

Doktori (PhD) értekezés tézisei

Pálócziné Furulyás Diána
Gödöllő
2024



MAGYAR AGRÁR- ÉS
ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM

MAGYAR AGRÁR- ÉS ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM

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

Pálócziné Furulyás Diána

Budapest

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

.....
Dr. Simonné Dr. Sarkadi Livia

Az iskolavezető jóváhagyása

.....
Dr. Máté Mónika,
Stefanovitsné Dr. Bányai Éva
A témavezetők jóváhagyása

1. A munka előzményei, célkitűzések

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.

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 gyümölcsle mintákban.

Ennek érdekében célkitűzéseim a következők voltak:

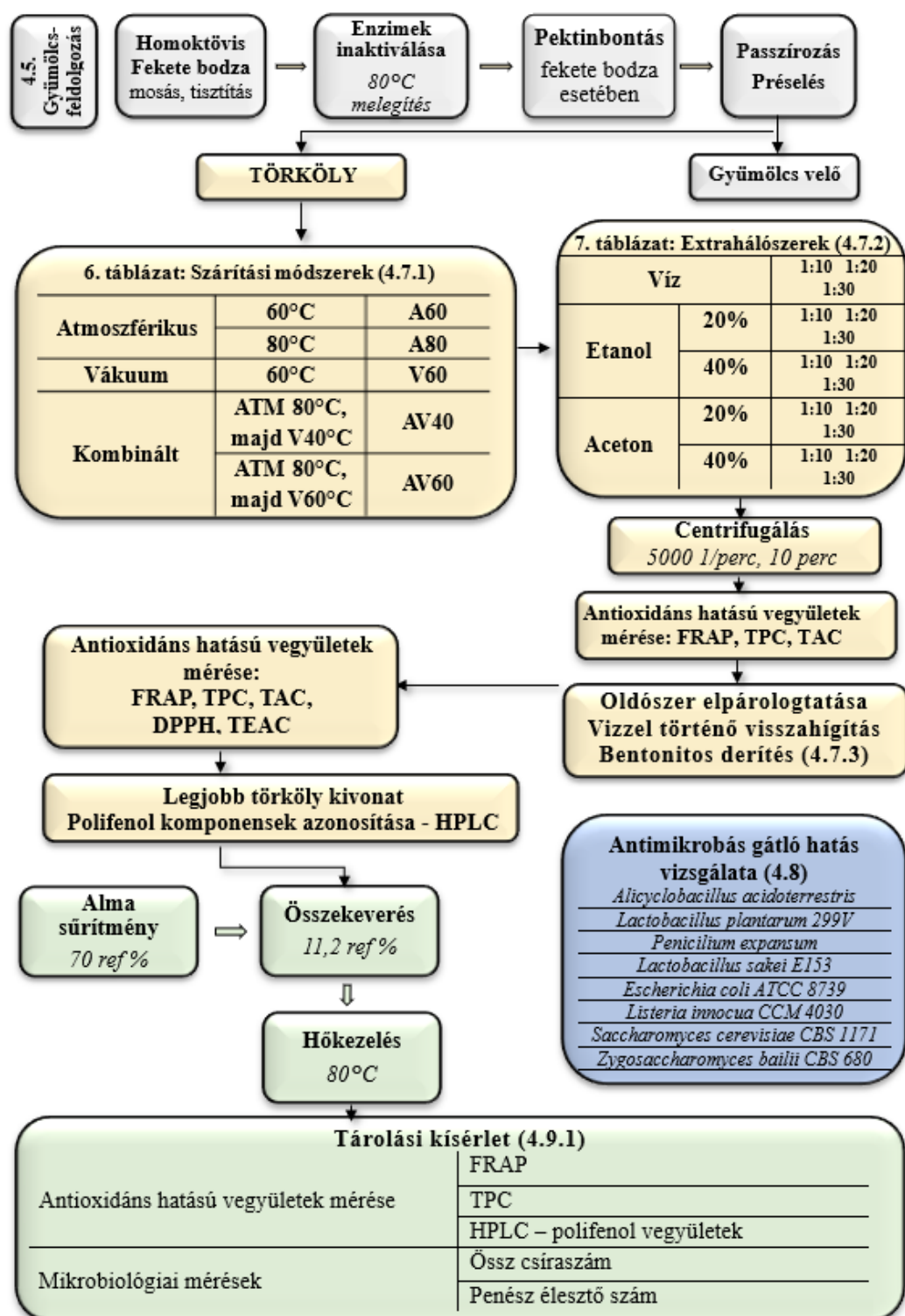
- megvizsgálni különböző szárítási és extrahálási módszerekkel kinyert törköly extraktumok értékes, endogén vegyületeinek mennyiségét, majd kiválasztani közülük a leghatékonyabb kivonatolási eljárást mindkét gyümölcstörköly esetében;
- a leghatékonyabb módszerrel kinyert törkölykivonatok polifenol komponenseinek 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 kivonatokat 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.

2. Anyag és módszerek

A kísérletemben feldolgozott gyümölcsök, 2016 és 2017 szüretelésűek. A homoktövis (*Hippophaë rhamnoides* L.) Szolnokról származó 'Ascora' fajtájú volt, míg a fekete bodza (*Sambucus nigra* L.) a BOTÉSZ-től, Nagyvenyim ültetvényéről származó, 'Haschberg' fajtájú volt. A gyümölcstörkölyt a gyümölcslevek ipari környezetben alkalmazott technológiájának megfelelő laboratóriumi körülmények között történő megvalósításával állítottam elő.

Kutatási munkám menetét az **1. ábrán** mutatom be. Az kísérleti munkám során elért eredményeket a következő sorrendben mutatom be:

1. 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.
2. A kiválasztott leghatékonyabb kinyerési módszerrel előállított extraktumok mikroba gátló hatását vizsgáltam 8 féle mikroorganizmussal szemben.
3. Gyümölcslé termékhez adagolva az extraktumot megfigyeltem az értékes komponensek és mikrobiológiai jellemzőinek változását egy 8 hetes tárolási kísérlet során.



1. ábra: Kísérleti munka menete

2.1 Szárítási és extrahálási módszer optimalizálása

Kutatásomban különböző technológiájú szárításokat, és extrakciós paramétereket alkalmaztam a törköly extraktumok előállításához, hogy megvizsgáljam milyen hatással vannak az értékes komponensek kihozatalára. Az alkalmazott szárítási és extrahálási paramétereket az **1. ábrán található 1-2. táblázat** tartalmazza. A szárítást minden mintánál 5 (m/m) % nedvességtartalom eléréséig végeztem. A szárított törköly mintákat extrahálás előtt ledaráltam, az extrahálási folyamat egy órán keresztül zajlott, mely fél órás ultrahangos (UH fürdő) kezelést is tartalmazott, majd 10 perc centrifugálást követően az extraktumokat 12-15 µm-es pórusméretű szűrőpapíron szűrtem át, majd mértem a TPC, FRAP, valamint fekete bodza esetében TAC mérési eredményeit.

Az oldószerek elpárologtatását 60°C hőmérsékletű szárítószekrényben valósítottam meg. Az oldószerek redukáló hatású endogén komponensekre való hatásának vizsgálatát is elvégeztem az elpárologtatás előtti extraktumok és az elpárologtatás utáni kivonatok TPC, FRAP, TEAC, DPPH, valamint fekete bodza esetében TAC mérési eredményeinek segítségével.

A leghatékonyabbnak választott szárítási és extrahálási módszerrel előállított homoktövis és fekete bodza törköly extraktumok öt polifenol vegyületének mennyiségét nagy nyomású folyadékkromatográfiás méréssel határoztam meg.

2.2 Törköly kivonatok mikroba gátló hatásának vizsgálata

Az oldószer elpárologtatását követően, a vízzel történő visszahígítás során különböző töménységű extraktumokat állítottam elő, úgy, hogy eltérő mennyiségű vízzel hígítottam fel a mintákat (továbbiakban törköly kivonatok) (**4.táblázat**), majd 0,45 µm-es fecskendőszűrővel szűrtem. A mintáknak mértem a FRAP, TPC és fekete bodza esetében antocianin tartalmát, valamint agarlyukdiffúzióval határoztam meg a minták antimikrobás hatását 8 féle mikroorganizmussal szemben. A vizsgált mikroorganizmusokat az 1. ábrán található 3. táblázat tartalmazza.

4. táblázat: Antimikrobás mérésekhez alkalmazott törköly kivonatok összetételei és jelölései

Oldószer mennyisége	Víz mennyisége	Törköly cc. mg/ml	Töménység (osz és víz aránya)	Jelölés	
				Homoktövis	Fekete bodza
100 ml	100 ml	33	1	HT-1	FT-1
100 ml	40 ml	83	2,5	HT-2,5	FT-2,5
100 ml	20 ml	137	5	HT-5	FT-5

2.3 Törköly kivonattal dúsított almalevek előállítása

A HT-1 és FT-1 törköly kivonatokat hasznosítottam fel almalé, sűrítményből történő előállításához. A Sió-Eckes Kft által biztosított 70 ref% szárazanyagtartalmú almasűrítményt hígítottam fel két különböző koncentrációjú törköly kivonattal, hogy elérje a 100%-os almalevekre jellemző 11,2 ref% értéket. A **5. táblázat** tartalmazza az almalevek összetételét és azok jelölésére használt kódokat.

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

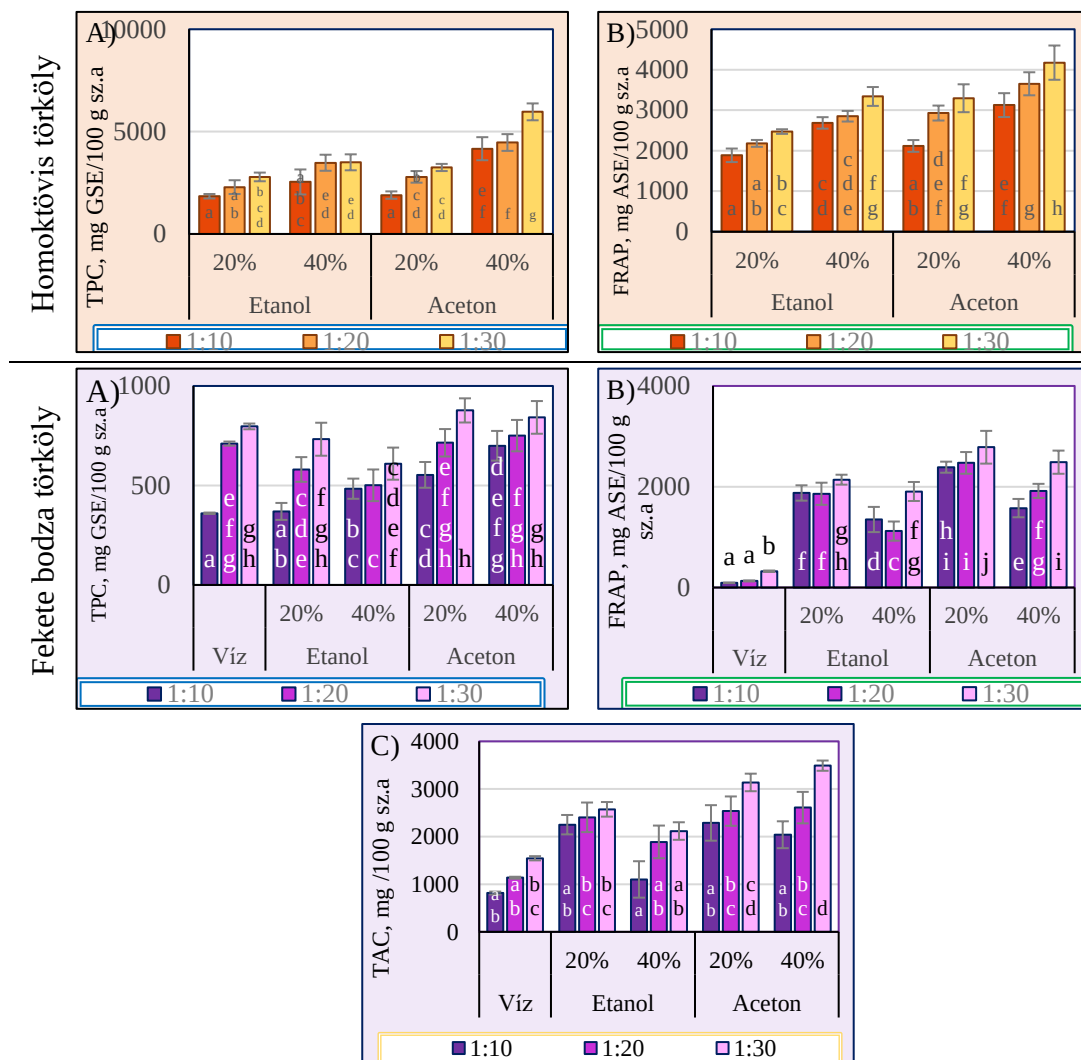
<i>Minták jelölése</i>		100 ml almalében			Törköly koncentráció (mg/ml)
Homoktövis	Fekete bodza	Almasűrítmény (ml)	Víz (ml)	Törköly kivonat (ml)	
Kontrol, K		15	85	0	0
HTA-1	BTA-1	15	42,5	42,5	15
HTA-2	BTA-2	15	0	85	30

Az almalevek összekeverését követően a mintákat befőttesüvegekbe töltöttem, majd vízfürdő segítségével 80°C-ra melegítettem és 15 perces hőtartással hőkezeltam a mintákat, majd gyors visszahűtést követően 10°C hőmérsékleten tároltam, A friss almaleveket érzékszervi vizsgálatnak vettem alá, továbbá, 8 héten keresztül tároltam és kéthetente mintáztam, mérve a pH, FRAP, TPC, valamint a fekete bodzát is tartalmazó minták esetében a TAC értéket. A kezdeti és 8. héten vett mintákból HPLC méréssel mértem öt polifenol vegyület (katechin, klorogénsav, epikatechin, rutin, kvercetin-3-glükózid) mennyiségét, továbbá összcsíraszám, valamint penész és élesztő szám meghatározást végeztem.

3. Eredmények és azok megbeszélése

3.1 Szárítási és extrahálási módszer optimalizálása

Először a leggyorsabb, 80°C hőmérsékletű (A80) szárítási módszerrel szárított törköly minták extrahálásának optimalizálását végeztem el az összes extrahálási paraméterrel (2. ábra).

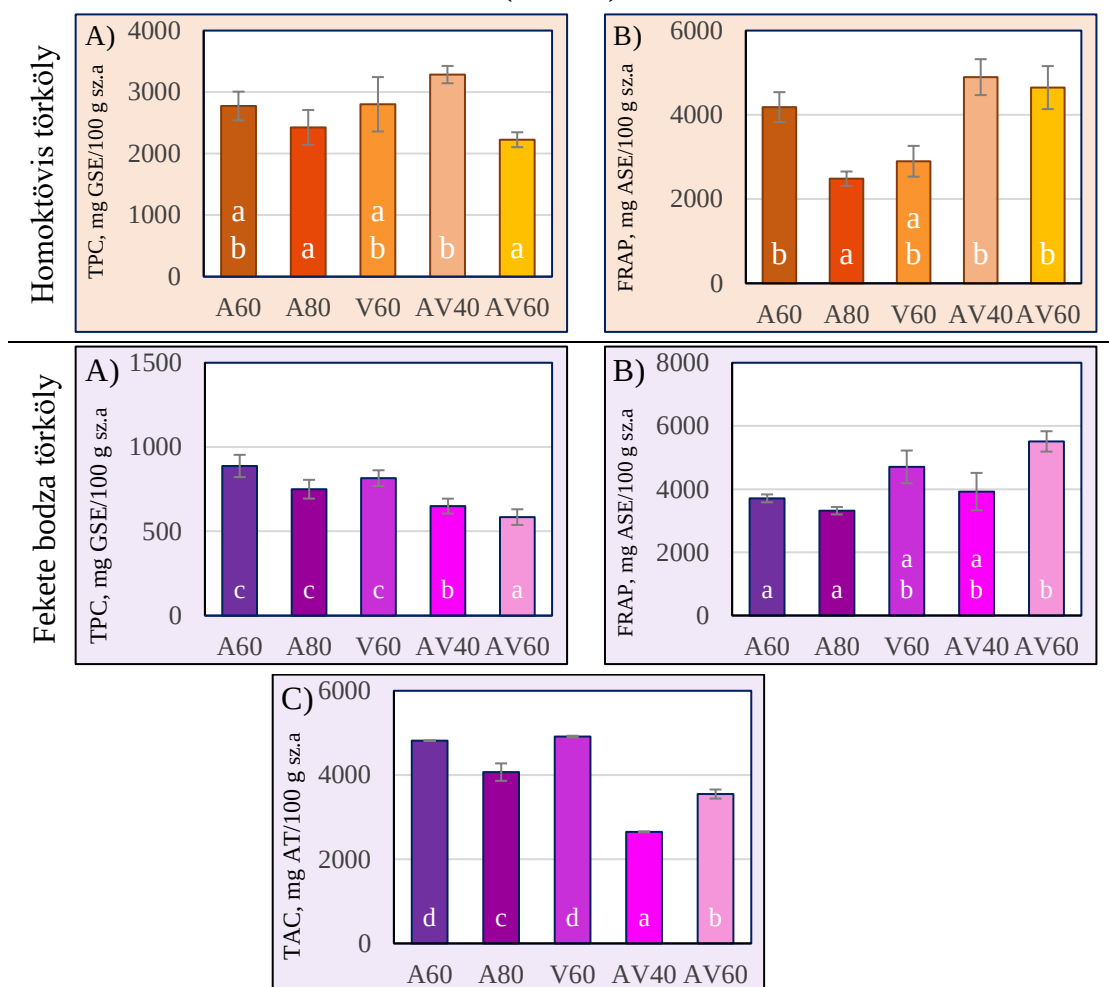


2. ábra: A homoktövis és fekete bodza törköly különböző extrahálószerekkel kinyert extraktumainak összes polifenol tartalma – TPC (A), FRAP értéke (B) és összes monomer antocianin tartalma - TAC (C), az oszlopokon feltüntetett eltérő betűk jelölik az értékek közti szignifikáns különbségeket

A 80°C-on atmoszférikus szárítóban (A80) szárított homoktövis és fekete bodza 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 kihozataalt biztosít a mért paraméterek esetében, továbbá a homoktövis törköly

esetében a 40 (v/v)%-os aceton alkalmazásával nyerhető ki szignifikánsan nagyobb polifenol tartalom és antioxidáns kapacitás. Ellenben a fekete bodza esetében a legnagyobb értéket a 20 (v/v)% aceton alkalmazásával értem el. Az összes monomer antocianin tartalom esetében a 20 és 40 (v/v)%-os aceton által elért kihozatal megegyezett.

Második lépésben az előkísérlet folytatásaként a szárítási módszer optimalizálását végeztem el, melyben a homoktövis és fekete bodza törkölyét minden tervezett szárítási módszerrel szárítottam, melyeket az előzőekben leghatékonyabbnak ítélt extrahálási módszerrel extraháltam (3. ábra).

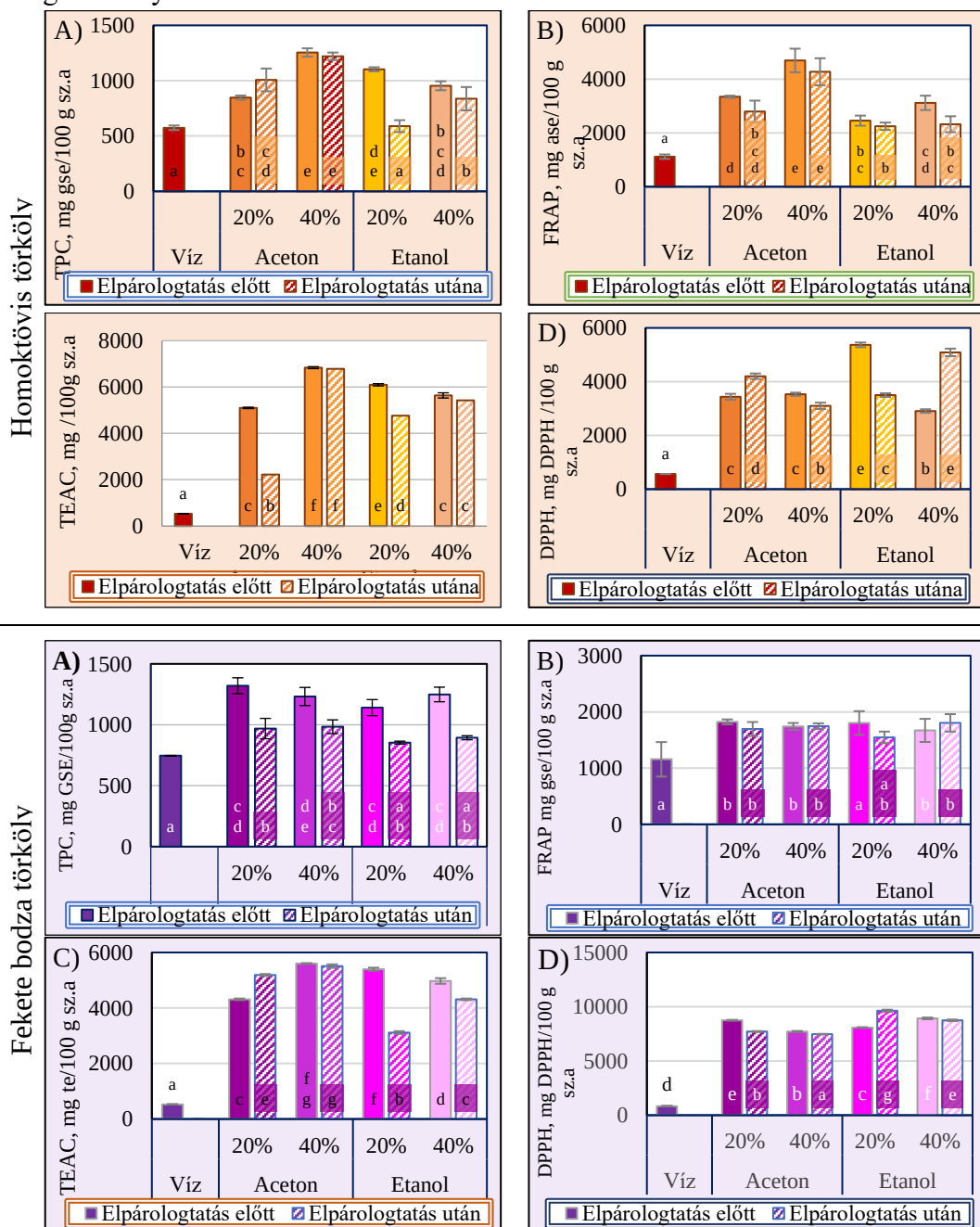


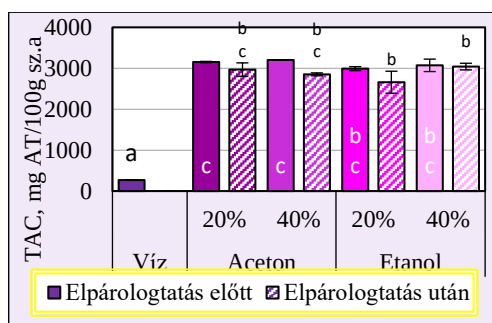
3. ábra: Homoktövis és fekete bodza különböző szárítási módszerekkel szárított törköly extraktumainak összes polifenol tartalma -TPC (A) és FRAP értéke (B) és összes monomer antocianin tartalma – TAC (C), az oszlopokon feltüntetett eltérő betűk jelölik az értékek közti szignifikáns különbségeket

A homoktövis és fekete bodza törköly eltérő szárításánál mért eredményeket összegezve a legjobbnak ítélt szárítás a 60°C hőmérsékleten, atmoszférus

szárítószekrényben történő szárítás volt, így a további kísérletekben, a törköly kivonatok előállításához ezt a szárítási műveletet alkalmaztam.

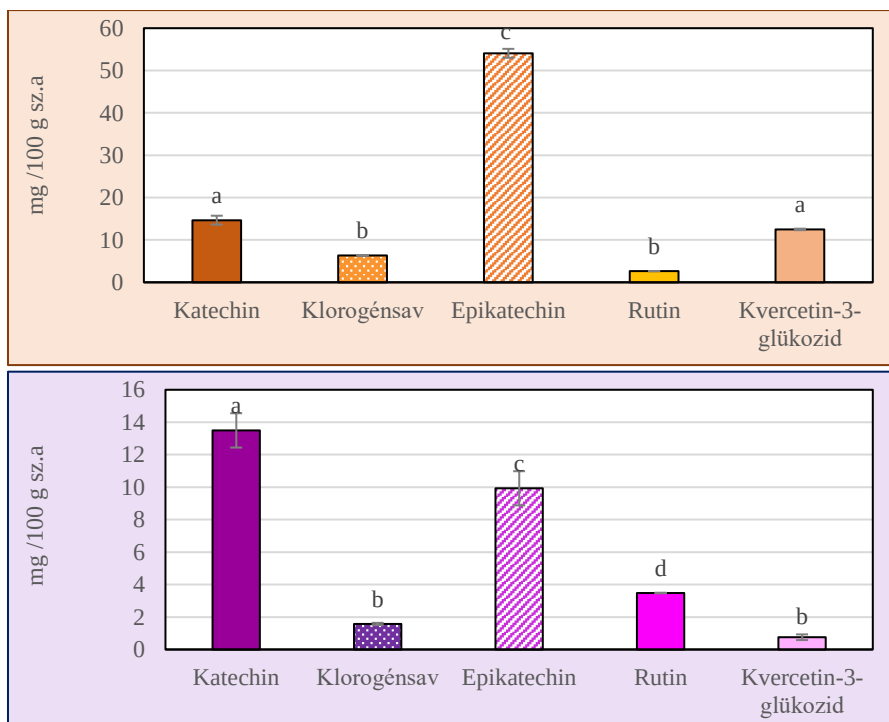
Az előkísérlet harmadik fázisaként az oldószerek elpárolgotatása során bekövetkező változások nyomon követését (4.ábra) hajtottam végre, a leghatékonyabbnak ítélt szárítási módszerrel szárított mintákon.





4. ábra: Törköly extraktumok oldószer elpárologtatásának hatása a TPC (A), FRAP (B), TEAC (C), DPPH (D) és TAC (E) eredményeire, az oszlopokon feltüntetett eltérő betűk jelölik az értékek közötti szignifikáns különbségeket

A legoptimálisabbnak választott 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 mutattam ki mindkét mintában (5. ábra).



5. ábra: Homoktövis (bal) és fekete bodza (jobb) törköly extraktumok jellemző polifenol komponenseinek mennyisége, az oszlopokon feltüntetett eltérő betűk jelölik az értékek közötti szignifikáns különbségeket

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

3.2 Törköly kivonatok mikroba gátló hatásának vizsgálata

A törköly extraktumokból az oldószerek elpárologtatását követő visszahígítás során különböző töménységre hígított törköly kivonatok előállítását végeztem el, melyek összes polifenol tartalmát és vasredukáló képességen alapuló antioxidáns kapacitását, valamint fekete bodza törköly kivonatok esetében azok antocianin tartalmát határoztam meg. Az agarlyukdiffúziós mérések során mért feltisztulási zónák mérete jelzi a minták antimikrobás gátló hatását. A kísérletsorozatban kapott eredményeket az **6. táblázat**ban foglalom össze.

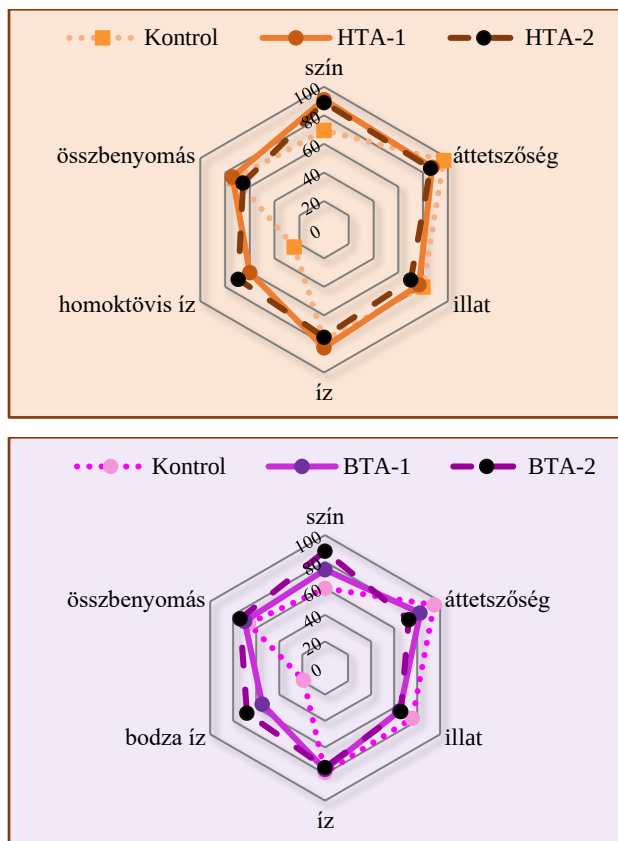
6.táblázat: Homoktövis és fekete bodza törköly kivonatok TPC, FRAP és TAC mérésének átlag és szórás értékei, az eltérő betűk jelölik a szignifikáns különbséget a minták között, valamint a törköly kivonatok agarlyuk diffúziós vizsgálatának eredményei

	HT-1	HT-2,5	HT-5	BT-1	BT-2,5	BT-5
TPC <i>mg GSE/ 100ml</i>	56,89 ± 0,99a	98,22 ± 2,24b	122,22 ± 2,24c	38,45 ± 1,56a	82,35 ± 7,54b	179,17 ± 14,55c
FRAP <i>mg GSE/ 100ml</i>	106,91 ± 1,39a	253,30 ± 1,96b	405,77 ± 5,88c	66,65 ± 4,45a	117,73 ± 11,24b	357,91 ± 17,37c
TAC <i>mg GSE/ 100ml</i>				89,97 ± 7,08a	227,76 ± 4,89b	442,87 ± 3,38c
<i>E. coli</i>	-	9,5 ± 0,7 mm	12 ± 0,2 mm	-	-	-
<i>L.innocua</i>	8,9 ± 0,3 mm	13,3 ± 1,1 mm	14,8 ± 0,4 mm	-	-	-
<i>L. sakei</i>	9,4 ± 0,8 mm	12,3 ± 0,4 mm	14,3 ± 0,4 mm	-	-	-
<i>A.acidoterrestris</i>	8,1±0,3 mm	9,3±0,4 mm	11,5±0,7 mm	11,8 ± 0,6 mm	16,0 ± 0,7mm	18,8 ± 0,4 mm
<i>S. cerevisiae</i>	8,5 ± 0,6 mm	9,8 ± 0,4 mm	12,8 ± 0,4 mm	-	-	-
<i>P. expansum</i>	-	-	-	-	-	12,8 ± 1,1 mm

Összegezve az agarlyukdiffúziós 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.

3.3 Törköly kivonattal dúsított almalevek vizsgálati eredményei

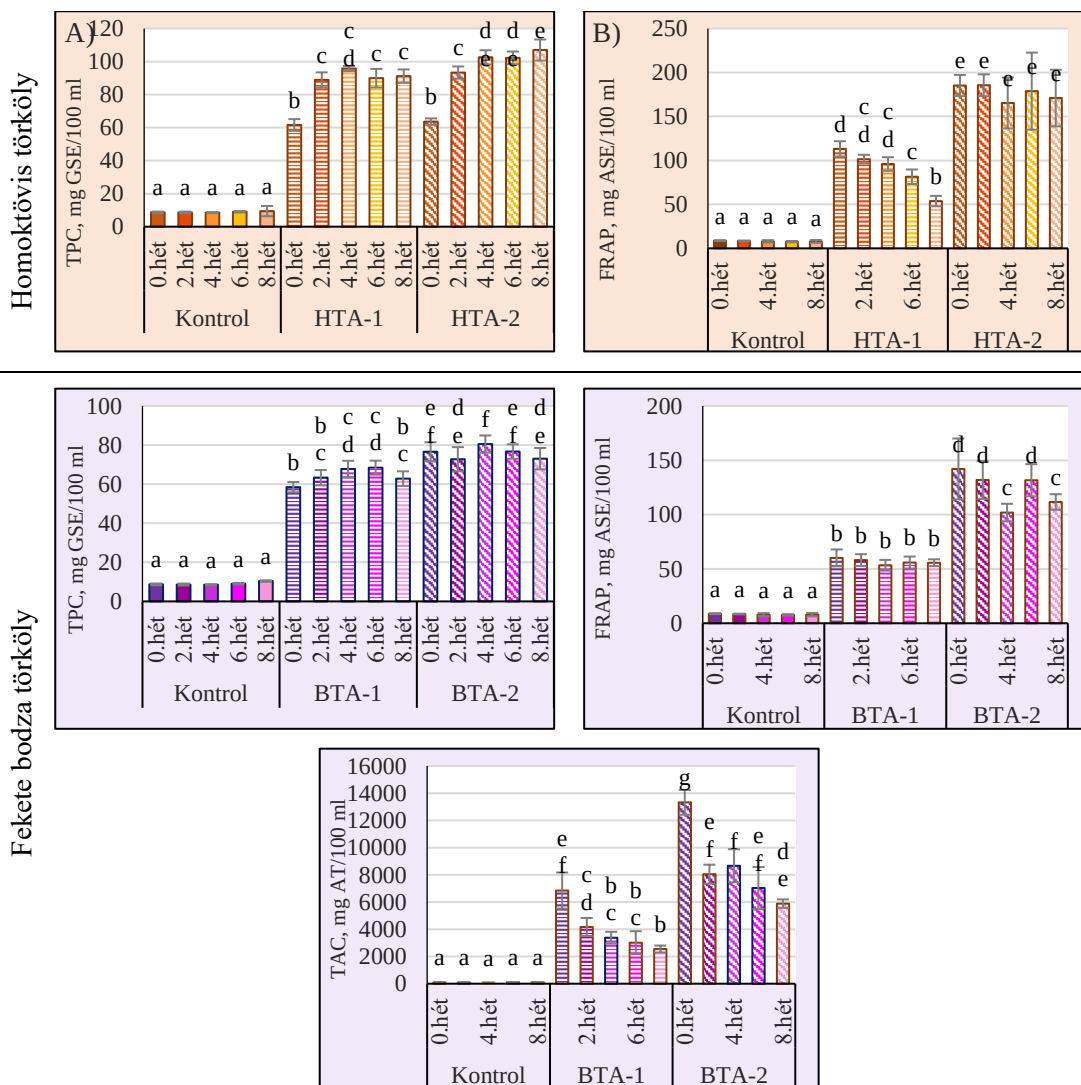
Kísérletem során az objektív vizsgálatok mellett az emberi szubjektív érzékelést is szerettem volna vizsgálni érzékszervi vizsgálattal (**6. ábra**), melyben a fogyasztók kedveltségét kívántam felmérni a törköly kivonatokkal dúsított almale mintáim iránt.



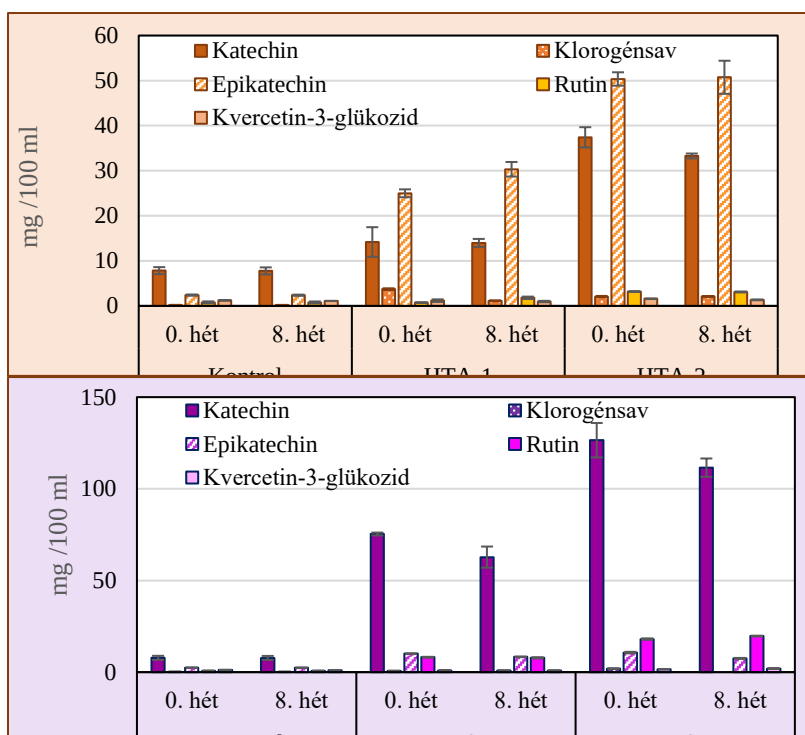
6. ábra: A homoktövis (bal) és fekete bodza (jobb) törköly kivonattal dúsított almalevek érzékszervi minősítésének eredményei

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 a BTA-2 mintát rangsorolták az első helyre.

A törköly kivonatokkal dúsított almalevek tárolás alatt bekövetkező beltartalmi eredményeinek változása látható a **7-8. ábrán**.



7. ábra: A kontrol és törköly kivonatokkal dúsított almale minták TPC (A), FRAP (B) és TAC (C) mérési eredményei



8. ábra: A homoktövis (jobb) és fekete bodza (bal) törköly kivonattal dúsított almalevek polifenol komponenseinek HPLC-UV/VIS mérési eredményei

Összegezve a dúsított almalevek beltartalmi méréseinek eredményeit elmondható, hogy az almalevek dúsítása értékes, biológiailag aktív, endogén hatású vegyületekkel sikeresen megvalósult. **Homoktövis törköly** kivonat felhasználásával szignifikánsan nagyobb TPC, FRAP és epikatechin, katechin és klorogénsav mennyiséget mértem a HTA-1 és HTA-2 mintában a kontrol almaléhoz képest. Az összes polifenol tartalom és a polifenol vegyületek mennyisége nem csökkent a 8 hetes tárolás során.

A **fekete bodza törköly** kivonattal dúsított almalevek tárolása során mind a minták összes polifenol tartalma, mind pedig a polifenol vegyületek közül jelentősebb mennyiségben mért epikatechin és rutin komponensek stabilok maradtak a 8 hét tárolás alatt. A FRAP, az antocianin tartalom, valamint a legnagyobb mennyiségben mért katechin mérési eredményeinél csökkenést tapasztaltam.

A törköly kivonattal dúsított almalevek összes mikrobaszámának és penész élesztőszámának a tárolási kísérlet kezdeti és 8. heti mintáinak mérési eredményeit a **7. táblázatban** foglaltam össze.

7.táblázat: A kontrol almale és a törköly extraktummal dúsított almalevek mikrobiológiai vizsgálatának eredményei telepképző egység/100 µl minta mértékegységben kifejezve

tke/100 µl	Összes élő mikrobaszám		Penész- és élesztőszám	
	0. hét	8. hét	0. hét	8. hét
Kontrol	0,33 ± 0,57	48 ± 2,00	0	5,67 ± 2,08
HTA-1	0	41,67 ± 1,15	0	5,33 ± 1,53
HTA-2	0	3 ± 1,00	0	1 ± 1,00
BTA-1	2 ± 1	29,67 ± 2,89	0	0
BTA-2	2,33 ± 0,58	2,33 ± 0,7	0	0

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 összecsíraszám és penész-, élesztő szám adatai igazolnak.

4. Következtetések és a javaslatok

Eredményeim alátámasztják a gyümölcstörkölyökben jelentős mennyiségben visszamaradó értékes komponensek hasznosíthatóságát. Az eltérő szárítási módszerekkel szárított törköly mintáim spektrofotometriás eredményei között csupán kis mértékű eltéréseket tapasztaltam, mely nem teszi indokoltá a nagyobb költséggel járó, kíméletesebb szárítási technológia (vákuumszáritás) alkalmazását, mivel nem okoz szignifikáns eltérést az antioxidáns vegyületek mennyiségében, így a szárítási módszerek közül a homoktövis és a fekete bodza törköly esetében is a legoptimálisabbnak a 60°C hőmérsékletű atmoszférikus szárítást ítélt meg.

A különböző extrahálási paraméterek nagyobb mértékű, szignifikáns eltéréseket okoztak a mérési eredményeimben. Eredményeim alapján a homoktövis törköly esetében a leghatékonyabb oldószer a 40 (v/v)%-os acetón. 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 a vizes extrahálás hatékonysága megközelíti az oldószerek hatékonyságát. Az antioxidáns kapacitás és az összes monomer antocianin tartalom mérési eredményei is a kisebb töménységű, nagyobb víztartalmú oldószerek {20 (v/v)%} alkalmazását mutatja előnyösebbnek. Az adataimat összesítve a homoktövis törkölynél a 40 (v/v)%-os, míg fekete bodza törkölynél a 20 (v/v)%-os acetón alkalmazása a legoptimálisabb extrahálási oldószer a vizsgált oldószerek közül.

A homoktövis törköly kivonatok erősebb és szélesebb körű antimikrobás gátló hatást mutattak a vizsgált mikrobaikkal 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 gyümölcslé 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 gyümöcslégyártásban 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, 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 törkölykivonatok megfelelnek az almalevek antioxidánsokkal történő dúsítására. 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 vegyületek mennyiségét. A homoktövis esetében a katechin, az epikatechin komponensek, míg a fekete bodza esetében a katechin, epikatechin és a rutin mennyiségének növekedése korrelál a dúsított almalé minták törköly kivonatának százalékos arányával. A tárolási kísérletben az összes mikrobaszám és összes penész-, élesztő szám vizsgálatai szerint a törkölykivonatokat 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.

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 polifenolos 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 polifenolos 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.

A SZERZŐNEK AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉHEZ KAPCSOLÓDÓ PUBLIKÁCIÓI:

Folyóirat cikkek

IF-es folyóirat cikkek

Furulyás, D., Szalóki-Dorkó, L., Máté, M., Stefanovits-Bányai, É. (2024): Utilization of Seabuckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.) pomace as functional ingredient in apple juice, *Progress in Agricultural Engineering Sciences*. 20(1)

Furulyás, D., Szalóki-Dorkó, L., Máté, M., Stefanovits-Bányai, É. (2024): Enrichment of apple juice with antioxidant-rich elderberry (*Sambucus nigra* L) pomace extract. *Acta Alimentaria*. 53(2):327-335.

Rentsendavaa, C., Székely, D., **Furulyás, D.**, Végvári, G., Gonelimali, F., Kumar, P. (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.

Ficzek, G., Mátravölgyi, G., **Furulyás, D.**, Rentsendavaa, C., Jócsák, I., Papp, D., Simon, G., Végvári, Gy., Stéger-Máté, M. (2019): Analysis of bioactive compounds of three sea buckthorn cultivars (*Hippophaë rhamnoides* L. ‘Askola’, ‘Leikora’, and ‘Orangeveja’) with HPLC and spectrophotometric methods. *Eur. J. Horticultural Science* 84(1):31-38.

Nem IF-es folyóiratcikk, idegen nyelvű

Furulyás, D., Dobó, V., Székely, D., Chaagnadorj, R., Stefanovits-Bányai, É., Stéger-Máté, M. (2018): Optimizing of extraction of bioactive components from Sea Buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) pomace and develop of antioxidant-enriched apple juice. *Analecta Technica Szegedinensia*, 12(1), 1-7.

Rentsendavaa, C., Szána, M., Ficzek, G., Szalóki, D. L., Stéger, M. M., **Furulyás, D.** (2018): Investigation of nutritional parameters in different parts of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) berries. *Journal on Processing and Energy in Agriculture*, 22(1), 10-13.

Konferencia kiadványok

Nemzetközi kiadványok (teljes)

Kiss Zs., Szabó-Nótin B., Chaagnadorj R., Stéger-Máté M., Stefanovits-Bányai É., **Furulyás D.** (2019): Development of bakery product with sea buckthorn pomace (*Hippophae rhamnoides* L.), In: Alapi, Tünde; Ilisz, István (szerk.) *Proceedings of the 25th International Symposium on Analytical and Environmental Problems*, Szeged, Magyarország: University of Szeged, 13-17.

Rentsendavaa, C., **D.Furulyás**, Stéger-Máté M., Babinszki-Székely D. (2019): Effect of different chemical preservatives on the storage of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) juice. *Biosys Food Eng* 2019. 3rd International Conference on Biosystems and Food Engineering. Proceedings. PDF E313.

Furulyás, D., Szabó, Z., Szalóki-Dorkó, L., Székely, D., Stéger-Máté, M., Stefanovits-Bányai, É. (2018): Developing of antioxidant-enriched apple juice with elderberry (*Sambucus nigra* L.) pomace, In: Tünde, Alapi; István, Ilisz (szerk.) *Proceedings of the 24th International Symposium on Analytical and Environmental Problems*, Szeged, Magyarország: University of Szeged, 276-279.

Furulyás, D., Chagnaadorj, R., Kis, F., Bíró, K., Stéger-Máté, M., Stefanovits-Bányai, É. (2017): Preliminary study of optimal extraction of biologically active compounds from sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) pomace. In *Proceedings of the 23rd International Symposium on Analytical and Environmental Problems*, SZTE Repository of Papers and Books, Szeged, Hungary, 392-396

Furulyás, D., Jankó, L. A., Stégerné-Máté, M., Stefanovits-Bányai, É. (2016): The effect of different drying and extraction conditions on the antioxidant content of elderberry pomace. in *Proceedings of the 22nd International Symposium on Analytical and Environmental Problems*, Szeged, Magyarország: University of Szeged, 356-359.

Hazai kiadványok (összefoglaló)

Furulyás D., Rentsendavaa C., Stégerné Máté M., Stefanovitsné Bányai É., Mohácsiné Farkas Cs. (2017): Homoktövis (*Hippophae rhamnoides* L.) bogyó és törköly antimikrobás hatásának vizsgálata három patogén baktériummal szemben. In: Bíró Lajos et al. (szerk.). *Magyar Táplálkozástudományi Társaság XLII. Vándorgyűléspogramkönyve*: MTT 1966. 72 p. Konferenciahelye, ideje: Siófok, Magyarország, 31

Furulyás, D., Viczencz, B., Stégerné, Máté M., Stefanovitsné, Bányai É., Mohácsiné, Farkas Cs. (2017): Homoktövis (*Hippophae rhamnoides* L.) törköly antimikrobás gátlásának vizsgálata, In: Gelencsér, É; Horváth, Zné; Rurik, I; Tömösközi, S (szerk.) *Táplálkozástudományi Kutatások VII. PhD konferencia: program és előadás összefoglalók*, Budapest, Magyarország, 12-12.