



**INTÉZMÉNYI TUDOMÁNYOS DIÁKKÖRI KONFERENCIA**

**2023. november 22.**

**NÖVÉNYI ALAPÚ DERÍTŐANYAG HATÉKONYSÁGÁNAK  
VIZSGÁLATA ALMALÉ ELŐÁLLÍTÁSA SORÁN**

**Effect of plant-based clarifying agent on the production of clear apple  
juice**

**Készítette: Virág Nelli**  
XHQNQ7  
Élelmiszermérnök, BSc  
Nappali tagozat  
Budai Campus

**Témavezető: Dr. Máté Mónika, egyetemi docens**  
**MATE, Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet,**  
**Gyümölcs- és Zöldségfeldolgozás Technológia Tanszék**

**Lehetséges OTDK szekció: Agrártudományi szekció**

**Budapest**

**2023.**

## Tartalomjegyzék

|                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Bevezetés.....                                                              | 1  |
| 2. Célkitűzés .....                                                            | 3  |
| 3. Irodalmi áttekintés.....                                                    | 4  |
| 3.1. Gyümölcsle fogyasztás a világon és hazánkban.....                         | 4  |
| 3.2. Almatermesztés és almalé fogyasztás .....                                 | 4  |
| 3.3. Az alma beltartalmi összetétele.....                                      | 8  |
| 3.4. Az almalé gyártástechnológiája .....                                      | 11 |
| 3.5. Almalé gyártás adalék és segédanyagai.....                                | 13 |
| 3.5.1. Aszkorbinsav .....                                                      | 13 |
| 3.5.2. Enzimek .....                                                           | 13 |
| 3.5.3. Derítószer.....                                                         | 13 |
| 4. Anyagok és módszerek.....                                                   | 16 |
| 4.1. Kísérletek helye .....                                                    | 16 |
| 4.2. Kísérleti anyagok.....                                                    | 16 |
| 4.3. Kísérlet munka menete.....                                                | 17 |
| 4.3.1. Első kísérlet .....                                                     | 17 |
| 4.3.2. Második kísérlet.....                                                   | 18 |
| 4.4. Vizsgálati módszerek .....                                                | 19 |
| 4.4.1. Ülepedés mértékének vizsgálata .....                                    | 19 |
| 4.4.2. Vízoldható szárazanyag-tartalom mérése.....                             | 19 |
| 4.4.3. Turbiditás (zavarosság) mérése (NTU=Nephelometric Turbidity Unit) ..... | 19 |
| 4.4.4. Transzmittancia értékek (T%) mérése .....                               | 20 |
| 4.4.7. Antioxidáns kapacitás meghatározása.....                                | 23 |
| 5. Kísérleti eredmények és kiértékelésük.....                                  | 25 |
| 5.1. Első kísérlet eredményei.....                                             | 25 |
| 5.1.1. Ülepedés, refrakció és NTU eredményei.....                              | 25 |
| 5.1.2. Színmérés eredményei .....                                              | 28 |
| 5.1.3. Összes polifenol és antioxidáns kapacitás eredményei.....               | 32 |
| 5.2. Második kísérlet .....                                                    | 34 |
| 5.1.1. Ülepedés, refrakció, és NTU eredményei .....                            | 34 |
| 5.1.2. Színmérés eredményei .....                                              | 36 |
| 5.1.3. Összes polifenol és antioxidáns kapacitás eredményei.....               | 40 |
| 5.3. Következtetések és javaslatok .....                                       | 41 |
| 5.3.1. Az első kísérlet eredményeinek következtetései .....                    | 41 |
| 5.3.1. A második kísérlet eredményeinek következtetései .....                  | 41 |
| 6. Összefoglalás .....                                                         | 43 |

## 1. Bevezetés

A szűrt gyümölcslevek előállításának technológiája során az egyik legfontosabb lépés a préselés utáni lékezelés, mely biztosítja a szűrt késztermék stabilitását. Ez a folyamat több lépésből áll: enzimkezelés, derítés, szűrés. Derítés során negatív (kovasav, bentonit) és pozitív töltésű, nagy felületi aktivitással rendelkező, ún. derítőszerke kombinált alkalmazását valósítjuk meg. A pozitív töltésű derítőszerke között az egyik leggyakoribb a zselatin, mely az állati szövetek kollagénjéből származó fehérje, valamint használatos még a kitozán, a tojásfehérje, a kazein és a halkollagén is.

A kereskedelmi forgalomban a gyümölcsökből és zöldségekből előállított levek különböző formáit és kiegészítéseit találhatjuk meg, mely között az egyik legnagyobb mennyiségben forgalmazott termékek a szűrt almalevek (100%-os lé, nektár, ital, stb.). A légyártás technológiai megvalósítása során a gyártók igyekeznek megfelelni a vásárlói és a gazdasági elvárásoknak egyaránt. Az újonnan kialakuló trendek és életmódok követése a marketing segítségével épül be a köztudatba. Ennek köszönhetően láthatunk egyre több jelölést az élelmiszereken, amelyek a vásárlót tájékoztatják az áru különleges tulajdonságairól, pl. a glutén vagy hozzáadott cukrot nem tartalmaz, illetve a húsmentes étkezés elterjedésével egyre gyakoribbá válik a vegán és vegetáriánus jelzés is.

A vegán termékeket választó fogyasztók száma az utóbbi években különösen nagy ütemben növekszik. Ez a tendencia főként az élelmiszer-preferenciákkal, a fenntarthatósággal vagy az állatok védelmével kapcsolatos. Az amerikai Élelmiszer- és Gyógyszerügyi Hatóság (FDA) jelentése szerint az Egyesült Államokban az elmúlt néhány évben kb. 600%-kal nőtt a vegánnak minősített fogyasztók száma, de hasonló a tendencia az európai vagy ázsiai országokban is, ahol pl. 2014-16 között 92%-kal nőtt a vegán jelzéssel előállított élelmiszerek száma.

Ezenkívül a nem állati eredetű termékek, például a bentonit ártalmatlanításával kapcsolatos növekvő környezetvédelmi aggályok arra kényszerítik az élelmiszeripari vállalatokat, hogy új növényi segédanyagokat keressenek az állati eredetűek, jelen esetben a zselatin helyett, ugyanis egyre növekszik az igény az olyan gyümölcslevek iránt, melyek gyártása során kizárólag növényi eredetű adalék- és segédanyagokat használtak (Ramezani és mtsai, 2021.; Clem és Barthel, 2021).

A szűrt gyümölcslevek gyártása során, a létisztítási folyamatban (enzimkezelés, derítés, szűrés) eltávolításra kerülnek az apró szemcsés, rostos, kolloid részecskék. A folyamat egyik fontos lépése a derítés, amelyhez az ipar jelenleg általánosan az állati eredetű zselatint használja. A

zselatin kiváltásának egyik lehetséges alternatívája a növényi fehérjék, pl. borsófehérje alkalmazása.

Dolgozatomban ennek hatékonyságát vizsgáltam almalé előállításánál.

## 2. Célkitűzés

Kutató munkám célkitűzése az volt, hogy a szűrt almalé derítéséhez szükséges paraméterek meghatározásával több információt kapjak az adott derítőszer hatékonyságáról. Ennek érdekében egy adott borsófehérje alapú derítőszer alkalmazásának hatékonyságát vizsgáltam a zselatin hatékonyságához képest almalé előállítása során. Ahhoz, hogy a megfelelő alkalmazási módszert megtaláljam, fontos az adagolási mennyiség beállítása és az egyéb alkalmazandó derítőszer vizsgálat is, vagyis meg kell állapítani a megfelelő körülményeket a borsófehérje felhasználásához. Ennek érdekében negatív töltésű derítőszerként 6 különböző, folyékony és granulátum formájú kovasavat és bentonitot alkalmaztam a legideálisabb kombináció kidolgozása érdekében. A különböző derítőszer kombinálásával és adagolási értékek variálásával a legmegfelelőbb kombináció meghatározása a cél.

### **3. Irodalmi áttekintés**

#### **3.1. Gyümölcslé fogyasztás a világon és hazánkban**

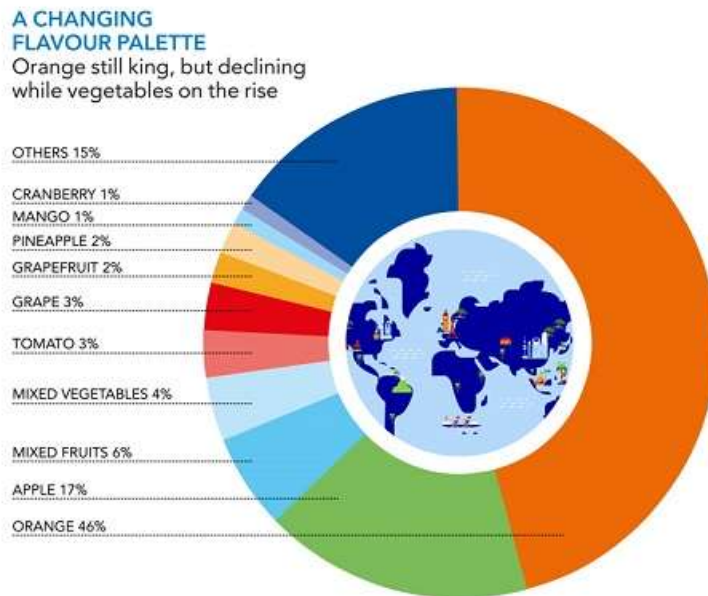
A gyümölcslé a világ minden táján elterjedt és fogyasztott ital. Az Európai Unióban 2010-ben több mint 11 millió liter gyümölcslé és gyümölcs nektár fogyasztását állapították meg. A fogyasztás tendenciája az évek múlásával csökkent, 2018-ban már csak 9 millió liter volt az éves fogyasztás (Internet 1).

Magyarországi adatokat nézve az egyéb folyadék fogyasztáshoz képest, a gyümölcslé kategória az egyik legalacsonyabb. 2020-ban az egy főre eső gyümölcs-, zöldséglevek és szörpök fogyasztása 15,7 liter volt, míg az egyéb üdítő italoké 40,8 liter, az ásványvízé 97,3 liter (KSH, 2023/a). Ha a vizsgált csoportot a 100%-os gyümölcslé, a nektár és az egyéb gyümölcs és üdítőitalokra koncentráljuk, szintén az üdítőitalokat láthatjuk a leggyakrabban fogyasztottnak Magyarországon. Az egy főre eső éves gyümölcslé fogyasztás 2014-ben kezdett el növekedni, akkor még csak 21,5 liter/fő/év volt, ez 2021-re 30 liter/fő/év-re növekedett. Az üdítőitalok kategóriája ezzel szemben 50 liter/fő/év alá nem ment egyik évben sem, az egyetlen kategória, amit az országban kevesebbet fogyasztanak, mint a gyümölcslevek, azok a jegesteák (Internet 2). A 2022-es évben volt a legmagasabb a 100%-os juice fogyasztásának aránya a többi gyümölcslevekhez képest, viszont ezeknek a fogyasztása csökkent az előző évekhez képest. Az egy főre eső gyümölcslé fogyasztás csak 27 liter/fő/év 2022-ben, ami az előző 4 évhez képest csökkenő tendenciájú (Internet 2).

A gyümölcsléből származó világszintű éves bevétel folyamatosan növekszik, 2023-ban 116,80 billió dollár bevételt állapítottak meg, ezen belül az USA termelte a legtöbb bevételét. Az egy főre eső gyümölcsléből származó fogyasztás literben kifejezve 4,66 L 2023-ban az Egyesült Államokban. Egyre gyakoribbak a házon kívüli fogyasztások mint például a bárokban vagy éttermekben elfogyasztott gyümölcslé (Internet 3).

#### **3.2. Almatermesztés és almalé fogyasztás**

Az almalé népszerűségét emeli a fogyaszthatósági idő növelése is, így a könnyebb szállíthatóság mellett, a fogyasztók számára előnyösebben tárolhatóvá válik (Internet 4). Az almalé kereskedelem 2020-ban körülbelül 2 billió dollár értékű forgalommal rendelkezett, az importból pedig Észak-Amerika osztozik a legnagyobb mennyiségben, több mint 20%-kal van jelen a piacon (Internet 5).

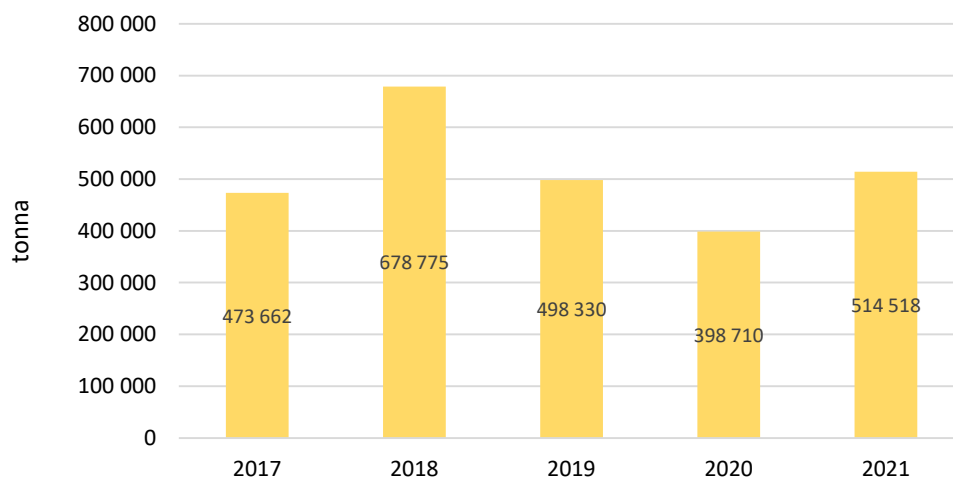


**1. ábra: Gyümölcsle ízek kedveltsége a világon (Internet 6)**

Továbbra is a narancs a legnépszerűbb íz világszerte, a 100 százalékos gyümölcsle eladások 46%-át adja, ezt követi az alma 17 %-kal (Internet 6).

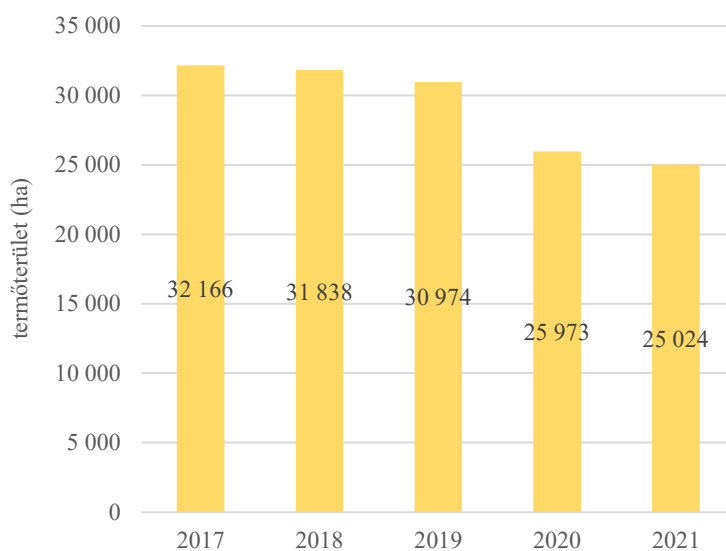
A fő almalé gyártó országok Kína, ahol évi 500-600 ezer tonna szűrt, tisztított almalét exportálnak és Lengyelország, ahol ez a számi évi 250-300 ezer körül van. Egyéb európai országok 100-150 ezer tonnát termelnek meg évente. Mivel a fogyasztói igények egyre inkább a szűretlen, „cloudy” almalé iránt növekednek, ezért Lengyelország szűretlen almalé termelése is csökkent az elmúlt években. Az előállított almalé minősége különbözik a két régióban, Kína inkább édesebb leveket gyárt almából mint Lengyelország (Internet 7).

Magyarországon ingadozást lehet megfigyelni az alma termesztésében 2017 és 2021 között (2. ábra). Ezalatt az időszak alatt 2018-ban takarítottak be a legnagyobb mennyiségben, összesen 678 775 tonnát, ami az éves összes gyümölcs betakarításnak több mint a 70%-át teszi ki. Az ezt követő két évben kevesebb termelés volt megfigyelhető, viszont 2021-ben újból növekedést lehetett tapasztalni az alma betakarításban, ebben az évben már 514 518 tonnát takarítottak be ebből a gyümölcsből.



**2. ábra: Az alma éves termésmennyisége Magyarországon (tonna) (KSH 2023/b)**

Magyarországon az alma termőterülete 2017-es évtől kezdődően folyamatosan csökken. A 3. ábra tartalmazza a csökkenés mértékét, ahol hektárban láthatjuk a felhasznált földterületet.



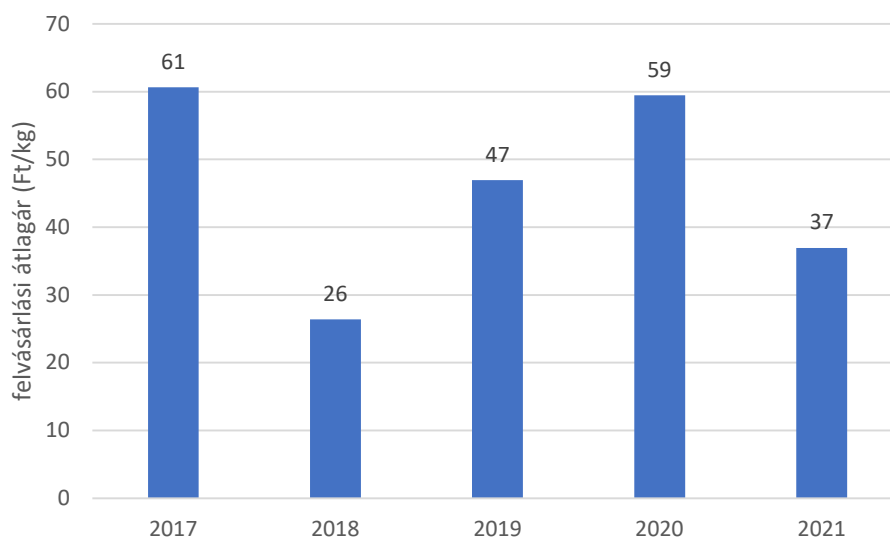
**3. ábra: Az alma termőterülete Magyarországon (ha) (KSH 2023/b)**

Az alma forgalma Magyarországon az évek során nagy mértékben változott. A 2017-es évben több volt az itthon megtermelt alma exportja, mint a külföldről érkező almaké. Ez 2021-re drasztikusan megváltozott, az export alma mennyisége a felére csökkent, míg az import árunál kisebb-nagyobb növekedés volt tapasztalható (elsősorban a friss, étkezési alma miatt). Az előbbi megállapításokat alátámasztó adatok a 1. táblázatban olvashatóak.

**1. táblázat: A magyarországi alma import és export viszonyok változása az évek során (KSH 2023/b)**

|                      |        | 2017    | 2018   | 2019   | 2020   | 2021   |
|----------------------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|
| gyümölcs<br>összesen | import | 54 289  | 37 430 | 85 712 | 79 067 | 72 754 |
|                      | export | 121 775 | 84 538 | 74 287 | 54 989 | 50 324 |
| alma                 | import | 22 102  | 11 111 | 42 420 | 27 289 | 27 639 |
|                      | export | 39 104  | 32 712 | 26 727 | 14 272 | 14 274 |

Az alma árának alakulása nem hozható összefüggésbe a termőterület csökkenéssel, illetve az import és export viszonyok változásával sem. Feltehető, hogy az árat az adott évben aktuális gazdasági viszonyok határozták meg. Az alma árának alakulásáról a 4. ábra mutat információkat.



**4. ábra: Az alma felvásárlási átlagárának alakulása (Ft/kg) (KSH 2023/b)**

Az alma fajták közül rengeteg kedvelt fajta van, mind friss fogyasztásra és feldolgozásra. A folyamatos nemesítések folytán rendszerezési lehetőségek születtek alakkör és érési idő szerint. A 2. táblázat tartalmazza ezeknek a szempontok szerinti osztályozását.

**2. táblázat: Korszerű pomológiai rendszerezési lehetőségek (Tóth et al., 2013)**

| Alakkörök szerint                                      | Érési idő szerint |          |           |
|--------------------------------------------------------|-------------------|----------|-----------|
| Cox narancs alakkör (Cox)                              | I. Nyári          | II. Őszi | III. Téli |
| Fuji alakkör (Fu.)                                     |                   |          |           |
| Gala alakkör (Ga.)                                     |                   |          |           |
| Golden Delicious alakkör (GD.)                         |                   |          |           |
| Jonagold alakkör (Jg)                                  |                   |          |           |
| Jonathan alakkör (Jon.)                                |                   |          |           |
| McIntosh alakkör (MI.)                                 |                   |          |           |
| Red Delicious alakkör (RD.)                            |                   |          |           |
| Rome Beauty alakkör (RB.)                              |                   |          |           |
| Varasodásrezisztens fajtakör (V.)                      |                   |          |           |
| Egyéb, az alakkörök egyikébe sem sorolható fajták (X.) |                   |          |           |

### 3.3. Az alma beltartalmi összetétele

Az alma élettani hatásáról számtalan tudományos megállapítás született. A beltartalmi összetétele kedvező egészségügyi és élvezeti szempontokból is. Lédúsága a magas víztartalomtól adódik, ami 85-90% körüli. A szárazanyag tartalom nagyobb részét a szénhidrátok teszik ki, de tartalmaz még szerves savakat, polifenolos vegyületeket, ásványi anyagokat, vitaminokat és fehérjéket is. Egészségre gyakorolt hatását javítja a magas élelmirost- és pektintartalma. Ezentúl igen alacsony az energiatartalma, egy darab gyümölcs körülbelül 31 kcal vagy 130 kJ energiatartalmú (Tóth et al., 2013).

Az alma beltartalmi jellemzőit a 3. táblázat foglalja össze.

**3. táblázat: Az alma beltartalmi jellemzői**

| <b>Összetevők:</b>                      | <b>Rodler, 2005</b> | <b>Souci et al., 2008</b> | <b>USDA, 2023</b> |
|-----------------------------------------|---------------------|---------------------------|-------------------|
| Energia kJ (kcal)                       | 130 (31)            | 228 (54)                  | 218 (52)          |
| Víz                                     | 90,5                | 84,9                      | 85,56             |
| Szénhidrát (g)                          | 7,0                 | 11,4                      | 13,81             |
| Sav (g)                                 | 0,4                 | 0,46                      | na                |
| Fehérje (g)                             | 0,4                 | 0,34                      | 0,26              |
| Élelmirost                              | 3,7                 | 2,02                      | 2,4               |
| Zsír                                    | na                  | 0,58                      | 0,17              |
| <b>Vitaminok:</b>                       |                     |                           |                   |
| Karotin mg                              | 0,05                | 0,40                      | 0,03              |
| E-vitamin ( tokoferol)mg                | 0,6                 | 0,49                      | 0,18              |
| B <sub>1</sub> -vitamin (tiamin) µg     | 50                  | 35,00                     | 17                |
| B <sub>2</sub> -vitamin (riboflavin) µg | 50                  | 32,00                     | 26                |
| Pantoténsav mg                          | 0,09                | 0,1                       | 0,06              |
| B <sub>6</sub> -vitamin (piridoxin) µg  | 0,07                | 0,1                       | 0,04              |
| Folsav µg                               | 6                   | 7,5                       | 3                 |
| C-vitamin ( aszkorbinsav) mg            | 5                   | 12                        | 4,6               |
| <b>Ásványi anyagok (mg/100g):</b>       |                     |                           |                   |
| Nátrium                                 | 2                   | 1,2                       | 1                 |
| Kálium                                  | 112                 | 119                       | 107               |
| Kalcium                                 | 5,5                 | 5,3                       | 6                 |
| Magnézium                               | 6                   | 5,4                       | 5                 |
| Vas                                     | 0,3                 | 0,24                      | 0,12              |
| Foszfor                                 | 8                   | 11                        | 11                |
| Réz µg/100g                             | 28                  | 52                        | 27                |
| Cink µg/100g                            | 46                  | 99                        | 40                |
| Mangán µg/100g                          | 37                  | 46                        | 35                |
| Kobalt µg/100g                          | 1                   | 0,6                       | na                |
| Króm µg/100g                            | 2                   | 4,1                       | na                |
| Nikkel µg/100g                          | 11                  | 2,4                       | na                |

na: nincs adat

Az alma a friss fogyasztásán túl sokrétűen feldolgozható, legnagyobb mennyiségben levet és sűrítmenyt állítanak elő. Ezen kívül készülhet belőle almabor, almapüré, szárított- és aszalt alma, dzsemek, lekvárok, befőttek, fagyasztott termékek (Szabó-Nótin, 2016). A feldolgozáshoz egyenletes színű, kellemesen savanykás ízű, kemény állományú és majdnem teljesen érett gyümölcsöket használnak fel.

A sűrítmeny és lé feldolgozáshoz fehérhúsú, bőlevű és roppanós almákat választanak. Fontos a gyümölcs épsége és egészsége, illetve a megfelelő érettség. Ezentúl alapkövetelmény, hogy az esetlegesen megjelenő felületi, esztétikai hibák nem befolyásolhatják negatívan a lé minőségét. A vízoldható szárazanyag-tartalomnak legalább 12-13 Brix értékűnek, a savtartalomnak pedig 0,6-0,7% közötti érték az optimális (Stégerné, 2013).

Az almasűrítmeny számos késztermék alapanyaga, így a minőségi követelményei is körültekintően meghatározottak. Legfontosabb szempont a sűrítmeny színe, illetve a tárolás során bekövetkező színromlás. Megfelelő esetben a szín stabil és nem változik az idő múlásával, ennek mérésére transzmittancia értéket használnak, amelyet 440nm-en mérnek. Minőségi előírás még a határértéken belüli HMF tartalom, amely a bepárlás során cukrokból keletkező, majd polimerizáló hidroximetil-furfurol (Song és mtsai, 2023). Fontos paraméter az összes polifenol tartalom, ami a feldolgozás során az enzimes barnulás eredményeképpen jönnek létre. A HMF és a polifenol jelenléte is barna színanyagok keletkezését eredményezi, ezzel befolyásolva a sűrítmeny színét. Ezenkívül a savtartalom értéke is befolyásolja a minőséget, hiszen ez a tényező is rendelkezik határértékekkel, illetve hozzáadott savat nem is tartalmazhat a sűrítmeny (Tóth et al, 2013).

Almalékészítményeknél megkülönböztetjük az almalét, az almanektárt, az almaitalt és az almaszörpöt. Legfőbb különbség a koncentrációban és a hozzáadott cukor, illetve sav mennyiségében mutatkozik meg. A 100%-os almalé közvetlen gyártás esetén nem tartalmaz hozzáadott cukrot vagy édesítőszert. Amennyiben közvetett gyártással állítják elő, úgy a sűrítmeny visszahígítása után a kiindulási cukortartalom és a saját aromája pótolható, viszont cukrot és savat egyszerre nem lehet alkalmazni ízkorrekció gyanánt. Az almanektár közvetett úton készül, gyümölcshányada pedig minimum 50%. A nektár esetében megengedett a cukor hozzáadása 20%-os értékig, illetve az élelmiszerkönyv által engedélyezett édesítőszer alkalmazására is van lehetőség ebben a kategóriában (Internet 8).

Amennyiben alacsonyabb gyümölcshányadot akarunk elérni, az már az almaital kategóriába tartozik, amelyhez szintén adagolható cukor és édesítőszer, valamint színezék is (Internet 9). is.

Az almaszörp egy minimum 33% gyümölcshányadú termék, amely adalékanyagok és cukor hozzáadásával készül. Magas szárazanyagtartalmának köszönheti állagát, ami minimum 60% refrakciójú. Ezentúl jelen van a piacon, az úgy nevezett ízesített szörpök kategória is, melyek csak az adott gyümölcs/gyümölcsök aromáját tartalmazza (Internet 10.).

### **3.4. Az almalé gyártástechnológiája**

Az almalé közvetlen és közvetett úton kerülhet feldolgozásra. A két módszer technológiai folyamata a felhasznált alapanyagban tér el, mivel közvetlen gyártás során a nyersanyagból a betakarítást követően közvetlenül késztermék jön létre. Közvetett gyártás esetén az alapanyag egy félkésztermék (a légyártás esetében ez a sűrítmény), amelyből térben vagy időben a máshol vagy máskor készül a késztermék.

A sűrítmény előállítása során először a feldolgozó helyre szállítják a nyersanyagot. Ez lehet konténeres vagy ömlesztett és opcionális átmeneti tárolásra is sor kerülhet. Ezután a nyersanyagot az üzemen belülré juttatják úsztatóvályúkkal, ezalatt a mosási folyamat is megtörténik. Következő művelet a válogatás, ahol a beteg, romlóhibás gyümölcsöket, illetve a feldolgozásra alkalmatlan részeket (pl. ág, levél, gally, stb.) szűrik ki (Horváthé, 2007).

A nyersanyag előkészítését követően történik meg a lényerés fázisa. Első körben zúzással növeljük meg a léhozamot, mivel így megnövekedik a fajlagos felület, a szöveti szerkezet megtroncsolásával pedig megindul a sejtnedvelválás. A folyamat berendezése az almamaró gép, ami egy forgó rendszerű kése aprító. Fontos, hogy az almákat nem hámozzák meg, illetve nem távolítják el a szárát és a magházat sem, mivel ezek jelenléte segíti a léutak kialakulását préselés közben.

A zúzalékot ezután kezelés alá vetik különböző szerekkel, a léhozam növekedésének érdekében. Ezenkívül szín, íz és aroma javító hatása is van, amit a nemkívánatos anyagok kialakulásának gátlásával érik el. A zúzalékkezelésnek több fajtája is van, a felhasznált nyersanyagtól függ a módszer megválasztása. Az előkezelés lehet enzimatis, termikus, fagyasztásos, ultrahangos, elektroplazmolízises és ionizáló sugárzásos. A leggyakrabban alkalmazott eljárások az enzimatis és termikus előkezelések, illetve a kettő egyidejű alkalmazása (Horvátk-Kerkai és Stéger-Máté, 2012).

Az alma esetében csak az enzimatis módszert alkalmazzuk, mivel a termikus kezelés során a zúzalékot melegítjük, ami az almának nemkívánatos, főtt ízt kölcsönözne.

Az enzimatisus kezelés alatt főként a vízzoldható pektinek bontása történik meg, amihez pektinbontó enzimeket alkalmaznak (pektintranszelimináz, poligalakturonáz enzimek). Ennek a hatóideje készítményenként eltérő, de betartása fontos és szükséges a megfelelő eloszlása is a zúzalékban. Az enzim adagolását úgy kell végezni, hogy ebben a fázisban csak részleges pektinbontás történjen. Ha a zúzalékban teljesen elbontanánk az összes pektint, akkor a préselésnél nem lennének megfelelő léutak a lé elcsorgásához (Horvátk-Kerkai és Stéger-Máté, 2012).

Következő lépés a lé kipréselésére, amely során elválasztjuk a folyadék fázist a szilárd fázistól. A művelethez szakaszos és folyamatos működésű présberendezéseket alkalmaznak, mint például a Bucher prés vagy a szalagos prés. A maradék törkölyből extrakció segítségével további lé nyerhető ki. A lényerés végén, egy koloidálisan oldott részeket és rostokat tartalmazó levet kapunk.

A technológia következő lépése a létisztítás, aminek célja a lében található rostok, szöveti részek és oldott anyagok eltávolítása. Ez történhet enzimek alkalmazásával, fizikai-kémiai eljárással, mechanikai úton és ezek variálásával. Az enzimes lékezelés során celluláz és pektináz enzimeket használ az ipar, fizikai-kémiai módszerek használatakor derítőszereket, mechanikai kezelés esetén centrifugát és szűrőt. Az enzimes kezelés és derítés során csapadék keletkezik, amelyet ezután szűréssel távolítanak el a rendszerből. Fontos szempont az aromaanyagok megtartása, ami a lékezelés során elveszne a rendszerből. Ennek megoldására a lékezelés előtt a sűrítő berendezés első fokozatában aroma elvételt végeznek, amelyet később a sűrítményhez visszaadagolnak (Horvátk-Kerkai és Stéger-Máté, 2012).

A termék tartósításához bepárlást alkalmaznak, amely során a levet besűritik, a víztartalmát is csökkentve ezzel. A besűrités mind a mikrobiológiai stabilitást, mind a könnyebb szállíthatóságot és tárolhatóságot is elősegíti. Leggyakrabban alkalmazott módszer a vákuumbepárlás, amit film vagy csöves bepárlóval végeznek (Barta, 2007). A tartósítási eljárásához tartozik az aszeptikus töltés és csomagolás is, amit aszeptikus körülmények között végeznek. A 70-72 Brix-re sűrített és lehűtött sűrítményt aszeptikus zsákokba töltik majd szobahőmérsékleten tárolják felhasználásig (Stégerné, 2013).

A bepárlás után szűrt sűrítmény keletkezik, ami egy félkésztermék. A gyümölcslevek egyik különleges fajtája a cloudy lé, ami a fent említett technológiától annyiban tér el, hogy nincs zúzalék- és lékezelés sem. Ettől egy opálos színű, rostos terméket kapunk és nincs besűrités, vagyis késztermék keletkezik (Barta et al., 2012).

A gyümölcslevet sűrítmenyből is előállíthatják. Ehhez vízzel hígítják fel és igény szerint ízkorrekciót végeznek. Hőkezelés után csomagolják majd tárolják. Az ilyen módszerrel készült gyümölcslevek köteles ráírni a gyártó, hogy sűrítmenyből (koncentrátumból) készült az adott termék (Internet 8).

### **3.5. Almalé gyártás adalék és segédanyagai**

#### **3.5.1. Aszkorbinsav**

Az aszkorbinsav egy antioxidáns hatású szerves sav, amit savanykás ízű fehér színű kristály formában forgalmaznak. Vízen jól oldódó, de fényre és oxigénre érzékeny anyag, a természetben citrusfélékben, csipkebogyóban, zöldpaprikában fordul elő. Az élelmiszeripar különböző területein használják, mint a sütő-, húsipar és a gyümölcs feldolgozásban. A 1333/2008/EK az élelmiszer adalékanyagokról szóló rendelet szerinti E-száma az E300. Elsődleges felhasználási célja az ízjavítás és színmegóvás, illetve antioxidáns hatása miatt vitamin-kiegészítésre is alkalmas (Internet 11). Az aszkorbinsav megvédi a flavonoidokat, például az antocianinokat az oxidatív változástól a gyümölcslevek feldolgozása és tárolása során. Az aszkorbinsav színrögztő hatásának vizsgálatával számos tanulmány foglalkozik különböző gyümölcsök feldolgozása esetén (Paul és Gosh, 2012; Jiang et al., 2016).

#### **3.5.2. Enzimek**

Az enzimek olyan fehérjék, amik katalitikus folyamatokat játszanak le, vagyis biokatalizátorok. A légyártás során pektinbontó és cellulózbontó enzimeket alkalmaznak, amelyek megbontják a sejtfalakat, ezzel megnövelve a léhozamot. A pektináz enzimek közül a leggyakrabban a pektinliázt és a poligalakturonázt használják, felmelegített hőmérséklettartományban vagy akár szobahőmérsékleten is.

#### **3.5.3. Derítőszer**

Az ásványi derítőszerekből pozitív és negatív töltésűre is szükségünk van, ugyanis ezek fogják magukhoz vonzani a lében található negatív és pozitív töltéssel rendelkező részecskéket. Ezek a részecskék lehetnek fehérjék, pektinek, növényi szövetek és fenolos vegyületek. Ennek eredményeképpen, az összegyűlt részecskék könnyebben tudnak leülepedni a technológiai folyamat későbbi szakaszában.

A zselatin egy pozitív töltésű fehérje alapú derítószer, ami a negatív töltésű polifenolokat, pektineket adszorbeálja, ezzel csapadékot képezve, ami lassan kiülepszik a tartályok aljára (Benitez & Lozano, 2007). Az élelmiszeripar leggyakrabban sertés és szarvasmarha bőréből vonja ki ezt az anyagot, de nagy mennyiségben használja fel a húsipari feldolgozásokból megmaradt csont, pata, illetve hal eredetű részeket is (Rather és mtsai., 2022). A zselatint leggyakrabban bentonittal együtt alkalmazzák (Ramezani et al., 2020).

Szintén pozitív töltésű derítószer a kitozán, amit apró tengeri rákok vázából vonnak ki. Biológiaiilag lebomló anyag és a gyümölcslevek savasságának szabályozására is alkalmas (Oszmiański & Wojdyło, 2007).

Egyéb állati eredetű derítószer a tojás albumin, illetve a kazein. Ezeknek a szereknek a felhasználása kevésbé gyakori, hiszen a derített lében visszamaradó maradványok allergénnek minősülnek.

A kovasav, vagy más néven szilika gél egy negatív töltésű derítőszerként használatos anyag, magas töltöttsége miatt fontos a gyümölcslében való megfelelő elosztatás. Az alacsony fenol tartalmú gyümölcslevek tisztításánál nagyobb mennyiségben is használatos. Zselatinnal együtt kiváló letisztítást lehet elérni (Oszmiański & Wojdyło, 2007).

Gyakran használt negatív töltésű derítószer a vulkáni eredetű bentonit. Nagy felületen tud hatásosan működni, ezért körülményesen kell alkalmazni mivel az antocianinok csökkenését eredményezheti, ami egyes levek illetve borok vörös színéért felelős (Dıblan & Özkan, 2021).

A növényi eredetű derítőszernek népszerűsége egyre növekszik a vegán és halal élelmiszerek forgalmával arányosan. A növényi eredetű derítőszereket, a médiában is világszerte elterjedt amerikai „mad cow disease”, azaz kerge marha kór kirobbanása óta kezdték el tudatosabban is alkalmazni (Karim & Bhat, 2008). Gyakran alkalmazott szerek a hüvelyesekből származó fehérje, mint például a zöld és a vörös lencse, a szójabab, illetve a borsóból kivont fehérje, amelyek a zselatinhoz hasonló pozitív töltéssel rendelkeznek. Ezek a fehérjék az oxidáció miatti barna elszíneződést eredményező fenolokat ülepíti ki, ezen túl hatásos az aroma anyagok megtartásában is és a tisztítási folyamat felgyorsításában. Alkalmazása nem igényel új berendezéseket és hasonló módon és technológiával működik mint az állati eredetű derítőszer (Internet 12). A legmegfelelőbb ezek közül a borsófehérje, mivel nincs allergén tulajdonsága.

Kísérletezések folytak egyéb növényi eredetű derítőszerekkel is, amelyek gabona alapú növényekből származtak. Ilyen a glutén, a kukorica és a rizsből kivont fehérjék, amelyek ígéretes eredményeket mutatnak viszont a megfelelő technológia kidolgozására még további kutatások és fejlesztések szükségesek. Ezenkívül allergéneket is tartalmaznak, amik szintén nem kedvezőek egyes fogyasztók számára. További felhasználásra alkalmas, de szintén kutatást és fejlesztést igénylő anyagok még a burgonyából kivont fehérje és a szőlő mag kivonat (Marangon et al., 2019).

## 4. Anyagok és módszerek

### 4.1. Kísérletek helye

A kísérleteket és a minták mérését a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Élelmiszer-tudományi és Technológiai Intézet, Gyümölcs- és zöldségfeldolgozás Technológia Tanszék Tanüzemében és Laboratóriumában végeztem.

### 4.2. Kísérleti anyagok

A kísérletek során az almalé előállításához kereskedelmi forgalomból származó 'Idared' almafajtát használtam. A létisztítási eljárás során különböző típusú derítőszerrel dolgoztam. Negatív töltésű derítőszerként folyadék és granulátum formátumú bentonitokat és kovasavat használtam, míg pozitív töltésűként zselatint és borsófehérjét. Valamennyi az Ebslöh Austria GmbH terméke.

A kísérletben használt segédanyagokat (enzim, derítőszer) és a gyártó által javasolt adagolási dózisukat az 4. táblázatban foglaltam össze. Az egyes derítőanyagok az 5. ábrán láthatóak.

**4. táblázat: A felhasznált anyagok specifikációi (Internet 13.)**

| Felhasznált anyagok |                                       | Formátum   | Adagolási útmutató |
|---------------------|---------------------------------------|------------|--------------------|
| ErbiGel Liquid      | savasan feltárt 20%-os zselatin       | Folyadék   | 20-50 mL/100 L     |
| LittoFresh Liquid   | növényi fehérje alapú derítőszer      | Folyadék   | 50-200 mL/100 L    |
| KlarSol 30          | 30%-os lúgos kémhatású kovasavszol    | Folyadék   | 50 mL/100 L        |
| KlarSol Super       | 30%-os savas kémhatású kovasavszol    | Folyadék   | 50 mL/100 L        |
| Blancobent          | nátrium-kalcium bentonit por          | Por        | 35-75 g/100 L      |
| NaCalit Pore-Tec    | nátrium-kalcium bentonit granulátum   | Granulátum | 50-100g/100 L      |
| GranuBent Pore-Tec  | nátrium-bentonit granulátum           | Granulátum | 35-75g/ 100 L      |
| Seporit Pore-Tec    | vasszegény kalciumbentonit granulátum | Granulátum | 100-200g/ 100 L    |
| Pectinex Ultra AFP  | pektinbontó enzimek készítmény        | Folyadék   | 100-200 ml/ 1000kg |



**5. ábra: A kísérletekben felhasznált segédanyagok**

### 4.3.Kísérlet munka menete

#### 4.3.1. Első kísérlet

Az első kísérlet során a zselatin és a borsófehérje alapú pozitív töltésű derítőanyagok alkalmasságát hasonlítottam össze. Ezért mindkét derítőanyagot kombináltam a rendelkezésemre álló negatív töltésű anyagokkal. Ehhez 20 kg 'Idared' fajtájú almából az iparban is használt eljárást modellezve almalevet állítottam elő. Az almákat először megmostam, majd darálható méretre vágtam fel azokat a héj és a magház eltávolítása nélkül. A darálást nagylyukú húsdarálón végeztem, majd a zúzalékot enzimkezelés alá vetettem (6.ábra). Ehhez a Pectinex Ultra AFP enzimet használtam, amelyből 4 mL-t oszlattam el a darált almában. 30 perc ható idő letelte után a zúzalékot kézi gyümölcspréssel préseltem. A préslevet mérőhengerekbe töltöttem és különböző derítőszerket adagoltam a mintákba. Elsőként a negatív töltésű bentonitot vagy kovasavat, majd a pozitív töltésű zselatint és borsófehérjét. A mintákban alkalmazott derítőszer kombinációját és arányát az 5. táblázat tartalmazza, amihez az adagolási útmutató közép értékét vettem alapul. A kontroll mintához nem adtam derítőanyagokat.

**5. táblázat: Az első mérésnél alkalmazott derítőszer kombinációk**

| Derítőszer         | ErbiGel Liquid | LittoFresh Liquid |
|--------------------|----------------|-------------------|
| Klar Sol 30        | 2.a            | 2.b               |
| KlarSol Super      | 3.a            | 3.b               |
| Blancobent         | 4.a            | 4.b               |
| NaCalit Pore-Tec   | 5.a            | 5.b               |
| GranuBent Pore-Tec | 6.a            | 6.b               |
| Seporit Pore-Tec   | 7.a            | 7.b               |
| -                  | 1. K (kontrol) |                   |

A derítőszerek megfelelő eloszlása után megvártam a hatóidő leteltét és elvégeztem a következtetések levonásához szükséges méréseket. Először leolvastam a kitisztult rész térfogatát a mérőhenger beosztásán, majd a tiszta részt használtam a további mérésekhez. Vizsgáltam a feltisztult rész turbiditását (zavarosság), színét ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ), vízdoldható szárazanyag tartalmát és a transzmittancia ( $T\%$ ) értékét. Ezenkívül az összes polifenol és antioxidáns kapacitás meghatározását is elvégeztem az összehasonlítás érdekében.



**6. ábra: Az enzimkezelt alma zúzalék**

#### **4.3.2. Második kísérlet**

A második kísérletnél szintén 20 kg almát dolgoztam fel ugyanazokkal a módszerekkel, mint ahogyan az első kísérlet leírásában is található. Itt viszont már csak a növényi eredetű derítőszert alkalmaztam, illetve a negatív töltésű derítőszerekből csak a bentonit alapú termékekkel dolgoztam tovább. Az adagolási mennyiségeken is változtattam, amiket a 6. táblázat szemléltet, itt már felsőértékeket is alkalmaztam. A b.1 mintáknál középértékekkel dolgoztam, a b.2-nél a bentonit alapú derítőszerek mennyiségét növeltem, a b.3-nál a növényi eredetű derítőszert emeltem, a b.4 mintáknál pedig mindkét derítőszer esetében a felsőhatár alapján meghatározott adagolást használtam.

**6. táblázat: A második kísérletnél alkalmazott derítőszer kombinációk**

| Derítőszerek       |            | LittoFresh Liquid |             |
|--------------------|------------|-------------------|-------------|
|                    |            | Közép érték       | Felső érték |
| NaCalit Pore-Tec   | Középérték | 5.b.1             | 5.b.3       |
|                    | Felsőérték | 5.b.2             | 5.b.4       |
| GranuBent Pore-Tec | Középérték | 6.b.1             | 6.b.3       |
|                    | Felsőérték | 6.b.2             | 6.b.4       |
| Seporit Pore-Tec   | Középérték | 7.b.1             | 7.b.3       |
|                    | Felsőérték | 7.b.2             | 7.b.4       |

A derítés után szintén az ülepedés során létrejött tiszta rész térfogatát olvastam le először. Ezek után következett a vízdoldható szárazanyag-tartalom, turbiditás, a transzmittancia értékek mérése, majd az összes polifenol és az antioxidáns kapacitás meghatározása.

#### **4.4. Vizsgálati módszerek**

##### **4.4.1. Ülepedés mértékének vizsgálata**

Az ülepedés vizsgálatánál mérőhenger segítségével olvastam le a kitisztult rész térfogatát, amelyből százalékos értékkel fejeztem ki a tiszta rész arányát a mintákban.

##### **4.4.2. Vízdoldható szárazanyag-tartalom mérése**

A mérést egy digitális ATAGO DBX-55 refraktométerrel hajtottam végre. Előkészítésként a műszert desztillált vízzel nulláztam, majd a prizmat feltöltöttem a mintával, a start gomb segítségével elindítottam a mérést, aminek az értékét felírtam. Minden minta esetében 3 párhuzamos mérést végeztem.

##### **4.4.3. Turbiditás (zavarosság) mérése (NTU=Nephelometric Turbidity Unit)**

Az ISO (International Standards Organization) szabványa szerint a zavarosság a folyadékok egyik optikai tulajdonsága, egy minőség mutató, ami a folyadékban fellépő oldatlan anyagok és az áttetszőség összefüggését mutatja meg (Lambrou és munkatársai, 2009). Az adott folyadék a rajta áthaladó fény egy részét a benne lévő vízben fel nem oldódott anyagok miatt nem engedi át, hanem szétszórja, megtöri, illetve elnyeli.

A zavarosság méréséhez a 2100P TURBIDIMETER (7. ábra) használtam. A hozzá tartozó mintatartóba beletöltöttem az adott mintát. A gépbe bekapcsolást követően úgy helyeztem be,

hogy a felületén lévő rombusz a foglalatban jelzett irány felé legyen, majd lecsuktam a készüléket. A „READ” gomb lenyomásával elindítottam mérést három ismétléssel, a kiírt eredményt feljegyeztem.



**7. ábra: A mérésekhez felhasznált 2100P  
TURBIDIMETER (Internet 14)**

#### **4.4.4. Transzmittancia értékek (T%) mérése**

A transzmittancia értékek méréséhez spektrofotométert használtam (8.ábra). A minták T%-át desztillált vízzel szemben 440 nm-en mértem.



**8. ábra: A mérésekhez felhasznált spektrofotométer**

#### 4.4.5. Színmérés

A színmérést a Konica Minolta CR 410 típusú digitális színmérő készülékkel végeztem el. A műsre a CIE Lab színingermérő rendszerben meghatározza az L\* világossági tényező, az a\*, zöld-piros hányadost, és a b\* kék-sárga hányadost. A színmérő készüléket kalibráltam, majd egy átlátszó műanyag küvettába töltöttem a vizsgálandó mintákat, és elvégeztem a színmérést. Minden minta esetében 3-3 párhuzamos mérést készítettem. A vizsgálat végén színinger különbséget is számoltam a következő egyenlettel:

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

A következő értékek alapján meg lehet állapítani, hogy milyen mértékben észrevehető a minták közötti különbség:

- |       |   |              |        |      |                    |
|-------|---|--------------|--------|------|--------------------|
| • 0,0 | < | $\Delta E^*$ | $\leq$ | 0,5  | nem észrevehető    |
| • 0,5 | < | $\Delta E^*$ | $\leq$ | 1,5  | alig észrevehető   |
| • 1,5 | < | $\Delta E^*$ | $\leq$ | 3,0  | észrevehető        |
| • 3,0 | < | $\Delta E^*$ | $\leq$ | 6,0  | jól látható        |
| • 6,0 | < | $\Delta E^*$ | $\leq$ | 12,0 | nagyon jól látható |

#### 4.4.6. Összes polifenol tartalom meghatározása

Az összes polifenol meghatározását Singleton és Rossi (1965) módszere szerint végeztem Folin-Ciocalteu reagenssel. A reagens reakcióba lép a fenolos vegyületekkel és kék színű komplexet képez oxidációs reakcióban. A kék szín intenzitása spektrofotométerrel mérhető és megállapítható a minta összes polifenol tartalma. A reagens összeállításához Folinra, metanolra, nátrium-karbonátra, galluszsavra és desztillált vízre van szükség (a desztillált vizet innentől DV-nek jelölöm). A minta méréshez és a kalibráció elkészítéshez elegendő reagenssel kell dolgozni (9.ábra). A mérésekhez előkészítjük a Folint, amihez 50 mL Folin és 500 mL DV keverékét készítjük. A metanol-DV elegyét 80:20 arányban készítjük el, a nátrium karbonátból pedig 7,42 g-ot elegyítünk 100 mL DV. A galluszsavat közvetlen a mérés előtt 10 szerez hígítással készült metanol-DV elegyével (80:20) keverjük el, ahol 900  $\mu$ L a metanol-DV elegy és 100  $\mu$ L a galluszsav.



**9. ábra: Az összes polifenol tartalom meghatározásához szükséges vegyszerek**

A mérés előtt kalibráció elkészítésére van szükségünk, hogy a minta összes polifenol tartalmához megfelelő bemérési receptet tudjunk összeállítani. A bemérés során a végtérfogat mindig 2500  $\mu\text{L}$ , így azt a receptet kell követnünk, amivel az abszorbancia értéke bele esik a kalibrációba. A kalibráció felállítását követően a mintáinkat készítjük elő, amihez ugyanazt a módszert alkalmazzuk, mint a kalibrációs minták esetében, itt viszont galluszsav helyett a mérendő mintákat használjuk. A minta mennyiségét úgy határozzuk meg, hogy az abszorbancia értéke a kalibrációs sor értékeibe bele essen, a végtérfogat itt is 2500  $\mu\text{L}$ .

Az összes polifenol tartalom meghatározásához az alábbi egyenletet alkalmaztam.

$$TPC = \frac{A}{tg \propto} \times \frac{V_{\text{összes}}}{V_{\text{minta}}} \times H$$

A – Abszorbancia

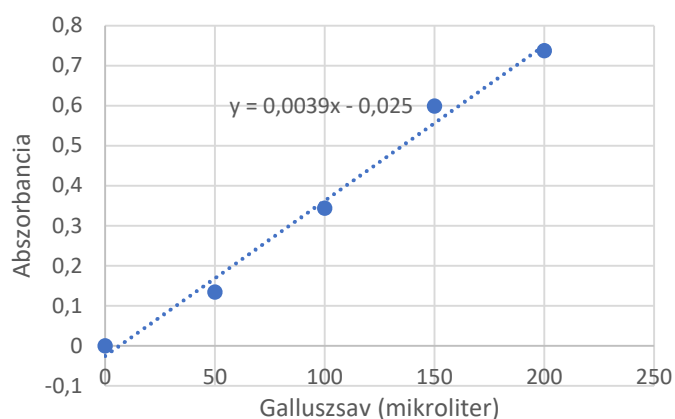
$tg \propto$  – Kalibrációs egyenes meredeksége

$V_{\text{összes}}$  – Végtérfogat (2500  $\mu\text{L}$ )

$V_{\text{minta}}$  – Minta térfogata

H – Alkalmazott hígítás

Az általam számolt kalibrációs egyenes és a hozzátartozó egyenletet az 10. ábra szemlélteti.



**10. ábra: Az összes polifenol tartalom számításához szükséges kalibrációs egyenes és a hozzátartozó egyenlet**

#### **4.4.7. Antioxidáns kapacitás meghatározása**

Az antioxidáns kapacitás meghatározását Benzie és Strain (1996) módszere szerint fotometriás módszerrel végeztem el. Az alkalmazott oldatok az antioxidáns aktivitású vegyületek hatására redukálódnak és kék színű komplexet képeznek tripiridil-triazinnal alacsony pH-n. Ez a színváltozás annak köszönhető, hogy a ferri ionok redukálódnak ferro ionokká, majd ferro-tripiridil triazin terméket képeznek. A minta extinció értékét mérjük 593 nm-en egy olyan reakcióelegyvel, aminek ismert a ferro ion koncentrációja, így kapjuk meg a FRAP értéket.

A szükséges oldatok közé tartozik egy 3,6-os pH-ú acetát-puffer, amelyből 20 mM használtam. Ezenkívül szükséges 20 mM  $\text{FeCl}_3 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$  és egy 10 mM-os Triazin oldat. Ezekből készítjük el a FRAP reagenst, amely 25 mL acetát puffert, 2,5 mL  $\text{FeCl}_3$  oldatot és 2,5 mL Triazin oldatot tartalmaz (11. ábra). A reagenst egy alufóliával körbevont, sötét pohárban kell tárolni, összeállítását pedig közvetlenül a mérés előtt kell elvégezni.

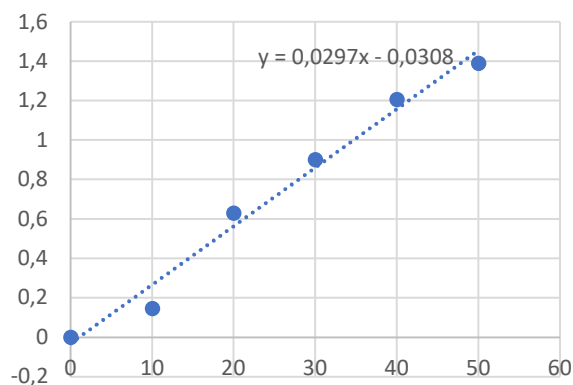
A FRAP méréséhez szintén szükséges egy kalibráció elkészítése, amelyhez a mérendő mintánk helyett aszkorbinsavat használunk. Az aszkorbinsav oldatot 10mM-osra készítjük. A kalibrációs minták összterfogata minden esetben 1550  $\mu$ L.



**11. ábra: Az antioxidáns kapacitás meghatározásához szükséges vegyszerek**

Az oldat elkészítés után 5 perc várakozás következik, majd a kalibrációt 593 nm-en mérjük spektrofotométerrel. A kalibráció felvétele után megállapítható, hogy a minta mérés során mennyi mintát használjunk fel, hogy még bele essen a kalibrációba. A minta mérés esetében is tartjuk az 1550  $\mu$ L összterfogatot, aszkorbinsav helyett a mintánkat adagoljuk. Mivel ez egy érzékeny mérés, a berendezéssel 5 párhuzamos mérést végzünk, és az egymáshoz legközelebbi 3 adatot választjuk ki értékelésre az egyes mintáknál.

Az általam számolt kalibrációs egyenes és a hozzátartozó egyenletet az 12.ábra szemlélteti.



**12. ábra: Az összes polifenol tartalom számításához szükséges kalibrációs egyenes és a hozzátartozó egyenlet**

## 5. Kísérleti eredmények és kiértékelésük

### 5.1. Első kísérlet eredményei

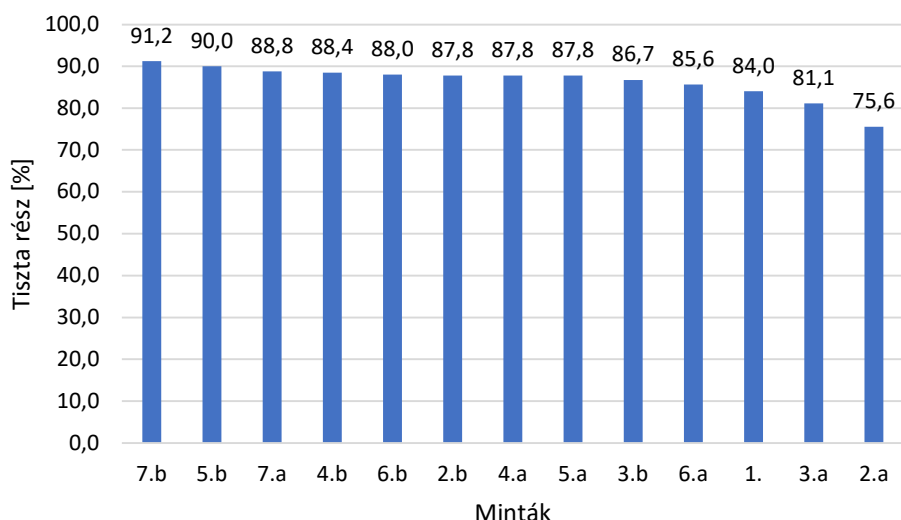
#### 5.1.1. Ülepedés, refrakció és NTU eredményei

A különböző derítőanyag kombinációk hatására lezajlott ülepedés eredményességét a mérőhengerről leolvasott kitisztult rész arányával határoztam meg. Az ülepedett részt megfelelően lehetett leolvasni szemmel (13. ábra) a mérőhengerek beosztásáról. A kitisztult részek arányát a 14. ábra mutatja, a legjobban kitisztult minta található legelöl, majd sorrendben következik a többi minta.

Megállapítható, hogy az első három legjobban leülepedett minta közül kettő (7.b és 5.b) a növényi eredetű derítőszert tartalmazza. Sőt az első 6 minta között csak egy olyan volt, amelyik pozitív töltésű derítőanyagként zselatint tartalmazott. A tiszta rész aránya 75,6% és 91,2% között mozog, a kontrol minta, amely nem tartalmazott semmilyen derítőszert, 84%-os derítettséget ért el. A kontrol mintához hasonló értékeket a 6.a, 3.a és 3.b minták mutattak, melyek az utolsó helyeken szerepelnek. A negatív töltésű derítőanyagok közül a bentonit (7.b, 5.b, 4.b, és 6.b) sokkal eredményesebbnek mutatkozott, mint a kovasav (2.a és 3.a).



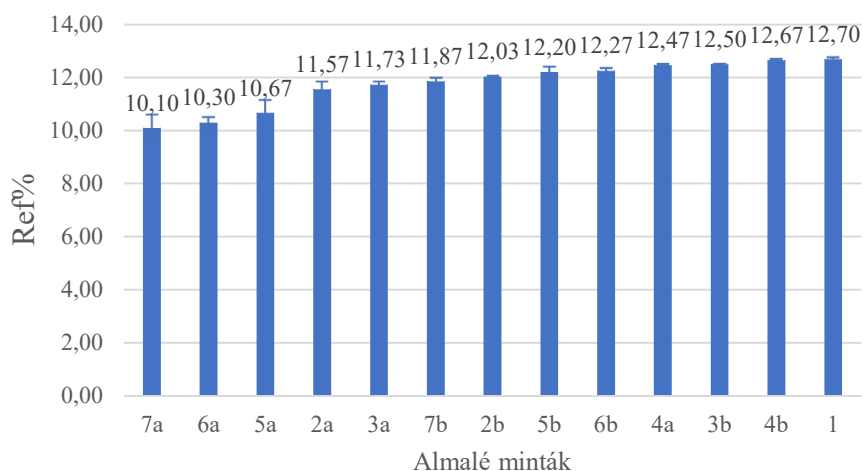
**13. ábra: Az első mérés mintái ülepedés után**



**14. ábra: A kitisztult részek összehasonlítása**

A 14. ábrán látható, hogy az ülepedés esetében ugyan felállítható egy sorrend, de bizonyos minták eredményei egymáshoz nagyon közeli értékeket mutatnak, ezért indokolt a minták további műszeres vizsgálata.

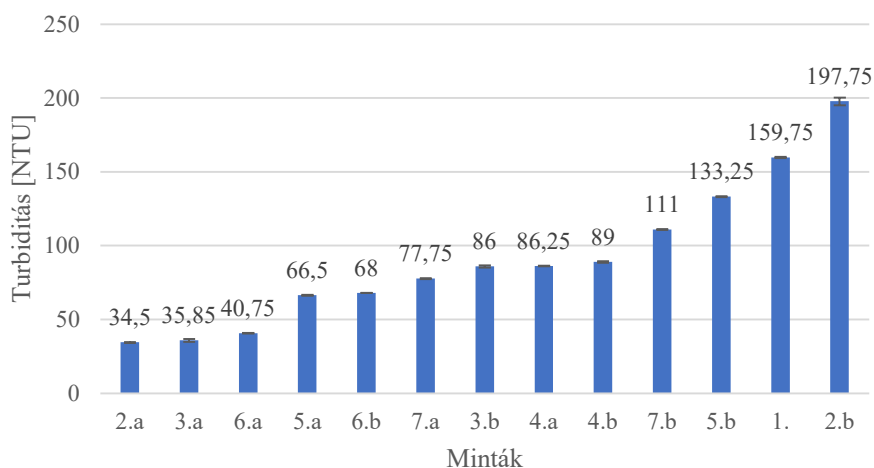
A refrakció értékekről a 15. ábra ad információkat. Látható, hogy a minták között kevés az eltérés, 10,10%-tól 12,70%-ig tartanak az adatok. A refrakció értéke a lében maradt részecskéktől függ, így minél nagyobb a szárazanyagtartalom, annál kevésbé ülepedtek le a mintában a zavarosságot okozó részecskék. Ezért egyértelmű, hogy a derítőszerrel nem kezelt kontrol minta tartalmazza a legtöbb szárazanyagot. A legkisebb refrakciójú minták a 7.a, 6.a és az 5.a voltak, amelyek mindegyikéhez zselatin, illetve a bentonit granulátumok közül NaCalit, GranuBent és Seporit került.



**15. ábra: A refrakció mérés eredményei**

A kitisztult rész jellemzésére szolgál a zavarosság vagy turbiditás mérése, melynek eredményeit mutatja a 16. ábra. Minél alacsonyabb turbiditási értékkel jellemezhető egy adott minta, annál kevesebb benne a szemmel nem látható, apró lebegő részecske. A minták értékei 34,5-től 197,75-ig terjedtek, így nagy különbségek állapíthatók meg közöttük. A két szélső érték közötti különbség 5,7-szeres.

A minták közül a 2.a, 3.a és a 6.a érték el a legjobb értéket, mindegyikhez zselatint használtam derítéskor, valamint két fajta kovasavat, illetve a GranuBent bentonitot. A kontrol minta a legrosszabb értékek között szerepel, a 2.b és az 5.b mellett. Bár az ülepedés alapján a 2.a ülepedett a legrosszabbul, mégis az tapasztalható, hogy az a legkevésbé zavaros.



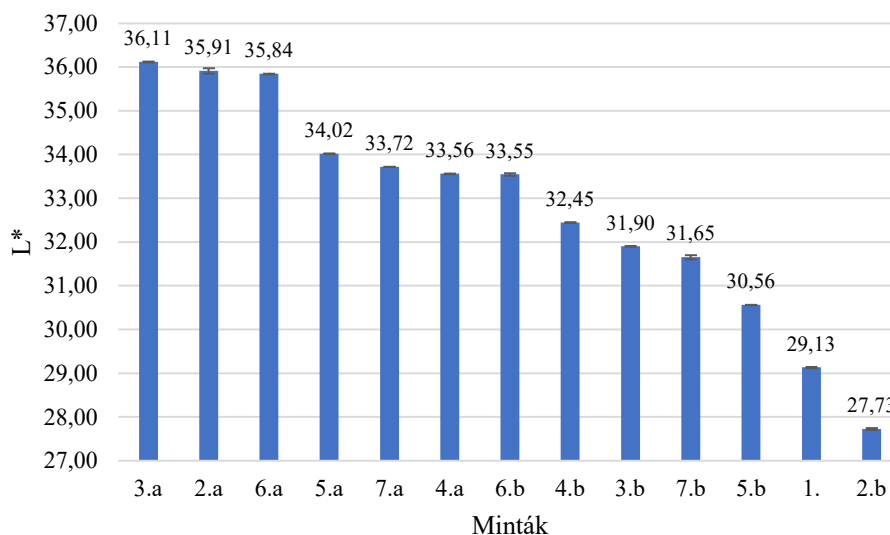
**16. ábra: A minták turbiditási értékeinek összehasonlítása**

A tiszta rész nagysága és a turbiditás között nem található összefüggés.

### 5.1.2. Színmérés eredményei

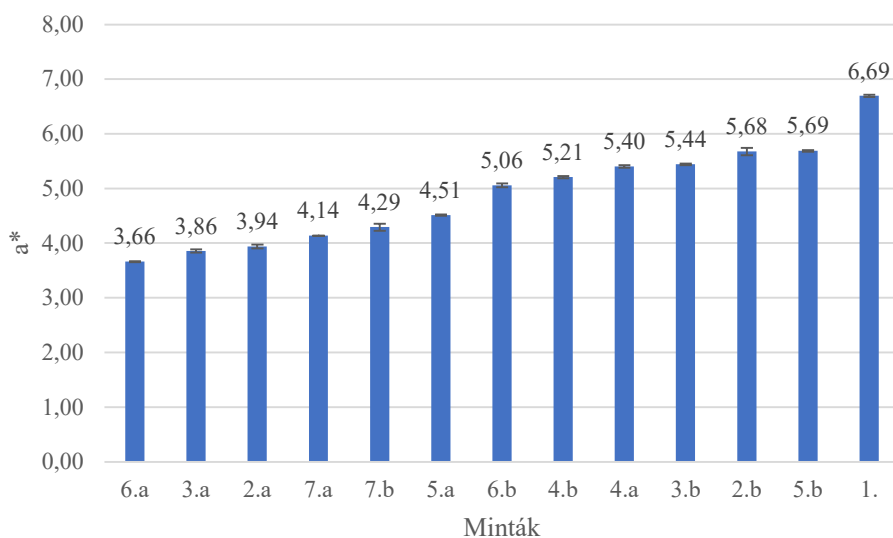
A minták színének jellemzésére az  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  értékeket, valamint a  $T\%$  értékeit alkalmaztam. A világossági tényező adatait a 17. ábra szemlélteti. Az  $L^*$  értékek 36,11 és 27,73 közötti tartományban találhatóak, legmagasabb értékeket a 3.a, 2.a és 6.a minták produkálták, vagyis ezek a minták a legvilágosabbak. A legmagasabb  $L^*$  értékű minták mindegyikébe zselatin, illetve kétféle kovasav és GranuBent bentonit került a derítés során. A világossági tényező alapján a kontrol minta kevésbé teljesített jól, a hasonló értékű minták pedig az 5.b és 2.b minták.

A turbiditás és  $L^*$  érték között van kapcsolat, fordítottan arányosak. Így minél alacsonyabb az adott minta turbiditási értéke (minél kevésbé zavaros), annál világosabb.



17. ábra Az  $L^*$  értékek az egyes mintáknál

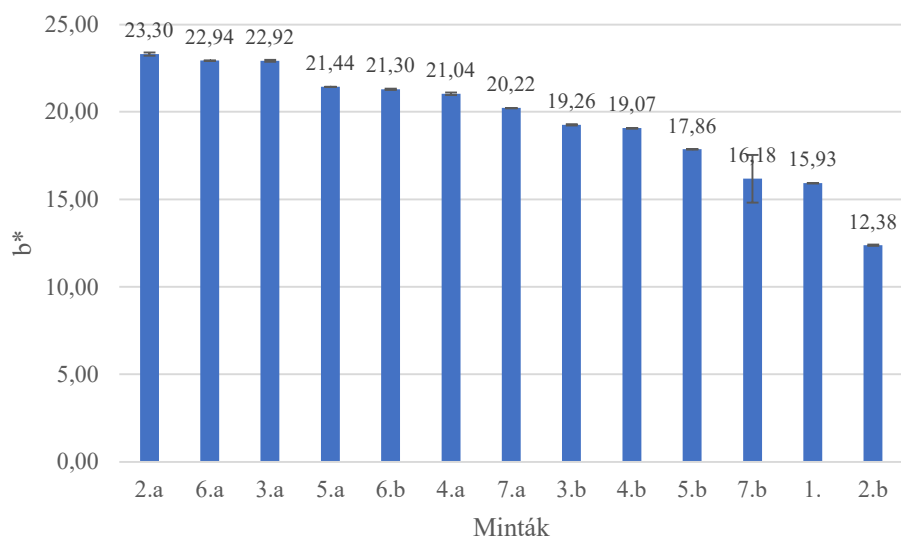
A színmérés  $a^*$  eredményeit a 18. ábra szemlélteti. Ennél az értéknél azt vettem figyelembe, hogy minél kisebb, vagyis minél zöldesebb színű annál kedvezőbb az érték. A minták között kevésbé nagy különbség állapítható meg. Látható, hogy a kontrol minta érte el a legrosszabb eredményt, amit az 5.b és a 2.b minták követnek. A legjobb eredményeket a 6.a, 3.a és 2.a minták érték el, a 3,66 és 6,69 közötti tartományban, amelyekhez zselatin került, és a kétféle kovasavat és a GranuBent bentonit derítőszereket alkalmaztam.



**18. ábra Az a\* értékek az egyes mintáknál**

A b\* érték a sárga és kék szín jelenlétére enged következtetni. A minták értékei a 19. ábrán láthatóak. Számunkra az a legmegfelelőbb, ha minél nagyobb az érték, vagyis minél sárgább a minta.

A minták összehasonlítása során a kontrol minta újból a legrosszabb értékek között volt 15,93-mal. Hasonló értékeket kapott két növényi derítőszerrel kezelt minta is, a 2.b és 7.b. A legjobban teljesítő minta 23,3 értékkel a 2.a minta, amelynek a derítése során zselatin és KlarSol 30 derítőszereket alkalmaztam. A legrosszabb pedig a 2.b 12,38-as értékkel. Az L\* és b\* összefüggésben állnak, mivel a legtöbb esetben, ha az egyik magas, a másik is magasabb értéket mutat. Megfigyelhető, hogy az első négy helyen zselatinnal kezelt minta áll, míg a növényi fehéréjével kezelt minták a sorrend végén találhatóak.



**19. ábra Az  $b^*$  értékek az egyes mintáknál**

A színínger különbségek vizsgálata során, a kontrol mintához hasonlított értékeket a 7. táblázat tartalmazza. A megfelelő kiértékeléshez használatos rendszer (8. táblázat) alapján a legtöbb mintánál szemmel is érzékelhető nagy különbségeket lehet megállapítani. A 3.b, 4.b, 5.b és a 7.b esetében csak jól látható különbséget lehet érzékelni.

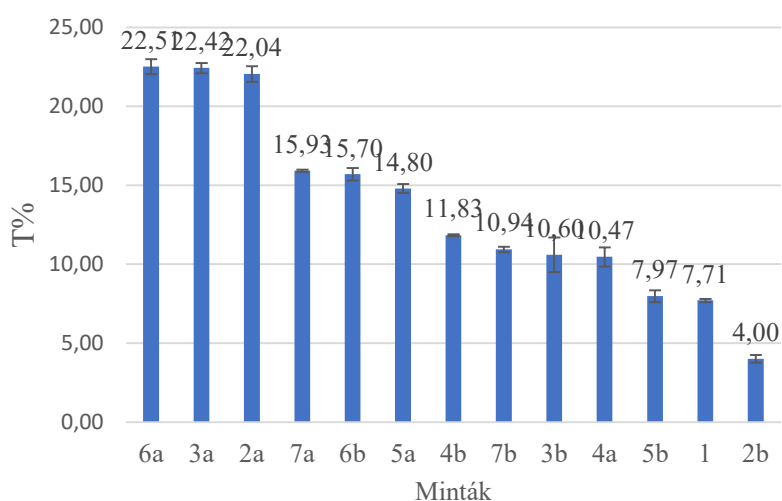
**7. táblázat: A minták  $\Delta E^*$  értékei a kontroll mintához képest**

|     | 1.    | Érzékelhetőség |
|-----|-------|----------------|
| 2.a | 10,39 | Nagy különbség |
| 2.b | 7,57  | Nagy különbség |
| 3.a | 10,28 | Nagy különbség |
| 3.b | 4,51  | Jól látható    |
| 4.a | 6,88  | Nagy különbség |
| 4.b | 4,80  | Jól látható    |
| 5.a | 7,68  | Nagy különbség |
| 5.b | 2,60  | Jól látható    |
| 6.a | 10,16 | Nagy különbség |
| 6.b | 7,14  | Nagy különbség |
| 7.a | 6,78  | Nagy különbség |
| 7.b | 3,49  | Jól látható    |

**8. táblázat: A szemmel nem érzékelhető színinger különbség értékelési rendszere**

| Nem érzékelhető | Alig                        | Érzékelhető                 | Jól látható                 | Nagy különbség     |
|-----------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------|
| $0 \leq 0,5$    | $0,5 < \Delta E^* \leq 1,5$ | $1,5 < \Delta E^* \leq 3,0$ | $3,0 < \Delta E^* \leq 6,0$ | $6,0 < \Delta E^*$ |

A T% eredményei alapján legkedvezőbb eredménnyel a zselatinnal derített 6.a, 3.a és a 2.a minták rendelkeztek (20.ábra), amelyekhez a két KlarSol kovasav és a GranuBent bentonit derítoszereket használtam. A kontroll minta esetében 7,71 T%-ot mértem, aminél csak a 2.b minta volt alacsonyabb 4,00 T%-kal.



**20. ábra: Az első mérés transzmittancia értékei**

A minták eredményeinek összefoglalását a 9. táblázat tartalmazza. Az értékelést több szempont alapján is elvégeztem. A növényi derítőszerrel készült minták közül a 7.b, 5.b és a 4.b érte el a legjobb értékeket, de az összehasonlítás több paramétere miatt az 6.b is jól szerepelt. Ezekhez a mintákhoz bentonit alapú derítőszeret használtam.

**9. táblázat: A mért paraméterek összesítése**

| Ülepedés | Turbiditás | L*  | a*  | b*  | Ref% | T%  |
|----------|------------|-----|-----|-----|------|-----|
| 7.b      | 2.a        | 3.a | 6.a | 2.a | 1    | 6.a |
| 5.b      | 3.a        | 2.a | 3.a | 6.a | 4.b  | 3.a |
| 7.a      | 6.a        | 6.a | 2.a | 3.a | 3.b  | 2.a |
| 4.b      | 5.a        | 5.a | 7.a | 5.a | 4.a  | 7.a |
| 6.b      | 6.b        | 7.a | 7.b | 6.b | 6.b  | 6.b |
| 2.b      | 7.a        | 4.a | 5.a | 4.a | 5.b  | 5.a |
| 4.a      | 3.b        | 6.b | 6.b | 7.a | 2.b  | 4.b |
| 5.a      | 4.a        | 4.b | 4.b | 3.b | 7.b  | 7.b |
| 3.b      | 4.b        | 3.b | 4.a | 4.b | 3.a  | 3.b |
| 6.a      | 7.b        | 7.b | 3.b | 5.b | 2.a  | 4.a |
| 1        | 5.b        | 5.b | 2.b | 7.b | 5.a  | 5.b |
| 3.a      | 1          | 1   | 5.b | 1   | 6.a  | 1   |
| 2.a      | 2.b        | 2.b | 1   | 2.b | 7.a  | 2.b |

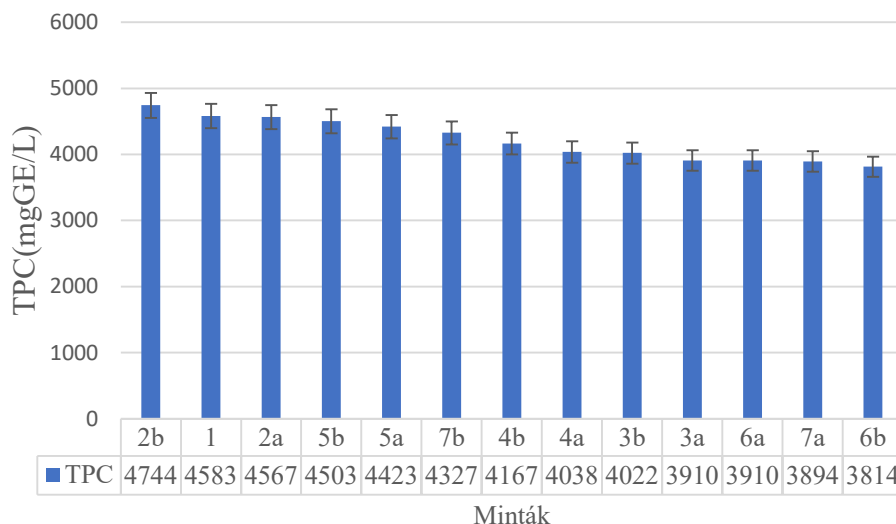
Ülepedés alapján (kék, sárga, zöld, narancsszín) növényi fehérjével kezelt minták végeztek elől (7.b, 5.b, 4.b), viszont ezek turbiditásban és színben is középen vannak, kivéve talán a 4.b. mintát, ami refrakció alapján elől van.

Ha a turbiditást vesszük alapul (szürke színnel), akkor a legjobb helyen végzett minták zselatinosak,-és kovással derítettek (2.a, 3.a) és színben is elől vannak, ülepedés és refrakció alapján viszont az utolsók között. Gazdaságilag fontos kérdés a refrakció, ha be akarjuk sűríteni a levet (minél magasabb, annál kedvezőbb) és a feltisztult rész aránya is. Az üledéket általában vákuumdobszűrőn még szűrik, de ha ez nagyon sok, akkor gazdaságilag nem biztos, hogy megéri.

### 5.1.3. Összes polifenol és antioxidáns kapacitás eredményei

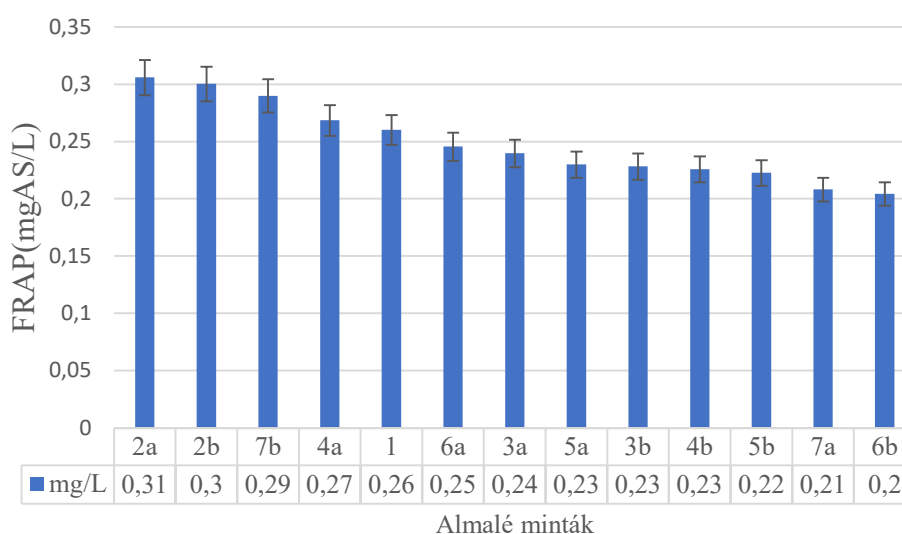
Az összes polifenol tartalom mérésekor mért eredmények 4744 és 3814 mgGE/L közötti határértékben mozognak, ezt a 21. ábra szemlélteti.

A kontrol minta a legmagasabb értékek között van, 4583-as mgGE/L értékkel. A legalacsonyabb értéket a 6.b minta adta. Az értékek között változó arányban figyelhetünk meg növényi és állati derítőszeres mintákat, nem állapítható meg hogy melyik derítőszer volt hatásosabb ebből a szempontból.



**21. ábra: Az első mérés összes polifenol tartalma**

A 22. ábra tartalmazza az antioxidáns kapacitás értékeket. A legrosszabb érték itt szintén a 6.b mintáé 0,204 mgAS/L értékkel, a legjobb adatok közt pedig szerepel a 2.a és a 2.b is, amelyek közös pontja a KlarSol 30 derítőszer. Az értékek 0,306 és 0,204 mgAS/L között mozognak. A polifenol és az antioxidáns kapacitás közötti összefüggés mutatható ki, az adatok nem túl erősen, de korrelálnak ( $r^2=0,63$ ). A kontrol minta a középértéket képviseli 0,26-os eredménnyel.



**22. ábra: Az első mérés antioxidáns kapacitás meghatározásának adatai**

## 5.2. Második kísérlet

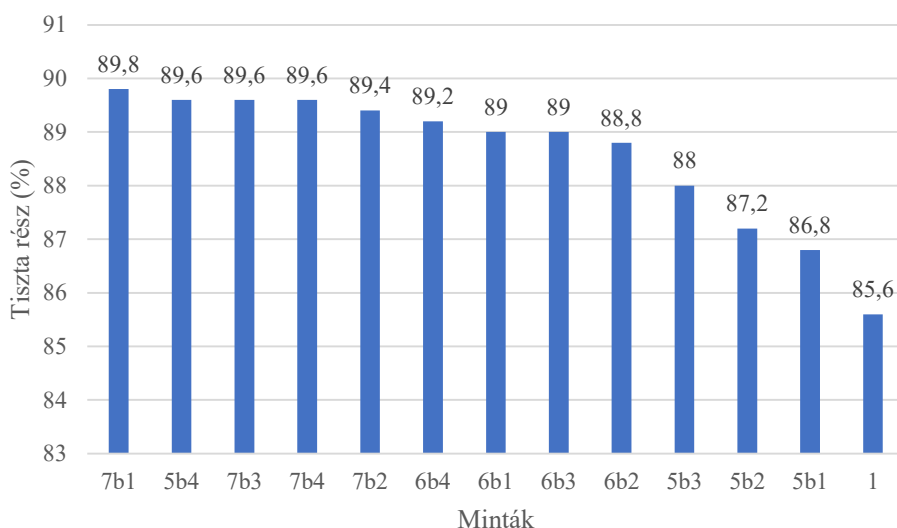
### 5.1.1. Ülededés, refrakció, és NTU eredményei

A kitisztult rész arányát szintén mérőhenger segítségével határoztam meg (23. ábra). A kitisztult részek összehasonlítását a 24. ábra mutatja be, ahol a legjobban kitisztult minta található legelől, majd azt követi sorban a többi minta.

Az értékek között csak kis eltérést tapasztaltam, a tiszta rész aránya 89,8% és 85,6% között mozog. A kontrol minta érte el a legrosszabb eredményt, hasonló értékűek pedig az 5.b.2 és az 5.b.1 minták voltak.



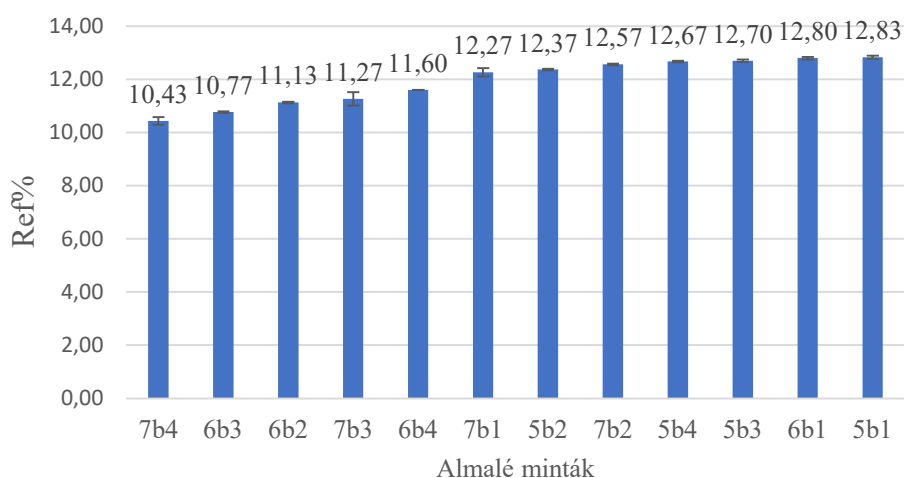
23.ábra: A második mérés mintái ülededés után



24. ábra: A kitisztult részek összehasonlítása

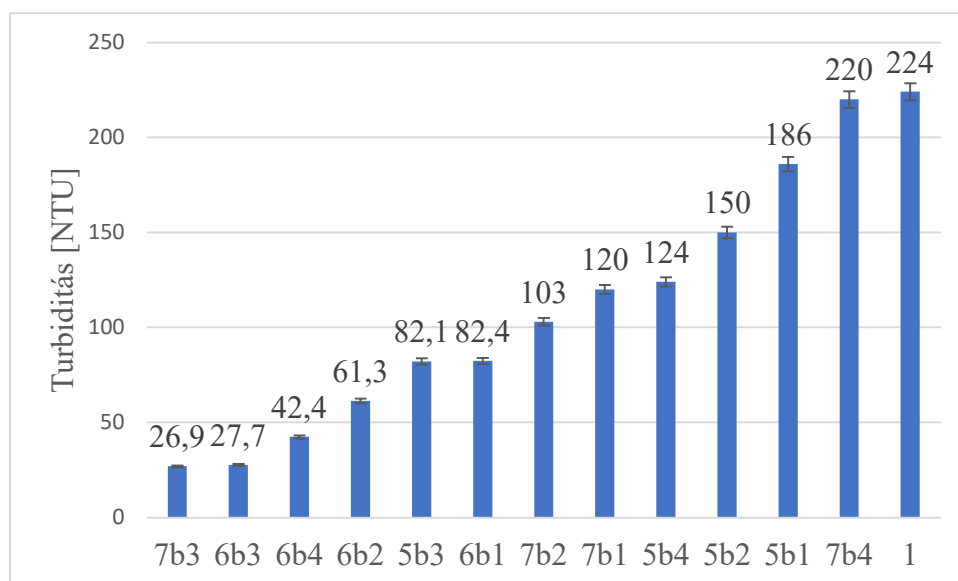
A legalacsonyabb szárazanyagtartalmú minták a 7.b.4 és a 6.b.3 volt, ahol Seporit és GranuBent bentonit volt az alkalmazott derítőszer és a növényi fehérje mindkét esetben a felső határérték szerint volt adagolva. A legmagasabb értékek pedig az 5.b.4, 5.b.3, 6.b.1, 5.b.1 voltak (25. ábra).

A refrakció értékek 10,43 és 12,83 ref% között változtak, a legmagasabb értékűben található a legtöbb zavarosságot okozó anyag.



**25. ábra: A refrakció értékek összehasonlítása**

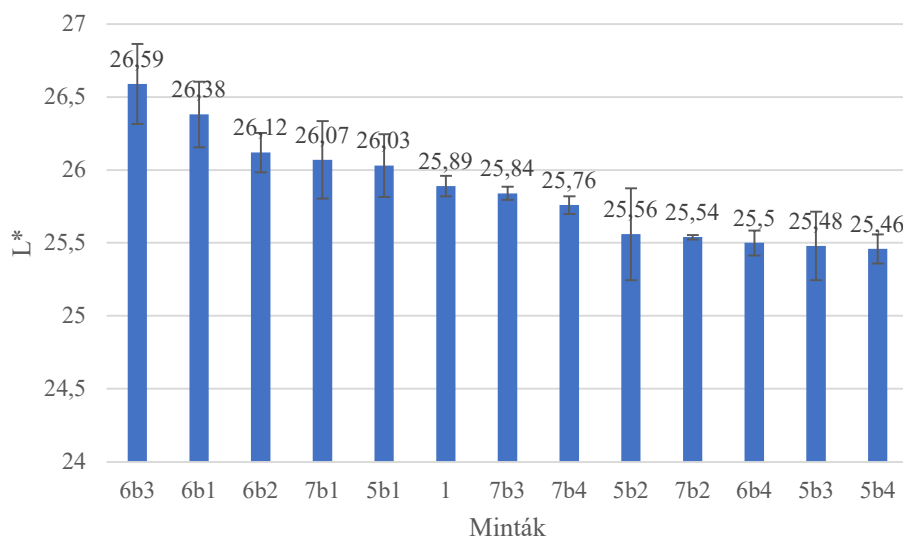
A második mérésnél mért zavarosság eredményeit a 26. ábra tartalmazza. Számunkra a legalacsonyabb turbiditás értékű minta a legmegfelelőbb, hiszen annál kevesebb benne a szemmel nem látható, apró lebegő részecske. A legalacsonyabb értékeket azok a minták adták, amelyekhez a növényi derítőszert a felső határérték szerint adagoltam, illetve Seporit-ot és GranuBent-et is a középérték szerint alkalmaztam, így ezek a minták a 7.b.3 és a 6.b.3 voltak. A legmagasabb, vagyis a legzavarosabb minták pedig az 5.b.1, 7.b.4 és a kontrol minta voltak. Az értékek széles tartományban mozognak, 26,9-től egészen 224 NTU-ig. Egyes esetekben a megnövelt bentonit alkalmazása kis mértékben javítja az NTU értéket. Fontos megjegyezni, hogy mindkét derítőszer (pozitív és negatív töltésű is) emelése nem adott jobb NTU-t.



**26. ábra: A turbiditás értékek összehasonlítása**

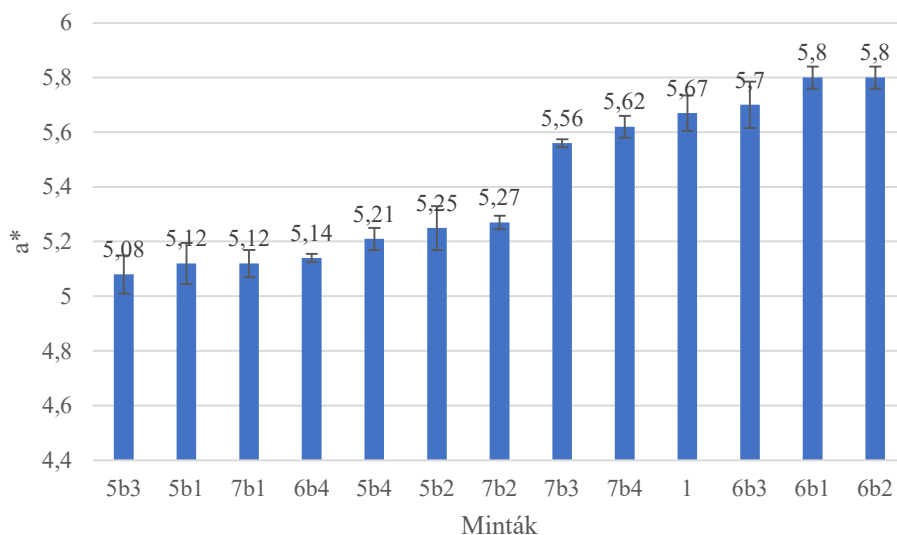
### 5.1.2. Színmérés eredményei

Az  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  és  $T\%$  értékeit felhasználva vizsgáltam a minták színeit. A világossági tényező adatait a 27. ábra szemlélteti. 26,59 és 25,46 közötti tartományban találhatóak az  $L^*$  értékek, a 6.b.3 és a 6.b.1 minták produkálták a legmagasabb értékeket, így ezek a legvilágosabb minták. Ezekhez mind GranuBent bentonit volt felhasználva középértékű adagolással, illetve a két legjobb adat közül is a legvilágosabbhoz a növényi derítőszer felsőértéke volt adagolva. A lesötétebb minták az 5.b.2, 7.b.2, 6.b.4, 5.b.3 és az 5.b.4 voltak. A kontrol a középértéket képviseli az adatok között.



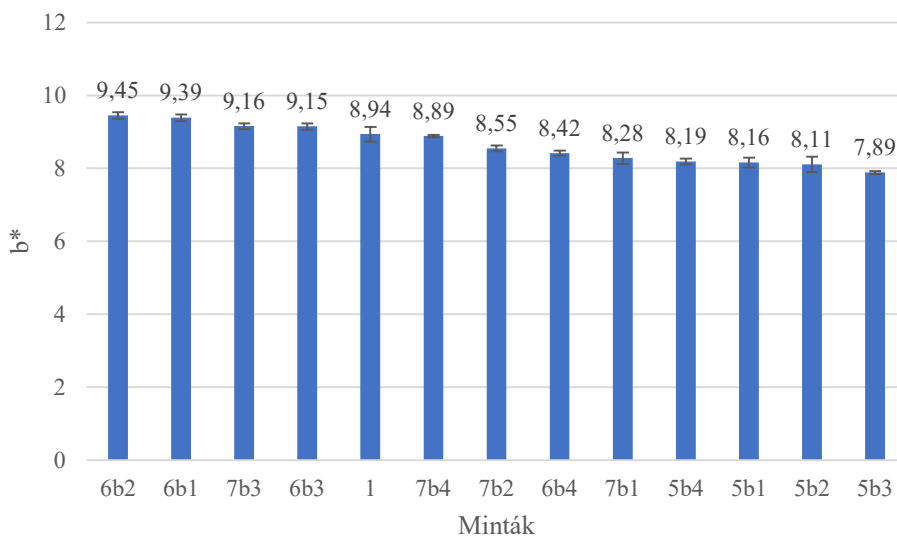
**27. ábra: Az  $L^*$  értékek az egyes mintáknál**

A 28. ábra mutatja be az  $a^*$  értékek összehasonlítását. A minták között kevesebb különbség van, mint az első mérésnél. A kontrol minta 5,67-es eredménnyel szerepel az adatok között. A legmagasabb  $a^*$  értékű minta az GranuBent-es 6.b.1 és 6.b.2, amikhez a növényi derítőszer középértékkel került adagolásra, a legalacsonyabb (ami a számunkra legkedvezőbb) pedig a 5.b.3, 5.b.1, 7.b.1, és a 6.b.4 minták.



**28. ábra Az  $a^*$  értékek az egyes mintáknál**

A sárga és kék színt jelölő  $b^*$  értékeit a 29. ábra tartalmazza. Az értékek 9,45 és 7,89 közötti tartományban találhatóak, a legkedvezőbb és legmagasabb értéket a 6.b.2 és a 6.b.1 produkálta, amikhez GranuBent bentonit és növényi fehérje derítőszer került középértékű adagolással. A legrosszabb értéket az 5.b.3 minta érte el, a kontrol minta 8,94-es értékkel szerepel.



**29. ábra Az  $b^*$  értékek az egyes mintáknál**

A színinger különbségek vizsgálatát a 10. táblázat tartalmazza, ahol a kontroll mintához hasonlítottam az értékeket. A kiértékeléshez használatos rendszer (11. táblázat) alapján csak egy mintánál nem érzékelhető különbség, a 7.b.3-nál. Az összes többi mintánál a különbség alig érzékelhető.

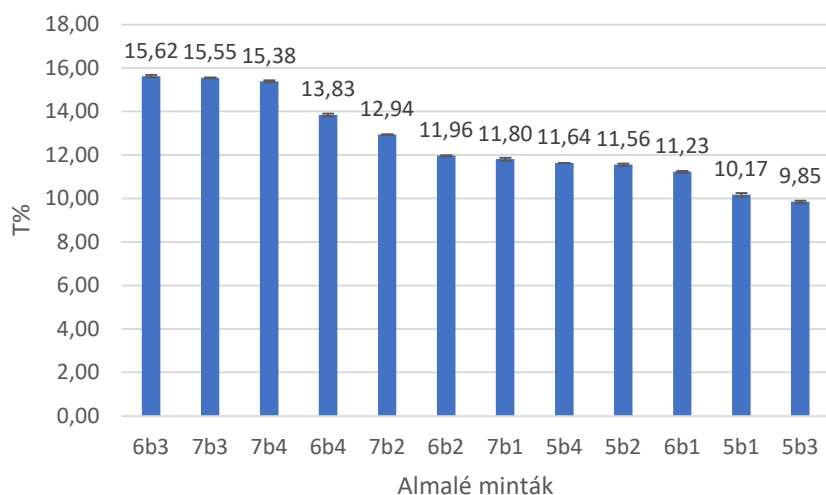
**10. táblázat: A minták  $\Delta E^*$  értékei a kontroll mintához képest**

|     | 1    | Érzékelhetőség  |
|-----|------|-----------------|
| 5b1 | 0,96 | Alig            |
| 5b2 | 0,98 | Alig            |
| 5b3 | 1,27 | Alig            |
| 5b4 | 0,97 | Alig            |
| 6b1 | 0,67 | Alig            |
| 6b2 | 0,57 | Alig            |
| 6b3 | 0,73 | Alig            |
| 6b4 | 0,83 | Alig            |
| 7b1 | 0,87 | Alig            |
| 7b2 | 0,65 | Alig            |
| 7b3 | 0,25 | Nem érzékelhető |
| 7b4 | 0,14 | Alig            |

**11. táblázat: A szemmel nem érzékelhető színinger különbség értékelési rendszere**

| Nem érzékelhető | Alig                        | Érzékelhető                 | Jól látható                 | Nagy különbség     |
|-----------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------|
| $0 \leq 0,5$    | $0,5 < \Delta E^* \leq 1,5$ | $1,5 < \Delta E^* \leq 3,0$ | $3,0 < \Delta E^* \leq 6,0$ | $6,0 < \Delta E^*$ |

A transzmittancia értékek alakulását a 30. ábra tartalmazza. 15,62 és 9,85 közötti tartományban szerepelnek az értékek, ahol a legmagasabb T%-ot a 6.b.3, 7.b.3 és a 7.b.4-es minták érték el. A legkedvezőbb mintákhoz a növényi fehérje derítőszerből a felső érték alapján volt adagolva, illetve Seporit és GranuBent volt felhasználva. A legalacsonyabb minták az 5.b.1 és az 5.b.3 lettek.



**30. ábra: A második mérés transzmittancia értékei**

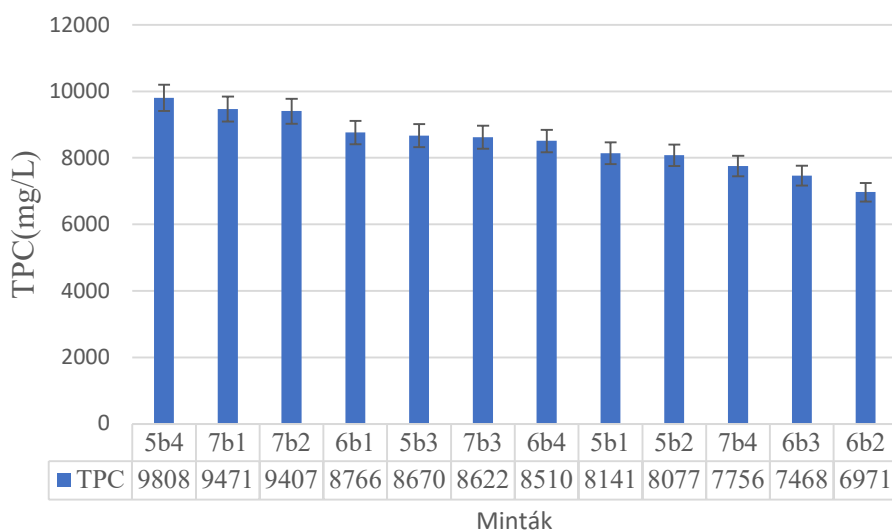
A 12. táblázat egy összefoglalást tartalmaz a mérésekről. Az ülepedés alapján a 7.b.1, 5.b.4, 7.b.3 és a 7.b.4 érte el a legmegfelelőbb értékeket, de változó minőségben teljesítettek a többi paraméternél. A 7.b.1 az  $L^*$ ,  $a^*$  és a turbiditás esetében is kedvező adatokat produkált, viszont alul maradt a  $b^*$ , refrakció és a transzmittancia értékek esetében. Az ülepedés alapján meghatározott legrosszabb adatokat az 5.b.1 és a kontrol minta érte el, amik viszont kedvezőbb adatokat mutatnak az  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  és a refrakciónál.

**12. táblázat: A mért paraméterek összesítése**

| Ülepedés | Turbiditás | $L^*$ | $a^*$ | $b^*$ | Ref% | T%  |
|----------|------------|-------|-------|-------|------|-----|
| 7b1      | 7b3        | 6b3   | 5b3   | 6b2   | 5b1  | 6b3 |
| 5b4      | 6b3        | 6b1   | 7b1   | 6b1   | 6b1  | 7b3 |
| 7b3      | 6b4        | 6b2   | 5b1   | 7b3   | 5b3  | 7b4 |
| 7b4      | 6b2        | 7b1   | 6b4   | 6b3   | 5b4  | 6b4 |
| 7b2      | 5b3        | 5b1   | 5b4   | 1     | 7b2  | 7b2 |
| 6b4      | 6b1        | 1     | 5b2   | 7b4   | 5b2  | 6b2 |
| 6b1      | 7b2        | 7b3   | 7b2   | 7b2   | 7b1  | 7b1 |
| 6b3      | 7b1        | 7b4   | 7b3   | 6b4   | 6b4  | 5b4 |
| 6b2      | 5b4        | 5b2   | 7b4   | 7b1   | 7b3  | 5b2 |
| 5b3      | 5b2        | 7b2   | 1     | 5b4   | 6b2  | 6b1 |
| 5b2      | 5b1        | 6b4   | 6b3   | 5b1   | 6b3  | 5b1 |
| 5b1      | 7b4        | 5b3   | 6b1   | 5b2   | 7b4  | 5b3 |
| 1        | 1          | 5b4   | 6b2   | 5b3   | 5b1  |     |

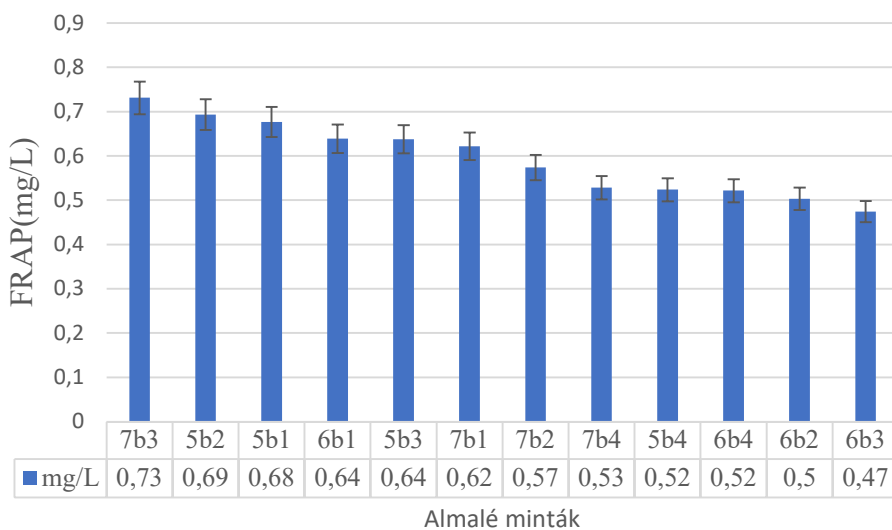
### 5.1.3. Összes polifenol és antioxidáns kapacitás eredményei

Az összes polifenol tartalom vizsgálatánál számolt értékeket a 31. ábra tartalmazza. A legnagyobb érték 9808 mg/L, ami a NaCalit-al és emelt mennyiségű növényi fehérje derítőszerrel készült 5.b.4 mintához tartozik, hasonlóan magas értéket ért el a 7.b.1 és a 7.b.2 is. A legalacsonyabb értéket a 6.b.2 produkálta, amely csak 6971 mg/L lett.



31. ábra: A második mérés összes polifenol tartalma

Az antioxidáns kapacitás mérés során kapott értékek 0,731 és 0,475 között mozognak (32. ábra). A legmagasabb a 7.b.3 minta értéke, ami Seporit-al és megemelt mennyiségű növényi fehérje derítőszerrel készült, míg a legalacsonyabb a 6.b.3 mintáé.



32. ábra: A második mérés antioxidáns kapacitás meghatározása

### **5.3. Következtetések és javaslatok**

#### **5.3.1. Az első kísérlet eredményeinek következtetései**

A kísérleti eredmények alapján láthatjuk, hogy az adagolási kombinációk változtatása befolyásolja a derítés eredményességét.

A növényi derítőszerrel kezelt minták az ülepedés esetében érték el a legjobb értékeket, a többi vizsgált szempont szerint viszont közepes szinten, vagy az átlagnál rosszabbul teljesítettek. A refrakció értékeket megvizsgálva viszont az figyelhető meg, hogy a zselatinos mintáknak általában magasabb volt a szárazanyagtartalom, ami utal a lében maradt részecskékre. Ettől függetlenül a turbiditás értékük nem volt nagyobb, mint a növényi fehérjével kezelt mintáknak. A nagyobb szárazanyag tartalom előnyt is jelenthet a besűrítés során, így ez a paraméter több szempontból is értékelhető.

A legfeltűnőbb különbség az L\* értékében nyilvánul meg, ahol láthatjuk, hogy legelső helyen állnak a zselatinos minták, utolsó helyen pedig végig a növényi derítőszeres és a kontrol minta. Az a\* és b\* esetében tapasztaltunk kedvezőbb értékeket is a növényi mintáknál, viszont ezek értékelése kevésbé olyan egyértelmű, mint a világossági tényező, és itt is zselatinos minták álltak az első négy helyen. A T%-nál is hasonló volt a tapasztalat, a legjobb minták mind zselatinnal kezelték voltak.

A színinger különbségek vizsgálata során láthattuk, hogy a zselatinos minták és a kontrol minta között kivétel nélkül csak „nagy különbséget” kaptam, a három „jól látható” értékelés pedig mind növényi eredetű derítőszeres mintából származik.

A fentebb említett paraméterek vizsgálata során a 6.b érte el összességében a legjobb eredményeket a növényi derítőszeres minták közül, amihez GranuBent bentonit derítőszert használtam.

Az összes polifenol tartalom és az antioxidáns kapacitás vizsgálatánál nem tudtam egyértelműen megállapítani a növényi és az állati derítőszeres hatékonyságát. Észrevehető viszont a két paraméter közötti összefüggés és egyenes arányosság, illetve a negatív töltésű derítőszeresek közül minden esetben a kovasavval kezelt minták voltak a legkedvezőbbek.

#### **5.3.1. A második kísérlet eredményeinek következtetései**

A kísérlet során azt tapasztaltam, hogy nem csak az adagolási kombináció, hanem a derítőszeres koncentrációja is befolyásoló tényező a derítésben.

A második mérésnél már csak a növényi derítőszerrel foglalkoztam és az adagolás mennyiségét változtattam.

Ebben az esetben nehéz volt egy legjobb mintát kiválasztani, mivel a minták változóan szerepeltek a különböző mérések során. Ülepedés alapján a Seporit-tal kezelt minta volt a legjobb, ahol minden derítőszer a középérték alapján adagoltam. Ülepedés szempontjából negatív hatással bírt, ha a bentonitos derítőszer mennyiségét emeltem. A kevésbé jól ülepedett minták turbiditási értékei szintén magasabb értéket mutattak, vagyis zavarosak voltak.

A színmérés során, a világossági tényezőnél a GranuBent-es minták voltak a legvilágosabbak, azok közül is a legjobb eredményű az emelt növényi derítőszeres volt. Az a\*-nál azt tapasztaltam, hogy a NaCalit derítőszerrel kezelt minták voltak a legjobbak, míg a b\*-nál a GranuBent-es minták.

A refrakció esetében NaCalit-al és GranuBent-el kezelt minták érték el a legjobb eredményeket, legelső helyen az a minta áll, ahol mindkét esetben a középértékkel dolgoztam. A T% esetében kedvező hatással bírt az emelt növényi derítőszer mennyiség, illetve a legjobb mintákhoz GranuBent és Seporit derítőszeret használtam.

A színinger különbség vizsgálatánál szinte az összes mintánál „alig érzékelhető” különbséget állapítottam meg, csak a középértékkel adagolt Seporit-os és a felsőértékkel adagolt növényi fehérjés minta volt az, ahol nem volt érzékelhető különbség.

Az eddigi paraméterek alapján a 7.b.1 és a 7.b.3 minta szerepelt összeségében a legjobban a minták között, viszont fontos megemlíteni, hogy nem minden esetben szerepeltek a legjobban. Általánosságban elmondható viszont, hogy a GranuBent-el kezelt minták produkáltak a legkedvezőbb eredményeket, és jó hatással volt a mintákra a megnövelt növényi derítőszer is.

Az összes polifenol tartalom és antioxidáns kapacitási értékek összehasonlítása során nem tudtam egyértelmű következtetéseket levonni, hogy melyik derítőszer, illetve melyik mennyiségi beállítás volt a legmegfelelőbb. Változó módon jelentek meg az adatok a sorba állítás során, így nem lehet megállapítani, hogy a TPC és FRAP értékeket milyen módon befolyásolja a koncentráció változtatás, illetve a derítőszer kombinációjának variálása.

## 6. Összefoglalás

A téma fontossága többek között gazdasági és táplálkozási szokások viszonylatában fontos. A felhasznált derítőszer hatékonyságának vizsgálatával jobban meg tudjuk érteni a növényi derítőszer viselkedését és felhasználhatóságának mértékét. A vizsgálat során fontos szempont volt az egyes derítőszer közötti kombinációs lehetőség, az esetleges szinergiák felfedezése. A növényi derítőszer kedvezőbb kihasználhatóságához a megfelelő adagolást is vizsgáltam, hogy megállapítható legyen a legideálisabb felhasználási környezet.

Ennek megállapítására 6 féle különböző negatív töltésű derítőszerrel kísérleteztem, illetve pozitív töltésűek közül zselatinnal és a borsófehérje alapú növényi derítőszerrel. A kísérletekhez laboratóriumi körülmények között modelleztem az ipari körülmények között történő almalé előállítás, hogy a lehető leghitelesebb mintákat kapjam. A kísérletek során olyan paramétereket mértem, amelyek az iparban is értékmérő tulajdonsággal rendelkeznek, illetve gazdaságilag is fontos szempontok. Méréseim során vizsgáltam a leülepedett és a tiszta rész arányát, a lé vízdoldható szárazanyag tartalmát, zavarosságát (turbiditás), színét, összes polifenol tartalmát és antioxidáns kapacitását.

Az első kísérlet során a növényi fehérje és zselatinos derítőszer hatékonyságát vizsgáltam a különböző negatív töltésű derítőszerekkel kombinálva. Itt arra a következtetésre jutottam, hogy bár nem minden esetben éri el a növényi fehérje a zselatin hatékonyságát, ettől függetlenül megfelelően használható derítőszerként. A kontrol minta nem tartalmazott semmilyen derítőszer, így az ezzel való összehasonlítás során volt igazán látható az egyes derítőszer hatékonysága.

Az első kísérlet eredményeiből kiindulva a növényi eredetű derítőszerrel kísérleteztem tovább, ahol a gyártó által rendelkezésemre bocsájtott adagolási útmutató szerinti felsőértékeket is használtam. Az eredmények alapján kijelenthető, hogy pozitív hatással van a derítésre, ha a növényi eredetű derítőszert megnövelt mennyiségben alkalmaztuk. Ezen túl a legjobb kombináció a növényi derítőszerrel a nátrium-bentonit volt.

Az adatok elemzése után megállapítható, hogy az általam használt borsófehérje alapú derítőszer alkalmas a szűrt almalé előállítására, ezzel nagyobb tért adva a vegán termékek számára. Előnyösség az is bizonyítja, hogy nincs szükség új berendezésekre vagy technológiára az alkalmazása során, ezért nem igényel beruházásokat, ezenkívül nem tartalmaz allergént és GMO mentes.

A pozitív élettani hatásokkal rendelkező fenolos vegyületek jelenlétét igazoló kísérlet viszont nem egyértelmű eredményeket adott számomra. Ez alapján nem lehet megállapítani, hogy a növényi derítőszer befolyásolta-e ennek a mennyiséget, ezért ennek további kutatása ajánlott, mivel ez a vegyület család az emberi szervezet számára kedvező hatásokkal bír.

A kísérlet folytatásában érdemes lenne más növényi fehérjék, pl. bab, sárgaborsó, lencse fehérjék hatékonyságát is vizsgálni.

## Irodalomjegyzék

1. Barta J. (2007): Vízlevonásos tartósítás. In: Barta J. (szerk): A gyümölcsfeldolgozás technológiái. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 112-131.
2. Barta J., Balla Cs., Vatai Gy. (2012): Dehydration preservation of fruits. In: Nirmal K. S., Jiwan, S., Barta J, Wu B. (ed.): Handbook fruits and fruit processing. Wiley-Blackwell, Iowa, USA, 133-153.
3. Benitez, E. I., & Lozano, J. E. (2007). Effect of gelatin on apple juice turbidity. *Latin American applied research*, 37(4), 261–266.
4. Clem, J., & Barthel, B. (2021). A look at plant-based diets. *Missouri Medicine*, 118(3), 233.
5. Dıblan, S., & Özkan, M. (2021). Effects of various clarification treatments on anthocyanins, color, phenolics and antioxidant activity of red grape juice. *Food Chemistry*, 352, 129321. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129321>
6. 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-Blackwell, Iowa, USA, 215-228.
7. Horváth D-né (2007): Hőkezeléssel tartósított termékek előállítása. In: Barta J. (szerk): A gyümölcsfeldolgozás technológiái. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 58-80.
8. Karim, A. A., & Bhat, R. (2008). Gelatin alternatives for the food industry: Recent developments, challenges and prospects. *Trends in Food Science & Technology*, 19(12), 644–656. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2008.08.001>
9. KSH 2023/a: 14.1.1.32. Az egy főre jutó éves élelmiszer-fogyasztás mennyisége a referenciaszemély korcsoportja, iskolai végzettsége és a háztartástagok korösszetétele szerint. (é. n.). Elérés 2022. november 8., forrás [https://www.ksh.hu/stadat\\_files/jov/hu/jov0031.html](https://www.ksh.hu/stadat_files/jov/hu/jov0031.html)
10. KSH 2023/b: 19.1.1.25. A fontosabb gyümölcsfélék termesztése és felhasználása. Elérés 2023. november 22., forrás [https://www.ksh.hu/stadat\\_files/mez/hu/mez0025.html](https://www.ksh.hu/stadat_files/mez/hu/mez0025.html)
11. Jiang, G.H., Kim, Y., M. Nam, S.H., Yim, S.H., Eun., J.B. (2016): Enzymatic Browning Inhibition and Antioxidant Activity of Pear Juice from a New Cultivar of Asian Pear (*Pyrus pyrifolia* Nakai cv. Sinhwa) with Different Concentrations of Ascorbic Acid. *Food Science and Biotechnology*, 25 (1) 153-158. p. <https://doi.org/10.1007/s10068-016-0023-9>

12. Marangon, M., Vincenzi, S., & Curioni, A. (2019). Wine Fining with Plant Proteins. *Molecules*, 24(11), 2186. <https://doi.org/10.3390/molecules24112186>
13. Oszmiański, J., & Wojdyło, A. (2007). Effects of various clarification treatments on phenolic compounds and color of apple juice. *European Food Research and Technology*, 224(6), 755–762. <https://doi.org/10.1007/s00217-006-0370-5>
14. Paul, R., Gosh, U. (2012): Effect of thermal treatment on ascorbic acid content of pomegranate juice. *Indian Journal of Biotechnology*, 11 (3) 309-313. <http://hdl.handle.net/123456789/14572>
15. Ramezani, M., Ferrentino, G., Morozova, K., Kamrul, S. M. H., & Scampicchio, M. (2020). Clarification of apple juices with vegetable proteins monitored by multiple light scattering. *Journal of Food Science*, 85(2), 316–323. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.14984>
16. Rather, J. A., Akhter, N., Ashraf, Q. S., Mir, S. A., Makroo, H. A., Majid, D., ... Dar, B. N. (2022). A comprehensive review on gelatin: Understanding impact of the sources, extraction methods, and modifications on potential packaging applications. *Food Packaging and Shelf Life*, 34, 100945. <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2022.100945>
17. Rodler, I. (2005): Tápanyagtáblázat. Medicina kiadó, Budapest.
18. Song, B., Li, H., Tian, J., Zhang, Y., Li, Z., Wang, J., ... Li, B. (2023). Mechanism of sugar degradation product 5-hydroxymethylfurfural reducing the stability of anthocyanins. *Food Chemistry*, 419, 136067. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.136067>
19. Souci, S. W., Fachmann, W. and Kraut, H. (2008): FoodComposition and NutritionTables. 7ème edition, MedPharm, Stuttgart.
20. Stégerné, M. M. (2013). Stégerné Máté Mónika. Élelmiszeripari felhasználás. (2013) Megjelent: Az alma [Malus domestica Borkh] pp. 326-338. Elérés 2023. október 2., forrás <https://m2.mtmt.hu/api/publication/2551220>
21. Szabó-Nótin B. (2016). Almatörköly, mint természetes állománykialakító alkalmazási lehetőségei gyümölcstermékekben. Doktori Értekezés. <https://doi.org/10.14751/SZIE.2016.042>
22. Tóth, M. (2013): Az almagyümölcs beltartalmi anyagai. in (szerk.: Höhn Mária, Tóth Magdolna): Az alma [Malus domestica Borkh] pp. 175-185. Agroinform Kiadó, Budapest

23. USDA. (é. n.). Apples, raw, with skin (Includes foods for USDA's Food Distribution Program). Elérés 2023. szeptember 27., forrás <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/171688/nutrients>

#### **Internetes hivatkozások:**

24. **Internet 1:** Consumption of fruit juice and fruit nectar 2007-2018 Statistic. (é. n.). Elérés 2022. november 9., forrás Statista website: <https://www.statista.com/statistics/421235/consumption-of-fruit-juice-and-fruit-nectar-in-the-eu/>
25. **Internet 2:** Üdítőital és gyümölcsle fogyasztási adatok | Magyar Ásványvíz, Gyümölcsle és Üdítőital Szövetség. (2018, június 6). Elérés 2023. október 19., forrás <https://uditaitalok.hu/mit-kell-tudni-az-uditaitalokrol/fogyasztasi-adatok/>
26. **Internet 3:** Juices—Worldwide | Statista Market Forecast. (é. n.). Elérés 2023. október 19., forrás Statista website: <https://www.statista.com/outlook/cmo/non-alcoholic-drinks/juices/worldwide>
27. **Internet 4:** Apple Juice Market Insights, 2018-2026. (é. n.). Elérés 2023. október 19., forrás <https://www.transparencymarketresearch.com/apple-juice-market.html>
28. **Internet 5:** The Atlas of Economic Complexity by @HarvardGrwthLab. (é. n.). Elérés 2023. szeptember 18., <https://atlas.cid.harvard.edu/explore?country=undefined&queryLevel=undefined&product=5626&year=2020&tradeDirection=import&productClass=HS&target=Product&partner=undefined&startYear=1995>
29. **Internet 6:** Juice: A Market With Great Potential: Elérés 2023 november 22 <https://www.apfoodonline.com/industry/juice-a-market-with-great-potential/>
30. **Internet 7:** Estudio, P. (é. n.). Juicehedge. Elérés 2023. október 19., forrás Juicehedge website: <https://www.juicehedge.com/>
31. **Internet 8:** Magyar Élelmiszerkönyv 1-3-2001/112 számú előírása. (é. n.). Elérés forrás [https://elelmiszerlanc.kormany.hu/download/c/2b/a2000/1-3-2001\\_112.pdf](https://elelmiszerlanc.kormany.hu/download/c/2b/a2000/1-3-2001_112.pdf)
32. **Internet 9:** A BIZOTTSÁG 1129/2011/EU RENDELETE (2011. november 11.) az 1333/2008/EK európai parlamenti és tanácsi rendelet II. mellékletének az élelmiszer-adalékok uniós jegyzékének létrehozásával történő módosításáról. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/HTML/?uri=CELEX:32011R1129>
33. **Internet 10:** 2-601 számú irányelv Hőkezeléssel tartósított termékek. [https://elelmiszerlanc.kormany.hu/download/6/4b/a2000/2-601\\_2016-06-09.pdf](https://elelmiszerlanc.kormany.hu/download/6/4b/a2000/2-601_2016-06-09.pdf)

34. **Internet 11:** *1333-2008-EK rendelet az élelmiszer-adalékanyagokról.* (é. n.). Elérés  
forrás <https://elelmiszerlanc.kormany.hu/download/c/11/31000/1333-2008-EK.pdf>
35. **Internet 12:** EATON. (2019). *Gelatin was yesterday – plant protein is today.*
36. **Internet 13:** Erbslöh Geisenheim Elérés 2023. november 22., website:  
<https://erbsloeh.com/>
37. **Internet 14:** Field Environmental Instruments. 2100P Portable Turbidimeter Elérés  
forrás  
<https://www.fieldenvironmental.com/assets/files/Literature/Hach%202100P%20Spec%20Sheet.pdf>