

SZAKDOLGOZAT

Kalamár Nikolett Adrienn

2025.



Magyar Agrár – és Élettudományi Egyetem

Budai Campus

Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet

Élelmiszermérnök alapképzési szak

**AZ ARÓNIALÉ BELTARTALMI ÉRTÉKEINEK NYOMON
KÖVETÉSE HŐKEZELÉS HATÁSÁRA**

Belső konzulens: Friedrich - Ivanics Judit
laboratóriumi koordinátor

Belső konzulens Gyümölcs – és Zöldségfeldolgozás
tanszéke: Technológia Tanszék

Készítette: Kalamár Nikolett Adrienn

Budapest

2025.

Tartalomjegyzék:

1. Bevezetés és célkitűzések	3
2. Szakirodalmi áttekintés	5
2.1. Az arónia rövid története	5
2.2. Az arónia általános tulajdonságai	5
2.3. Az arónia tápanyagtáblázata és összetétele	7
2.4. Az arónia felhasználása az élelmiszeriparban	9
2.5. Az antioxidánsok, antocianinek, polifenolok	9
2.6. Az arónialé.....	11
2.7. Az arónia pozitív egészségügyi hatásai	12
2.7.1. Az arónia a népgyógyászatban	12
2.7.2. A cukorbetegség kezelésére, megelőzésére alkalmas arónia.....	12
2.7.3. A fekete berkenye vérnyomáscsökkentő hatása	13
2.7.4. Az arónia hatása a szív – és érrendszerre	14
2.7.5. Fekete berkenye a rák ellen	14
2.7.6. Az arónia alkalmazása gyulladások és fertőzések kezelésére, megelőzésére .	14
2.7.7. A gyümölcs májra gyakorolt hatásai	15
2.7.8. Az arónia gyomorfal védő hatása	15
2.8. Kutatások eredményei hasonló kísérletekről.....	16
2.9. Aróniához hasonló gyümölcsök	17
2.9.1. A szamóca.....	18
2.9.2. A vörös málna.....	18
2.9.3. A fekete szeder.....	18
2.9.4. A kék áfonya.....	18
2.9.5. A fekete bodza	18
3. Alkalmazott módszerek	19
3.1. A kísérlet helyszíne.....	19

3.2.	Az arónialé elkészítése	19
3.3.	A kísérlet menete	19
3.4.	A minták elkészítése, jelölése, hőkezelése	19
3.5.	Az antioxidáns tartalom meghatározása FRAP módszerrel	20
3.6.	Az antocianin tartalom meghatározása.....	22
3.7.	A polifenol tartalom meghatározása	23
3.8.	A pH mérése	25
3.9.	A szín mérése.....	26
3.10.	A refrakció mérése.....	26
4.	Eredmények és értékelésük	27
4.1.	Az antioxidáns kapacitás meghatározása FRAP módszerrel.....	27
4.2.	Az antocianin tartalom meghatározása.....	29
4.3.	A polifenol tartalom meghatározása	31
4.4.	A pH mérése	33
4.5.	A refrakció mérése.....	34
4.6.	A szín mérése.....	36
5.	Következtetések és javaslatok	40
6.	Összefoglalás.....	42

Irodalomjegyzék

Mellékletek

Köszönetnyilvánítás

1. Bevezetés és célkitűzések

Napjainkban előtérbe került az egészséges életmód és ezzel együtt az egészséges táplálkozás jelentősége. Az emberek igényeihez alkalmazkodva egyre több egészséges és nem feldolgozott élelmiszert találhatunk meg a boltok polcain. Az egészséges táplálkozás alapja a megfelelő mennyiségű zöldség – és gyümölcsfogyasztás. A dolgozatom témájának alapja egy újonnan felfedezett, még nem elterjedt szupergyümölcs: az *Aronia melanocarpa*, másnéven fekete berkenye, amely egy cserjén termő, sötét színű, kesernyés ízű bogyós gyümölcs (*1.ábra*). Leve kifejezetten sötét, lilás - vöröses színű. Kinézete és beltartalma leginkább az áfonyára hasonlít.

Az aróniát nem találhatjuk meg a boltok polcain; főként feldolgozva (például lekvárként, ivólevelekben, színezékként gumicukrokban) találkozhatunk vele. Ezzel szemben interneten akár 100% -os fekete berkenye levét is rendelhetünk. Érdeemes fogyasztani, mert számos pozitív egészségügyi hatással bír. Kiemelkedő a többi gyümölcstől, mert antioxidáns tartalma a legmagasabbak között szerepel. Manapság az egészséges életmód és étkezés mellett igény van az alternatív, természetes gyógymódok alkalmazására is, a fekete berkenye erre is alkalmas, hiszen főként gyakori betegségekre (például magas vérnyomás, cukorbetegség) van kedvező hatással, ezért a jövőben népszerűsége feltehetően növekedni fog. További előnye, hogy könnyen szállítható, így bármikor elfogyasztható. Keverhető más gyümölcsök levével, emellett bogyós formájában is felhasználhatjuk, akár süteményekben. A gyümölccsel javítható betegségek általában a rohanó, stresszes életmódnak köszönhetőek, így az aróniát nevezhetjük a rohanó világ betegségei elleni gyümölcsnek is.

A szakdolgozatom elkészítésének egyik célja, hogy Magyarországon több információ legyen a fekete berkenyeről és jótékony hatásairól. A gyümölcstről főként idegen nyelvű irodalmak állnak rendelkezésre, ezek az irodalmak nagyrészt az utóbbi években készültek, ezért hosszútávú kísérletekről nem találhatunk adatokat.

A kísérlet előnye, hogy nagy minta száma miatt több aspektusból is megvizsgálható a hőkezelt arónialevelet tartalma. Az arónia kiemelkedő jótékony hatással bír, ezért ezt a feldolgozás és tárolás során is fontos megőrizni amennyire lehetséges. Az elvégzett kísérletek és a kapcsolódó irodalmak során láthatjuk, hogy a hőkezelés mértéke (különböző hőfokok és időtartamok alkalmazása), valamint az aszkorbinsav hozzáadása a 100% -os arónia levéhez hogyan befolyásolja annak beltartalmi értékeit.

A berkenyéből több faj és fajta is létezik, de a szakdolgozatom témája a feketegyümölcsű berkenye, ezen belül a „Nero” fajta, így a kísérletet is ilyen típusú berkenyével végeztem. A dolgozatban a vizsgált fajtát többször röviden aróniának vagy fekete berkenyének neveztem.

1.ábra: Az arónia bogyók

(Forrás: *http 1*)



2. Szakirodalmi áttekintés

2.1. Az arónia rövid története

A fekete berkenye Észak - Amerikából és Kanada keleti részéről származik, Európában a 20. század után kezdett ismertté válni. A gyümölcs latin neve az *Aronia melanocarpa*, növénytanilag a Rosaceae családba tartozik. (Kulling és Rawel, 2008)

A gyümölcsstermő változat nemesítését az akkori Szovjetunióban kezdték el az 1920-as években. Ezt az Altaji Gyümölcsstermesztési Kutató Intézetben folytatták és így 15 fajtát állítottak elő a berkenyéből. Üzemi termesztését 1947-ben kezdték el az akkori leningrádi területeken. (Porpáczy, 1987)

A növényből 2 külön faj létezik (a fekete arónia és a piros/vörös arónia) emellett egy harmadik köztes (hibrid) faj is ismert. Viszont számos fajtát különböztetünk meg, ezeket a gyümölcsök változatossága és a növény „díszértékének” növelése érdekében nemesítették. (Kulling és Rawel, 2008) Főként a „Viking” és „Nero” nevű arónia fajta az elterjedt változat (Porpáczy, 1987).

2.2. Az arónia általános tulajdonságai

Gyakran sövénynövényként ültetik, mert esztétikusan mutat az év nagy részében, emellett tűrőképessége is kiemelendő. További előnyei közé tartozik, hogy dús levelei és magassága (2 - 3 méter) miatt véd a belátástól és bizonyos mértékben a portól és szélétől is. A madarak is kedvelik a növényt, az arónia bogyókat is szívesen fogyasztják, mert ők nem érzik a keserű ízét. A bokor levelei sötétzöld **2.ábra:** Fekete berkenye ültetvény virágzása áprilisban színűek, de ősszel (Forrás: [http 2](http://2))

élénkpirosra változnak, majd lehullanak. Április végén virágzik (2.ábra), ekkor csodálhatjuk szép fehér virágait, a késői virágzásnak köszönhetően nincs fagyveszélyben. A beporzás rovarok és a szél által



következik be, önmegtermékenyítő növény. A virágokból kerek, lilás színű, almaszerű gyümölcsök fejlődnek ki, ez a fekete berkenye termése, ami fogyasztható (1.ábra). A

gyümölcsben magokat (3.ábra) is találhatunk, felvágva és megszagolva a bogyót illatát a „keserű mandula” szavakkal jellemzik. A gyümölcshús színe narancssárgás - pirosas, ezt a 3.ábrán láthatjuk. ([http 2](#)) Egy bogyó átmérője 6 - 13 mm lehet, súlya 0,5 - 2,0 g között van. A gyümölcs érése augusztusban kezdődik és körülbelül a hónap végén vagy szeptemberben érik be, ekkorra a piros színből intenzív sötétvörös színűvé válik. (Kulling és Rawel, 2008) Fontos, hogy ameddig lehet tartsuk a gyümölcsöt a fán, ezzel javítva az ízt; ezt könnyű megtenni, hiszen az érett gyümölcs nem rothad és nem kukacosodik ([http 2](#)).

A fekete berkenye könnyen termeszthető, a cserje nem igényes a talajra, a magasabb talajvízszintet is tolerálja, nem fagyérzékeny és szinte bármilyen körülményt képes elviselni, ezáltal jól növekszik, de ha optimálisan termesztyük, akkor nagyon bő termést hoz. A bokor – megfelelő gondozás mellett – a harmadik évtől éri el a termőképessége csúcsát. Az

3.ábra: Fekete berkenye gyümölcse félbe vágva
(Forrás: [http 5](#))



optimális csapadék mennyiség 500 - 600 mm évente, a napos vagy félnyirkos helyet kedveli, ahol a talaj jó vízelvezető képességű. Késő ősszel vagy kora tavasszal kell ültetni. Évente metszést igényel. ([http 2](#))

Ültetés előtt egy napra vízbe kell tenni, majd egy körülbelül 40x40 cm-es gödörbe kell ültetni. A töveket egymástól 1,2 méterre szükséges elhelyezni, a sortávolság 3,8 m legyen. A sorok tájolása és domborzati elhelyezkedése is fontos a megfelelő terméshez, a legideálisabb, ha északi vagy déli

irányban helyezkednek el, ezért az ültetvényt meg kell tervezni a kivitelezés előtt. ([http 2](#)) Betakarításnál és tárolásnál előnyös tulajdonsága, hogy nem hajlamos a zúzódásra, így lé vesztés nélkül tárolható és szállítható is, általában gépi betakarítást alkalmaznak (Porpáczy, 1987).

Magyarországon nincs olyan kártevő vagy kórokozó, amely ellen érdemes védekezni a gondozásánál. Nem igényel rendszeres permetezést, rendkívül ellenálló a kártevőkkel és betegségekkel szemben, vegyszermentesen termeszthető, ami lehetővé teszi a gyümölcs bio termesztését, ezáltal egészségesebb és szélesebb körben felhasználható. A bio termesztésnél ajánlatos fehér lóherét ültetni az arónia cserje sorok közé, így megakadályozható a gyomok növekedése. ([http 2](#))

Tápanyag utánpótlásra nitrogén műtrágyát használhatunk, évente két alkalommal, emellett foszfor és kálium is adagolható (*http 2*). A műtrágya mennyisége fontos, mert hatással van a gyümölcsminőségi paraméterekre is; nagyobb mennyiségű a műtrágya esetében nő a gyümölcs nagysága és a termés mennyisége is, hátránya, hogy csökken az összes savtartalom és a pigmenttartalom. A maximális antocianin tartalom a gyümölcsben közepesen magas mennyiségű műtrágyaaránnyal érhető el. (*Kulling és Rawel, 2008*)

2.3. Az arónia tápanyagtáblázata és összetétele

A bogyó tápanyagtartalma (*1.táblázat*) és összetétele (például fenolos összetevők) több tényezőtől is függhet, ilyen tényezők például a trágyázás, a bogyók érése, az időjárás, a betakarítás ideje, a termőhely, az éghajlat és csapadékmennyiség, a gondozás módja, a cserje életkora (*Kulling és Rawel, 2008*).

A táblázatban (*1.táblázat*) az első nyolc sorban láthatjuk a fő összetevőket, ebből látszik, hogy a bogyó nagy része vízből áll, de fehérje tartalma viszonylag magas, emellett a szerves savak mennyisége is nagy, ami a gyümölcs ízében is érezhető. Teljes ételmi rostban gazdag gyümölcs, ami jótékony hatással van az emésztőrendszerre. Az aróniában megtalálható a kálium, magnézium és kalcium is, ezek csökkentik a csontritkulás, stroke és magas vérnyomás kockázatát. Emellett C - vitamin tartalma is kiemelkedő, ezeket az adatokat az *1. táblázatban* is láthatjuk. A vitaminok, ásványi anyagok és nyomelemek fontos részei a táplálkozásnak, ezért érdemes fogyasztani olyan „szupergyümölcsöket”, mint a feketeberkenye. (*Staszowska - Karkut és munkatársa, 2020*)

Aroma összetevők: a bogyó „keserűmandula” illatáért az amigdalinnal felelős. Az amigdalint néhányan a rák ellenszereként kezelik, azonban ezt nem támasztják alá megbízható adatok, inkább a biztonságosságával kapcsolatban merülhetnek fel kérdések. A fő azonosított aroma vegyületek a benzaldehid - cianohidrin, a hidrogén - cianid és a benzaldehid voltak. (*Kulling és Rawel, 2008*)

1.táblázat: Az arónia tápanyagtartalma, 100 g gyümölcsben

(Forrás: *Saját szerkesztés, Souci és munkatársai, 2008*)

Víz	81,3 g
Teljes ételmi rost	6,78 g
Szénhidrát	6,11 g
Elérhető szerves savak	2,63 g
Fehérje	1,28 g
Ásványi anyagok	0,80 g
Zsír	0,22 g
Nitrogén	0,20 g
Kálium	0,29 g
Kalcium	0,046 g
Foszfor	0,040 g
Magnézium	0,017 g
Nátrium	0,0017 g
C - vitamin	0,177 g
E -vitamin	0,019 g
Citromsav	2,35 g
Almasav	0,22 g
Fruktóz	3,192 g
Linolsav	0,070 g
Lignin	1,450 g
A táblázat csak néhány fontos összetevőt említ meg.	
A cellákban szereplő értékek átlagértékek.	

2.4. Az arónia felhasználása az élelmiszeriparban

Főként különböző élelmiszerek egyik alapanyagaként használják fel a gyümölcsöt: gyümölcszsirup, gyümölcslé, gyümölcszselé, tea, gyümölcspüré stb. Más gyümölcsökkel is szokták ötvözni az ízt, így az arónia keserősége kevésbé kellemetlen a termékekben. Keverik például almával, körtével vagy fekete ribizlivel is. A gyümölcs számos alkoholos készítménynek alapanyaga lehet: likőr, gyümölcsbor és más szeszes italok. (*Kulling és Rawel, 2008*) Akár dzsem és lekvár alapanyag is lehet (*Porpáczy, 1987*). Étrend kiegészítőkből is felhasználják, valamint kísérletekben porként is említik a fogyasztását (*Ren és munkatársai, 2022*). Internetes boltokban fellelhető szárítva is.

Emellett a fekete berkenye gyümölcsét napjainkban is használják ételfestékként a mélylila pigmentek miatt, például gumicukrokban. Színanyagtartalma a termesztett gyümölcsök között a legmagasabb, sokkal magasabb, mint a fekete ribizkének, ezért felhasználása gazdaságosabb (*Porpáczy, 1987*).

A feldolgozás során melléktermékként keletkezik az arónia törköly, (feldolgozás után visszamaradó növényi részekből álló anyag) amelyben még sok értékes komponens található: például antioxidáns –, polifenol –, és vitamintartalma is magas. A komponensek kinyerése érdekében és az élelmiszeripari hulladék csökkentése miatt a törkölyt érdemes felhasználni. Erre néhány példa: törkölypálinka készítés, takarmánykészítés, biogáz előállítás, lepárló üzemben való felhasználás, szerves trágyaként felhasználás (*Rimóczi, 2022*).

2.5. Az antioxidánsok, antocianinek, polifenolok

A témában a legfontosabb fogalmak közé tartoznak: a szabadgyökök és az oxidatív stressz. Az élet elkerülhetetlen része a stressz, lehet mentális (például szorongás, idegesség) vagy fizikai (például dohányzás, betegség) forrása is. A stressz ideje alatt a szabadgyökös (ilyen szabadgyök például a lent említett NO molekula is) reakciók felerősödnek, ez kapcsolatban van a felgyorsult szívműködéssel, magasabb vércukorszinttel, idegfeszültséggel, magasabb vérnyomással. A stressz hatására nő a tolerancia a következő stressz alkalmára, viszont, ha hosszan tartó vagy túl erős a stresszhatás az súlyos betegségek kialakulásához vezethet (például daganatos megbetegedések). (*Blázovics, 2017*)

A szabadgyökök túl nagy mennyisége ellen az antioxidánsokkal képes a szervezet védekezni, ha ebből túl kevés áll rendelkezésre akkor az egyensúly felborulhat, ez az

oxidatív stressz. A képződő szabadgyökök antioxidánsok nélkül kárt okoznak a szervezetben, sejtekben és betegségeket idéznek elő. Az antioxidánsok egy részét a szervezet termeli, de táplálkozással is be kell vinnünk antioxidánsokat. A gyümölcsök magas antioxidáns tartalommal rendelkeznek, ezért fontos a fogyasztásuk. Antioxidáns például a C - vitamin. Az arónia kiemelkedően magas antioxidáns tartalmú, így segíthet a betegségek megelőzésében vagy kezelésében. (Dóczy, 2011)

A polifenolok és antocianinek (fő színanyagok) fenolos vegyületek, ezek erős antioxidáns hatással rendelkeznek, a bioaktív anyagok csoportjába és az antioxidánsok egyik csoportjába tartoznak (Ren és munkatársai, 2022). Ezek a bioaktív vegyületek egyaránt megtalálhatóak gyümölcsökben és zöldségekben is. Ilyen például a paradicsomban megtalálható C - vitamin, folsav, kálium, almasav, citromsav, likopin; vagy a brokkoliban található vitaminok: C, B1, B2, E, K és kálium, magnézium, klorofill. ([http 4](#))

A polifenolok növényi eredetű másodlagos anyagcseretermékek, ebből 8000 különböző létezik, két csoportra oszthatóak: flavonoidok és nem flavonoidok. A polifenolok a növényben védelmi, gyógyító szereppel rendelkeznek. Az antocianinek a polifenolokon belül a flavonoidok csoportjába tartoznak. (Tehát a polifenolokon belül találhatóak az antocianinek, ezért egy gyümölcsben a polifenol tartalom magasabb, mint az antocianin. A polifenolok, így az antocianin is antioxidáns hatással rendelkezik, mint például a vitaminok is.) Az antocianidineknek (4.ábra) a növényekben főként fényvédő szerepük van. Néhány ismertebb antocianidin: cianidin, malvidin, peonidin. Az antocianidinek a növényekben glikolizált formában találhatóak meg, ezeket az antocianidin - glikokonjugátumokat nevezzük antocianineknek, vagy antociánoknak is nevezhetők. A szabad antocianinek instabilak, stabilitásukra hatással van a pH, a hőmérséklet, a fény, az oxigén, emellett enzimek és fémionok jelenléte is; ezzel összefüggésbe hozható a lentebb említett tárolásos kísérlet, aerob körülmények hatása, pH és hőmérséklet kapcsán az antioxidáns és antocianin tartalom változása. Polifenolok találhatóak a gyümölcsökön kívül például a borban, kávéban, egyes magvakban is. A polifenolok az emésztés során átalakulnak további kedvező molekulákká. (Abrankó, 2018)

népszerűsíténé. Emellett keserű íze miatt élvezeti értéke alacsony. Néhány helyen olvasható, hogy hosszútávú kutatások még nincsenek a fekete berkenye fogyasztásával kapcsolatban, ez több embert is eltántoríthat a fogyasztásától, viszont pozitív tulajdonságait és egészségre gyakorolt kedvező hatásait több kísérlet is alátámasztja. (*http 3*)

A testmozgás is oxidatív stresszt válthat ki a szervezetben, ezért a versenysportolóknak kiemelten szükséges az antioxidánsok pótlása az izmok (gyorsabb) regenerálódásához és a sejtek károsodásának elkerülése végett. Az „Evezős táplálkozás” című könyv napjainkban (2024.) jelent meg, említve az arónialevet a regeneráló, gyulladáscsökkentő és antioxidáns hatása kapcsán, amely segítheti a sportolókat tökéletes felkészülésükben. A könyv naponta 150 ml aróniale fogyasztását javasolja 8 héten keresztül. Említést tesz a vasszint növekedéséről is, amely az aróniale fogyasztással összefüggésbe hozható, mert a vas nélkülözhetetlen a hemoglobin képződéshez és az oxigén szállításához a szervezetünkben, amely két fő pillére az állóképességi sportoknak, például az evezésnek, de egyéb vízi (és nem vízi) sportolóknak is hasznos táplálékkiegészítője lehet (kajakozáshoz, kenuzáshoz, futáshoz). (*Gonzalez Andrade, 2024*)

2.7. Az arónia pozitív egészségügyi hatásai

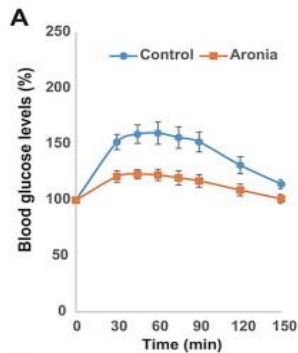
2.7.1. Az arónia a népgyógyászatban

A gyümölcsöt kezdetben az amerikai őslakosok használták fel megfázásos tünetek kezelésére, majd, amikor Oroszországba és Kelet - Európába került népszerűbbé vált, mert elkezdtek használni magas vérnyomás elleni gyógyszer összetevőjeként (*Banjari és munkatársai, 2017*). Külföldön számos tanulmány készült az aróniával kapcsolatban és számos pozitív egészségügyi hatással bír, így a teljesség igénye nélkül megemlítem a legfontosabbakat.

2.7.2. A cukorbetegség kezelésére, megelőzésére alkalmas arónia

A cukorbetegség manapság egyre gyakoribb, ezért fontos az alternatív gyógymódok kutatása is (*Banjari és munkatársai, 2017*). A fekete berkenye hatékony a cukorbetegséggel szemben. Egy kísérlet szerint napi 200 ml fekete berkenye lé fogyasztása 3 hónapon keresztül csökkentette az éhgyomri vércukorszintet a vizsgált alanyoknál. Jól beilleszthető a diétás étrendbe intenzív íze és alacsony kalóriatartalma miatt (39 kcal/100 g). (*Simeonov és munkatársai, 2002.*)

5.ábra: Az étkezés utáni vércukorszint változása arónialé fogyasztásával és nélküle
(Forrás: *Yamane és munkatársai, 2017*)



mérték a vércukorszintjüket, a kontroll csoport arónialé helyett vizet ivott. A vizsgálat eredménye kimutatta, hogy az aróniát fogyasztó alanyok vércukorszintje csökkent – a vizet fogyasztó alanyokhoz képest – étkezés után (5.ábra), a csökkenés férfiak és nők esetében nem volt eltérő. Az arónia képes gátolni bizonyos enzimeket, amelynek következtében csökken a vérben a glükóz szintje, inzulinfüggő és nem inzulinfüggő betegeknél is. (*Yamane és munkatársai, 2017*)

2.7.3. A fekete berkenye vérnyomáscsökkentő hatása

Vérnyomáscsökkentő hatását több kísérlet igazolja. Érdekes lehet az arónia egyik alfajával végzett kísérlet, melyben patkány csoportok voltak a tesztalanyok. Az eredmény az volt, hogy az arónia alfaj hidroalkoholos kivonatának beadása csökkenti a magas vérnyomás kialakulását, ennek magyarázata a nitrogén - monoxid (NO) felszabadulásának fokozódása és az oxidatív stressz csökkenése. (*Haydari és munkatársai, 2017*) Több tanulmány is kimutatta, hogy a polifenolokban gazdag élelmiszerek csökkentik a vérnyomást. A polifenolok hatással vannak az érrendszeri működésre, így a vérnyomásra is, ez a biológiai mechanizmus összefüggésben áll a nitrogén - monoxid (NO) hatásával. Az angiotenzin - konvertáló enzim (ACE) részt vesz az NO termelés szabályozásában. Az ACE hatására érösszehúzó vegyület keletkezik, ez inaktiválja az értágító peptideket, így az ACE gátlás hatékony a vérnyomás csökkentésében, mert ha az ér kevésbé van összehúzódva, akkor jobban tud áramlani benne a vér, ennek következtében alacsonyabb a vérnyomás. Az aróniában lévő polifenolok ACE aktivitás gátló hatásúak. (*Hellström és munkatársai, 2010*)

Egy kísérletben, amit japán embereken végeztek, kimutatták, hogy az arónialé elnyomja a vércukorszint emelkedést étkezés után egészséges (nem cukorbeteg) embereknél. A vizsgálatban egyaránt részt vettek felnőtt nők és férfiak. Az étkezés előtt 100 ml arónia levét kellett meginniük, majd 200 g rizst fogyasztottak el, eközben meghatározott időközönként

2.7.4. Az arónia hatása a szív – és érrendszerre

Szívvédő hatása vérnyomáscsökkentő hatásából is ered, hiszen a magas vérnyomás szív – és érrendszeri betegségek kialakulásához vezethet. Itt is az erőteljes antioxidáns hatással rendelkező fenolos vegyületek a fő aktív összetevők, főként a kvercetin és a klorogénsav. *(Ren és munkatársai, 2022)* A fekete berkenye lé fogyasztása mérsékli az esélyét a vérrög képződésnek és csökkenti az összkoleszterin szintet. Hatásait szívinfarktuson átesett betegeknél is vizsgálták. *(Kulling és Rawel, 2008)*

2.7.5. Fekete berkenye a rák ellen

Rákos megbetegedések kezelésében és megelőzésében is segíthet: az oxidatív stressz megtalálható a rákos sejtekben, ez ellen az antioxidáns vegyületek hatékonyak. Egy vizsgálat során azt figyelték meg, hogy az arónia bogyóban lévő fenolos komponensek erős antioxidáns aktivitást mutatnak az emberi májráksejtekkel szemben. Egy másik kísérletben a vastagbélráksejtekkel szemben mutattak aktivitást és növekedésgátló hatást ezek a vegyületek. Mechanikailag ezek a vegyületek a sejtciklus egyik fázisában elnyomják a sejtnövekedést. Többféle daganatos megbetegedés kapcsán is vizsgálták az arónia levét, például tüdő – és emlődaganat esetén. Az emlőrák esetén arra az eredményre jutottak, hogy a triterpén - észterek gátló hatást képesek kifejteni az emlőrák őssejtekkel szemben. Tehát összességében ígéretes lehet az arónia a jövőbeni rákkutatásokkal kapcsolatban is. *(Ren és munkatársai, 2022)*

2.7.6. Az arónia alkalmazása gyulladások és fertőzések kezelésére, megelőzésére

Fertőzésellenes és gyulladáscsökkentő hatása is ismert. Vizsgálatok kimutatták, hogy az arónia bogyók erős gátló, antimikrobiális hatást fejtenek ki bizonyos típusú fertőzésekkel és törzsekkel szemben, ilyen például az *Escherichia coli* vagy a *Staphylococcus aureus* törzs. Emellett az influenzavírusok ellen is hatékony lehet, mert értékes komponensei közvetlenül és közvetve gátolják a vírus replikációját és stimulálják az immunrendszert. A tanulmányok és kísérletek alapján a fekete berkenye rendelkezik terápiás potenciállal a gyulladással járó betegségekkel szemben is. Egy kísérletben idős otthon lakói fogyasztottak hat hónapon keresztül arónia levét, ennek eredményeképp csökkent bizonyos fertőzések száma az otthonban és az antibiotikumok alkalmazása is kevésbé volt szükséges a lakók körében. A gyümölcsben található bioaktív vegyületek magyarázzák ezeket az eredményeket, ilyen bioaktív vegyület például az antocianin és a polifenol is, valamint a vitaminok és élelmi

rostok, amelyek antioxidáns hatással rendelkeznek. Fekete bodzával való kombinált kivonata is hatékony lehet egyes kísérletek alapján. Klinikai vizsgálatok során a kvercetin neveztek meg ígéretes vegyületnek a COVID - 19 elleni szerek fejlesztésével kapcsolatban, a kvercetin az arónia bogyó egyik fő összetevője. (Ren és munkatársai, 2022)

2.7.7. A gyümölcs májra gyakorolt hatásai

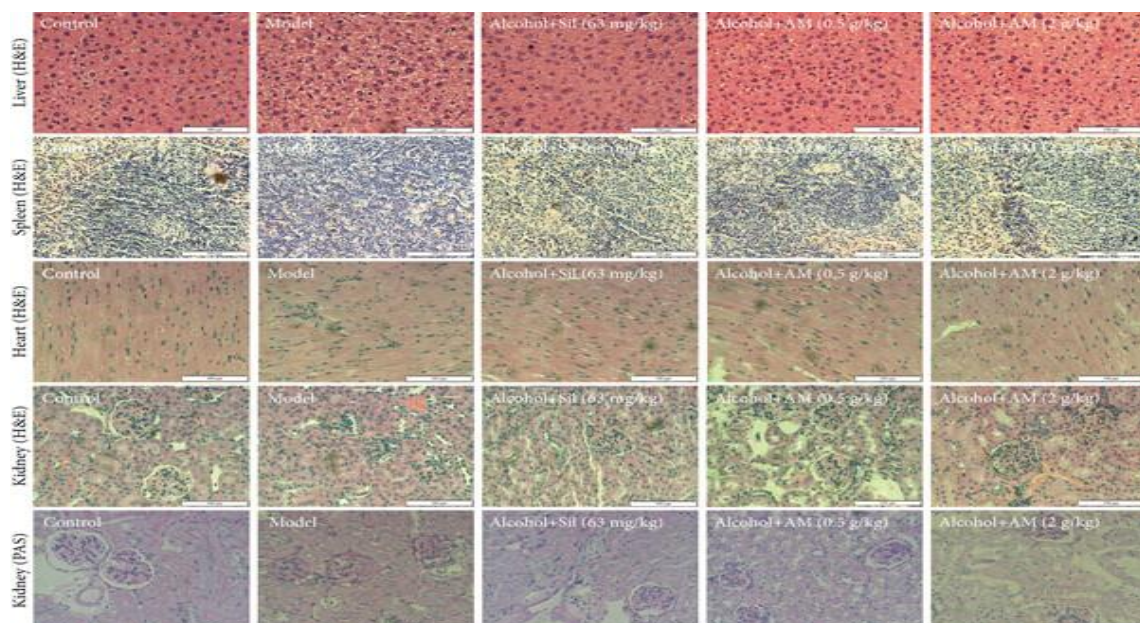
Ezen kívül májvédő hatásáról is említést tesznek az irodalmak, csökkenti az inzulin rezisztencia esélyeit ez a májra is pozitív hatással van, emellett regeneráló hatással van a májsejtekre. A kísérlet során alkoholsérült egerek májában, lépében, szívében és veséjében lévő sejteket vizsgáltak, erről látható egy szemléletes kép (6.ábra), mely az arónia (AM) vagy a szilibinin (Sil) (májvédő hatású, segíti a regenerációt, szabadgyökfogó hatású) adagolása után készültek az említett szervekről. A kóros elváltozások erősen megfordultak a terápia után. A kezelés képes volt megakadályozni a zsíryanycsere - zavarokat is. (Wang és munkatársai, 2020)

2.7.8. Az arónia gyomorfal védő hatása

Gyomorfal védő hatása is kiemelendő, gyomornyálkahártya védő tulajdonságokkal rendelkezik, valamint, ha sérül a gyomorfal képes elősegíteni az ott elhelyezkedő sejtek regenerálódását, például fekély esetén; a kapcsolódó kísérletet patkányokon végezték (Matsumoto és munkatársai, 2004).

6.ábra: Egerek alkoholkárosodott szerveinek javulása arónialé adagolás hatására

(Forrás: Wang és munkatársai, 2020)



2.8. Kutatások eredményei hasonló kísérletekről

Kulling és Rawel (2008) cikkében olvasható, hogy az arónia bogyóból készült lé szárazanyagtartalma 17 – 29% között mozog, ebből 5 – 10% a vízben oldhatatlan anyag.

Valamint a cikkben (*Kulling és Rawel, 2008*) a pH mérés eredményeiről is kaphatunk információt a gyümölcs levével kapcsolatban. A „nyers” lé átlagértéke 3,6 értékű, míg a pasztörözött lé átlagértéke alacsonyabb: 3,3 értékű.

További eredményeket találhatunk a C - vitamin mennyiségéről (az arónia levében) az említett forrásban. A cikkben a pasztörözött mintában nem volt észlelhető a C-vitamin mennyisége, a „nyers” lében 200 mg/l C - vitamin tartalmat mutattak ki, ebből arra következtethetünk, hogy a hőkezelés káros hatással van a gyümölcsökben lévő antioxidánsokra, köztük a C - vitaminra is. (*Kulling és Rawel, 2008.*)

Egy másik kutatásban a pasztörözés (85 °C, 10 perc) hatására az antioxidáns hatás csökkent, ez a csökkenés az aerob körülmények között pasztörözött mintánál nagyobb mértékű volt (6 - 15,8%), mint a fakultatív anaerob körülmények között végzett hőkezelésnél (1,2 - 5,8%). Továbbá a tárolás során is csökkent az antioxidáns aktivitás. Fakultatív anaerob körülmények között a tárolás hőmérsékletének növekedésével csökkent az antioxidáns aktivitás mértéke is, 20 nap tárolás után, 30°C -on 16 - 35% -kal csökkent. Az aerob körülmények (oxigén jelenléte) között tárolt mintákban sokkal jobban csökkent az antioxidáns aktivitás: 20 nap tárolás után, 30°C -on 78 - 79,6% -kal. Ha a tárolási hőmérséklet alacsonyabb volt, akkor a csökkenés is kisebb mértékű volt, emellett a 10 napos tárolás alatt kevésbé csökkent az antioxidáns aktivitás, mint a 20 napos tárolás során. Érdekes, hogy az irodalom szerint a sárgarépanak az egyik legstabilabb az antioxidáns aktivitása a hőkezelés és tárolás hatásaira. A forrásból az is kiderült, hogy az arónialé antioxidáns aktivitásának csökkenését a pH értéke is befolyásolja, a legnagyobb mértékű csökkenést pH 5 értéknél regisztrálták. Az antocianin tartalom a pH növekedésével csökkent, pH 3 vagy a 3 alatti értékeknél mutatták a legnagyobb stabilitást. Az antocianin antioxidáns hatású, így csökkenése az antioxidáns aktivitás csökkenését eredményezi. (*Walkowiak - Tomczak, 2007*)

Egy másik forrás szerint a C - vitamin tartalma a friss arónialének a legmagasabb: 98,75 mg/100 g és a legalacsonyabb értéket az arónia dzsem vizsgálatánál regisztrálták, ennek magyarázata a C - vitamin érzékenysége a hőkezelés és tárolás hatásaira. Az irodalom a polifenol tartalomról is ad információt: a legmagasabb polifenol tartalommal a szárított

arónia rendelkezik, a legalacsonyabb értékkel pedig az arónia kompót, a friss arónialé sokkal kevesebb polifenolt tartalmaz a szárított verziónál. Az antioxidáns kapacitásnál is hasonlóan alakultak az értékek: a legmagasabb antioxidáns kapacitású a szárított arónia gyümölcs volt, majd következett a friss arónia gyümölcs, fagyasztott arónia gyümölcs, friss arónialé, végül a dzsem és a kompót. (*Catană és munkatársai, 2017*)

A színváltozással kapcsolatban is található egy irodalom, amelyben az arónialé hőkezelése és tárolása során tapasztalt színváltozásról kaphatunk információkat. Az L^* világossági tényező 42 - 44 érték körül mozog a $-2\text{ }^\circ\text{C}$, $+4\text{ }^\circ\text{C}$, $+40\text{ }^\circ\text{C}$, $+60\text{ }^\circ\text{C}$, $+80\text{ }^\circ\text{C}$ hőkezelések hatására, amelyek 15 percig tartottak, kivéve $-2\text{ }^\circ\text{C}$ és $+4\text{ }^\circ\text{C}$ esetén, ahol a hőkezelés több óráig tartott. Viszont $+100\text{ }^\circ\text{C}$ 2 percig tartó hőkezelés hatására a lé sötétebbé vált és az L^* értéke 29 körül mozgott. Az a^* értéke pozitív tartományban van, tehát a pirosas szín erősségét mutatja, az érték a hőkezelés hőmérsékletének növekedésével kis mértékben nőtt. A b^* értéke is pozitív, a sárgás szín erősségét mutatja, legmagasabb értéket a $+100\text{ }^\circ\text{C}$ hőmérsékletű kezelésnél látjuk. A tárolásos vizsgálatok 2 hétig tartottak, $-2\text{ }^\circ\text{C}$, $+4\text{ }^\circ\text{C}$ és $+25 - 30\text{ }^\circ\text{C}$ hőmérsékleteken. Az L^* és b^* értéke a legmagasabb hőmérsékleten volt a legnagyobb, míg az a^* értéke ott volt a legalacsonyabb. A ΔE^* a friss arónialé és a hőkezelt vagy tárolt lé közti színkülönbséget mutatja, a ΔE^* a hőkezelés hőmérsékletének növelésével nőtt, kivéve $-2\text{ }^\circ\text{C}$ esetében, mert ez a második legmagasabb értékű. A tárolás során a ΔE^* a $+25 - 30\text{ }^\circ\text{C}$ esetében a legmagasabb és $4\text{ }^\circ\text{C}$ -nál a legalacsonyabb. (*Cristea, 2016*)

2.9. Aróniához hasonló gyümölcsök

A lent említett hasonló gyümölcsök megismerése által pontosabb képet kaphatunk arról, hogy az arónia milyen jellegű, mennyire népszerű és beltartalma hogyan alakul más gyümölcsökhöz képest, ezáltal mennyire emelkedik ki versenytársai közül.

Az említett gyümölcsök antioxidáns tartalom szempontjából, csökkenő sorrendben:
fekete berkenye = fekete bodza > kék áfonya > fekete szeder = szamóca = vörös málna (*Skrovankova és munkatársai, 2015*).

Az említett gyümölcsök antocianin tartalom szempontjából, csökkenő sorrendben:
fekete bodza > fekete berkenye > kék áfonya > fekete szeder > vörös málna > szamóca (*Jurikova és munkatársai, 2017*).

2.9.1. A szamóca

A szamóca a Rosaceae családba tartozik. A gyümölcsök közül a legmagasabb aszkorbinsav tartalommal rendelkezik, friss állapotában. Az aszkorbinsav (C - vitamin) tartalom a tárolás és a hőmérséklet hatására csökken, azonban a szamócában egy hét tárolás után nem csökkent a mennyisége. A teljes antioxidáns kapacitás az érés során növekszik, a színváltozás hatására nő az antocianin tartalom (körülbelül a kétszeresére vagy négyszeresére), ezáltal a TAC (total antioxidant capacity = teljes antioxidáns kapacitás) is magasabb értéket vesz fel szinte minden gyümölcsnél. *(Skrovankova és munkatársai, 2015)*

2.9.2. A vörös málna

A vörös málna is a Rosaceae családba tartozik. A málna különlegessége, hogy tárolás hatására nő a fenol – és antocianin – tartalma, ezek következtében az antioxidánskapacitása is magasabb értéket mutat. *(Skrovankova és munkatársai, 2015)*

2.9.3. A fekete szeder

A fekete szeder szintén a Rosaceae családba tartozik. A tárolás során antocianin tartalma csökken, de ez függ a feldolgozás típusától és a tárolás hőmérsékletétől, valamint körülményeitől. *(Skrovankova és munkatársai, 2015)*

2.9.4. A kék áfonya

A kék áfonya az Ericaceae családba tartozik. Hátránya, hogy az aszkorbinsav tartalom már rövid tárolás után is csökken az áfonyában, viszont magas antioxidáns tartalommal bír. *(Skrovankova és munkatársai, 2015)*

2.9.5. A fekete bodza

A fekete bodza az Adoxaceae családba tartozik. A gyümölcsben magas a fenolos vegyületek mennyisége, a legnagyobb mennyiségben antocianin található benne, ez erőteljes sötét színéből is kiderül. Kinézetében és beltartalmában is hasonlít a fekete berkenye bogyóira. A gyümölcs beltartalma nagy mértékben függ a fajtától, a termesztés helyétől (például a vadon termő feketebodzában kevesebb a C - vitamin, mint a termesztett változatában), attól, hogy melyik érési szakaszában van a gyümölcs és az éghajlati viszonyoktól. Ezek a tényezők szinte minden gyümölcsnél hatással vannak az antocianin –, polifenol – és antioxidáns – tartalomra, ezért nehéz konkrét adatokkal összehasonlítani a gyümölcsök beltartalmát. *(Pascariu és munkatársa, 2022)*

3. Alkalmazott módszerek

3.1. A kísérlet helyszíne

A kísérleteket a Magyar Agrár – és Élettudományi Egyetemen végeztem a Gyümölcs – és Zöldségfeldolgozás Technológia Tanszék laboratóriumában.

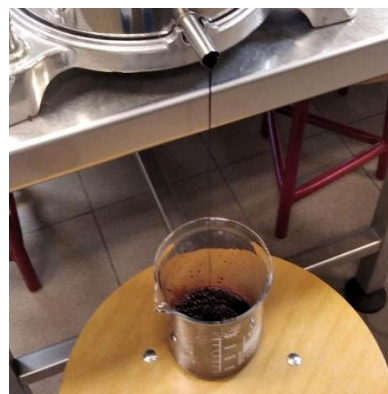
3.2. Az arónialé elkészítése

A feketegyümölcsű berkenye (Nero fajta) érkezését követően, a gyümölcsöt megtisztítottam a nagyobb száráktól, majd 85 °C-ra melegítettem, finoman összedaráltam kutterben, ezt követően préseltem. Az eljárással arónia törkölyt és levet nyertem (7.ábra). A továbbiakban a kísérletet az arónia levével végeztem.

3.3. A kísérlet menete

A vizsgált levet két részre osztva, az egyik feléhez aszkorbinsavat adtam, a másikhoz nem. A hőkezelést három különböző hőfokon (60 °C, 70 °C, 80 °C), adott ideig (5 perc, 10 perc, 30 perc, 60 perc, 120 perc) végeztem mindkét esetben, így összesen 30 különböző típusú mintát vizsgáltam (és néhány mérésnél a nem hőkezelt, „nyers” lé értékeit is mértem). A kezelés végeztével megvártam míg a minta kellően lehül és elkezdtem vizsgálni az egyes minták tulajdonságait, a következő mérésekkel: antioxidáns tartalom meghatározása FRAP módszerrel, antocianin tartalom meghatározás, polifenol tartalom meghatározás, színmérés, pH mérés, refrakció mérés.

7.ábra: Az arónialé kinyerése
(Forrás: saját kép)



3.4. A minták elkészítése, jelölése, hőkezelése

A tömény arónia levéből 10 ml-t centrifuga csőbe pipettáztam, majd a továbbiakban ezekkel a mintákkal végeztem a vizsgálatot.

Egy mintán három szám szerepel. Az első szám jelöli azt, hogy az adott mintához adtam - e aszkorbinsavat vagy nem. A hozzáadott aszkorbinsav mennyisége, aránya: 100 ml arónia léhez 1 g aszkorbinsav került. Az aszkorbinsav 1% -os. A második szám a hőkezelés időtartamát mutatja, percben. A harmadik szám a hőkezelés mértékét mutatja Celsius fokban,

erről ad részletesebb, átláthatóbb tájékoztatást a 3.táblázat; a minták kódjával való teljes leírás táblázat formájában megtalálható az I. Mellékletben.

3.táblázat az arónialé minták jelölése

(Forrás: Saját szerkesztés)

1.szám	2.szám	3.szám
1 = aszkorbinsav hozzáadása nélkül	5 = 5 percig hőkezelt	60 = 60 °C-on hőkezelt
2 = aszkorbinsav hozzáadásával	10 = 10 percig hőkezelt	70 = 70 °C-on hőkezelt
	30 = 30 percig hőkezelt	80 = °C-on hőkezelt
	60 = 60 percig hőkezelt	
	120 = 120 percig hőkezelt	

A pH mérésnél, a refrakció mérésénél és a színmérésnél a hőkezelt minták mellett megvizsgáltam egy aszkorbinsav hozzáadása nélküli mintát és egy aszkorbinsavval gazdagított mintát is, amelyeket nem hőkezelttem. Ez a vizsgálat az összehasonlítás miatt volt fontos.

A hőkezelést centrifuga csövekben végeztem, amely a kísérlet első lépése volt. A hőkezelő berendezést beállítottam pontosan a megfelelő hőfokra, majd megvártam amíg felmelegszik, ezt követően behelyeztem a mintákat a vízfürdőbe. A hőkezelés idejét stopper órával mértem, majd az idő lejártával a megfelelő mintát kivettem a vízfürdőből és hagytam kihűlni a mérés megkezdése előtt. A hőkezelést a Julabo F12 típusú recirkulációs vízfürdővel rendelkező eszközzel végeztem.

A mintákat kémcsövekbe pipettázva vizsgáltam és lezárható centrifuga csőben tároltam, jelölve.

3.5. Az antioxidáns tartalom meghatározása FRAP módszerrel

Az antioxidáns meghatározása az egyik legfontosabb vizsgálat az arónialé esetében, mert ez az egyik leggazdagabb antioxidáns tartalmú gyümölcs (*http 1*). A hőkezelés hatására csökkenhet az antioxidáns tartalom, de fontos, hogy milyen mértékben, a három különböző

hőfokon történő kezelés ezért fontos. A mérést pontosabbá teszi az antocianin és a polifenol tartalom meghatározása, melyek az antioxidánsok egy - egy csoportját alkotják.

A kísérlet alapja az, hogy a ferri - (Fe^{3+}) - ionok az antioxidáns aktivitású vegyületek hatására ferro - (Fe^{2+}) - ionokká redukálódnak, melyek alacsony pH értéken a tripiridil-triazinnal (TPTZ) komplexet képezve kékszínű termékeket adnak (ferro-tripiridil triazin). A Fe^{2+} -TPTZ erőteljesen kék színű, így 593 nm-en fotometriásan mérhető. A FRAP értékét úgy kapjuk meg, hogy összehasonlítjuk a minta extinció értékét az említett 593 nm-en, olyan reakcióelegyével, amelynek ismerjük a Fe^{2+} koncentrációját. Ezt a módszert Benzie és Strain (1996) dolgozta ki.

Elkészítettem a meghatározott oldatokat a méréshez, analitikai mérleggel és pipettával: acetát puffer, vas - klorid oldat, triazin oldat elkészítése a mérési leírás alapján:

- acetát puffer, ami 3,6-os pH értékkel rendelkezik és 300mM-os koncentrációjú (Na - acetátból és ecetsavból áll).
- vas - klorid oldat, ami 20mM-os koncentrációjú FeCl_3 - ból és desztillált vízből áll).
- tirazin oldat (TPTZ), ami 10mM-os koncentrációjú (tetrapiridil - tirazinból, desztillált vízből és tömény sósavból áll).

Ezekből összeállítjuk a FRAP reagenst: 25 ml acetát puffer, 2,5 ml FeCl_3 oldat, 2,5 ml TPTZ oldat, a főzőpoharat, amelyben a reagens van alufóliával körbetekerve tároljuk.

Ezután kalibrációt készítettem: 10mM-os koncentrációjú aszkorbinsav oldatból hígítással készítettem 1mM-os oldatot: 10 μl aszkorbinsavhoz 900 μl desztillált vizet adtam. A mérési leírás alapján készítettem a kalibrációs sort, melyben mind az öt alkalommal 1550 μl az ösztérfogat; 1500 μl a reagens, 10-20-30-40-50 μl aszkorbinsav, 40-30-20-10-0 μl desztillált víz. Vak mintát is készítettem: 1500 μl reagens + 50 μl desztillált víz hozzáadásával. A vizsgálatot 593 nm-en végeztem.

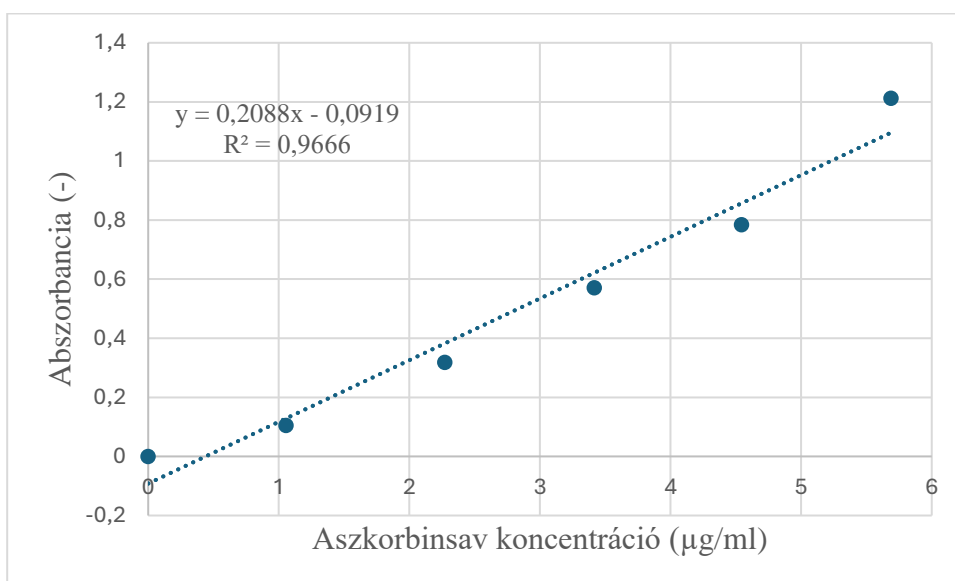
A minta mérésénél 40x hígítást alkalmaztam. 19,5 cm^3 1% -os hangyasavhoz adtam 500 μl mintát (0,5 cm^3). A mérés során az ösztérfogat 1550 μl volt: 20 μl minta, 30 μl desztillált víz és 1500 μl reagensből állt össze a mérendő oldat. Összeöntés után 5 perc múlva mértem 593 nm-en az abszorbanciát, spektrofotométer (Hitachi U-2900) használatával. Minden mintánál öt párhuzamos mérést végeztem.

A kapott kalibrációs egyenes egyenlete: $y = 0,2088x - 0,0919$

A kalibrációs egyenes a 8. ábrán látható.

8.ábra: Az antioxidáns kapacitás meghatározásához szükséges kalibrációs egyenes

(Forrás: saját szerkesztés)



Az antioxidáns kapacitás értéke meghatározható a kalibrációs egyenes segítségével és a mért abszorbancia értékekkel, az alábbi képlet alapján:

$$\text{FRAP} = \frac{A - b}{\text{tg}\alpha} * \frac{V_{\text{összes}}}{V_{\text{minta}}} * H$$

ahol,

- FRAP - Összes polifenol tartalom
- A – Abszorbancia
- b – Kalibrációs egyenes
- $\text{tg}\alpha$ – Kalibrációs egyenes meredeksége
- $V_{\text{összes}}$ – Bemért összes térfogata (µl)
- V_{minta} – Bemért minta térfogata (µl)
- H – Mérés során alkalmazott hígítás (ml/g)

3.6. Az antocianin tartalom meghatározása

Az antocianin tartalom meghatározása (9. ábra) pH differenciális módszerrel történt. A módszer alapja, hogy a pH érték változásával a monomer antocianin komponensek színe reverzibilisen változik. (Giusti & Wrolstadt, 1996) A mérést két különböző pH értékű pufferrel végeztem el: pH 1.0 (0,025 M KCl) és pH 4.5 (0,4 M CH₃COONa). Mindkét pH értéken 520 nm-en és 700 nm-en is lemértem a mintát spektrofotométer (Hitachi U-2900)

használatával. Elkészítettem a vizsgálandó mintát: 9 cm³ hígított (1% -os) hangyasav oldathoz adtam 1 cm³ (hőkezelt) arónia levét. A mintából 1 cm³-t adtam 4 cm³ pufferhez pipetta és mérőlombik segítségével. Mintánként 3-3 párhuzamos mérést végeztem. A vak minta a desztillált víz volt. A teljes antocianin tartalmat ezzel a képlettel számoltam ki:

$$TA = \frac{A * MW * DF * 10^3}{\epsilon * l}$$

ahol,

- $A = (A_{520nm} - A_{700nm})_{pH1,0} - (A_{520nm} - A_{700nm})_{pH4,5}$
- MW – antocianin molekulatömege = 449,2 g/mol
- DF – Hígítási faktor
- ϵ – moláris extinciókoefficiens = $26900 \frac{L}{mol \cdot cm}$
- l – úthossz (cm)

9.ábra: Az antocianin méréséhez szükséges

minta előkészítés

(Forrás: saját készítésű)



3.7. A polifenol tartalom meghatározása

A mérés elvét Singleton és Rossi (1965) dolgozta ki, amelyben Folin-Ciocalteu reagenst használtam a kísérlethez. A mérést spektrofotométerrel (Hitachi U-2900) végeztem. Első lépésként összeállítottam, előkészítettem a reagenseket: Folin: 10 ml Folin + 100 ml

desztillált víz, Metanol oldat: 40 ml Metanol + 10 ml desztillált víz, Na₂CO₃ oldat: 7,42 g Na₂CO₃ + 100 ml desztillált víz, Galluszsav kivétele a mélyhűtőből. A galluszsavat hígítottam: 900 µl (fent említett) metanol - desztillált víz elegyhez adtam 10 µl galluszsavat, így a 3 mM-os oldatot 0,3 mM-re hígítottam ezzel a lépéssel.

A hőkezelt arónialével hígítást végzek: 500 µl (0,5 cm³) hőkezelt arónialéhez adtam 9,5 cm³ 1% -os hangyasavat, ebből a mintából minden alkalommal 50 µl-t vizsgáltam.

Következő lépésként 760 nm-es értéken kalibrációs értékeket vettem fel. A kalibrációs sor összeállítása (4. táblázat) után a kémcsöveket 5 percre 50 fokos vízfürdőbe helyeztem. A mérés elején a vak mintákkal (1. és 2.) nulláztam a műszert.

4.táblázat A polifenol koncentráció méréséhez szükséges kalibrációs sor összeállítása
(Forrás: Saját szerkesztés)

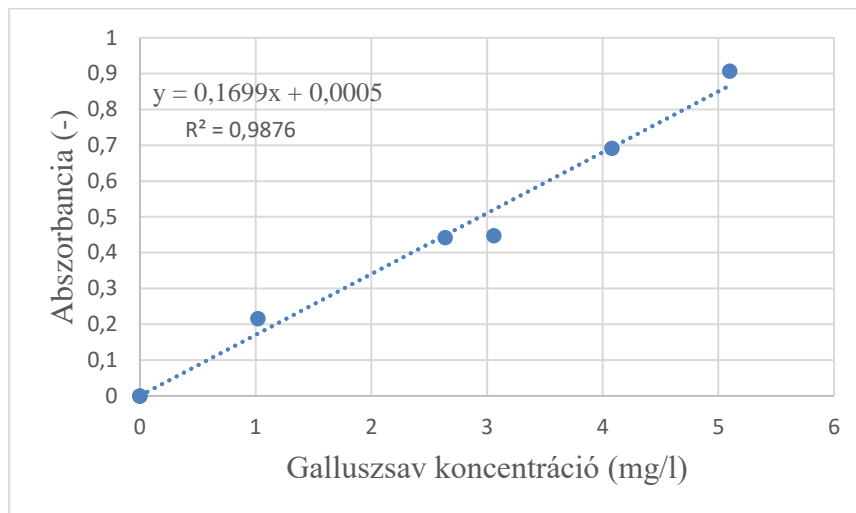
	Folin (µl)	MeOH:DV (µl)	Galluszsav (µl)	Na ₂ CO ₃ (µl) 1 perc után	µM	mg/l
1.	1250	250	-	1000	0	0
2.	1250	250	-	1000	0	0
3.	1250	200	50	1000	6	1,02
4.	1250	150	100	1000	12	2,64
5.	1250	100	150	1000	18	3,06
6.	1250	50	200	1000	24	4,08
7.	1250	-	250	1000	30	5,1

A kapott kalibrációs egyenes egyenlete: $y = 0,1699x + 0,0005$

A kalibrációs egyenes a 10. ábrán látható.

A minták mérésénél összeállítottam a mérendő oldatokat: a mintából mindig 50 µl, Folin reagensből mindig 1250 µl, metanol oldatból mindig 200 µl, Na₂CO₃ oldatból mindig 1000 µl; három párhuzamos mérést végeztem minden mintánál.

10.ábra: Az összes polifenol tartalom meghatározásához szükséges kalibrációs egyenes
(Forrás: saját szerkesztés)



A számolás során az A értékéből a kalibrációs egyenes tengelymetszet értékét is szükséges kivonni. A számoláshoz szükséges képlet:

$$TPC = \frac{A}{tg\alpha} * \frac{V_{összes}}{V_{minta}} * H$$

ahol,

- TPC - Összes polifenol tartalom
- A - Abszorbancia
- tgα - A kalibrációs egyenes meredeksége
- V_{összes} - A bemért végtérfogat=2500 μL
- V_{minta} - A bemért minta térfogata
- H - A mérés során alkalmazott hígítás

3.8. A pH mérése

A pH mérés a hőkezelési eljárás kiválasztásában játszik szerepet, a pH kedvezőtlen változása az antioxidánsokra is kedvezőtlenül hat, ezért ez a mérés alapvető fontosságú. A pH az oldat savasságát vagy lúgosságát (másnéven kémhatását) jelzi, dimenziómentes szám. A pH mérést a Testo 206 – pH2 típusú digitális, automatikus pH mérővel végeztem el. A készülék fém részét - amely a mérésre szolgál – belehelyeztem a mérendő oldatba, aztán megvártam, hogy egy állandó értéket mutasson a műszer, amit feljegyeztem eredményként, mintánként

három párhuzamos mérést végeztem, a mérések közt desztillált vízzel leöblítettem a mérő felületet, majd eltöröltem.

3.9. A szín mérése

A színmérést a felületi digitális Konica Minolta Chroma Meter CR 400 típusú kézi színmérő használatával hajtottam végre. A mérés előtt a készüléket fehér alapszínnel kalibráltam. Minden alkalommal három párhuzamos mérést végeztem. A minta színét a CIELab koordináták alapján olvashatjuk le a kijelzőről, ennek a rendszernek a színekoordinátáit az L^* , a^* , b^* jelöli. Az L^* a világossági tényező, ahol minél magasabb az érték, annál világosabb a mért felület (0-100-ig terjed a skála). Az a^* a vörös és zöld közti színeket mutatja meg, ha az érték pozitív, akkor a mért szín a vörös árnyalathoz áll közelebb, ha negatív, akkor a zöldhöz. A b^* a sárga és kék közti színeket fed le, ha az érték pozitív, akkor a sárgás szín dominál, ha negatív, akkor a kékes szín az erőteljesebb a mért felületen. A felsorolt paraméterek segítségével kiszámítható a ΔE^* értéke megmutatja, hogy két eltérő szín mekkora mértékben tér el egymástól (*http 6*). Tehát a színtérben ábrázolt két színpont távolságát írja le, ha értéke 1,5 felett van, akkor a színkülönbség jól érzékelhető. (Békésy, 2015) Használata kifogásolható, mert nem mutatja, hogy a színkülönbség melyik tényezőtől adódik. A ΔE^* kiszámítása:

$$\Delta E_{ab}^* = \sqrt{(L_2^* - L_1^*)^2 + (a_2^* - a_1^*)^2 + (b_2^* - b_1^*)^2}$$

(Békésy, 2018)

3.10. A refrakció mérése

A refrakció mérés a vízdoldható szárazanyag – tartalmat mutatja meg. A gyümölcsökben a vízdoldható szárazanyagotartalmat főként szénhidrátok alkotják, a mérés lényege, hogy a folyadékba jutó fénysugár megtörik, ha az vízben oldható szénhidrátokat tartalmaz. A törésmutató és a vízben oldható szénhidrátok koncentrációja lineárisan változik, tehát egyenes arányosság van a két tényező között. A törésmutató mérhető, a teljes visszaverődés határszöge alapján a műszer meghatározza a kért értéket. (Sebe, 2023) A mérést az Atago DBX – 55 digitális refraktométerrel állapítottam meg. A műszert a mérés előtt desztillált vízzel kalibráltam, majd mintánként három párhuzamos mérést végeztem. A mintát felkevertem és néhány cseppet helyeztem a mérendő felületre.

4. Eredmények és értékelésük

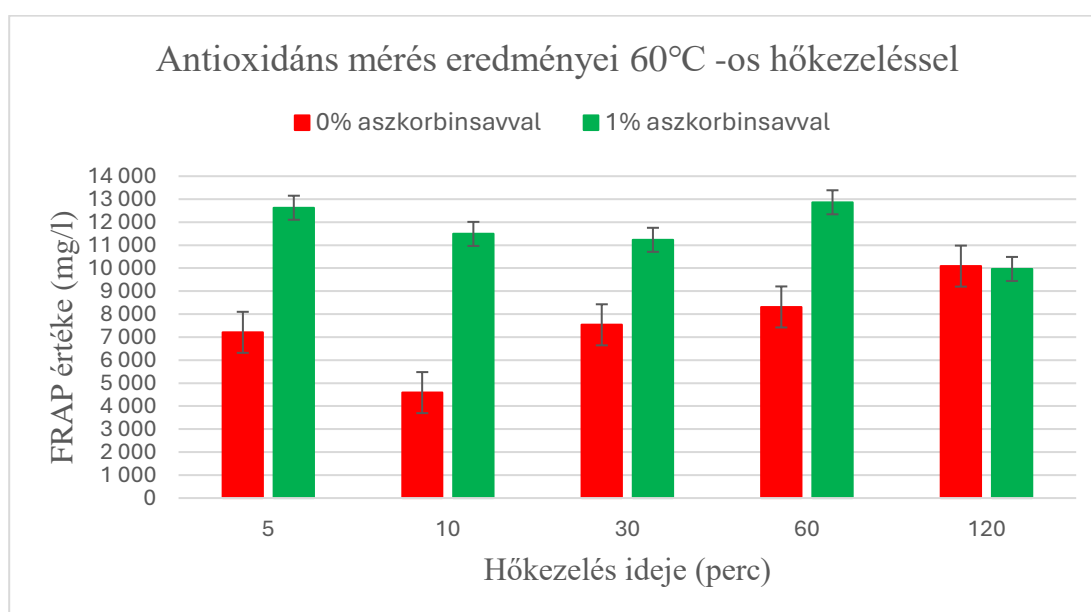
4.1. Az antioxidáns kapacitás meghatározása FRAP módszerrel

A 11. ábrán láthatóak az antioxidáns kapacitás mérés értékei 60°C -os hőkezelés esetében. Az aszkorbinsavval gazdagított minták (1% aszkorbinsavval) magasabb antioxidáns kapacitásúak, mert az aszkorbinsav antioxidáns hatással bír; tehát a 60°C -os hőkezelés mellett is megmaradt ez a tulajdonsága, a 120 perces hőkezelésnél már csökkenés látható. Az aszkorbinsav nélküli minták (0% aszkorbinsavval) értékei a hőkezelés időtartamának növekedésével nőttek (kivéve a 10 percig tartó hőkezelés esetében). A legmagasabb értéket 60 perces hőkezeléssel értem el 1% aszkorbinsav hozzáadásával.

A 12. ábrán láthatóak az antioxidáns kapacitás mérés értékei 70°C -os hőkezelés esetében. Ezen a hőfokon minden alkalommal az aszkorbinsav nélküli minták mutattak magasabb antioxidáns kapacitás értéket, a legmagasabb értéket a 60 perces hőkezelés során tapasztaltam. Az aszkorbinsav tartalmú minták 6000 mg/l és 8000 mg/l érték körül helyezkedtek el, ezzel szemben az aszkorbinsav nélküli minták sokkal magasabb 10 000 mg/l és 12 000 mg/l érték körül voltak, kivétel ez alól a 60 perces hőkezelés. Ezen a hőfokon még nem látható a mintáknál egyértelmű csökkenés, mint a 80°C -on hőkezelt leveknél. Ezen a hőfokon a legmagasabb értéket 60 perces hőkezeléssel értem el, aszkorbinsav mentes mintával: 14 607,71 mg/l.

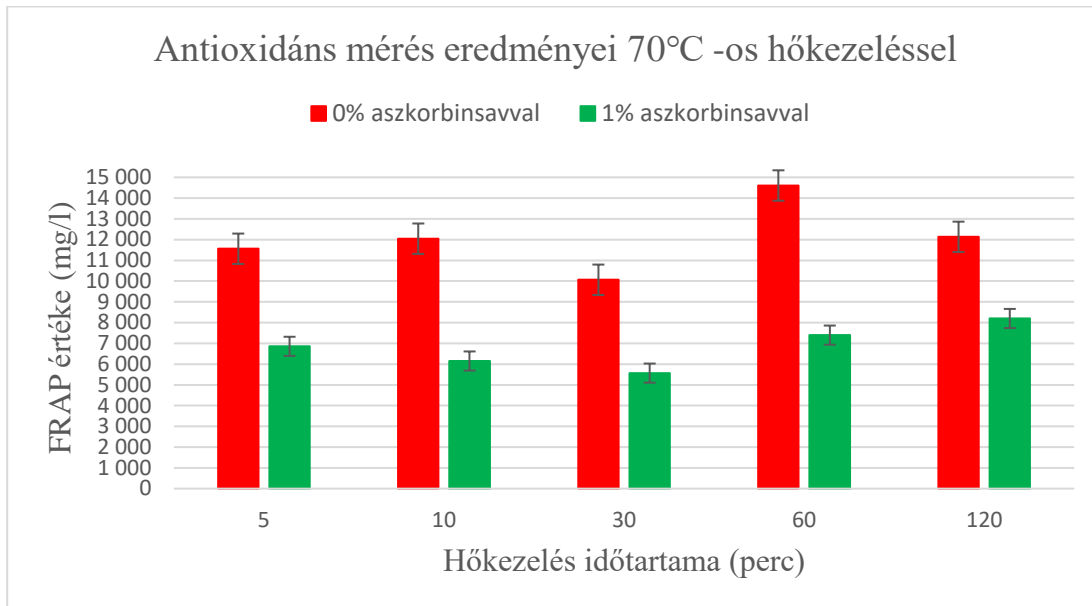
11.ábra: Az antioxidáns kapacitás értékei 60°C -os hőkezeléssel az arónialében

(Forrás: saját szerkesztés)



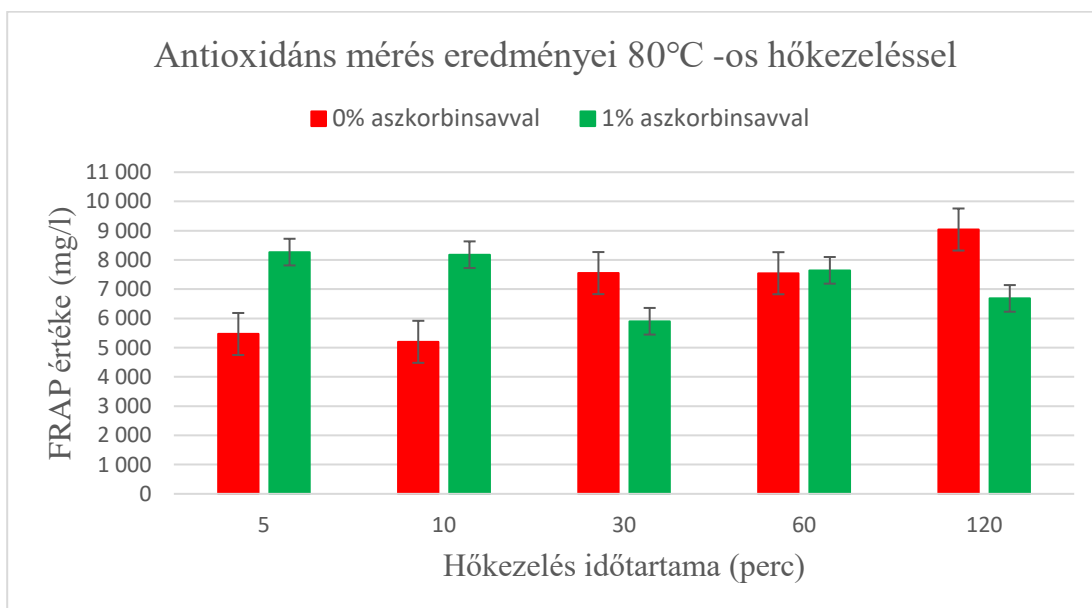
12.ábra: Az antioxidáns kapacitás értékei 70°C -os hőkezeléssel az arónialében

(Forrás: saját szerkesztés)



13.ábra: Az antioxidáns kapacitás értékei 80°C -os hőkezeléssel az arónialében

(Forrás: saját szerkesztés)



A 13. ábrán láthatóak az antioxidáns kapacitás mérés értékei 80°C -os hőkezelés esetében. Itt már az értékek mind 9000 mg/l alatt vannak, még 5 percig tartó hőkezelés esetén is. Az 5 - és 10 – percig tartó hőkezelésnél az aszkorbinsavval gazdagított minták magasabb értéket vettek fel, mint az aszkorbinsav nélküli minták, ezeken az időtartamokon az aszkorbinsav

tartalmú minták és a 0% -os minták is hasonló értékűek voltak, ebből következik, hogy ezen a hőfokon az 5 és 10 perces hőkezelés egyformán csökkenti az antioxidáns kapacitás értékét.

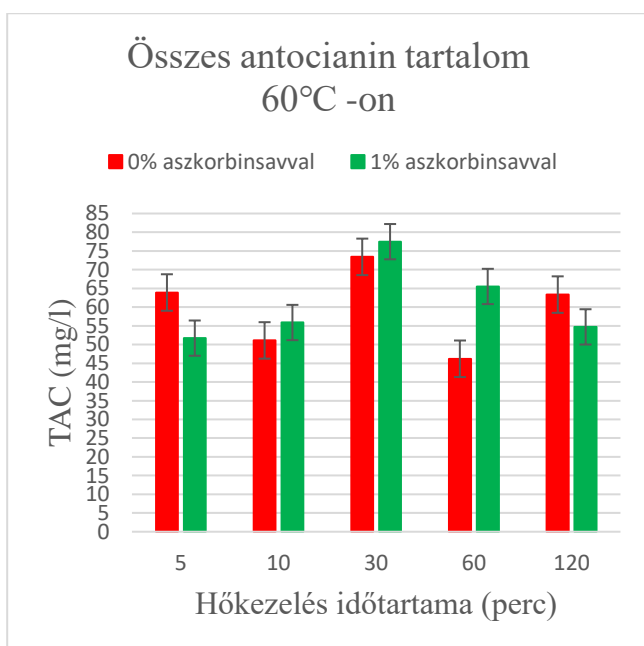
Az ábrák összességét nézve a legmagasabb antioxidáns kapacitás értéket a 0% -os, 70°C -os, 60 perces hőkezeléssel értem el (14 607,71 mg/l). A második legmagasabb értéket az 1% -os, 60°C -os, 60 perces hőkezelésnél mértem (12 865,69 mg/l). A legalacsonyabb értéket a 0% -os, 60°C -os, 10 perces tartó hőkezelésnél tapasztaltam (4586,15 mg/l).

4.2. Az antocianin tartalom meghatározása

A 14. ábrán láthatóak az antocianin tartalom mérés értékei 60°C -os hőkezelés esetében. A minták antocianin tartalma ezen a hőfokon a 30 perces tartó hőkezelés alkalmával volt a legmagasabb. A pH és az antocianin tartalom összefüggésben állnak. A 60°C -os 1% -os mintáknál a pH 2,5 értékre csökkent, az antocianin pH 3 értéken vagy alatta stabil, tehát ez nem befolyásolta a mérést. A 0% -os arónialé mintáknál a pH 3,5 vagy az alatti értéket vett fel, 30 perces tartó hőkezelésnél volt a legalacsonyabb pH érték (0% -os lénél); ezt igazolja a 14. ábra is, mert itt a legmagasabb a (0% -os) antocianin tartalom, ennek oka, hogy pH 3 felett csökken az antocianin tartalom. Az antocianin egy színyanyag, minél alacsonyabb az értéke, annál kevésbé sötét színű a mért arónialé, viszont a színmérésnél a világossági tényező (és a többi érték is) viszonylag állandó értékű, így ez nem észrevehető.

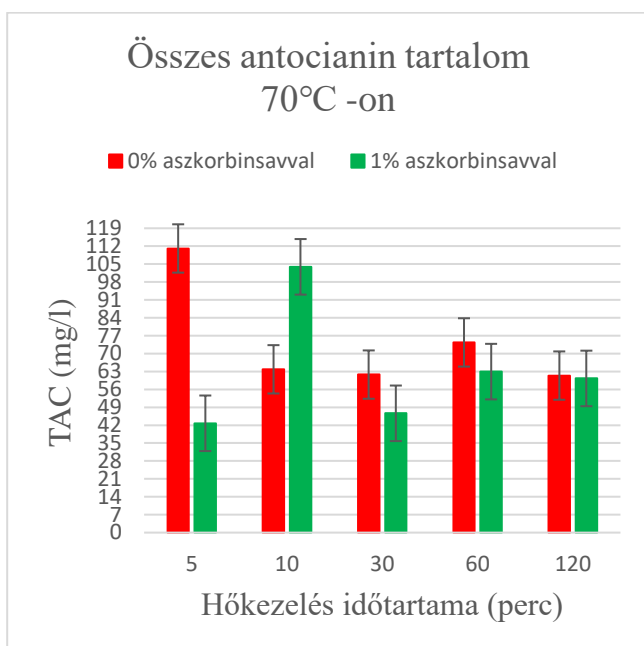
14. ábra: Az antocianin tartalom értékei 60°C -os hőkezeléssel az arónialében

(Forrás: saját szerkesztés)



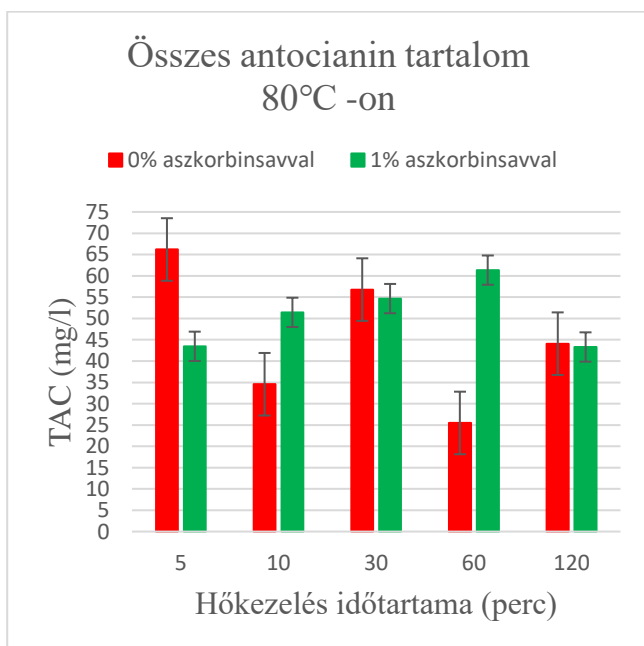
15.ábra: Az antocianin tartalom értékei 70°C -os hőkezeléssel az arónialében

(Forrás: saját szerkesztés)



16.ábra: Az antocianin tartalom értékei 80°C -os hőkezeléssel az arónialében

(Forrás: saját szerkesztés)



A 15. ábrán láthatóak az antocianin tartalom mérés értékei 70°C -os hőkezelés esetében, ezen a hőfokon átlagosan magasabb az antocian tartalom, mint 60°C -on, ebből arra

következtethetünk, hogy a 70°C még nincs olyan káros hatással az antocianin tartalomra. Viszont az értékek általában a hőkezelés időtartamával csökkennek. A 120 perces tartó hőkezelésnél sem csökkent alacsonyabbra az antocianin tartalom, mint az alacsonyabb hőfokon kezelt mintáknál. A legmagasabb értéket 5 perces hőkezeléssel és aszkorbinsav hozzáadása nélkül értem el, az aszkorbinsavas minták értéke jobban csökkent az idő telésével. A pH érték 30 perces hőkezelésnél a legmagasabb értékű, az alábbi ábrán is azt láthatjuk, hogy a 0% -os és az 1% -os mintánál is 30 percnél a(z egyik) legalacsonyabb az antocianin tartalom, mert a magasabb pH-n kevésbé stabil. A legmagasabb értéket 0% -os 5 perces melegített mintánál mértem: 111,1 mg/l.

A 16. ábrán láthatóak az antocianin tartalom mérés értékei 80°C -os hőkezelés esetében, ezen a hőfokon már alacsonyabbak az értékek, mint az alacsonyabb hőfokú kezelések esetében. Itt már a 120 perces tartó vízfürdő után mért értékek 44,09 mg/l és 43,31 mg/l, ezzel szemben az alacsonyabb hőfokon kezelt mintáknál ez az érték körülbelül 20 mg/l-el magasabb. A pH érték 80°C -on magas, ezért az antocianin tartalom emiatt is alacsonyabb értéket vesz fel. A legmagasabb értéket a 0% -os 5 perces hőkezelt mintánál kaptam; a legalacsonyabbat a szintén 0% -os 60 perces hőkezelt mintánál. A pH érték 1% -os mintánál, 120 perces hőkezelésnél a legmagasabb (3,5 felett), az ábrán látható, hogy az 1% -os levek közül itt a legalacsonyabb az antocianin tartalom. A legalacsonyabb értéket 0% -os mintánál 60 perces tartó melegítésnél mértem: 25,48 mg/l.

4.3. A polifenol tartalom meghatározása

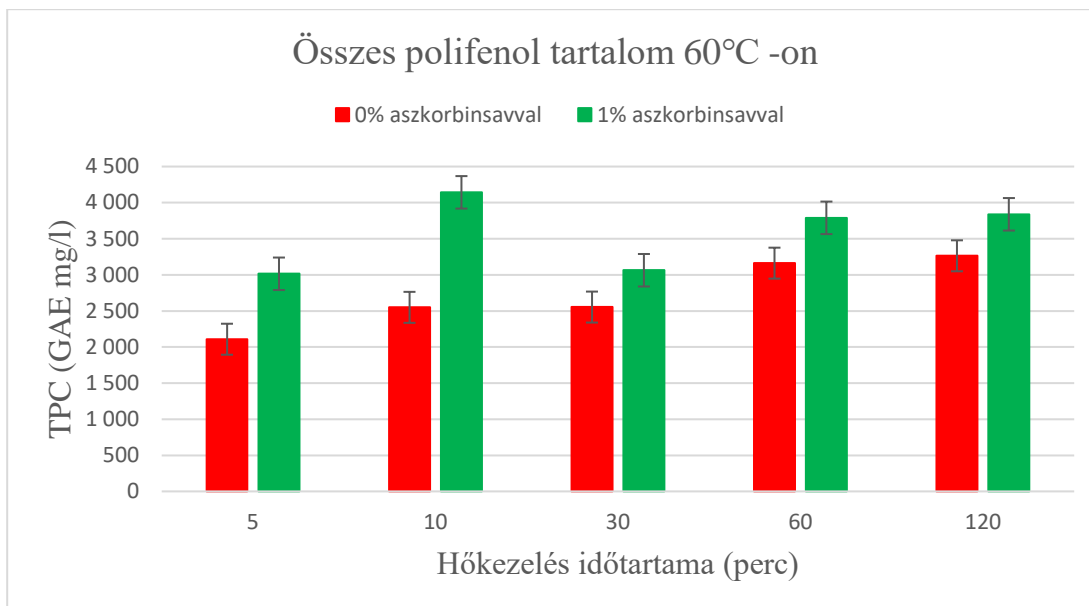
A 17. ábrán láthatóak a polifenol tartalom mérés értékei 60°C -os hőkezelés esetében. A polifenolok az antioxidánsok egy csoportjába tartozik, emellett magába foglalja az antocianineket is, ezért csökkenése jelentős antioxidáns kapacitás csökkenéssel is jár. Az egyik legalacsonyabb érték ezen a hőfokon 0% -os mintánál a 10 perces tartó kezelésnél volt mérhető, ez összefügg azzal, hogy ezen a hőfokon az antioxidáns kapacitás a 10 perces kezelésnél volt a legalacsonyabb. Az antocianin tartalom az 1% -os lé esetében az 5 perces tartó hőkezelésnél volt a legalacsonyabb, amit a polifenol mérésnél is így tapasztaltam.

A 18. ábrán láthatóak a polifenol tartalom mérés értékei 70°C -os hőkezelés esetében. Ezen a hőfokon teljesen eltér a tendencia az előző, alacsonyabb hőfokhoz képest. Látványos a polifenol tartalom értékének csökkenése a 120 perces tartó kezelésnél. Az aszkorbinsav nélküli mintáknál nem ingadozott úgy az eredmény, mint az aszkorbinsavval gazdagított minta esetében. A két legmagasabb értéket a 30 perces és a 60 perces aszkorbinsavas

mintánál mértem: 3491,27 mg/l és 3371,59 mg/l. A legalacsonyabb érték is aszkorbinsavas minta, 5 percig tartó kezeléssel.

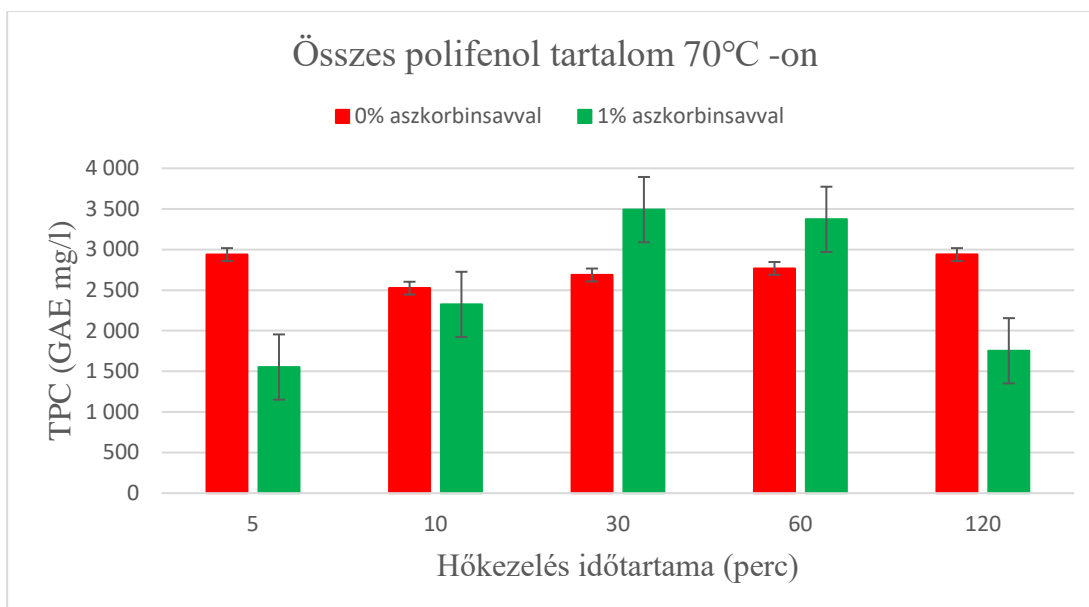
17.ábra: A polifenol tartalom értékei 60°C -os hőkezeléssel az arónialében

(Forrás: saját szerkesztés)



18.ábra: A polifenol tartalom értékei 70°C -os hőkezeléssel az arónialében

(Forrás: saját szerkesztés)

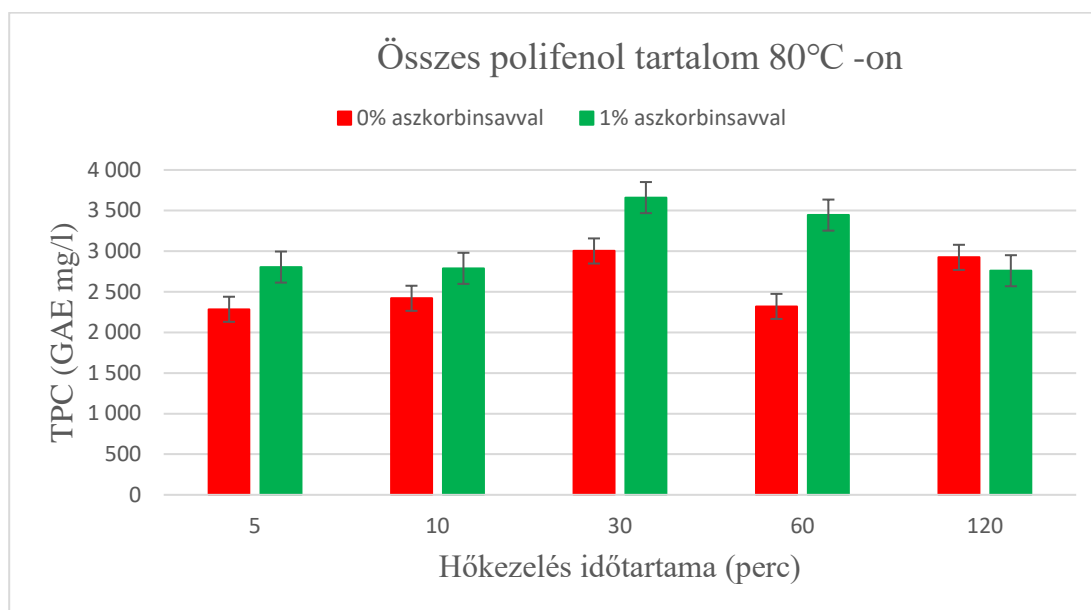


A 19. ábrán láthatóak a polifenol tartalom mérés értékei 80°C -os hőkezelés esetében. Ezen a hőmérsékleten nem látható általános csökkenés a hőmérséklet magassága miatt. Az aszkorbinsavval dúsított minták minden esetben magasabb értéket mutattak, mint az

aszorbinsav nélküliek. A legmagasabb értéket itt is 30 percig tartó kezelésnél értem el, a legalacsonyabbat pedig 5 percig melegítettem (ez 0% -os minta). A 60°C -os hőkezelésnél a legmagasabbak az értékek átlagosan. A polifenol tartalomról készült ábra hasonló az ezen a hőfokon mért antocianin tartalomról készült ábrával.

19.ábra: A polifenol tartalom értékei 80°C -os hőkezeléssel az arónialében

(Forrás: saját szerkesztés)



4.4. A pH mérése

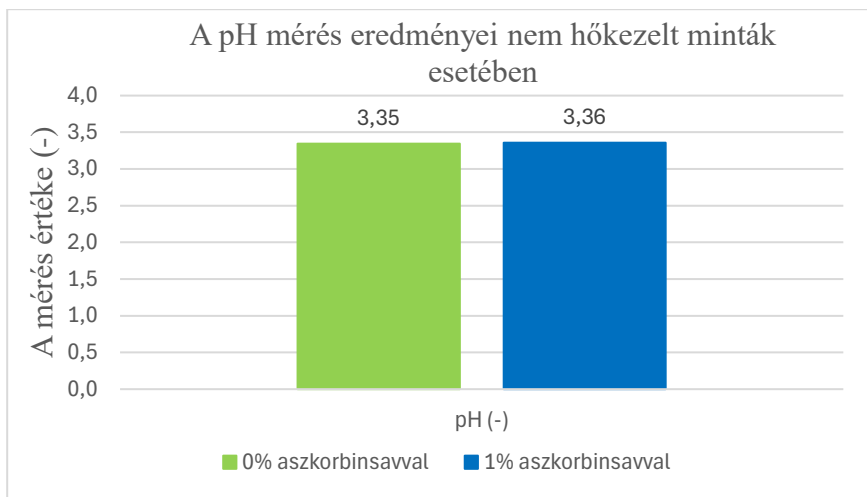
A 20. ábrán láthatóak a pH mérés értékei a nem hőkezelt arónialében. Ezt az ábrát összehasonlításképp készítettem, a hőkezelt mintákhoz képest. A pH értéknél azt láthatjuk, hogy „nyersen” még nincs hatással az értékre az aszkorbinsav hozzáadása.

A 21. ábrán a pH mérés értékei láthatóak, mindhárom hőfokon kezelve. Ennél a mérésnél jól elkülöníthető a különbség az 1% -os és a 0% -os minták közt, ennek magyarázata, hogy az aszkorbinsav hozzáadása miatt csökkent a pH érték, mert savat adtunk hozzá, tehát a savas tartományhoz lesz közelebb. A pH aszkorbinsav hozzáadása nélkül körülbelül 3,3 értékről hőkezelés hatására 3,5 körüli értékre emelkedett, ez az emelkedés az antocianin tartalom és az antioxidáns kapacitás csökkenéséhez vezet, mert a magas pH értéken kevésbé stabilak. A 0% -os minták pH értékeinél szinte ugyan azt a tendenciát láthatjuk a hőkezelés időtartamának növekedésével: a legalacsonyabb értéket 60°C -on mértem, 70°C -on pedig az érték szinte megegyezik a 80°C -on mért értékkel. Az 1% -os minták mérésénél (2

kivételtől eltekintve) minden minta körülbelül 2,5-ös pH értéket vett fel, hőfoktól és hőkezelési időtartamtól függetlenül.

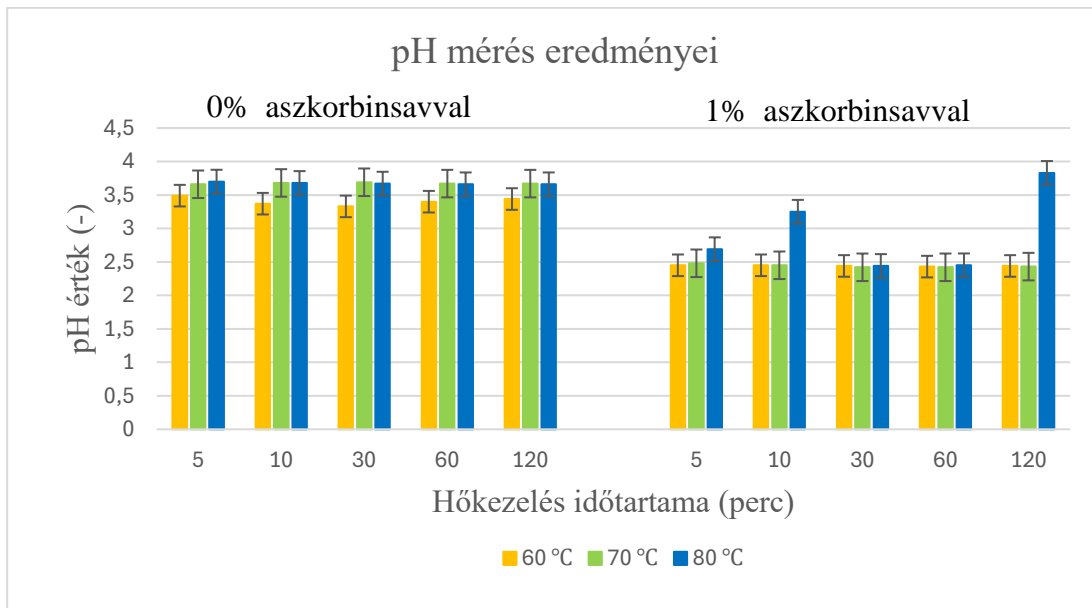
20.ábra: A pH mérés értékei a nem hőkezelt arónialében

(Forrás: saját szerkesztés)



21.ábra: A pH mérés értékei az arónialében

(Forrás: saját szerkesztés)



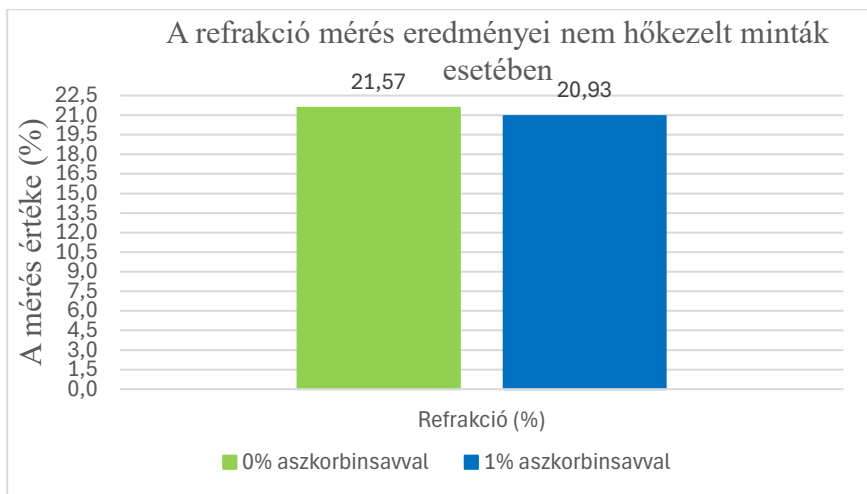
4.5. A refrakció mérése

A 22. ábrán láthatóak a refrakció mérés értékei a nem hőkezelt arónialében. Ezt az ábrát összehasonlításképp készítettem, a hőkezelt mintákhoz képest. A refrakció mérésnél az

aszorbinsavval dúsított minta kis mértékben alacsonyabb értéket vett fel, már hőkezelés nélkül is, az aszorbinsav mentes mintához képest.

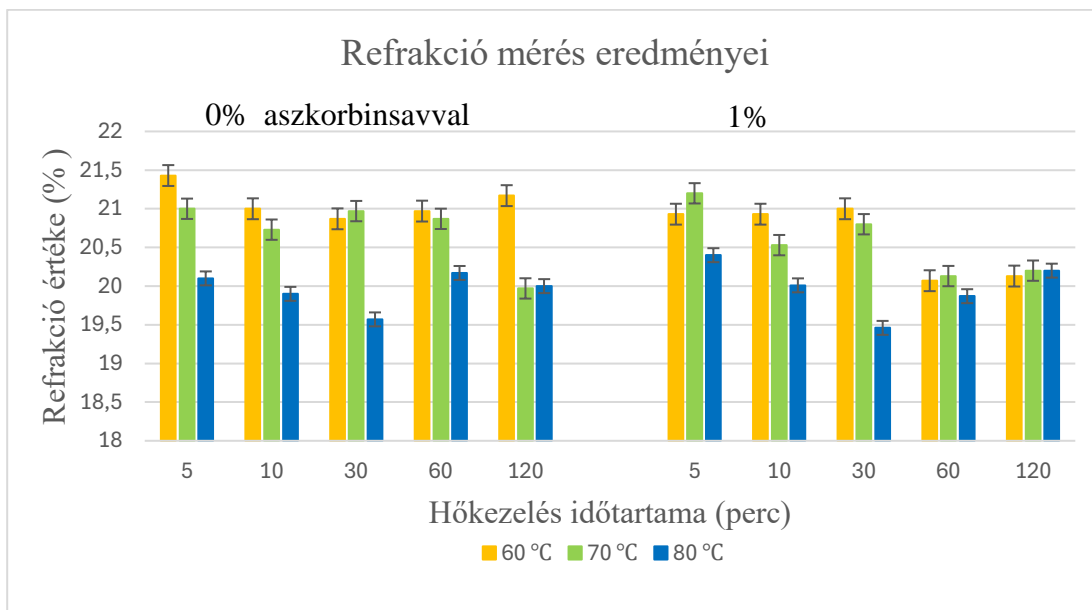
22.ábra: A refrakció mérés értékei a nem hőkezelt arónialében

(Forrás: saját szerkesztés)



23.ábra: A refrakció mérés értékei az arónialében

(Forrás: saját szerkesztés)



A 23. ábrán a refrakció mérés értékei láthatóak, mindhárom hőfokon kezelve. A refrakció értéke a hőkezelés hatására nagyrészt csökkent a „nyers” mintához képest. A legalacsonyabb értéket minden alkalommal a 80°C -os hőkezelésnél mértem, itt a csökkenés jelentős mértékű volt az alacsonyabb hőfokú kezelésen átesett mintákhoz képest. A 60°C -on és a 70°C -on hőkezelt minták körülbelül ugyanakkora értéket vettek fel. Megfigyelhető az is,

hogy az 1% -os mintáknál, mindhárom hőfokon történő kezelésnél a 60 perces és a 120 perces kezelés esetében jelentős a csökkenés a kevesebb ideig kezelt mintákhoz képest, ezzel a csökkenéssel szinte egyenlő értéket vesznek fel. A legalacsonyabb értékeket mindkét esetben (0% és 1%) a 80°C -on, 30 percig tartó hőkezeléssel kaptam. A refrakció (vízben oldható szárazanyagtartalom) a sűrűséget mutatja meg: minél magasabb ez az érték annál sűrűbb a mért folyadék; ebben az esetben a levek sűrűsége/töménysége hőkezelés hatására csökkent, magasabb hőmérsékleten jelentősen, ennek oka lehet az értékes komponensek csökkenése, károsodása.

4.6. A szín mérése

A 24. ábrán láthatóak a színmérés értékei a nem hőkezelt arónialében. Az ábrát az összehasonlítás érdekében készítettem. A „nyers” mintáknál az aszkorbinsav hozzáadását követően az L* értéke 11% -kal csökkent, ebből következően a lé sötétebbé vált. Az a* értéke nagyon kis mértékben csökkent (vörösebbé vált). A b* értéke 17% -kal nőtt (sárgásabb lett).

24.ábra: A színmérés értékei a nem hőkezelt arónialében

(Forrás: saját szerkesztés)

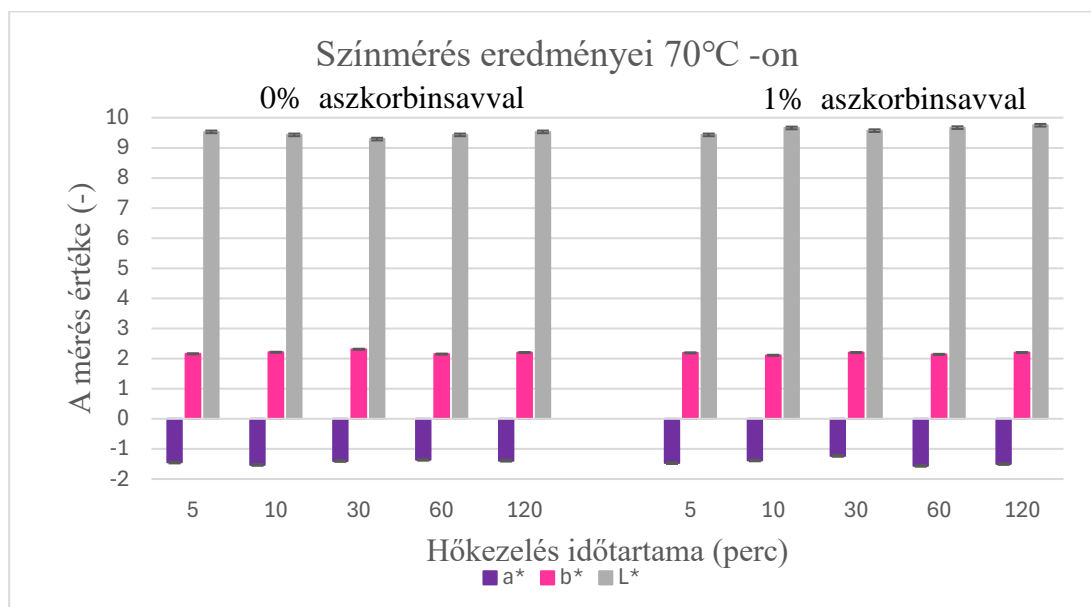


A 25. ábrán láthatóak a színmérés értékei 60°C -os hőkezelés esetében. Az L* értéke 10 alá csökkent, de 9 felett maradt az értéke. Az L* 0-100-ig terjedő skála, ha az értéke a nullához van közelebb, akkor a mért szín sötétebb, ebből is látható, hogy az arónialé erőteljesen sötét színű, hőkezelés hatására sötétebbé vált a lé. Az a* értéke szinte nem változott jelentősen egyik mérés során sem, a „nyers” mintához képest sem volt számottevő a változás, a vörös árnyalatra ebből következően nincs nagy hatással a hőkezelés, sem az időtartama. A b*

értéke 2 felettire nőtt, ebből fakadóan a lé a hőkezelés hatására sárgásabb színűvé vált. A legalacsonyabb L*: 9,08 (5 perces, 0% -os); a legalacsonyabb a*: -1,35 (5 perces, 0% -os); a legmagasabb b*: 2,29 (5 perces, 0% -os).

25.ábra: A színmérés értékei 60°C -os hőkezeléssel az arónialében

(Forrás: saját szerkesztés)



A 26. ábrán láthatóak a színmérés értékei 70°C -os hőkezelés esetében. Az L* értéke 10 alá csökkent a hőkezelés hatására, az érték hasonló, mint a 60°C -os hőkezelés esetében. Az a* értéke itt sem változott számottevően a „nyers” mintához képest. A b* értéke itt is hasonlóan 2 felett van, mint az alacsonyabb hőfokú kezelés eredményeinél. A legalacsonyabb L*: 9,29 (30 perces, 0% -os); a legalacsonyabb a*: -1,56 (60 perces, 1% -os); a legmagasabb b*: 2,31 (30 perces 0% -os).

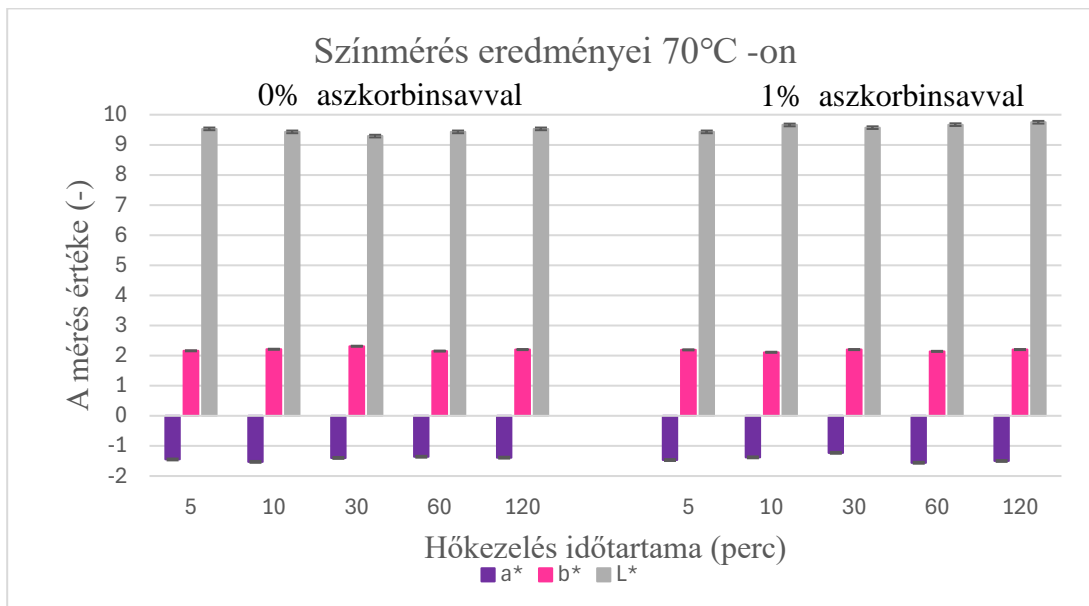
A 27. ábrán láthatóak a színmérés értékei 80°C -os hőkezelés esetében. Az L* értéke 10 alá csökkent a hőkezelés hatására, az érték hasonló, mint a 60°C -os és a 70°C -os hőkezelés esetében. Az a* értéke itt sem változott számottevően a „nyers” mintához képest. A b* értéke is ugyan úgy kis mértékben 2 felett van, mint az alacsonyabb hőfokú kezelések eredményeinél. A legalacsonyabb L*: 9,33 (5 perces, 0% -os); a legalacsonyabb a*: -1,57 (30 perces, 0% -os); a legmagasabb b*: 2,32 (5 perces 0% -os).

Összességében a legkedvezőbb hőkezelési módszer a szín megtartására (alacsony L*, alacsony a*): a 60°C -os kezelésnél a legalacsonyabb L* (5 perces, 0% -os mintánál) viszont a 80°C -os kezelésnél kaptam a legalacsonyabb a* értéket (30 perces, 0% -os mintánál), így

a legkedvezőbbnek a 70°C -os hőkezelés bizonyult. A színmérési paraméterei (L^* , a^* , b^*) összességében nem adtak nagy szórást egymáshoz képest (60°C, 70°C, 80°C), tehát az arónialé színe stabil marad a hőkezelés alatt, időtartamtól és hőfoktól függetlenül.

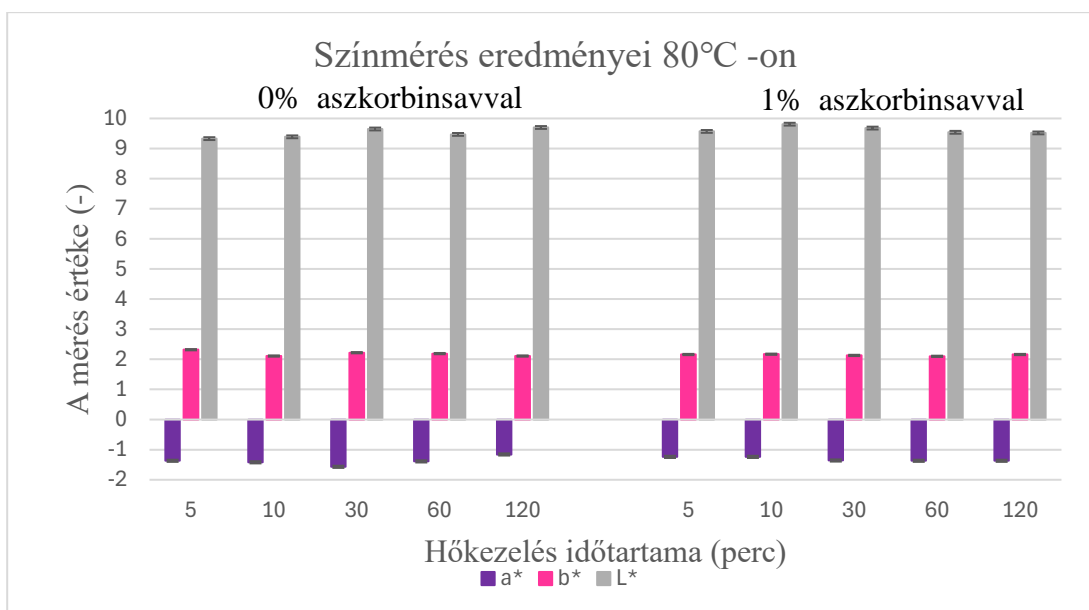
26.ábra: A színmérési értékei 70°C -os hőkezeléssel az arónialében

(Forrás: saját szerkesztés)



27.ábra: A színmérési értékei 80°C -os hőkezeléssel az arónialében

(Forrás: saját szerkesztés)

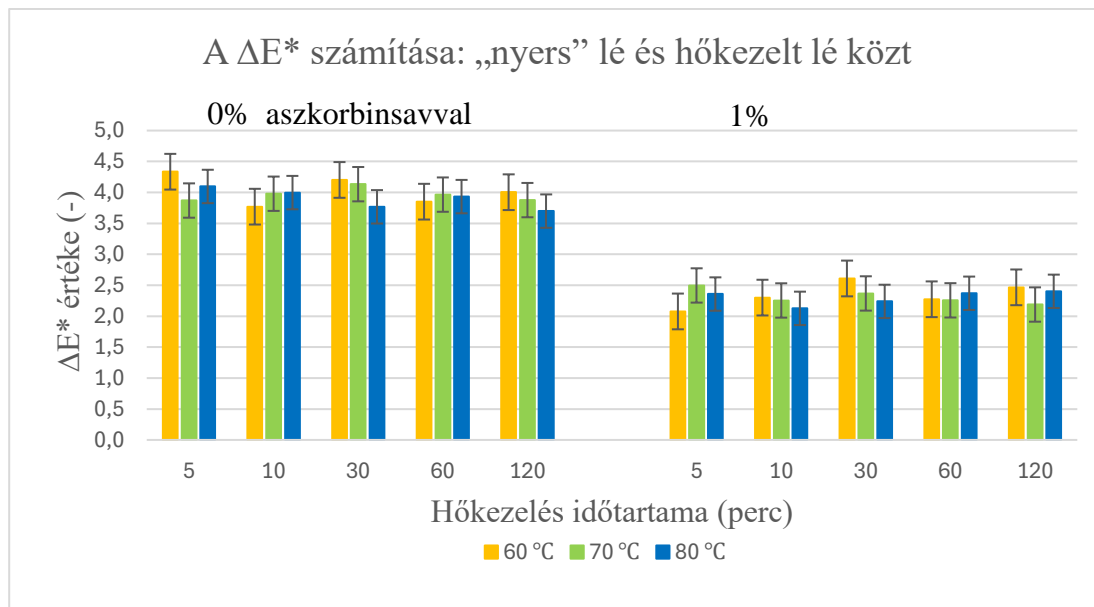


A 28.ábrán láthatóak a színelkülönbség értékei a „nyers” és a hőkezelt lé között, ΔE^* -al kifejezve. Az aszkorbinsavval dúsított minták értékei 2-2,5 érték közé esnek, ami az

érzékelhető színelkülönbség tartományába esik (1,5-3). Az aszkorbinsav mentes minták jelentősen magasabb értéket képviselnek a színelkülönbségnél: 3,7-4,33 érték közt voltak, ez a jól érzékelhető színelkülönbség tartományába esik (3-6). A mérés alapján arra következtethetünk, hogy az aszkorbinsav segít megőrizni a minta eredeti színét. A 24.ábrán is látható, hogy már az aszkorbinsav hozzáadása következtében a lé sötétebbé és sárgásabbá vált, így jobban kompenzálva hő hatására a világosodást. A legkisebb érték 2,08, amit 5 perces 60°C -os, aszkorbinsav tartalmú mintánál mértem, itt volt a színelváltozás a legkisebb mértékű a „nyers” aszkorbinsavas mintához képest. A legnagyobb értéket 5 percig kezelt, 60°C -os aszkorbinsav mentes mintánál mértem: 4,33; itt volt a legnagyobb a színelváltozás a „nyers” aszkorbinsav mentes mintához képest.

28.ábra: A ΔE^* számítás eredményei: „nyers” lé és hőkezelt lé közt

(Forrás: saját szerkesztés)



5. Következtetések és javaslatok

A szakdolgozat elkészítését követően az említett következtetésekre jutottam:

- az aszkorbinsav pozitív hatást váltott ki, mert csökkentette a pH értéket, ezzel stabilabbá téve az antocianin - és antioxidáns - tartalmat.
- a refrakció értéke a hőkezelés hőmérsékletének emelésével csökkent. *Kulling és Rawel* (2008) által írt cikkben a mért szárazanyag 17 - 29% közé esett, ebbe a tartományba az általam elvégzett mérések is benne voltak.
- a színérés esetében a 70°C -os hőkezelés bizonyult a legjobbnak az arónialé színének megtartása szempontjából.
- a ΔE^* mérés alapján arra következtethetünk, hogy az aszkorbinsav segít megőrizni a minta eredeti színét. *Cristea* (2016) szerint a ΔE^* a hőkezelés hőmérsékletének emelésével nőtt, ez néhány esetben felfedezhető az általam elvégzett vizsgálat során mért adatoknál is.
- az antocianin tartalomról általánosságban elmondható, hogy a hőfok és az időtartam emelkedésével csökkent az értéke. A mérés esetében a pH is befolyásoló tényező, ahogyan azt a az antocianin – és antioxidáns - mérés esetében a pH is befolyásoló tényező, ahogyan azt az egyik fent említett forrás is kimondja (*Walkowiak – Tomczak*, 2007).
- a polifenol tartalom az antocian tartalom arányaihoz hasonlóan alakult.
- az antioxidáns kapacitás mérésnél az aszkorbinsavat tartalmazó mintáknál kevésbé ingadozott a mért érték, emellett megfigyelhető volt a 80°C -on mért levek jelentős antioxidáns kapacitás csökkenése. Az említett csökkenést több forrás is alátámasztja (*Walkowiak – Tomczak*, 2007). *Kulling és Rawel* (2008) által írt forrásban is olvasható a C - vitamin csökkenése hőkezelés hatására.

A kísérlet alkalmas egy átfogó áttekintésre a témával kapcsolatban, de részletesebb mérések is készíthetők egy-egy kiválasztott kísérlet típusossal. Ötletek és javaslatok:

- egyéb fontos és tovább vizsgálható paraméter az antioxidáns kapacitás, amelynél pontosabb képet kaphatunk ha sűrűbb időközönként mérjük meg az értéket a hőkezelés során.
- emellett a kísérlet egy-egy része megismételhető nagyobb mennyiségű hozzáadott aszkorbinsavval.

- a vizsgálat kiegészíthető tárolásos mérésekkel is, vagy a fekete berkenye mellett egyéb hasonló tulajdonságú gyümölcssel, esetleg a két gyümölcsöt ötvözve.
- a kísérlet kiegészíthető 0°C alatti tárolásos vagy adott ideig végzett (például 5 perc, 10 perc, 30 perc, 60 perc, 120 perc) fagyasztásos mérésekkel is.

6. Összefoglalás

A kutatómunkám során az arónialé beltartalmi értékeinek érzékenységét, egymástól való függését vizsgáltam különböző hőmérsékletű hőkezelésekkel, valamint aszkorbinsav hozzáadásával. A vizsgálathoz fekete berkenye levét préseltem (Nero fajta); a levét két részre osztottam: az egyik feléhez 1% aszkorbinsavat adtam, a másik feléhez nem adtam. Ezt követően mindkét féle mintát hőkezelttem 60°C -on, 70°C -on és 80°C -on, minden hőfokon kivettem 1-1 mintát 5 - 10 – 30 – 60 – 120 perc eltelte után.

Napjainkban nagy jelentőséget kap a gyümölcsök - és zöldségek fogyasztásának népszerűsítése, az egészség megőrzésének érdekében, ezzel szemben az emberek ritkán fogyasztják megfelelő mennyiségben ezeket az élelmiszereket. Az élelmiszeripar megoldása erre az, hogy feldolgozott formában értékesíti az említett élelmiszereket, például püré, szárított termékek, ivólevelek formájában. Mikrobiológiailag stabil késztermékek előállítására valamilyen tartósítási technológia szükséges. A gyümölcsök - köztük a fekete berkenye is – tartalmaz hőre érzékeny összetevőket, így a különböző eljárások során a gyümölcs veszíteni fog ezekből az értékes, egészséges komponensekből, ezt a veszteséget érdemes minnél jobban csökkenteni. Az aróniát színezékként is használják, a mérésekkel pontos képet kaphatunk arról is, hogy a lé színe hogyan változik a kísérlet során.

Dolgozatom célja, hogy a pH mérés, refrakció mérés, színmérés, antocianin tartalom mérés, polifenol tartalom mérés és az antioxidáns kapacitás mérés eredményeiből világosan látható legyen, hogy melyik eljárás a legkíméletesebb vagy leghasznosabb az értékes komponensek megtartása szempontjából. A kísérlet nagy mintaszáma (30 darab) - és változatossága -miatt jól tanulmányozható az, hogy melyik hőfok az ideális ahhoz, hogy a beltartalmi értékek minnél jobban megmaradjanak.

A pH mérésnél azt láthatjuk a nem hőkezelt minták esetében, hogy az aszkorbinsav hozzáadása nem befolyásolta a pH értékét. A hőkezelt aszkorbinsavval gazdagított mintáknál a pH csökkent (2,5 érték körülre). Itt két kivétel, kiugró értéket mértem: 2/10 /80 és 2/120/80minták esetében pH 3-nál magasabb volt a mért adat. A hőkezelt aszkorbinsav nélküli mintáknál a pH érték emelkedett (a „nyers” mintához képest) 3,5 körüli értékre.

A refrakció mérés során azt tapasztaltam, hogy a nem hőkezelt minták esetében az aszkorbinsav hozzáadása kis mértékben, 3% -kal csökkentette a refrakció értékét. A refrakció értéke a hőkezelés során nagyrészt csökkent a „nyers” mintához képest. A legalacsonyabb értéket minden alkalommal a 80°C -os kezelésnél mértem, itt a csökkenés jelentős volt az

alacsonyabb hőfokú kezelésem átesett mintákhoz képest. A 60°C -on és 70°C -on hőkezelt minták körülbelül ugyanakkora értéket vettek fel. A refrakció 19,5-21,5 (%) érték közé esett minden mintánál, tehát jelentős csökkenést nem tapasztaltam.

A színmérés kiemelt fontosságú a fekete berkenyénél, hiszen rendkívül sötét és erőteljes színnel rendelkezik, mindent megfest. A „nyers” mintáknál az aszkorbinsav hozzáadását követően az L* értéke 11% -kal csökkent, ebből következően a lé sötétebbé vált. Az a* értéke nagyon kis mértékben csökkent (vörösebbé vált). A b* értéke 17% -kal nőtt (sárgásabb lett). Összességében a legkedvezőbb hőkezelési módszer a szín megtartására (alacsony L*, alacsony a*): a 60°C -os kezelésnél a legalacsonyabb L* : 1/5/60 kódú minta, viszont a 80°C -os kezelésnél kaptam a legalsóabb a* értéket: 1/30/80 kódú mintánál így a legkedvezőbbnek a 70°C -os hőkezelés bizonyult. A színmérés paraméterei (L*, a*, b*) összességében nem adtak nagy szórást egymáshoz képest (60°C, 70°C, 80°C), tehát az arónialé színe stabil marad a hőkezelés alatt, időtartamtól és hőfoktól függetlenül. A hőkezelések során a b* értéke 2 felettire nőtt (a nem hőkezelt minta b* értéke alacsonyabb volt), ebből fakadóan a lé a hőkezelés hatására sárgásabb színűvé vált.

A ΔE^* mérés alapján arra következtethetünk, hogy az aszkorbinsav segít megőrizni a minta eredeti színét, mert a 0% -os minták színelkülönbsége a jól érzékelhető tartományba esett, míg az 1% -os mintáké csak az érzékelhető tartományba.

Az antocianin tartalom mérés esetében a pH is befolyásolja a kapott értéket, pH 3 értéken vagy alatta stabil az antocianin. A 60°C -os hőkezelés során 30 percig kellett a vízfürdőben tartanom a mintákat a legmagasabb érték eléréséhez. A 70°C -os kezelésnél magasabb értéket kaptam átlagosan, itt megfigyelhető volt a hőkezelés idejének növekedésével az antocianin tartalom csökkenése. A 80°C -os eljárás során az értékek átlagosan alacsonyabbak voltak, mint a kisebb hőfokokon végzett vizsgálatoknál, a 120 percig tartó hőkezelésem jelentős csökkenés (körülbelül 20 mg/l) látható, az L* itt kis mértékben magasabb (világosabb lé), ahol az antocianin tartalom is alacsonyabb, ennek oka, hogy az antocianin színyanyag. A pH érték 80°C -on magas, ez is csökkenti az antocianin tartalmat a mért lében. A legmagasabb értéket 70°C -on mértem, a legalacsonyabbat 80°C -on: 111,1 mg/l és 25,48 mg/l, mindkét érték 0% -os mintánál volt mérhető.

A polifenol tartalom mérés eredményei hasonló képet mutattak az antocianin tartalom mérés eredményeihez. A 70°C -os kezelésnél jelentősen lecsökkent az érték 120 percig tartó melegítés hatására, a 60°C -on mért értékhez képest. A 70°C -os mérésnél a legmagasabb

érték 3491,27 mg/l volt, míg a legalacsonyabb 1552,87 mg/l volt, mindkét érték aszkorbinsavas mintánál volt tapasztalható. A 80°C -on hőkezelt minták esetében minden mintánál az aszkorbinsavval bővített minta érte el a legmagasabb értéket; a legmagasabb érték itt is 30 percig tartó hőkezeléssel volt elérhető, a legalacsonyabb értékhez pedig 5 perces kezelés volt szükséges, ahogyan a 70°C -on kezelt mintáknál. Átlagosan a 60°C -on mért minták legmagasabb értékűek.

Az antioxidáns kapacitás mérésnél az ábrákra tekintve azt láthatjuk, hogy az aszkorbinsavat tartalmazó mintáknál kevésbé ingadozik az érték. A 60°C -on kezelt minták esetében nagyrészt az aszkorbinsavas minták voltak a magasabb antioxidáns kapacitásúak, míg ez a 70°C -os mérés eredményeinél megfordult. A 80°C -os minták eredményeinél nagy mértékű csökkenést tapasztaltam, az alacsonyabb hőfokú vizsgálatokhoz képest, itt az értékek 9000 mg/l alatt voltak, ezzel szemben alacsonyabb hőfokokkal kezelve 10 000 mg/l feletti értékeket is mértem számos mintánál.

Az aszkorbinsavas mintáknál megfigyelhető, hogy értékük jelentősen eltért az aszkorbinsav nélküli párjaiktól, sokszor ingadozó eredményeket mutattak, ezzel szemben egyes kísérleteknél inkább stabilabbá tették a mért értékeket, a hőkezelés időtartamának növekedésével is. A polifenol tartalom és az antioxidáns kapacitás értékét (kivételesen 70°C -on) megnövelte, ahogyan vártuk, mert az aszkorbinsav antioxidáns vegyület.

Összegezve a méréseimet, a legkedvezőbb hőkezelési eljárás: aszkorbinsavval gazdagított minta (alacsonyabb pH, ΔE^* alacsonyabb értékű, megnöveli az antioxidáns kapacitás értékét, néhány vizsgálatnál stabilabb értékeket hoz), 60°C-on vagy 70°C-on (legjobb L*, legjobb a*, legmagasabb antocianin tartalom, legmagasabb polifenol tartalom) hőkezelve (refrakció nem csökken jelentősen), 5 perces vagy 10 perces kezelési idővel (szín világosodik 120 percnél, antocianin -, polifenol – és antioxidáns - tartalom az időtartam - és a hőmérséklet - emelésével csökken).

Irodalomjegyzék

1. **Abrankó, L. (2018).** Élelmi polifenolok. 73(11), *Magyar Kémikusok Lapja*, 345–351.
<https://doi.org/10.24364/MKL.2018.11>
2. **Aladár Porpáczy (Szerk.). (1987).** *Ribiszke, áfonya, bodza, fekete berkenye*. Budapest: Mezőgazdasági Kiadó. 269-276.
3. **Banjari, I., Misir, A., Šavikin, K., Jokić, S., Molnar, M., De Zoysa, H. K. S., & Waisundara, V. Y. (2017).** Antidiabetic Effects of Aronia melanocarpa and Its Other Therapeutic Properties. *Frontiers in Nutrition*, 4(1), 53.
<https://doi.org/10.3389/fnut.2017.00053>
4. **Békésy, P. (2015).** Méréstechnika – delta E. *Magyar Grafika*, 59(4), 42–43.
5. **Békésy, P. (2018).** Az a bizonyos deltaE. *Magyar Grafika*, 62(1), 54–55.
6. **Benzie, I. F., & Strain, J. J. (1996).** The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “antioxidant power”: the FRAP assay. *Analytical biochemistry*, 239(1), 70-76.
7. **Blázovics, A. (2017).** A szabadgyök-kutatás évtizedei és magyar vonatkozásai. *Kaleidoscope history*, 8(14), 133–148. <https://doi.org/10.17107/KH.2017.14.133-148>
8. **Catană, L., Catană, M., Iorga, E., Asănică, A. C., Lazăr, A.-G., Lazăr, M.-A., & Belc, N. (2017).** Vitamin C and total polyphenol content and antioxidant capacity of fresh and processed fruits of Aronia Melanocarpa. 61(1), 433–438.
9. **Dorota Walkowiak-Tomczak. (2007).** Changes in antioxidant activity of black chokeberry juice concentrate solutions during storage. *Acta Scientiarum Polonorum, Technol. Aliment.*, 6(2), 49–55.
10. **Elena Cristea. (2016).** The influence of thermal treatments on the antioxidant activity and colour of chokeberry (Aronia melanocarpa) extract. *International Journal of Food Studies*, 5(1), 224–231.
11. **Giusti, M.M., Worlstad, R.E. (1996):** Characterization of red radish anthocyanins. *Journal of Food Science*. (61): 322-326.
12. **Gonzalez Andrade, C. (2024).** *Evezős táplálkozás*. Lisboa: César González Andrade.
13. **Haydari, M. R., Panjeshahin, M. R., Mashghoolozekr, E., & Nekooeian, A. A. (2017).** Antihypertensive Effects of Hydroalcoholic Extract of Crataegus Azarolus Subspecies Aronia Fruit in Rats with Renovascular Hypertension: An Experimental Mechanistic Study. *Iranian Journal of Medical Sciences*, 42(3), 266–274.

14. **Hellström, J. K., Shikov, A. N., Makarova, M. N., Pihlanto, A. M., Pozharitskaya, O. N., Ryhänen, E.-L., Kivijärvi, P., Makarov, V. G., & Mattila, P. H. (2010).** Blood pressure-lowering properties of chokeberry (*Aronia mitchurinii*, var. Viking). *Journal of Functional Foods*, 2(2), 163–169. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2010.04.004>
15. **István Tamás Dóczy. (2011).** Szabadgyökök és antioxidánsok. *Recreation*, 1(4), 26–30. <https://doi.org/10.21486/recreation.2011.1.4.2>
16. **Jurikova, T., Mlcek, J., Skrovankova, S., Sumczynski, D., Sochor, J., Hlavacova, I., Snopek, L., & Orsavova, J. (2017).** Fruits of Black Chokeberry *Aronia melanocarpa* in the Prevention of Chronic Diseases. *Molecules*, 22(6), 944. <https://doi.org/10.3390/molecules22060944>
17. **Kulling, S., & Rawel, H. (2008).** Chokeberry (*Aronia melanocarpa*) – A Review on the Characteristic Components and Potential Health Effects. *Planta Medica*, 74(13), 1625–1634. <https://doi.org/10.1055/s-0028-1088306>
18. **Matsumoto, M., Hara, H., Chiji, H., & Kasai, T. (2004).** Gastroprotective Effect of Red Pigments in Black Chokeberry Fruit (*Aronia melanocarpa* Elliot) on Acute Gastric Hemorrhagic Lesions in Rats. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(8), 2226–2229. <https://doi.org/10.1021/jf034818q>
19. **Pascariu, O.-E., & Israel-Roming, F. (2022).** Bioactive Compounds from Elderberry: Extraction, Health Benefits, and Food Applications. *Processes*, 10(11), 2288. <https://doi.org/10.3390/pr10112288>
20. **Ren, Y., Frank, T., Meyer, G., Lei, J., Grebenc, J. R., Slaughter, R., Gao, Y. G., & Kinghorn, A. D. (2022).** Potential Benefits of Black Chokeberry (*Aronia melanocarpa*) Fruits and Their Constituents in Improving Human Health. *Molecules*, 27(22), 7823. <https://doi.org/10.3390/molecules27227823>
21. **Rimóczy Alexandra. (2022):** *Az arónia törköly bioaktív komponenseinek kinyerési lehetőségei.* Szakdolgozat. Budapest: Magyar Agrár - és Élettudományi Egyetem.
22. **Sebe, A. (2023):** *Mikrohullámú kezelés-és hagyományos pasztórozás hatása a gyümölcslevek tulajdonságaira.* Szakdolgozat. Budapest: Magyar Agrár - és Élettudományi Egyetem.
23. **Simeonov, S. B., Botushanov, N. P., Karahanian, E. B., Pavlova, M. B., Husianitis, H. K., & Troev, D. M. (2002).** Effects of *Aronia melanocarpa* juice as part of the dietary regimen in patients with diabetes mellitus. *Folia Medica*, 44(3), 20–23.

24. **Singleton, V., Rossi, J. (1965):** Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic Phosphotungstic Acid Reagents. *American Journal of Ecology and Viticulture*, 16: 144-158.
25. **Skrovankova, S., Sumczynski, D., Mlcek, J., Jurikova, T., & Sochor, J. (2015).** Bioactive Compounds and Antioxidant Activity in Different Types of Berries. *International Journal of Molecular Sciences*, 16(10), 24673–24706. <https://doi.org/10.3390/ijms161024673>
26. **Souci, S. W., Fachmann, W., Kraut, H., Kirchoff, E., Deutsche Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie, & Deutschland (Szerk.). (2008).** *Food Composition and Nutrition Tables: = Die Zusammensetzung der Lebensmittel, Nährwert-Tabellen* (7. rev. u. erg. Aufl). Medpharm Scientific Publ. [u.a.]. 1071-1072.
27. **Staszowska-Karkut, M., & Materska, M. (2020).** Phenolic Composition, Mineral Content, and Beneficial Bioactivities of Leaf Extracts from Black Currant (*Ribes nigrum* L.), Raspberry (*Rubus idaeus*), and Aronia (*Aronia melanocarpa*). *Nutrients*, 12(2), 463. <https://doi.org/10.3390/nu12020463>
28. **Wang, Z., Liu, Y., Zhao, X., Liu, S., Liu, Y., & Wang, D. (2020).** Aronia melanocarpa Prevents Alcohol-Induced Chronic Liver Injury via Regulation of Nrf2 Signaling in C57BL/6 Mice. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2020(1), 1–13. <https://doi.org/10.1155/2020/4054520>
29. **Yamane, T., Kozuka, M., Wada-Yoneta, M., Sakamoto, T., Nakagaki, T., Nakano, Y., & Ohkubo, I. (2017).** Aronia juice suppresses the elevation of postprandial blood glucose levels in adult healthy Japanese. *Clinical Nutrition Experimental*, 12(1), 20–26. <https://doi.org/10.1016/j.yclnex.2017.01.002>

Internetes források

1. http 1: Az arónia bogyók
Letöltés dátuma: 2024. 04. 02.
Forrás: aronia.hu
2. http 2: Fekete berkenye ültetvény virágzása áprilisban
Letöltés dátuma: 2024. 04. 02.
Forrás: aronia-hu.hu
3. http 3: Az arónialé
Letöltés dátuma: 2024. 10. 05.
Forrás: <https://fekete-berkenye-aronia.biofitness.hu/>

4. http 4: Bioaktív vegyületek

Letöltés dátuma: 2024. 10. 13.

Forrás: doki.net

5. http 5: Fekete berkenye gyümölcse félbe vágva

Letöltés dátuma: 2025. 03. 28.

Forrás: <https://www.emag.hu/natural-fekete-torpeberkenye-dugvany-pab-77/pd/DVGNXTMBM/>

6. http 6: A ΔE^* értékének meghatározása

Letöltés dátuma: 2025.04.11.

Forrás: <https://hu.wikipedia.org/wiki/Sz%C3%ADnk%C3%BCI%C3%B6nbs%C3%A9g>

Mellékletek

I. Melléklet: Az arónialé minták jelölésének magyarázata

Forrás: *Saját szerkesztés*

Minta jelölése:	Jelölés jelentése:
1/5/60	aszorbinsav hozzáadása nélkül 5 percig hőkezelve 60 °C-on
1/5/70	aszorbinsav hozzáadása nélkül 5 percig hőkezelve 60 °C-on
1/5/80	aszorbinsav hozzáadása nélkül 5 percig hőkezelve 60 °C-on
1/10/60	aszorbinsav hozzáadása nélkül 5 percig hőkezelve 60 °C-on
1/10/70	aszorbinsav hozzáadása nélkül 5 percig hőkezelve 60 °C-on
1/10/80	aszorbinsav hozzáadása nélkül 5 percig hőkezelve 60 °C-on
1/30/60	aszorbinsav hozzáadása nélkül 5 percig hőkezelve 60 °C-on
1/30/70	aszorbinsav hozzáadása nélkül 5 percig hőkezelve 60 °C-on
1/30/80	aszorbinsav hozzáadása nélkül 5 percig hőkezelve 60 °C-on
1/60/60	aszorbinsav hozzáadása nélkül 5 percig hőkezelve 60 °C-on
1/60/70	aszorbinsav hozzáadása nélkül 5 percig hőkezelve 60 °C-on
1/60/80	aszorbinsav hozzáadása nélkül 5 percig hőkezelve 60 °C-on
1/120/60	aszorbinsav hozzáadása nélkül 5 percig hőkezelve 60 °C-on
1/120/70	aszorbinsav hozzáadása nélkül 5 percig hőkezelve 60 °C-on

1/120/80	aszorbinsav hozzáadása nélkül 5 percig hőkezelve 60 °C-on
2/5/60	aszorbinsav hozzáadásával 5 percig hőkezelve 60 °C-on
2/5/70	aszorbinsav hozzáadásával 5 percig hőkezelve 60 °C-on
2/5/80	aszorbinsav hozzáadásával 5 percig hőkezelve 60 °C-on
2/10/60	aszorbinsav hozzáadásával 5 percig hőkezelve 60 °C-on
2/10/70	aszorbinsav hozzáadásával 5 percig hőkezelve 60 °C-on
2/10/80	aszorbinsav hozzáadásával 5 percig hőkezelve 60 °C-on
2/30/60	aszorbinsav hozzáadásával 5 percig hőkezelve 60 °C-on
2/30/70	aszorbinsav hozzáadásával 5 percig hőkezelve 60 °C-on
2/30/80	aszorbinsav hozzáadásával 5 percig hőkezelve 60 °C-on
2/60/60	aszorbinsav hozzáadásával 5 percig hőkezelve 60 °C-on
2/60/70	aszorbinsav hozzáadásával 5 percig hőkezelve 60 °C-on
2/60/80	aszorbinsav hozzáadásával 5 percig hőkezelve 60 °C-on
2/120/60	aszorbinsav hozzáadásával 5 percig hőkezelve 60 °C-on
2/120/70	aszorbinsav hozzáadásával 5 percig hőkezelve 60 °C-on
2/120/80	aszorbinsav hozzáadásával 5 percig hőkezelve 60 °C-on

NYILATKOZAT

a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió¹ nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Kalamár Nikolett Adrienn
A Hallgató Neptun kódja: FQEX8Q
A dolgozat címe: Az arónialé beltartalmi értékeinek nyomon követése hőkezelés hatására
A megjelenés éve: 2025.
A konzulens intézetének neve: Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet
A konzulens tanszékének a neve: Gyümölcs – és Zöldségfeldolgozás Technológia
Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió² egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottam, tudomásul veszem, hogy a záróvizsgabizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

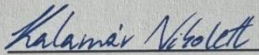
A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

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

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumába. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumában.

Kelt: 2025. év április hó 22. nap



Hallgató aláírása

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

NYILATKOZAT

Kalamár Nikolett Adrienn (hallgató Neptun azonosítója: FQEX8Q) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A szakdolgozatot a záróvizsgán történő védeésre **javaslom / nem javaslom**³.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem⁴

Kelt: Budapest, 2025. április 17.

Friedrich-Imrich Judit

belső konzulens

³ A megfelelő aláhúzendó.

⁴ A megfelelő aláhúzendó.

Köszönetnyilvánítás

Szeretnék köszönetet mondani konzulensemnek Friedrich - Ivanics Judit Tanárnőnek, aki tudásával, segítőkészségével és türelmével hozzájárult a dolgozatom sikeres elkészüléséhez.

Köszönöm a Gyümölcs – és Zöldségfeldolgozás Technológia Tanszéknek, hogy biztosították számomra a labort és a szükséges eszközöket, alapanyagokat.

Köszönettel tartozom továbbá a Családomnak is segítőkészségük és türelmük miatt.