán.



40. ábra: A kontrol és a fekete bodza törköly kivonattal dúsított almalé minták TPC (A), FRAP (B) és TAC (C) eredményei (az oszlopokon feltüntetett különböző kisbetűk a minták közötti szignifikáns differenciát (Tuckey) jelzik; $p \leq 0,05$)

Az eredmények azt mutatják, hogy a fekete bodza törköly kivonatot tartalmazó minták antioxidáns hatású vegyületeinek mértéke szignifikánsan nagyobbak, mint a kontrol almalevek redukáló

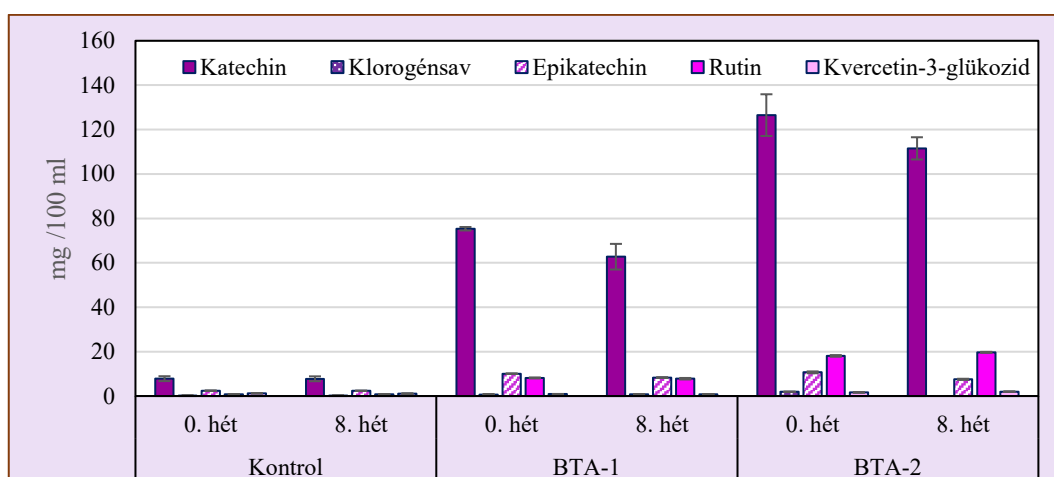
hatású vegyületeinek mennyisége. Az összes polifenol tartalom a BTA-1 minta esetében 58,46 - 68,42 mg/100 ml értékek között mozgott, a tárolás során a 4. hétig növekedést mutatott, majd stagnáló és végül a 8. héten már csökkenő tendenciát követett. A 8 hét tárolás során a kezdeti értéktől nem tért el szignifikánsan, míg a BTA-2 minta esetében a polifenolok mennyisége (72,74 - 80,49 mg GSE/100 ml) szignifikánsan nem változott.

A FRAP értékeket vizsgálva a BTA-1 minta (53,37 - 60,14 mg ASE/100 ml) kis mértékben csökkenő tendenciát követ a 8 hét tárolás során, de nem volt szignifikánsan mérhető különbség a minták között. A BTA-2 mintám (111,60 - 142,00 mg ASE/100 ml) esetében erőteljesebb csökkenést tapasztaltam, a 8. hétre 21,41%-os csökkenést mértem az antioxidáns kapacitás értékében a kezdeti mintákhoz képest.

Az antocianin tartalom mérési eredményeiben is látható, hogy az almalevek dúsítása értékes komponensekkel mennyire sikeres volt, mivel az almalé alapvetően antocianin vegyületeket nem tartalmaz, viszont a fekete bodza törköly kivonat hatására igen magas, BTA-1 minta esetében 6847,19 mg/100 ml, BTA-2 minta esetében 13327,38 mg/100 ml antocianin tartalom jellemezte a mintáimat. A tárolás hatására azonban szignifikáns csökkenést mértem a BTA-1 ($p = 3,43 \cdot 10^{-12}$) és BTA-2 ($p = 1,84 \cdot 10^{-12}$) minta esetében is a 0. és a 8. heti mintáik között, de még így is jelentős antocianin tartalommal rendelkeztek (BTA-1 mintánál: 2547,69 mg/100 ml, BTA-2 mintánál: 5882,74 mg/100 ml).

Fekete bodza törköly kivonattal dúsított almalevek polifenol komponenseinek eredményei

A fekete bodza törköly kivonattal dúsított almalevek HPLC mérési eredményeit a 41. ábrán mutatom be $\mu\text{g RE}/100 \text{ ml}$ mértékegységben kifejezve.



41. ábra: A kontrol almalé és a fekete bodza törköly kivonattal dúsított almalevek polifenol komponenseinek HPLC-UV/VIS mérési eredményei

A fekete bodza törköly kivonat is rendkívüli mértékben emelte meg a kontrol almalé kísérleteimben mért polifenol komponensek mennyiségét, főként a katechint (BTA-1=75 mg/100 ml; BTA-2=126 mg/100 ml), de az epikatechin és rutin komponenseket is többszörös mennyiségben mértem a dúsított almalevekben, a kontrol almaléhoz viszonyítva. A törköly extraktumok esetében is a katechin és epikatechin komponenseket azonosítottam be legnagyobb mennyiségben, mely látható, hogy igen hatékonyan vett részt az almalé értékes endogén vegyületeinek dúsításában. A BTA-1 mintához képest közel 2x több bodza törköly kivonatot tartalmazó BTA-2 mintában a katechin, epikatechin és rutin komponensek mennyisége korrelál a törköly kivonat mennyiségével. A tárolás hatására a katechin komponens kismértékben csökkent, BTA-1 minta esetében 18%-os, BTA-2 minta esetében pedig 11,8%-os csökkenést mértem. Az epikatechin és rutin komponens stabil maradt a tárolás során. A HTA-2 mintában a 8. hetes tárolás után már nem volt mérhető klorogénsav mennyiség.

NEVES és munkatársai (2021) kutatásukban a fekete bodza komponenseinek stabilitását vizsgálták különböző tárolási körülmények között, mely során a rutin komponens stabilitásáról és a klorogénsav komponens tárolás során bekövetkező degradációjáról számoltak be. DOMÍNGUEZ és munkatársai (2020) eredményeikben a fekete bodza bogyójának rutin tartalmára 0,8 mg/100 g értéket közöltek.

Fekete bodza törköly kivonattal dúsított almalevek mikrobiológiai mérési eredményei

A fekete bodza törköly kivonattal dúsított almalevek összes mikrobaszámának és penész élesztőszámának a tárolási kísérlet kezdeti és 8. heti mintáinak mérési eredményeit a 13. táblázatban foglaltam össze.

13. táblázat: A kontrol almalé és a fekete bodza törköly extraktummal dúsított almalevek mikrobiológiai vizsgálatának eredményei telepképző egység/100 µl minta mértékegységben kifejezve:

<i>tke/100 µl</i>	<i>Összes élő mikrobaszám</i>		<i>Penész- és élesztőszám</i>	
	<i>0. hét</i>	<i>8. hét</i>	<i>0. hét</i>	<i>8. hét</i>
<i>Kontrol</i>	0,33 ± 0,57	48 ± 2,00	0	5,67 ± 2,08
<i>BTA-1</i>	2 ± 1	29,67 ± 2,89	0	0
<i>BTA-2</i>	2,33 ± 0,58	2,33 ± 0,7	0	0

Látható, hogy a fekete bodza törköly kivonat is erős gátló hatást ért el a mikroorganizmusok szaporodásában. Az összecsíraszám vizsgálatnál a kontrol almaléhoz képest 38,19 %-kal kevesebb telepszámot számoltam átlagosan a 8. heti BTA-1 mintáimból, míg a BTA-2 minták esetében 95,15 %-kal kevesebb telep képződött a kontrol almaléhoz viszonyítva. A penész és élesztő szám meghatározásnál a gátlás még egyértelműbb, mivel a fekete bodza törköly kivonattal dúsított

almalevek esetében egy telep sem képződött a vizsgálat során, míg a kontrol almalé 8. heti mintájánál 5,67 tke/100 µl telepszám képződött.

Összegezve a fekete bodza törköly kivonattal dúsított almalevek tárolása során bekövetkező változásokat elmondható, hogy mind a minták összes polifenol tartalma, mind pedig a polifenol vegyületek közül a jelentősebb mennyiségben epikatechin és rutin komponensek stabilok maradtak a 8 hét tárolás alatt, míg a FRAP, az antocianin tartalom, valamint katechin mérési eredményeinél kisebb mértékű csökkenést tapasztaltam.

A mikrobiológiai sejtszámok alakulása a homoktövis törköly kivonattal dúsított almalevekhez hasonló eredményt mutatott, a bodza törköly kivonatot is tartalmazó almaleveknél kisebb összcsíraszámot mértem a 8. hét végére, mint a kontrol almalevekben mért értékek, a penész élesztő szám pedig teljes mértékű gátlást mutatott a törköly kivonatot is tartalmazó mintákban.

6. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

Kutatásom fő célja az volt, hogy további felhasználási lehetőséget találjak a homoktövis és fekete bodza gyümölcsök élelmiszeripari feldolgozása alatt képződő melléktermékének (a törkölynek). Munkám során különböző szárítási eljárások és extrahálási paraméterek hatását tanulmányoztam a gyümölcstörkölyökből kivonható biológiailag aktív, endogén vegyületek kinyerési hatékonyságának növelése céljából. Valamint a törköly kivonatok antimikrobás gátlásának mértékét vizsgáltam különböző, élelmiszerekben fertőző, patogén és indikátor mikrobákkal szemben.

Eredményeim alátámasztják a gyümölcstörkölyökben jelentős mennyiségben visszamaradó értékes komponensek hasznosíthatóságát. A doktori munkám során az egyik célkitűzésem az volt, hogy minél nagyobb mennyiségben vonjam ki az antioxidánsokat, köztük a polifenolok és antocianinok közé sorolható vegyületeket. Az eltérő szárítási módszerekkel szárított törköly mintáim spektrofotometriás eredményei között csupán kis mértékű eltéréseket tapasztaltam, mely nem teszi indokolttá a nagyobb költséggel járó, kíméletesebb szárítási technológia (vákuumszáritás) alkalmazását, mivel nem okoz szignifikáns eltérés az antioxidáns vegyületek mennyiségében, így a szárítási módszerek közül a homoktövis és a fekete bodza törköly esetében is a leoptimálisabbnak a 60°C hőmérsékletű atmoszférikus szárítást ítélt meg. A homoktövis törköly extraktumban 2770 mg GSE/100 g összes polifenol tartalmat, és 4180 mg ASE/100g antioxidáns kapacitást, míg a fekete bodza esetében 887,49 mg GSE/100 g összes polifenol tartalmat, 3710 mg ASE/100 g antioxidáns kapacitást, 4810 mg AT/100 g antocianin tartalmat mértem.

A különböző extrahálási paraméterek nagyobb mértékű, szignifikáns eltéréseket okoztak a mérési eredményeimben, főként az oldószerek fajtája (víz / acetón / etanol), valamint azok töménysége {20, illetve 40 (v/v)%} okozott statisztikailag is igazolt különbségeket. Eredményeim alapján a homoktövis törköly esetében a leghatékonyabb oldószer a 40 (v/v)%-os acetón, mely a 40 (v/v)%-os etanollal összehasonlítva 70 %-kal több összes polifenol tartalmat és 25 %-kal több antioxidáns kapacitás értéket eredményezett az 1:30-as minta:oldószer arány alkalmazása mellett. A fekete bodza törköly esetében kevésbé egyértelmű a különböző extrahálási paraméterek hatása a komponensek kihozatala szempontjából. A nagyobb poláris polifenol komponens tartalmának köszönhetően az összes polifenol tartalom meghatározásánál azt tapasztaltam, hogy a vizes extrahálás hatékonysága megközelíti az oldószerek hatékonyságát, továbbá az antioxidáns kapacitás és az összes monomer antocianin tartalom mérési eredményei is azt igazolják, hogy a

kisebbségű, tehát nagyobb víztartalmú oldószerek {20 (v/v)%} alkalmazása előnyösebb, mint a magasabb oldószerkoncentráció használata. Az adataimat összesítve a homoktövis törkölynél a 40 (v/v)%-os, míg fekete bodza törkölynél a 20 (v/v)%-os acetont alkalmazása a legoptimálisabb extrahálási oldószer a vizsgált oldószerek közül.

A homoktövis és fekete bodza törkölyök polifenol komponensei közül 280 és 310 nm hullámhosszon felvett HPLC-UV/VIS kromatogramjai alapján öt polifenol komponenst azonosítottam. A homoktövis törköly magas antioxidáns kapacitásaért feltételezhetően a polifenol vegyületei közül az epikatechin (54 mg/100g), a katechin (15 mg/100 g) a kvercetin-3-glikozid (12 mg/100 g), míg a fekete bodza törköly extraktum esetében a katechin (14 mg/100 g) és epikatechin (10 mg/100g) a felelősek, mely értékek megegyeznek több szakirodalomban található, a homoktövis és fekete bodza bogyójában mérhető értékekkel.

A homoktövis és fekete bodza törköly acetonos extraktumának oldószer elpárologtatása után visszahígított, különböző töménységű kivonataiban nyolc mikroorganizmussal szemben mutatott gátló hatását (14.táblázat) vizsgáltam, melyet agarlyukdiffúziós vizsgálat során a feltisztulási zónák átmérőjével jellemeztem.

14.táblázat: Törköly kivonatok mikroba gátló hatásának vizsgálati eredményeinek összefoglalása

	HT-1	HT-2,5	HT-5	BT-1	BT-2,5	BT-5
<i>E.coli</i>	-	+	+	-	-	-
<i>L.innocua</i>	+	+	+	-	-	-
<i>L.sakei</i>	+	+	+	-	-	-
<i>L.plantarum</i>	-	-	-	-	-	-
<i>A.acidoterrestris</i>	+	+	+	+	+	+
<i>S.cerevisiae</i>	+	+	+	-	-	-
<i>P.expansum</i>	-	-	-	-	-	+

+ gátló hatást

- gátló hatás nem jelentkezett

A homoktövis törköly kivonatok erősebb és szélesebb körű gátló hatást mutattak a vizsgált mikrobákkal szemben, mint a fekete bodza törköly kivonatok. Az élelmiszer eredetű fertőzéseket okozó *Escherichia coli* és *Listeria innocua* indikátor baktériumokkal szemben, valamint az alacsony pH-jú, és alacsony, akár a hűtőszekrény (~4°C) hőmérsékletén is szaporodó *Lactobacillus sakei* tejsavbaktériummal szemben is gátló hatást jeleztek az eredmények. A gyümölcsle gyártás során gyakran problémát okozó hőtűrő, romlást okozó *Alicyclobacillus acidoterrestris* baktérium szaporodására nem csak a homoktövis, de a fekete bodza törköly kivonatok is hatással voltak, mely további kutatásra ad okot a gyümölcslégyártásban történő hasznosításukról. A fekete bodza ezen kívül gátolni képes a *Penicillium expansum* penészgomba szaporodását, mely szintén több élelmiszeripari termék esetében hasznosítható érték. A kivonatok törköly koncentrációja és a mért antioxidáns paraméterek mérési eredményei is szorosan

korrelálnak a mért feltisztulási zónák méretével, a kapcsolat szorosságát mutatja a Mellékletek M.23. táblázata, mely 95 %-os konfidenciai szinten vizsgált Pearson féle korrelációs együttható értékeit tartalmazza. Látható, hogy minden esetben az antioxidáns kapacitás, polifenol tartalom és antocianin tartalom eredményei erősen korrelálnak a feltisztulási zónák mértékével, tehát minél töményebbek a törköly kivonatok biológiailag aktív endogén vegyületekben, annál erősebb gátló hatás mérhető a mikroorganizmusokkal szemben, ami arra enged következtetni, hogy az antimikrobás gátló hatás egyik kiváltó oka a minták magas antioxidáns tartalma. A törköly kivonatok hozzáadásával előállított almalevek vizsgálati eredményei alapján a törkölykivonatok megfelelnek az almalevek antioxidánsokkal történő dúsítására. Az almasűrítmény 50 %-ban vízzel 50 %-ban homoktövis törköly kivonattal felhígított HTA-1 mintái esetében a törköly kivonat hétszeresére (62 mg GSE/100 g) növelte az összes polifenol tartalmat és közel tizenháromszorosára (113 mg ASE/100 g) az antioxidáns kapacitás értékeket a kontrol almaléhoz képest. A fekete bodza törköly felhasználásával előállított BTA-1 mintánál a FRAP és TPC mérési eredmény közel hétszeresére (FRAP= 58 mg GSE/100g és TPC= 60 mg ASE/100g), míg az antocianin mérési eredménye hetvenháromszor nagyobb (TAC=6850 mg AT/100g), mint a kontrol almalé mintánál kapott értékek. A tárolási vizsgálatokból arra lehet következtetni, hogy a legtöbb mért komponens mennyisége stabil marad, így nem várható negatív irányú változás a tárolás folyamán. A polifenol komponensek HPLC-UV/VIS eredményei is azt igazolják, hogy a törköly kivonatok igen nagy mértékben növelték az almalében az értékes endogén hatású vegyületek mennyiségét. A homoktövis esetében a katechin, az epikatechin komponensek, míg a fekete bodza esetében a katechin és epikatechin mellett a rutin mennyiségének növekedése is jelentősen megnövekedett, valamint a növekedés mértéke korrelál a dúsított almalé minták törköly kivonatának százalékos arányával.

A tárolási kísérletben az összes mikrobaszám és az összes penész élesztő szám vizsgálatai szerint a törkölykivonatot tartalmazó almalevekben mérhető sejtszámok jóval kisebb mértékben emelkedtek a tárolás végére, mint a kontrol mintákban, mely arra enged következtetni, hogy a törkölykivonatok segítik az almalevek tárolhatóságának növelését.

7. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. Eredményeim alapján az 'Ascora' homoktövis és a 'Haschberg' fekete bodza fajták törkölyeinek 60°C hőmérsékleten, atmoszférikus körülmények között történő szárítása kíméletesebb módszer az endogén hatású vegyületek megőrzésére, mint a 80°C alkalmazása, továbbá a szárítást követően az 1:30 minta:oldószer arány mellett, a homoktövis törkölynél a 40 (v/v)%-os acetonnal, fekete bodza törkölynél a 20 (v/v)%-os acetonnal történő extrahálás bizonyult a legalkalmasabbnak az endogén hatású komponensek kinyerésére.
2. Az 'Ascora' homoktövis fajta törkölyében a vizsgált polifenol komponensek közül legnagyobb mennyiségben az epikatechin (54 mg/100g), a katechin (15 mg/100g) és a kvercentin-3-glükozid (13 mg/100g) vegyületeket azonosítottam. A 'Haschberg' fekete bodza fajta törkölyében pedig legnagyobb mennyiségben katechin (14 mg/100g) és epikatechin (10 mg/100g) volt jelen.
3. Igazoltam, hogy az 'Ascora' homoktövis fajta törkölyének kivonata hatékonyan gátolja az *Escherichia coli*, *Listeria innocua*, *Lactobacillus sakei*, valamint *Alicyclobacillus acidoterrestris* baktériumok szaporodását. A 'Haschberg' fekete bodza fajta törkölyének kivonata az *Alicyclobacillus acidoterrestris* baktérium, valamint *Penicillium expansum* penészgomba szaporodását gátolja. A mikroba gátló hatások korrelálnak a kivonatokban található törköly koncentrációjával, valamint az endogén hatású vegyületek mennyiségével.
4. Kimutattam, hogy az 'Ascora' homoktövis és a 'Haschberg' fekete bodza fajta törköly kivonatok jelentős mértékben növelik a velük dúsított 100%-os almalevek endogén komponenseinek mennyiségét. A homoktövis törköly kivonattal dúsított almalé mintákban a vizsgált polifenol komponensek közül a legnagyobb mennyiségben a katechint, epikatechint és rutint azonosítottam, a fekete bodza törköly kivonattal dúsított almalében katechin és rutin komponenszt mértem legnagyobb mennyiségben, melyek a 8 hetes 10°C-on történt tárolás alatt stabil állapotban maradtak.
5. Kísérleteimmal igazoltam, hogy az 'Ascora' homoktövis és a 'Haschberg' fekete bodza fajta törköly kivonat a dúsított almalé mintákban gátolja a mikroorganizmusok szaporodását 8 hetes 10°C-on történő tárolás során.

8. ÖSSZEFOGLALÁS

Az exponenciálisan növekvő lakossági létszámnak köszönhetően fellépő hatalmas élelmiszerigények kielégítése során az ipar által generált élelmiszerpazarlás és hulladéktermelés rendkívül rossz hatással van a környezetre. Mindezek következtében világszerte előtérbe került a hulladékkeletkezés megelőzésére és a hulladékok újra hasznosítására irányuló hulladék stratégiák megalkotása. Az élelmiszeriparból származó hulladékok nagy része bőséges erőforrást jelenthet, megfelelő feldolgozási technológiával melléktermékként hasznosítható, akár energiaforrásként, takarmányként, vagy a bennük rejlő értékes komponens tartalom hasznosítása révén.

Doktori kutatásomban éppen ezért a gyümölcslé gyártásból nagy mennyiségben keletkező gyümölcstörköly újrahasznosításának lehetőségeivel foglalkoztam. A homoktövis és fekete bodza ipari feldolgozásából származó törkölyök biológiailag aktív, endogén vegyületeinek minél hatékonyabb kinyerésével, a törköly kivonatok mikroba gátló hatásának vizsgálatával és azok almalé mintákban történő felhasználásának kutatásával.

Kutatásom első fázisában a gyümölcstörkölyök eltérő (atmoszférikus, vákuum, és kombinált) szárítási technológiákkal történő szárításával, valamint különböző {víz, etanol és aceton 20 valamint 40 (v/v)%-os} oldószerekkel több (1:10, 1:20, 1:30) minta:oldószer arányban végzett extrahálásával kísérleteztem, vizsgálva az antioxidáns/redukáló hatású anyagok kihozatalának hatékonyságát különböző spektrofotometriai vizsgálatokkal (összes polifenol tartalom, vasredukálóképességen alapuló antioxidáns kapacitás, összes monomer antocianin tartalom). Az oldószer elpárologtatását követően és vízzel visszahígítva a mintákat TPC, FRAP, TAC + troloxra vonatkoztatott antioxidáns kapacitását, DPPH gyök megkötődésén alapuló antioxidáns kapacitását meghatározva azok mikroba gátló hatását egyes élelmiszerpatogén és indikátor mikroorganizmusokkal szemben, majd a törköly kivonatot felhasználtam almalevek dúsítására, melyet érzékszervi, spektrofotometriai, nagy nyomású folyadékkromatográfiás mérésnek, valamint mikrobiológiai vizsgálatoknak vetettem alá 8 hetes 10°C-os tárolási kísérlet során.

A gyümölcstörkölyök ipari feldolgozásának első lépése a törköly tárolhatóságának növelése, melyet megfelelő mértékű szárítással tudunk elérni. Kísérleteim azt igazolják, hogy az eltérő szárítási hőmérséklet szignifikáns hatással bír az értékes komponensek stabilitására. A vákuum alkalmazása ugyan kíméletesebb eljárást jelent, de statisztikai elemzést követően megállapítható, hogy a különbségek nem szignifikánsak, így a kisebb energiabefektetéssel járó, gyorsabb és egyszerűbb meleg levegős, atmoszférikus nyomáson történő szárítás alkalmazása célszerűbb

mindkét vizsgált gyümölcstörköly esetében. A 60°C hőmérsékletű szárítás azonban mindkét gyümölcs törköly esetében előnyösebbnek bizonyult, mint a 80°C-on történő szárítás.

A doktori kutatásomban szereplő extrahálószerrek (víz, etanol, acetone) eltérő hatékonyságára számos publikáció kitér, azonban a homoktövis és fekete bodza törköly esetében kevés szakirodalmi példát találunk. Mindkét törköly esetében a nagyobb oldószer mennyiség (1:30-as minta:oldószer arány) hatékonyabb kihozatalt eredményezett minden mért mérési módszer eredményeit tekintve. A homoktövis törköly esetében a benne található apolárosabb flavonoid komponenseknek köszönhetően, a 40(v/v) %-os acetone hatékonysága volt a nagyobb, a többi vizsgált extraháló oldószerrel szemben, míg a fekete bodza törköly esetében a polárosabb polifenoloknak köszönhetően az összes polifenol tartalom eredményeit vizsgálva, a vizes extrahálás hatékonysága is számottevő. Az antioxidáns kapacitás mérések és az antocianin tartalom mérések esetében a vizes extrahálás hatékonysága elmaradt az oldószeres extrahálás hatékonyságától, továbbá az összes mérés azt igazolja, hogy a vizsgált antioxidáns hatású komponensek kihozatalára a nagyobb oldószerkoncentráció használata indokolatlan, nincs szignifikánsan mérhető hatékonyság növekedés a 40 (v/v)%-os oldószeresek használatával. A vizsgált extrahálási paramétereket vizsgálva a fekete bodza törköly szárítását követően a 20 (v/v)%-os acetone alkalmazása a legoptimálisabb.

A vizsgálati méréseim eredményei azt mutatják, hogy a homoktövis és fekete bodza törkölyéből előállított kivonatok biológiailag aktív endogén hatású vegyületeinek mennyisége hasonló a szakirodalomban olvasható homoktövis és fekete bodza bogyók, illetve gyümölcslevekből mérhető értékekkel, így valóban alkalmasak további felhasználásra. Polifenol komponensként a homoktövis törköly extraktumban az epikatechin, katechin és kvercetin-3-glikozid azonosítható be jelentős mennyiségben, míg a fekete bodza törköly extraktumban a katechin, epikatechin és rutin komponenseket mértem nagyobb mennyiségben a HPLC-UV/VIS eredményeim alapján.

Jelenleg a szakirodalomban kevés példát találni törköly kivonatokkal végzett antimikrobás vizsgálatra, így fontosnak tartottam megvizsgálni doktori kutatásom második fázisában a leghatékonyabb kihozatali eljárással előállított törköly kivonatok mikroba gátló hatását. Eredményeimben azt tapasztaltam, hogy a homoktövis törköly kivonat hatékonyabb és szélesebb körű gátlást eredményez, mint a fekete bodza törköly kivonat. A homoktövis a vizsgált mikrobák közül az *E. coli*, *L. innocua*, *L. sakei*, *A. acidoterrestris* és *S. cerevisiae* mikrobával szemben is gátló hatást ért el, míg a fekete bodza az *A. acidoterrestris* és *P. expansum* esetében okozott gátlást. Statisztikailag bizonyítottan, hogy a gátló hatás mértéke szorosan korrelál a minták endogén

komponenseinek mennyiségével, mely igazolja ezen vegyületek antimikrobás hatékonyságát. Kiemelkedő eredmény az *Alicyclobacillus Acidoterrestris* baktériummal szembeni hatékony mikrobagátlás a kétféle törköly kivonat esetében, mely hőálló spóráképző, romlást okozó baktérium, mely szaporodásának gátlása törköly kivonattal segítség lehet a gyümölcslegyártásban a baktériumok elleni küzdelemben.

Mindezek ismeretében dolgozatom harmadik fázisában homoktövissel és fekete bodzával dúsított almalé termékeket állítottam elő az iparban is alkalmazott sűrítményből készült almalevek gyártástechnológiáját követve, mely során a sűrítmény felhígításához két féle mennyiségben alkalmaztam a törköly kivonatokat, így dúsítva az almalevekben az értékes antioxidáns vegyületek mennyiségét, melyet mérései eredményeim is igazolnak. Az érzékszervi bírálatban a fogyasztók értékeléséből kiderült, hogy a fekete bodza törköly kivonat nem befolyásolta negatívan az almalé ízét, azonban a homoktövis törköly kivonattal dúsított minták közül a kisebb koncentrációjú törköly extraktummal dúsított almalé mintákat rangsorolták első helyre, mivel a 100 %-os törköly kivonattal dúsított almaleveknél már kiérződött a homoktövis erős, savanykás, fanyar íze. Az almalevek tárolási kísérletének eredményei során a homoktövis törköly kivonatot tartalmazó almaleveknél az antioxidáns hatású vegyületek mennyisége abszolút nem csökkent, a fekete bodza törköly kivonattal dúsított almalé minták esetében a polifenol tartalom és antioxidáns kapacitás úgy szintén stabil maradt a tárolás végére, azonban az antocianin tartalom szignifikáns csökkenést mutatott. A polifenol komponensek mennyisége korrelált a dúsítás mértékével, homoktövis törköly mintáknál a katechin, epikatechin mennyiségét növelte az almalé mintákban. Fekete bodza törköly kivonatok, pedig a katechin, epikatechin és rutin mennyiségében okoztak nagyobb mértékű növekedést. Az összes élő mikrobaszám, valamint az összes élesztő- és penészs szám vizsgálati mérések eredményei kimutatták, hogy a tárolás végére, a kontrol almalé esetében tapasztalt sejtszámnövekedéshez képest a dúsított almaleveknél jóval kisebb sejtszámot mértem, mely feltételezhetően a kivonatok gátló hatásának következménye, mivel az eredmények mértéke szorosan korrelál a törkölykivonat koncentrációjának, továbbá az antioxidáns tartalmának mértékével.

Az eredmények tehát azt mutatják, hogy az almalevek értékes komponens tartalma igen nagy mértékben növekedett a törköly kivonatokkal történő dúsítás hatására, amely feltételezi azok funkcionális élelmiszer-összetevőként történő hasznosítását. A jövőben további kutatási lehetőséget biztosít a törköly kivonatok minimális gátló koncentrációjának vizsgálata, valamint hosszabb távú tárolási kísérlet hatására bekövetkező változások nyomonkövetése.

9. MELLÉKLETEK

M.1. IRODALOMJEGYZÉK

- Acar, B., Sadikoglu, H., Ozkaymak, M. (2011): Freeze drying of saffron (*Crocus sativus* L.). *Drying Technology*, 29, 1622–1627
- Akbulut, M., Ercisli, S., Tosun, M. (2009): Physico-chemical characteristics of some wild grown European elderberry (*Sambucus nigra* L.) genotypes. *Pharmacognosy Magazine*, 5:320–323
- Aleksza L. (2017): Hulladékgazdálkodás kézikönyv, ProfiKomp Zrt., Budapest, 172-255.
- Alliance, F. W. R. (2016): Analysis of US food waste among food manufacturers, retailers, and restaurants. Food Marketing Institute, the Grocery Manufacturers Association & the National Restaurant Association, Arlington, USA. https://foodwastealliance.org/wp-content/uploads/2020/05/FWRA-Food-Waste-Survey-2016-Report_Final.pdf Letöltés: 2022.10.28.
- Almeida-Trasviña, F., Medina-González, S., Ortega-Rivas, E., Salmerón-Ochoa, I., Pérez-Vega, S. (2014): Vacuum drying optimization and simulation as a preservation method of antioxidants in apple pomace. *Journal of Food Process Engineering*, 37(6), 575-587.
- Amendola, D., De Fevari, D. M., Spigno, G. (2010): Grape marc phenolics: Extraction kinetics, quality and stability of extracts. *Journal of Food Engineering*, 97(3), 384-392.
- Amico, V., Chillemi, R., Mangiafico, S., Spatafora, C., Tringali, C. (2008): Polyphenol-enriched fractions from Sicilian grape pomace: HPLC–DAD analysis and antioxidant activity. *Bioresource Technology*, 99(13), 5960-5966.
- Andersson, S. C., Olsson, M. E., Johansson, E., Rumpunen, K. (2009): Carotenoids in sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) berries during ripening and use of pheophytin as a maturity marker. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(1), 250-258.
- Angyal, V. Z., Stefanovits-Bányai, É., Kovács, M. (2018): Antioxidant capacity and antibacterial activity of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) in 24th International Symposium on Analytical and Environmental Problems 239-243.
- Annist J., Ehala P., Vokk R. (2004): Astelpaju marjade mahlapressjäagi peenestatud kuivtoode. Kasuliku mudeli kirjeldus EE 00428 U1 (A23L1/212) (in Estonian)
- Apáti F. (2014): A bogyós gyümölcsök helyzetértékelése. *Kertészet és Szőlészet*, 63(42), 16–17.
- Apáti F. (2018): A homoktövis termesztésének tapasztalatai, *FruitWeb Magazin Zöldség Gyümölcs Piac és Technológia*

- Arimboor, R., Kumar K.S., Arumughan, C. (2008): Simultaneous estimation of phenolic acids in sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides*) using RP-HPLC with DAD. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 47, 31–38.
- Arimboor, R., Venugopalan, V.V., Sarinkumar, K., Arumughan, C., Sawhney, C. (2006): Integrated processing of fresh Indian sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*) berries and chemical evaluation of products, *Journal Science Agriculture*, 88 2345–2353.
- Arjoon, A. V., Saylor, C. V., May, M. (2012): In Vitro efficacy of antimicrobial extracts against the atypical ruminant pathogen *Mycoplasma mycoides* subsp. *capri*. *BMC complementary and alternative medicine*, 12(1), 1-6.
- Arora, R., Mundra, S., Yadav, A., Srivastava, R.B., Stodban, T. (2012): Antimicrobial activity of seed, pomace and leaf extracts of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) against foodborne and food spoilage pathogens. *African Journal of Biotechnology*, 11(45):10424-10430.
- Assessment Report on *Sambucus nigra* L., Fructus; EMA/HMPC/44208/2012; EMA: London, UK, 2013. https://www.ema.europa.eu/en/documents/herbal-report/draft-assessment-report-sambucus-nigra-l-fructus_en.pdf Letöltés: 2023.01.20
- Bal, L. M.; Meda, V., Naik, S. N., Satya, S. (2011): Sea buckthorn berries: a potential source of valuable nutrients for nutraceuticals and cosmoceuticals. *Food Research International*. 44(7), 1718–1727.
- Barta, J., Körmeny, I. (2007): Növényi nyersanyagok feldolgozás technológiai műveletei. Mezőgazda Kiadó, Budapest
- Bartoszek, M., Polak, J. (2016): “A comparison of antioxidative capacities of fruit juices, drinks and nectars, as determined by EPR and UV–vis spectroscopies,” *Spectrochim. Acta*, (A) 153, 546-549.
- Batáné, V.I., Beczner, J. (2008): *Alicyclobacillus acidoterrestris*. I. rész A gyümölcslevek romlását okozó baktérium ismertetése (review), *Alkoholmentes Italok* (2), 32-36.
- Belović MM, Torbica AM, Pajić-Lijaković IS, Mastilovic JS. (2017): Development of low calorie jams with increased content of natural dietary fibre made from tomato pomace. *Food Chemistry*, 237:1226–1233.
- Benzie F., Strain J. (1996): The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. *Analytical Biochemistry*, 239(1), 70-76
- Berényi B. (2007): Nálunk is termesztető: a homoktövis. *Agroinform*, 16(10), 28.
- Bernáth J. (szerk) 2013. Vadon termő és termesztett gyógynövények. Budapest. Mezőgazda Kiadó.

- Bernáth J., Földesi D. (1992): Sea Buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.). *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants*. 1(1/2): 27-35.
- Beveridge, T., Harrison, J. E. (2001): Microscopic Structural Components of Sea Buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) Juice Prepared by Centrifugation. *LWT- Food Science and Technology*. 34(7), 458-461.
- Beveridge, T., Harrison, J. E., Drover, J. (2002): Processing effects on the composition of sea buckthorn juice from *Hippophae rhamnoides* L. cv. Indian Summer. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50 113 - 116.
- Beveridge, T., Smith, A., Li, T. S. C., Oomah, D. (1999): Sea Buckthorn Products: Manufacture and Composition. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 47(9), 3480-3488.
- Bhartee, M., Basistha, B. C., Pradhan, S. (2014): Sea buckthorn-A Secret Wonder Species. *SMU Medical Journal*, 1(2).
- Bittová, M., Krejzová, E., Roblová, V., Kubáň, P., and Kubáň, V. (2014): “Monitoring of HPLC profiles of selected polyphenolic compounds in sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.) plant parts during annual growth cycle and estimation of their antioxidant potential,” *Central European Journal of Chemistry*. 12(11), 1152-1161.
- Blois M.S. (1958): Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature*, 181, 1199–1200.
- Boff, J. M., Strasburg, V. J., Ferrari, G. T., de Oliveira Schmidt, H., Manfroi, V., de Oliveira, V. R. (2022): Chemical, technological, and sensory quality of pasta and bakery products made with the addition of grape pomace flour. *Foods*, 11(23), 3812.
- Borges A, Abreu A, Malheiro J, Saavedra M, Simões M (2013): Biofilm prevention and control by dietary phytochemicals. In: Mendez-Vilas A (ed) Microbial pathogens and strategies for combating them: science, technology and education. *Formatex Research Cente*, 32–41
- Bori P. (2018): The state of food waste in Hungary, A report by the Agricultural Team of the Embassy of the Kingdom of the Netherlands in Budapest, Hungary
- Box, G.E.P., Cox, D.R. (1964): An analysis of transformations. *Journal of the Royal Statistical Society, Series B*, 26, 211-252.
- Bravi M, Spinoglio F, Verdone N, Adami M, Aliboni A, D'Andrea A, De Santis A., Ferri, D. (2007): Improving the extraction of α -tocopherol-enriched oil from grape seeds by supercritical CO₂. Optimisation of the extraction conditions. *Journal of Food Engineering*, 78, 488–493.

- Brønnum, Hansen, Kirsten., Jacobsen, F., Flink, J. M. (1985): Anthocyanin colourants from elderberry (*Sambucus nigra* L.). 1. Process considerations for production of the liquid extract. *International Journal of Food Science & Technology*, 20(6), 703-711.
- Burits O., Berki F. (1974): Zöldség- és gyümölcszárítás. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 40-48.
- Canteri-Schemin, M. H., Fertoni, H. C. R., Waszczynskyj, N., Wosiacki, G. (2005): Extraction of pectin from apple pomace. *Brazilian archives of biology and technology*, 48, 259-266.
- Catană, M., Catană, L., Asănică, A. C., Lazăr, M. A., Burnete, A. G., Constantinescu, F., Teodorescu R.I., Belc, N. (2021): Biochemical composition and antioxidant capacity of a functional ingredient obtained from elderberry (*Sambucus nigra* L.) Pomace. Scientific Papers. Series B, *Horticulture*. LXV(1), 715-721
- Cetković G, Canadanovic-Brunet J, Djilas SM, Savatović S, Mandić AI, Tumbas V. (2008): Assessment of polyphenolic content and in vitro antiradical characteristics of apple pomace. *Food Chemistry*. 109, 340–347.
- Chaman, S., Syed, N. I., Danish, Z., Khan, F. Z. (2011): Phytochemical analysis, antioxidant and antibacterial effects of sea buckthorn berries. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences*, 24(3).
- Charlebois, D. (2007): Elderberry as a medicinal plant. Issues in new crops and new uses. ASHS Press, Alexandria, VA, 284-292.
- Chauhan, A.S., Negi, P.S., Ramteke, R.S. (2007): Antioxidant and antibacterial activities of aqueous extract of Seabuckthorn (*Hippophaë rhamnoides*) seeds. *Fitoterapia*, 78, 590–592.
- Chen, M.L., Yang, D.J., Liu, S.C. (2011): Effects of drying temperature on the flavonoid, phenolic acid and antioxidative capacities of the methanol extract of citrus fruit (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) peels. *International Journal of Food Science & Technology*, 46, 1179–1185.
- Chu, Q.C., Qu, W.Q., Peng, Y.Y., Cao, Q.H., Ye, J.N. (2003): Determination of flavonoids in *Hippophae rhamnoides* L. and its phytopharmaceuticals by capillary electrophoresis with electrochemical detection. *Chromatographia*, 58, 67-71.
- Chun, J., Lee, J., Ye, L., Exler, J., Eitenmiller, R. R. (2006): Tocopherol and tocotrienol contents of raw and processed fruits and vegetables in the United States diet. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19(2-3), 196-204.
- Ciegler, A., Beckwith, A. C., Jackson, L. K. (1976): Teratogenicity of patulin adducts formed with cysteine. *Applied and Environmental Microbiology*. 31, 664–667.
- Ciesarová, Z., Murkovic, M., Cejpek, K., Kreps, F., Tobolková, B., Koplík, R., Belajová, E., Kukurová, K., Daško, Ľ., Panovská, Z., Revenco, D., Burčová, Z. (2020): “Why is sea buckthorn

- (*Hippophae rhamnoides* L.) so exceptional? A review,” *Food Research International*, 133, 109170.
- Ciocioiu, M., Miron, A., Mares, L., D. Tutunaru, D., Pohaci, C., Groza, M., Badescu, M. (2009): The effects of *Sambucus nigra* polyphenols on oxidative stress and metabolic disorders in experimental diabetes mellitus. *Journal of Physiology and Biochemistry*, 65, 297–304.
- Criste, A., Urcan, A. C., Bunea, A., Pripon Furtuna, F. R., Olah, N. K., Madden, R. H., Corcionivoschi, N. (2020). Phytochemical composition and biological activity of berries and leaves from four Romanian sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) varieties. *Molecules*, 25(5), 1170.
- COM (2005a): Az erőforrások fenntartható felhasználásának előtérbe helyezése - A hulladékkezelés megelőzésére és a hulladékok újrafeldolgozására irányuló tematikus stratégia. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/HTML/?uri=CELEX:52005DC0666&from=EN> Letöltés: 2022.10.28.
- COM (2005b). Tematikus stratégia a természeti erőforrások fenntartható használatáról. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/HTML/?uri=CELEX:52005DC0670&from=EN> Letöltés: 2022.10.28.
- COM (2011): A Bizottság jelentése az európai parlamentnek, a tanácsnak, az Európai Gazdasági és Szociális Bizottságnak és a Régiók Bizottságának a hulladékkezelés megelőzésére és a hulladékok újrafeldolgozására irányuló tematikus stratégiáról. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/HTML/?uri=CELEX:52011DC0013&from=EN> Letöltés: 2022.10.28.
- Coman, M. M., Oancea, A. M., Verdenelli, M. C., Cecchini, C., Bahrim, G. E., Orpianesi, C., Cresci, A., Silvi, S. (2018): Polyphenol content and in vitro evaluation of antioxidant, antimicrobial and prebiotic properties of red fruit extracts. *European food research and technology*, 244(4), 735-745.
- Cossuta D, Simándi B., Hohmann J., Doleschall F., Keve T. (2007): Supercritical carbon dioxide extraction of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) pomace. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87, 2472–2481
- Csihon Á., Gonda I. (2020): A gyümölcstermesztés technológiája. Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen. 127.
- Csurgó S. (2012): Családi gyógynövénytár. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 68-69.
- Daood H. (2011): Antioxidáns vegyületek meghatározása a homoktövis és őszibarack termékeiben. KÉKI témabeszámoló, 1.
- Deák T., Kiskó G., Maráz A., Mohácsiné F. Cs. (2006): Élelmiszer-mikrobiológia. Mezőgazda Kiadó, Budapest

- Del Caro, A., Piga, A. (2008): Polyphenol composition of peel and pulp of two Italian fresh fig fruits cultivars (*Ficus carica* L.). *European Food Research and Technology*, 226, 715–719.
- Deng, L. Z., Yang, X. H., Mujumdar, A. S., Zhao, J. H., Wang, D., Zhang, Q., Xiao, H. W. (2018): Red pepper (*Capsicum annuum* L.) drying: Effects of different drying methods on drying kinetics, physicochemical properties, antioxidant capacity, and microstructure. *Drying Technology*, 36(8), 893-907.
- Despoudi, S., Bucatariu, C., Otles, S., Kartal, C. (2021): Food waste management, valorization, and sustainability in the food industry. In Food waste recovery, Academic Press. 3-19.
- Dhyani, D., Maikhuri, R. K., Rao, K. S., Kumar, L., Purohit, V. K., Sundriyal, M., Saxena, K. G. (2007): Basic nutritional attributes of *Hippophae rhamnoides* (Seabuckthorn) populations from Uttarakhand Himalaya, India. *Current Science*, 1148-1152.
- Dickens, F., Jones, H. C. H. (1961): Carcinogenic activity of a series of related lactones and related substances, *British Journal of Cancer*. 15(1), 85–89.
- Djilas, S., Čanadanovic-Brunet, J., Cetkovic, G. (2009): By-products of fruits processing. *Chemical Industry & Chemical Engineering Quarterly* 15(4), 191-202.
- Do, Q. D., Angkawijaya, A. E., Tran-Nguyen, P. L., Huynh, L. H., Soetaredjo, F. E., Ismadji, S., Ju, Y.-H. (2014): Effect of extraction solvent on total phenol content, total flavonoid content, and antioxidant activity of *Limnophila aromatica*, *Journal of Food and Drug Analysis*. 22(3), 296-302.
- Domínguez, R., Zhang, L., Rocchetti, G., Lucini, L., Pateiro, M., Munekata, P. E., 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.
- Domokos, J., Sipos, Z. B., Kiss, B. (2001): A fekete bodza (*Sambucus nigra* L.) a kozmetikában. A Kozmetika 2001 tudományos szimpózium, http://web.t-online.hu/gerely.peter/mete/tj-oszk/oszk_2001/oszk2001_1/htm/1_2.htm
- 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.
- Dvořák, P., Suchý, P., Straková, E., Doležalová, J. (2017): The effect of a diet supplemented with sea-buckthorn pomace on the colour and viscosity of the egg yolk. *Acta Veterinaria Brno*, 86(3), 303-308.
- Eccleston, C., Yang, B., Tahvonen, R., Kallio, H., Rimbach, G.H., Miniñane, A.M. (2002): Effect of an antioxidant-rich juice (sea buckthorn) on risk factors for coronary disease in humans. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 13, 346-354.

- Enescu C. M., Houston Durrant T., Caudullo G. (2016): European Atlas of Forest Tree Species. European Commission, Luxembourg
- Er, J. (2003): The important role of sea buckthorn development in improving ecological environment of West China. The global Sea buckthorn *Research and Development*, (2), 1-2
- Erdős, A. D., Szöllősi, L. (2017): A Homoktövis-Termesztés És-Feldolgozás Gazdasági Eredményei Eltérő Termelési Intenzitású Ültetvényekben. *Acta Carolus Robertus*, 7(1064-2017-1376), 69-86.
- Erickson, J. P., McKenna, D. N., (1999): *Zygosaccharomyces*. In: Robinson, R. K., Batt, C. A., Patel, P. D. (szerk.): Encyclopedia of Food Microbiology, 3. kiadás. Academic Press, London, 2359-2365.
- Európai Bizottság (2010): Preparatory study on food waste across E.U.-27 for the European Commission. https://ec.europa.eu/environment/eussd/pdf/bio_foodwaste_report.pdf Letöltés: 2022.10.28.
- Fan, J., Zhang, J., Song, H., Zhu, W., Liu, Y. (2013): Antioxidant activity and phenolic components of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*) seed extracts. In *Proceedings of the IEEE*. 96-101.
- FAO. (2011): Global food losses and food waste – Extent, causes and prevention. Rome
- Fatima, T., Kesari, V., Watt, I., Wishart, D., Todd, J. F., Schroeder, W. R., Krishna, P. (2015): Metabolite profiling and expression analysis of flavonoid, vitamin C and tocopherol biosynthesis genes in the antioxidant-rich sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.). *Phytochemistry*, 118, 181-191.
- Fernández, F. J., Sánchez-Arias, V., Villaseñor, J., Rodríguez, L. (2008): Evaluation of carbon degradation during co-composting of exhausted grape marc with different biowastes. *Chemosphere*, 73(5), 670-677.
- Ferreira, S. S., Silva, P., Silva, A. M., Nunes, F. M. (2020): Effect of harvesting year and elderberry cultivar on the chemical composition and potential bioactivity: A three-year study. *Food Chemistry*, 302, 125366.
- Follonier S., S. Goyder M., Silvestri A.C., Crelier S., Kalmana F., Riesenb R., Zinna M.. (2014): Fruit pomace and waste frying oil as sustainable resources for the bioproduction of medium-chain-length polyhydroxyalkanoates. *International Journal of Biological Macromolecules* 71, 42–52.
- Földesi D. (2000): *Hippophaë rhamnoides* – homoktövis. In Bernáth J. (szerk.): Gyógy- és aromanövények. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 350-354.

- Fu, S.C., Hui, C.W.C., Li, L.C., Cheuk, Y.C., Qin, L., Gao, J., Chan, K.M. (2005): Total flavones of *Hippophae rhamnoides* promotes early restoration of ultimate stress of healing patellar tendon in rat model. *Medical Engineering and Physics*, 27, 313- 321.
- Fuentes E, Carle R, Astudillo L, Guzmán L, Gutiérrez M, Carrasco G, Palomo, I. (2013): Antioxidant and antiplatelet activities in extracts from green and fully ripe tomato fruits (*Solanum lycopersicum*) and pomace from industrial tomato processing. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2013, 1–9.
- Gaetke, R., Schmidt, M., Triquart, E., Wegert, F. (1991): Ernteverfahren sanddorn. *Erwerbsobstbau* 2, 49-51.
- Gaetke, R., Triquart, E. (1992): Pruning machine for mechanized harvest of sea buckthorn. *Gartenbau Magazin* 1, 57-58.
- Galanakis, C. M. (2012): Recovery of high added-value components from food wastes: Conventional, emerging technologies and commercialized applications. *Trends in Food Science and Technology*, 26: 68-87
- Gao, X., Ohlander, M., Jeppsson, N., Björk, L., Trajkovski, V. (2000): Changes in Antioxidant Effects and Their Relationship to Phytonutrients in Fruits of Sea Buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) during Maturation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 48(5), 1485-1490.
- Geetha, S., Ram, M.S., Singh, V., Ilavazgahan, G., Sawhney, R.C. (2002): Anti-oxidant and immunomodulatory properties of seabuckthorn (*Hippophaë rhamnoides*) an in vitro study. *Journal of Ethnopharmacology*, 79, 373–378.
- Geetha, S., Sai Ram, M., Mongia, S.S., Singh, V., Ilavazhagan, G., Sawhney, R.C. (2003): Evaluation of antioxidant activity of leaf extract of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) on chromium (VI) induced oxidative stress in albino rats. *Journal of Ethnopharmacology*, 87, 247-251.
- Gleńsk, M.; Czapińska, E.; Woźniak, M.; Ceremuga, I.; Włodarczyk, M.; Terlecki, P.; Ziółkowski, P.; Seweryn, E. (2017): Triterpenoid acids as important antiproliferative constituents of European elderberry fruits. *Nutrition and Cancer*, 69, 643–651.
- Gomez Mattson, M. L., Corfield, R., Bajda, L., Perez, O. E., Schebor, C., Salvatori, D. (2021): Potential bioactive ingredient from elderberry fruit: Process optimization for a maximum phenolic recovery, physicochemical characterization, and bioaccessibility. *Journal of Berry Research*, 11(1), 51-68.

- Gómez, A., Zubizarreta, J., Rodrigues, M., Dopazo, C., Fueyo, N. (2010): An estimation of the energy potential of agro-industrial residues in Spain. *Resources, Conservation and Recycling*, 54(11), 972-984.
- Gonelimali, F. D., Szabó-Nótin, B., Máté, M. (2021): Optimal drying conditions for valorization of industrial apple pomace: Potential source of food bioactive compounds. *Progress in Agricultural Engineering Sciences*, 17(S1), 69-75.
- Górniak, I., Bartoszewski, R. Króliczewski, J. (2019): Comprehensive review of antimicrobial activities of plant flavonoids. *Phytochemistry Reviews*, 18, 241–272
- Goula M.A., Thymiatis K., Kaderides K. (2016): Valorization of grape pomace: Drying behavior and ultrasound extraction of phenolics. *Food and bioproducts processing* 100, 132–144.
- Guliyev, V.B.; Gul, M.; Yildirim, A. (2004): *Hippophae rhamnoides* L.: Chromatographic methods to determine chemical composition, use in traditional medicine and pharmacological effects. *Journal of Chromatography B*, 812, 291–307.
- Habotta, O. A., Dawood, M. A., Kari, Z. A., Tapingkae, W., Van Doan, H. (2022): Antioxidative and immunostimulant potential of fruit derived biomolecules in aquaculture. *Fish & shellfish immunology*.
- Häkkinen, S., Heinonen, M., Kärenlampi, S., Mykkänen, H., Ruuskanen, J., Törrönen, R. (1999): Screening of selected flavonoids and phenolic acids in 19 berries. *Food Research International*, 32(5), 345-353.
- Hao, X. Y., Ding, N., Mu, C. T., Zhang, C. X., Zhao, J. X., Zhang, J. X. (2018): Effects of sea buckthorn pomace supplementation on energy partitioning and substrate oxidation in male lambs. *Animal Food Science and Technology*, 247, 149- 156.
- Hartmann M, Berditsch M, Hawecker J, Ardakani MF, Gerthsen D, Ulrich AS (2010): Damage of the bacterial cell envelope by antimicrobial peptides gramicidin S and PGLa as revealed by transmission and scanning electron microscopy. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 54, 3132–3142
- Havsteen B.H (2002): The biochemistry and medical significance of the flavonoids. *Pharmacology & Therapeutics*, 96, 67–202
- Hayat, K., Zhang, X., Farooq, U., Abbas, S., Xia, S., Jia, C., Zhong F., Zhang, J. (2010): Effect of microwave treatment on phenolic content and antioxidant activity of citrus mandarin pomace. *Food chemistry*, 123(2), 423-429.

- Hayta M, Özugur G, Etgü H, Seker IT. (2012): Effect of grape (*Vitis Vinifera* L.) pomace on the quality, total phenolic content and anti-radical activity of bread. *Journal of Food Process Preservation*, 38, 980–986.
- He Y, Lu Q, Liviu G. (2015): Effects of extraction processes on the antioxidant activity of apple polyphenols. *CyTA—Journal of Food*, 13, 603–606
- Hearst, C., McCollum, G., Nelson, D., Ballard, L. M., Millar, B. C., Goldsmith, C. E., Rao, J. R. (2010): Antibacterial activity of elder (*Sambucus nigra* L.) flower or berry against hospital pathogens. *Journal of Medicinal Plants Research*, 4(17), 1805-1809.
- Hebrok, M., Boks, C. (2017): Household food waste: Drivers and potential intervention points for design—An extensive review. *Journal of Cleaner Production*, 151, 380-392.
- Heinaaho, M., Julkunen-Tiitto, R. (2011): “Efficient extraction of flavonoids of sea buckthorn berries,” *BioChemistry: Indian Journal*, 5(2), 83-87.
- Heinaaho, M., Julkunen-Tiitto, R. (2011): Efficient extraction of flavonoids of sea buckthorn berries. *BioChemistry: An Indian Journal*, 5, 83-87.
- Hernández-Carranza, P., Ávila-Sosa, R., Guerrero-Beltrán, J. A., Navarro-Cruz, A. R., Corona-Jiménez, E., Ochoa-Velasco, C. E. (2016): Optimization of antioxidant compounds extraction from fruit by-products: Apple pomace, orange and banana peel. *Journal of Food Processing and Preservation*, 40(1), 103-115.
- Hernández-Ortega, M., Kissangou, G., Necoechea-Mondragón, H., Sánchez-Pardo, M. E., Ortiz-Moreno, A. (2013): Microwave dried carrot pomace as a source of fiber and carotenoids. *International Journal of Food Science & Technology* 49(9), 2120-2127
- Hoelzer, K., Switt, A. I. M., Wiedmann, M., Boor, K. J. (2018): Emerging needs and opportunities in foodborne disease detection and prevention: From tools to people. *Food microbiology*, 75, 65-71.
- Hoffmann, S., Scallan, E. (2017): Epidemiology, cost, and risk analysis of foodborne disease. In *Foodborne Diseases*, Academic Press. 31-63.
- Horváth, D.-né (2007): Hőkezeléssel tartósított termékek előállítása. In: Barta, J. (szerk): *A gyümölcsfeldolgozás technológiái*. Budapest: Mezőgazda Kiadó, 58–82.
- Horváth-Kerkai, E., Stéger-Máté, M. (2012): Manufacturing Fruit Beverages and Concentrates. In: Sinha, N. K., Sidhu, J. S., Barta, J., Wu, J. S. B. & Cano, M. P. (szerk.): *Handbook of Fruits and Fruit Processing*, Oxford: Wiley-Blackwell. 215–228.
- Höhne, F. (2015): Overview of cultivation technologies and their challenges. In: Sanna, K., Ekaterina, P., eds. *Producing Sea Buckthorn of High Quality. Natural Resources and bioeconomy*

- studies 31/2015. Proceedings of the third European Workshop on Sea buckthorn Euro Works 2014. 14-16 October 2014, Naantali, Finland. 31-35.
- Huzsvai, L., Vincze, Sz. (2012): SPSS-könyv. Seneca Books Elektronikus Kiadó, 153-156.
- Iora, S. R., Maciel, G. M., Zielinski, A. A., da Silva, M. V., Pontes, P. V. D. A., Haminiuk, C. W., Granato, D. (2015): Evaluation of the bioactive compounds and the antioxidant capacity of grape pomace. *International Journal of Food Science & Technology*, 50(1), 62-69.
- ISA. (2021): The annual report of international seabuckthorn development for the year of 2020. Beijing: China WaterPower Press.
- Ivanišová, E., Blašková, M., Terentjeva, M., Grygorieva, O., Vergun, O., Brindza, J. (2020): Biological properties of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) derived products. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 19(2), 195-205.
- Jakobek, L., Seruga, M., Medvidovic-Kosanovic, M., Novak, I. (2007): Anthocyanin content and antioxidant activity of various red fruit juices. *Deutsche Lebensmittelrundschaу*, 103(2), 58.
- Janceva, S., Andersone, A., Lauberte, L., Bikovens, O., Nikolajeva, V., Jashina, L., Zaharova N., Telysheva G., Senkovs M., Rieksts G., Ramata-Stunda A., Krasilnikova, J. (2022): Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*) waste biomass after harvesting as a source of valuable biologically active compounds with nutraceutical and antibacterial potential. *Plants*, 11(5), 642.
- Jaroszewska, A., Biel, W., Telesinski, A. (2018): Effect of mycorrhization and variety on the chemical composition and antioxidant activity of sea buckthorn berries. *Journal of Elementology*, 23(2).
- Jia, D., Bartish, I. V. (2018): Climatic Changes and Orogeneses in the Late Miocene of Eurasia: The Main Triggers of an Expansion at a Continental Scale? *Data Set of Rosales*, 9, 1–15.
- Jian-hua, T. I. A. N., Chun-yuan, Z. H. A. N. G., Lu, W. E. I. (2021): Study on the extraction technology and antioxidant activity of total flavonoids from the pomace of sea buckthorn. *Natural Product Research and Development*, 33(1), 65.
- Jiménez-Escrig, A., Sánchez-Muniz, F. J. (2000): Dietary fibre from edible seaweeds: Chemical structure, physicochemical properties and effects on cholesterol metabolism. *Nutrition research*, 20(4), 585-598.
- Kaack, K., Fretté, X. C., Christensen, L. P., Landbo, A. K., Meyer, A. S. (2008): Selection of elderberry (*Sambucus nigra* L.) genotypes best suited for the preparation of juice. *European Food Research and Technology*, 226, 843-855.
- Kaderides, K., Papaoikonomou, L., Serafim, M., Goula, A. M. (2019): Microwave-assisted extraction of phenolics from pomegranate peels: Optimization, kinetics, and comparison with

- ultrasounds extraction. *Chemical Engineering and Processing-Process Intensification*, 137, 1-11.
- Kallio, H., Yang, B., Peippo, P. (2002a): Effects of different origins and harvesting time on vitamin C, tocopherols, and tocotrienols in sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides*) berries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(21), 6136-6142.
- Kallio, H., Yang, B., Peippo, P., Tahvonen, R., Pan, R. (2002b): Triacylglycerols, Glycerophospholipids, Tocopherols, and Tocotrienols in Berries and Seeds of Two Subspecies (ssp. *sinensis* and *mongolica*) of Sea Buckthorn (*Hippophaë rhamnoides*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(10), 3004-3009.
- Kamiloglu, S., Toydemir, G., Boyacioglu, D., Beekwilder, J., Hall, R. D., Capanoglu, E. (2016): A review on the effect of drying on antioxidant potential of fruits and vegetables. *Critical reviews in food science and nutrition*, 56(1), S110-S129.
- Kant, V., Mehta, M, Varshneya, C. (2012): Antioxidant potential and total phenolic contents of seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides*) pomace. *Free Radicals and Antioxidants*. 2(4), 79-86.
- Karnopp, A.R., Fuguerola, A.M., Los, P.R., Teles, J.C., Simoes, D.R.S., Barana, A.C., Kubiaki F.T., Oliveira, J.G.B., Granato D. (2015): Effects of whole-wheat flour and bordeaux grape pomace (*Vitis labrusca* L.) on the sensory, physicochemical and functional properties of cookies. *Food Science Technology*, 35, 750–6.
- Kim, S., Son, H., Pang, S. Y., Yang, J. J., Lee, J., Lee, K. H., Yoo, H. Y. (2022): Optimization of Major Extraction Variables to Improve Recovery of Anthocyanins from Elderberry by Response Surface Methodology. *Processes*, 11(1), 72.
- Kiprovski, B., Malenčić, Đ., Ljubojević, M., Ognjanov, V., Veberic, R., Hudina, M., Mikulic-Petkovsek, M. (2021): Quality parameters change during ripening in leaves and fruits of wild growing and cultivated elderberry (*Sambucus nigra*) genotypes. *Scientia Horticulturae*, 277, 109792.
- Kitrytė, V., Laurinavičienė, A., Syrpas, M., Pukalskas, A., Venskutonis, P.R. (2020): Modeling and optimization of supercritical carbon dioxide extraction for isolation of valuable lipophilic constituents from elderberry (*Sambucus nigra* L.) pomace. *Journal of CO₂ Utilization*, 35, 225-235.
- Kitryte, V., Povilaitis, D., Kraujaliene, V., Sulniute, V., Pukalskas, A. (2017): Fractionation of sea buckthorn pomace and seeds into valuable components by using high pressure and enzyme-assisted extraction methods. *LWT - Food Science and Technology*. 1-5.

- Klaas M. R., Meurer P. (2004): Palmitoleic Ester Concentrates from Seabuckthorn Pomace and from Microbial Sources. Neubrandenburg University of Applied Sciences. Neubrandenburg, Germany.
- Klimczak, I., Małecka, M., Szlachta, M., & Gliszczyńska-Świgło, A. (2007): Effect of storage on the content of polyphenols, vitamin C and the antioxidant activity of orange juices. *Journal of Food Composition and Analysis*, 20(3-4), 313–322.
- Kmeth S. (2013): *Herbárium. Harmadik Évezred*. Szeged
- Kołodziej, B.; Maksymiec, N.; Drożdzał, K.; Antonkiewicz, J. (2012): Effect of traffic pollution on chemical composition of raw elderberry (*Sambucus nigra* L.). *Journal of Elementol*, 17, 67–78.
- Korekar, G., Stobdan, T., Singh, H., Chaurasia, O., & Singh, S. (2011): Phenolic content and antioxidant capacity of various solvent extracts from seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) fruit pulp, seeds, leaves and stem bark. *Acta Alimentaria*, 40(4), 449-458.
- Körmendy I. (1974): A préselt gyümölcshúzat fizikai jellemzői, almapréselési kísérletek újabb eredményei. I.-II. *Konzerv- és Paprikaipar*, 54-62(2), 109-118.
- Körmendy. I.; Török, Sz. (szerk.) (2007): Hőközléses tartósítás. 1. [köt.] Technológiai folyamatok, Mezőgazda Kiadó, Budapest, 255-258.
- Krawitz, C., Mraheil, M. A., Stein, M., Imirzalioglu, C., Domann, E., Pleschka, S., Hain, T. (2011): Inhibitory activity of a standardized elderberry liquid extract against clinically-relevant human respiratory bacterial pathogens and influenza A and B viruses. *BMC complementary and alternative medicine*, 11(1), 1-6.
- Krejcarova, J., Strakova, E., Suchy, P., Herzig, I., Karaskova, K. (2015): Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) as a potencial source of nutraceuticals and its therapeutic possibilities- a review. *Journal Acta Veterinaria Brno*, 84, 257-268.
- Kreps, F., Tobolková, B., Ciesarová, Z., Potočnáková, M., Janotková, L., Schubertova, S., Jablonsky, M. (2021): Total content of polyphenols, flavonoids, rutin, and antioxidant activity of sea buckthorn juice. *BioResources*, 16(3), 4743.
- Krisch, J., Galgóczy, L., Tölgyesi, M., Papp, T., Vágvölgyi, Cs. (2008): Effect of fruit juices and pomace extracts on the growth of Gram-positive and Gram-negative bacteria. *Acta Biologica Szegediensis*, 52(2), 267-270.
- Kürthy Gy., Dudás Gy. (2019): Élelmiszerveszteségek keletkezésének okai, azok kezelése és megítélése a feldolgozóipari vállalatok körében, NAIK Agrárgazdasági Kutatóintézet, Budapest

- Lai P. K., Roy J. (2004): Antimicrobial and chemopreventive properties of herbs and spices. *Current Medicinal Chemistry*, 11, 1451-1460.
- Lee D., Tongarlak M.H. (2017): Converting retail food waste into by-product. *European Journal of Operational Research* 257, 944–956.
- Lee, J. Finn, C. E. (2007): Anthocyanins and other polyphenolics in American elderberry (*Sambucus canadensis*) and European elderberry (*S. nigra*) cultivars. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87(14), 2665–2675.
- Li, T.S.C. (2003): Taxonomy, natural distribution and botany. In Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.): Production and Utilization, eds. T.S.C. Li and T.H.J. Beveridge, 7-11. Ottawa, ON: NRC Research Press.
- Li, T.S.C. Beveridge, T.H.J. (2003): Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) production and utilization. NRC Research Press.
- Li, Y., Li, P., Yang, K., He, Q., Wang, Y., Sun, Y., Xiao, P. (2021): Impact of drying methods on phenolic components and antioxidant activity of sea Buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) berries from different varieties in China. *Molecules*, 26(23), 7189.
- Lipinski, B., Hanson, C., Lomax, J., Kitinoja, L., Waite, R., Searchinger, T. (2013): Reducing food loss and waste. Washington D.C.: World Resources Institute. Working Paper, Installment 2 of Creating a Sustainable Food Future. https://files.wri.org/d8/s3fs-public/reducing_food_loss_and_waste.pdf Letöltés: 2022.10.28.
- Liszka, K.D.; Najgebauer-Lejko, A.; Tabaszewska, M. (2016): Owoce czarnego bzu (*Sambucus nigra* L.) Charakterystyka i możliwości wykorzystania w przemyśle spożywczym. [w:] Innowacyjne rozwiązania w technologii żywności i żywieniu człowieka. Tarko T, Drożdż I, Najgebauer-Lejko D, Duda Chodak A (red). PTTŻ Kraków, 1, 102–109. (In Polish)
- Liu, H., Jiang, W., Cao, J., Ma, L. (2018): Evaluation of antioxidant properties of extractable and nonextractable polyphenols in peel and flesh tissue of different peach varieties. *Journal of food processing and preservation*, 42(6), e13624.
- Llavata, B., Picinelli, A., Simal, S., Cárcel, J. A. (2022): Cider apple pomace as a source of nutrients: Evaluation of the polyphenolic profile, antioxidant and fiber properties after drying process at different temperatures. *Food Chemistry: X*, 15, 100403.
- Lõugas T., Veskus T., Martverk K., Täht R., Rada K., Vokk R. (2005): Sea buckthorn and its new fields of use. *IntradFood – Innovations in Traditional Foods*, (1), 719-722
- Lõugas, T. (2006): Study on physico-chemical properties and some bioactive compounds of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.). TUT Press.

- Lu, Y., Foo, L. Y. (2000): Antioxidant and radical scavenging activities of polyphenols from apple pomace. *Food chemistry*, 68(1), 81-85.
- Lukács, Gy. (1982): Színmérés. Budapest: Műszaki Kiadó. 341.
- Mádi, M. (2013): Szőlőmag keverőmalmai őrlése. Szakdolgozat, Miskolci Egyetem
- Mahboubi, M., Kazempour, N., Mahboubi, A. (2012): Total Phenolic Content, Antioxidant and Antimicrobial Activity of *Sambucus nigra* L. *Journal of Biologically Active Products from Nature*. 2(5), 275 - 283
- Maier, T., Fromm, M., Schieber, A., Kammerer, D. R., Carle, R. (2009): Process and storage stability of anthocyanins and non-anthocyanin phenolics in pectin and gelatin gels enriched with grape pomace extracts. *European Food Research and Technology*, 229, 949-960.
- Manea, A. M., Ungureanu, C., Meghea, A. (2014): Effect of vegetable oils on obtaining lipid nanocarriers for sea buckthorn extract encapsulation. *Comptes Rendus Chimie*, 17(9), 934-943.
- Maner, S., Sharma, A.K., Banerjee, K. (2017): Wheat flour replacement by wine grape pomace powder positively affects physical functional and sensory properties of cookies. *Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences*, 87, 109–13.
- Manganelli, R. U., Zaccaro, L., Tomei, P. E. (2005): Antiviral activity in vitro of *Urtica dioica* L., *Parietaria diffusa* M. et K. and *Sambucus nigra* L. *Journal of Ethnopharmacology*, 98(3), 323-327.
- Mann, D.D., Petkau, D.S., Crowe, T.G., Schroeder, W. R. (2001): Removal of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) berries by shaking. *Canadian Biosystems Engineering*, 43, 2-23.
- Marchiani, R., Bertolino, M., Ghirardello, D., McSweeney, P.L., Zeppa, G. (2016): Physicochemical and nutritional qualities of grape pomace powder-fortified semi-hard cheeses. *Journal of Food Science Technology*, 53, 1585–96
- Marosi K. (2010): Élet-mód - A homoktövis. *Élet és tudomány*, 65(9), 268.
- Martins, Z. E., Pinho, O., Ferreira, I. (2017): Food industry by-products used as functional ingredients of bakery products. *Trends in Food Science & Technology*, 67, 106-128.
- Máthé Á., Romváry V. (1991): Fűszerek és gyógyító növények a kertből. Agricola Kiadó, Budapest
- Maurya, A., Prasad, J., Das, S., Dwivedy, A. K. (2021): Essential oils and their application in food safety. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 5, 653420.
- Mayer, V. W., Legaror, M. S. (1969): Production of petite mutants of *Saccharomyces cerevisiae* by patulin. *Journal Agricultural Food Chem.* 17(3), 454–456.
- Megyesi É. (2007): Ha érett, szedhető a homoktövis. *Kertészet és szőlészet*, 56(35), 9.

- Menon, A., Stojceska, V., Tassou, S. A. (2020): A systematic review on the recent advances of the energy efficiency improvements in non-conventional food drying technologies. *Trends in Food Science & Technology*, 100, 67-76.
- Michel, T.E., Destandaua, G., Le, F., Lucchesi, M.E., Elfakir, C. (2012): Antimicrobial, antioxidant and phytochemical investigations of sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.) leaf, stem, root and seed. *Food Chemistry*, 131(3), 754-760.
- Miller N.J., Rice-Evans C.A., Davies M.J., Gopinathan V., Milner A. (1993): A novel method for measuring antioxidant capacity and its application to monitoring the antioxidant status in premature neonates, *Clinical Science.*, 84, 407-412.
- Młynarczyk, K.; Walkowiak-Tomczak, D.; Staniek, H.; Kidoń, M.; Łysiak, G.P. (2020): The content of selected minerals, bioactive compounds, and the antioxidant properties of the flowers and fruit of selected cultivars and wildy growing plants of *Sambucus nigra* L. *Molecules*, 25, 876.
- Mohammadsadeghi, S., Malekpour, A., Zahedi, S., Eskandari F. (2013): The Antimicrobial Activity of Elderberry (*Sambucus nigra* L.) Extract Against Gram Positive Bacteria, Gram Negative Bacteria and Yeast. *Research Journal of Applied Sciences*, 8 (4) 240-243.
- Mokrani, A., Madani, K. (2016): Effect of solvent, time and temperature on the extraction of phenolic compounds and antioxidant capacity of peach (*Prunus persica* L.) fruit. *Separation and Purification Technology*, 162, 68-76.
- Moldovan, B., David, L. (2020): Influence of different sweeteners on the stability of anthocyanins from cornelian cherry juice. *Foods*, 9(9), 1266.
- Mollapour, M., Piper, P. W. (2001): Targeted gene deletion in *Zygosaccharomyces bailii*. *Yeast*. 18(2), 173-86.
- Monier, V., Mudgal, S., Escalon, V., O'Connor, C., Gibon, T., Anderson, G., Morton, G. (2010): Preparatory Study on Food Waste Across EU 27, Report for the European Commission. Technical Report—2010-054.
- Murthy, K. N. C., Singh, R. P., Jayaprakasha, G. K. (2002): Antioxidant activities of grape (*Vitis vinifera*) pomace extracts. *Journal of agricultural and food chemistry*, 50(21), 5909-5914.
- Nabet, N., Gilbert-López, B., Madani, K., Herrero, M., Ibáñez, E., Mendiola, J. A. (2019): Optimization of microwave-assisted extraction recovery of bioactive compounds from *Origanum glandulosum* and *Thymus fontanesii*. *Industrial Crops and Products*, 129, 395-404.

- Nagarajan, J., Pui Kay, H., Krishnamurthy, N. P., Ramakrishnan, N. R., Aldawoud, T. M., Galanakis, C. M., Wei, O. C. (2020): Extraction of carotenoids from tomato pomace via water-induced hydrocolloidal complexation. *Biomolecules*, 10(7), 1019.
- Nagy E. (2011): Mire jó a homoktövis? *BioPORTA füzetek*, (7), 13-14.
- Nagy, I.N., Pugna, A.A., Hodişan, B.F., Biriş-Dorhoi, S.E., Socaci, S.A., Tofană, M. (2022): Evaluation of *Sambucus nigra* as a Natural Food Additive. *Hop and Medicinal Plants*, 30(1-2), 137-153.
- Nazir, F., Bashir M. (2017): Chemical and antioxidant properties of Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*). *The Pharma Innovation Journal* 6(12), 173–6.
- Negi, P. S, Chauhan, A.S., Sadia, G.A., Rohinishree, Y.S. (2005): Antioxidant and antibacterial activities of various sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) seed extracts. *Food Chemistry*. 92, 119–24.
- Nemetz, N. J., Schieber, A., Weber, F. (2021): Application of crude pomace powder of chokeberry, bilberry, and elderberry as a coloring foodstuff. *Molecules*, 26(9), 2689.
- Neves, C. M., Pinto, A., Gonçalves, F., Wessel, D. F. (2021): Changes in elderberry (*Sambucus nigra* L.) juice concentrate polyphenols during storage. *Applied Sciences*, 11(15), 6941.
- Nour, V., Panaite, T. D., Corbu, A. R., Ropota, M., Turcu, R. P. (2021): Nutritional and Bioactive Compounds in Dried Sea-Buckthorn Pomace. *Erwerbs-Obstbau*, 63(1).
- Novelli, S. (2003): Developments in berry production and use. Bi-weekly *Bull. Agric. Agri-Food Canada*, 16, 21.
- NRCC. (2002): Canadian Sea buckthorn Technology Mission to Russia and Germany - Final Report. National Research Council Canada/ industrial Research Assistance Program, Newfoundland & Labrador and Nunavut Region. <https://nrc.canada.ca/en/certifications-evaluations-standards/calibration-laboratory-assessment-service/directory-accredited-calibration-laboratories/clas-certificate-number-2002-04>
- Nuernberg K., Nuernberg G., Priepke A., Dannenberger D. (2015): Sea buckthorn pomace supplementation in the finishing diets of pigs – are there effects on meat quality and muscle fatty acids? *Archives Animal Breeding*, 58, 107–113
- OHT (2013): Országos Hulladékgazdálkodási Terv, 2014-2020 http://web.okir.hu/dokumentum/554/Orszagos_Hulladekgazdalkodasi_Terv_20142020.pdf Letöltés: 2022.10.28.
- OHT (2018): Forrás: Országos Hulladékgazdálkodási Terv, 2021-2027.: <https://cdn.kormany.hu/uploads/document/9/92/921/921c2f798773d4336ee3f45884a662d3018bb3d7.pdf> Letöltés: 2022.10.28.

- Olander, S. (1995): Mechanical harvesting of sea buckthorn. In Proceedings of the International Sea Buckthorn Workshop. Beijing, China.
- Olas, B., Skalski, B., Ulanowska, K. (2018): The anticancer activity of sea buckthorn [*Elaeagnus rhamnoides* (L.) A. Nelson]. *Frontiers in pharmacology*, 9, 232.
- Ong, S.P.; Law, C.L. (2011): Drying kinetics and antioxidant phytochemicals retention of salak fruit under different drying and pretreatment conditions. *Drying Technology*, 29(4), 429–441.
- Oomah, B. D., Séry, G., Goldfrey, D. V., Beveridge, T. (1999): Rheology of Sea Buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) Juice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47(9), 3546-3550.
- Oreopoulou V., Russ W. (2007): Utilization of by-products and treatment of waste in the food industry. Springer, New York, 1-15.
- Owen, J. P. (2015): Elderberries Extracts. In J. P. Owen, Fruit and Pomace Extracts. Nova Science Publishers, New York 227-241.
- Pap E. (2002): Díszít, gyógyít, üdít a homoktövis. *Kertészet és szőlészet*, 51(34), 20.
- Papp, J. (Ed.). (2003): Gyümölcstermesztési alapismeretek. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 78-79.
- Parfitt J., Barthel M., Macnaughton S. (2010): Food waste within food supply chains: quantification and potential for change to 2050. *The Royal Society*, 3065-3081.
- Park, J. H., Lee, M., Park, E. (2014): Antioxidant activity of orange flesh and peel extracted with various solvents. *Preventive Nutrition and Food Science*, 19(4), 291.
- Peresztegi T. F. (2002): Amit a bodzáról tudni kell. *Magyar Mezőgazdaság* 57(4), 14-15.
- Perkins-Veazie, P., Thomas, A. L., Byers, P. L., Finn, C.E. (2013): Fruit composition of elderberry (*Sambucus* spp.) genotypes grown in Oregon and Missouri, USA. In International Symposium on Elderberry 1061, 219-224.
- Pfeuffer, M. (2001): Physiologic effects of individual fatty acids in animal and human body, with particular attention to coronary heart disease risk modulation. *Archiv für Tierzucht*, 44, 89–98.
- Piddock L.J. (1990): Techniques used for determination of antimicrobial resistance and sensitivity in bacteria, *Journal of Applied Bacteriology*, 68, 307.
- Pieszka M., Szczurek P., Bederska-Łojewska D., Migdał W., Pieszka M., Gogol P., Jagusiak W. (2017): The effect of dietary supplementation with dried fruit and vegetable pomaces on production parameters and meat quality in fattening pigs. *Meat Science* 126, 1–10.
- Piłat, B., Bieniek, A., Zadernowski, R. (2015): Common sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) as an alternative orchard plant, *Polish Journal of Natural Sciences*, 30, 417-430.

- Podani J. (2007): Tudományos áttekintések. Magyarország edényes flórája a nagymérvű rendszertani változások tükrében. *Botanikai Közlemények*, 94(1-2), 155-174.
- Pop, E. A., Diaconeasa, Z. M., Fetea, F., Bunea, A., Dulf, F., Pintea, A., Socaciu, C. (2015): Carotenoids, tocopherols and antioxidant activity of lipophilic extracts from sea buckthorn berries (*Hippophae rhamnoides*), apricot pulp and apricot kernel (*Prunus armeniaca*). *Bulletin UASVM Food Science and Technology*, 72(2), 169-176.
- Pop, R. M., Weesepeel, Y., Socaciu, C., Pintea, A., Vincken, J. P., Gruppen, H. (2014): Carotenoid composition of berries and leaves from six Romanian sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) varieties. *Food chemistry*, 147, 1-9.
- Porga B. (2000): Homoktövis. *Díszmadár magazin*, 7(6), 20.
- Porpáczy A. (szerk.) (1987): Ribiszke, áfonya, bodza, fekete berkenye. Mezőgazdasági kiadó, Budapest
- Przybylska-Balcerek, A., Szablewski, T., Szwajkowska-Michałek, L., Świerk, D., Cegielska-Radziejewska, R., Krejpcio, Z., Stuper-Szablewska, K. (2021): *Sambucus nigra* extracts—natural antioxidants and antimicrobial compounds. *Molecules*, 26(10), 2910.
- Puupponen-Pimiä, R., Nohynek, L., Meier, C., Kähkönen, M., Heinonen, M., Hopia, A., Oksman-Caldentey, K. M. (2001): Antimicrobial properties of phenolic compounds from berries. *Journal of Applied Microbiology*. 90(4), 494-507.
- Rácz G., Rácz-Kotilla E., Szabó L.Gy. (2012): Gyógynövények ismerete a fitoterápiában és az alternatív medicina alapján. Galenus Kiadó, Budapest. 261-262.
- Radványi, D., Juhász, R., Kun, S., Szabó-Nótin, B., Barta, J. (2013): Preliminary study of extraction of biologically active compounds from elderberry (*Sambucus nigra* L.) pomace. *Acta Alimentaria*, 42(Supplement-1), 63-72.
- Ranjith, A., Kumar, K. S., Venugopalan, V. V., Arumughan, C., Sawhney, R. C., Singh, V. (2006): Fatty acids, tocopherols, and carotenoids in pulp oil of three sea buckthorn species (*Hippophae rhamnoides*, *H. salicifolia*, and *H. tibetana*) grown in the Indian Himalayas. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 83(4), 359-364.
- Rápóti J., Romváry V. (1991): Gyógyító növények. Medicina Kiadó, Budapest
- Ravindran, R., Jaiswal, A. K. (2016): Exploitation of food industry waste for high-value products. *Trends in biotechnology*, 34 (1) 58-69.
- Refsgaard K., Magnussen K. (2009): Household behaviour and attitudes with respect to recycling food waste experiences from focus groups. *Journal of Environmental Management* 90, 760-771.
- Reising, K. (1990): Successful dejuicing enzymes. *Flüssiges Obst*, 57(8), 495-499.

- Rentsendavaa, C., Székely, D., Furulyás, D., Végvári, G., Gonelimali, F., Kumar, P., Stéger-Máté, M. (2021): Stability of carotene and phenols of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) juice with pomace during storage. *Periodica Polytechnica Chemical Engineering*, 65(2), 210-218.
- Reyes, A., Bubnovich, V., Bustos, R., Vasquez, M., Vega, R., Scheuermann, E. (2010): Comparative study of different process conditions of freeze drying of “murtilla” berry. *Drying Technology*, 28(12), 1416–1425.
- Richa A., S. M. (2012): Antimicrobial activity of seed, pomace and leaf extracts of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) against foodborne and food spoilage pathogens. *African Journal of Biotechnology*, 11(45), 10424-10430.
- Rodino, S., Butu, A., Butu M., Cornea, P. C. (2015): Comparative studies on antibacterial activity of licorice, elderberry and dandelion. *Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures* 3, 947 - 955.
- Rodler, I. (Szerk.) (2006): Új Tápanyagtáblázat. Budapest: Medicina Könyvkiadó Zrt, 499–516.
- Rongsen, L. (2007): The correlation between seabuckthorn berry quality and altitudes of its growing location. in *Seabuckthorn association conference*. 27-30.
- Roschek, B., Jr. (2009): Elderberry flavonoids bind to and prevent H1N1 infection in vitro. *Phytochemistry*, 1256.
- Rout, S., Tambe, S., Deshmukh, R. K., Mali, S., Cruz, J., Srivastav, P. P., Amin P.D., Gaikwad K.K., Aguiar Andrade E.H., Oliveira M.S. (2022): Recent trends in the application of essential oils: The next generation of food preservation and food packaging. *Trends in Food Science & Technology*.
- Rösch D., Bergmann, M., Knorr, D., Kroh, L. W. (2003): Structure-antioxidant efficiency relationships of phenolic compounds and their contribution to the antioxidant activity of seabuckthorn juice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51: 4233–4239
- Rösch, D., Mügge, C., Fogliano, V., Kroh, L. W. (2004): Antioxidant oligomeric proanthocyanidins from sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*) Pomace. *Journal of agricultural and food chemistry*, 52(22), 6712-6718.
- Ruberto, G., Renda, A., Daquino, C., Amico, V., Spatafora, C., Tringali, C., De Tommasi, N. (2007): Polyphenol constituents and antioxidant activity of grape pomace extracts from five Sicilian red grape cultivars. *Food chemistry*, 100(1), 203-210.
- Sabir, S. M., Maqsood, H., Ahmed, S. D., Shah, A. H., Khan, M. Q. (2005): Chemical and nutritional constituents of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* ssp. *turkestanica*) berries from Pakistan. *Italian journal of food science*, 17(4), 455.

- Sadilova, E., Stintzing, F. C., Kammerer, D. R., Carle, R. (2009): Matrix dependent impact of sugar and ascorbic acid addition on color and anthocyanin stability of black carrot, elderberry and strawberry single strength and from concentrate juices upon thermal treatment. *Food Research International*, 42(8), 1023-1033.
- Sahni, P., Shere, D. M. (2018): Utilization of fruit and vegetable pomace as functional ingredient in bakery products: A review. *Asian Journal of Dairy and Food Research*, 37(3), 202-211.
- Samson, R. A., Hoekstra, E. S., Frisvad, J. C. (2002): Identification of the common food-borne fungi – *Penicillium*. 174-239. p. In Samson, R. A., Hoekstra, E. S. (Szerk.): Introduction to food- and airborne fungi. Utrecht: Centraalbureau voor Schimmelcultures.
- Sandulachi, E., Macari, A., Cojocari, D., Balan, G., Popa, S., Turculeț, N., Sturza, R. (2022): Antimicrobial properties of sea buckthorn grown in the Republic of Moldova. *Journal of Engineering Sciences*, (1), 164-175.
- Sansdrap A. (2000): La culture des sureaux. *Le Fruit Belge* 68(486), 130–132.
- Sant'Anna, V., Christiano, F. D., Marczak, L. D., Tessaro, I. C., Thys, R. C. (2014): The effect of the incorporation of grape marc powder in fettuccini pasta properties. *LWT - Food Science and Technology*, 497-501.
- Schieber A., Stintzing F., Carle R. (2001): By-products of plant food processing as a source of functional compounds — recent developments. *Trends in Food Science & Technology*, 12(11), 401-413.
- Seabra, I. J., Braga, M. E. M., Batista, M. T., de Sousa, H. C. (2010): Effect of solvent (CO₂/ethanol/H₂O) on the fractionated enhanced solvent extraction of anthocyanins from elderberry pomace. *The Journal of Supercritical Fluids*, 54(2), 145- 152.
- 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.
- Shalini, R., Gupta, D. (2010): Utilization of pomace from apple processing industries: A review. *Journal of Food Science and Technology*, 47(4), 365-371.
- Sharma, K. D., Karki, S., Thakur, N. S., Attri, S. (2012): Chemical composition, functional properties and processing of carrot—a review. *Journal of food science and technology*, 49(1), 22-32.
- Sheridan, J. J., Duffy, G., McDowell, D. A., Blair, I. S. (1997): Development of a surface adhesion immunofluorescent technique for the rapid isolation of *Listeria monocytogenes* and *Listeria innocua* from meat. *Journal of Applied Microbiology*. 82(2), 225-32.

- Sidor, A.(ed.) (2015): Advanced research on the antioxidant and health benefit of elderberry (*Sambucus nigra*) in food – a review. *Journal of Functional Foods*, 941-958.
- Silva, P., Ferreira, S. (2016): Elderberry (*Sambucus nigra* L.) by-products a source of anthocyanins and antioxidant polyphenols. *Industrial Crops and Products*, 227.
- Simon T. (2000): A magyarországi edényes flóra határozója, harasztok – virágos növények. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest. 241.
- Singh, B., Singh, J. P., Kaur, A., Singh, N. (2020): Phenolic composition, antioxidant potential and health benefits of citrus peel. *Food Research International*, 132, 109114.
- Singleton V., Rossi, J. (1965): Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents. *American Journal of Ecology and Viticulture*, 16, 144-158.
- Sipos B. Z. (2010): A fekete bodza termesztése. Mezőgazda Kiadó, Budapest
- Sipos, P., Győri, Z., Kruppa, J., Sándor, M., Kovács, B. (2012): Opportunities for improving the nutritional value of cereal-based products. *Acta Agraria Debreceniensis*, (49) 275-278.
- Sogi, D. S., Siddiq, M., Greiby, I., Dolan, K. D. (2013): Total phenolics, antioxidant activity, and functional properties of ‘Tommy Atkins’ mango peel and kernel as affected by drying methods. *Food chemistry*, 141(3), 2649-2655.
- Sokač, T., Gunjević, V., Pušek, A., Tušek, A. J., Dujmić, F., Brnčić, M., Ganić K.K., Jakovljević T., Uher D., Mitrić G., Redovniković, I. R. (2022): Comparison of drying methods and their effect on the stability of graševina grape pomace biologically active compounds. *Foods*, 11(1), 112.
- Solà Marsiñach, M., Cuenca, A. P. (2019): The impact of sea buckthorn oil fatty acids on human health. *Lipids in Health and Disease*, 18 (1), 1-11.
- Soltész M. (1997): Integrált gyümölcstermesztés. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Souci, S. W., Fachmann, W., Kraut, H. (2008): Die Zusammensetzung der Lebensmittel Nährwert-Tabellen. *Stuttgart: MedPharm Scientific Publishers*, 1090–1091.
- Spanos, G. A., Wrolstad, R. E. (1990): Influence of processing and storage on the phenolic composition of Thompson seedless grape juice. *Journal of agricultural and food chemistry*, 38(7), 1565-1571.
- Spinelli, A. C. N. F., Sant’Ana, A. S., Rodrigues-Junior, S. Massaguer, P. R. (2009): Influence of different filling, cooling, and storage conditions on the growth of *Alicyclobacillus acidoterrestris* CRA7152 in orange juice. *Applied Environmental Microbiology*. 75(23), 7409–7416

- Staško, A., Brezová, V., Biskupič, S., Mišik, V. (2007): The potential pitfalls of using 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl to characterize antioxidants in mixed water solvents, *Free Radical Research*, 41(4), 379-390.
- Stégerné, M.M. (2010): A fekete bodza feldolgozása. In Sipos B. Z. (szerk.): A fekete bodza termesztése. Budapest: Mezőgazda Kiadó, 84.
- Sudha, M. L., Dharmesh, S. M., Pynam, H., Bhimangoudar, S. V., Eipson, S. W., Somasundaram, R., Nanjarajurs, S. M. (2016): Antioxidant and cyto/DNA protective properties of apple pomace enriched bakery products. *Journal of food science and technology*, 53(4), 1909-1918.
- Sultana, B., Anwar, F., Ashraf, M., Saari, N. (2012): Effect of drying techniques on the total phenolic. *Journal of Medicinal Plants Research*, 6(1), 161-167.
- Sun, T., Powers, J. R., Tang, J. (2007): Effect of enzymatic macerate treatment on rutin content, antioxidant activity, yield, and physical properties of asparagus juice, *Journal of Food Science*. 72(4), S267-S271.
- Sutton, B.C. (1999): Overview of classification of the fungi. In: Robinson, R. K., Batt, C. A., Patel, P. D. (szerk.), *Encyclopedia of Food Microbiology* (2) Academic Press, London, 860-871.
- Szenes E. (1992): Egyéb gyümölcsök: feketeribizli, bodzabogyó szárítása. In Gyümölcsök és zöldségek szárítása, aszalása. Integra-Projekt Kft, Budapest 76.
- Szenes E-né (szerk.) (1995): Gyümölcsök tartósítása kisüzemben és a háztartásban. Integra Projekt Kft. Budapest, 85-88.
- Tańska, M., Roszkowska, B., Czaplicki, S., Borowska, E. J., Bojarska, J., Dąbrowska, A. (2016): Effect of Fruit Pomace Addition on Shortbread Cookies to Improve Their Physical and Nutritional Values. *Plant Foods for Human Nutrition*, 71(3), 307-13.
- Tarnavölgyi G. (2008): Az élelmiszeradalékanyagok szakmai és fogyasztói megítélése. Kaposvári Egyetem, Doktori (Ph.D) értekezés, Kaposvár
- Tian, Y., Puganen, A., Alakomi, H. L., Uusitupa, A., Saarela, M., Yang, B. (2018): Antioxidative and antibacterial activities of aqueous ethanol extracts of berries, leaves, and branches of berry plants. *Food research international*, 106, 291-303.
- Tiitinen, K. M., Hakala, M. A., Kallio, H. P. (2005): Quality Components of Sea Buckthorn (*Hippophaë rhamnoides*) Varieties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 1692-1699
- Tortora, G. J., Funke, B. R., Case, C. L. (2010): Microbiology: An Introduction. San Francisco, CA: Benjamin Cummings
- Tseng A, Zhao Y. (2013): Wine grape pomace as antioxidant dietary fibre for enhancing nutritional value and improving storability of yogurt and salad dressing. *Food Chemistry*. 138:356–65

- Turkmen, N., Sari, F., Velioglu, Y. S. (2006): Effects of extraction solvents on concentration and antioxidant activity of black and black mate tea polyphenols determined by ferrous tartrate and Folin–Ciocalteu methods, *Food Chemistry*, 99(4), 835-841
- US Environmental Protection Agency (2012): Industrial Food Processing Waste Analyses https://www.epa.gov/sites/default/files/2016-01/documents/msw_task9_industrialfoodprocessingwasteanalyses_508_fnl_2.pdf
- USDA (2014): Agricultural Research Service National Nutrient Database for Standard Reference Release28.:<http://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/2200?fgcd=&manu=&lfacet=&format=&count=&max=35&offset=&sort=&qlookup=elderberry> Letöltés: 2022.11.15.
- Uzlasir, T., Kadiroglu, P., Selli, S., Kelebek, H. (2021): LC-DAD-ESI-MS/MS characterization of elderberry flower (*Sambucus nigra*) phenolic compounds in ethanol, methanol, and aqueous extracts. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(8), e14478.
- Vaccarino, C., Curto, R. L., Tripodo, M. M., Patané, R., Ragno, A. (1992): Grape marc as a source of feedstuff after chemical treatments and fermentation with fungi. *Bioresource technology*, 40(1), 35-41.
- Van Dyk J., Gama R., Morrison D., Swart S., Pletschke B. (2013): Food processing waste: problems, current management and prospects for utilisation of the lignocellulose component through enzyme synergistic degradation. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 26, 521-531
- Varga E. (2010): Homoktövis Pázmándhegyen. *Biokultúra*, 21(3), 20-21.
- Varlamov, G.P., Gabuniya V.G. (1990): Picking sea buckthorn fruit by suction air stream. *Traktory i sel'skokhozyaistvennye Mashiny* 1, 29-30.
- Vasyliiev, G. S., Vorobyova, V. I., Linyucheva, O. V. (2020): Evaluation of reducing ability and antioxidant activity of fruit pomace extracts by spectrophotometric and electrochemical methods. *Journal of Analytical Methods in Chemistry*
- Vatai, T., Škerget, M., Željko, K. (2009): Extraction of phenolic compounds from elder berry and different grape marc varieties using organic solvents and/or supercritical carbon dioxide. *Journal of Food Engineering*, 246-254
- Veberic, R., Jakopic, J., Stampar, F., Valentina, S. (2009): European elderberry (*Sambucus nigra* L.) rich in sugars, organic acids, anthocyanins and selected polyphenols. *Food Chemistry* 114(2), 511–515.

- Vidinamo, F., Fawzia, S., Karim, M. A. (2021): Effect of drying methods and storage with agro-ecological conditions on phytochemicals and antioxidant activity of fruits: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 62(2), 353-361.
- Vilas-Franquesa, A., Saldo, J., Juan, B. (2020): Potential of sea buckthorn-based ingredients for the food and feed industry—a review. *Food Production, Processing and Nutrition*, 2(1), 1-17.
- Visser, W., Scheffers, W. A., Batenburg-van der Vegte, W. H., van Dijken, J. P. (1990): Oxygen requirements of yeasts. *Applied and Environmental Microbiology*. 56, 3785-3792.
- Vogt, R. L., Dippold, L. (2005): *Escherichia coli* O157:H7 outbreak associated with consumption of ground beef, June-July 2002. *Public Health Reports*, 120(2), 174-8.
- Vulić, J.J., Vračar, O.L., Šumić, M.Z. (2008): Chemical characteristics of cultivated elderberry fruit. *Acta periodica technologica*, (39), 85-90.
- Walker R, Tseng A, Cavender G, Ross A, Zhao Y. (2014): Physicochemical, nutritional, and sensory qualities of wine grape pomace fortified baked goods. *Journal of Food Science*, 79(S1), 811–822.
- Wang, K., Xu, Z., Liao, X. (2022): Bioactive compounds, health benefits and functional food products of sea buckthorn: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 62(24), 6761-6782.
- Wang, W., Jung, J., Tomasino, E., Zhao, Y. (2016): Optimization of solvent and ultrasound-assisted extraction for different anthocyanin rich fruit and their effects on anthocyanin compositions. *LWT - Food Science and Technology*. 72, 229-238.
- Wang, X., Chen, Q., Lü, X. (2014): Pectin extracted from apple pomace and citrus peel by subcritical water. *Food Hydrocolloids*, 38, 129-137.
- Wegert, F., Wolf, D. (1990): Ernte von Sanddomeinzelfrüchten durch Schockgefrieren. [Quickfreeze harvesting of single fruits of sea buckthorn]. *Gartenbau* 37(7), 215-216.
- Werlein, H. D., Küttemeyer, C., Schatton, G., Hubbermann, E. M., Schwarz, K. (2005): Influence of elderberry and blackcurrant concentrates on the growth of microorganisms. *Food control*, 16(8), 729-733.
- WHO (2015): WHO estimates of the global burden of foodborne diseases: foodborne disease burden epidemiology reference group 2007-2015. World Health Organization.
- Wijngaard, H. H., Brunton, N. (2010): The optimisation of solid–liquid extraction of antioxidants from apple pomace by response surface methodology. *Journal of Food Engineering*, 96(1), 134-140.

- Yang, B., Kallio, H. (2002): Supercritical CO₂-extracted sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*) oils as new food ingredients for cardiovascular health. *Proceedings of health ingredients of Europe*, 17-19.
- Yang, B., Kallio, H. P. (2001): Fatty acid composition of lipids in sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) berries of different origins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(4), 1939–1947.
- Yang, H., Zhou, Y., Liu, J. (2009a): Land and water requirements of biofuel and implications for food supply and the environment in China. *Energy Policy*, 37(5), 1876-1885.
- Yang, B., Halttunen, T., Raimo, O., Price, K., Kallio, H. (2009b): Flavonol glycosides in wild and cultivated berries of three major subspecies of *Hippophae rhamnoides* and changes during harvesting period. *Food Chemistry*, 115(2), 657-664.
- Yao, N.N., Che, F.B., Zhang, T., Li, Y.H., Zhang, Q., Zhang, H., Zhou, J.J., Wu, X. (2020): Comparative Analysis of Different Pretreatment on Improving Hot Air Drying Effect of Seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) (Chinese). *Modern Food Science and Technology*, 36.
- Zeb, A. (2004): Chemical and Nutritional Constituents of Sea Buckthorn Juice. *Pakistan Journal of Nutrition* 3(2), 99-106
- Zeng, Y., Zhou, W., Yu, J., Zhao, L., Wang, K., Hu, Z., Liu, X. (2023): By-Products of Fruit and Vegetables: Antioxidant Properties of Extractable and Non-Extractable Phenolic Compounds. *Antioxidants*, 12(2), 418.
- Zorić, Z., Dragović-Uzelac, V., Pedisić, S., Kurtanjek, Ž., Elez Garofulić, I. (2014): Kinetics of the degradation of anthocyanins, phenolic acids and flavonols during heat treatments of freeze-dried sour cherry Marasca paste. *Food Technology and Biotechnology*, 52(1), 101-108.
- Zu, Y., Li, C., Fu, Y., Zhao, C. (2006): Simultaneous determination of catechin, rutin, quercetin kaempferol and isorhamnetin in the extract of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) leaves by RP-HPLC with DAD. *Journal of pharmaceutical and biomedical analysis*, 41(3), 714-719.

INTERNETES FORRÁSOK:

Internet¹ - A BIZOTTSÁG KÖZLEMÉNYE A TANÁCSNAK ÉS AZ EURÓPAI PARLAMENTNEK - Tájékoztató közlemény a hulladékról és a melléktermékekről

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:52007DC0059&from=HU>

Letöltés: 2022.10.29.

Internet² - Homoktövis botanikai illusztrációja

<https://lizzieharper.co.uk/wp-content/uploads/2019/10/Sea-buckthorn-Hippophae-rhamnoides-botanical-illustration-by-Lizzie-Harper.jpg>

Letöltés: 2023.01.25.

Internet³ - KSH, 2016 - Központi Statisztikai Hivatal

www.ksh.hu

Letöltés: 2022.11.04.

Internet⁴ - Fekete bodza termesztése és ökológiai, növényvédelmi lehetőségei

<https://biocontmagyarorszag.hu/2021/06/15/a-fekete-bodza-termesztese-es-okologiai-novenyvedelmi-lehetosegei/>

Letöltés: 2022.11.05.

Internet⁵ - Fekete bodza botanikai illusztrációja

<https://lizzieharper.co.uk/2022/03/trees-elder/>

Letöltés: 2023.01.25.

Internet⁶ - Fekete bodza termesztésének magyarországi területei

<https://map.ksh.hu/timea/?locale=hu>

Letöltés 2022.12.10.

Internet⁷ - Bodzatermesztés Magyarországon

https://agroforum.hu/szakcikkek/gyumolcs/bodzatermesztés-magyarorszagon?fbclid=IwAR10_m-kVOv_6sxmjf0tanl7VjayOHZVUSCUcsO_FFtkTzQm2C2GMSoxrl8

Letöltés: 2022.11.10.

Internet⁸ - KSH adatok - Fekete bodza termőterületeinek nagysága 2017-2021

https://www.ksh.hu/stadat_files/mez/hu/mez0025.html

Letöltés: 2022.11.12.

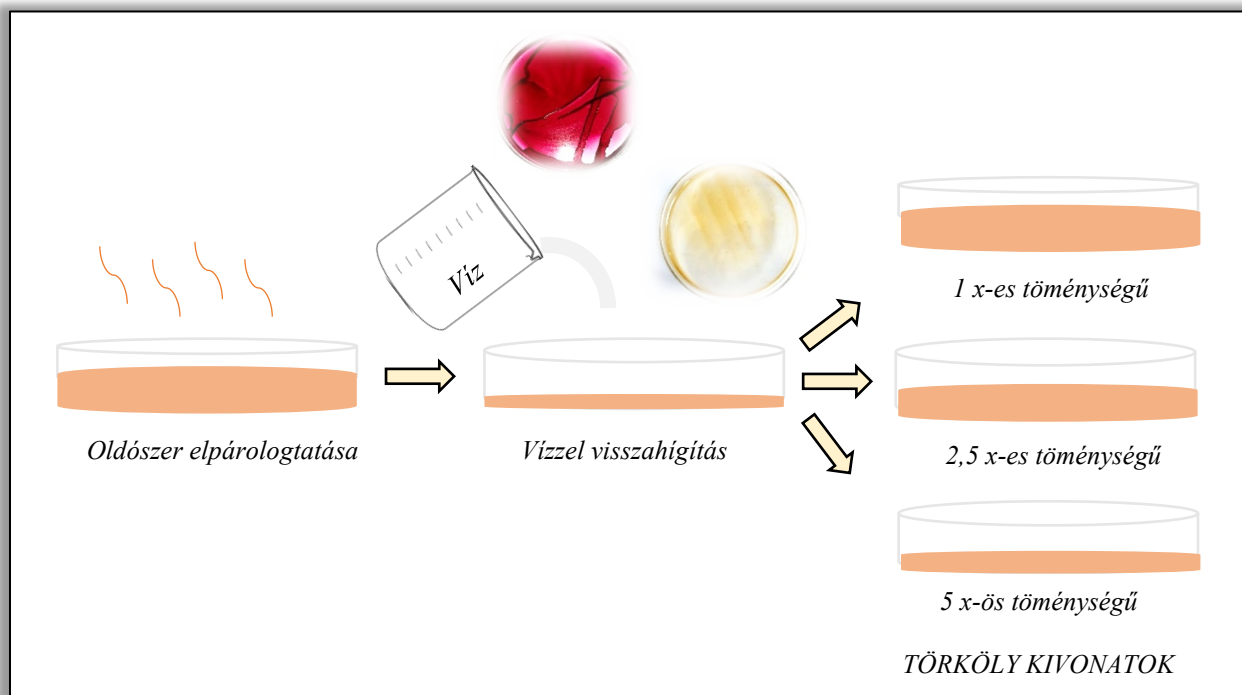
JOGSZABÁLYOK, KÖZLEMÉNYEK:

- Az Európai Parlament és a Tanács 2008/98/EK irányelve, a hulladékokról és egyes irányelvek hatályon kívül helyezéséről
- Hulladék törvény: 2012. évi CLXXXV. törvény a hulladékról
- 72/2013. (VIII. 27.) VM rendelet a hulladékjegyzékről (2017),
- 152/2009. (XI. 12.) FVM rendelet a Magyar Élelmiszerkönyv kötelező előírásairól
- BIZOTTSÁG 558/93/EGK rendelete a feldolgozott gyümölcs- és zöldségtermékekben található száraz oldható szermaradvány mérésének refraktometrikus módszeréről

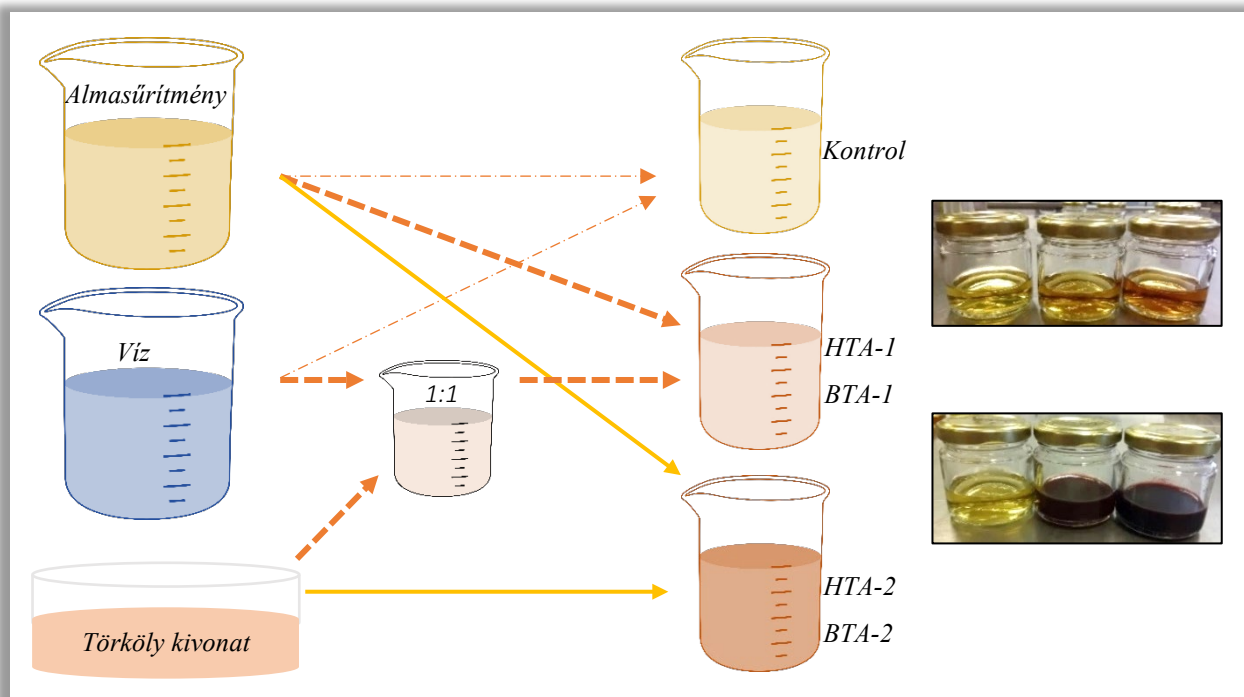
M.2. Felhasznált vegyszerek és anyagok

Kémiai mérésekhez szükséges vegyszerek	
Etanol	REANAL Finomvegyszergyár Zrt.
Aceton	REANAL Finomvegyszergyár Zrt.
Folin & Ciocalteu reagens	Sigma-Aldrich Chemie GmbH
Metanol	REANAL Finomvegyszergyár Zrt.
Nátrium- karbonát	REANAL Laborvegyszer Kft.
Galluszsav	Sigma-Aldrich Chemie GmbH
L (+) – aszkorbinsav	REANAL Finomvegyszergyár Zrt.
Nátrium acetát	REANAL Finomvegyszergyár Zrt.
Vas (III) – klorid 6- hidrát	REANAL Finomvegyszergyár Zrt.
2,4,6 –Trisz (2-piridil) -s-triazin	Sigma-Aldrich Chemie GmbH
Hidrogén-klorid (37%-os)	REANAL Finomvegyszergyár Zrt.
Kálium-klorid	Sigma-Aldrich Chemie GmbH
DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil)	Sigma-Aldrich Chemie GmbH
Hidrogén-peroxid	Merck Chemicals Hungary
Metmioglobin	Merck Chemicals Hungary
PPS (kálium-persulfát)	Merck Chemicals Hungary
PBS (foszfátpuffer sóoldat)	Merck Chemicals Hungary
Trolox	Merck Chemicals Hungary
Mikrobiológiai mérésekhez szükséges anyagok	
Pepton	Merck Life Science Kft.
Élesztő kivonat	Merck Life Science Kft.
Glükóz	Merck Life Science Kft.
Bakteriológiai Agar	Merck Life Science Kft.
Trypton	Merck Life Science Kft.
Maláta kivonat	Merck Life Science Kft.
RBC	Merck Life Science Kft.
Trypto-casein soy broth	Merck Life Science Kft.
M.R.S. por	Merck Life Science Kft.
Narancs Agar	Merck Life Science Kft.
CASO-Bouillon agar	Merck Life Science Kft.

M.3. Oldószer elpárolgatása és vízzel történő visszahígításának lépését bemutató ábra



M.4. Almalevek összekeverésének folyamatábrája (bal oldalt) és az elkészült homoktövis törkölyt (felül jobb oldalt) és fekete bodza törkölyt (alul jobb oldalt) tartalmazó almalevek



M.5. Homoktövis és fekete bodza törköly extraktumok szárazanyagtartalom mérési eredményei

Extrahálás optimalálása – A80										
Brix%	Homoktövis				Brix%	Fekete bodza				
	Etanol		Aceton			Etanol		Aceton		
	20%	40%	20%	40%		20%	40%	20%	40%	
1:10	9,5	9,5	9,5	9,5	1:10	9,4	9,2	9,4	9,2	
1:20	8,4	8,4	8,4	8,4	1:20	8,9	8,9	8,9	8,7	
1:30	8,1	8,1	8,1	8,1	1:30	8,4	8,3	8,5	8,3	
Szárítás optimalálása										
Brix%	Homoktövis 1:30, 40% Aceton				Fekete bodza 1:30, 20% Aceton					
A60	12,7				8,4					
A80	15				8,6					
V60	14,5				8,2					
AV40	15,4				8,3					
AV60	15				8,1					
Oldószer elpárologtatásának hatása – A60										
Brix%	Homoktövis				Fekete bodza					
	Víz	Etanol		Aceton		Víz	Etanol		Aceton	
		20%	40%	20%	40%		20%	40%	20%	40%
1:30	8,0	8,1	8,1	8,1	8,2	8,6	8,8	8,6	8,6	8,6

M.6. Homoktövis törköly kivonattal dúsított almalevek érzékszervi bírálati lapja

Minta	Szín	Áttetszőség	Illat	Íz	Homoktövis íz	Összbenyomás
	(max. 20 pont)	(max. 10 pont)	(max. 10 pont)	(max. 40 pont)	(max. 10 pont)	(max. 10 pont)
756						
395						
184						

M.7. Fekete bodza törköly kivonattal dúsított almalevek érzékszervi bírálati lapja

Minta	Szín	Áttetszőség	Illat	Íz	Bodza íz	Összbenyomás
	(max. 20 pont)	(max. 10 pont)	(max. 10 pont)	(max. 40 pont)	(max. 10 pont)	(max. 10 pont)
756						
395						
184						

M.8. Antimikrobás kísérleteim során alkalmazott mikrobák inkubációs paramétereit, valamint a kísérletek során alkalmazott tápközegek

Mikroba	Inkubációs hőmérséklet (°C)	Inkubációs idő (h)	Tápközeg átoltásánál	Tápközeg lemezöntésénél	Tápközeg agarlyuk diffúziójánál
<i>Alicyclobacillus acidoterrestris</i>	41	48	narancsszérum ferdeagar	narancsszérum agar	lágynarancsszérum agar
<i>Lactobacillus plantarum</i> 299V	37	48	MRS leves	MRS agar	lágymRS agar
<i>Lactobacillus sakei</i> E153	37	48	CASO leves	CASO agar	lágycASO agar
<i>Escherichia coli</i> ATCC 8739	37	24	TGE ferdeagar	CASO agar	lágycASO agar
<i>Listeria innocua</i> CCM 4030	37	24	TGE ferdeagar	CASO agar	lágycASO agar
<i>Saccharomyces cerevisiae</i> CBS 1171	30	48	YEPD ferdeagar	YEPD agar	lágycASO agar
<i>Zygosaccharomyces bailii</i> CBS 680	30	48	YEPD ferdeagar	YEPD agar	lágycASO agar
<i>Penicillium expansum</i>	25	120	YEPD ferdeagar	YEPD agar	lágycASO agar

M.9. Homoktövis törköly különböző extrahálószerrel kinyert extraktumainak polifenol tartalmának statisztikai értékelése – Tuckey-teszt

p érték	1:10-E20	1:20-E20	1:30-E20	1:10-E40	1:20-E40	1:30-E40	1:10-A20	1:20-A20	1:30-A20	1:10-A40	1:20-A40	1:30-A40
1:10-E20		0,683	0,081	0,249	0,007	0,003	1,000	0,073	0,011	0,001	0,000	0,000
1:20-E20	0,683		0,165	0,707	0,025	0,000	0,580	0,048	0,000	0,005	0,001	0,000
1:30-E20	0,081	0,165		0,889	0,296	0,040	0,033	1,000	0,205	0,025	0,003	0,000
1:10-E40	0,249	0,707	0,889		0,080	0,002	0,134	0,730	0,007	0,011	0,002	0,000
1:20-E40	0,007	0,025	0,296	0,080		1,000	0,004	0,257	0,988	0,600	0,152	0,000
1:30-E40	0,003	0,000	0,040	0,002	1,000		0,000	0,015	0,750	0,447	0,081	0,000
1:10-A20	1,000	0,580	0,033	0,134	0,004	0,000		0,024	0,002	0,001	0,000	0,000
1:20-A20	0,073	0,048	1,000	0,730	0,257	0,015	0,024		0,062	0,027	0,005	0,000
1:30-A20	0,011	0,000	0,205	0,007	0,988	0,750	0,002	0,062		0,155	0,027	0,000
1:10-A40	0,001	0,005	0,025	0,011	0,600	0,447	0,001	0,027	0,155		0,996	0,005
1:20-A40	0,000	0,001	0,003	0,002	0,152	0,081	0,000	0,005	0,027	0,996		0,007
1:30-A40	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,005	0,007	

M.10. Homoktövis törköly különböző extrahálószerrel kinyert extraktumainak FRAP értékének statisztikai értékelése – Tuckey teszt

p érték	1:10-E20	1:20-E20	1:30-E20	1:10-E40	1:20-E40	1:30-E40	1:10-A20	1:20-A20	1:30-A20	1:10-A40	1:20-A40	1:30-A40
1:10-E20		0,080	0,002	0,000	0,006	0,000	0,425	0,006	0,000	0,000	0,000	0,000
1:20-E20	0,080		0,158	0,002	0,042	0,000	1,000	0,032	0,000	0,000	0,000	0,000
1:30-E20	0,002	0,158		0,420	0,404	0,000	0,117	0,268	0,001	0,002	0,000	0,000
1:10-E40	0,000	0,002	0,420		0,972	0,000	0,004	0,838	0,005	0,024	0,002	0,001
1:20-E40	0,006	0,042	0,404	0,972		0,165	0,026	1,000	0,282	0,768	0,024	0,001
1:30-E40	0,000	0,000	0,000	0,000	0,165		0,000	0,349	1,000	0,534	0,441	0,016
1:10-A20	0,425	1,000	0,117	0,004	0,026	0,000		0,020	0,000	0,000	0,000	0,000
1:20-A20	0,006	0,032	0,268	0,838	1,000	0,349	0,020		0,541	0,965	0,055	0,002
1:30-A20	0,000	0,000	0,001	0,005	0,282	1,000	0,000	0,541		0,904	0,402	0,011
1:10-A40	0,000	0,000	0,002	0,024	0,768	0,534	0,000	0,965	0,904		0,079	0,004
1:20-A40	0,000	0,000	0,000	0,002	0,024	0,441	0,000	0,055	0,402	0,079		0,239
1:30-A40	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,016	0,000	0,002	0,011	0,004	0,239	

M.11. Fekete bodza törköly különböző extrahálószerekkel kinyert extraktumainak polifenol tartalmának statisztikai értékelése – Tuckey teszt

sig.	1:10- víz	1:20- víz	1:30- víz	1:10- E20	1:20- E20	1:30- E20	1:10- E40	1:20- E40	1:30- E40	1:10- A20	1:20- A20	1:30- A20	1:10- A40	1:20- A40	1:30- A40
1:10-víz		0,000	0,000	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1:20-víz	0,000		0,599	0,021	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1:30-víz	0,000	0,599		0,032	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1:10-E20	0,005	0,021	0,032		0,092	0,007	0,571	0,600	0,055	0,151	0,012	0,001	0,015	0,006	0,003
1:20-E20	0,000	0,000	0,000	0,092		0,099	0,171	0,769	0,988	0,991	0,014	0,016	0,026	0,078	0,000
1:30-E20	0,000	0,000	0,000	0,007	0,099		0,006	0,053	0,286	0,047	1,000	0,544	1,000	1,000	0,465
1:10-E40	0,000	0,000	0,000	0,571	0,171	0,006		1,000	0,076	0,630	0,002	0,001	0,003	0,005	0,000
1:20-E40	0,000	0,001	0,001	0,600	0,769	0,053	1,000		0,529	0,983	0,058	0,005	0,079	0,038	0,006
1:30-E40	0,000	0,000	0,000	0,055	0,988	0,286	0,076	0,529		0,769	0,133	0,026	0,248	0,206	0,001
1:10-A20	0,000	0,000	0,000	0,151	0,991	0,047	0,630	0,983	0,769		0,010	0,007	0,018	0,037	0,000
1:20-A20	0,000	0,000	0,000	0,012	0,014	1,000	0,002	0,058	0,133	0,010		0,283	1,000	1,000	0,068
1:30-A20	0,000	0,000	0,000	0,001	0,016	0,544	0,001	0,005	0,026	0,007	0,283		0,202	0,730	1,000
1:10-A40	0,000	0,000	0,000	0,015	0,026	1,000	0,003	0,079	0,248	0,018	1,000	0,202		0,990	0,032
1:20-A40	0,000	0,000	0,000	0,006	0,078	1,000	0,005	0,038	0,206	0,037	1,000	0,730	0,990		0,718
1:30-A40	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000	0,465	0,000	0,006	0,001	0,000	0,068	1,000	0,032	0,718	

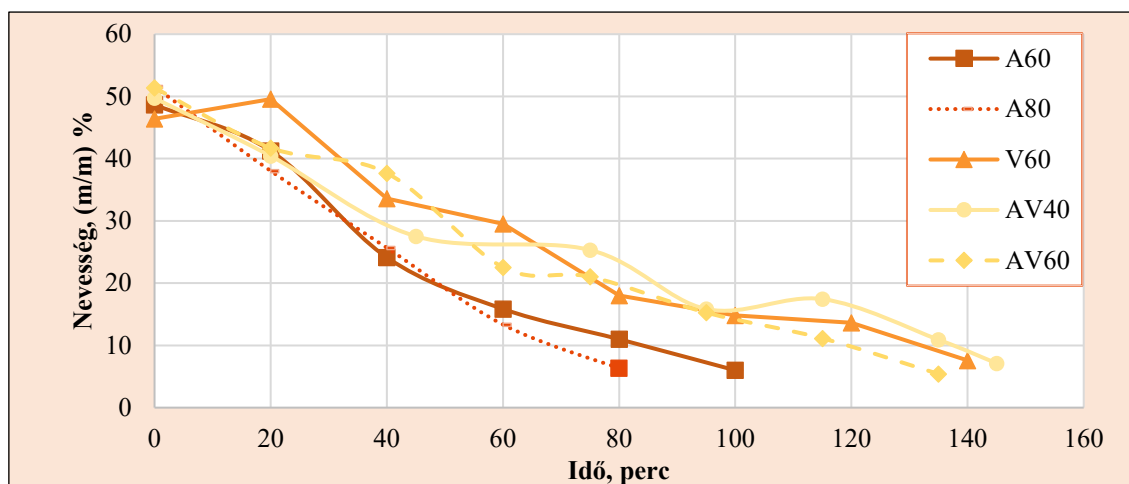
M.12. Fekete bodza törköly különböző extrahálószerekkel kinyert extraktumainak FRAP értékeinek statisztikai értékelése – Tuckey teszt

p érték	1:10- víz	1:20- víz	1:30- víz	1:10- E20	1:20- E20	1:30- E20	1:10- E40	1:20- E40	1:30- E40	1:10- A20	1:20- A20	1:30- A20	1:10- A40	1:20- A40	1:30- A40
1:10-víz		0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1:20-víz	0,002		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1:30-víz	0,000	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1:10-E20	0,000	0,000	0,000		1,000	0,141	0,016	0,000	1,000	0,002	0,000	0,000	0,155	1,000	0,000
1:20-E20	0,000	0,000	0,000	1,000		0,283	0,027	0,000	1,000	0,012	0,005	0,000	0,334	1,000	0,004
1:30-E20	0,000	0,000	0,000	0,141	0,283		0,001	0,000	0,468	0,211	0,040	0,001	0,005	0,384	0,038
1:10-E40	0,000	0,000	0,000	0,016	0,027	0,001		0,430	0,015	0,000	0,000	0,000	0,640	0,011	0,000
1:20-E40	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,430		0,000	0,000	0,000	0,000	0,008	0,000	0,000
1:30-E40	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	0,468	0,015	0,000		0,018	0,007	0,000	0,182	1,000	0,006
1:10-A20	0,000	0,000	0,000	0,002	0,012	0,211	0,000	0,000	0,018		0,990	0,021	0,000	0,007	0,979
1:20-A20	0,000	0,000	0,000	0,000	0,005	0,040	0,000	0,000	0,007	0,990		0,076	0,000	0,002	1,000
1:30-A20	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,021	0,076		0,000	0,000	0,116
1:10-A40	0,000	0,000	0,000	0,155	0,334	0,005	0,640	0,008	0,182	0,000	0,000	0,000		0,106	0,000
1:20-A40	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	0,384	0,011	0,000	1,000	0,007	0,002	0,000	0,106		0,002
1:30-A40	0,000	0,000	0,000	0,000	0,004	0,038	0,000	0,000	0,006	0,979	1,000	0,116	0,000	0,002	

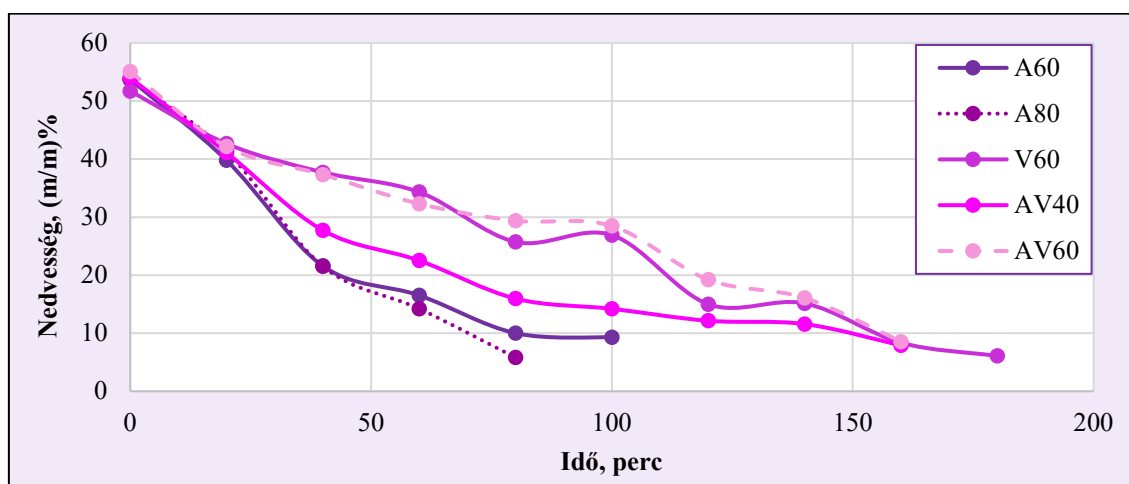
M.13. Fekete bodza törköly különböző extrahálószerekkel kinyert extraktumainak antocianin tartalmának statisztikai értékelése – Tuckey teszt

p-érték	1:10- víz	1:20- víz	1:30- víz	1:10- E20	1:20- E20	1:30- E20	1:10- E40	1:20- E40	1:30- E40	1:10- A20	1:20- A20	1:30- A20	1:10- A40	1:20- A40	1:30- A40
1:10-víz		1,000	0,218	0,581	0,166	0,129	0,944	1,000	0,987	0,460	0,178	0,000	0,999	0,014	0,000
1:20-víz	1,000		0,237	0,641	0,183	0,147	0,828	1,000	0,995	0,512	0,202	0,000	1,000	0,014	0,000
1:30-víz	0,218	0,237		1,000	1,000	0,999	0,003	0,529	1,000	1,000	1,000	0,065	0,994	0,957	0,001
1:10-E20	0,581	0,641	1,000		1,000	0,989	0,023	0,877	1,000	1,000	0,997	0,050	1,000	0,883	0,001
1:20-E20	0,166	0,183	1,000	1,000		1,000	0,003	0,408	0,996	1,000	1,000	0,201	0,968	0,999	0,006
1:30-E20	0,129	0,147	0,999	0,989	1,000		0,005	0,290	0,943	0,997	1,000	0,783	0,841	1,000	0,120
1:10-E40	0,944	0,828	0,003	0,023	0,003	0,005		0,711	0,362	0,014	0,007	0,000	0,562	0,000	0,000
1:20-E40	1,000	1,000	0,529	0,877	0,408	0,290	0,711		1,000	0,786	0,373	0,001	1,000	0,053	0,000
1:30-E40	0,987	0,995	1,000	1,000	0,996	0,943	0,362	1,000		1,000	0,971	0,052	1,000	0,776	0,002
1:10-A20	0,460	0,512	1,000	1,000	1,000	0,997	0,014	0,786	1,000		0,999	0,072	0,999	0,944	0,002
1:20-A20	0,178	0,202	1,000	0,997	1,000	1,000	0,007	0,373	0,971	0,999		0,703	0,898	1,000	0,089
1:30-A20	0,000	0,000	0,065	0,050	0,201	0,783	0,000	0,001	0,052	0,072	0,703		0,026	0,685	0,993
1:10-A40	0,999	1,000	0,994	1,000	0,968	0,841	0,562	1,000	1,000	0,999	0,898	0,026		0,573	0,001
1:20-A40	0,014	0,014	0,957	0,883	0,999	1,000	0,000	0,053	0,776	0,944	1,000	0,685	0,573		0,053
1:30-A40	0,000	0,000	0,001	0,001	0,006	0,120	0,000	0,000	0,002	0,002	0,089	0,993	0,001	0,053	

M.14. Homoktövis törköly száradási görbéi



M.15. Fekete bodza törköly száradási görbéi



M.16. Homoktövis törköly különböző szárítási módszerekkel szárított mintáiból kinyert extraktumainak TPC és FRAP vizsgálati eredményeinek statisztikai kiértékelése – Nemparaméteres próba – Mann Whitley

Homoktövis-TPC

		Csoportok	
		1	2
Minta	AV60	2,667	
	A80	5,000	
	V60	8,667	8,667
	A60	9,667	9,667
	AV40		14,000
Teszt statisztika		7,308	5,422
szign. (2-oldali teszt)		0,063	0,066
A.szign.. (2-oldali teszt)		0,063	0,108

Homoktövis - FRAP

		Csoportok		
		1	2	3
Minta	A80	2,667		
	V60	4,333	4,333	
	A60	8,667	8,667	8,667
	AV60		11,333	11,333
	AV40			13,000
Teszt statisztika		5,956	5,956	3,822
szign. (2-oldali teszt)		0,051	0,051	0,148
A.szign.. (2-oldali teszt)		0,083	0,083	0,234

M.17. Fekete bodza törköly különböző szárítási módszerekkel szárított mintáiból kinyert extraktumainak TPC, FRAP (Nemparaméteres próba – Mann Whitley) és TAC (Nemparaméteres próba - Kruskal-Wallis) vizsgálati eredményeinek statisztikai kiértékelése

Bodza - TPC

		Csoportok		
		1	2	3
Minta	AV60	2,000		
	A80		5,000	
	V60			8,333
	A60			11,000
	AV40			13,667
Teszt statisztika				5,689
szign. (2-oldali teszt)				0,058
A.szign.. (2-oldali teszt)				0,095

Bodza - FRAP

		Csoportok	
		1	2
Minta	AV60	2,667	
	A80	6,000	
	V60	7,000	7,000
	A60	10,333	10,333
	AV40		14,000
Teszt statisztika		6,897	5,956
szign. (2-oldali teszt)		0,075	0,051
A.szign.. (2-oldali teszt)		0,075	0,083

Kruskal-Wallis Test - TAC

Összes N	10
Test Sztatisztika	8,727
Szab.fok	4
Aszimptotikus szign.2-oldali teszt	0,068

M.18. Homoktövis törköly extraktumok elpárologtatás előtti és utáni mintáinak TPC, FRAP, TEAC és DPPH vizsgálati eredményeinek statisztikai kiértékelése – Games Howell

p érték - TPC	A20-PE	A20-PU	A40-PE	A40-PU	E20-PE	E20-PU	E40-PE	E40-PU	Víz-PE
A20-PE		0,071	0,000	0,000	0,001	0,001	0,460	1,000	0,000
A20-PU	0,071		0,001	0,007	0,600	0,000	0,976	0,046	0,000
A40-PE	0,000	0,001		0,999	0,098	0,000	0,000	0,000	0,000
A40-PU	0,000	0,007	0,999		0,338	0,000	0,001	0,000	0,000
E20-PE	0,001	0,600	0,098	0,338		0,000	0,110	0,001	0,000
E20-PU	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000		0,000	0,001	1,000
E40-PE	0,460	0,976	0,000	0,001	0,110	0,000		0,345	0,000
E40-PU	1,000	0,046	0,000	0,000	0,001	0,001	0,345		0,001
Víz-PE	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,001	
p érték-FRAP	A20-PE	A20-PU	A40-PE	A40-PU	E20-PE	E20-PU	E40-PE	E40-PU	Víz-PE
A20-PE		0,366	0,000	0,012	0,004	0,002	0,975	0,004	0,000
A20-PU	0,366		0,000	0,000	0,890	0,522	0,917	0,704	0,000
A40-PE	0,000	0,000		0,708	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
A40-PU	0,012	0,000	0,708		0,000	0,000	0,001	0,000	0,000
E20-PE	0,004	0,890	0,000	0,000		0,995	0,063	1,000	0,000
E20-PU	0,002	0,522	0,000	0,000	0,995		0,022	1,000	0,003
E40-PE	0,975	0,917	0,000	0,001	0,063	0,022		0,047	0,000
E40-PU	0,004	0,704	0,000	0,000	1,000	1,000	0,047		0,002
Víz-PE	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000	0,002	
p érték-TEAC	A20-PE	A20-PU	A40-PE	A40-PU	E20-PE	E20-PU	E40-PE	E40-PU	Víz-PE
A20-PE		0,0003	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
A20-PU	0,003		0,000	0,000	0,000	0,000	0,021	0,000	0,007
A40-PE	0,000	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
A40-PU	0,000	0,000	0,000		0,000	0,000	0,000	0,827	0,000
E20-PE	0,000	0,000	0,000	0,000		0,000	0,000	0,001	0,000
E20-PU	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		0,000	0,000	0,000
E40-PE	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,021		0,000	0,000
E40-PU	0,000	0,000	0,827	0,000	0,000	0,000	0,000		0,000
Víz-PE	0,000	0,007	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
p érték-DPPH	A20-PE	A20-PU	A40-PE	A40-PU	E20-PE	E20-PU	E40-PE	E40-PU	Víz-PE
A20-PE		0,010	0,905	0,208	0,000	0,990	0,034	0,001	0,002
A20-PU	0,010		0,014	0,055	0,001	0,011	0,001	0,013	0,001
A40-PE	0,905	0,014		0,182	0,000	0,999	0,003	0,005	0,001
A40-PU	0,208	0,055	0,182		0,018	0,191	0,777	0,015	0,047
E20-PE	0,000	0,001	0,000	0,018		0,000	0,000	0,342	0,001
E20-PU	0,990	0,011	0,999	0,191	0,000		0,004	0,004	0,001
E40-PE	0,034	0,001	0,003	0,777	0,000	0,004		0,002	0,001
E40-PU	0,001	0,013	0,005	0,015	0,342	0,004	0,002		0,002
Víz-PE	0,002	0,001	0,001	0,047	0,001	0,001	0,001	0,002	

M.19. Fekete bodza törköly extraktumok elpárologtatás előtti és utáni mintáinak TPC, FRAP, TEAC, DPPH és TAC vizsgálati eredményeinek statisztikai kiértékelése – Games Howell

p érték.-TPC	A20-PE	A20-PU	A40-PE	A40-PU	E20-PE	E20-PU	E40-PE	E40-PU	Víz-PE
A20-PE		0,045	1,000	0,123	0,526	0,335	0,799	0,089	0,193
A20-PU	0,045		0,024	0,798	0,026	0,211	0,027	0,854	0,020
A40-PE	1,000	0,024		0,092	0,238	0,256	0,434	0,045	0,083
A40-PU	0,123	0,798	0,092		0,054	0,780	0,063	1,000	0,036
E20-PE	0,526	0,026	0,238	0,054		0,073	0,222	0,030	0,016
E20-PU	0,335	0,211	0,256	0,780	0,073		0,092	0,565	0,043
E40-PE	0,799	0,027	0,434	0,063	0,222	0,092		0,033	0,018
E40-PU	0,089	0,854	0,045	1,000	0,030	0,565	0,033		0,022
Víz-PE	0,193	0,020	0,083	0,036	0,016	0,043	0,018	0,022	
p érték-FRAP	A20-PE	A20-PU	A40-PE	A40-PU	E20-PE	E20-PU	E40-PE	E40-PU	Víz-PE
A20-PE		0,748	0,659	0,612	1,000	0,166	0,890	1,000	0,271
A20-PU	0,748		0,998	0,996	0,991	0,773	1,000	0,974	0,380
A40-PE	0,659	0,998		1,000	0,999	0,354	0,998	0,995	0,333
A40-PU	0,612	0,996	1,000		0,999	0,323	0,996	0,997	0,329
E20-PE	1,000	0,991	0,999	0,999		0,659	0,991	1,000	0,295
E20-PU	0,166	0,773	0,354	0,323	0,659		0,971	0,465	0,598
E40-PE	0,890	1,000	0,998	0,996	0,991	0,971		0,979	0,458
E40-PU	1,000	0,974	0,995	0,997	1,000	0,465	0,979		0,273
Víz-PE	0,271	0,380	0,333	0,329	0,295	0,598	0,458	0,273	
p érték-TEAC	A20-PE	A20-PU	A40-PE	A40-PU	E20-PE	E20-PU	E40-PE	E40-PU	Víz-PE
A20-PE		0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,000	0,026	1,000
A20-PU	0,000		0,003	0,003	0,030	0,072	0,000	0,271	0,000
A40-PE	0,000	0,003		0,494	0,494	0,098	0,000	0,037	0,000
A40-PU	0,001	0,030	0,030		0,483	0,483	0,000	0,022	0,001
E20-PE	0,001	0,072	0,072	0,098		0,000	0,000	0,049	0,001
E20-PU	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		0,001	0,001	0,000
E40-PE	0,026	0,271	0,271	0,037	0,022	0,049		0,026	0,026
E40-PU	1,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,000		0,000
Víz-PE	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	
p érték-DPPH	A20-PE	A20-PU	A40-PE	A40-PU	E20-PE	E20-PU	E40-PE	E40-PU	Víz-PE
A20-PE		0,000	0,000	0,000	0,000	0,008	0,241	1,000	0,025
A20-PU	0,000		1,000	0,018	0,004	0,001	0,001	0,001	0,002
A40-PE	0,000	1,000		0,054	0,012	0,000	0,000	0,001	0,002
A40-PU	0,000	0,018	0,054		0,000	0,001	0,002	0,002	0,002
E20-PE	0,000	0,004	0,012	0,000		0,002	0,004	0,007	0,028
E20-PU	0,008	0,001	0,000	0,001	0,002		0,006	0,003	0,001
E40-PE	0,241	0,001	0,000	0,002	0,004	0,006		0,305	0,009
E40-PU	1,000	0,001	0,001	0,002	0,007	0,003	0,305		0,040
Víz-PE	0,025	0,002	0,002	0,002	0,028	0,001	0,009	0,040	
p érték-TAC	A20-PE	A20-PU	A40-PE	A40-PU	E20-PE	E20-PU	E40-PE	E40-PU	Víz-PE
A20-PE		0,786	0,938	0,680	0,841	1,000	0,996	0,994	0,071
A20-PU	0,786		0,084	0,342	0,570	0,316	0,706	0,979	0,004
A40-PE	0,938	0,084		0,111	0,935	0,355	0,449	0,679	0,015
A40-PU	0,680	0,342	0,111		0,529	0,263	0,537	0,884	0,000
E20-PE	0,841	0,570	0,935	0,529		0,751	0,694	0,686	0,132
E20-PU	1,000	0,316	0,355	0,263	0,751		0,986	0,985	0,020
E40-PE	0,996	0,706	0,449	0,537	0,694	0,986		1,000	0,034
E40-PU	0,994	0,979	0,679	0,884	0,686	0,985	1,000		0,064
Víz-PE	0,071	0,004	0,015	0,000	0,132	0,020	0,034	0,064	

M.20. Homoktövis és fekete bodza törköly kivonatok mikrobiológiai vizsgálatoknál használt mintáinak TPC, FRAP és TAC mérési eredményeinek statisztikai elemzése – Mann Whitley

Homoktövis törköly kivonatok	Sig.-TPC	HT-1	HT-2,5	HT-5
	HT-1		3,96*10 ⁻⁷	2,53*10 ⁻⁷
	HT-2,5	3,96*10 ⁻⁷		1,56*10 ⁻⁵
	HT-5	2,53*10 ⁻⁷	1,56*10 ⁻⁵	
	Sig.-FRAP	HT-1	HT-2,5	HT-5
	HT-1		2,49*10 ⁻⁷	2,49*10 ⁻⁷
	HT-2,5	2,49*10 ⁻⁷		2,49*10 ⁻⁷
	HT-5	2,49*10 ⁻⁷	2,49*10 ⁻⁷	
Fekete bodza törköly kivonatok	Sig.-TPC	HT-1	HT-2,5	HT-5
	HT-1		3,18*10 ⁻⁴	1,68*10 ⁻⁶
	HT-2,5	3,18*10 ⁻⁴		3,11*10 ⁻⁵
	HT-5	1,68*10 ⁻⁶	3,11*10 ⁻⁵	
	Sig.-FRAP	HT-1	HT-2,5	HT-5
	HT-1		6,66*10 ⁻⁴	3,94*10 ⁻⁷
	HT-2,5	6,66*10 ⁻⁴		1,28*10 ⁻⁶
	HT-5	3,94*10 ⁻⁷	1,28*10 ⁻⁶	
	Sig.-TAC	HT-1	HT-2,5	HT-5
	HT-1		3,41*10 ⁻⁵	1,08*10 ⁻⁵
	HT-2,5	3,41*10 ⁻⁵		2,92*10 ⁻⁵
	HT-5	1,08*10 ⁻⁵	2,92*10 ⁻⁵	

M.21. Homoktövis törköly kivonattal dúsított almalevek érzékszervi minősítésének eredményei

	Kontrol	HTA-1	HTA-2
	X±SD	X±SD	X±SD
Szín	69,5 ± 17,57	91 ± 3,99 _b	89 ± 8,90 _b
Áttetszőség	96,7 ± 6,17	87,3 ± 9,41 _b	86 ± 7,37 _b
Illat	80 ± 14,64	76,7 ± 11,46 _a	70 ± 23,90 _a
Íz	77,5 ± 13,43	82,6 ± 11,91 _a	75,2 ± 9,54 _a
Homoktövis íz	24 ± 9,10	60 ± 12,46 _b	69,3 ± 11,00 _c
Összbenyomás	72 ± 16,12	74 ± 6,17 _a	65,3 ± 13,02 _a

Az elemzést Kruskal-Wallis módszerrel végeztem Mann-Whitney teszt alapján, p=0,05 szinten

ÁTLAG (X) ± SZÓRÁS (SD)

A - NINCS SZIGNIFIKÁNS KÜLÖNBSÉG A KONTROL MINTÁHOZ KÉPEST

b-c - van szignifikáns különbség a kontrol mintához képest

M.22. Fekete bodza törköly kivonattal dúsított almalevek érzékszervi minősítésének eredményei

	Kontrol	BTA-1	BTA-2
	X±SD	X±SD	X±SD
Szín	60,3 ± 21,53	74 ± 17,650 _b	88 ± 18,01 _c
Áttetszőség	94,7 ± 11,25	82,7 ± 16,68 _b	72,7 ± 16,68 _b
Illat	76 ± 20,63	64,7 ± 29,00 _a	66 ± 31,35 _a
Íz	78,75 ± 14,99	76,6 ± 19,26 _a	75 ± 19,64 _a
Fekete bodza íz	18,7 ± 29,73	54,7 ± 23,86 _b	68 ± 23,05 _b
Összbenyomás	66,7 ± 17,67	70 ± 13,09 _a	74 ± 18,44 _a

Az elemzést Kruskal-Wallis módszerrel végeztem Mann-Whitney teszt alapján, p=0,05 szinten

ÁTLAG (X) ± SZÓRÁS (SD)

A - NINCS SZIGNIFIKÁNS KÜLÖNBSÉG A KONTROL MINTÁHOZ KÉPEST

b-c - van szignifikáns különbség a kontrol mintához képest

M.23. Homoktövis és fekete bodza törköly kivonatok törköly koncentrációja, a TPC, FRAP, TAC mérési eredményei és a feltisztulási zónák átmérője közötti kapcsolat szorossága, Pearson-féle korrelációs együtthatóval (r érték) jellemezve

	<i>Homoktövis törköly kivonat</i>							
	Törköly koncentráció		FRAP		TPC			
	<i>r érték</i>	<i>p érték</i>	<i>r érték</i>	<i>p érték</i>	<i>r érték</i>	<i>p érték</i>		
<i>E. coli</i>	0,897	4*10 ⁻⁶	0,985	6*10 ⁻⁷	0,945	6,2*10 ⁻⁵		
<i>L. innocua</i>	0,918	1,3*10 ⁻⁴	0,989	2,6*10 ⁻⁷	0,955	3*10 ⁻⁵		
<i>L. sakei</i>	0,872	2,3*10 ⁻⁷	975	4*10 ⁻⁶	0,945	1,2*10 ⁻⁴		
<i>A. acidoterrestris</i>	0,999	2,7*10 ⁻⁷	0,897	1*10 ⁻³	0,934	6,2*10 ⁻⁵		
<i>S. cerevisiae</i>	0,996	2,9*10 ⁻⁷	0,898	3*10 ⁻³	0,928	1,6*10 ⁻⁴		
	<i>Fekete bodza törköly kivonat</i>							
	Törköly koncentráció		FRAP		TPC		TAC	
	<i>r érték</i>	<i>p érték</i>	<i>r érték</i>	<i>p érték</i>	<i>r érték</i>	<i>p érték</i>	<i>r érték</i>	<i>p érték</i>
<i>P.expansum</i>	0,975	1,5*10 ⁻⁶	0,927	4,7*10 ⁻⁴	0,979	2,5*10 ⁻⁷	0,922	0,004
<i>A. acidoterrestris</i>	0,914	2,6*10 ⁻⁶	0,902	0,001	0,826	0,006	0,955	0,002

Köszönetnyilvánítás

Szeretném kifejezni köszönetemet témavezetőimnek, **Stefanovitsné Dr. Bányai Évának** és **Dr. Máté Mónikának**, amiért felkeltették érdeklődésem a gyümölcsök melléktermékének újrahasznosításának kutatására. Hálás vagyok a számtalan konzultációért, a kutatómunkám felépítésében nyújtott támogatásukért, valamint a disszertáció véleményezéséért, a konstruktív kritikákért és szakmai támogatásukért.

Szeretnék köszönetet mondani az Élelmiszer-mikrobiológia, -higiénia és -biztonság Tanszék vezetőjének, **Mohácsiné Dr. Farkas Csillának**, hogy lehetőséget biztosított mikrobiológiai méréseim elvégzéséhez és munkám során értékes szakmai javaslatokkal látott el.

Köszönettel tartozom a **Bodzatermesztők Országos Szövetségének**, valamint a **Sió-Eckes Kft.-nek**, hogy biztosították a kutatómunkámhoz szükséges alapanyagokat.

Hálásan köszönöm **Dr. Szalóki-Dorkó Lillának** a HPLC mérésekben nyújtott segítségét, valamint köszönet illeti a Gyümölcs és Zöldségfeldolgozás Technológiai Tanszék további munkatársait is, akik segítettek munkámat és akikre mindig számíthattam az egyetemen töltött éveim során.

Köszönettel tartozom **Dr. Székely Dórának** a statisztikai útmutatásokért, valamint **Komlós Gábornak** és **Rédei Rékának** a laboratóriumi mérésekben nyújtott segítségükért.

Hálával tartozom továbbá a **családom** minden egyes tagjának, akik lehetővé tették számomra, hogy tanulhassak, inspiráltak és mellettem álltak minden körülmények között.

Végül, de nem utolsó sorban, külön köszönettel tartozom **Férjemnek** és **Kislányunknak**, akik segítségével és szeretetével mindvégig támogattak és ösztönöztek, megértést és türelmet tanúsítva felém.