

SZAKDOLGOZAT



Magyar Agrár- És Élettudományi Egyetem

Budai Campus

Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet

Élelmiszermérnök alapképzési szak

**Szárzeller törköly újrahasznosítása bioaktív
komponensek kivonása céljából**

Belső konzulens:

Dr. Szalóki-Dorkó Lilla

egyetemi adjunktus

Belső konzulens tanszéke:

Gyümölcs- és

Zöldségfeldolgozás

Technológiai Tanszék

Készítette:

Szija Adrienn

Budapest

2025

Tartalomjegyzék

1.	Bevezetés és célkitűzés.....	1
2.	Szakirodalmi áttekintés.....	3
2.1.	A szárzeller (<i>Apium graveolens var. Dulce</i>) jellemzői és hatásai.....	3
2.2.	Jelentős növényi bioaktív anyagok.....	4
2.2.1.	Antioxidánsok.....	4
2.2.2.	Polifenolok.....	4
2.2.3.	Flavonoidok.....	5
2.3.	A hulladék.....	6
2.4.	Melléktermék.....	8
2.5.	Adalékanyagok, tartósítószeres és azok élelmiszerbiztonsági megítélése.....	8
2.6.	A törköly újrahaznosítási lehetőségei.....	9
2.7.	Extrakciós folyamatok.....	10
2.8.	Ehető bevonatok szerepe az élelmiszercsomagolásban.....	12
3.	Felhasznált anyagok és módszerek.....	13
3.1.	Felhasznált anyagok.....	13
3.2.	Módszerek.....	14
3.2.1.	Összes Favonoid-tartalom - Total Flavonoid Content (TFC).....	17
3.2.2.	Összes Polifenol tartalom -- Total Polyphenol Content (TPC).....	17
3.2.3.	Vasredukálóképességen alapuló módszer - Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP)....	
3.2.4.	Ehető bevonattal kezelt almakockák tárolási kísérlete.....	18
3.2.5.	Szín mérés.....	19
4.	Eredmények és értékelésük.....	22
4.1.	Szárzellertörköly lékihozatal.....	22
4.2.	Szárzellertörköly szárítási görbéje.....	22
4.3.	Szárzellertörköly extrakciós oldatok szín mérése.....	23
4.4.	Teljes Favonoid-tartalom - Total Flavonoid Content (TFC).....	25
4.5.	Összes Polifenol tartalom - Total Polyphenol Content (TPC).....	26
4.6.	Vasredukálóképességen alapuló módszer - Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP).....	
4.7.	Ehető bevonattal kezelt almakockák tárolási kísérlete.....	31
4.7.1.	Almakockák relatív tömegvesztése.....	31
4.7.2.	Almakockák szín ingerkülönbségének mérése.....	32
4.7.3.	Almakockák barnulási indexe.....	36
5.	Összefoglalás.....	39
6.	Irodalmi hivatkozás.....	42

7.	Ábrák és táblázatok jegyzéke	46
8.	Hallgatók, doktoranduszok nyilatkozata mesterséges intelligencia (MI) alkalmazásáról	47
9.	Konzulensi nyilatkozat.....	49
10.	Hallgatói nyilatkozat	50

1. Bevezetés és célkitűzés

Az elmúlt két évtizedben egyre fontosabbá és égetőbbé vált világszerte a környezetvédelem, a hulladék-gazdálkodás és az agrárpolitika egyik fő ágazata, a fenntarthatóság és a fejlődés kérdése. Számos európai ország, köztük hazánk is cselekvési terveket dolgozott ki, amelyek célja a hulladék és melléktermékek mennyiségének fokozatos csökkentése: 2025-re 55%-kal, 2030-ra 60%-kal, míg 2035-re 65%-kal kívánják mérsékelni a kibocsátást. Cél a műtrágya- és az ammónia kibocsátás csökkentése, a hulladékkezelés javítása valamint a víz- illetve az energiagazdálkodás fejlesztése. A 2024-es évben a tápanyag-gazdálkodás fejlesztésének újszerű megközelítésével, a „lakossági komposzt” összegyűjtésével tennék lehetővé a kimerült termőföldek értékes anyagainak visszajuttatását. Ennek célja, hogy a termés hozam továbbra is kielégítse a bel- és külkereskedelmi igényeket, emellett a mezőgazdasági termények beltartalmi értékeinek fokozott gyarapítása is. A háztartásokban, mint mikroegységekben történő innovatív változások mellett a termelőegységekben végbemenő átalakulások is folyamatosan zajlanak. A feldolgozás során keletkező hatalmas mennyiségű szerves anyagok nemcsak környezetvédelmi, hanem élelmiszer- és táplálkozásbiztonsági problémát is jelentenek, mivel rövid idő alatt jelentős erőforrás-terhelést idézhetnek elő. Ezen felismerés hatására az agrárpolitikai stratégiák a fizikai-kémiai, biológiai, kémiai és termokémiai eljárások alkalmazására épülnek, amelyek révén lehetővé válik a bioaktív vegyületek, mint az antioxidánsok és más értékes összetevők kinyerése. Az élelmiszeripar számos mellékterméket hoz létre, például gyümölcs- és zöldség héjat, magokat, szárazakat és pépet. Ezeket gyakran hulladékként kezelik, pedig gazdagok bioaktív komponensekben, mint antioxidánsokban, rostokban, fehérjékben és esszenciális zsírsavakban. Az ilyen melléktermékek hasznosítása mérsékli a környezeti terhelést, takarékoskodik az erőforrásokkal, és lehetőséget teremt innovatív termékek kifejlesztésére az élelmiszer-, gyógyszer- és kozmetikai iparban. Az innovatív technológiák térnyerésével a hangsúly nem csupán a mennyiségi csökkentésen, hanem a melléktermékek értéknövelt felhasználásán is van, ami új lehetőségeket teremt az élelmiszeripar számára, hozzájárul a klímaváltozás mérsékléséhez, valamint elősegíti a körkörös gazdaság kialakulását és a természeti erőforrások megőrzését.

Szakdolgozatom célja az volt, hogy megvizsgáljam laboratóriumi körülmények között, hogy mekkora hatékonysággal lehet a szárzellertörköly melléktermékből értékes bioaktív vegyületeket kivonni. Három különböző oldószerben történt a kioldás, több különböző tényező

változtatása mellett. Etanolt (50%), glicerint (80%) és vizet (100%) alkalmaztam extrahálószerként, valamint a kivonás során két féle idő (60 és 120 perc) és hőmérséklet paraméter (50 és 60°C) eredményeit hasonlítottam össze, hogy megállapítsam mely kezelés bizonyult optimálisak. Az említett vizsgálat jelentősége abban rejlik, hogy az extrakció során kinyert fenolos vegyületek akár újra felhasználhatók is lehetnek, mint például hozzáadott antioxidáns forrásként egyes élelmiszerekhez. Ennek fényében elvégeztem egy előkísérletet, mely során egy 4 napos tárolás cikluson keresztül antioxidánssal dúsított ehető bevonatokba merítettem almakockákat és figyeltem meg a színváltozásukat és tömegveszteségüket. A négy féle bevonat összetétele a következőképpen alakult: a kontroll bevonat nem tartalmazott szárzellertörköly extraktumot, a maradék háromban pedig 5%-ban; 7.5%-ban és 10%-ban volt jelen az kivonat.

2. Szakirodalmi áttekintés

2.1. A szárzeller (*Apium graveolens var. Dulce*) jellemzői és hatásai

A szárzeller egy Dél-Európából származó, az Umbelliferaeae vagyis az ernyősvirágúak családjába tartozó zöldségnövény. Főként aromája és íze miatt konyhai zöldségként, saláták készítése miatt terjedt el a köztudatban, míg korábban gyógyhatása miatt alkalmazták inkább. Húgyúti fertőzések esetében nagyon jó antiszeptikus hatást nyújt, valamint vérnyomáscsökkentő és görcsoldó is egyben.

Ázsia, Dél-Amerika, Európa és Afrika egyes területein termesztik. Nagykeresletű zöldség, amelyet leveleiért és száráért is egyaránt fogyasztanak. Külső jellemzője, hogy akár 50 cm magas is lehet, erősen megvastagodott és lédús levélnyéllal rendelkezik, melyen a levél a végeken található (1.ábra). Ez a kétnyári növény friss zöld színű, erős aromájú, így alkalmazható fűszerként is valamint fogyasztható nyersen és főtt állapotban is ((Hans W., 2008), Abdelal et al., 2006).

1. ábra: Szárzeller (*Apium graveolens var. dulce*)

(Forrás: Hans W., 2008)



A szárzeller kutatása során kiderült, hogy vércukorszintcsökkentő hatása van és nagyon jó antioxidáns forrás lehet a szabad gyökök megkötésére. A zeller növény magjában és szárában nagyon sok hasznos bioaktív anyagot felfedeztek már, köztük a szénhidrátokat, az alkaloidokat, A- és C- vitamint és szteroidokat is. A vércukorszintet befolyásoló hatóanyagok között nem csak a flavonoidok szerepelnek, hanem az illóolajok, a triterpének és a fenolok is. A hasnyálmirigyre

való befolyása mellett hatással van a máj glükózanyagcseréjének szabályozására is, továbbá jótékonyan csökkenti a vázizmokban felhalmozódott oxidatív stresszt is (Yusni et al., 2018).

2.2. Jelentős növényi bioaktív anyagok

2.2.1. Antioxidánsok

A bioaktív vegyületek olyan anyagok, amelyek képesek semlegesíteni a szervezetben képződő szabadgyököket, ezáltal antioxidáns, gyulladáscsökkentő, antimikrobiális, gombaellenes és daganatellenes hatásokat fejtenek ki. A szabadgyökök természetes körülmények között a szervezet védelmi rendszerének részei, mivel segítenek megakadályozni a káros mikroorganizmusok elszaporodását. A szabadgyökök túlzott vagy szabályozatlan termelődése káros folyamatokat indíthat el: elősegítheti az oxidáció révén az öregedést, valamint a DNS, a fehérjék és a szénhidrátok károsodását, amelyet többek között a dohányzás, az alkoholfogyasztás vagy a legyengült immunrendszer is fokozhat. Ezek a folyamatok különböző betegségek kialakulásához vezethetnek, például szív- és érrendszeri problémákhoz, szembetegségekhez, valamint daganatokhoz. Az élelmiszeripari kutatások szerint az antioxidánsok hozzájárulnak az élelmiszerek stabilitásához, biztonságához és hosszabb eltarthatóságához is (Biró et al., 2016, Iqbal et al., 2025).

Két fő csoportra oszthatók az antioxidánsok aszerint, hogy a szervezet önmaga termeli vagy táplálék útján került a szervezetbe. A termelődés történhet enzimek által vagy kéntartalmú vegyületek bomlásával. Bevitel során leggyakrabban zöldségek és gyümölcsök, tea és kávé, valamint csokoládé és számos egyéb formában vitaminokként, ásványianyagokként, polifenolokként, mikro- vagy makroelemekként juttathatjuk be szervezetünkbe. Ezen vegyületek, akár gyulladáscsökkentő, májvédő, immunerősítő, érrendszeri probléma megelőző hatásúak is lehetnek (Biró et al., 2016). Kutatások során vitaminok közül az A- és C-vitaminokból izolálták a legnagyobb mennyiséget, míg a növényi pigmentek közül a karotinoidokban bővelkedett (Kooti and Daraei, 2017; Li et al., 2023).

2.2.2. Polifenolok

Ez a szerτεágazó molekulacsald, olyan másodlagos növényi anyagcseretermékek, amelyeknek kémiai értelemben véve egyetlen közös tulajdonsága van, még pedig, hogy szerkezetileg egy

hat szénatomos benzolgyűrűt tartalmaz, melyhez egy vagy akár több hidroxilcsoport is kapcsolódik (Cuyckens and Claeys, 2005) .

A polifenolokat két nagyobb csoportra oszthatjuk, a flavonoidokra és a nem flavonoidokra. Ha a növényben betöltött funkciója szerint vizsgáljuk meg, akkor a beporzást végző állatok virághoz vonzása, a növényi sérülések, mikrobás fertőzések vagy vírusok elleni védelemben játszanak szerepet. Az emberi szervezetre gyakorolt hatása szerint befolyással van a szív- és érrendszeri megbetegedésekre, a II.-es típusú diabéteszre, valamint néhány rákfajta megelőzésére (Crozier et al., 2009).

Egy 2016-os Európai tanulmány azt vizsgálta 10 országban, hogy milyen növényi élelmiszerek által történik a legtöbb polifenol-bevitel. 400 különböző polifineolt vizünk a szervezetünkbe, ebből naponta 1 mg-nál is nagyobb mennyiségben 90 félélt. Főbb forrásként a kávé, a gyümölcsöket, a teát továbbá a bort határozták meg, de ugyan olyan fontosnak találták a zöldségeket, a fűszereket, a csokoládét, és az olajos magvakat is (Zamora-Ros et al., 2016 és Jaiswal et al., 2014).

2.2.3. Flavonoidok

Mint azt a polifenol témakörben említettem a flavonoidok a polifenolok családjába tartoznak. Ezek több alosztályba besorolható, 15 szénatomos, C6-C3-C6 vázzal rendelkező vegyületek, melyeknek antioxidáns hatásuk van és számos fontos funkciót töltenek be a növényvilágban (Cuyckens and Claeys, 2005).

Az alosztályba tartoznak a flavan-3-olok, flavonolok, izoflavonolok és az antocianidinek, valamint a flavonok is. Ez utóbbi közül kettő ismert vegyület jellemzően nagyobb mennyiségben található meg a legtöbb zöldségben, köztük az általam vizsgált zellerben is, ez a luteolin és az apigenin (Cuyckens and Claeys, 2005). Ezek jól megfigyelhetők a 2. ábrán.

A kvercetin, a kempferol, az izoramnetin és a miricetin a flavonolok legelterjedtebb alosztályába tartoznak, amelyek különböző szerkezeti formában fordulnak elő. Legfőbb képviselőik a bogyós gyümölcsökben, almában, hagymában lelhető fel (Maleki et al., 2019).

A flavanol típusú az egyik legösszetettebb alosztálynak számít a többihez képest, de ugyanakkor ez található meg a leggyakrabban aglikon formában. A katechin, az epikatechin és a gallokatechin nagyobb mennyiségben nyerhető ki piros szőlőből, almából vagy fekete teából (Crozier et al., 2007).

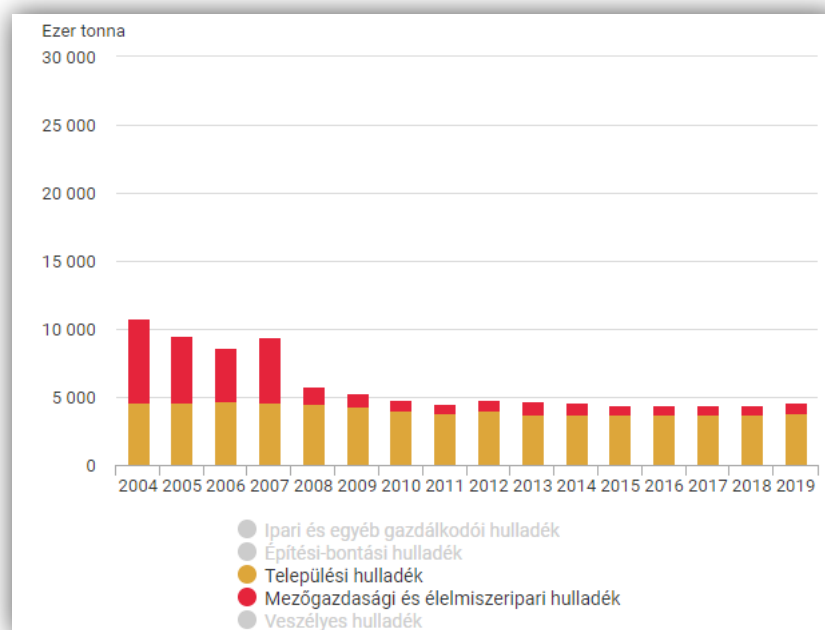
Számos meghatározás írja le mit értünk hulladék alatt, viszont ezek között a párhuzam a tulajdonosa számára való haszontalanságát kifejező tény. Vannak hulladékok, amelyek, mint energetikailag, mint pedig anyagában újrahasznosíthatók, így ezek már nem tartoznak a hulladékok közé hivatalosan (Kiss, 2013).

Többféle szempont szerint sorolható be a hulladék, ezt mutatja meg az Európai Hulladék Katalógusban felsorolt 20 főcsoport is, amelyet keletkezés szerint 2 típusra osztanak fel. A termelési hulladék a szolgáltatásokból, a mezőgazdasági és ipari tevékenységek alkalmával keletkező hulladékokat jelenti. A települési vagyis kommunális hulladék a háztartások, intézmények és közterületek által termelt hulladékokat foglalja magában (Kiss. M., 2013).

Mint az a 3. ábrában is jól látható 2004-től egészen 2019-ig bezárólag kimutatást végzett a KSH (Központi Statisztikai Hivatal) a főbb hulladékcsoportok közötti keletkezési megoszlás szerint. Jól látható, hogy alig van változás az évek során a települési hulladékok termelődésében, nem úgy, mint a mezőgazdaság esetében, ahol 2008-tól kezdődően rohamos csökkenést figyelhetünk meg (Kiss, 2013).

3. ábra: Keletkezett hulladék megoszlás hulladékfajta szerint

(Forrás: KSH, 2019)



Megkülönböztetünk a környezetre és emberre való hatás szerint veszélyes és nem veszélyes anyagokat vagy tárgyakat, valamint halmazállapota alapján szilárd vagy folyékony és iszap jellegű hulladékokat (Kiss, 2013).

2.4. Melléktermék

A hulladékról megfogalmazott 2012. évi CLXXXV. törvény definiálja a melléktermék fogalmát, amely pontosítja az értelmezést.

Mellékterméknek nevezzük mindazt a tárgyat vagy valamilyen anyagot, amely egy előállítási folyamat során keletkezik, de ennek a folyamatnak elsődleges célja nem ezen tárgy vagy valamilyen anyag előállítása. A fenti fogalom akkor teljesül, ha együttesen megfelel ezen kritériumoknak, miszerint további felhasználásra kerül, az előállítási folyamat közvetlen részeként tartják számon, nincs negatív hatása az emberi szervezetre vagy a környezetre, további kezelése jogszerű vagyis megfelel a termék követelményeinek, a környezet- és egészségvédelemre vonatkozó összes jogszabályban foglaltaknak (2012. évi CLXXXV. törvény a hulladékról, 2012).

2.5. Adalékanyagok, tartósítószer és azok élelmiszerbiztonsági megítélése

Az adalékanyagok a világon mindenfelé az élelmiszeriparban használatos anyagok. Ezek funkciója, hogy a kész élelmiszereknek állandó minőséget biztosítsanak, lelassítsák a romlási folyamatokat és gátolják a káros baktériumok elszaporodását, továbbá feldolgozási segédanyagként állag, íz, illat és megjelenés javítására is alkalmazzák. A Codex Alimentarius, melyet az FAO és a WHO hozott létre, tartalmazza mindazokat az adalékanyagokra vonatkozó információkat, követelményeket, amelyeket Európában más országok is legálisan alkalmaznak. (Saltmarsh és Insall, 2013).

Magyarországon hatályos 1333/2008/EK rendelet szerint az tekinthető élelmiszer-adalékanyagnak, melyre igaz, hogy nincs befolyással károsan az emberi egészségre, továbbá kötetlenül attól, hogy tápértékkel rendelkezik-e vagy sem, nem fogyasztunk önmagában élelmiszerként, nem számít önmagában összetevőnek, sem alapanyagnak, valamint a feldolgozási folyamat során szándékosan adagoltuk az élelmiszerhez, ez azt eredményezi, hogy az anyag vagy annak származékai közvetlenül vagy közvetetten az élelmiszer részévé válik. Az élelmiszerbe való adagolást egy minimum és egy maximum mg/kg és ml/l határérték szabályozza, amelynek célja, hogy a minimum mennyiség hozzáadásával elérjük a funkció

szerinti kívánt eredményt, a maximum pedig az a szint, amikor még nem gyakorol káros hatást a szervezetre (1333/2008/EK élelmiszer-adalékanyag rendelet, 2008).

Ezen anyagok E-szám jelzéssel rendelkeznek és különböző csoportokra oszthatók fel hatásuk és funkciójuk szerint. Megkülönböztetünk természetes és mesterséges eredetű adalékokat, ezutóbbi a leginkább kiváltó oka a fogyasztói ellenszenv kialakulásának és az élelmiszerbiztonsági-kockázat megfelelő kezelésének megkérdőjelezésének (Beath és Hartmann, 2017).

A fogyasztói bizalom megerősítéséhez fontos eszköz a tudás. A kettős rendszer elméletet Miao és társai (2020) foglalták össze, egy kínai fogyasztókat vizsgáló tanulmányban. A kettős rendszer elmélet megmutatja, hogy az egyén mi alapján észleli és ítéli meg a világot. Ezeket a rendszereket kétféleképpen kategorizálhatjuk, ez az érzelem és az értelem. Az érzelmek révén vezérelt ítéletek és észlelések általában gyors lefolyásúak, tudattalanok és automatikusak. Ezek vezetnek olyan hiedelmekhez, melyek nem valóságok. Az értelem alapú egy irányított, megfontolt, tudatos, de lassú kimenetel, mely a logikán és a tapasztalatokon alapszik. Fogyasztókra nézve azért fontos megfigyelés ez, mert minél több hiteles információval bővül a tudástárunk reklámok és cikkek által, annál mérsékeltebbé válhat az élelmiszerbiztonsági-kockázattól való félelem és aggodalom (Miao et al., 2020).

2.6. A törköly újrahasznosítási lehetőségei

Világszerte számos kutatásban vizsgálták már a gyümölcs- és zöldségtörkölyökben jelenlévő fitokemikáliákat, hormonokat vagy bioaktív anyagokat. Az üzemi gyártás közben keletkező melléktermékekben, az alapanyagként felhasznált növény(ek)től függően változatos vegyületeket és vegyületcsoportok lelhetőek fel. Ezek takarmány esetleg trágyázás során felhasználhatók, továbbá pozitív hatással lehetnek az emberiszervezet működésére is (Berenguer et al., 2023).

A törköly legtöbbször egy mikrobiológiailag aktív melléktermék, amely nem Newtoni folyadéknak tekintett elasztó-viszkózus, „szilárd fázis” lényerés után, amiben visszamaradt értékes anyagok lelhetőek fel. Oldhatatlan növényi részek teszik ki nagyrésztét, melyek reverzibilis változást szenvedtek (Barta et al., 2007).

A gyümölcs- és zöldségtörköly esetében magas a pektin-, a színyanyag-, az élelmirosttartalom, amelyek kinyerése segít az ipar több területén is helyettesíteni a mesterséges

adalékanyagokat, vagy alapja lehet az étrendkiegészítő tabletták kivonatolásához is. (Barta et al., 2007; Majerska et al., 2019).

A lényérés során szétválasztott közel Newtoni folyadék fázis nem tartalmaz annyi bioaktív anyagot a művelet végeztével, mint a visszamaradt törköly, így a felhasználása igen sokféleképp kivitelezhető, mivel magas a bioaktív komponens tartalma. Világszerte a legelterjedtebb újra hasznosítási módhoz sorolható a vele való műtrágyázás, mely dúsítóanyagként szolgál a talaj számára, a komposztkomponensként való alkalmazás, az állati takarmányozás továbbá az alkoholos vagy alkoholmentes italok készítése is. Nem utolsó sorban kísérleti célokra is alkalmazzák, extraktumok elkészítésére étrendkiegészítők alapjaként (Majerska et al., 2019). Funkcionális élelmiszernek tekinthető a törköly és annak újra felhasznált formái akkor, ha a FUFOSÉ (Functional Food Science in Europe) által kiadott 1999-es jelentésben szereplő kritériumnak megfelel, miszerint a táplálkozásban betöltött szerepe mellett további legalább egy funkciót betölt, mely a szervezetre pozitív hatással van (FUSFOSE, 1999).

2.7. Extrakciós folyamatok

Számos extrakciós folyamat egyedüli és kombinált hatással képes sikeresen kivonni az értékes bioaktív vegyületeket a növényi alapanyagokból. Az egyre inkább elterjedt ultrahangos extrakció alkalmazásakor akusztikus kavitációs ultrahanghullámokat alkalmaznak a növényi sejtek mechanikus roncsolására, elősegítve az antioxidánsok oldószerben történő kioldódását. Ez a technika gyors extrakciót és hatékony kinyerést, kevesebb oldószerhasználatot és alacsonyabb energiafogyasztást eredményez (Chemat et al., 2017).

Emellett a hagyományos extrahálási módok közé sorolható az enzimatis, a szuperkritikus, a mikrohullámú kivonási forma valamint nem utolsó sorban a szilárd-folyadék extrakció is. A szilárd-folyadék extrakció egy dinamikus, heterogén tömegátadási folyamat, amelynek során a szilárd anyagból bizonyos vegyületek vagy frakciók kerülnek kioldásra szelektíven megválasztott oldószer alkalmazásával (Flórez-Fernández et al., 2018). A „zöld” kémiában a minta előkészítés során a megfelelő extrakciós módszer és az oldószer megválasztása kiemelt fontossággal bír. (Chemat et al., 2017; Maran et al., 2016). Pintać és társai 2018-as kutatásában a fenolos vegyületek szőlőtörkölyből való kioldásának hatékonyságát vizsgálták hat különböző oldószer alkalmazásával, amelyek közé tartozott a 80%-os metanol és az etanol is. A vizsgálatok rávilágítottak arra, hogy más-más oldószer a leghatékonyabb az egyes vegyületek kinyerésére. Az ipari feldolgozás szempontjából a 80%-os metanol tűnt a legkedvezőbbnek, mivel ezzel

lehetett a legnagyobb mennyiségű összes polifenolt kinyerni a nyersanyagból. (Pintać et al., 2018a). A szőlőtörkölynek és még más zöldségnek és gyümölcsnek az eredménye látható az (1. táblázatban), ahol összehasonlítási alapként 3 különböző oldószerhez tartozó eredményeket gyűjtöttem össze tanulmányokból. Az oldószer 50%, 70%, 80% vagy 100%-ban tartalmazza az egyes oldószereket és/vagy vizet. A fent említett extrahálószerrel kivonatolt zöldségek és gyümölcsök TPC és TFC értékeit lehet olvasni mgGAE/g-ban megadva, míg a FRAP értékeket mml/100g-ban.

A (1. táblázatban) a zöldségek közül a komló vizsgálata során alkalmazott etanol (EtOH) + víz (50%) elegye mutatta a legnagyobb antioxidáns kihozatalt a TPC módszer alkalmazásakor a 44.22 mgGAE/g értékkel. Ellenben a gyümölcsöknél, ahol ugyanazon módszer eredményeit, ugyanazon oldószer összetétel mellett nézve az avokádó héj 808 mg GAE/g volt.

1. táblázat: Gyümölcsök és zöldségek antioxidáns-tartalma különböző extrakciós oldószerek alkalmazásában

(Forrás: saját táblázat)

		Zöldségek					
		Hagyma (Małgorzata and Witkowska, 2011)	Paprika (Małgorzata and Witkowska, 2011)	Zellergyökér (Małgorzata and Witkowska, 2011)	Komló (Kowalczyk et al., 2013)		
Vizsgálati módszer	Oldószer	MetOH+víz 50%			Víz 100%	MetOH+víz 50%	EtOH+víz 50%,
		TPC	10,20 (mgGAE/g)	12,87 (mgGAE/g)	3,33 (mgGAE/g)	18,13 (mgGAE/g)	38,74 (mgGAE/g)
TFC		-	-	-	1,48 (mgGAE/g)	2,68 (mgGAE/g)	5,86 (mgGAE/g)
FRAP		2,67 (mml/100g)	2,52 (mml/100g)	1,15 (mml/100g)	-	-	-
		Gyümölcsök					
		Avokádó héj (Dibacto et al., 2021)		Szeder (Subbiah et al., 2020)	Áfonya (Subbiah et al., 2020)	Vörös szőlő (Pintać et al., 2018b)	
Vizsgálati módszer		Víz 100%	EtOH+víz 50%	EtOH 100%	EtOH + víz 70%		MetOH + víz 80%

Oldószer						
TPC	822 (mgGAE/g)	808 (mgGAE/g)	1301 (mgGAE/g)	1,81 (mgGAE/g)	2,93 (mgGAE/g)	66,6 (mgGAE/g)
TFC	275 (mgGAE/g)	481 (mgGAE/g)	691 (mgGAE/g)	30,12 (mgGAE/g)	70,31 (mgGAE/g)	6,5 (mgGAE/g)
FRAP	-	-	-	294,24 (mgGAE/g)	367,43 (mgGAE/g)	-

2.8. Ehető bevonatok szerepe az élelmiszercsomagolásban

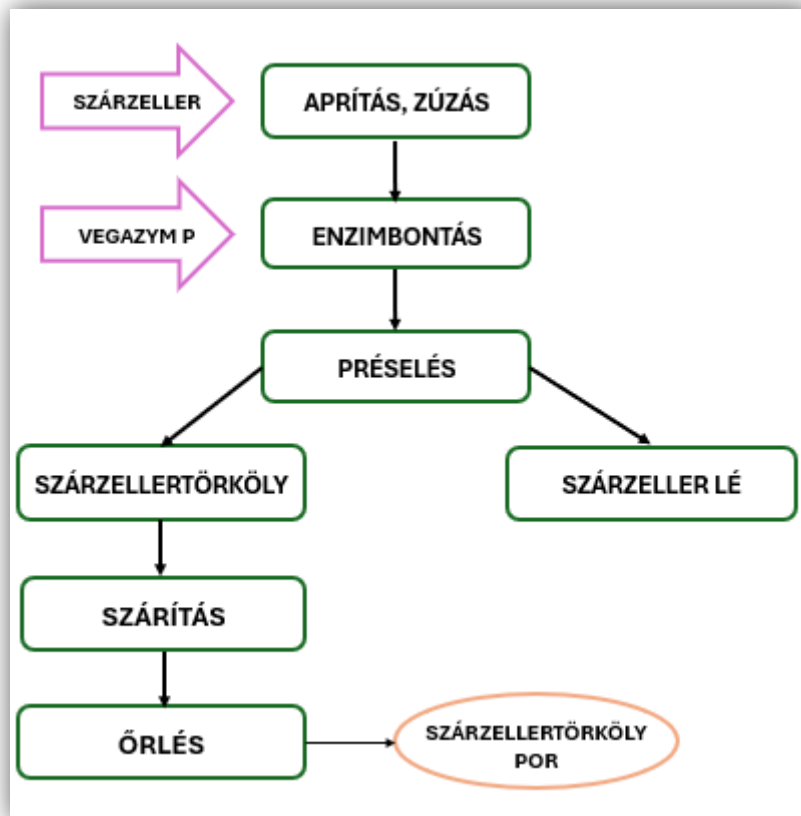
Az élelmiszer felületével közvetlenül érintkező réteg elsődleges csomagolásként szolgál a fentebb említett jótékony hatásai miatt. A gyümölcsökön, zöldségeken és más egyéb élelmiszereken történő bevonatképzésnek többféle technikája lehet, mint a bemártás, fluidágyas eljárás, permetezés, térhálóképzés vagy a rétegenkénti felhordás. A megfelelő módszer kiválasztásának függvénye az élelmiszer típusa, melynek gyümölcs és zöldség esetén a érési és romlási mintáját figyelembe kell venni. Továbbá a filmréteg vastagsága és a felület tulajdonsága is hatással van. bemeztéses módszert az egyszerűség és az gyakori alkalmazásának jellemzi. Három lépésből álló műveleten megy keresztül: első lépés a bemeztés és az oldatban tartás, második lépés az bevonóoldat felületi tapadása, végül a harmadik az oldószer elpárologtatása. Minőség befolyásoló tényezőként van jelen a bevonó oldat paraméterei, mint a viszkozitás, a felületi feszültség vagy a sűrűség. Ezen felül az idő, amit a termék a bevonatban tölt, de az alkalmazott oldószer és annak elpárologtatásának paraméterei is. Hátránya közé sorolható, hogy a bevonatképződés nem egyenletes és így a szárítás és oldószer párologtatás méretezése sem harmonikus. Ennek kiküszöbölésére alkalmas lehet a hab formájában való bevonat felvitele a felületre (Gupta et al., 2024; Prakash et al., 2020).

3. Felhasznált anyagok és módszerek

3.1. Felhasznált anyagok

4. ábra: Szárzeller feldolgozási művelete

(Forrás: saját szerkesztés fényképe)



A kísérletekhez szárzellertörköly port használtam fel, amit laboratóriumi körülmények között állítottam elő. A kereskedelmi forgalomból való beszerzést követően a szárzellert, felaprítottam és enzimezésnek vettem alá. A Vegazym P (Erbslöh, Geisenheim, Németország) egy folyékony, pektinbontó enzimek készítmény, amely részlegesen hidrolizált pektin lebontására szolgál zöldségpépek és zavaros, zöldségalapú termékek esetében. Az extrakció során háromféle oldószert alkalmaztam: vizet (melyet hígításhoz is felhasználtam), glicerint (80%) és etanolt (50%).

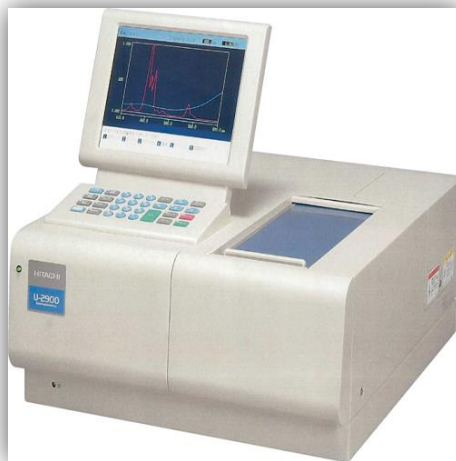
A kísérletek során az ehető bevonathoz összetevőként 1% zselatint, valamint 1% nátrium-alginátot ($\text{NaC}_6\text{H}_7\text{O}_6$) használtam.

A különböző vizsgálati módszerekhez a következő vegyszereket alkalmaztam: A TPC meghatározásához Folin–Ciocalteu-reagenst, galluszsavat, nátrium-karbonátot (Na_2CO_3)

és metanolt (80%) alkalmaztam. A TFC méréséhez alumínium-klorid-hexahidrátot ($\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), nátrium-acetátot ($\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) és etanolt (96%) vettem igénybe. A FRAP módszer során TPTZ (2,4,6-tripiridil-s-triazin) komplexképző reagenst, vas(III)-kloridot ($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) és aszkorbinsavat alkalmaztam. A vizsgálatok során az oldatok összeállításához főzőpoharat, keverőbotot, mérőhengert, automata pipettát és centrifugacsöveket használtam. Az abszorbancia (ABS) méréshez pedig a (5. ábrán) szereplő Hitachi U2900 típusú UV/VIS spektrofotométert.

5. ábra Hitachi U2900 típusú UV/VIS spektrofotométerrel

(Forrás:Internet 1)



3.2. Módszerek

A szárzeller (*Apium graveolens var. Dulce*) porított formájának elérése előtt ipari gyártási folyamatoknak megfelelő műveleteken ment keresztül, melyet laboratóriumi körülmények között imitáltam.

Az első művelet során friss szárzellert aprítottam fel közel azonos méretűre egy konyhai aprítógép (Philips HR 2873 Foodprocessor) segítségével.

Ezt követően 50-55°C-ra melegítettem fel a zúzalékot, majd hozzáadtam az előzetesen kiszámított 240 μl mennyiségű likvid állagú enzimmészítményt, végül homogenizálással eloszlattam a teljes felületen. Az enzim hatóideje 40 perc volt.

A préselést egy laboratóriumi csomagprés segítségével végeztem el (6. ábra).

A préskendőt bele helyeztem a préshengerbe és megtöltöttem zúzalékkal, mely a nagy mechanikai nyomás hatására 2 fázisra oszódott. Egy folyadék fázisra, mely a sejtszövetekből kinyert levet jelenti, valamint a szilárd fázisra, ami a törkölyt.

6. ábra Laboratóriumi csomagprés

(Forrás: saját ábra)



A lékihozatal számítását is elvégeztem, amelyet az Eredmények és értékelésük című fejezetben fejték ki részletesebben a (2) egyenlet számítási módja alapján.

$$Lékihozatal (\%) = 100 \times \frac{\text{préslé tömege (g)}}{\text{zúzalék tömege (g)}} \quad (2)$$

Konvektív atmoszférikus szárítószekrényben a törkölyt 60°C-on, 210 percig szárítottam, mely végén 8,185%-os nedvességtartalmat ért el.

A szárítást követően egyszerű konyhai őrlő segítségével porrá őröltem a száraz szárzellertörkölyt ezzel megnövelve az extrakció során végbemenő kioldódás hatékonyságot. Az extrakciós eljárás során 12 db mintát készítettem és 2 db párhuzamos mérést végeztem. Az összes minta az (7. ábrán) látható BANDELIN SONOREX (RK 52)-es ultrahangfürdővel 20 perces kezelésem esett át 20 KHz-en, szobahőmérsékleten.

Ezután centrifugacsőbe 10 ml extrahálószeret mértem ki és körülbelül 0,5 g szárzellertörkölyport (pontos tömeget minden esetben feljegyeztem). Az oldószerek összetétele a következő volt: 100% víz, 80% glicerín és 50% etanol.

7. ábra A minták 20 perces ultrahangos kezelése 20 KHz-en

(Forrás: saját ábra)



A homogenizálást követően vízfürdőben különböző hőmérsékleteken (50°C, 60°C) és különböző ideig (60 min, 120 min) végeztem az extrakciókat.

Ezen minták jelölésének értelmezését az (2. táblázatban) lehet olvasni:

2. táblázat: Extrakciós minták kódolása

(Forrás: Saját táblázat)

Minta neve	Alkalmazott oldószer	Hőmérséklet (°C)	Idő (min)	Ultrahangos kezelés (min)
E50/60	E (etanol – 50%)	50	60	20
E50/120	E (etanol – 50%)	50	120	
E60/60	E (etanol – 50%)	60	60	
E60/120	E (etanol – 50%)	60	120	
G50/60	G (glicerin – 80%)	50	60	
G50/120	G (glicerin – 80%)	50	120	
G60/60	G (glicerin – 80%)	60	60	

G60/120	G (glicerin – 80%)	60	120	
V50/60	V (víz – 100%)	50	60	
V50/120	V (víz – 100%)	50	120	
V60/60	V (víz – 100%)	60	60	
V60/120	V (víz – 100%)	60	120	

A folyamat végeztével elválasztottam a szilárd fázist a folyékonytól és a Thermo Scientific Megafuge centrifugában 4 percen keresztül, 4000 1/perc fordulatszámon üleptettem a mintákat, majd a felülúszót a vizsgálatokhoz elkülönítettem.

3.2.1. Összes Favonoid-tartalom - Total Flavonoid Content (TFC)

A mérés menete

Az összes flavonoid tartalom meghatározás során a kalibrációs egyenes egyenlete a következőként alakult: $y = 0,086x - 0,0012$. Először a szükséges oldatokat készítettem el, majd analitikai mérlegen kimértem 0,9078 g $AlCl_3 \cdot 6H_2O$ -t és 0,041 g Nátrium-acetátot. Ezeket külön-külön feloldottam 5-5 ml desztillált vízben. Ezt követően etanol (96%) oldatot készítettem. Ennél a mérésnél a kalibráló sort és a mérendő oldatokat is lezárható kémcső tettem, és 30 percig sötét helyen inkubáltam. A mintaoldat összeállításához 500 μ l alumínium-klorid-hexahidrátot, 500 μ l nátrium-acetátot és 225 μ l szárzellertrökölly extraktumot használtam majd a spektrofotometriás méréshez küvettába töltöttem és abszorbanciát (ABS) mértem.

3.2.2. Összes Polifenol tartalom -- Total Polyphenol Content (TPC)

A mérés menete

A kalibrációs egyenest a megfelelő mennyiségű galluszsav használatával vettem fel, az egyenes egyenlete pedig: $y = 0,2316x + 0,0002$ lett. A mintaoldat összetétele a következőképpen alakult: összesen 2500 μ l oldatból 1250 μ l hígított Folin-Ciocalteu reagenst, 150 μ l metanol (80%) – víz (20%) elegyet, 1000 μ l (Na_2CO_3) nátrium-karbonátot és végül 100 μ l mintát mértem ki. A kémcsövek tartalmát homogenizáltam majd 5 percig vízfürdőben 50°C-on helyeztem. A spektrofotométert ($\lambda = 760$ nm) először a vak mintákkal nulláztam.

3.2.3. Vasredukálóképességen alapuló módszer - Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP)

A mérés menete

A kalibrációs egyenest aszkorbinsavval vettem fel, mely egyenes egyenlete: $y = 0,2206x - 0,0261$. A mintaoldat összeállítása ugyanúgy zajlott, mint a többi esetben, melyet a (8. ábrán) látható eszközökkel (automata pipetta, főzőpohár, kémcső, mérőhenger és mérőlombik) végeztem el. A mintaoldat: 1400 μ l FRAP (TPTZ és vas III.-klorid) reagenst, 10 μ l desztilláltvizet és 100 μ l szárazellertörköly extraktumot pipettáztam a küvettába. Az 5 perc hatóidő letelte után megkezdtem spektrofotométerrel (593nm) az abszorbancia mérését.

8. ábra FRAP vizsgálathoz szükséges eszközök és reagensek

(Forrás: saját fénykép)



3.2.4. Ehető bevonattal kezelt almakockák tárolási kísérlete

Az ehető bevonat elkészítése előtt kiválasztottam, hogy a három oldószertípus közül melyik bizonyult a TFC-, TPC- és FRAP-vizsgálatok kihozatala szempontjából a legkedvezőbbnek. A 80%-os glicerin eredményei voltak a legkedvezőbbek viszont az ehető bevonathoz tartozó előkészítési lépés során 300°C-os szárítást igényelt volna a glicerin elpárologtatása, mely roncsolt volna minden komponenst, ezért a második legjobb opciót, az 50%-os etanolt választottam. A 80°C-on végzett, 45 perces párologtatást követően a petricsészében visszamaradt etanolmentes extraktumot a 200 ml-es bevonat részletével oldottam fel kaparóbot segítségével majd juttattam az ehető bevonatba.

Az ehető bevonatok összetétele a (3. táblázatban) leírtak szerint alakult.

3. táblázat: Az ehető bevonatok összetétele

(Forrás: Saját táblázat)

Oldat	Összetevők
Kontroll	1% Na-alginát + 1% zselatin + 98% víz
5%	1% Na-alginát + 1% zselatin + 5% szárzellertörköly kivonat + 93% víz
7,5%	1% Na-alginát + 1% zselatin + 7,5% szárzellertörköly kivonat + 90,5% víz
10%	1% Na-alginát + 1% zselatin + 10% szárzellertörköly kivonat + 88% víz

A tárolási kísérlethez 4 db almát (Idared) hámoztam meg és daraboltam fel 1x1 cm-es kockákra ezután a kihűlt oldatokba a (9. ábrán) látható módon 10 db almakocka mintát merítettem 5 percre. Az 5. perc után 2%-os kalcium-klorid (CaCl_2) oldatba merítettem az almákat, ahol enyhén zselés állagúra „szilárdult” bevonó réteget képezett a felületen.

9. ábra Az ehető bevonat bemerítéssel való mintára juttatása

(Forrás: Saját ábra)



3.2.5. Színmérés

Minden színméréskor a (10. ábrán) látható Konica Minolta CR-400 színmérő készüléket alkalmaztam. A szárzellertörköly extraktumok esetében 3 párhuzamos mérést végeztem, míg az almakockák esetében 10 db párhuzamos színmérés történt.

10. ábra Konica Minolta CR-400 színmérő készülék

(Forrás: Internet 2)



A kapott értékekből a teljes színváltozást, azaz a színingerkülönbséget (ΔE^*) a (3) egyenlet szemlélteti (Lukács, 1982). A barnulási indexet (BI) a (4) és (5) egyenletek segítségével számítottam, melyek képletei a következők (Subhashree et al., 2017).

A színingerkülönbség (ΔE^*) képlete:

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad (3)$$

L^* = világossági tényező

a^* = vörös/zöld tartomány

b*= sárga/kék tartomány

Barnulási index (BI) képlete:

$$BI = \frac{100 (x-0,31)}{0,17} \quad (4)$$

Melyből az x-et kifejezve:

$$x = \frac{a^{*+1,75} L^{*}}{5,645 L^{*}+a^{*}-3,012 b^{*}} \quad (5)$$

A (4. táblázat) adatai alapján elemeztem a minták színváltozását a tárolás napjai során.

4. táblázat Az emberi szemmel érzékelhető és nem érzékelhető színváltozások tartománya

(Forrás: Lukács, 1982, saját színmegkülönböztetés)

ΔE^*	Színíngerkülönbség
$\Delta E^* < 0,5$	nem érzékelhető
$0,5 < \Delta E^* > 1,5$	alig észrevehető
$1,5 < \Delta E^* > 3,0$	észrevehető
$3,0 < \Delta E^* > 6,0$	jól látható
$\Delta E^* > 6,0$	nagy színkülönbség

4. Eredmények és következtetések

Ebben a szakaszban a százzellertörköly kivonat értékes komponenseinek vizsgálata történt, különös tekintettel az antioxidáns jellegű vegyületekre. A vizsgálatok során a fenolos szerkezetű komponensek jelenlétét mennyiségi szempontból elemeztem. Ezen eredmények alapján fő célom volt felállítani egy extrahálási hatékonysági sorrendet a három oldószer ((glicerin (80%), etanol (50%), víz (100%)) és a paraméterek között valamint, hogy egy 4 napos hűtő tárolás során miként változik az ehető bevonattal kezelt almakockák relatív tömegvesztesége és színe annak tükrében, hogy különböző mennyiségben (Kontroll, 5%, 7,5%, 10%) adagolom az egyes bevonatokba a százzellertörköly kivonatot.

4.1. Százzellertörköly lékihozatal

Az Anyagok és Módszerek részben is szereplő (2) egyenlet

$$Lékihozatal (\%) = 100 \times \frac{865,77 (g)}{1596,59 (g)} = 54,23\% \quad (2)$$

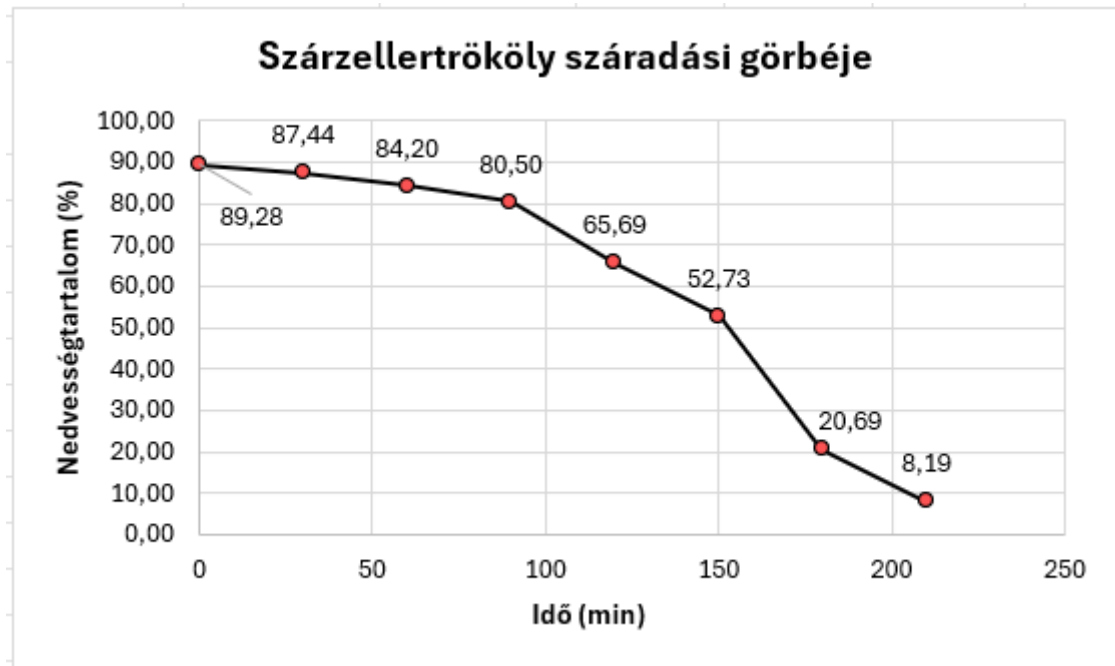
alapján számítottam ki a lékihozatal, ami a préselési műveletet követően 54,23% lett. Ezen eredményt befolyásolhatták technológiai hatások, mint az alapanyag minőségi paraméterei, darabolás, aprítás mértéke, a préselési idő, a nyomás vagy akár a pektinbontó enzim mennyisége és a hőkezelés is. Ha a lékihozatal eredményét szeretném optimalizálni mindenképp ultrahangos kezelésnek vetném alá, melyet a későbbi extrakció során is alkalmaztam.

4.2. Százzellertörköly szárítási görbéje

A százzellertörköly száradási görbéje a (11. ábra) foglalja magába. A teljes szárítás 210 percig tartott mely során a kiindulási 87.44%-os nedvességtartalomról 8.18%-ra csökkent. Az állandó sebességű száradási szakasz a 80.49% és az 52.73% (kritikus pont) közé tehető.

11. ábra Szárzellertörköly száradási görbéjének lefutása

(Forrás: saját ábra)



4.3. Szárzellertörköly extrakciós oldatok színmérése

Az (5. táblázat) extrakció végén kapott kivonatok átlagos színingerkülönbségeit (ΔE^*) hasonlítottam össze.

5. táblázat Szárzellertörköly extrakciós oldatainak színingerkülönbségeinek (ΔE^*) összehasonlítása

(Forrás: saját táblázat)

	E50/60	E50/120	E60/60	E60/120	G50/60	G50/120	G60/60	G60/120	V50/60	V50/120	V60/60	V60/120
E50/60	-											
E50/120	1,31	-										
E60/60	1,62	0,51	-									
E60/120	1,29	1,19	0,95	-								
G50/60	1,10	1,03	0,91	0,99	-							
G50/120	1,72	1,98	1,51	1,43	1,22	-						
G60/60	2,10	2,40	1,95	1,90	1,78	0,69	-					
G60/120	1,87	1,59	1,11	1,40	0,91	0,61	1,06	-				
V50/60	2,63	3,09	2,99	3,20	2,43	2,91	3,20	2,97	-			
V50/120	1,73	2,23	2,19	2,32	1,50	2,14	2,50	2,20	1,00	-		
V60/60	1,93	2,80	2,12	2,47	1,63	2,49	2,95	2,33	1,09	0,57	-	
V60/120	2,38	2,01	3,03	4,76	2,39	3,14	3,53	3,12	1,27	1,05	1,08	-

A vizes (100%), etanolos (50%) extraktumok átlagát tekintve 1,1%-kal nagyobb árnyalatbéli „jól látható” vagy „észrevehető” változás figyelhető meg, mint a vizes (100%), glicerines (80%) kivonatoknál. Az Anyagok és módszerekben leírt (4. táblázat) besorolás szerint a különbségeket rózsaszín színárnyalatokkal jelöltem. Az (E60/120; V60/120) páros esetén a legnagyobb színíngerkülönbség 4,76 volt, amelyhez képest a legkisebb eredmény (1,73) (E50/60; V50/120) 58%-kal kisebb.

Megfigyelhető, hogy a vizes (100%) kivonatok esetén a változás nem volt szemmel látható, mindegyik „nem érzékelhető” vagy „alig észrevehető” kategóriába esett. A színíngerkülönbség (1,009) 13,6%-kal alacsonyabb, mint az etanol (50%) és etanol (50%) valamint 3,4%-kal a glicerin és glicerin (80%) párok esetén.

Az etanol (50%), víz (100%) minták színíngerbéli eltéréseinek 25%-a a „jól látható” tartományba sorolandó (3,03–4,76), míg a maradék 75% a „szemmel érzékelhető” kategóriába.

A glicerin (80%), víz (100%) közötti különbségek (3,13–3,53) alacsonyabbak, de az arányok hasonlóak az előző összehasonlításhoz.

Az etanol (50%), etanol (50%) páros 83,3%-a az „alig észrevehető” tartományba esett, kivételt képezett az (E50/60; E60/60) kombinációk, ahol a színíngerkülönbség 1,62 és már „észrevehetőnek” minősített.

A glicerin (80%), etanol (50%) párosnál a minták 56,3%-a „alig észrevehető” kategóriába került, a maradék 43,8% „nem érzékelhető” volt. A legnagyobb eltérés ebben a sorozatban az (E50/120; G60/60) párosnál 2,40 volt.

A glicerin (80%), glicerin (80%) kivonatok esetén az etanoloshoz hasonlóan a (G50/60; G60/60) kombináció (ΔE^*) 1,78 volt, „alig észrevehető” tartományba esett, míg a további 16,7%-nyi eltérés „nem érzékelhetőnek” bizonyult.

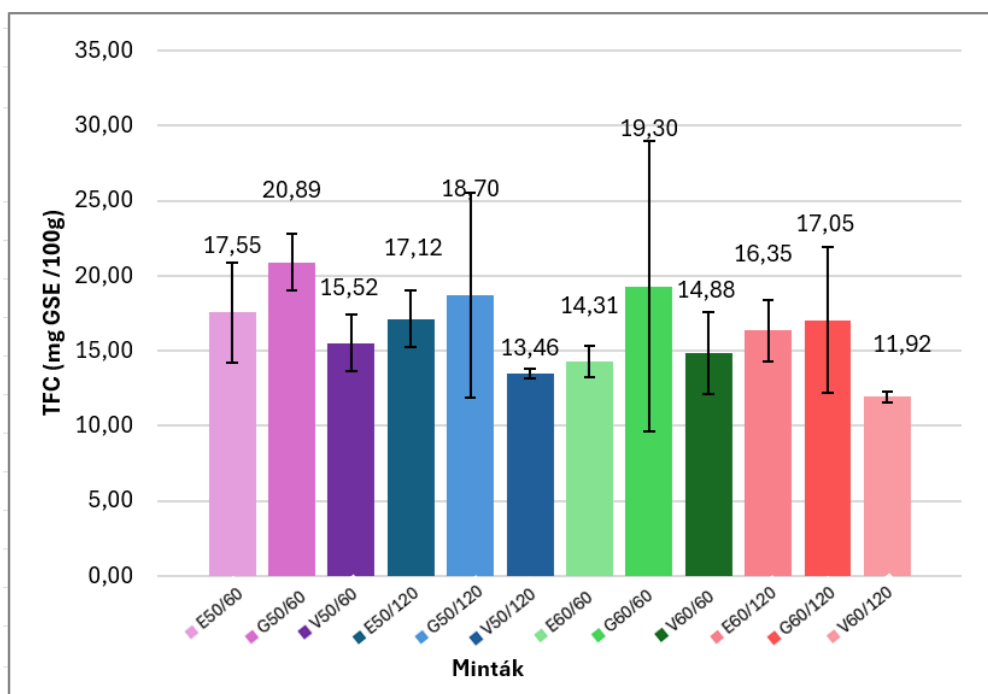
Összegezve az mondható el, hogy az etanol (50%), mint extrahálószer bizonyult a leghatékonyabbnak a színanyagok kioldására, ezután a glicerin (80%) majd a víz (100%) tartalmú oldószerek.

4.4. Teljes Flavonoid-tartalom - Total Flavonoid Content (TFC)

A (12. ábra) mutatja a minták teljes flavonoid tartalmát (mg GSE/100g) a minták függvényében. ANOVA statisztikai elemzéssel, vagyis az egytényezős varianciaanalízis segítségével vizsgáltam meg, hogy a három extrahálószer kioldási hatékonysága között van-e szignifikáns különbség 0,05-ös szignifikanciaszinten az adott körülmények között. A kapott p-érték ($4,2 \times 10^{-3}$) igazolja. A glicerines (80%) oldószerben, 50°C-os és 60 perces kezeléssel (50/60) történt extrakció adta a legjobb eredményt, 20,89 mg GSE/100g teljes flavonoid tartalommal. Ezt követte a 60/60 paraméterű minta 19,30 mg GSE/100g-mal, majd az 50/120-on 18,70 mg GSE/100g -mal, végül a 60/120-on 17,05 mg GSE/100g értékkel.

12. ábra: Teljes Flavonoid tartalom eredményei

(Forrás: saját ábra)



A legalacsonyabb eredményeket a vizes (100%) extrahálószer produkálta, mint kivonó közeg. Ezen csoportnál a legjobb eredményt az 50/60-as kombinációnál értem el 15,52 mg GSE/100g flavonoid tartalommal, míg a legkisebb érték 60/120-on 11,92 mg GSE/100g-mal. A 60/60-on mért 14,88 mg GSE/100g 3,4%-kal haladta meg az etanolos (50%) extraktum (60/60)-on kapott 14,31 mg GSE/100g értékét, ami jelzi, hogy a víz bizonyos körülmények között hasonlóan teljesített.

A három oldószerre végzett analízis során kapott $4,422 \times 10^{-3}$ p-érték arra enged következtetni, hogy szignifikáns vagyis teljes mértékig a paraméterek befolyásának hatása okozta a csoportok közötti eltérő flavonoid kihozatalt. A glicerin (80%), etanol (50%) közötti eltérés szignifikáns különbségnek vehető (p-érték= $4,479 \times 10^{-2}$), míg a glicerin (80%), víz (100%) esetében ez nagy (p-érték= $4,251 \times 10^{-3}$). Az etanol (50%), víz (100%) összehasonlításakor a $6,822 \times 10^{-2}$ p-érték szerint éppen, hogy nem volt szignifikáns változás a különbség.

Összehasonlítva a csoportok eredményeit az mondható el, hogy az Összes Flavonoid Tartalom kivonásához a legalkalmasabb paraméterek növekvő sorrendje átlagos mg GSE/100g-ra nézve a következő volt: (60/120) < (60/60) < (50/120) < (50/60). Tehát az alacsonyabb hőmérséklet és hatóidő hatékonyabbnak bizonyult az extrakció során.

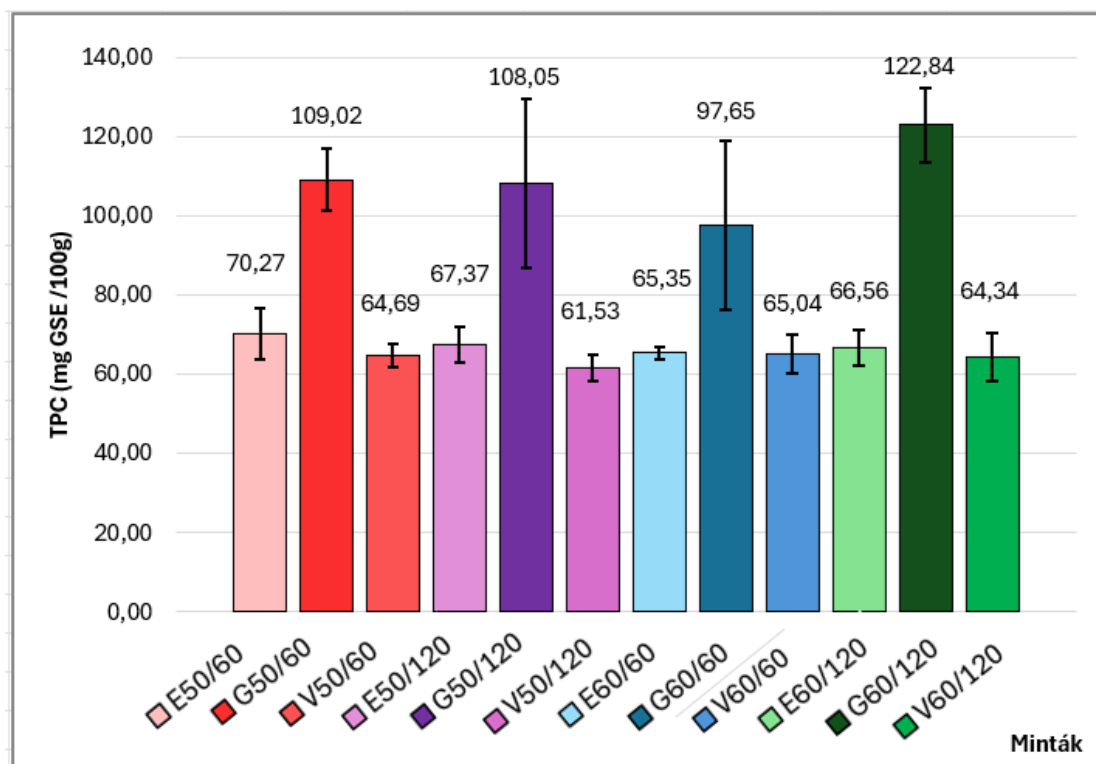
Az extrahálószerrek növekvő sorrendje pedig a következő volt: víz (100%) < etanol (50%) < glicerin (80%). Vagyis könnyebb kioldódást biztosíthatott a poláris közeg a poláris vegyületek számára.

4.5. Összes Polifenol tartalom - Total Polyphenol Content (TPC)

A glicerin (80%) bizonyult a leghatékonyabb oldószernek a polifenolok kinyerésére az összes vizsgált paraméteren, ezzel megelőzve az etanolos (50%) és a vizes (100%) kivonatokat.

13. ábra: Teljes Polifenol tartalom eredményei

(Forrás: saját ábra)



A (13. ábrán) látható oszlopdiagram a szárzellertörköly kivonatok változó paramétereinek függvényében lett ábrázolva a Teljes Polifenol Tartalom (mg GSE/100g).

Megfigyelve a hőmérséklet és az idő tényezők négy csoportját észrevehető, hogy a glicerines (80%) oldószerben a 120 perces hőkezelés átlagosan 10,5%-kal jobb kihozatalt eredményez, mint a 60 percig tartó. Ezt igazolja is a 60/120-on kiextrahálódott 122,84 mg GSE/100g polifenol mennyiség is, mely a legkedvezőbb volt. Ezt követi másodikként a 109,02 mg GSE/100g 50/60-on, majd 108,05 mg GSE/100g polifenol tartalom 50/120-on. A legalacsonyabb érték ebben a kategóriában 97,65 mg GSE/100g lett a 60/60-on végzett extrakció eredményeként.

Az etanolos (50%) és vizes (100%) kivonatok átlagos polifenol tartalma közelebb állnak egymáshoz, mint a gliceriné (80%), így mindkét csoportban a szórás kicsi, így az adatok koncentráltabban helyezkednek el az átlag körül (EtOH = 67,39; Víz = 63,90) az egytényezős varianciaanalízis alapján.

A második legeredményesebb oldószer a Teljes Polifenol tartalom szempontjából is az etanol (50%) volt. A 60 és 120 perces extrakciók átlagos értékeinek összehasonlítása alapján a két paraméter között mindössze 1,2% különbség mutatkozott. Az 50/60-on kapott legnagyobb eredmény 70,27 mg GSE/100g volt, ami 7,9%-kal haladta meg a vizes (100%) kivonat (50/60)

legmagasabb értékét (64,69 mg GSE/100g). A legalacsonyabb Teljes Polifenol tartalmat 60/60-on mértem 65,5 mg GSE/100g értékkel.

A vizes (100%) extrakcióból származó polifenol kihozatal a legkedvezőtlenebbnek bizonyult. A legnagyobb értéket 60/60-on mértem (65,04 mg GSE/100g), ami a glicerines (80%) kivonatnak (97,65 mg GSE/100g) mindössze a 66,6%-a. A második legnagyobb érték (50/60) 64,69 mg GSE/100g volt, ami csak 0,54%-kal lett alacsonyabb a 60/60-on mért eredménynél. A legkisebb Összes Polifenol tartalom (50/120) 61,53 mg GSE/100g volt.

Összességében a legkedvezőbb paraméterkombinációk a három extrahálószerre vonatkozóan növekvő sorrendben a következőképp alakultak:

$(60/60) < (50/120) < (50/60) < (60/120)$

A 60 és 120 perces kezelések átlagos értékei közötti különbség 1,93 mg GSE/100g, ami az átlag értékhez viszonyítva 2,9%-os előnyt jelent a 60 perces hőkezelés javára az 50 és 60°C-os extrakciók esetében.

A Teljes Flavonoid tartalom eredményeihez hasonlóan az extraktum hatékonyság növekvő sorrendje: víz (100%) < etanol (50%) < glicerin (80%) voltak. A glicerin (80%), víz (100%) között igen nagy volt a statisztikai eltérés (p -érték= 1×10^{-4}), a glicerin (80%), etanol (50%) összehasonlításáról szintén ez mondható el (p -érték= 2×10^{-4}). A hasonló polaritásuk okán a legkisebb szignifikáns különbséget az etanol (50%), víz (100%) között mértem (p -érték= $3,83 \times 10^{-2}$). Tehát jelen esetben is a glicerin (80%) bizonyult a hatékonyabb extrahálószernek. Az ANOVA statisztikai elemzés során az egytényezős varianciaanalízis segítségével vizsgáltam, hogy mekkora a szignifikáns különbség a három extrahálószer és a változó paraméterek között, valamint, hogy a csoportok közötti eltérés nem a véletlen eredménye-e. A kapott p -érték ($3,8 \times 10^{-6}$) alapján befolyásolták az említett tényezők az extrakció végeredményét.

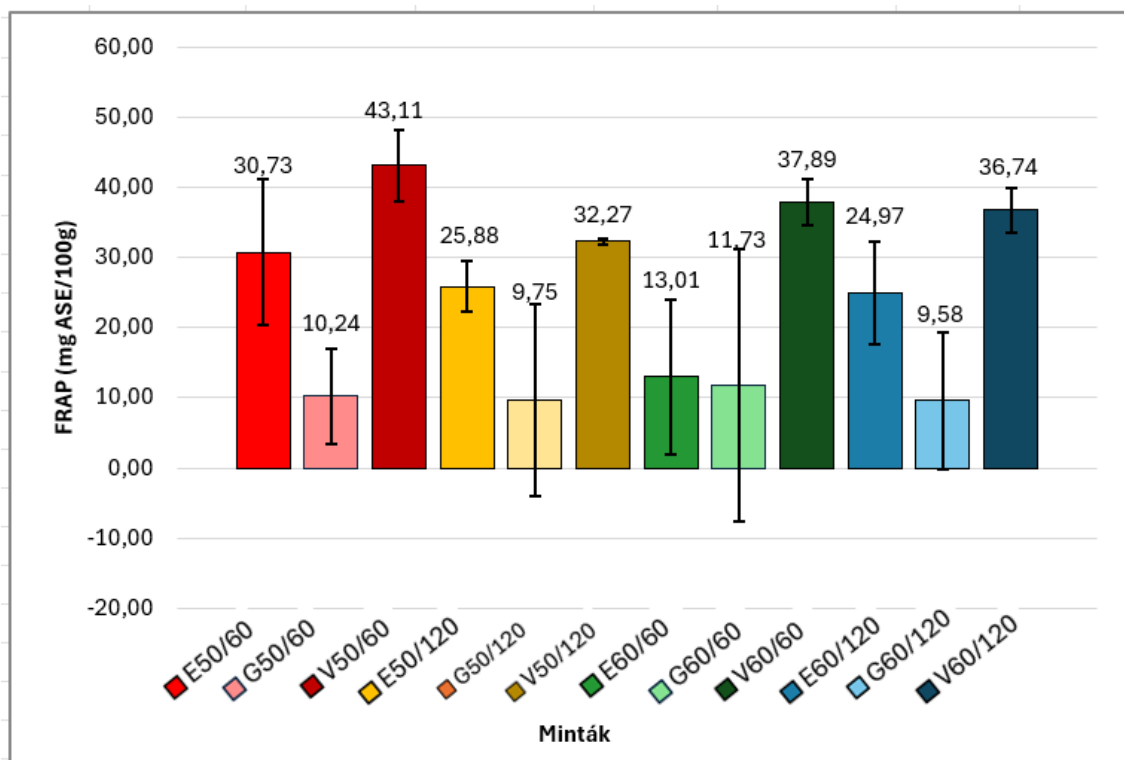
4.6. Vasredukálóképességen alapuló módszer - Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP)

A többi vizsgálattal ellentétben, a vasredukáló képesség (FRAP) mérésnél nem a glicerines (80%) vagy az etanolos (50%) közeg, hanem a vizes (100%) extraktum bizonyult a leghatékonyabbnak (14. ábra). Mivel a FRAP módszer kimondottan a vízben oldható antioxidánsokat képes mérni, így szignifikánsan magasabb értékeket kaptam a víz (100%) esetében, ami az oldószer poláris jellegével is és a vízben oldódó antioxidáns vegyületek (pl.

fenolos savak, flavonoidok) nagyobb arányú kioldódásával is magyarázhatók. A legnagyobb antioxidáns kapacitás (43,11 mg ASE/100g) az 50/60 paraméterkombinációval készült extraktumból származott. Ezt követte a 60/60 beállítás 37,89 mg ASE/100g értékkel, amely mindössze 3,03%-kal haladta meg a 60/120-on mért 36,74 mg ASE/100g eredményt. A legalacsonyabb vasredukáló képességet a 50/120-as mintánál tapasztaltam (9,75 mg ASE/100g).

14. ábra Vasredukáló képességen alapuló (FRAP) módszer

(Forrás: saját ábra)



A méréseim során a korábbi eredményekhez hasonlóan a második helyen az etanolos (50%) oldószer végzett, melynek legmagasabb FRAP értéke 50/60-on 30,73 mg ASE/100g lett. A 50/120 paraméternél mért 25,88 mg ASE/100g érték 19,8%-kal alacsonyabb a legnagyobb vizes (100%) kivonat (32,27 mg ASE/100g) eredményénél ugyanazon körülmények között. Ugyanakkor az 50/120-as érték 165,4%-kal meghaladta a glicerines (80%) extraktum (9,75 mg ASE/100g) legkedvezőtlenebb eredményét. A 60/60-as minták esetében az etanolos (50%) oldat 13,01 mg ASE/100g koncentrációt mutatott, míg 60/120-on 24,97 mg ASE/100g értéket mértem. Ezek az adatok azt mutatják, hogy a hőmérséklet és az idő kombinációja együttes módon befolyásolja az etanolos (50%) extrakció hatékonyságát és nem minden esetben

érvényesül lineáris összefüggés. A hosszabb idejű, magasabb hőmérsékletű kezelés több esetben az antioxidáns tartalom csökkenéséhez vezetett.

A glicerines (80%) extraktum átlagos FRAP értéke 10,33 mg ASE/100g. A legmagasabb eredmények 60/60 esetében 11,73 mg ASE/100g és 50/60 esetében pedig 10,24 mg ASE/100g voltak. A 50/120 paraméterek alkalmazásával extrahált minta 9,75 mg ASE/100g értéket adott, ami mindössze 1,7%-kal haladta meg a 60/120-as extraktum 9,58 mg ASE/100g eredményét. A 60 és 120 perces csoportok összehasonlítása során arra következtetésre jutottam, hogy a rövidebb, 60 perces hőközlés ennél az oldószerrel 11,9%-kal kedvezőbbnek bizonyult. Ez a kíméletesebb tényező az antioxidáns-megőrző hatását erősíti.

A legkedvezőbb tényező kombináció az összes oldószer átlagát tekintve növekvő sorrendben a következőképp alakult:

$(60/60) < (50/120) < (60/120) < (50/60)$

A hatékonyság szempontjából a legjobb közeg növekvő sorrendben a: glicerín (80%) < etanol (50%) < víz (100%).

Az ANOVA statisztikai elemzés során egytényezős varianciaanalízis alapján megállapítható volt, hogy a három oldószercsoport között szignifikáns eltérés figyelhető meg (p -érték $1,26 \times 10^{-4}$). A legkisebb csoporton belüli szórás a glicerines (80%) extraktum esetében adódott (0,96), ami azt jelenti, hogy az eredmények az átlag körül vannak. Az etanolos (50%) minták eredményei jóval nagyobb eltérést mutattak (56,68), ami egyértelműen megmutatja, hogy jelentősen nagyobb különbség van az egyes eredmények és a csoport átlag között. A vizes (100%) kivonatok mérési adatai pedig közepes szórást jeleztek (19,83) vagyis eltér az átlagtól. A csoportok közötti elemzések során az F -érték (28,606) és az F -kritikus (4,256) közötti különbség szignifikáns eltérést mutatott.

Összességében 14,8%-kal kedvezőbb eredményt adtak azok az extrakciók, amelyeknél a hőkezelési idő rövidebb, 60 perces volt, szemben a 120 perces eljárással. Ez arra utal, hogy a hosszabb ideig tartó hőbehatás részben károsíthatja a hőérzékeny antioxidáns vegyületeket.

4.7. Ehető bevonattal kezelt almakockák tárolási kísérlete

4.7.1. Almakockák relatív tömegvesztesége

A vizsgálat célja annak megállapítása volt, hogy az antioxidáns-tartalmú bevonó réteg milyen mértékben képes csökkenteni a nedvességveszteséget. Feltételezésem az volt, hogy minél magasabb az ehető bevonat extraktum tartalma, annál kisebb lesz a súlycsökkenés mértéke is. ANOVA statisztikai elemzéssel, egytényezős varianciaanalízis segítségével hasonlítottam össze a négyféle ehető bevonat relatív tömegveszteségét, majd páronkénti vizsgálatot végeztem a mintaösszehasonlítás érdekében.

Az extraktumot tartalmazó bevonatok közül átlagosan a legkisebb tömegveszteséget az 5%-os minta mutatta (16,63%), ezt követte a 10%-os (18,87%). A 17,78%-os kontrollhoz viszonyítva tehát az 5% és 10%-os bevonatok bizonyultak a legkedvezőbbnek, mivel kisebb mértékű tömegveszteséget mutattak a tárolás során. A hipotézissel ellentétben, miszerint a magasabb extraktum tartalom csökkenteni fogja a súlyveszteséget a legnagyobb és legmeglepőbb értéket a 7,5%-os bevonattal kezelt almakockáknál tapasztaltam, ahol a veszteség elérte a 28,85%-ot is elérte. Ez szembement az elvárattal, melynek oka lehet a rosszul képződött ehető bevonat is akár.

A 95%-os konfidenciaszinten végzett ANOVA elemzés alapján a három csoport között szignifikáns különbség áll fenn ($p = 3,58 \times 10^{-5}$). Az 5%, 7,5% és 10%-os minták varianciája (22,29; 33,95; 26,74) közepesen nagynak tekinthető, ami arra utal, hogy az 4 napos tárolás során a tömegváltozás a csoportokon belül egyenletesnek bizonyultak, ugyanakkor a p-érték tükrében a különböző koncentrációjú bevonattal kezelt minták között egyenetlenül ment végbe a változás.

A Kontroll és az 5%-os csoport összehasonlításakor kapott eredmények alapján az F-érték (0,2156) nem haladta meg az F-kritikus (4,4139) értéket, tehát az 5%-os bevonat (16,63%) nem tekinthető szignifikánsan eltérőnek a 17,78%-os kontrollhoz képest.

Az extraktum tartalmú bevonattal ellátott almaminták vizsgálata során a 7,5%-os minta tömegvesztesége a kontrollhoz képest 38,4%-kal nőtt, amely szignifikáns különbséget jelentett (p -érték = $6,6 \times 10^{-5}$).

A Kontroll és a 10%-os minta között nem volt jelentős különbség, a legnagyobb extraktum tartalmú ehető bevonatnál mindössze 5,8%-os növekedés figyelhető meg a relatív tömegvesztésben, amely statisztikailag nem bizonyult szignifikánsnak (p -érték = 0,6748).

Az 5% és a 7,5%-os bevonatok összevetésekor a kétmintás t -próba (nem egyenlő szórásnégyzetekkel) kimutatta, hogy a p -érték ($7,59 \times 10^{-5}$) jóval a 0,05-ös szignifikanciaszint alatt van, tehát az eltérés erősen szignifikáns. Ugyanez megállapítható a 7,5%-os és a 10%-os minták között is, ahol 34,6%-kal nagyobb relatív tömegvesztést kaptam és a p -érték ($7,8 \times 10^{-4}$) szintén a szignifikanciaszint alatt maradt.

Ezzel szemben az 5% és a 10%-os minták összehasonlítása során (p -érték = $3,148 \times 10^{-1}$) nem volt kimutatható szignifikáns különbség.

A várakozásokkal ellentétben a megfogalmazott hipotézis nem igazolódott be, miszerint minél magasabb a hozzáadott antioxidáns tartalom, annál kisebb a súlycsökkenés a három koncentráció esetében, mivel a 7,5%-os bevonat nagy szignifikáns különbséget mutatott az 5%-os és 10%-os extraktum tartalmú bevonatokhoz képest. A szárzellertörköly-extraktummal dúsított ehető bevonatok összességében nem mutattak egységes és jelentős védelmet a tömegvesztéssel szemben. Vagyis a bevonat hatékonysága nem lineárisan arányos az extraktum koncentrációjának növelésével.

4.7.2. Almakockák színíngerkülönbségének mérése

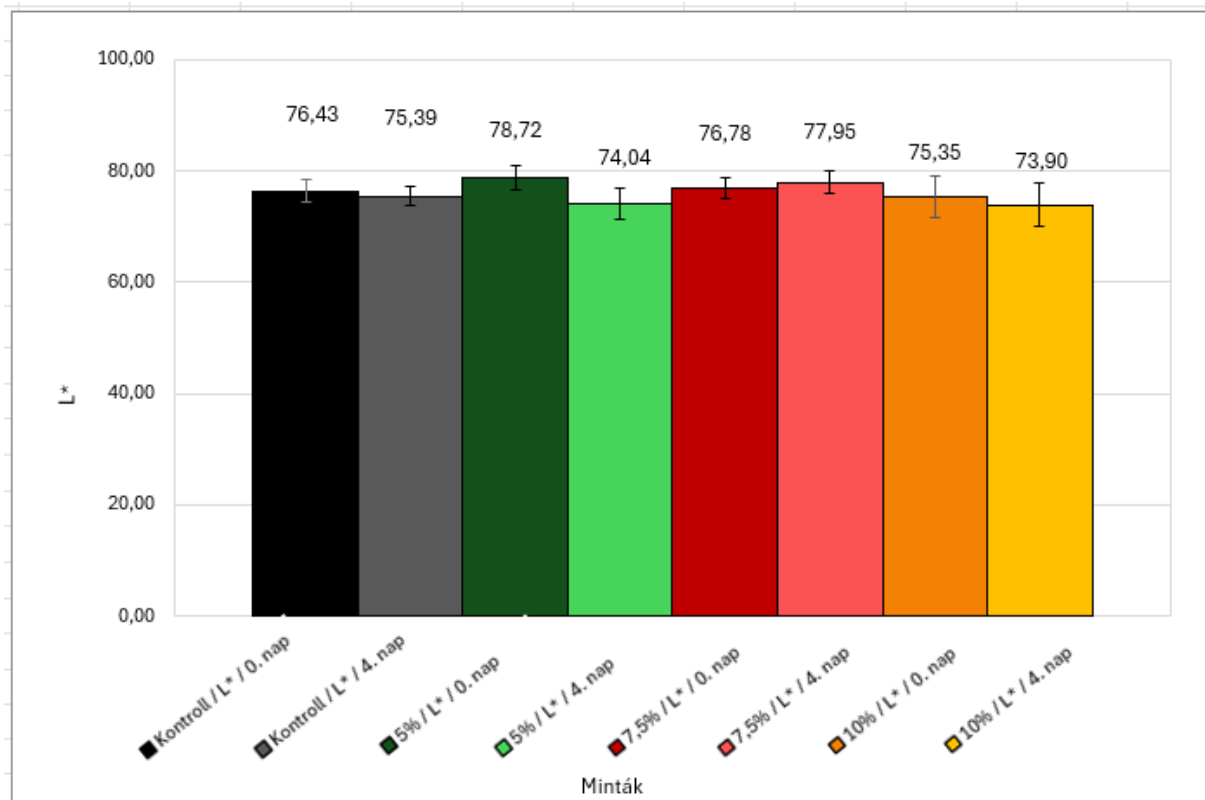
A 4 napos tárolási kísérlet során mért adatok közül a 0. és a 4. nap eredményeit használtam fel a színíngerkülönbség (ΔE^*) meghatározására. A nullhipotézisem az volt, hogy minél nagyobb az extraktum koncentrációja az ehető bevonatban, annál kisebb mértékű színváltozás várható. De mielőtt az előbb említett értékeket elemeztem volna, megfigyeltem miként változik a világossági tényező (L^*) és a b^* az első és az utolsó napokon.

A minták első és utolsó napjához tartozó világossági tényezők (L^*) láthatók a (15. ábrán). A kontroll almaminták az idő előre haladtával csak 1,36%-ot sötétedtek. Az 5%-os eredményezte a legnagyobb különbséget a kezdeti (78,72) L^* értékénél, mely 5,9%-kal volt nagyobb, mint a végső napon (74,04) kapott L^* . Tehát itt már valóban szemmel is érzékelhető volt a sötétedés.

A 7,5%-os ehető bevonattal kezelt almaminták tekintetében a 0. naphoz (76,78) képest 1,5%-kal világosabb árnyalat volt megfigyelhető, mint a 4. napon (77,95). Ezen eredmény hozott csak pozitív változást. A 10%-os minta a napok elteltével csak 1,9%-kal sötétedett.

15. ábra L* változása a 0. és a 4. nap között

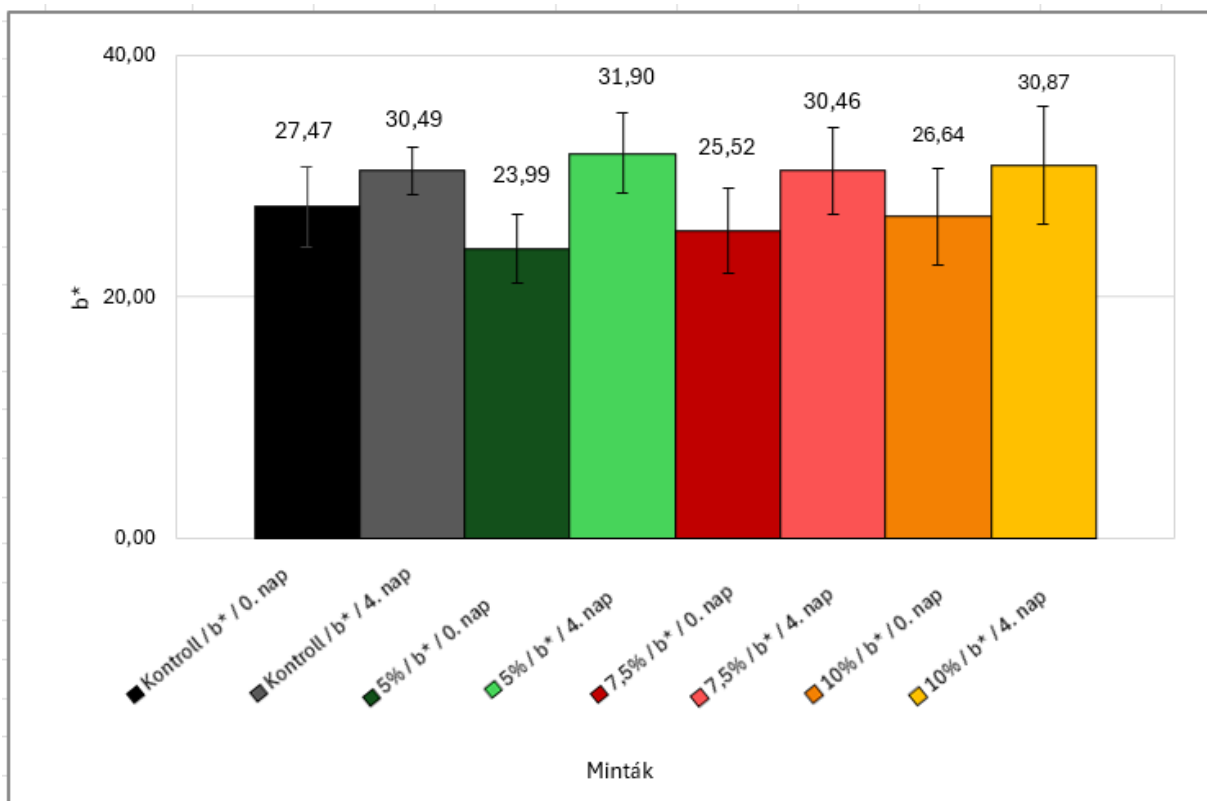
(Forrás: saját ábra)



A következő ábra (16. ábra) a b* érték változását mutatja be szintén a napok előrehaladtával. Minél magasabb ez az érték annál inkább a sárgás tartományba csap át a minta színe. Minden esetben emelkedett a b* értéke, de a legkisebb eltérést a kontroll mintáknál (9,9%) mértem, majd ezt követte a 10%-os extraktum tartalmú, ahol a 4. napra 13,7%-kal nőtt az eredmény a sárga-tartomány felé. Szintén kis mértékű differenciának tekinthető az 4 nap alatt lejárló változás a 7,5%-os ehető bevonatú almakockákat tekintve, melynél 16,2%-kal volt nagyobb a végső b* értéke. Ezekkel szemben látványos (24,8%) sárgulás volt érezhető az 5%-os bevonatnál.

16. ábra b* változása a 0. és a 4. nap között

(Forrás: saját diagram)



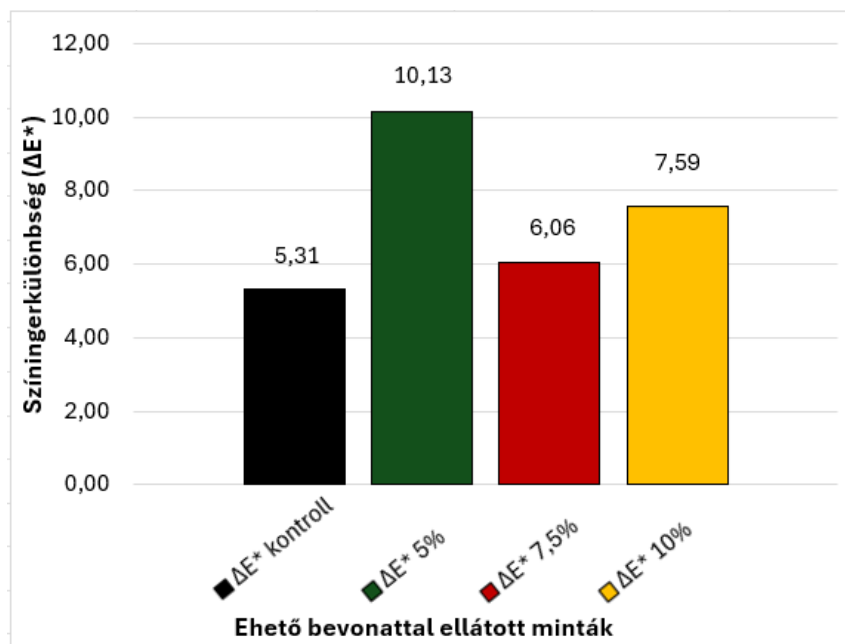
Az 5%-os bevonat esetében a ΔE^* érték 10,13 volt, ami 52,39%-kal magasabb, mint a kontroll mintáké (5,31). Ez arra utal, hogy ebben a csoportban a legintenzívebb színváltozás ment végbe. A kontrollhoz képest mért különbség szignifikánsnak bizonyult (p -érték= $3,18 \times 10^{-2}$), ami azt jelzi, hogy a hozzáadott antioxidáns valamilyen oknál fogva nem gyakorolt a mintákra kellő védőhatást.

A 7,5%-os minták esetében a mérések 60%-a a „nagy színelkülönbségű”, 40%-a pedig a „jól látható” kategóriába került. Az ΔE^* érték 6,06 volt, ami 12,4%-kal több „nagy színelkülönbséget” eredményezett, mint a kontroll, viszont a statisztikai próbák alapján a különbség nem

szignifikáns (p -érték = $4,79 \times 10^{-1}$). Ez arra enged következtetni, hogy a bevonat mérsékelten lassította a barnulást, de nem idézett elő számottevő színtabilizáló hatást.

A 10%-os extraktummal dúsított bevonat ΔE^* értéke 7,59 volt, ami a második legmagasabb a vizsgált minták között. A minták 50%-ánál volt szemmel látható eltérés, a kontrollal összevetve pedig a p -érték = $1,16 \times 10^{-2}$ már szignifikáns különbséget jelez. Ez arra utal, hogy a legnagyobb antioxidáns-koncentráció sem javította a színmegőrzést.

17. ábra Az ehető bevonattal kezelt almakockák színíngerkülönbségének (ΔE^*) összehasonlítása tárolás során (Eorrás: saját diagram)



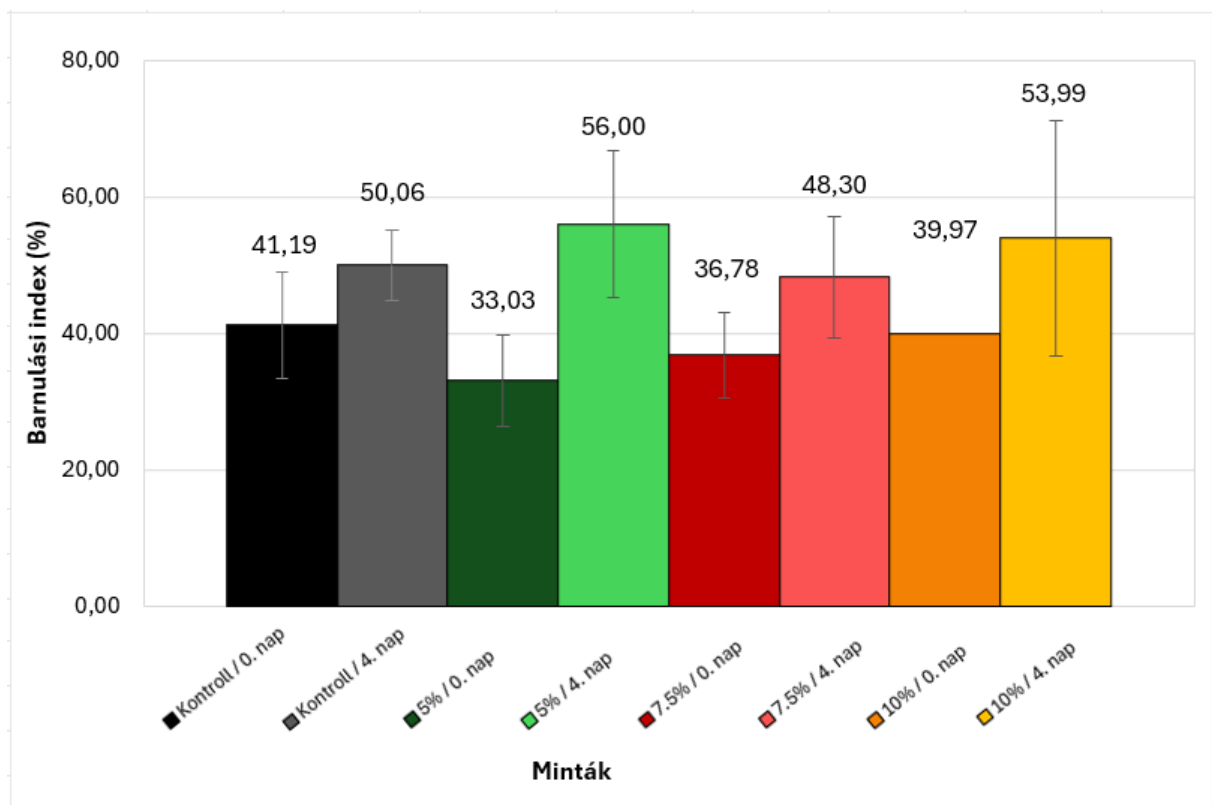
Az 5% és 7,5% közötti összehasonlításban szignifikáns eltérés mutatkozott a színintenzitásban ($p = 3,66 \times 10^{-2}$), ahol a nagyobb extraktumtartalmú bevonat színíngerkülönbség értéke 67,2%-kal alacsonyabb volt. Ugyanakkor az 5%-os és a 10%-os (p -érték = $1,69 \times 10^{-1}$) valamint a 7,5%-os és a 10%-os (p -érték = $1,89 \times 10^{-1}$) közötti különbségek nem bizonyultak statisztikailag jelentősnek. A kapott eredmények alapján megállapítható, hogy a szárzellertörköly-extraktummal készült bevonatok nem csökkentették a színváltozást, hanem esetenként enyhén növelték is a barnulás mértékét. Ennek hátterében az állhat, hogy az alkalmazott antioxidánsok mennyisége nem volt elegendő a polifenol-oxidáz enzim aktivitásának gátlásához, vagy egyes komponensek, mint a fény, a hő és oxigén hatására oxidációs kölcsönhatásokba léptek, elősegítve a bomlást.

4.7.3. Almakockák barnulási indexe

A barnulási index (BI) 0. és 4. nap közötti változását a különböző minták esetében a (18. ábra) szemlélteti oszlopdiaagram formájában. Az eredmények összhangban vannak a színíngerkülönbség (ΔE^*) vizsgálatánál kapott tendenciákkal, megerősítve, hogy az antioxidáns-tartalmú bevonatok alkalmazása nem idézett elő színtabilizáló hatást.

18. ábra Barnulási index változása a tárolás során

(Forrás: saját ábra)



A kontroll minták esetében az ehető bevonatnál természetesebb barnulási folyamat zajlott le a tárolás során: a BI a 0. napon mért 41,19%-ról a 4. napra 50,06%-ra emelkedett, ami 17,7%-os növekedést jelent. Az F-érték (9,1480) meghaladta az F-kritikus értéket (4,4139), így a különbség mérsékelten szignifikánsnak tekinthető. Ez azt mutatja, hogy antioxidáns hozzáadása nélkül bekövetkezett valamilyen mértékben a színváltozás, ami elsősorban az enzimikus barnulás természetes lefolyásának tudható be.

ide jöjjön az 5%, legyen valami logika benne, pl. a növekvő extraktum koncentrációja

A 7,5%-os extraktummal bevont almakockák barnulása viszonylag kismértékű volt: mindössze 23,9%-os volt a változás. Az F-érték (11,3552) itt is meghaladta az F-kritikus határértéket (4,4139), ami szignifikanciát jelez. Ez arra utal, hogy a nagyobb antioxidáns-tartalom valamelyest mérsékelte a színromlást, de nem akadályozta meg teljesen a barnulási folyamatot.

A 10%-os bevonat esetében az F-érték (4,7170) alig haladta meg az F-kritikust (4,4139), tehát a különbség éppen szignifikánsnak mondható. Ez arra enged következtetni, hogy a magasabb koncentráció nem feltétlenül járt együtt arányosan erősebb védőhatással. Lehetséges, hogy a túlzott mennyiségű növényi kivonat kedvezőtlenül befolyásolta a film szerkezetét vagy a hatóanyagok oxidációját, így csökkent a hatékonyság.

A legnagyobb eltérést az 5%-os százellertörköly-extraktummal kezelt minták mutatták: a barnulási index 33,03%-ról 56,00%-ra nőtt, ami 41,01%-os változást jelent. Az F-érték (32,9066) jóval meghaladta az F-kritikus értéket (4,4139), így a különbség kifejezetten szignifikánsnak tekinthető. A nagyobb eltérés arra utalhat, hogy ez a koncentráció nem optimális a színmegőrzés szempontjából. Elképzelhető, hogy az antioxidánsok mennyisége vagy azok kölcsönhatása a bevonó anyaggal gyorsította a sejtek oxidációját.

Összességében az eredmények alapján elmondható, hogy a különböző extraktumkoncentrációk eltérő módon befolyásolták a minták színtabilitását. Bár minden csoportban szignifikáns változás következett be, a hatás mértéke nem nőtt lineárisan a koncentrációval. A tapasztalt eltérések valószínűleg az antioxidáns-komponensek eltérő aktivitásával, a bevonó film fizikai tulajdonságaival, valamint az enzimatikus barnulás komplex mechanizmusával magyarázhatók.

A tárolás során végbemenő változások folyamatát a (19. ábra) mutatja be, ahol szemmel látható barnulási szakaszok figyelhetők meg az almakockákon.

19. ábra Az almakockák 4 napos tárolási kísérlet barnulási színváltozásának nyomon követése napról napra

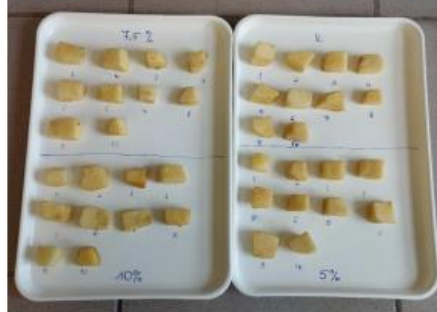
(Forrás: saját ábra)



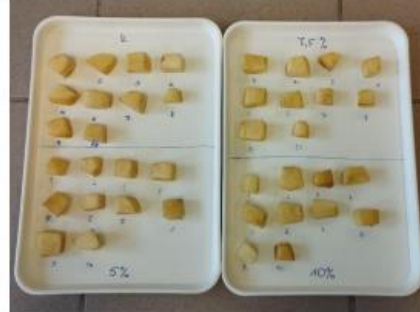
0. nap

1. nap

2. nap



3. nap



4. nap

5. Összefoglalás

A melléktermékek újrahasznosítása fontos szerepet tölt be az élelmiszeripar minden területén. Az ezekben visszamaradt értékes antioxidáns vegyületek és az egyéb értékes komponensek kinyerésével ismételt felhasználásukra kerülhetnek. Ennek fényében szakdolgozatom során laboratóriumi körülmények között különböző technológiai műveletek során (aprítás, zúzás, enzimbontás, prézelés) szárazeller levet és törkölyt állítottam elő. Utóbbi atmoszférikus szárítással és őrléssel nyerte el végső formáját a kísérletekhez. Extrakciós oldószerként glicerint (80%), etanolt (50%) vagy vizet (100%) adagoltam a mintákhoz majd 50 és 60°C-os, 60 és 120 percig tartó hőhatás után 20 perces ultrahang kezelést alkalmaztam. Az extrakciós paraméterek alkalmazásával célom volt megállapítani, hogy melyik extrakciós oldószer milyen egyéb műveletekkel kombinálva a leghatékonyabb módszer az antioxidáns vegyületek legnagyobb mértékű kinyerésére. Továbbá az optimális módszert alkalmazva a kinyert szárazellertörköly extraktumot újrahasznosítás céljából különböző koncentrációban (5, 7,5 és 10%) ehető bevonat összetevőjeként alkalmaztam almadarabok esetén 4°C-os 4 napos tárolási kísérlet során, hogy értékeljem a bevonat hatását az almák színére és relatív tömegvesztésére.

Munkám során különböző spektrofotometriás módszereket végeztem, melyek a kinyerhető antioxidáns hatású vegyületek koncentrációját mutatták meg (összes polifenol tartalom (TPC), összes antioxidáns kapacitás (FRAP), összes flavonoid tartalom (TFC). Színméréssel az extraktumok és az almadarabok színparamétereit vizsgáltam, melyekből szemmel észrevehető színingerkülönbséget (ΔE^*) és barnulási indexet (BI) számítottam.

Színmérést végeztem, melyből kiderült, hogy a három féle oldószerextraktum közül az etanolos (50%) bizonyult a színyanyagok kioldására a leghatékonyabbnak, ezt követték a glicerines (80%) és a vizes (100%) minták eredményei.

A TPC esetében a glicerines (80%) oldószer adta a legjobb eredményt az összes paraméterkombináció között, különösen a 60°C-on, 60 percig hőkezelt minta (122,84 mg GSE/100g) bizonyult kiemelkedőnek. Második helyen az etanolos (50%) extraktum szerepelt (70,27 mg GSE/100g, 50°C, 60 perc), míg a vizes (100%) oldószer 60°C-on, 60 perces extrakció mellett (65,04 mg GSE/100g) adta a legalacsonyabb értéket.

A FRAP-módszer, amely a vízben oldódó antioxidánsok mennyiségét méri, azt mutatta, hogy a legnagyobb FRAP-érték a vizes (100%) extrahálószerben volt tapasztalható (43,11 mg

ASE/100g, 50°C, 60 perc). Ezt követte az etanolos (50%) (30,73 mg ASE/100g) 50°C-on, 60 percen, míg a legalacsonyabb eredményt a glicerines (80%) minta mutatta (9,75 mg ASE/100g), (50°C, 120 perc).

A fent ismertetett vizsgálatok jelentősége abban rejlik, hogy a kivont fenolos vegyületek újrahasznosítható, antioxidáns hatású összetevőként szolgálhatnak élelmiszerekhez. Ennek ismeretében elvégeztem egy 4 napos hűtött tárolási előkísérletet, mely során antioxidánssal dúsított ehető bevonatokba merítettem almakockákat, és 4 napon keresztül vizsgáltam a színváltozásukat és tömegveszteségüket.

Négyféle bevonatot készítettem: egy kontrollt (extraktum nélkül) és három extraktummal dúsítottat (5%, 7,5% és 10%). A kontrollmintához (17,78%) viszonyítva az 5%-os bevonatú minták relatív tömegvesztesége kis mértékű javulást mutatott (16,63%), de ez nem volt szignifikáns ($p > 0,005$), míg a 10%-os bevonat (18,87%) enyhe negatív eltérést mutatott. A 7,5%-os bevonatnál viszont szignifikánsan ($p = 3,58 \times 10^{-5}$) nőtt a relatív tömegveszteség.

A színíngerkülönbség (ΔE^*) esetében nem igazolódott egyértelmű színtabilizáló hatás a százzellertörköly-extraktum növekvő koncentrációjával. A kontroll (5,31) értékhez viszonyítva az 5%-os bevonat mutatta a legnagyobb eltérést (10,13), a 7,5%-os 6,06-os, a 10%-os pedig 7,59-es ΔE^* értéket eredményezett. Szignifikáns különbség volt kimutatható a kontroll és a 10%-os ($p = 1,16 \times 10^{-2}$), a kontroll és az 5%-os ($p = 3,18 \times 10^{-2}$), valamint az 5%-os és 7,5%-os minták ($p = 3,66 \times 10^{-2}$) között.

A barnulási index (BI) vizsgálata a 0. és 4. nap között azt mutatta, hogy a legkisebb változás a 10%-os bevonat esetében történt ($F = 4,7170 > F\text{-krit} = 4,4129$), míg szignifikáns különbséget a 7,5%-os bevonat mutatott ($F = 11,3552 > F\text{-krit} = 4,4129$). Az 5%-os bevonatú almamintákban a napok elteltével szignifikáns különbséget tapasztaltam ($F = 32,9066 > F\text{-krit} = 4,4129$). A kontrollmintákhoz ($F = 9,1480 > F\text{-krit} = 4,4129$) képest ezek a barnulási folyamatok az antioxidáns hozzáadásának ellenére látványosabbak voltak.

Az általam végzett kísérletek eredményei alapján a legjobb extrahálószer a glicerin (80%) volt a TPC és a TFC méréseket tekintve, a FRAP esetében a vizes (100%) oldószer volt a leghatékonyabb. A legkedvezőbb paraméter kombináció, amely a legmagasabb antioxidáns kihazatalokat mutatta az 50°C-on, 60 percig tartó kezelés volt. Az extrakciós módszerek eredményeit és az azokból származó következtetéseket további mérésekkel lehetne pontosítani, mint az extrakciós idő és hőmérséklet változtatása, valamint az ultrahangos kezelés időtartamának emelése. Az újrahasznosítás során az ehető bevonathoz hozzáadott

antioxidánsok mikrobiológiai vizsgálatával és a bevonat összetételének optimalizálásával lehetne hatékonyabbá tenni.

6. Irodalmi hivatkozás

1. Abdelal, R., Herrera, Y.M., Johnston, A.I., McDermott, R., 2006. Identity as a Variable. PPS 4. <https://doi.org/10.1017/S1537592706060440>
2. Barta J., Dr. Biacs P., Dr. Deák T., Dr. Hidegkuti G., Dr. Körmendy I., Monspart Dr. Sényi J., Dr. Rák I., Stégerné Dr. Máté M., Dr. Vatai G., Dr. Vukov K., 2007. Növényi nyersanyagok feldolgozástechnológiai műveletei. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
3. Bearth, A., Hartmann, C., 2017. Consumers' Perception and Acceptance of Food Additives, in: Reference Module in Food Science. Elsevier, p. B978008100596521250X. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.21250-X>
4. Berenguer, C.V., Andrade, C., Pereira, J.A.M., Perestrelo, R., Câmara, J.S., 2023. Current Challenges in the Sustainable Valorisation of Agri-Food Wastes: A Review. Processes 11, 20. <https://doi.org/10.3390/pr11010020>
5. Biró G., Kubányi J., Schmidt J., 2016. A SOKOLDALÚ ANTIOXIDÁNSOK. Magyar Dietetikusok Országos Szövetsége, TÁPLÁLKOZÁSI AKADÉMIA 1.-8.
6. Chemat, F., Rombaut, N., Sicaire, A.-G., Meullemiestre, A., Fabiano-Tixier, A.-S., Abert-Vian, M., 2017. Ultrasound assisted extraction of food and natural products. Mechanisms, techniques, combinations, protocols and applications. A review. Ultrasonics Sonochemistry 34, 540–560. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2016.06.035>
7. Crozier, A., Jaganath, I., Clifford, M., 2007. Phenols, Polyphenols and Tannins: An Overview, in: Plant Secondary Metabolites: Occurrence, Structure and Role in the Human Diet. pp. 1–24. <https://doi.org/10.1002/9780470988558.ch1>
8. Crozier, A., Jaganath, I.B., Clifford, M.N., 2009. Dietary phenolics: chemistry, bioavailability and effects on health. Nat. Prod. Rep. 26, 1001. <https://doi.org/10.1039/b802662a>
9. Cuyckens, F., Claeys, M., 2005. Determination of the glycosylation site in flavonoid mono- O - glycosides by collision-induced dissociation of electrospray-generated deprotonated and sodiated molecules. J. Mass Spectrom. 40, 364–372. <https://doi.org/10.1002/jms.794>
10. Dibacto, R.E.K., Tchente, B.R.T., Nguedjo, M.W., Tientcheu, Y.M.T., Nyobe, E.C., Edoun, F.L.E., Kamini, M.F.G., Dibanda, R.F., Medoua, G.N., 2021. Total Polyphenol and Flavonoid Content and Antioxidant Capacity of Some Varieties of Persea americana Peels Consumed in Cameroon. ScientificWorldJournal 2021, 8882594. <https://doi.org/10.1155/2021/8882594>
11. Flórez-Fernández, N., Torres, M.D., González-Muñoz, M.J., Domínguez, H., 2018. Potential of intensification techniques for the extraction and depolymerization of fucoïdan. Algal Research 30, 128–148. <https://doi.org/10.1016/j.algal.2018.01.002>
12. FUSFOSE, 1999. Scientific Concepts of Functional Foods in Europe Consensus Document. Br J Nutr 81, S1–S27. <https://doi.org/10.1017/S0007114599000471>
13. Gupta, D., Lall, A., Kumar, S., Patil, T.D., Gaikwad, K.K., 2024. Plant-based edible films and coatings for food-packaging applications: recent advances, applications, and trends. Sustainable Food Technol. 2, 1428–1455. <https://doi.org/10.1039/D4FB00110A>

14. Hans W., K., 2008. 1000 Gyógynövény. Berlin.
15. Haris Omar, S., 2010. Oleuropein in Olive and its Pharmacological Effects. *Sci. Pharm.* 78, 133–154. <https://doi.org/10.3797/scipharm.0912-18>
16. 1Hulladéktv. - 2012. évi CLXXXV. törvény a hulladékról [WWW Document], 2012. URL https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1200185.tv&fbclid=IwAR0XHYvA316xU8JO_DPz5hh97fFC9EIRGIzow_eFJizOeTOGHRfE8v_8DOs (accessed 1.30.24).
17. Iqbal, N., Kibtia, M., Khoder, R.M., Javed, M., Khalifa, I., Kanwal, R., Zheng, R., Xiong, S., Liu, Y., 2025. Valorization of peanut shell polyphenols as natural antioxidants for preserving silver carp mince during refrigerated storage. *Food Chemistry* 493, 145762. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2025.145762>
18. Internet 1: https://www.indiamart.com/proddetail/hitachi-u-2900-double-beam-spectrophotometer-21987708988.html?srsltid=AfmBOorOPKvMyysL5ZtHFgqpTqyWQWBacxQQoEf5f4NmU4K-J4I_oB3H
19. Internet 2: <https://primet.hu/termek/cr-400-cr-410/>
20. Jaiswal, R., Matei, M.F., Subedi, P., Kuhnert, N., 2014. Does roasted coffee contain chlorogenic acid lactones or/and cinnamoylshikimate esters? *Food Research International* 61, 214–227. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.09.040>
22. Kiss, M., 2013. Hulladékgazdálkodás, in: *Hulladékgazdálkodás*. Debreceni Egyetem, Debrecen, p. 122.
23. Kooti, W., Daraei, N., 2017. A Review of the Antioxidant Activity of Celery (*Apium graveolens* L.). *J Evid Based Complementary Altern Med* 22, 1029–1034. <https://doi.org/10.1177/2156587217717415>
24. Kowalczyk, D., Świeca, M., Cichocka, J., Gawlik-Dziki, U., 2013. The phenolic content and antioxidant activity of the aqueous and hydroalcoholic extracts of hops and their pellets. *Journal of the Institute of Brewing* 119, 103–110. <https://doi.org/10.1002/jib.73>
25. Li, M., Wang, Y., Wei, X., Wang, Z., Wang, C., Du, X., Lin, Y., Zhang, Yunting, Wang, Y., He, W., Wang, X., Chen, Q., Zhang, Yong, Luo, Y., Tang, H., 2023. Effects of pretreatment and freezing storage on the bioactive components and antioxidant activity of two kinds of celery after postharvest. *Food Chemistry: X* 18, 100655. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2023.100655>
26. Lukács, G. (1982). *Színmérés*. Budapest: Műszaki Könyvkiadó.
27. Majerska, J., Michalska, A., Figiel, A., 2019. A review of new directions in managing fruit and vegetable processing by-products. *Trends in Food Science & Technology* 88, 207–219. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.03.021>
28. Maleki, S.J., Crespo, J.F., Cabanillas, B., 2019. Anti-inflammatory effects of flavonoids. *Food Chemistry* 299, 125124. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125124>
29. Maran, J.P., Nivetha, C.V., Priya, B., Al-Dhabi, N.A., Ponmurugan, K., Manoj, J.J.B., 2016. *Gossypium arboreum* L. magból történő poliszacharid extrakció modellezése központi

kompozit forgatható kialakítással. *International Journal of Biological Macromolecules* 86, 857–864. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2016.01.094>

30. Miao, P., Chen, S., Li, J., Xie, X., 2020. Decreasing consumers' risk perception of food additives by knowledge enhancement in China. *Food Quality and Preference* 79, 103781. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2019.103781>
31. Morellon-Sterling, R., Tavano, O., Bolivar, J.M., Berenguer-Murcia, Á., Vela-Gutiérrez, G., Sabir, J.S.M., Tacias-Pascacio, V.G., Fernandez-Lafuente, R., 2022. A review on the immobilization of pepsin: A Lys-poor enzyme that is unstable at alkaline pH values. *International Journal of Biological Macromolecules* 210, 682–702. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2022.04.224>
32. Pintać, D., Majkić, T., Torović, L., Orčić, D., Beara, I., Simin, N., Mimica–Dukić, N., Lesjak, M., 2018a. Solvent selection for efficient extraction of bioactive compounds from grape pomace. *Industrial Crops and Products* 111, 379–390. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.10.038>
33. Pintać, D., Majkić, T., Torović, L., Orčić, D., Beara, I., Simin, N., Mimica–Dukić, N., Lesjak, M., 2018b. Solvent selection for efficient extraction of bioactive compounds from grape pomace. *Industrial Crops and Products* 111, 379–390. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.10.038>
34. Prakash, A., Baskaran, R., Vadivel, V., 2020. Citral nanoemulsion incorporated edible coating to extend the shelf life of fresh cut pineapples. *LWT* 118, 108851. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108851>
35. Saltmarsh, M., Insall, L., 2013. Food Additives and Why They Are Used, in: Saltmarsh, M. (Ed.), *Essential Guide to Food Additives*. The Royal Society of Chemistry, pp. 1–13. <https://doi.org/10.1039/9781849734981-00001>
36. Subbiah, V., Zhong, B., Nawaz, M.A., Barrow, C.J., Dunshea, F.R., Suleria, H.A.R., 2020. Screening of Phenolic Compounds in Australian Grown Berries by LC-ESI-QTOF-MS/MS and Determination of Their Antioxidant Potential. *Antioxidants (Basel)* 10, 26. <https://doi.org/10.3390/antiox10010026>
37. Subhashree, S.N., Sunoj, S., Xue, J., Bora, G.C., 2017. Quantification of browning in apples using colour and textural features by image analysis. *Food Qual Saf* 1, 221–226. <https://doi.org/10.1093/fqsafe/fyx021>
38. Tian, Q., Giusti, M.M., Stoner, G.D., Schwartz, S.J., 2005. Screening for anthocyanins using high-performance liquid chromatography coupled to electrospray ionization tandem mass spectrometry with precursor-ion analysis, product-ion analysis, common-neutral-loss analysis, and selected reaction monitoring. *Journal of Chromatography A* 1091, 72–82. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2005.07.036>
39. Yusni, Y., Zufry, H., Meutia, F., Sucipto, K.W., 2018. The effects of celery leaf (*apium graveolens* L.) treatment on blood glucose and insulin levels in elderly pre-diabetics. *Saudi Medical Journal* 39, 154–160. <https://doi.org/10.15537/smj.2018.2.21238>
40. Zamora-Ros, R., Knaze, V., Rothwell, J.A., Hémon, B., Moskal, A., Overvad, K., Tjønneland, A., Kyrø, C., Fagherazzi, G., Boutron-Ruault, M.-C., Touillaud, M., Katzke, V., Kühn, T., Boeing, H., Förster, J., Trichopoulou, A., Valanou, E., Peppas, E., Palli, D., Agnoli, C., Ricceri, F., Tumino, R., de Magistris, M.S., Peeters, P.H.M., Bueno-de-Mesquita, H.B., Engeset, D., Skeie, G., Hjartåker, A., Menéndez, V., Agudo, A., Molina-Montes, E., Huerta, J.M., Barricarte, A., Amiano, P., Sonestedt, E., Nilsson, L.M., Landberg, R., Key, T.J., Khaw, K.-T., Wareham, N.J.,

Lu, Y., Slimani, N., Romieu, I., Riboli, E., Scalbert, A., 2016. Dietary polyphenol intake in Europe: the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC) study. *Eur J Nutr* 55, 1359–1375. <https://doi.org/10.1007/s00394-015-0950-x>

41. 2012. évi CLXXXV. törvény a hulladékról, 2012, Magyarország

42. 1333/2008/EK rendelet 3. cikk (2) a), 2008: élelmiszeradalékanyagok, Magyarország,

7. Ábrák és táblázatok jegyzéke

1. ÁBRA: SZÁRZELLER (<i>APIUM GRAVEOLENS</i> VAR. <i>DULCE</i>)	3
2. ÁBRA: FLAVONOIDOK BEMUTATÁSA ALCSOPORTOK SZERINT.....	HIBA! A KÖNYVJELZŐ NEM LÉTEZIK.
3. ÁBRA: KELETKEZETT HULLADÉK MEGOSZLÁS HULLADÉKFAJTÁK SZERINT	7
4. ÁBRA: SZÁRZELLER FELDOLGOZÁSI MŰVELETE.....	13
5. ÁBRA HITACHI U2900 TÍPUSÚ UV/VIS SPEKTRIFOTOMÉTERREL.....	14
6. ÁBRA LABORATÓRIUMI CSOMAGPRÉS.....	15
7. ÁBRA A MINTÁK 20 PERCES ULTRAHANGOS KEZELÉSE 20 KHZ-EN, 25°C-ON.....	16
8. ÁBRA FRAP VIZSGÁLAT ELŐKÉSZÍTÉSE	18
9. ÁBRA AZ EHEŐ BEVONAT BEMERÍTÉSES MÓDSZERREL VALÓ MINTÁRA JUTTATÁSA	19
10. ÁBRA KONICA MINOLTA CR-400 SZÍNMEŐ KÉSZÜLÉK.....	20
11. ÁBRA SZÁRZELLERTÖRKÖLY SZÁRADÁSI GÖRBÉJÉNEK LEFUTÁSA.....	23
12. ÁBRA: TELJES FLAVONOID TARTALOM EREDMÉNYEI.....	25
13. ÁBRA: TELJES POLIFENOL TARTALOM EREDMÉNYEI.....	26
14. ÁBRA VASREDUKÁLÓ KÉPESSÉGEN ALAPULÓ (FRAP) MÓDSZER.....	29
15. ÁBRA L* VÁLTOZÁSA A 0. ÉS A 4. NAP KÖZÖTT.....	33
16. ÁBRA B* VÁLTOZÁSA A 0. ÉS A 4. NAP KÖZÖTT.....	34
17. ÁBRA AZ EHEŐ BEVONATTAL KEZELT ALMAKOCKÁK SZÍNINGERKÜLÖNBŐSÉGÉNEK (ΔE^*) ÖSSZEHASONLÍTÁSA TÁROLÁS SORÁN.....	35
18. ÁBRA BARNULÁSI INDEX VÁLTOZÁSA A TÁROLÁS SORÁN.....	36
19. ÁBRA AZ ALMAKOCKÁK 4 NAPOS TÁROLÁSI KÍSÉRLET BARNULÁSI SZÍNÁLTÓZÁSÁNAK NYOMON KÖVETESÉ NAPRÓL NAPRA.....	37
1. TÁBLÁZAT: GYÜMÖLCSÖK ÉS ZÖLDSÉGEK ANTIOXIDÁNS-TARTALMA KÜLÖNBÖZŐ EXTRAKCIÓS OLDÓSZEREK ALKALMAZÁSÁBAN	11
2. TÁBLÁZAT: EXTRAKCIÓS MINTÁK KÓDOLÁSA	16
3. TÁBLÁZAT: AZ EHEŐ BEVONATOK ÖSSZETÉTELE	19
4. TÁBLÁZAT AZ EMBERI SZEMMEL ÉRZÉKELHETŐ ÉS NEM ÉRZÉKELHETŐ SZÍNÁLTÓZÁSOK TARTOMÁNYA	21
5. TÁBLÁZAT SZÁRZELLERTÖRKÖLY EXTRAKCIÓS OLDATAINAK SZÍNINGERKÜLÖNBŐSÉGEINEK (ΔE^*) ÖSSZEHASONLÍTÁSA	23

8. Hallgatók, doktoranduszok nyilatkozata mesterséges intelligencia (MI) alkalmazásáról

1. Általános adatok

Hallgató neve:	SZIJJ ADRIENN
Neptun-kódja:	H1K8MT
Képzési szint (a megfelelőt jelölje X-szel):	<input checked="" type="checkbox"/> BSc/BA <input type="checkbox"/> MSc/MA <input type="checkbox"/> Doktori (PhD) <input type="checkbox"/> Egyéb: TDK
Tantárgy neve/kódja*:	Tudományos diákköri pályamunka
A munka címe:	Szárzeller törköly újrahasznosítása bioaktív komponensek kivonása céljából

* doktori értekezés esetén nem kitöltendő

2. Nyilatkozat az MI használatáról

Alulírott, etikai felelősségem teljes tudatában az alábbi nyilatkozatot teszem:

(Kérjük, válasszon egyet az alábbi lehetőségek közül!)

A) Nem alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.

(Amennyiben ezt jelölte, a további táblázatok kitöltése nem szükséges.)

B) Alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.

(Kérjük, töltsse ki a vonatkozó táblázatokat!)

3. A mesterséges intelligencia használatának részletezése

I. TÁBLÁZAT: Asszisztensi vagy kisebb mértékű felhasználás (pl. fordítás, nyelvi korrektúra, ötletelés stb.)

(Ezen felhasználások esetében a konkrét promptok és válaszok csatolása nem szükséges.)

A felhasználás célja	Alkalmazott MI-eszköz neve és verziója	Érintett rész (ha nem a szöveg egészére vonatkozik)
SZINONIMA KERESÉS	Chat GPT 5.0	egészére vonatkozó
NYELVI KORREKTÚRA	Chat GPT 5.0	4. fejezet
SZAKIRODALOM AJÁNLÁSA	Chat GPT 5.0	2.7, 2.8

II. TÁBLÁZAT: Jelentős tartalmi hozzájárulás (pl. egy teljes ábra vagy egy hosszabb szövegrész generálása)

(Ezekben az esetekben a felhasznált kulcsfontosságú promptok és az MI által adott nyers válaszok dokumentálása és a munka **mellékletében való csatolása szükséges.**)

A felhasználás célja	Alkalmazott eszköz verziója, elérhetősége	MI-neve, Az érintett fejezet / ábra / táblázat pontos sorszáma	A prompt-naplót tartalmazó melléklet bejegyzésének sorszáma

3/A. Oktató által előírt kiegészítő szabályok (ha vannak)

Amennyiben az adott tantárgy oktatója vagy témavezetője az MI-eszközök használatára vonatkozóan külön szabályokat vagy elvárásokat határozott meg, kérjük, az alábbi mezőben foglalja össze ezeket:

Pl. az MI használatának tilalma bizonyos feladattípusokra; csak konkrét eszköz használata engedélyezett; eltérő hivatkozási elvárások; dokumentációs forma stb.

Oktató vagy témavezető által előírt szabályok:

nincs

.....

4. Minden hallgatóra vonatkozó nyilatkozat:

Kijelentem, hogy az MI által esetlegesen generált tartalmakat minden esetben kritikailag felülvizsgáltam, szerkesztettem és a munkába illesztettem. A leadott munka minden eleméért, annak eredetiségéért és tudományos helytállóságáért teljes körű felelősséget vállalok. Tudomásul veszem, hogy a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem a benyújtott munkát mesterséges intelligencia detektorral ellenőrizheti, és eljárást kezdeményezhet, amennyiben a nyilatkozatom valótlan vagy hiányos.

Kelt:Budapest....., 2025. október hó ...27... nap

Szijj Adrienn

Hallgató aláírása

Balóti-Dorkó Killa

Konzulens/Témavezető aláírása

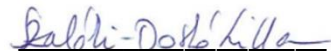
9. Konzulensi nyilatkozat

Szija Adrienn (név) (hallgató Neptun azonosítója: H1K8MT)
konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a
záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót¹ áttekintettem, a
hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai
szabályairól tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán
történő védelesemre **javaslom** / **nem javaslom**².

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*3}

Kelt: 2025 év október hó 27. nap


belső konzulens

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő aláhúzendó.

³ A megfelelő aláhúzendó.

10. Hallgatói nyilatkozat

a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió⁴ nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: _____ Szijj Adrienn _____
A Hallgató Neptun kódja: _____ H1K8MT _____
A dolgozat címe: _____ Szárazeller törköly újrahasonosítása bioaktív komponensek
kivonása céljából
A megjelenés éve: _____ 2025 _____
A konzulens intézetének neve: _____ Budai Campus _____
A konzulens tanszékének a neve: _____ Gyümölcs- és Zöldségfeldolgozás Technológiai Tanszék _____

Kijelentem, hogy az általam benyújtott záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió⁵ egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem. Továbbá kijelentem, hogy a dolgozat elkészítése során alkalmazott mesterséges intelligencia-eszközök (pl. szöveggenerálás, nyelvi javítás, fordítás, adatelemzés) használata nem helyettesítette a saját kutatási és alkotói munkámat, azok alkalmazását a források között vagy a módszertani részben feltüntettem, és a szakmai-etikai elvárásoknak megfelelően jártam el.

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

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

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

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

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után

nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitori rendszerében.

Kelt: _____ 2025 _____ év _____ október _____ hó _____ 27. _____ nap



Hallgató aláírása

⁴ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

⁵ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.