

SZAKDOLGOZAT

Zolnai Krisztina

2025



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Budai Campus

Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet

Élelmiszermérnök alapképzési szak

**Gyümölcslevek előállításának technológiai fejlesztése növényi
fehérjék alkalmazásával**

Belső konzulensek: Dr. Máté Mónika Zsuzsanna
egyetemi docens

Kereszturi Julianna
egyetemi tanársegéd

**Belső konzulensek
intézete/tanszéke:** Élelmiszertudományi és
Technológiai Intézet,
Gyümölcs- és
Zöldségfeldolgozás
Technológia Tanszék

Készítette: Zolnai Krisztina

Budapest

2025

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés és célkitűzések.....	3
2. Szakirodalmi áttekintés	5
2.1. Gyümölcsle fogyasztás	5
2.2. Almálé gyártás	7
2.3. Derítés.....	10
2.4. Derítőanyagok	11
2.4.1. Kovasav és bentonit	11
2.4.2. Zselatin	12
2.4.3. Növényi fehérjék	13
2.5. Alternatív étkezési módok, diéták	14
3. Alkalmazott módszerek.....	17
3.1. Kísérletek helye	17
3.2. Kísérleti anyagok	17
3.3. A kísérleti munka menete	19
3.3.1. Fehérje kivonatolás	19
3.3.2. Fehérjetartalom meghatározása Kjeldahl módszerrel	20
3.3.3. Almálé készítése és derítése	22
3.4. Derítés hatékonyságának mérései.....	24
3.4.1. Feltisztulás.....	24
3.4.2. Turbiditás	24
3.4.3. Szín.....	25
3.4.4. Antioxidáns kapacitás meghatározása (FRAP = Ferric Reducing Ability of Plasma)	26
3.4.5. Összes polifenol meghatározása Folin-Ciocalteu reagenssel	27
3.4.6. Transzmittancia	28
3.4.7. pH-érték.....	29

3.4.8. Vízoldható szárazanyag tartalom	29
4. Eredmények és értékelésük	30
4.1. Fehérjeszükséglet számítása	30
4.2 Feltisztulás	30
4.3.Turbiditás.....	33
4.4. Szín	34
4.5. Refrakció	38
4.6. Transzmittancia	38
4.7. pH-érték.....	39
4.8. Összes polifenol tartalom	40
4.9. Antioxidáns kapacitás.....	40
5. Következtetések és javaslatok.....	42
6. Összefoglalás.....	44
7. Irodalomjegyzék.....	46
8. Táblázatok jegyzéke.....	49
9. Ábrák jegyzéke.....	50

1. Bevezetés és célkitűzések

Társadalmunkra igaz, hogy átlagosan kevés gyümölcsöt fogyasztunk azok pozitív beltartalmi jellemzői ellenére. Ennek oka lehet a magas ár, hozzáférési lehetőségek hiánya vagy a kényelmi élelmiszerek agresszív terjeszkedése. Az emberek nagy része mellőzi a gyümölcsöt az étrendjéből, semmilyen formában nem jelenik meg, mert magas a cukor tartalma, azonban ezek természetes rostokkal együtt vannak jelen és sok egyéb pozitív élettani hatással bírnak.

A különböző gyümölcslevek közül az almalé fogyasztás még így is kiemelkedőnek minősül. A derített, szűrt termék gyártása során a megfelelő tisztaság elérése érdekében egy derítési lépést alkalmaznak. Ennek köszönhetően kapunk szép, áttetsző, nem zavaros levet. A megvalósítása pozitív és negatív töltésű derítőszerrel történik. Az ipari gyakorlat pozitív töltésű alapanyaga jelenleg a zselatin. Ez egy állati eredetű fehérje, amit leggyakrabban sertésbőr, vagy más állatok kollagénjéből vonnak ki.

Napjainkban egyre elterjedtebbek a különböző, növényi alapú étrendek követése és egyre több ember zárja ki akár részben, vagy akár teljesen az állati eredetű alapanyagokat az étrendjéből. Ennek különböző okai lehetnek, pl. érzékenység miatt, egészségügyi, elvi okokból, vagy vallási alapon döntenek bizonyos élelmiszerek elhagyása mellett.

Az Egyesült Államokban 2014-ről 2018-ra 600%-kal megnőtt a vegán étrendet (állati eredetű táplálékok teljeskörű kizárása) követők száma. Ez a növényi alapú élelmiszerek piacán jelentős bővülést eredményezett, 2017 és 2019 között az Egyesült Államokban 29%-os növekedés volt tapasztalható. Nagyon sok étterem kínál valamilyen húsmentes alternatívát a vendégei számára. Az élelmiszerboltok is bővítik kínálataikat a növényi alapú helyettesítőkből a tojás, tej és sajt kiváltására (Clem - Barthel, 2021).

Másrészt egyre gyakrabban felmerülő szempont a fenntarthatóság és a környezettudatosság. A növényi fehérje előállítása lényegesen kevésbé terheli a környezetet, mivel kevesebb víz, tápanyag és terület felhasználást igényel, mint az állattenyésztés. A növények feldolgozása sokkal egyszerűbb és tisztább művelet (Mednyánszky et al., 2023).

A fenntartható élelmiszerek előállítása a Föld egyre gyorsabban növekvő népessége miatt is fontos kérdés. Míg a fejletlen országokban az alultápláltság, addig a fejlett területeken az elhízás és a minőségi éhezés a jellemző probléma. Bár a fogyasztókat gyakran érik a közösségi médián keresztül álhírek és sokszor hiányoznak a bizonyítékokon alapuló információk, mégis elmondható, hogy az emberek egyre inkább környezet- és

egészségtudatosak. A boltok polcain kapható termékeket gyakran meg is különböztetik úgy nevezett „clean label” segítségével, vagy egyéb jelölésekkel, amik az adott áru egészséges és természetes mivoltára utalnak (Rurik et al., 2024).

A kutatásom során a célkitűzésem az volt, hogy hatékonyan kivonatoljak fehérjét feldolgozási melléktermékekből, pl. zöldborsó hüvelyből és vörösbab töretből, majd megfigyeljem, hogy ezen növényi fehérjék alkalmasak lehetnek-e almalevek derítésére. A pozitív töltésük és az erre vonatkozó kutatások sikeressége miatt feltételeztem, hogy képesek a zselatin, mint állati eredetű segédanyag kiváltására a folyamatban. A megfelelő módszer megtalálása érdekében kipróbálok kétféle negatív derítőszeret is (bentonit és kovasav), készítek egy kontroll mintát, illetve az általam kivonatolt növényi fehérjék mellett zselatinnal és egy már iparban is alkalmazott növényi derítőszerrel is kombinálom a negatív töltésű anyagokat.

Szakedolgozatomban a következő kérdésekre keresem a választ:

- Alkalmasak lehetnek-e a növényi fehérjék az állati eredetű zselatin kiváltására a gyümölcsle feldolgozás technológiájában?
- Melyik növényi eredetű fehérje alkalmasabb erre a feladatra a két általam vizsgált melléktermék közül?
- Mennyire térnek el az általam kivonatolt fehérjével derített minták a zselatinnal illetve a növényi alapú oldattal derített mintáktól?
- A zöldborsó hüvelyből és vörösbab töretből szintetizált fehérje, mint melléktermék újrahasznosítás során nyert fehérje, képes-e megfelelően deríteni a gyümölcslevet?
- Mekkora koncentrációban és milyen arányokban érdemes a növényi fehérjéket, mint pozitív töltésű derítőszeret, a negatív töltésű párjaikkal kombinálni?

2. Szakirodalmi áttekintés

2.1. Gyümölcslé fogyasztás

A Magyar Élelmiszerkönyv meghatározása szerint a gyümölcslé egy vagy többfajta gyümölcsből készülhet, a felhasznált alapanyagok jellemző tulajdonságainak megőrzésével. Később aroma, pép és rost visszaadható a termékhez az eredeti gyümölcsből és pürével is összekeverhető. Az alapanyagokat frissen feldolgozzák, vagy hűtéssel, fagyasztással tartósítják (MÉ 1-3-2001/112).

Az Európai Unióban 2022-ben a gyümölcslé piac forgalma nagyjából 38,5 milliárd euró volt, ami azt jelenti, hogy az egy főre jutó bevétel körülbelül 32,8 euró volt. 2026-ra az üdítőitalok gyümölcslé szegmensének növekedését 38 milliárd euróra becsülték. Az egyes fajták közül a narancslé a legtöbbet fogyasztott gyümölcslé Európában a közel 9 milliárd eurós bevételével (Statista 1).

Magyarországon az egy főre jutó gyümölcslé fogyasztás 2010-ben a 25-54 éves személyek korcsoportjában 13,3 liter volt. 2019-ben már csak összevont adatok állnak rendelkezésre a zöldséglevvel és szörpökkel együtt és így is csak 12,5 liter az eredmény. Ez az érték 2020-ra 15,8 literre növekedett. Ezzel párhuzamosan míg az egy főre jutó üdítőitalok mennyisége 2010-ben 27,5 liter volt ugyanebben a korcsoportban, ez 2019-re 38,0 literre, majd 2020-ra pedig 42,0 literre növekedett. Ez egy igen jelentős növekedésnek mondható a gyümölcslevekhöz képest. A 25-54 éves korcsoportban az ásványvízre is ugyanez a tendencia látható. A többi korcsoport esetében azt vehetjük észre hogy 2019 után a következő évre a 25 év alattiaknál csökkent az üdítőitalok és az ásványvíz fogyasztása is. Az 55-64 éves korosztálynál mindhárom kategóriában növekedés történt. A 65 év felettek pedig csak ásványvízből fogyasztottak kevesebbet (KSH 1).

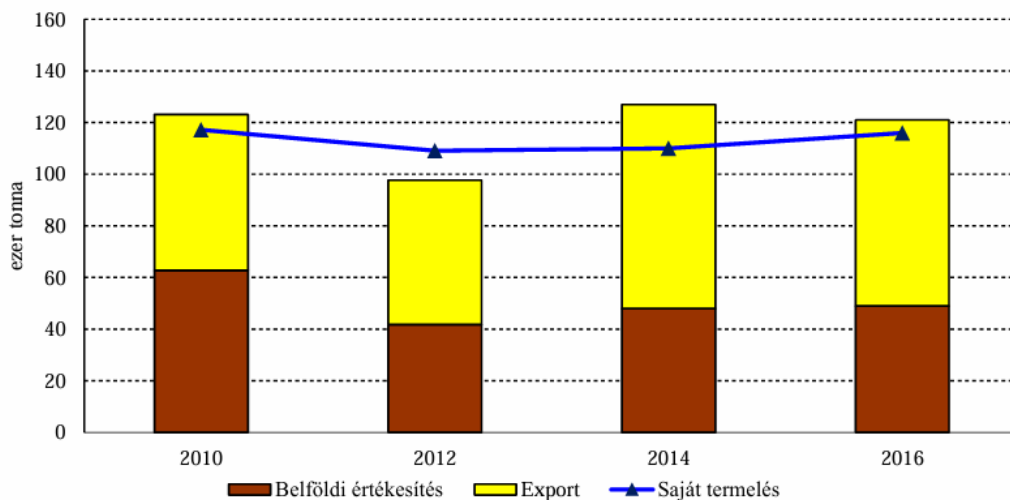
2023-ban az egy főre jutó 100%-os gyümölcslé fogyasztás hazánkban az egész mennyiségnek csak 18%-a volt. A továbbiak valamilyen gyümölcslé-alapú italok voltak, pl. nektárok, keverékek, vagy bármilyen alacsonyabb gyümölcsstartalommal rendelkező termékek. Az ezt megelőző 13 évben is azt a trendet figyelhetjük meg, hogy a 100%-os gyümölcslevelek fogyasztása 15,6% és 19% között alakult. Nem állapítható meg egyértelmű tendencia az adatok között, de 2017 és 2022 között növekedni látszottak az értékek (Statista 2).

2016-ban az előállított gyümölcs- és zöldséglevék 43%-a almalé volt. 121 millió litert értékesítettek, amelynek 59%-a exportra került. Míg a belföldi értékesítés nagyjából a 2014-es

évhez hasonlóan alakult, az export 9%-kal csökkent. Az almálé termelés 13%-kal, az értékesített mennyiség pedig 11 millió literrel lett kevesebb a két évvel azelőtti értékekhez képest (**1. ábra**) (Agrárgazdasági Kutató Intézet, 2017).

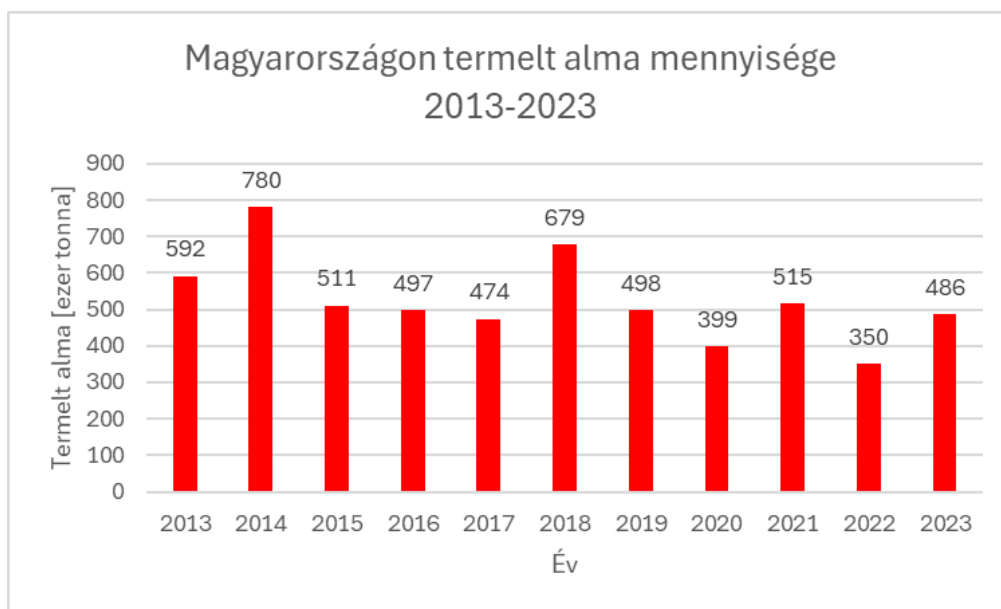
1. ábra: Gyümölcs- és zöldséglé árumérlege 2010-2016

(Forrás: Agrárgazdasági kutató Intézet, 2017)



2. ábra: Magyarországon termelt alma mennyisége 2013-2023 (ezer tonna)

(Forrás: Saját szerkesztés KSH 2 adatok alapján)



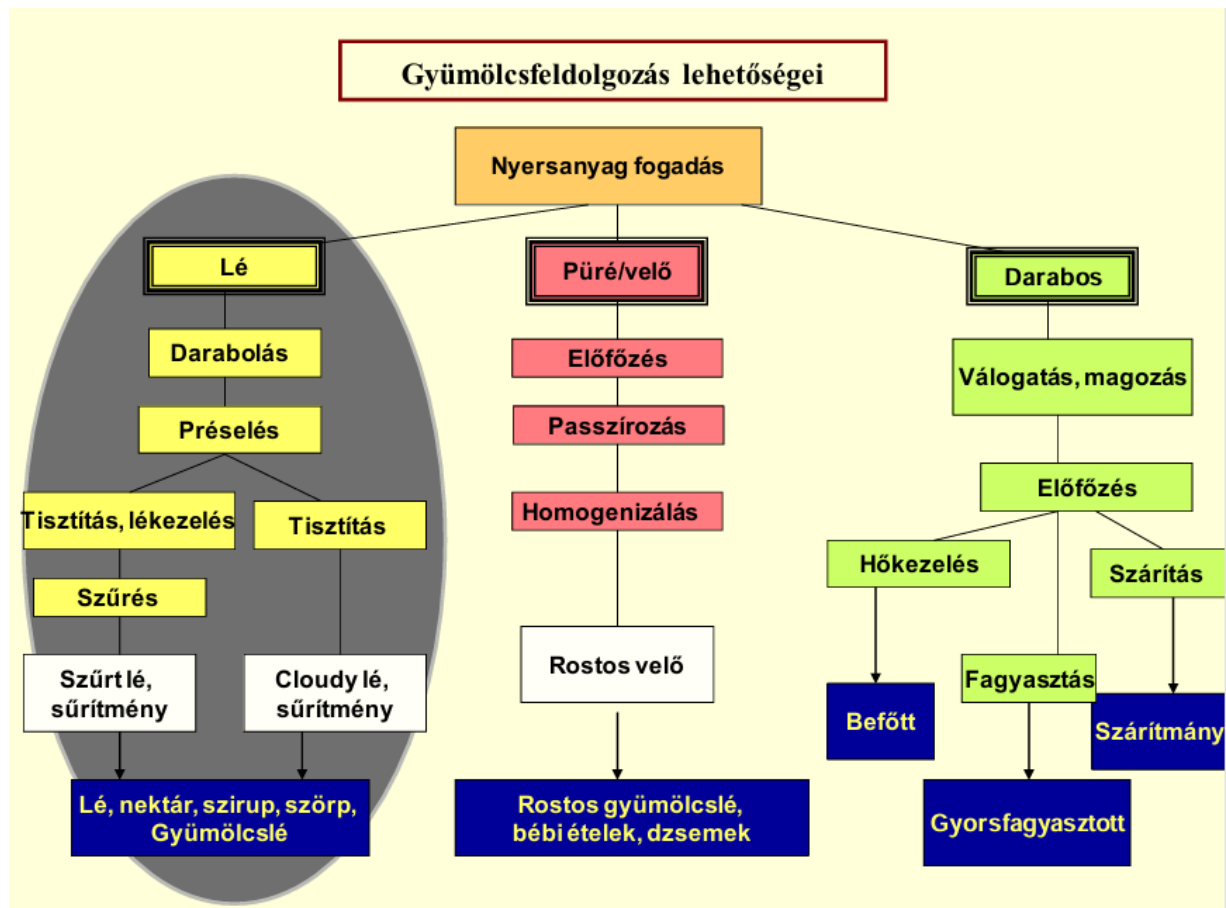
A **2. ábrán** megfigyelhető, hogy a megtermelt alma mennyisége Magyarországon hogyan alakult 2023-ban és az azt megelőző 10 évben. Ezen időszávon belül kettő évben (2014 és 2018) kiugróan magas értékeket láthatunk, azonban nagyjából csökkenő tendenciát állapíthatunk meg (KSH 2).

2.2 Almalé gyártás

Az alma (*Malus domestica* Borkh.) a zárvatermő, valódi kétszikűeknek a rózsafélék családjába tartozó növényfajta és az egyik leggyakrabban termesztett gyümölcsfa a világon. A vezető termeszto Kína (1,91 millió hektárral és több mint 40 millió tonna gyümölcssel), ezt követi India, Oroszország, Törökország, Lengyelország és az Egyesült Államok. Gyakran találkozhatunk vele bébiételekben a magas tápértéke miatt. Az almát elsősorban frissen történő eladásra szánják, de készítenek belőle almalevet, almaszószt, ecetet és egyéb termékeket. Az almalevet hagyományosan úgynevezett „cloudy” formában árulták. Az enzimikus kezelésnek és a nyerslé tisztításának köszönhetően a tiszta lé egyre népszerűbbé válik (Gao et al., 2024).

3. ábra: Gyümölcsfeldolgozás lehetőségei

(Forrás: Máté, 2025)



A 3. ábrán látható, hogy a gyümölcsfeldolgozásnak alapvetően három fő iránya van: lé, püré/velő és darabos termék gyártás. A légyártásnak kettő jól elkülöníthető irányzata van, a szűrt és a cloudy lé. A darabos termékek gyártásánál három irány is megtalálható, a befőtt, a gyorsfagyasztott és a szárított gyümölcs előállítás.

Almalé készíthető közvetlen vagy közvetett úton. Közvetlen gyártás során a késztermék a betakarítást követően a nyersanyagból jön létre, míg közvetett úton félkésztermék az alapanyag (sűrítmény), melyből a késztermék térben és időben is elkülönülve készül. A sűrítmenygyártás az alapanyag feldolgozási helyre jutásával indul, mely történhet konténerben, emellett ömlesztett, vagy átmeneti tárolás is lehetséges. A nyersanyag úsztatóvályúba kerül, ami egyszerre egy szállítási és egy tisztítási lépés. A következő lépés az alapanyag válogatása a hibák kiszűrésének érdekében. Ekkor eltávolítják a hibás gyümölcsöket és az egyéb, nem feldolgozható részeket (pl. ág, levél) (Horváthné, 2007).

Miután ezek az előkészítési lépések megtörténtek következik a lényérés fázisa, melynek az első lépése a zúzás. A folyamat során a fajlagos felület növelésével és a szöveti szerkezet roncsolásával növelik a léhozamot. A léutak préselés közbeni kialakulása érdekében az almákat nem hámozzák, illetve a szarát és a magházat sem távolítják el. Berendezése forgó rendszerű késes aprító, az almamaró gép (Horváth-Kerkai és Stéger-Máté, 2012).

Annak érdekében, hogy minél nagyobb léhozam keletkezzen a zúzalékot különböző szerekkel kezelik, melyek az ízt, színt és aromát is javítják (gátolják a nemkívánatos anyagok kialakulását). Az előkezelésnek több fajtája van: enzimatis, termikus, fagyasztásos, ultrahangos, elektroplazmolízises és ionizáló sugárzásos zúzalékkezelések. Az említett módszerek közül a leggyakoribb az enzimatis és a termikus előkezelés, vagy ezek együttes alkalmazása (Horváth-Kerkai és Stéger-Máté, 2012).

Az almánál a főtt íz elkerülése érdekében csak enzimatis kezelést alkalmaznak. Ennek során főként a vízóldható pektinek bontása történik meg pektinbontó enzimek segítségével (pl. poligalakturonáz, pektinliáz). A folyamat során fontos a szükséges hatóidő betartása és a készítmény teljes eloszlása. Az adagolás során figyelni kell arra, hogy ne történjen teljes pektinbontás, mert különben a préselésnél nem alakulnak ki megfelelően a léutak (Horváth-Kerkai és Stéger-Máté, 2012).

Ezt követi a préselés, vagyis a folyadék fázis elválasztása a szilárd fázistól. Ez végrehajtható szakaszos vagy folyamatos működésű berendezésekkel (pl. Bucher prés, szalagos prés). A kinyert lé kolloidálisan oldott részeket és rostokat tartalmaz, melyek eltávolítása érdekében a következő lépés a létisztítás [történhet enzimek használatával (celluláz, pektináz), fizikai-kémiai eljárással (derítőszer), mechanikai úton (centrifuga, szűrő), illetve ezek kombinációival]. A folyamat során keletkező csapadékot szűréssel távolítják el. Az

aromaanyagok megtartása érdekében a sűrítő berendezés első fokozatában aroma elvétel történik, amit később visszaadagolnak a sűrítményhez (Horváth-Kerkai és Stéger-Máté, 2012).

A tartósítást bepárlással végzik, tehát a levet besűrítik a víztartalom csökkentésével. Ezáltal mikrobiológiailag stabil, könnyen tárolható és szállítható termék keletkezik. A megvalósítás leggyakrabban vákuumbepárlással történik, amelynek berendezése film vagy csöves bepárló. A besűrítés 70-72 °Brix-re történik. A töltés és a csomagolás is aszeptikus körülmények között zajlik, ezzel is növelve az eltarthatóságot. A terméket szobahőmérsékleten tárolják a felhasználásig. A bepárlás utáni szűrt sűrítmény egy félkésztermék (Horváth-Kerkai & Stéger-Máté, 2012).

Az almalé egyszerű feldolgozási folyamata a frissen préselt, cloudy levek gyártása. Ebben az esetben az alapanyag egy gondos válogatáson esik át, ami garantálja, hogy csak hibátlan gyümölcs kerüljön feldolgozásra. A kézi mosást és válogatást követően az alma a darálóba kerül, melynek rostamérete az alapanyag keménységétől függően állítható. A következő lépés a préselés prëshengerek és szalagok között. Az összefolyt levet ülepitik, majd pasztörizálják 78-80 °C-on. A csomagolás „bag in boks” zsákokba történik, majd ez egy papírdobozba kerül (Szabolcsi almalé).

Markowski és munkatársai (2015) a „cloudy” és a „tisza” almaleveket hasonlították össze. Hatféle almával dolgoztak, ezek fele francia, míg másik fele lengyel származású volt. Az almákat hűtött, atmoszférikus térben tárolták és a megfelelő érettséget jó próbával állapították meg. Négyféle módszert vizsgáltak (2 tiszta és 2 cloudy lé). Az egyik esetben az alma darálmányt kezelték enzimesen, majd préselték és a nyerslevet is újra kezelték enzimekkel, ezután következett a szűrés és a hőkezelés lemezes hőcserélővel. A másik módszer során nem alkalmaztak enzimes előkezelést, itt a depektinizáció az éjszaka során történt meg 10 °C-on. Ezt egy tangenciális irányú mikroszűrés követte és a hőkezelés. A cloudy levek esetében a darálás során aszkorbinsavat adtak az almához és azonnal préselték is azt. Az első minta során a levet centrifugálták és forrón palackozták, a másik esetben a forró palackozás előtt még 12 óráig 10 °C-on ülepitették az almaleveket egy hideg szobában és ezután ezt lefejtették. Mind a kettő verzió 92-96 °C-on lett palackokba töltve és 10 percig csapvízzel hűtve szobahőmérsékletre. Eredményképp azt kapták, hogy a különböző almafajtákkal együtt változott az alapvető összetétel. A cloudy levek több fenolos vegyületet tartalmaztak, a tiszta lé technológia csökkentette ezek mennyiségét, vagyis a tiszta almalé potenciális egészségértéke alacsonyabb volt, mint a cloudy almalének (Markowski et al., 2015).

2.3. Derítés

Az almálé készítés egyik legjelentősebb lépése a derítés, aminek eredményeképpen tiszta, áttetsző folyadékot kapunk. Az alábbiakban, ezt a technológiai lépést részletezem.

A derítés a gyümölcslevek előállítása során az egyik legfontosabb lépés. Célja a zavarosság csökkentése, a stabilitás növelése és összességében a megjelenés javítása a fogyasztók számára. A derítési folyamat a kémiai szennyeződések eltávolítására is alkalmazott módszer, amelynek során a folyadékfázisból eltávolítják a nem kívánatos szilárd anyagokat (pl. pektin, polifenolok). Több fajtája létezik, attól függően, hogy milyen úton végzik a derítést. Ez történhet derítőanyagokkal, enzimekkel, természetes ülepedéssel vagy akár fizikai eljárásokkal is (centrifugálás, szűrés). A derítőanyagok használata kiemelkedően előnyös az egyszerű technika költséghatékonysága miatt (Wongmaneepratip et al., 2023).

A zavarosságot a gyümölcslevekben különböző anyagok okozhatják, mint például a pektin, keményítő vagy egyéb növényi rostanyagok. A pektinek a gyümölcsök sejtfalában találhatóak meg természetes állapotukban, lécézés során viszkózus oldatokat képeznek, így növelve a zavarosságot és a szűrési nehézségeket. A pektináz enzimek alkalmazása ebből kifolyólag nagyon fontos lépés a pektinek lebontására. Derítést a frissen préselt mellett a koncentrátumból készült levek esetében is alkalmaznak a visszaoldott anyagok és újraképződő zavarosságok ellen. A derítés hatékonyságát befolyásolja a hőmérséklet, pH érték és a kontaktidő is. A derítőszer megfelelő adagolása is kulcsfontosságú, mivel a túlderítés minőségromlást, költségnövekedést, megnövekedett üledékmennyiséget és visszamaradó derítőanyagot okozhat (ELO 1).

A zavarosságot okozó tényezők közötti kölcsönhatás függ a komponensek arányától, a lé pH-jától és a többi összetevőtől. Dereli és munkatársai (2023) a különböző derítési módszerek hatékonyságát vizsgálták gránátalma és szamóca levek megfelelő tisztítására. A hideg derítést 4 °C-on csak zselatin adagolásával végzik elsősorban a fenolos vegyületek eltávolítása érdekében. A meleg derítést 50 °C-on általában zselatin, bentonit és kovasav kombinációjával valósították meg mind a fenolos vegyületek, mind a fehérjék eltávolításáért. A kutatás eredménye azt mutatta, hogy a gránátalma esetében előnyösebb a hideg derítést alkalmazni a tisztább lé érdekében. A szamócalé megfelelő tisztításához nem bizonyultak elegendőnek a hagyományos derítőszer és alternatív kipróbálását ajánlják (Dereli et al., 2023).

Ázar és munkatársai (2020) kutatása arról szól, hogy a *Calonectria pteridis* által termelt poligalakturonázt tisztították, biokémiai szempontból jellemezték és almalé tisztítására használták. A gomba eukaliptuszon növekedett és extracelluláris poligalakturonázt termelt. Tisztítás után az enzim aktívnak bizonyult savas pH-n is és stabil volt 50-60 °C-on is. A vizsgálat során az enzimkezelt mintát egy kontrollhoz hasonlították, amihez nem adtak semmit. Mind a kettőn alkalmaztak vákuumszűrést is. Eredményként azt kapták, hogy a tisztított almalé térfogata és az oldható szárazanyagtartalma nőtt, a vákuumszűrési idő és a szűrőpapíron visszatartott szilárdanyag súlya pedig csökkent. Az enzim hidrolizálta a pektint. A redukáló cukrok mennyisége jelentősen emelkedett a kontrollhoz képest. Mindezek alapján elmondható, hogy a *C. pteridis* által termelt poligalakturonáz alkalmas lehet az almalé tisztítására, azonban mivel ez egy fitopatogén gombából származó enzim, ezért élelmiszeripari alkalmazása csak rekombináns enzimeként, heterológ expresszió után történjen (Ázar et al., 2020).

2.4. Derítőanyagok

2.4.1. Kovasav és bentonit

A kovasav hidratált szilícium-dioxidot jelent, mely kolloid tulajdonságokkal rendelkezik. Kémiai stabilitását nagyban befolyásolja a pH, elmondható, hogy semleges és enyhén savas tartományban stabil. Megkülönböztethetünk kristályos és amorf formát is, azonban a gyakorlatban inkább az utóbbi a jellemző. Alkalmazása több iparágban is jellemző, ahol a nagy felület/térfogat arányát felületi reaktivitását és egyedi kémiai-fizikai tulajdonságait használják ki. Élelmiszeriparban elsősorban adalékanyagként van jelen és E551 kóddal jelölik. A csomósodásgátló és stabilizáló hatásán kívül a kedvező tisztító hatását is kihasználják. A sör-, bor- és italgyártás komponenseként eltávolítja a fehérjéket és egyéb kolloid részecskéket, amik a zavarosságot okozzák, így növelve a termékek tisztaságát és stabilitását (ELO 2).

A bentonit az agyagásványok egy fajtája. Egyik legfontosabb tulajdonsága a kationcsere-kapacitása, amelynek köszönhetően a felületén megkötött ionokat másik ionokra tudja lecserélni. Így tud megkötni szennyező anyagokat, toxinokat és nehézfémeket. Másik fontos jellemzője a duzzadóképesége, amikor a víz a rétegei közé áramlik és így a saját tömegének többszörösét képes felvenni. Vízrel érintkezve kolloidális szuszpenziót képez. Vízben oldva semleges vagy enyhén lúgos kénhatása van. Két fő típusa van, a nátrium-bentonit és a kalcium-bentonit. Az agyagásványt az élelmiszeriparban a borok, sörök és gyümölcslevek derítésére használják. Ez hatékonyan megköti a fehérjéket, a tanninokat és egyéb zavaró anyagokat. A bentonit negatív töltése vonzza a fehérjéket azok pozitív töltése miatt, majd ezek

az összekapcsolódott részecskék kiülednek eltávolítva a zavaró anyagokat. Így kaphatunk tiszta, esztétikus és stabil folyadékot (ELO 3).

A peszticidek (növényvédő szerek) használata évről évre növekszik. Ennek egy csoportja a rovarölőszerek, melynek nagyjából 38%-a piretroid. Ezeket egyre gyakrabban használják, sokszor betiltott készítmények kiváltására, annak ellenére, hogy több kutatás foglalkozik a piretroidok akut és krónikus megbetegedéseket okozó következményeivel. A fennálló kémiai fertőződés veszély ellenére, a korábban ismertetett statisztikák is mutatják, az almalevek fennálló népszerűségét. A szennyeződésre több esetben is találtak példát. Legtöbbször az alapanyagok mosásával próbálkoznak a peszticidek eltávolítására, de ez nem elég hatékony, főleg a hidrofób vegyületekkel szemben. Ezzel ellentétben a derítés hatékonynak bizonyult a nem kívánatos elemek eltávolítására. Kutatások bebizonyították, hogy a bentonit a gombaölő szerek 25-93%-át képes kiszűrni. Wongmaneepratap és munkatársai (2023) kutatásukban vizsgálták a kazein, a bentonit, a PVPP és a zselatin hatásait a piretroidokra és a leghatékonyabbnak a zselatin bizonyult 500 mg/L koncentrációban (Wongmaneepratap et al., 2023).

2.4.2. Zselatin

A zselatin az egyik legértékesebb fehérjének számít az élelmiszeriparban. Alkalmazzák emulgeálószerként, stabilizátorként, nedvesítőanyagként, derítőszerként vagy akár csomagolófóliaként is. A fehérje különleges tulajdonságai közé tartozik a filmképző képessége, a kolloid rendszerek stabilizálása és annak védelme (Said, 2020).

A zselatin egy természetes polimer, amit kollagénből hidrolitikus lebontással állítanak elő. Ez az emberi és az állati szervezetekben leggyakrabban előforduló fehérje. Megtalálható az egész testben, de legnagyobb mennyiségben a bőrben, csontokban, inakban és a szalagokban. A kollagénből történő zselatin-előállítás során egy forralási vagy hidrolízises folyamatra van szükség. Így kaphatunk ízetlen és színtelen anyagot. Két fajtáját különböztetjük meg: A-típusú és B-típusú zselatin. Az előbbi savas kezelés eredménye és az izoelektromos pontja pH 6 és 9 között van. Ezt leggyakrabban sertésbőrrel állítják elő. A B-típusú zselatin lúgos kezeléssel készül, izoelektromos pontja pH 5 körül van és a kezelést szarvasmarha feldolgozás esetén alkalmazzák. Kémiaileg a zselatint 18 féle összetett aminosav alkotja, melyek egyedi sorrendje jellemző az anyagra. Három polipeptid-lánc alkotja, amiket hidrogénkötések tartanak össze hármas hélix alakban. Kiváló fizikai tulajdonságokkal rendelkezik, mint jó zselésítő képesség, jó tapadóképesség, alacsony viszkozitás és jó vízmegtartás. A zselatin sűrítő és habképző

anyagként is használható, így emulgeálószerként, diszpergálószerként és derítőszerként is alkalmazzák széles körben (Alipal et al., 2021).

A szarvasmarhából kivonatolt zselatint már nem alkalmazzák a szarvasmarha-szivacsos agyvelőbántalom (BSE) miatt. Ez is egyike a kiváltó okoknak, amiért új források után kutatnak. Ígéretes forrásnak számítanak egyes tengeri eredetű állatok, mint például a tonhal. Az ebből kivonatolt fehérje kiváló gélképző tulajdonságokkal rendelkezik. A halászati melléktermékek, mint a fej, uszonyok, belsőségek vagy a bőr felhasználása csökkentené a hulladéktermelést, ami pozitív környezeti hatásokkal járna. Hátránya, hogy a szárazföldi állatok zselatinjához képest kisebb tapadást tud biztosítani (Said, 2020).

2.4.3. Növényi fehérjék

A derítés során felmerültek aggályok az állati eredetű szerekkel szemben, ezért egyre nagyobb figyelmet kapnak a vegán derítési módszerek. Ezek között szerepelnek a növényi fehérjék is, mint alternatív derítőanyagok, amelyek képesek hasonlóan reakcióba lépni a fenolos vegyületekkel, akár csak az állati eredetű párjaik. A derítési technológia fejlesztése során jelenleg arra törekednek, hogy választ adjanak a környezeti szempontokra, a szigorodó minőségi elvárásokra, elkerüljék az allergéneket és költséghatékonyak is legyenek. Ezen szempontoknak a növényi fehérjék megfelelnek, vegán alternatívaként a zselatin vagy éppen a kazein helyett alkalmazhatóak (ELO 1).

A növényi eredetű fehérjéket napjainkban sokoldalú és gazdaságos alternatívaként használják az állati fehérjékkel szemben. Az állati fehérjék drágák, korlátozott mennyiségben állnak rendelkezésre. Előállításuk gyakran összefügg frissvíz-felhasználással, klímaváltozással, biodiverzitás-csökkenéssel vagy akár emberi betegségekkel. A növényi fehérjék hasznosításának legfontosabb lépése a megfelelő kivonási technológia kiválasztása. Ismertek hagyományos (vizes alapú, sós, oldószeres, detergenses, lúgos) és nem hagyományos (enzimes, mikrohullámos, nagy nyomású, impulzusos elektromos térrel, homogenizálással vagy ultrahanggal segített) technikák. Kumar és munkatársai (2021) csoportosítása szerint vannak kémiai, enzimikus, és fizikai kivonási technikák. A kémiai technikák a hagyományos módszerek közé tartoznak, ahol oldószeres vagy kémiai reagensek bontják a sejtfal szerkezetét és így szabadítják fel a fehérjéket. Típusai: vizes, szerves oldószeres, savas, lúgos, szubkritikus vizes és kétfázisú vizes kivonás. Az enzimikus kivonási technológiák környezetbarátok, kíméletesnek és hatékonyak mondhatóak, így a zöld módszerek közé sorolhatóak. Ebben az esetben a fehérjék felszabadítása érdekében a sejtfalat enzimek bontják. Használt enzimek

például a celluláz (cellulóz bontás), hemicelluláz (hemicelluláz hidrolízis), pektináz (pektin bontása a sejtfalak között), α -amiláz (keményítő bontás), proteáz (fehérjehidrolízis). Alacsony hőmérsékleten működnek, így megőrzik a fehérjék szerkezetét és biológiai aktivitását. Általában a hatékonyság növelése érdekében több enzim keverékét együttesen használják. A fizikai kivonás mechanikai vagy fizikai energiával bontja a sejtfalat (vegyszermentes, esetleg enzimekkel kombinálható). Fajtái: ultrahangos, mikrohullámú, impulzusos elektromos tér, nagy nyomású homogenizálás vagy mechanikai őrlés és nedves frakcionálás. A gyorsabb kivonás, nagyobb fehérjehozam, jobb minőség és emészthetőség, valamint az energia és oldószer-felhasználás csökkentése érdekében általában több módszert kombinálnak (Kumar et al., 2021).

A növényi alapú élelmiszerek analitikai vizsgálata nehezen kivitelezhető feladat napjaikban, azok bonyolult szerkezete miatt. A növényi fehérjéket általában az Osborne frakcionálás alapján sorolják csoportokba. Ez azonban nem homogén csoportokat eredményez, ezért sokszor egyéb felosztásokra is szükség lehet. Fehérje-összetétel vizsgálatára alkalmas analitikai módszer elsősorban a folyadékkromatográfia (méretkizárásos vagy fordított fázisú elválasztáson alapuló) (Schall et al., 2022).

2.5. Alternatív étkezési módok, diéták

A gyors ütemben növekvő népességszám miatt egyre fontosabb kérdés az egyenletes és biztonságos élelmiszer-ellátás biztosítása. Ennek egyik eszköze a fenntartható élelmiszer-termelés, illetve az emberek táplálkozási szokásainak megváltoztatása. A húsban gazdag étrend az, amelynek a legnagyobb ökológiai lábnyoma van. Elmondható, hogy a környezetre gyakorolt teher csökkenthető lenne, ha kevesebb húst fogyasztanánk. A vízfelhasználása is jelentősen nagyobb az állati fehérjék előállításánál, mint növényi eredetű társaiknál. A növényi fehérjék, az állati eredetűekkel ellentétben inkomplett fehérjék, mivel valamelyik esszenciális aminosavat a szükségesnél kevesebb mennyiségben tartalmazzák. Megfelelő arányban fogyasztva azonban alkalmasak lehetnek alternatív fehérjeforrásnak (Mednyánszky et al., 2023).

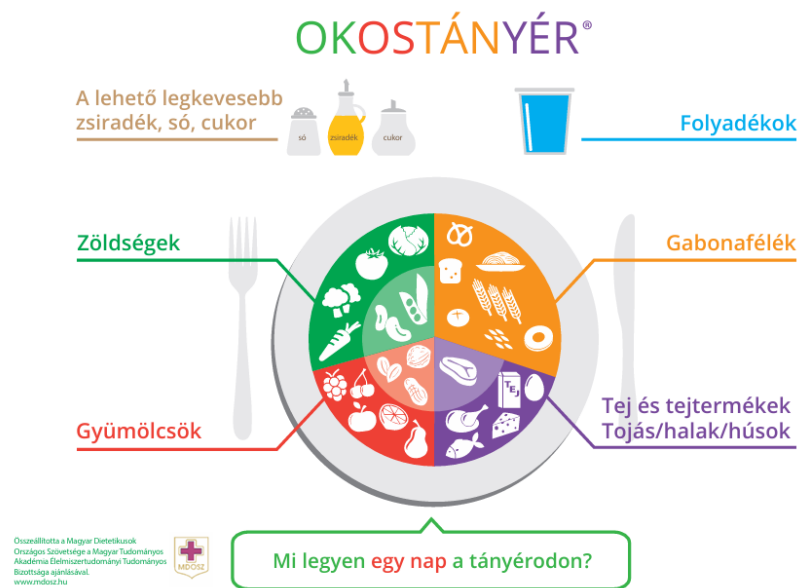
A növényi eredetű alapanyagokra épülő táplálkozás bár már évszázados múltra tekint vissza, az egészségre gyakorolt hatásának kutatása a XX. század végétől kapott egyre nagyobb teret. A mikrotápanyagok hiányát nem az állati eredetű termékek fogyasztása okozza, hanem az egyhangú étkezés. A növényi alapú étrend nem egy egységes táplálkozási irány, több fajtája is létezik, de az alapokat mindig változatosan összeállított növényi nyersanyagok adják. A teljes

értékű, nem vagy csak kis mértékben feldolgozott, finomítatlan ételek fogyasztására sarkall. A különböző táplálkozási irányzatok követői maguk döntenek el, hogy a megszabott határokon belül miből és mennyit fogyasztanak, milyen minőségben, formában. A legkritikusabb kérdés mindig a megfelelő fehérje bevitel biztosítása az esszenciális aminosavak miatt. Oda kell figyelni még a B₁₂ vitamint, a folsavat és a vas pótlására, mivel ezeket nem mindegyik növény tartalmazza, illetve mérsékeltebben jelennek meg. Az állati táplálékok elhagyása csökkentheti az elhízás, a szív- és érrendszeri, valamint a daganatos megbetegedések kockázatát (Szabó et al., 2016).

A változatos és egészséges táplálkozás népszerűsítése érdekében számos, szakemberek által összeállított ajánlás létezik hazai és nemzetközi viszonyokban is. Ezek közül az egyik legismertebb az OKOSTÁNYÉR, melynek üzenete elsősorban az, hogy a táplálkozásunk minőségére figyeljünk (Molnár et al., 2023).

4. ábra: OKOSTÁNYÉR

(Forrás: MDOSZ)



Egyre több ember küzd különféle élelmiszer-alapanyag által kiváltott allergiával vagy intoleranciával. Az ismert allergének és a betegek száma is egyre magasabb. Bizonyos élelmiszerek elhagyása mögött vallási tilalom is állhat (ld. halal, kóser étkezés). A vegetáriánus étrendet követők nem fogyasztanak húst. Több típusa létezik, mint az ovo-, lakto-, vagy lakto-ovo-vegetáriánus. A vegán táplálkozás, amely tiltja az állati eredetű táplálékok fogyasztását, egyre inkább előtérbe kerül. Ez az ember teljes életmódjára hatással van, sokszor etikai háttérrel rendelkezik. Általában nagyon pozitív élettani hatásokkal jár, azonban figyelni kell a mikro- és makrotápanyagok helyes bevitelére. Flexitariánus az, aki tudatosan csökkenti az étrendjében a

hús jelenlétét. Ez a növényi alapú étrend nem zárja ki a húst és az állati eredetű élelmiszereket, de személyes egészségügyi vagy környezetvédelmi okokból mérsékli azok fogyasztását. A mindenevők után a flexitáriánusok váltak a második legnagyobb táplálkozási csoporttá (Rurik et al., 2024; Molnár et al., 2023).

3. Alkalmazott módszerek

3.1. Kísérletek helye

A szakdolgozatomhoz kapcsolódó méréseket a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetemen az Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet, Gyümölcs- és Zöldségfeldolgozás Technológia Tanszékén végeztem. A fehérjékkel kapcsolatos mérésekben a Táplálkozástudományi Tanszék segített.

3.2. Kísérleti anyagok

A fehérje kivonást egyrészt zöldborsó hüvelyből, mint feldolgozási melléktermékből végeztem. Ez 70 °C-on lett szárítva, atmoszférikus nyomáson és fagyaszóban tárolva a felhasználásig. Az **5. ábrán** a bal oldali főzőpohárban a felhasznált zöldborsó hüvely látható, mellette a másikban pedig a por állagú darálmány, amiből el tudtam végezni a fehérje kivonatosítását. A másik növény, amit használtam a vörösbab töret volt.

5. ábra: Szárított és darált zöldborsó hüvely

(Forrás: saját munka)



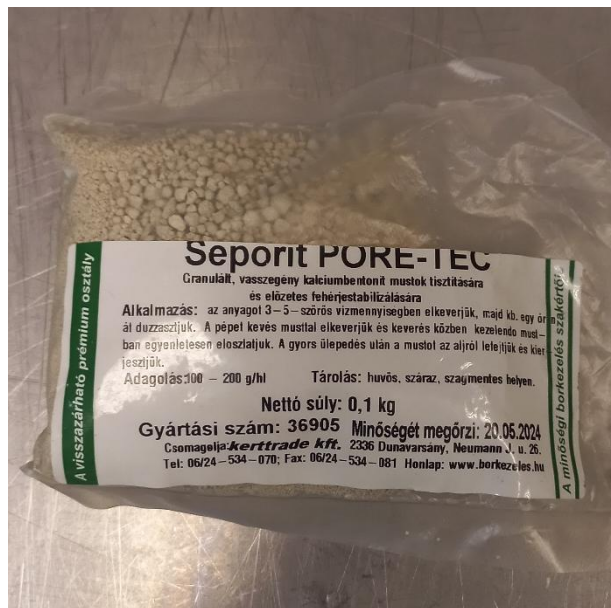
A gyümölcslevet, amit később derítettem 20 kg Idared almából készítettem. Az általam alkalmazott derítőszer a **6. ábrán** láthatóak.

Negatív derítőszerként egyrészt kovasavat használtam. Erre a célra a Klar Sol 30 nevű, folyékony halmazállapotú, 30%-os, lúgos kémhatású kovasavszolt választottam. Az adagolási útmutatója szerint 50 mL/100 L arányban kell alkalmazni.

A másik általam használt negatív derítőszer a bentonit volt. Ehhez a Seporit Pore-Tec elnevezésű, granulátum formátumú vasszegény kalciumbentonitot alkalmaztam. Használat előtt vízben fel kellett oldanom. Az adagolási útmutatója szerint 100-200g/100 L arányban kell alkalmazni.

6. ábra: Alkalmazott derítőszer

(Forrás: saját munka)



A gyakorlatban jelenleg leggyakrabban használt pozitív derítőszer a zselatin, melynek kiváltására törekedtem ebben a szakdolgozatban. Az összehasonlítás miatt mindkét negatív derítőszerrel párosítva alkalmaztam ezt az állati eredetű fehérjét is. Az általam használt zselatin az ErbiGel Liquid elnevezésű, savasan feltárt, folyékony, 20%-os oldat volt. Az adagolási útmutatója szerint 25-50 mL/100 L arányban kell alkalmazni.

A kivonatolt fehérjéket egy, az iparban már elérhető pozitív, növényi fehérje alapú derítőanyaggal is összehasonlítottam. Ez a LittoFresh Liquid. Az adagolási útmutatója szerint 50-200 mL/100 L arányban kell alkalmazni.

A kísérletben felhasznált segédanyagokat az ERBSLÖH Geisenheim GmbH bocsátotta rendelkezésemre.

3.3. A kísérleti munka menete

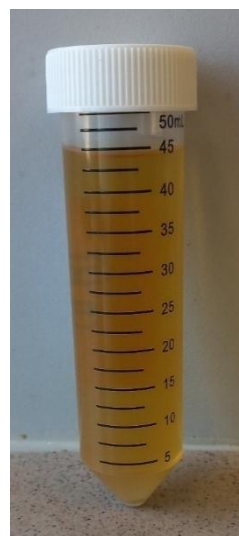
3.3.1. Fehérje kivonatolás

A kivonatolást a Karaca és munkatársai (2011) által leírt módon, az izoelektromos kicsapás alapján végeztem. Ennek megkezdése előtt 0,1n NaOH-ból 9 pH értékű vizes oldatot készítettem. A pH-t egy Testo 206 digitális pH mérővel figyeltem. A szárított borsóhévelyt egy 4 késes darálón 0,5 percig aprítottam. Az így nyert darálmányból 1:15 arányban adtam a nátrium-hidroxid oldathoz. A keveréket ezután 500 l/min értéken 1 óráig kevertetem mágneses keverővel szobahőmérsékleten. Amíg várok, előkészítettem a citromsav oldatot. Ezt úgy tettem, hogy 50 ml desztillált vízhez addig adagoltam a savat, amíg a pH 2 nem lett. Előkészítettem centrifugacsöveket és ezekbe nagyjából 45-45 ml-t mértem a keverékből. Hettich Mikro 22 típusú gépen centrifugáltam őket és utána a felúszókat egybe öntöttem.

A felúszók egész mennyiségét megsavanyítottam citromsavval pH 4-4,5 értékig, majd újra szétosztottam a centrifugacsövekbe. 20 percre ismét visszaraktam a centrifugába őket és az idő letelte után a centrifugacsövek alján megkaptam a kinyert fehérjét. A két centrifugálás során kiülepedett tartalmak közötti különbséget a **7. ábra** szemlélteti. Ezt már csak ki kellett szárítani, amit 40°C-on, atmoszférikus nyomáson végeztem.

7. ábra: Az első és a második centrifugálás eredménye - visszamaradt szárazanyag és a kinyert fehérje a centrifugacsövek alján

(Forrás: saját munka)



3.3.2. Fehérjetartalom meghatározása Kjeldahl módszerrel

Az általam készített kivonatok fehérjetartalmának meghatározásához a Kjeldahl módszert alkalmaztam. Ez a három jól elkülöníthető lépésből álló módszer az összes nitrogén tartalom meghatározásán alapszik. Az első lépésben a mintát pontosan bemértem egy Kjeldahl csőbe és 15 ml tömény kénsavat adtam hozzá. Beletettem még 2 darab Kjeldahl-katalizátor tablettát (3,5 g kálium-szulfát + 0,4 g réz-szulfát) és 1 darab habzágató tablettát (0,97 g nátrium-szulfát + 0,03 g szilikon). A roncsolást a **8. ábrán** látható Behrotest készülékkel végeztem. Először 150°C-on 45 percig, majd 230 °C-on ismét 45 percig és végül 400 °C-on 60 percig. A roncsolást akkor tekinthetjük késznek, amikor víztiszta az oldat.

A második lépés a desztilláció volt. Ehhez a roncsolt mintákat lehűlés után a **9. ábrán** látható Behrotest márkájú desztilláló berendezésbe tettem. A gép automatikusan hozzáadott a roncsolt oldathoz 10 ml vizet, továbbá 90 ml 33%-os nátrium-hidroxid oldatot. Az 5 perces automata program alatt a desztillálás során felszabadult ammónia a 40 ml bórsavas befogóoldatba került.

A harmadik és egyben utolsó lépés a titrálás volt. A felfogott desztillátumot megtitráltam Tashiro indikátor jelenlétében 0,1 M sósavval amíg meg nem jelent a sötétzöldes végpont. A felhasznált sav mennyiségéből ki tudtam számolni a minta Kjeldahl-nitrogén tartalmát és ezt át tudtam számolni fehérjetartalomra is a konverziós faktor segítségével.

8. ábra: Behrotest roncsoló berendezés

(Forrás: saját munka)



9. ábra: Behrotest desztilláló berendezés

(Forrás: saját munka)



A fehérjeszükséglet számolásához először meg kell határozni a növényi kivonatok fehérjetartalmát. Ezt a következő (1) képlet segítségével tettem:

$$\text{Fehérjetartalom}\% = \frac{V_{\text{HCl}} \times 0,1 \times 14,01}{m \times 10} \times F \quad (1)$$

Ahol,

V_{HCl} - Titráláshoz fogyott sósav (ml)

14,01 - Nitrogén atomtömege (g/mol)

m - Bemért minta tömege (g)

F - Átváltási faktor: 6,25

3.3.3. Almálé készítése és derítése

A vizsgált almalevet Idared fajtájú almából készítettem. Ebből kimértem 21 kg-ot és ezt a mennyiséget feldaraboltam majd ledaráltam. A darálmányhoz Pectinex ultra AFP enzimekészítményt adtam a dobozon feltüntetett adagolás és az alábbi számolás szerint:

$$1000 \text{ kg} \rightarrow 200 \text{ mL}$$

$$1 \text{ kg} \rightarrow 0,200 \text{ mL}$$

$$\mathbf{21 \text{ kg} \rightarrow 4,2 \text{ mL}}$$

40 percig állni hagytam, majd egy manuális présen lepréseltem az almát. A kapott léhez ismételtelen hozzáadtam az előbb is alkalmazott enzimekészítményt. A második enzimekezelés után 30 perc elteltével pektinpróbát végeztem. Egy kémcsőbe merítettem az almaléből és tömény, 96%-os etanolt adtam hozzá. Az adagolás 1:2 arányban történt, vagyis nagyjából 10 ml almaléhez adtam 20 ml alkoholt. Összeráztam a két folyadékot, majd pár másodperc után, megfigyeltem az eredményt. Nem csapott ki pektint, tehát hatékony volt az enzimekezelés (**10. ábra**).

A levet ezután mérőhengerekbe öntöttem úgy, hogy mindegyikbe 500 mL került. 17 mintám volt. Az elsőhöz nem adtam semmit, csak hagytam magától ülepedni. Ez volt a kontroll minta. 8 darab mérőhengerben negatív derítőszernek kovasavat, a másik 8 darabban pedig bentonitot alkalmaztam. Mindkét esetben 3-3 mérőhengerben a pozitív derítőszer az általam kivonatolt vörösbab, illetve zöldborsó fehérje volt. 1-1 esetben pedig zselatinnal és az iparban már használatos növényi fehérje készítménnyel teszteltem a derítés hatékonyságát.

10. ábra: Pektinpróba eredménye az almalé esetén

(Forrás: saját munka)



A minták elnevezése az alábbiak szerint alakult (**1. és 2. táblázat**). A rövidítések mellett számokat is kaptak az egyes minták.

1. táblázat: Minták elnevezése

(Forrás: saját munka)

Minta elnevezése	Minta tartalma
1	Kontroll
2	K-Vb-a
3	K-Vb-k
4	K-Vb-f
5	K-B-a
6	K-B-k
7	K-B-f
8	K-Zs
9	K-L
10	B-Vb-a
11	B-Vb-k
12	B-Vb-f
13	B-B-a
14	B-B-k
15	B-B-f
16	B-Zs
17	B-L

2. táblázat: Minták elnevezésének jelentése

(Forrás: saját munka)

Első betű	Jelentés	Második betű	Jelentés	Harmadik betű	Jelentés
K	Kovasav	Vb	Vörösbab	a	alsó érték
B	Bentonit	B	Borsó	k	közéérték
		Zs	Zselatin	f	felső érték
		L	LittoFresh		

3.4. Derítés hatékonyságának mérései

3.4.1. Feltisztulás

Nagyjából 1 és háromnegyed óra várakozás után megnéztem, hogy mennyit ülepedtek a minták. Az 500 ml-es mérőhenger beosztása segítségével leolvastam, hogy mekkora az alján keletkezett kiülepedett réteg.

3.4.2. Turbiditás

A turbiditás a folyadék zavarosságát jelenti. Ezt a benne lévő lebegő anyagok okozzák (pl. kolloidok, sejtek). Az értéke azt mutatja, hogy mennyire szórja szét vagy nyeli el a fénysugarakat a folyadék. Egy fényforrás áthalad a mintán, amit a folyadékban lebegő részecskék eltérítenek vagy elnyelnek. A detektorok mérik az átmenő és az oldalirányban szórt fényt is. Így a turbiditás arányos lesz a részecskekoncentrációval. Mértékegysége az NTU (Nephelometric Turbidity Unit). Minél nagyobb a turbiditás értéke, annál zavarosabb a folyadék, esetemben annál kevésbé sikerült a derítés. A kalibrációhoz három üveget kell használni, amiben egyre zavarosabb anyag található. Én a mérést egy Hach 2100P Turbidimeter készülékkel végeztem (**11. ábra**).

11. ábra: Hach 2100P Turbidiméter a kalibráló üvegekkel

(Forrás: saját munka)



3.4.3. Szín

A színvizsgálatot Konica Minolta CR 410 felületi színmérővel végeztem. A készüléket bekapcsolás után először egy fehér alap segítségével kalibráltam. A mérés során küvettába öntöttem a vizsgált almálé mintákat és a fehér háttér elé helyeztem azokat. A mérőeszközt közvetlenül a küvetta oldalához érintettem és a hátulján található gomb megnyomásával elindítottam a mérést. Egy fényvillanás után a berendezésen található kijelzőn meg is jelent az L^* világossági tényező, az a^* zöld-vörös és a b^* kék-sárga hányados. 3 párhuzamos mérést végeztem.

A minták színe közötti különbség megállapítására kiszámoltam a színíngert-különbséget (ΔE^*_{ab}) az alábbi (2) képlet alapján:

$$\Delta E^*_{ab} = \sqrt{(L_a^* - L_b^*)^2 + (a_a^* - a_b^*)^2 + (b_a^* - b_b^*)^2} \quad (2)$$

A kapott színíngert-különbség értékeket a **3. táblázatban** látható paraméterek alapján lehet a különböző csoportokba sorolni.

3. táblázat: Színíngerkülönbség (ΔE^*_{ab}) kiértékelő táblázat

(Forrás: Klimczak és Gliszczyńska-Świgło, 2017 nyomán)

ΔE^*_{ab} értéke	Szemmel érzékelhető különbség
$\Delta E^*_{ab} \leq 0,5$	Nem érzékelhető
$0,5 < \Delta E^*_{ab} \leq 1,5$	Alig észrevehető
$1,5 < \Delta E^*_{ab} \leq 3,0$	Észrevehető
$3,0 < \Delta E^*_{ab} \leq 6,0$	Jól látható
$6,0 < \Delta E^*_{ab}$	Nagy

3.4.4. Antioxidáns kapacitás meghatározása (FRAP = Ferric Reducing Ability of Plasma)

Az antioxidáns kapacitás mérését a Benzie és Strain (1996) által leírtak szerint végeztem. A módszer elméleti háttere, hogy antioxidáns aktivitású vegyületek hatására a ferri- (Fe^{3+})-ionok ferro- (Fe^{2+})-ionokká alakulnak. Savas közegben a tripiridil-triazinnal színes komplexet képeznek. Ez a termék kék színű és így 593 nm-en fotometriásan mérhető.

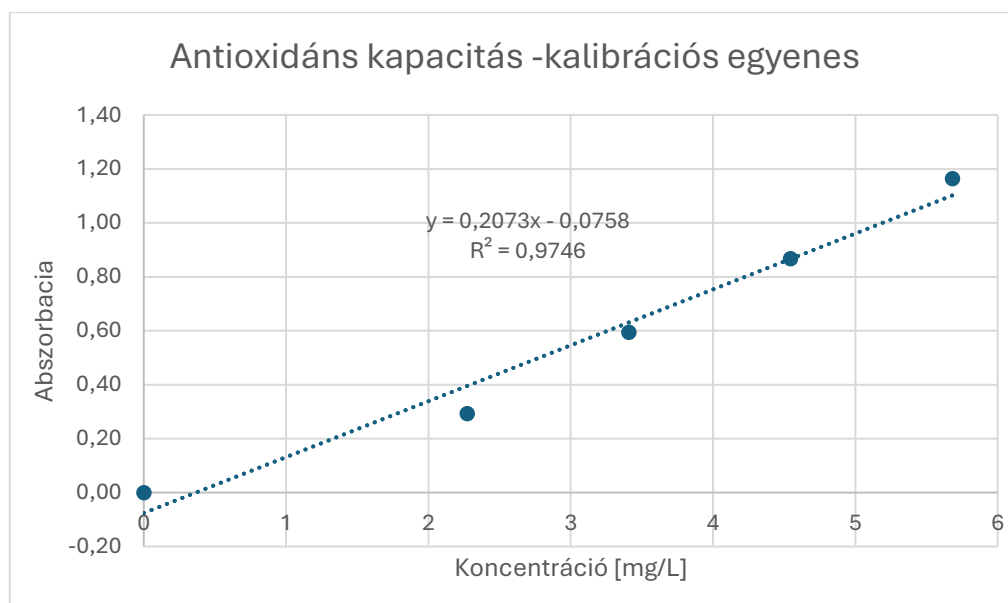
A vizsgálat első lépéseként el kell készíteni a FRAP reagenst, ami 25 ml acetát pufferből, 2,5 ml FeCl_3 oldatból és 2,5 ml TPTZ-oldatból áll. Fontos, hogy a mérőpoharat, amiben készítjük, alufóliával takarjuk le, hogy elkerüljük a zavarosodást. Ennek érdekében a reagenseket közvetlenül a mérés előtt öntsük össze.

Az almalé mintáimat 10 000 1/min fordulatszámon 20 percig centrifugáltattam. A méréshez a felúszót használtam. Először egy kalibrációt végeztem, aminek során meghatároztam, hogy milyen matematikai összefüggés van az abszorbancia és az aszkorbinsav koncentrációja között. Ehhez készítettem egy 10 mM-os aszkorbinsav oldatot és hígítottam 1 mM-ra, a kalibrációm ezt tartalmazta egyre növekvő mennyiségben. Az 5 tagú kalibrációs mintasor esetében az össztérfogat mindig 1550 μl . A mintákat ezután úgy mértem be, hogy az abszorbanciájuk ne legyen magasabb, mint az aszkorbinsav-oldatoknak. A mintáim esetén is készítettem egy oldatsorozatot, ami a kalibrációval megegyező koncentrációkban tartalmazta a mintáimat. Ezeknek megmértem az abszorbanciáját Hitachi U-2900 fajtájú spektrofotométerrel és megállapítottam, hogy az én esetemben 50 μl mintát érdemes alkalmazni, mivel ez esett a legjobban a kalibrációba. A szükséges mennyiségek kimérése után 5 percet várakozni kell és ezután tudjuk megmérni 593 nm-en az abszorbanciát. Ebből és az általam ábrázolt, **12. ábrán** látható kalibrációs egyenes meredekségéből ki is tudjuk számolni az antioxidáns kapacitást. 5

párhuzamos mérést végeztem, majd ebből választottam ki a legkisebb szórással rendelkező értékeket.

12. ábra: Kalibrációs egyenes az antioxidáns kapacitás meghatározásához

(Forrás: saját munka)



3.4.5. Összes polifenol meghatározása Folin-Ciocalteu reagenssel

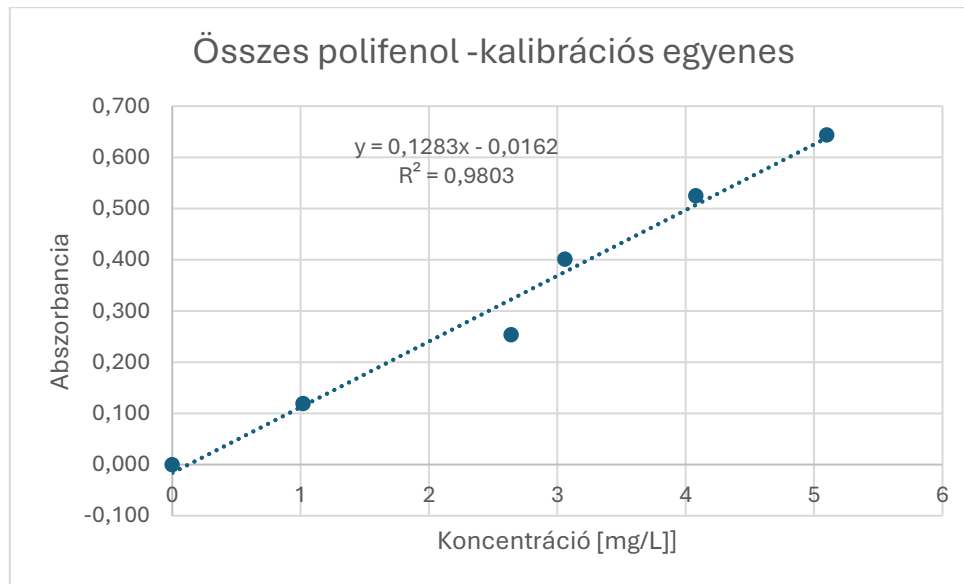
Az összes polifenol tartalom meghatározását Singleton és Rossi (1965) módszere szerint végeztem. Először előkészítettem a szükséges anyagokat. Egyrészt hígítottam Folin reagenst 1:10 arányban. 10 ml Folinhoz adtam 100 ml desztillált vizet, majd 80 ml metanol és 20 ml desztillált víz keverékét is elkészítettem. A Na_2CO_3 -ból kimértem 7,42 g-ot és feloldottam 100 ml desztillált vízben. A kalibrációhoz ebben az esetben galluszsavat használtam, amit 3 mM koncentrációban készítettem elő. Ezt még hígítottam 0,3 mM-ra. A 6 tagú kalibrációs sort úgy készítettem, hogy az osztérfogat mindig 2500 μl legyen és galluszsavat adtam hozzá növekvő mennyiségben. Az 1000 μl Na_2CO_3 oldatot mindig az összes többi komponens és a minta hozzáadása után 1 perccel adtam csak hozzá. A kémcsöveket 5 percre 50°C-os vízfürdőbe raktam és a **14. ábrán** látható Hitachi U-2900 típusú spektrofotométerrel megmértem az abszorbanciát. Miután megállapítottam az abszorbancia és a galluszsav közötti matematikai összefüggést egy minta esetében is megnéztem, hogy a különböző mennyiségek közül az 50 μl az optimális számomra, mivel ez illett a legjobban a kalibrációba.

A vízfürdőben eltöltött várakozási idő után a kémcsövekből átöntöttem a mintákat küvetákba és megmértem az abszorbanciájukat. 3 párhuzamos mérést végeztem. A **13. ábra** az általam készített kalibrációs egyenest szemlélteti, az alatta látható (3) egyenlet pedig azt,

hogy ennek meredekségéből és a mért értékekből hogyan számoltam ki az összes polifenol tartalmat (TPC).

13. ábra: Kalibrációs egyenes az összes polifenol tartalom meghatározásához

(Forrás: saját munka)



$$TPC = \frac{A}{tg\alpha} \times \frac{V_{\text{összes}}}{V_{\text{minta}}} \times H \quad (3)$$

ahol,

TPC - Összes polifenol tartalom

A - Abszorbancia

$tg\alpha$ - Kalibrációs egyenes meredeksége

$V_{\text{összes}}$ - Végtérfogat (1550 μ l)

V_{minta} - Bemért minta térfogata (50 μ l)

3.4.6. Transzmittancia

A 11. ábrán látható spektrofotométert átállítottam abszorbanciáról transzmittancia (T%) mérésre és így a készülék egyből a minták fényáteresztésének százalékos értékét írta ki.

14. ábra: Hitachi U-2900 spektrofotométer

(Forrás: saját munka)



3.4.7. pH-érték

A pH mérést Testo 206 eszközzel végeztem. Az indító gomb megnyomása után a mintákba helyeztem a műszert. Amint meghallottam a jelzőhangot leolvastam a kijelzett pH értéket. Ebben az esetben is 3 párhuzamos mérést végeztem.

3.4.8. Vízoldható szárazanyag tartalom

A vízoldható szárazanyag tartalom meghatározásához ATAGO DBX-55 digitális refraktométert használtam. Kezdetben desztillált vízzel kalibráltam a műszert. A mérés során a mintából egy cseppet helyeztem a készülékre és „start” gomb megnyomása után a berendezés ki is írta a refrakció-százalék értéket. A minták között desztillált vízzel megtisztítottam a műszert és mintánként 3-3 párhuzamos mérést végeztem.

4. Eredmények és értékelésük

4.1. Fehérjeszükséglet számítása

A Kjeldahl módszert mért eredményeit és az (1) képlet alapján kiszámított értékeket az **4. táblázat** tartalmazza. Két párhuzamos mérést végeztem és végül ezek eredményeit átlagoltam.

4. táblázat: A növényi kivonatok fehérjetartalma

(Forrás: saját munka)

Vörösbab			Zöldborsó		
Bemért minta [g]	Sósav fogyás [mL]	Fehérjetartalom [m/m%]	Bemért minta [g]	Sósav fogyás [mL]	Fehérjetartalom [m/m%]
0,398	29,6	65,122	0,254	8,7	29,992
0,422	30,3	62,871	0,213	7	28,776
Átlag:		63,996	Átlag:		29,384

Ezután kiszámoltam, hogy mekkora mennyiségre lesz szükségem az általam készített kivonatokból, ha 0,5 L almalé derítéséhez meghatározott fehérje adagok kellenek. Ezeket az értékeket egyenes arányossággal számoltam ki és az eredményeket a **5. táblázat** tartalmazza.

5. táblázat: Fehérjeszükségletek számolásának eredményei

(Forrás: saját munka)

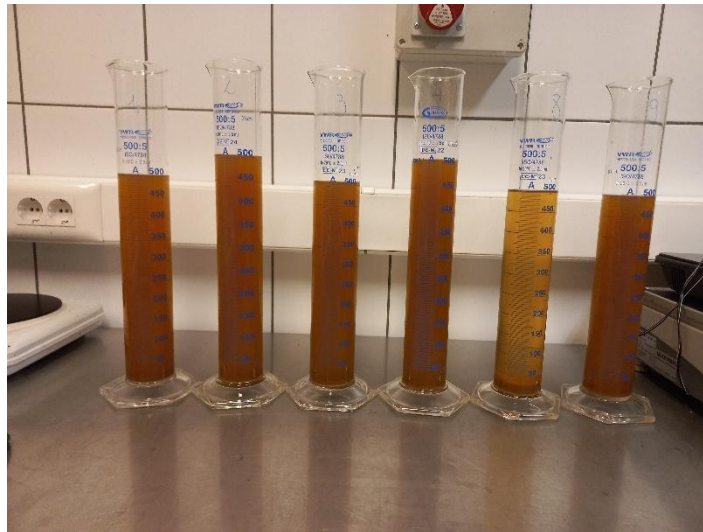
	Alsó határ [g]	Középérték [g]	Felső határ [g]
Vörösbab	0,039	0,156	0,469
Zöldborsó	0,085	0,340	1,021

4.2 Feltisztulás

Először szemmel megfigyeltem a mintákat, hogy mennyire volt sikeres a derítés. Minden esetben az általam vizsgált növényi fehérjéket hasonlítottam a 1-es (Kontroll) mintához, illetve a zselatinnal és a LittoFresh készítménnyel derítettekhez.

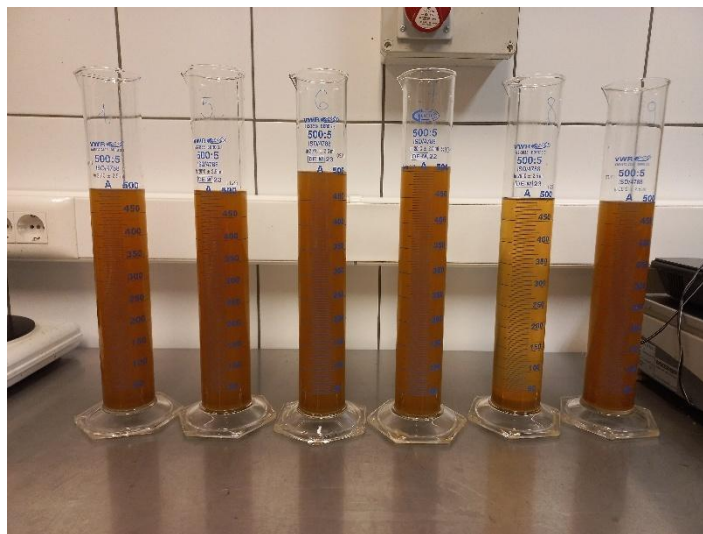
15. ábra: 1, 2, 3, 4, 8 és 9 almalé minták derítés után

(Forrás: saját munka)



16. ábra: 1, 5, 6, 7, 8, és 9 almalé minták derítés után

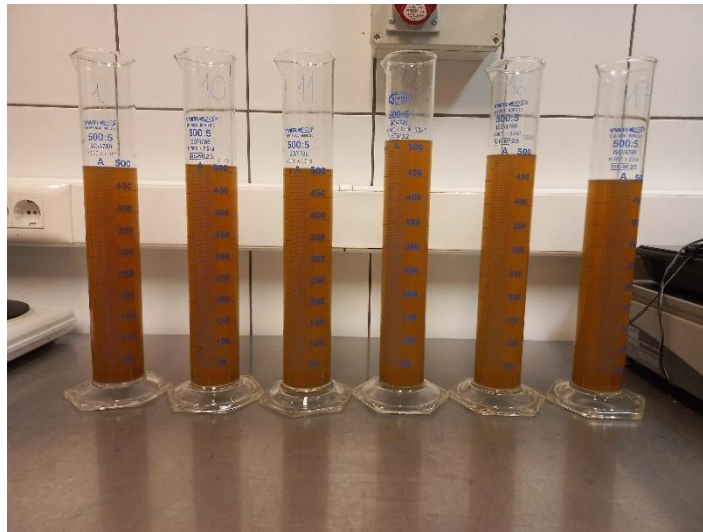
(Forrás: saját munka)



A **15. és 16. ábrán** a negatív derítőszerként kovasavat tartalmazó minták láthatóak. A **15. ábrán** a vörösbab, a **16. ábrán** pedig a zöldborsó fehérje volt a pozitív derítőszer. Mindkét képen látható, hogy a 8-as minta (K-Zs) nagyon eltért a többitől, összességében itt mondható a legsikeresebbnek a tisztítási folyamat. A többi minta hasonló eredményeket adott, nincsenek szemmel igazán jól látható különbségek közöttük. A 9-es (K-L) minta sem mutat más eredményt, mint az általam kivonatolt fehérjék.

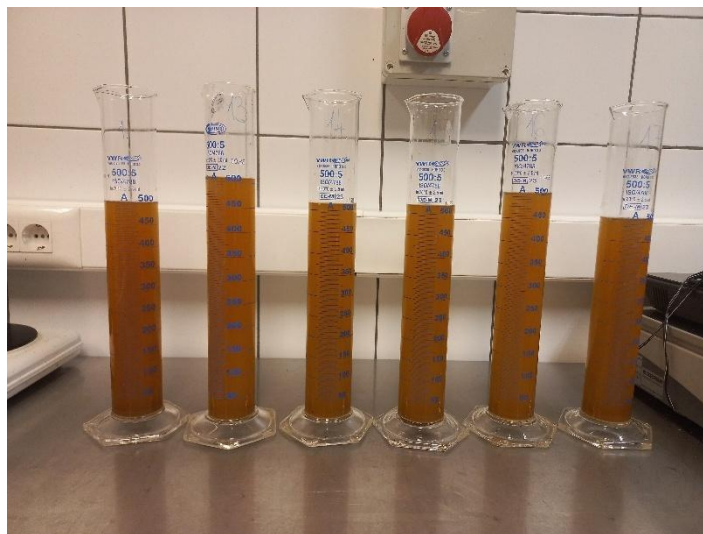
17. ábra: 1, 10, 11, 12, 16 és 17 almalé minták derítés után

(Forrás: saját munka)



18. ábra: 1, 13, 14, 15, 16 és 17 almalé minták derítés után

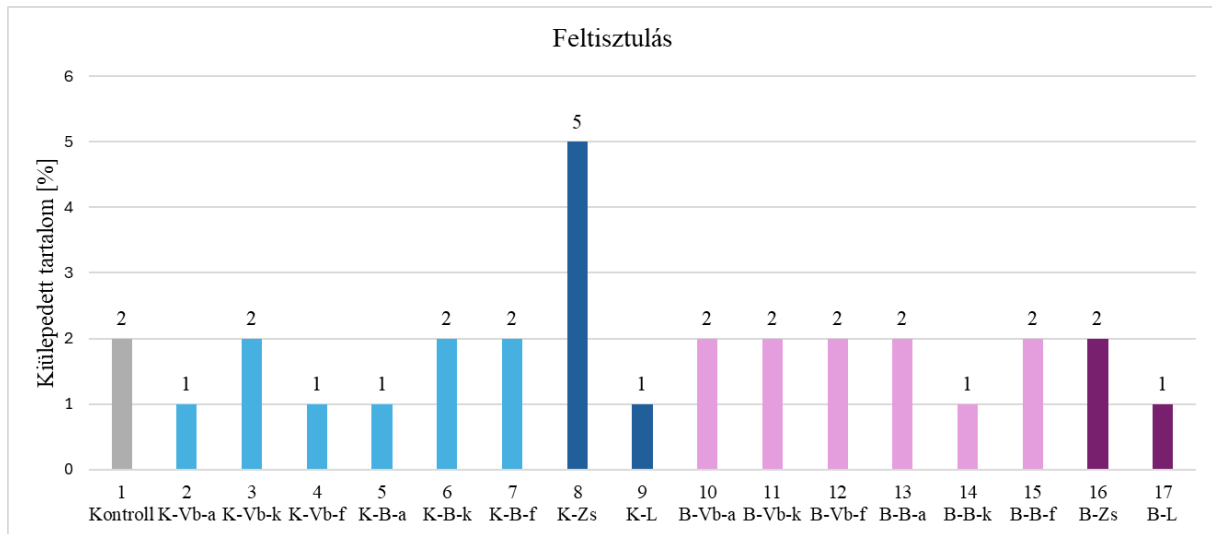
(Forrás: saját munka)



A **17.** és **18. ábrán** a bentonittal derített almalevek lettek összehasonlítva. Az előbbi ábrán szintén a vörösbab, míg az utóbbin a zöldborsó fehérjével kombináltak láthatóak. Ezek világosabbak lettek, mint a kovasavas minták és az 1-es (kontroll) mintánál is jobban teljesítettek. Tehát elmondható, hogy ránézésre a növényi fehérjék jobban működtek a bentonittal együtt alkalmazva. Azonban a 16-os (B-Zs) és a 17-es (B-L) mintákhoz, valamint egymáshoz viszonyítva sem mutatnak nagy különbségeket, így a pontos kiértékelés érdekében műszeres vizsgálatokat végeztem.

19. ábra: Almalevek kiülepedett része százalékos formában kifejezve

(Forrás: saját munka)

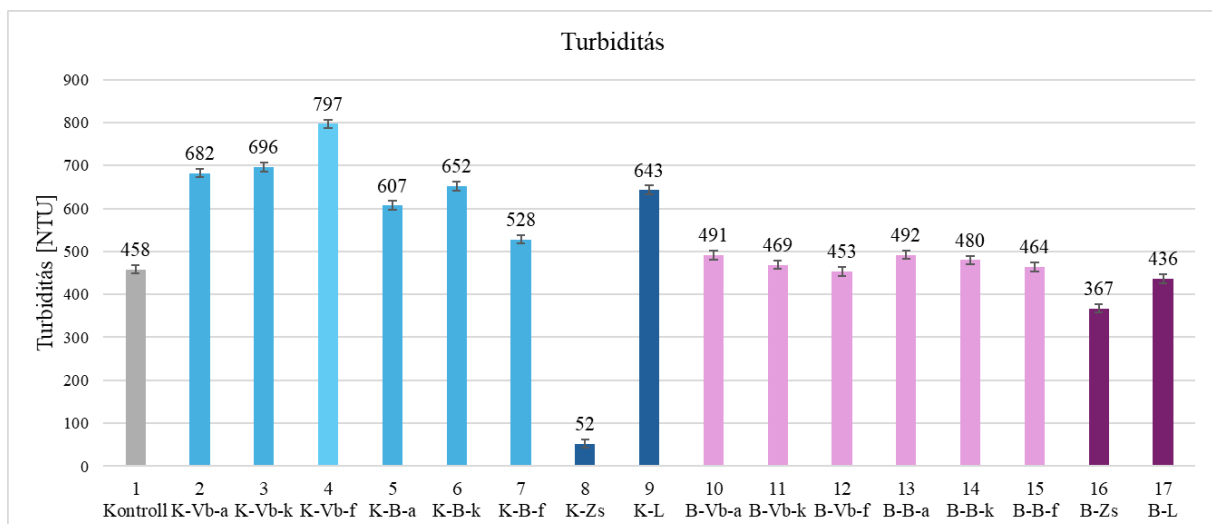


A 8-as minta (K-Zs) kimagaslott a többi közül és így a feltisztulásának mértékét le tudtam olvasni a mérőhengerről. A többi minta kiülepedett tartalma nem érte el a mérőhengerek beosztásának az alját, így csak nagyjából arányosítottam az értékeket. Aminek a kiülepedett tartalma nagyobbak látszott (2% az ábrán), az nagyjáról a kétszerese volt annak, aminek az alján csak kevés tartalom volt megfigyelhető (1% az ábrán) (19. ábra).

4.3. Turbiditás

20. ábra: Almalevek turbiditása (NTU)

(Forrás: saját munka)



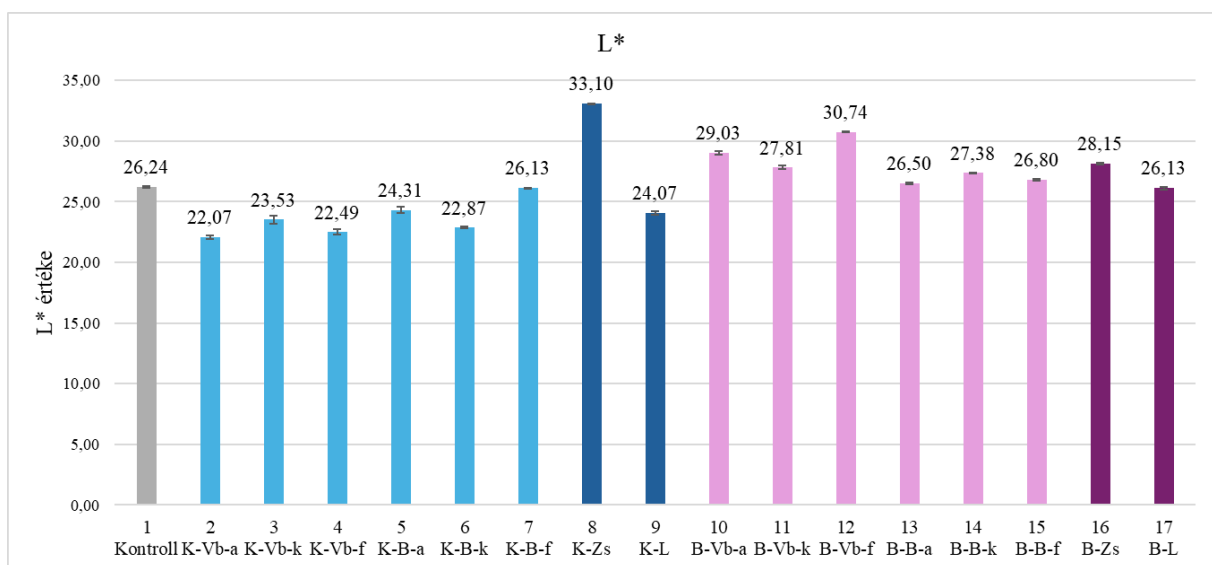
A turbiditás a folyadékok zavarosságára utal. A mérés alapján a legzavarosabb minta a 4-es (K-Vb-f) volt, amikor negatív derítőszerként kovasavat alkalmaztam, pozitívként pedig

az általam kivonatolt vörösbab fehérjének az adagoláshoz számított felső értékét. A legtisztább, azaz a legkevésbé zavaros egyértelműen a 8-as (K-Zs) minta volt, amikor zselatint alkalmaztam a kovasav mellett. Elmondható, hogy a kovasavval derített minták között nagyobbak voltak a különbségek, mint amit a bentonitos minták esetében láthatunk. Utóbbiak sokkal közelebbi értékeket mutattak a kontroll mintához, miközben a kovasavas minták ennél lényegesen nagyobb értékeket adtak (**20. ábra**).

4.4. Szín

21. ábra: Almalevek színmérésének L* értékei

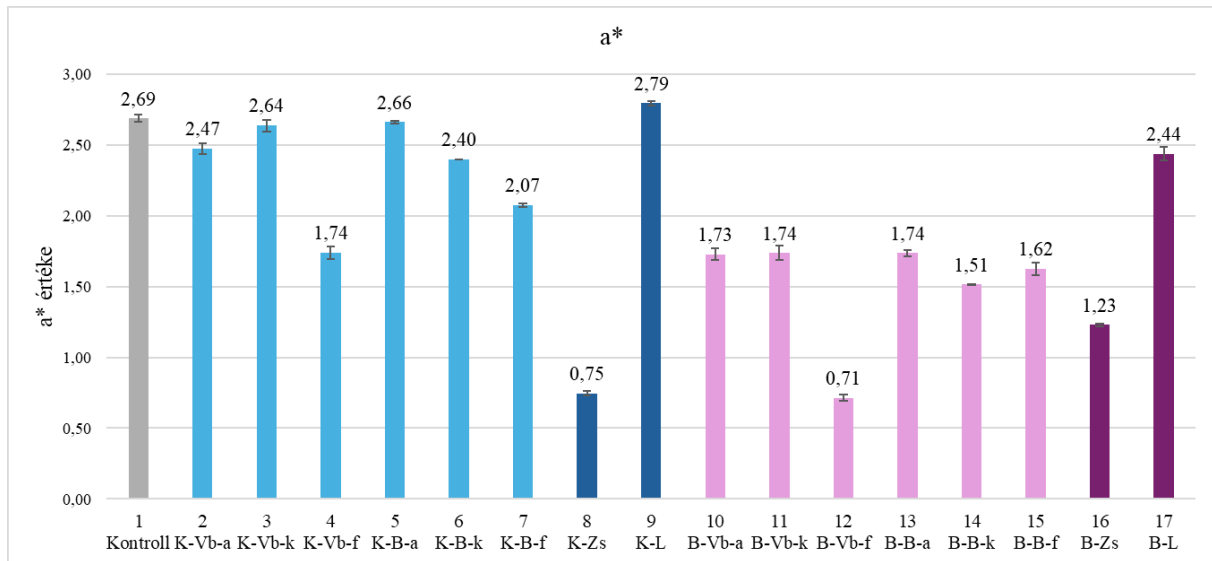
(Forrás: saját munka)



A színmérés során kapott L* értékek a világosságra utalnak. Minél nagyobb ez az érték annál világosabb az adott tétel és a derítés annál sikeresebbnek mondható. Ebben az esetben is a 8-as (K-Zs) minta teljesített a legjobban a 33,10-es értékével. A második helyen a 12-es (B-Vb-f) minta végzett, ami már növényi fehérjével volt derítve. A legsötétebbnek a 2-es (K-Vb-a) minta minősült, értéke 22,07. Összességében a bentonittal derített minták esetében kaptam magasabb értékeket, mint a kovasavval derítetteknél. Míg a kovasavas minták esetében az 1-es (Kontroll) mintánál alacsonyabb értékeket kaptam a növényi fehérjével derített almaleveknél, addig a bentonitos minták hasonlóan, vagy jobban teljesítettek. Megfigyelhető, hogy a bentonitos minták közül a 17-es (B-L) adta a legalacsonyabb értéket, vagyis a LittoFresh készítménnyel derített (**21. ábra**).

22. ábra: Almalevek színmérésének a* értékei

(Forrás: saját munka)

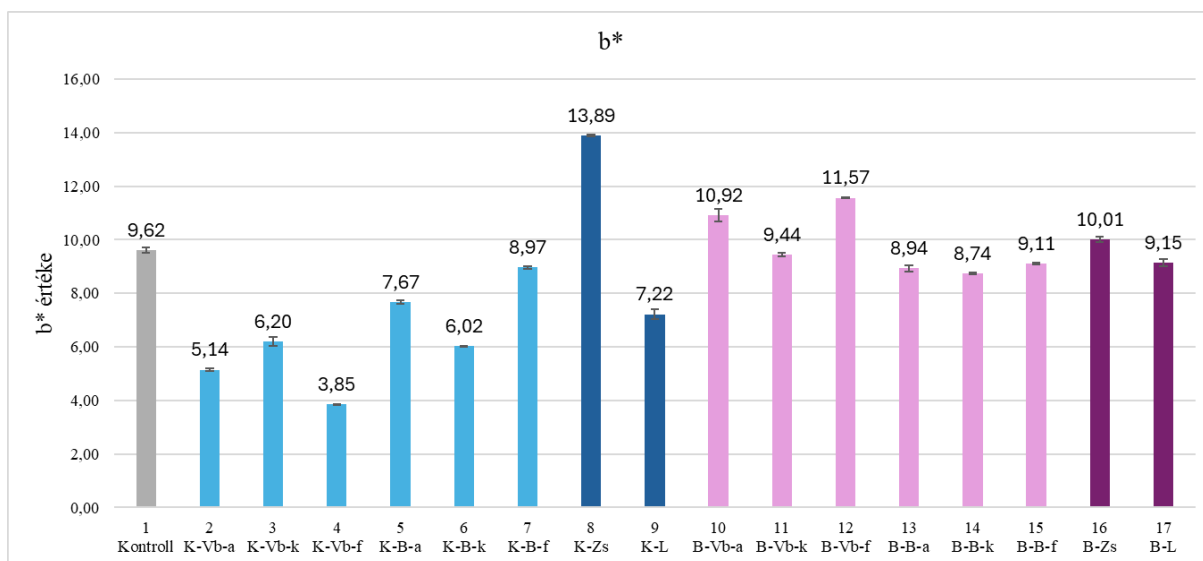


Az a* a zöld-vörös színtényező. Az 1-es (Kontroll) minta 2,69-es értékéhez képest a bentonitos minták egyértelműen alacsonyabb eredményeket hoztak. Elmondható, hogy ezek a minták jobban közelítenek a semlegeshez, azaz a 0-hoz. A kovasavval derített almalevek közelebb estek az 1-es (Kontroll) mintához és az értékek alapján a vörös tartományba sorolhatóak. A két legalacsonyabb értéket a 12-es (B-Vb-f) és a 8-as (K-Zs) minták mutatták. Ezek közül a növényi fehérjével derített minta értéke közelített jobban a semlegeshez (22. ábra).

A b* a kék-sárga színtényező. Az értékek itt lényegesen magasabbak lettek, az 1-es (Kontroll) minta eredménye 9,62. Ennek oka az almalé természetes sárga színe. Ebben az esetben a kovasavas mintáknál kaptam kisebb értékeket, de mindegyik minta a sárga tartományba esett. Kiugróan magas értéket a 8-as (K-Zs) minta esetében kaptam, ez 13,89 volt. A bentonit esetében a növényi fehérjével derített mintáim alacsonyabb értékeket adtak, mint az 1-es (Kontroll), vagy a 8-as (K-Zs) zselatinnal derített minták. A 9-es (K-L), LittoFresh alkalmazásával derített almalénél is a többsége a mintáknak alacsonyabb lett. A kovasavas minták közül a 10-es (B-Vb-a) és a 12-es (B-Vb-f) minták hoztak nagyobb értéket, mint az összes, összehasonlítási célból készült minta, vagyis az 1-es (Kontroll), 16-os (B-Zs) és a 17-es (B-L) (23. ábra).

23. ábra: Almalevek színmérésének b* értékei

(Forrás: saját munka)



A következőkben a minták közötti színingerkülönbség számítások eredményeit mutatom be.

6. táblázat: ΔE^*ab értékek a kontroll mintához viszonyítva

(Forrás: saját munka)

Színínger különbség, ΔE^*ab		
	Kontroll	Szemmel érzékelhető különbség
K-Vb-a	6,119	Nagy
K-Vb-k	4,359	Jól látható
K-Vb-f	6,937	Nagy
K-B-a	2,734	Észrevehető
K-B-k	4,932	Jól látható
K-B-f	0,900	Alig észrevehető
K-Zs	8,312	Nagy
K-L	3,230	Jól látható
B-Vb-a	3,224	Jól látható
B-Vb-k	1,850	Észrevehető
B-Vb-f	5,289	Jól látható
B-B-a	1,198	Alig észrevehető
B-B-k	1,858	Észrevehető
B-B-f	1,304	Alig észrevehető
B-Zs	2,437	Észrevehető
B-L	0,544	Alig észrevehető

Először az 1-es (Kontroll) mintával hasonlítottam össze a többit. A **6. táblázatban** látható, hogy nagyon változatosan alakultak az eredmények. Különbségek minden minta esetében vannak, mivel egyedül a „nem érzékelhető” kategóriára nincs példa. A legnagyobb különbség a kontrollhoz képest a 8-as (K-Zs) mintánál tapasztalható, emellett nagy különbség volt még a 4-es (K-Vb-f) és a 2-es (K-Vb-a) almalevek esetében. A kovasavas minták nagyobb különbséget mutattak a kontrollhoz képest, mint a bentonitosak.

7. táblázat: ΔE^*ab értékek a zselatinnal derített mintákhoz hasonlítva

(Forrás: saját minta)

Színínger különbség, ΔE^*ab					
	K-Zs	Szemmel érzékelhető különbség		B-Zs	Szemmel érzékelhető különbség
K-Vb-a	14,183	Nagy	B-Vb-a	1,353	Alig észrevehető
K-Vb-k	12,419	Nagy	B-Vb-k	0,838	Alig észrevehető
K-Vb-f	14,634	Nagy	B-Vb-f	3,064	Jól látható
K-B-a	10,930	Nagy	B-B-a	2,034	Észrevehető
K-B-k	13,008	Nagy	B-B-k	1,519	Észrevehető
K-B-f	8,633	Nagy	B-B-f	1,669	Észrevehető

A következő összehasonlítást a zselatinos mintákhoz képest végeztem. Ez egy jelenleg iparban alkalmazott pozitív derítőszer, ehhez is hasonlítottam a növényi fehérjét. Látható a **7. táblázatban**, hogy a kovasav esetében minden mintánál nagyon magas értékeket kaptam. Ez azt jelenti, hogy mindenhol nagy volt a különbség. A bentonitnál egyedül a 12-es (B-Vb-f) minta mutatott jól látható különbséget, azon kívül észrevehető és alig észrevehető eredményeket kaptam.

8. táblázat: ΔE^*ab értékek a LittoFresh alkalmazásával derített mintákhoz hasonlítva

(Forrás: saját munka)

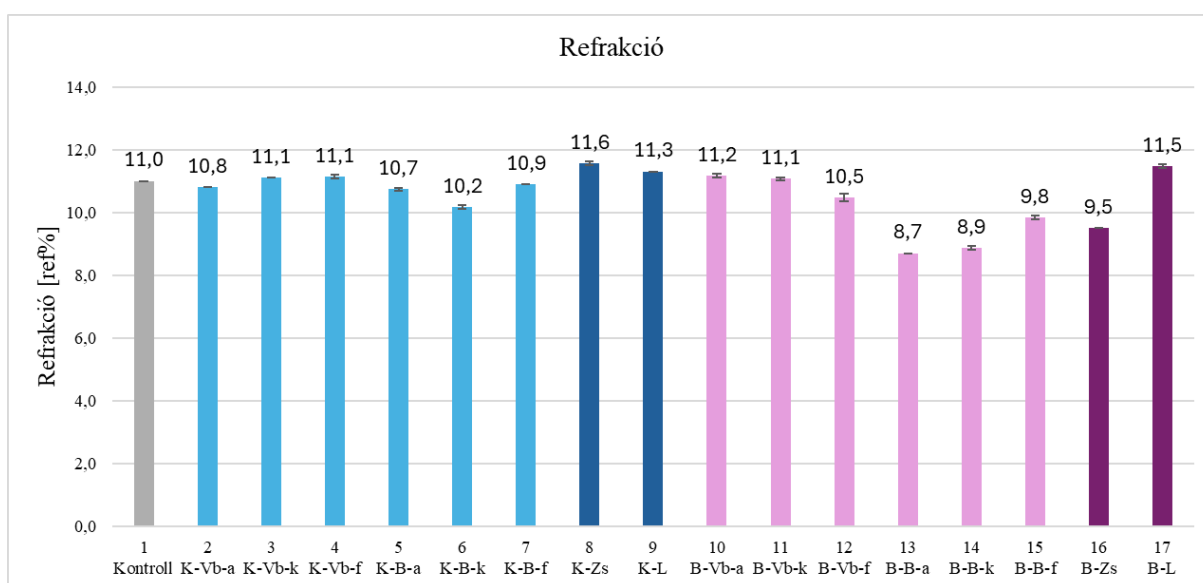
Színínger különbség, ΔE^*ab					
	K-L	Szemmel érzékelhető különbség		B-L	Szemmel érzékelhető különbség
K-Vb-a	2,905	Észrevehető	B-Vb-a	3,471	Jól látható
K-Vb-k	1,166	Alig észrevehető	B-Vb-k	1,849	Észrevehető
K-Vb-f	3,865	Jól látható	B-Vb-f	5,487	Jól látható
K-B-a	0,530	Alig észrevehető	B-B-a	0,821	Alig észrevehető
K-B-k	1,742	Észrevehető	B-B-k	1,607	Észrevehető
K-B-f	2,793	Észrevehető	B-B-f	1,056	Alig észrevehető

Végül a mintákat egy ipari forgalomban is kapható növényi derítőszerrel (LittoFresh) is összehasonlítottam. Itt már változatosabb eredményeket kaptam a kovasavnál is. A 4-es (K-Vb-f) minta a jól látható kategóriájával kimagaslik, a többi esetben a különbség észrevehető, vagy alig észrevehető. A bentonitnál is a 12-es (B-Vb-f) adta a legnagyobb értéket, vagyis a vörösbab fehérje felső határértéke, de itt a 10-es (B-Vb-a) esetében is jól látható a különbség. A legkisebb különbséget a 13-as (B-B-a) mintánál tapasztaltam (**8. táblázat**).

4.5. Refrakció

24. ábra: Almalevek refrakció (ref%) értékei

(Forrás: saját munka)



Az almalevek refrakció értékei a vízoldható szárazanyagtartalomra engednek következtetni. Minél magasabbak annál nagyobb a vízoldható szárazanyagtartalom a folyadékban. A **24. ábra** szerint a legalacsonyabb ref% értéket a 13-as (B-B-a), 14-es (B-B-k), 16-os (B-Zs) és a 15-ös (B-B-f) mintáknál kaptam. Az összes többi minta egészen hasonló értékeket produkált. A legmagasabb eredményt a 8-as (K-Zs) mintánál kaptam 11,6-os értékkel. Látható, hogy a vörösbab fehérjével derítettek mindkét negatív derítőszerrel párosítva alacsonyabb értékeket eredményeztek, mint a borsó fehérjével készültek.

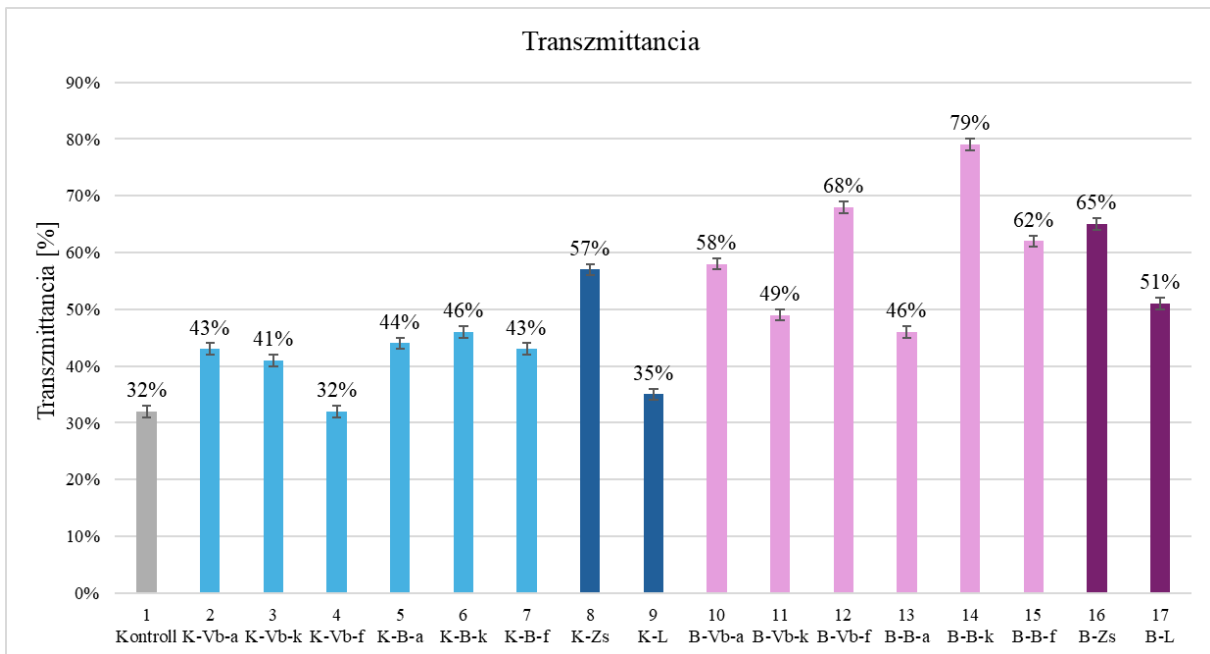
4.6. Transzmittancia

A transzmittancia az anyagok fényáteresztő képességét fejezi ki. A bentonittal derített minták itt is jobban teljesítettek. A **25. ábrán** látható, hogy a legmagasabb T% értéket a 14-es (B-B-k), 12-es (B-Vb-f) és 16-os (B-Zs) minták esetén kaptam. A legkisebb fényáteresztő képességet, az 1-es (Kontroll) és a 4-es (K-Vb-k) eredményezte, mindkét esetben 32%-kal.

Tehát az 1-es (Kontroll) mintánál egy kivétellel minden esetben magasabb értéket kaptam. A vörösbab és borsó fehérjével készített almalevek esetében, a bentonittal derített minták közül a legkevésbé áttetsző 13-as (B-B-a) minta 46%-os transzmittancia értéke megegyezik a kovasavas minták közül legmagasabb értéket eredményező 6-os (K-B-k) mintával.

25. ábra: Az almalevek transzmittancia (T%) értékei

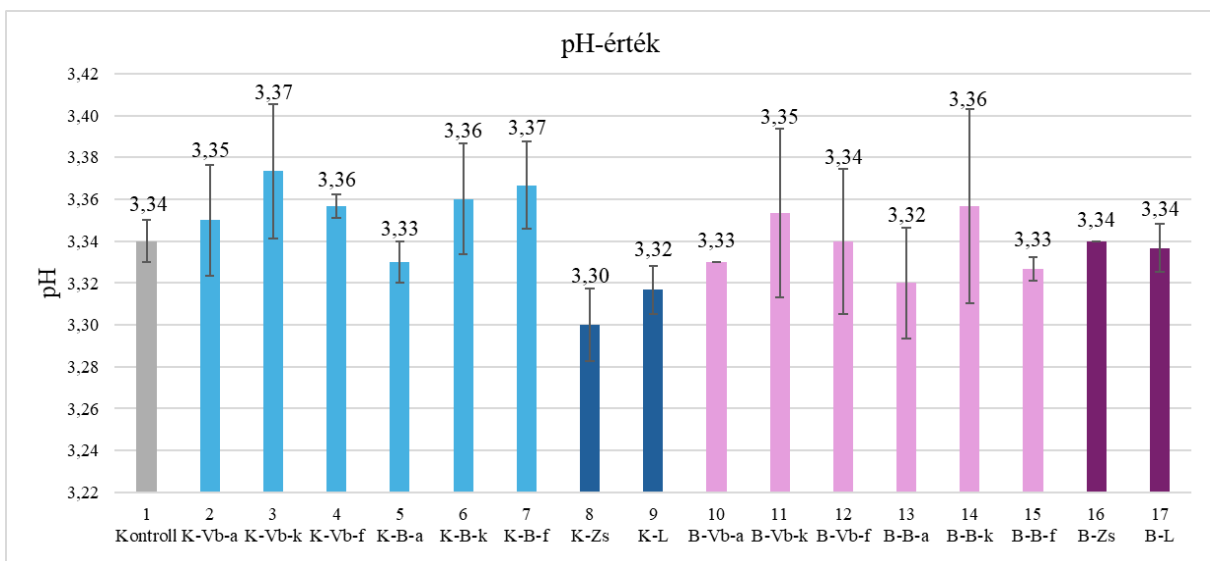
(Forrás: saját munka)



4.7. pH-érték

26. ábra: Almalevek pH értékei

(Forrás: saját munka)



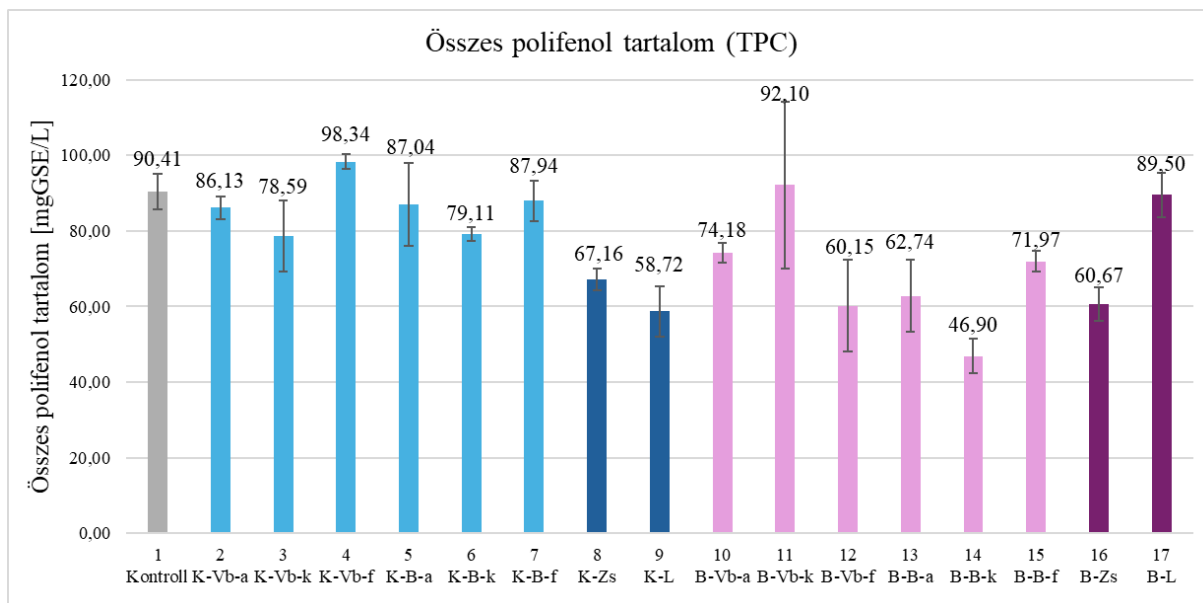
Az almalevek pH-ja 3,30 és 3,37 között alakult. Elmondható, hogy ebben a paraméterben nagy különbségek nem adódtak a minták között. Az 1-es (Kontroll) minta 3,34-es pH-értéke középértéknek mondható, amivel megegyező eredményt a 16-os (B-Zs) és a 17-es (B-L) mintáknál kaptam. A növényi fehérjék közül a borsó fehérje alsó határértékével derített mintáknál csökkent a legjobban a pH mindkét negatív szerrel kombinálva. (26. ábra).

4.8. Összes polifenol tartalom

Az almalevek összes polifenol tartalmát tekintve a legjobban a 4-es (K-Vb-f) és a 11-es (B-Vb-k) teljesített, valamint az 1-es (Kontroll) minta. Elmondható tehát, hogy a különböző derítési módszerek csökkentették a polifenol tartalmat. A legalacsonyabb érték 46,90 mgGSE/L volt a 14-es (B-B-k) esetében, ami majdnem a fele a kontroll minta polifenol tartalmának, amihez nem adtam hozzá semmit a derítési lépésben. A kettő zselatinnal derített minta (8 és 16) is az utolsók között van. A bentonittal és növényi fehérjével derített minták a 11-es (B-Vb-k) kivételével mind alacsonyabb értéket eredményeztek, mint kovással párosítva (27. ábra).

27. ábra: Az almalevek összes polifenol tartalma

(Forrás: saját munka)



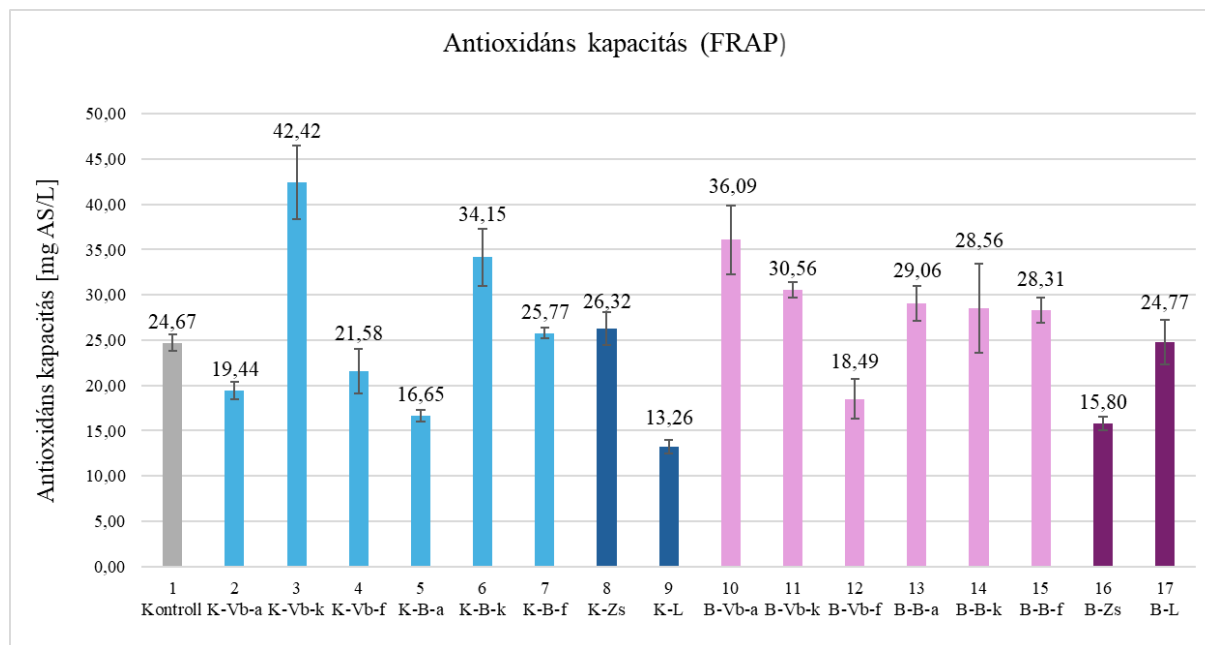
4.9. Antioxidáns kapacitás

A minták közül antioxidáns tartalomban kiemelkedett a 3-as (K-Vb-k) és jól teljesített még a 10-es (B-Vb-a) és a 6-os (K-B-k) is. A legmagasabb érték 42,42 mgASL/L, a legalacsonyabb pedig a 9-es minta (K-L), 13,26 mgASL/L eredménye volt. Utolsók között teljesített még a 16 (B-Zs) és az 5-ös (K-B-a) is. Az 1-es (Kontroll) minta antioxidáns kapacitása nagyjából középértéknek mondható. A növényi fehérjékkel derített minták között

megfigyelhető, hogy mindkét negatív szerrel kombinálva a vörösbab középértéke volt az egyik legmagasabb eredménnyel rendelkező (28.ábra).

28. ábra: Almalevek antioxidáns kapacitása (FRAP)

(Forrás: saját munka)



5. Következtetések és javaslatok

A mérések során először fehérjét kivonatoltam kétféle növényi alapanyagból. Ez a vörösbab esetében sikeresebb volt, mint a borsónál. Lényegesen több fehérjét tudtam belőle kivonni, a zöldborsó hüvelynek nem volt ennyire magas a fehérje tartalma.

A derített almalevek ránézésre nem lettek teljesen áttetszőek, nem ülepedtek ki a lebegő anyagok amik a zavarosságot okozták. A legszebb minta a zselatinnal és kovasavval derített volt, ez több mérés során is bebizonyult. A bentonittal kombinált minták valamivel világosabbak lettek, mint a kovasavval párosítottak, azonban az egyes csoportokon belül nem igazán lehetett különbséget megállapítani.

A turbiditás, ami a folyadékok zavarosságáról ad információt szintén azt az eredményt adta, hogy a bentonittal kombinált minták lettek jobban derítve. Ezen belül az összehasonlítás miatt készített zselatint és LittoFresh oldatot tartalmazó almalevek után következtek először a kétféle fehérje felső, középértékű majd az alsó határértékét tartalmazóak. A fehérjék közül a vörösbab szerepel előrébb. Ebben az esetben nagyon jól látszik, hogy az adagok csökkentésével párhuzamosan esett a hatékonyság is.

A színvizsgálat során az L^* azt mutatta, hogy a legvilágosabb minták a kovasav-zselatin kombináció után ebben az esetben is a bentonitos minták lettek. Itt nem látható egyértelmű tendencia a fehérjék mennyiségében, de a második helyen az a minta szerepel, amely a vörösbab fehérjét tartalmazta a felső határértékében. Az a^* és b^* esetében összevetve látható, hogy az almalevek színe a vörös és sárga tartományokba esett. Az a^* értékei kisebbek voltak, tehát ezen szintényező esetében jobban közelített a semlegeshez a szín.

A színinger különbségek meghatározása alapján a kontroll mintához hasonlítva a legtöbb kovasavas minta nagy és jól látható különbséget mutatott. Külön a kovasavas almalevek mind nagy különbséget mutattak a zselatinos mintához képest, azonban a LittoFresh által derített mintával összehasonlítva csak az mutatott jól látható különbséget, amiben a vörösbabot a legnagyobb mennyiségben adtam hozzá. A bentonitos mintákat összehasonlítva az látszik, hogy szintén a vörösbab fehérje felső határértékét alkalmazva kaptam mindkét esetben jól látható különbséget.

A refrakció értékek a vízdoldható szárazanyagtartalomra utalnak, így szintén minél kisebb értékeket vártam. Az adatok bár elég közel estek egymáshoz, azonban a legalacsonyabb értéket itt is a bentonitos minták hozták. Ebben az esetben viszont, az előző mérésekkel

ellentétben, a borsó fehérjével derítettek teljesítettek jobban, azok közül is alsó, középső és felső határérték sorrendben.

A transzmittancia az anyag fényáteresztő képességéről ad információt. Az adatok itt már jóval változatosabbak, mint a refrakció esetében. Szintén a bentonitos minták hozták a legjobb eredményeket. Ezek közül is kiemelkedően a borsó középértékének alkalmazásával készített mintának volt a legjobb átbocsátóképessége. Ezután közvetlenül a vörösbab felső értéke következett.

A pH értékekből sok információra nem tudunk következtetni, mivel nagyon hasonlóan alakultak, nem volt köztük jelentős eltérés. Annyi elmondható, hogy minden esetben az almalevekre jellemző tartományba esett a pH.

A beltartalmi jellemzők közül mértem az összes polifenol tartalmat és az antioxidáns kapacitást. A kettő között nem voltak nagyon összefüggések. A bentonit és a vörösbab középértékének kombinációja volt az egyetlen, ami mindkét jellemzőnél egészen elől végzett. A bentonit és a vörösbab felső értékének párosa mind a kettő esetben az utolsók között szerepelt.

6. Összefoglalás

Szakedolgozatomban az almalevek derítéséhez használt zselatin növényi fehérjével történő helyettesítését vizsgáltam. Az állati fehérjék kiváltása növényi alternatívával egy sokat kutatott téma napjainkban a különböző speciális étrendek és a környezeti terhelés miatt. Kétféle alapanyagból (vörösbab töret és zöldborsó hüvely) vontam ki fehérjét és ezeknek az almalevek derítésében bekövetkező hatékonyságát figyeltem meg. Elmondható, hogy melléktermék újrahasznosítás történt, ami gazdasági és környezetvédelmi szempontokból is igen fontos dolog.

Almalevet készítettem az ipari módszerek lemodellezésével, laboratóriumi környezetben. Miután egyforma mennyiségeket kimértem belőle, jött a derítési lépés, amit különböző kombinációkban végeztem el. Egy kontroll minta mellett az esetek felében kovasavat, a másikban pedig bentonitot használtam. Mindkét negatív derítőszeret párosítottam a kétféle növényi fehérjével, különböző koncentrációkban, az általam kiszámolt határértékek szerint. Viszonyításként mindkét esetben zselatint és egy iparban elérhető növényi derítőszeret (LittoFresh) is használtam.

Olyan paramétereket mértem, amik az ipari gyakorlatnak is megfelelnek és mind értékesség, mind gazdasági szempontból fontosak. Először a mérőhengerekben lévő mintáknál megfigyeltem, hogy nagyjából mennyi zavarosságot okozó tartalom ülepedett ki, tehát mennyi volt a feltisztult rész. A továbbiakban mértem fizikai paramétereket, mint a turbiditást (zavarosság mértéke), refrakciót és transzmittanciát (fényáteresztő képesség) a minták zavarosságának meghatározása érdekében, illetve a szín értékeket is, amikből később színinger különbséget is számoltam. Ezen paraméterek mellett megmértem még a pH-t, az összes polifenol tartalmat és az antioxidáns kapacitást, mint beltartalmi jellemzőket.

Arra voltam kíváncsi, hogy az egyes növényi fehérjék alkalmasak-e a derítésre és hogy ezt a zselatin és a LittoFresh készítményhez képest hogyan teszik, illetve milyen mennyiségben érdemes adagolni őket a megfelelő hatás érdekében.

A zselatin a kovasavval kombinálva ülepítette ki a legtöbb tartalmat, sajnos a többi mintám ennyire nem teljesített jól. Kinézetre egyik almale sem érte el az ipari igények szintjét. Azonban az ránézésre is egyértelmű volt, valamint a mérések is bizonyították, hogy a bentonittal kombinált növényi fehérje mintáim áttetszőbbek lettek, mint a kovasavas párjaik. Ezen belül pedig az a minta, ahol a vörösbab fehérje felső határértékét alkalmaztam egészen jól teljesített a fizikai paraméterek esetében, azonban ez a beltartalmi jellemzőkről nem mondható

el. Ott szintén a vörösbab felső és középső értéke adta a legjobb eredményeket, csak kovasavval párosítva.

A kontroll mintám, amihez nem adtam semmit, általában valahol középben végzett, vagy néhány mérésnél (transzmittancia, polifenol tartalom, egyes színértékek) az utolsók között volt. A zselatinos mintát a fentebb említettek alapján kovasavval érdemes párosítani. A LittoFresh szintén jobb eredményeket mutatott a kovasavval kombinálva, sőt a beltartalmi jellemzők mérése során ez a minta kiemelkedően jól teljesített.

A továbbiakban érdemes lenne a vörösbab fehérje alkalmazását jobban megfigyelni, esetleg egyéb koncentrációkat is kipróbálni. A zöldborsó esetében meg lehetne próbálni kombinálni egyéb fehérjékkel a derítési teljesítmény növelése érdekében. A kutatás szélesítése érdekében egyéb növényi fehérjék kivonatolását javaslom, akár egyéb feldolgozási melléktermékből is.

7. Irodalomjegyzék

- Agrárgazdasági Kutató Intézet: *Egyes élelmiszeripari termékek árumérlege 2016.év.* Letöltés dátuma: 2025. október 20. forrás: http://repo.aki.gov.hu/2449/1/%C3%81rum%C3%A9rleg_kiadv%C3%A1ny2016.pdf
- Alipal, J., Pu'Ad, N. M., Lee, T. C., Nayan, N. H. M., Sahari, N., Basri, H., Idris, M. I., Abdullah, H. Z. (2021): A review of gelatin: Properties, sources, process, applications, and commercialisation. *Materials Today: Proceedings*, 42, 240-250.
- Ázar, R. I. L., da Luz Morales, M., Maitan-Alfenas, G. P., Falkoski, D. L., Alfenas, R. F., Guimarães, V. M. (2020): Apple juice clarification by a purified polygalacturonase from *Calonectria pteridis*. *Food and Bioprocess Processing*, 119, 238-245.
- 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.
- Clem, J., Barthel, B. (2021): A look at plant-based diets. *Missouri medicine*, 118(3), 233-238.
- Dereli, B. O., Türkyılmaz, M., Özkan, M. (2023): Clarification of pomegranate and strawberry juices: Effects of various clarification agents on turbidity, anthocyanins, colour, phenolics and antioxidant activity. *Food chemistry*, 413, 135672.
- ELO 1: *Derítés: a folyamat lényege, módszerei és alkalmazása.* Letöltés dátuma: 2025. október 24. forrás: <https://elo.hu/derites-a-folyamat-lenyege-modszerei-es-alkalmazasa/>
- ELO 2: *Bentonit: tulajdonságai, típusai és felhasználása.* Letöltés dátuma: 2025. október 25. forrás: <https://elo.hu/bentonit-tulajdonsagai-tipusai-es-felhasznalasa/>
- ELO 3: *Kolloid kavasav: tulajdonságai, előállítása és felhasználása.* Letöltés dátuma: 2025. október 24. forrás: <https://elo.hu/kolloid-kovasav-tulajdonsagai-elloallitasa-es-felhasznalasa/>
- Gao, Q., Wang, Y., Li, Y., Yang, W., Jiang, W., Liang, Y., Zhang, Z. (2024): Residue behaviors of six pesticides during apple juice production and storage. *Food Research International*, 177, 113894.
- Horváth D-né (2007): Hőkezeléssel tartósított termékek előállítása. In: Barta J. (szerk): *A gyümölcsfeldolgozás technológiái.* Mezőgazda Kiadó, Budapest. 58-80.

- Horváth-Kerkai E., Stéger-Máté M. (2012): Manufacturing fruit beverages and concentrates. In: Nirmal K. S., Jiwan, S., Barta J, Wu B. (ed.): *Handbook fruits and fruit processing*. Wiley-Blavkwell, Iowa, USA, 215-228.
- Karaca, A. C., Low, N., Nickerson, M. (2011): Emulsifying properties of chickpea, faba bean, lentil and pea proteins produced by isoelectric precipitation and salt extraction. *Food research international*, 44(9), 2742-2750.
- Klimczak, I., Gliszczynska-Świgło, A. (2017): Green tea extract as an anti-browning agent for cloudy apple juice. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97(5), 1420-1426.
- KSH 1: 14.1.1.32. *Az egy főre jutó éves élelmiszer-fogyasztás mennyisége a referenciaszemély korcsoportja, iskolai végzettsége és a háztartástagok korösszetétele szerint*. Letöltés dátuma: 2025. október 23., Forrás: https://www.ksh.hu/stadat_files/jov/hu/jov0031.html
- KSH 2: 19.1.3.6. *Az alma termésmennyisége*. Elérés: 2025. október 23., Forrás: https://www.ksh.hu/stadat_files/mez/hu/mez0100.html
- Kumar, M., Tomar, M., Potkule, J., Verma, R., Punia, S., Mahapatra, A., Belwal, T., Dahuja, A., Joshi, S., Berwal, M. K., Satankar, V., Bhoite, A. G., Amarowicz, R., Kaur, C., Kennedy, J. F. (2021): Advances in the plant protein extraction: Mechanism and recommendations. *Food Hydrocolloids*, 115, 106595.
- Markowski, J., Baron, A., Le Quere, J. M., Płocharski, W. (2015): Composition of clear and cloudy juices from French and Polish apples in relation to processing technology. *LWT-Food Science and Technology*, 62(1), 813-820.
- Máté, M. Zs. (2025): *Gyümölcs-sűrítmények gyártástechnológiája előadás diasor*. Tartósítóiipari Technológiák- és Minőségügy II., Budapest: Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
- MDOSz: *Okostányér*. Letöltés dátuma: 2025. október 24, forrás: <https://www.okostanyer.hu/>
- Mednyánszky, Z., Csóka, M., Erika, E. (2023): Alternatív növényi eredetű fehérjeforrások vizsgálata. *Élelmiszervizsgálati Közlemények*, 69(3), 4490-4502.
- MÉ 1-3-2001/112: *A Magyar Élelmiszerkönyv 1-3-2001/112 számú előírása a gyümölcslevekről és egyes hasonló, emberi fogyasztásra szánt termékekről*. Letöltés dátuma: 2025. október 23. forrás: <https://elelmiszerlanc.kormany.hu/i-kotet>

- Molnár, J., Vasas, D., Mukhtar, A. (2023): A flexitáriánus, vegetáriánus és vegán étrendek összehasonlító elemzése. *Élelmiszervizsgálati Közlemények*, 69(1), 4374-4381.
- Rurik, I., Péter, S., Bánáti, D. (2024): A táplálkozástudomány aktuális kihívásai. *Orvosi Hetilap*, 165(13), 483-488.
- Said, M. I. (2020): Role and function of gelatin in the development of the food and non-food industry: A review. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 492(1) 012086. IOP Publishing.
- Schall, E., Török, K., Szentmiklóssy, M. J., Németh, R., Tömösközi, S. (2022): Elválasztástechnikai módszerek fejlesztése növényi fehérjék és szénhidrátok komplex jellemzésére. *Élelmiszervizsgálati Közlemények*, 68(4), 4199-4205.
- Singleton, V.; Rossi, J. (1965). Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic–Phosphotungstic Acid Reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16(3), 144-158.
- Statista 1: *Distribution of per capita fruit juice consumption in Hungary from 2010 to 2023, by type*. Letöltés dátuma: 2025. október 19. forrás: <https://www.statista.com/statistics/1228574/hungary-per-capita-fruit-juice-consumption-by-type/>
- Statista 2: *Fruit juice market in Europe - Statistics & facts*. Letöltés dátuma: 2025 október 19. forrás: <https://www.statista.com/topics/7473/fruit-juice-market-in-europe/>
- Szabó, Z., Erdélyi, A., Gubicskóné Kisbenedek, A., Ungár, T., Lászlóné Polyák, É., Szekeresné Szabó, S., Kovács, R. E., Raposa, L. B., Figler, M. (2016): A növényi alapú étrendről. *Orvosi hetilap*, 157(47), 1859-1865.
- Szabolcsi almalé: *Gyártás*. Letöltés dátuma: 2025. október 26, forrás: <https://www.szabolcsialmale.hu/gyartas.htm>
- Wongmaneepratip, W., Tongkhao, K., Vangnai, K. (2023): Effect of clarifying agent type and dose on the reduction of pyrethroid residues in apple juice. *Food Control*, 153, 109909.

8. Táblázatok jegyzéke

1. táblázat: Minták elnevezése	23
2. táblázat: Minták elnevezésének jelentése	24
3. táblázat: Színingerkülönbség (ΔE^*ab) kiértékelő táblázat	26
4. táblázat: A növényi kivonatok fehérjetartalma	30
5. táblázat: Fehérjeszükségletek számolásának eredményei	30
6. táblázat: ΔE^*ab értékek a kontroll mintához viszonyítva.....	36
7. táblázat: ΔE^*ab értékek a zselatinnal derített mintákhoz hasonlítva.....	37
8. táblázat: ΔE^*ab értékek a LittoFresh alkalmazásával derített mintákhoz hasonlítva.....	37

9. Ábrák jegyzéke

1. ábra: Gyümölcs- és zöldséglé árumérlege 2010-2016	6
2. ábra: Magyarországon termelt alma mennyisége 2013-2023 (ezer tonna).....	6
3. ábra: Gyümölcsfeldolgozás lehetőségei	7
4. ábra: OKOSTÁNYÉR	15
5. ábra: Szárított és darált zöldborsó hüvely	17
6. ábra: Alkalmazott derítőszer	18
7. ábra: Az első és a második centrifugálás eredménye - visszamaradt szárazanyag és a kinyert fehérje a centrifugacsövek alján	19
8. ábra: Behrotest roncsoló berendezés	20
9. ábra: Behrotest desztilláló berendezés	21
10. ábra: Pektinpróba eredménye az almalé esetén.....	23
11. ábra: Hach 2100P Turbidimeter a kalibráló üvegekkel	25
12. ábra: Kalibrációs egyenes az antioxidáns kapacitás meghatározásához	27
13. ábra: Kalibrációs egyenes az összes polifenol tartalom meghatározásához	28
14. ábra: Hitachi U-2900 spektrofotométer	29
15. ábra: 1, 2, 3, 4, 8 és 9 almalé minták derítés után	31
16. ábra: 1, 5, 6, 7, 8, és 9 almalé minták derítés után	31
17. ábra: 1, 10, 11, 12, 16 és 17 almalé minták derítés után	32
18. ábra: 1, 13, 14, 15, 16 és 17 almalé minták derítés után	32
19. ábra: Almalevek kiülepedett része százalékos formában kifejezve	33
20. ábra: Almalevek turbiditása (NTU)	33
21. ábra: Almalevek színmérésének L* értékei	34
22. ábra: Almalevek színmérésének a* értékei	35
23. ábra: Almalevek színmérésének b* értékei.....	36
24. ábra: Almalevek refrakció (ref ^o %) értékei	38
25. ábra: Az almalevek transzmittancia (T%) értékei.....	39
26. ábra: Almalevek pH értékei	39
27. ábra: Az almalevek összes polifenol tartalma	40
28. ábra: Almalevek antioxidáns kapacitása (FRAP)	41

Köszönetnyilvánítás

Szakdolgozatom elkészítésében nyújtott segítségét köszönöm konzulemsemnek Dr. Máté Mónika Zsuzsanna Tanárnőnek és Kereszturi Juliannának. Köszönöm a Gyümölcs- és Zöldségfeldolgozás Technológia Tanszéknek a hely és a felszerelések biztosítását, illetve a Táplálkozástudományi Tanszék segítségét.

NYILATKOZAT
a szakdolgozat nyilvános hozzáféréseiről és
eredetiségéről

A hallgató neve: Zolnai Krisztina
A Hallgató Neptun kódja: A6C29G
A dolgozat címe: Gyümölcslevek előállításának technológiai fejlesztése
növényi fehérjék alkalmazásával
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 szakdolgozat 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.

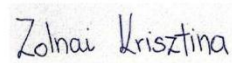
A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

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: Budapest, 2025. november 2.



Hallgató aláírása

NYILATKOZAT

Zolnai Krisztina (hallgató Neptun azonosítója: A6C29G) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

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

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

Kelt: Budapest, 2025. november 3.



Dr. Máté Mónika
belső konzulens

¹ A megfelelő aláhúzendó.

² A megfelelő aláhúzendó.

Hallgatók, doktoranduszok nyilatkozata mesterséges intelligencia (MI) alkalmazásáról

1. Általános adatok

Hallgató neve:	Zolnai Krisztina
Neptun-kódja:	A6C29G
Képzési szint (a megfelelőt jelölje X-szel):	X BSc/BA <input type="checkbox"/> MSc/MA <input type="checkbox"/> Doktori (PhD) <input type="checkbox"/> Egyéb:
Tantárgy neve/kódja*:	Szakdolgozat
A munka címe:	Gyümölcslevek előállításának technológiai fejlesztése növényi fehérjék alkalmazásával

* 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)
Fordítás	OpenAI GPT-5	2.4. fejezet

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 MI-eszköz neve,	Az érintett fejezet / ábra / táblázat pontos sorszáma	A prompt-naplót tartalmazó melléklet
----------------------	-----------------------------	---	--------------------------------------

	verziója, elérhetősége		bejegyzésének sorszama

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:

.....

.....

.....

.....

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. november 02.

Zolnai Krisztina

.....

Hallgató aláírása

Orsolya Horváth

.....

Konzulens/Témavezető aláírása