



**INTÉZMÉNYI TUDOMÁNYOS DIÁKKÖRI KONFERENCIA**

**2022. november 23.**

**NÖVÉNYI KIVONATOK HATÁSA CSEMEGEKUKORICA-  
VÖRÖSBAB KONZERV EGYES MINŐSÉGI  
PARAMÉTEREIRE**

**Effect of plant extracts on some quality parameters of  
canned sweet corn-red beans**

**Készítette:** **Máté Balázs János**  
YMEGY6  
Élelmiszermérnöki alapképzés  
nappali tagozat  
Budai Campus

**Témavezető:** Dr. Máté Mónika, egyetemi docens  
Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet  
Gyümölcs- és zöldségfeldolgozás Technológia Tanszék  
Budai Campus

**Lehetséges OTDK szekció:** „Agrártudományi szekció”

**Budapest  
2022.**

# Tartalom

|                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Bevezetés.....                                                                    | 1  |
| 2. Célkitűzés.....                                                                   | 2  |
| 3. Irodalmi áttekintés .....                                                         | 2  |
| 3.1. A csemegekukorica bemutatása .....                                              | 2  |
| 3.1.1. Termesztése a világon és Magyarországon.....                                  | 2  |
| 3.1.2. Származása, biológiai leírása .....                                           | 4  |
| 3.1.3. Tápanyagtartalma .....                                                        | 4  |
| 3.1.4. Felhasználása .....                                                           | 6  |
| 3.2. A vörösbab bemutatása .....                                                     | 6  |
| 3.2.1. Származása, biológiai leírása .....                                           | 6  |
| 3.2.2. Termesztése a világon és Magyarországon.....                                  | 7  |
| 3.2.3. Tápanyagtartalma .....                                                        | 8  |
| 3.2.4. Felhasználása .....                                                           | 10 |
| 3.3. Zöldségkonzervek minőségi követelményei és gyártástechnológiája.....            | 10 |
| 3.3.1. Csemegekukorica minőségi követelményei a Magyar Élelmiszerkönyv alapján ..... | 11 |
| 3.3.2. A csemegekukorica konzerv gyártástechnológiája .....                          | 11 |
| 3.3.3. Hőkezelés.....                                                                | 12 |
| 3.4. Az antioxidánsok .....                                                          | 14 |
| 3.4.1. Az antioxidánsok alkalmazásának oka.....                                      | 14 |
| 3.4.2. Az antioxidánsok típusai .....                                                | 14 |
| 3.4.3. A természetes antioxidánsok .....                                             | 15 |
| 4. Kísérleti rész.....                                                               | 16 |
| 4.1. Kísérletek helye .....                                                          | 16 |
| 4.2. Kísérleti anyagok, eszközök.....                                                | 16 |
| 4.3. Kísérlet menete .....                                                           | 17 |
| 4.4. Vizsgálati módszerek .....                                                      | 19 |
| 4.4.1. A pH érték meghatározása .....                                                | 19 |
| 4.4.2. Refrakció mérése .....                                                        | 19 |
| 4.4.3. A szín vizsgálata .....                                                       | 19 |
| 4.4.4. A sótartalom meghatározása .....                                              | 20 |
| 4.4.5. Az extrakció elvégzése.....                                                   | 20 |
| 4.4.6. Összes polifenol meghatározás Folin-Ciocalteu reagenssel.....                 | 21 |
| 4.4.7. Antioxidáns kapacitás meghatározása .....                                     | 22 |
| 4.4.8. Az F0 mérés.....                                                              | 23 |
| 5. Kísérleti eredmények és értékelésük.....                                          | 24 |
| 5.1. A refrakció, pH érték és sótartalom eredményei .....                            | 24 |
| 5.2. Színvizsgálat eredményei.....                                                   | 30 |
| 5.2.1. Az L* világossági tényező eredményei .....                                    | 30 |
| 5.2.2. Az a* vörös-zöld hányados eredményei.....                                     | 32 |
| 5.2.3. A b* sárga-kék hányados eredményei .....                                      | 34 |
| 5.3. Az összes polifenol-tartalom eredményei .....                                   | 38 |
| 5.4. Az antioxidáns kapacitás (FRAP) eredményei .....                                | 40 |
| 6. Összefoglalás.....                                                                | 43 |
| Irodalomjegyzék .....                                                                | 44 |

## 1. Bevezetés

Magyarország kukoricatermelése vezető helyet tölt be Európán belül, mivel hazánk rendelkezik a legnagyobb termőterülettel a kontinensen. A kukorica vezérterméknek számít itthon, mivel a legnagyobb mennyiségben termesztett nyersanyag a gabonafélék között. A feldolgozóiparban, főleg a konzerviparban előkelő helyet foglal el. A csemegekukoricából készült konzervtermékek, mint a csak morzsolt kukoricát tartalmazó vagy a zöldségkeverékekben megjelenő formája igen keresett terméknek számítanak, amelynek nagy mennyisége exportálásra is kerül.

A konzervipar kevert termékei esetén fontos minőségi tényező a színmegőrzés, amelyre a feldolgozóipar komoly hangsúlyt fektet a fogyasztók megtartása érdekében. Abból a célból, hogy a zöldségek színe az eredeti maradjon, adalékanyagokat alkalmaznak. Ezek az anyagok általában az EDTA és az aszkorbinsav, illetve más színrögzítő anyagok, melyek előállítása szintetikus úton történik. A fogyasztók körében azonban a tudatosság jegyében elindult egy új, a természetesség irányába való törekvés, amely az eredeti adalékanyagok helyett a természetes anyagok használatát szorgalmazza. Természetesen a fogyasztók és a piaci részesedés megtartása, esetleg növelése érdekében a természetes anyagok, pl. különböző növényi kivonatok alkalmazását az ipar is szorgalmazza.

A hosszú évek, esetleg évtizedek óta alkalmazott, jól bevált receptúrák változtatása nagy terhet jelent a feldolgozóipar számára, mivel kevés a rendelkezésre álló szakirodalom és a tapasztalat is ezen a téren. A cégek számára ez komoly kutatás-fejlesztést igényel, amelybe nem csak a konzervipar, de a kivonatok gyártását végző cégek is beletartoznak. Ahhoz, hogy ez az irány megvalósulhasson, az ipari fejlesztéseknek is ezt a vonulatot kellene követniük.

A dolgozatomban ennek az irányvonalnak egy lehetséges megvalósításával foglalkoztam. Hőkezelt csemegekukorica és vörösbab keverék konzerv esetében tanulmányoztam növényi kivonatok alkalmazási lehetőségeit.

## 2. Célkritizés

Dolgozatom célja volt egy csemegekukorica és vörösbab keverék felöntőlevében a színmegőrzést szolgáló aszkorbinsav helyettesítése természetes növényi kivonatokkal. A kísérleteim során kétféle acerola kivonatot alkalmaztam. Az acerola termése természetes módon magas C-vitamin tartalommal rendelkezik, így akár megfelelő helyettesítője lehet az aszkorbinsavnak.

Munkám megalapozása egy nagyobb mérvű ipari fejlesztésnek. A dolgozatom elkészítése során arra kerestem a választ, hogy az acerola, mint növényi kivonat megfelelő alternatívájává válhat-e az aszkorbinsavnak, így biztosítva az ipar számára egy lehetséges utat a színmegőrzést szolgáló adalékanyagok természetes anyagokkal történő helyettesítéséhez.

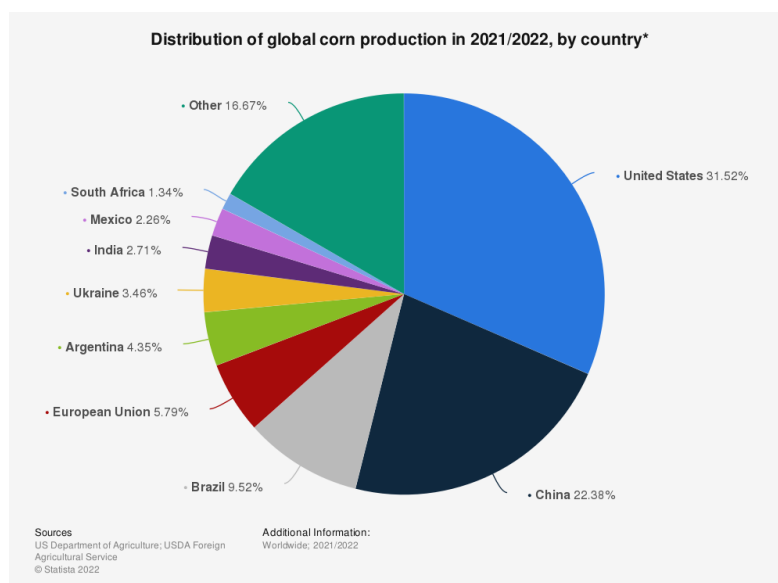
Ennek eldöntéséhez a csemegekukorica és vörösbab keverék konzerv esetében termosztátban, illetve szobahőmérsékleten történő tárolás során különböző paraméterek, mint szín jellemzők, pH érték, sótartalom és vízdoldható szárazanyagtartalom, összes polifenol tartalom és antioxidáns kapacitás vizsgálatát végeztem el.

## 3. Irodalmi áttekintés

### 3.1. A csemegekukorica bemutatása

#### 3.1.1. Termesztése a világon és Magyarországon

A kukorica (*Zea mays* L.) a világon a harmadik legnagyobb termőterülettel rendelkező gabonafélének számít a búza és a rizs után (Aydinsakir et al., 2013). A kukorica termesztése nagymértékben növekedett, különösképpen azokban az országokban, amelyek a mérsékelt övben helyezkednek el, illetve ahol magas hozamot eredményező termesztést és hibrideket alkalmaznak. Fő exportőrnek számít az Egyesült Államok, Kína, Brazília, az Európai Unió és Argentína (1. ábra).



**1. ábra:** A globális kukoricatermelés megoszlása 2021/2022-ben országok szerint  
(Internet 1)

A csemegekukorica (*Zea mays* L. convar. *saccharata*) Magyarország legnagyobb termésmennyiséggel rendelkező nyersanyaga a gabonafélék között a KSH 2021-es adatai szerint (Internet 2). Hazánkban 34 550,5 hektár területen vetettek csemegekukoricát, ami a főbb zöldségfélék vetésterületének 41,8%-t teszi ki (1. táblázat). A Magyarországon termesztett évi átlagos 500-600 ezer tonna termés kétharmadát a konzervipar, egyharmadát a hűtőipar dolgozza fel. A hazai termőterülettel első helyen állunk Európában, utánunk Franciaország következik, de folyamatosan bővül Lengyelország és Ukrajna termelése is. Hazánk éghajlati- és talajadottságai megfelelőek, ami párosul a magas termesztéstechnológiai színvonallal és feldolgozóipari technológiával (Internet 4).

**1. táblázat:** A főbb zöldségfélék vetésterületének megoszlása 2021-ben (Internet 3)

| <i>Főbb zöldségfélék</i>  | <i>Vetésterületek (ha)</i> | <i>Vetésterületek megoszlása (%)</i> |
|---------------------------|----------------------------|--------------------------------------|
| <b>Csemegekukorica</b>    | 34550,5                    | 41,8                                 |
| <b>Zöldborsó</b>          | 21063,2                    | 25,5                                 |
| <b>Édeskömény</b>         | 3627,4                     | 4,4                                  |
| <b>Görögdinnye</b>        | 3227,1                     | 3,9                                  |
| <b>Egyéb zöldségfélék</b> | 20185,5                    | 24,4                                 |

### 3.1.2. Származása, biológiai leírása

A kukorica származása Mexikó hegyvidékeire, nagyjából 7 és 10 ezer évvel ezelőttre tehető. A régészeti kutatások azt bizonyítják, hogy a kukoricát már Kr. e. 2000-2500 évvel is termesztették. Az amerikai kontinens felfedezését követően a kukorica termesztése Spanyolország igényeihez igazodott, majd onnan osztották szét Európa többi országába a termést. Később a Portugáliához közel elhelyezkedő területeken történt a kukorica ültetése, és onnan jutott el a közeli országokba (García-Lara et al., 2019).

A kukorica melegigényes, lágyszárú, egynyári növény, melynek csírázásához legalább 8-12 °C-ra van szükség. A kukorica bojtos gyökérrzel rendelkezik, szára kóróyszerűen hengeres, levelei váltakozó állásúak. A növény kölcsönösen termékenyülő, váltivarú, egylaki. A torzsavirágzatot, amiből később a kukoricacső is fejlődik, csuhélevelek védik. A cső két részből: a csutkából és a szemekből áll, amelyek súlyaránya értékmérő tulajdonságnak számít. A szemtermés (2. ábra) részei a csíra, táplálósövet, maghép és terméshép (Radics, 1994).



**2. ábra:** Csemegekukorica szemek (forrás: saját fotó)

### 3.1.3. Tápanyagtartalma

Az élelmiszerként felhasznált kukorica aránya a világon megtermelt kukorica mennyiségéhez viszonyítva kb. 14-15%. Ennek az arálynak az alakulásába beleszól a Magyarországon termesztett kukorica mennyisége is, hiszen hazánk nemcsak Európán belül, de a világon is kiemelkedő a csemegekukorica termesztésében (Internet 5).

**2. táblázat:** A csemegekukorica makrotápanyag, ásványi anyag és vitamin összetétele 100 g terményre vonatkoztatva (Rodler, 2005; Souci, 2008; USDA, 2019 (Internet 6))

|                               | <b>Csemegekukorica</b> |                    |                   |
|-------------------------------|------------------------|--------------------|-------------------|
|                               | <b>Rodler, 2005</b>    | <b>Souci, 2008</b> | <b>USDA, 2019</b> |
| 100 g terményre vonatkoztatva | <i>Makrotápanyagok</i> |                    |                   |
| <b>Víz g</b>                  | 67,7                   | 74,7               | 76                |
| <b>Energia kJ/kcal</b>        | 550 / 131              | 369 / 87           | 360 / 86          |
| <b>Fehérje g</b>              | 4,7                    | 3,28               | 3,27              |
| <b>Zsír g</b>                 | 1,6                    | 1,23               | 1,35              |
| <b>Szénhidrát g</b>           | 23,6                   | 15,7               | 18,7              |
| <b>Rost g</b>                 | 8,8                    |                    | 2                 |
| <b>Cukor g</b>                |                        |                    | 6,26              |
| 100 g terményre vonatkoztatva | <i>Ásványi anyagok</i> |                    |                   |
| <b>Kalcium (Ca) mg</b>        | 7                      | 2,2                | 2                 |
| <b>Vas (Fe) mg</b>            | 0,6                    | 0,403              | 0,52              |
| <b>Magnézium (Mg) mg</b>      | 120                    | 160                | 37                |
| <b>Foszfor (P) mg</b>         | 38                     | 83                 | 89                |
| <b>Kálium (K) mg</b>          | 330                    | 289                | 270               |
| <b>Nátrium (Na) mg</b>        | 6                      | 0,3                | 15                |
| <b>Cink (Zn) mg</b>           | 0,444                  | 0,563              | 0,46              |
| 100 g terményre vonatkoztatva | <i>Vitaminok</i>       |                    |                   |
| <b>C-vitamin mg</b>           | 7                      | 12                 | 6,8               |
| <b>Tiamin (B1) mg</b>         | 0,048                  | 0,15               | 0,155             |
| <b>Riboflavin (B2) mg</b>     | 0,057                  | 0,12               | 0,055             |
| <b>Niacin (B3) mg</b>         | 1,8                    | -                  | 1,77              |
| <b>B6 vitamin mg</b>          | 0,12                   | 0,22               | 0,093             |
| <b>Folsav µg</b>              | 26                     | 43                 | 42                |
| <b>A vitamin IU</b>           | -                      | -                  | 187               |
| <b>Karotin µg</b>             | 100                    | 90                 | 47                |
| <b>E vitamin mg</b>           | 0,06                   | 95                 | 0,07              |
| <b>K vitamin µg</b>           | -                      | 3                  | 0,3               |

A Nemzeti Fajtajegyzék csak hibrid csemegekukorica fajtákat tartalmaz. Ezen fajták csoportosítása cukortartalom alapján a következők szerint alakulnak: normálédes, cukortartalom-növelt és szuperédes fajták. (Internet 7). A csemegekukorica viaszos állapota előtti időszak az optimális a konzervipari feldolgozásra, mivel cukortartalma ekkor a legmagasabb. Zsenge állapotában a csöveknek érettnnek és szabályosan berakottnak kell lenniük (Barta és Körmeny, 2007). A csemegekukorica magas fehérje-, szénhidráttartalma adja tápértékét, emellett karotint, B<sub>1</sub>- és B<sub>2</sub>-vitamint, illetve foszfort is tartalmaz (2. táblázat). Azokon a területeken, ahol a fő táplálék a kukorica, ott egyfajta hiánybetegség, a pellagra alakul ki. A kukoricának van niacin tartalma, de ez a vegyület használhatatlan formában van benne jelen, ezzel niacinhiányt okoz az emberi szervezetben (Karthikeyan és Thappa, 2002).

#### 3.1.4. Felhasználása

Az USDA-GIPSA (Egyesült Államok Mezőgazdasági Minisztériumának Gabonaellenőrző, -csomagoló és Raktári Igazgatásának Gabonaellenőrző Szolgálat) szerint a kukorica három különböző csoportra osztható szín szerint, ezek a fehér, sárga és vegyes színű kukoricák. Ezen belül ötféle típus különíthető el, mint a „flint” (vagy kőkukorica), lófogú, flint és lófogú, fertőzött, viaszos (Scott, P., et al., 2019). A kukorica olyan termény, amely nagy genetikai változékonysággal bír, így több speciális genotípusa is létezik (García-Lara et al., 2019). Scott és társai (2019) a speciális kukoricákat nagyobb csoportokra osztották fel, így létezik: élelmiszerminőségű kukorica; kukorica megnövelt tápértékkel, amelyek minőségi fehérjéket vagy nagy mennyiségű ásványi anyagokat tartalmaznak; nagy olaj tartalmú kukorica; pattogatni való kukorica; édeskukorica; szilázs kukorica; keményítő előállítására ajánlatott kukorica; bio és GMO-mentes kukorica (Scott et al., 2019). Ebből adódóan a kukorica felhasználása széles skálát fed le. A világon megtermelt kukoricának több mint felét takarmányozási célra használják (Internet 7). Ezen kívül a kukoricát felhasználja a konzervipar, a gyorsfagyasztóipar; felhasználják erjesztésre, papír és textil gyártására, illetve bioetanolt állítanak elő belőle. Szárazon történő őrlése esetén kukoricadarát, lisztet állítanak elő, amit pékáruk, tészták, panírok, gabonapelyhek, alkoholos italok, sörfőző adalékok és harapnivalók gyártásához használnak. A kukorica nedves őrlése esetén keményítőt gyártanak, amiből módosított keményítő, kukoricaszirup, maltrodextrin szirup, maltóz szirup, glükóz szirup, és magas fruktóz tartalmú szirup állítható elő. A popcornból cukrászati termékeket lehet készíteni. A kukorica nixtamalizációjával pedig tortillák előállítása lehetséges (Saldivar és Perez-Carillo, 2016). Állateledel készítéséhez is használják a kukoricát (García-Lara et al., 2019).

### 3.2. A vörösbab bemutatása

#### 3.2.1. Származása, biológiai leírása

A bab (*Phaseolus vulgaris* L.) a pillangósvirágúak családjának, a Phaseoleae törzsnek, Papilionoideae alcsaládnak egy tagja (Graham és Ranalli, 1997). A bab növény magjainak alakja lehet kerek, elliptikus, kissé lapított vagy lekerekített hosszúkas, a héj színe és mintája is nagyon különböző lehet. A mag mérete az 50 mg-tól a 2000 mg-ig terjedhet (Debouck, 1991). A közönséges babfajták származását legalább két különböző házasításra lehet visszavezetni, területileg a déli Andokban és Közép-Amerikában. Ebben a két régióban található vadonélő elődök elődjei viszont Ecuadorban és Észak-Peruban vannak. A bab a tizenhatodik század első

felében érkezett Európa területére, és a származási területén kívül átélte egy evolúciós folyamatot. Ennek eredményeképpen az Európában felfedezhető babok genetikailag különböznek az Amerikában található őseikhez képest (De Ron és Santalla, 2013).

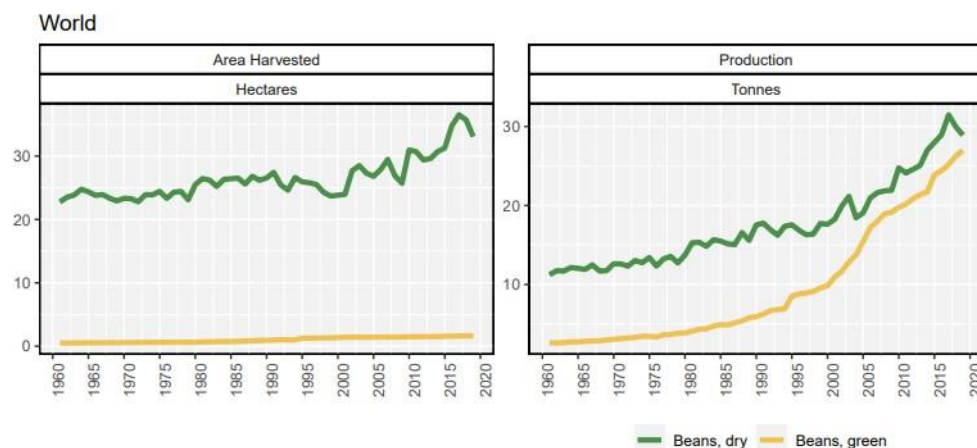
A szárazbab fontos osztályai közé tartozik a haricot bab, a vörös vesebab (3. ábra), a fekete bab, a mexikói bab, a pinto bab, a tirma bab, a great northern bab, a tengeri bab, és a rózsaszínű bab (Hayat et al., 2013).



**3. ábra:** Vörösbab szemek (forrás: saját fotó)

### 3.2.2. Termesztése a világon és Magyarországon

A közönséges babot kétféleképpen termesztik: zöldségnövényként a friss hüvelyeket, illetve szárazbabbként. A FAO statisztikai adatai szerint 2021-ben a szárazbabból világszerte 31,41 millió tonnát termesztettek 23 millió hektár területen, míg a friss babból 23 millió tonnát 0,7 millió hektáron (4. ábra).



**4. ábra:** A szárazbab és zöldbab betakarított területeinek és természtésének változása  
1960 és 2020 között (Internet 8)

A babot sokféle környezetben és növénytermesztési rendszerben termesztik, illetve különböző országokban, mint Latin-Amerika, a Közel-Kelet, Kína, az Egyesült Államok, Európa és Kanada is. Latin-Amerika számít a legnagyobb babtermesztőnek és babfogyasztónak. Ennek oka, hogy ebben a térségben a bab egy jelentős, hagyományos étel, különösképpen Brazíliában, az Andok övezetében, Mexikóban, Közép-Amerikában és a Karib-térségben (Jones és Mejia, 1999).

Észak-Amerikában, Európában és más termőterületek korlátozott térségében a babtermelés nagy részét kereskedelmi forgalomba hozzák. A babokat vízszintes területeken termesztik nagyfokú gépesítéssel, műtrágyázással, rovarirtó szerekkel és néha öntözéssel. Néhány területen, mint Dél-Brazíliában és Argentínában, a babokat csak kevés energia ráfordításával termesztik, az eső öntözi ezeket, és ennek megfelelően kisebb is a hozamuk (Graham és Ranalli, 1997).

A KSH adatai szerint Magyarországon 2020-ban 502 hektáron termesztettek babot, ami ugyanabban az évben a borsótermesztéshez képest, amely 8891 hektáron zajlott hazánkban, elenyészőnek számít. 2020-ban az összes betakarított babtermés 1157 tonna volt (3. táblázat).

**3. táblázat:** A száraz hüvelyesek vetésterületének nagysága területi egységenként (Internet 9)

| Év   | Nagyrégió             | Száraz hüvelyesek, amiből |                |
|------|-----------------------|---------------------------|----------------|
|      |                       | bab (hektár)              | borsó (hektár) |
| 2020 | Közép-Magyarország    | 14                        | 744            |
| 2020 | Dunántúl              | 138                       | 2 897          |
| 2020 | Alföld és Észak       | 350                       | 5 250          |
| 2020 | Nagyrégiók összesítve | 502                       | 8 891          |

### 3.2.3. Tápanyagtartalma

A bab értékes fehérjeforrásnak tekinthető, mivel Souci és munkatársai (2008) szerint 20,9 g proteint tartalmaz 100 g vörösbab (4. táblázat).

**4. táblázat:** A vörösbab makrotápanyag, ásványi anyag és vitamin összetétele 100 g terményre vonatkoztatva (Rodler, 2005; Souci, 2008; USDA, 2019 (Internet 10))

|                               | <b>Vörösbab</b>        |                    |                   |
|-------------------------------|------------------------|--------------------|-------------------|
|                               | <b>Rodler, 2005</b>    | <b>Souci, 2008</b> | <b>USDA, 2019</b> |
| 100 g terményre vonatkoztatva | <i>Makrotápanyagok</i> |                    |                   |
| <b>Víz g</b>                  | 12,4                   | 10,3               | 11,8              |
| <b>Energia kJ/kcal</b>        | 1420 / 338             | 1004 / 237         | 1410 / 337        |
| <b>Fehérje g</b>              | 22,3                   | 20,9               | 22,5              |
| <b>Zsír g</b>                 | 1                      | 1,6                | 1,06              |
| <b>Szénhidrát g</b>           | 57,9                   | 34,7               | 61,3              |
| <b>Rost g</b>                 | 24                     | 23,2               | 15,2              |
| <b>Cukor g</b>                |                        |                    | 2,1               |
| 100 g terményre vonatkoztatva | <i>Ásványi anyagok</i> |                    |                   |
| <b>Kalcium (Ca) mg</b>        | 100                    | 113                | 83                |
| <b>Vas (Fe) mg</b>            | 6,6                    | 6,5                | 6,69              |
| <b>Magnézium (Mg) µg</b>      | 145                    | 160                | 138               |
| <b>Foszfor (P) mg</b>         | 410                    | 414                | 406               |
| <b>Kálium (K) mg</b>          | 1550                   | 1337               | 1360              |
| <b>Nátrium (Na) mg</b>        | 8                      | 3,5                | 12                |
| <b>Cink (Zn) mg</b>           | 2,8                    | 2,5                | 2,79              |
| 100 g terményre vonatkoztatva | <i>Vitaminok</i>       |                    |                   |
| <b>C-vitamin mg</b>           | 2,5                    | 2,5                | 4,5               |
| <b>Tiamin (B1) mg</b>         | 0,82                   | 0,503              | 0,608             |
| <b>Riboflavin (B2) mg</b>     | 0,2                    | 0,177              | 0,215             |
| <b>Niacin (B3) mg</b>         | 1                      | -                  | 2,11              |
| <b>B6 vitamin mg</b>          | 0,4                    | 0,435              | 0,397             |
| <b>Folsav µg</b>              | 130                    | 205                | 394               |
| <b>A vitamin IU</b>           | -                      | -                  | 0                 |
| <b>Karotin µg</b>             | 1500                   | 400                | 0                 |
| <b>E vitamin mg</b>           | 2                      | 0,21               | 0,21              |
| <b>K vitamin µg</b>           | -                      | -                  | 5,6               |

A fehérje mellett tartalmaz még 34,7 % szénhidrátot, 1,60 % zsírt, 23,2 % ételmi rostot és 3,80 % ásványi anyagot. Magas arginin, glutaminsav, aszparaginsav, leucin és lizin tartalommal rendelkezik, ezért, gabonafehérjékkal kiegészítve, funkcionális fehérjék alternatív forrásává válhat a kiegyensúlyozott esszenciális aminosav összetételük miatt (Boye et al., 2010). A bab fogyasztása szoros összefüggésben áll a krónikus nem fertőző betegségek, mint például a cukorbetegség, az elhízás, a rák és a szívkoszorúér-betegségek előfordulásának csökkenésével (Ocho-Anin et al., 2010). Cukorbeteg emberek számára is ajánlott a bab fogyasztása alacsony glikémiás indexe miatt, amelyet a nyersanyagban található lassan felszívódó keményítő okoz (Nyau, 2014).

A bab nagy mennyiségben tartalmaz élelmi rostot, amelyek a növényi szénhidrátokhoz hasonlóan, ehető részekből állnak. A szénhidrátok, mint a cellulóz, pektin, lignin, hemicellulóz és oligoszacharid, a vékonybélben nem szívódnak fel, viszont a vastagbélben részben vagy teljesen fermentálódnak, ezzel kiváltva különböző kellemetlen élettani hatásokat (Hayat et al., 2013). A bab lipidtartalma nagyjából 2% (Mabaleha és Yeboah, 2004).

A babban található fenolos vegyületek különböző flavonoidokkal rendelkezhetnek, ilyenek az antocianinok, proantocianoidinek, tanninok, flavonol, glikozidok, és fenolos savak (Beninger és Hosfield 2003). A *Phaseolus vulgaris* L. fontos tápanyagforrásnak számít az összetevőit figyelembe véve, például a benne található polifenolos vegyületek antioxidáns aktivitással és lehetséges egészségügyi előnyökkel rendelkeznek (Hayat et al, 2013).

#### 3.2.4. Felhasználása

A bab gazdasági és táplálkozás szempontból is jelentős élelmiszer a világon (Hayat et al., 2013). Mezőgazdasági szempontból a bab, mint növény, talajjavító hatással rendelkezik, ami a következő alkalommal ültetett vetemény termésében kedvező módon érvényesül. A babot a világ minden részén felhasználják étkezési célra, fogyasztásuk főleg a fejlődő országok alacsony jövedelemmel rendelkező csoportjaira jellemző (Shimelis és Rakshit, 2005).

Abból a célból, hogy a bab felhasználását növelni tudják az iparosodott országokban is, ahol az emberek nagy része a gyorsételek mellett dönt, a feldolgozóipar kitalált felhasználásra kész és gyorsan elkészíthető termékeket (Uebersax, 2006). Az egyik elterjedt termék a konzervált bab. Más feldolgozott produktumok, amelyet bab felhasználásával készítenek, azok az előfőzött és dehidratált bab pelyhek és porok. Ezenkívül a babokból előállításra kerülnek térsza típusú termékek, és speciális, előre feldolgozott élelmiszer összetevők, magas fehérje tartalmú koncentrátumok vagy izolátumok (Nyau, 2015).

A babfogyasztás a krónikus betegségek, például az elhízás, a cukorbetegség, a szív- és érrendszeri betegségek és a rák kockázatának csökkenésével összefüggésben van, amely egy költséghatékony megoldásnak bizonyulhat az egészség javításában. A táplálkozási és egészségfejlesztő tulajdonságai okán a babalapú funkcionális élelmiszerek kifejlesztését érdemes lenne nagyobb mértékben népszerűsíteni (Hayat et al., 2013).

### 3.3. Zöldségkonzervek minőségi követelményei és gyártástechnológiája

### 3.3.1. Csemegekukorica minőségi követelményei a Magyar Élelmiszerkönyv alapján

A csemegekukorica minőségi követelményeinek alapjául szolgál a Magyar Élelmiszerkönyv 2-601/4/3 számú irányelve (Internet 11), amely a hőkezeléssel tartósított csemegekukorica felhasználható összetevőit, a késztermék fizikai, kémia és érzékszervi jellemzőit, a csomaglást és a termék jelölését határozza meg.

Az irányelv alapján a csemegekukorica egy olyan hőkezeléssel tartósított termék, amelyet teljes érésű étkezési kukoricából állítanak elő. Aszerint, hogy a kukorica milyen megjelenési formával, milyen előkészítettségi állapotban kerül a termékbe, megkülönböztetünk csöves és morzsolt csemegekukoricát.

A termék megnevezése a csemegekukorica szóból és az előkészítettség mértékéből tevődik össze (csöves vagy morzsolt csemegekukorica). Vákuumzárású termék esetén a megnevezésben kötelező feltüntetni a „vákuumzárású” kifejezést. Ha a termék ízesített, akkor az ízesítés jellegének megfelelő kifejezést fel kell tüntetni a megnevezéshez kapcsolva (Internet 11).

### 3.3.2. A csemegekukorica konzerv gyártástechnológiája

A nyers csemegekukorica csövek fosztatlan állapotban érkeznek az üzem területére (Beke, 2002). Ezt követően elkezdődnek az előkészítő műveletek. Ennek első része a kukoricacsövek fosztása a csuhélevelektől. A fosztást kukoricafosztó berendezéssel végzik, ezután következik a kukoricaszemek vágása, amely morzsológéppel történik. A morzsolt kukoricaszemeket szalagon a tisztítási műveletek helyére szállítják, ahol egy flotációs mosóberendezésbe kerülnek. A flotációs mosó után egy légszelektoron mennek keresztül a kiválogatott, mosott kukoricaszemek. Az egyenletes, vékony anyagáram kialakítása miatt egy rázóasztalra kerül a nyersanyag, ezzel biztosítva az optikai válogatógép hatékony működését. Az optikai válogatás szín alapján történik. A nyersanyag előkészítő műveleteivel egy időben a csomagoló edényzet előkészítése is zajlik. A dobozba töltött kukorica általában vákuumos termék, így abba kevesebb felöntőlé kerül (Barta és Körmendy, 2007). A zárás, amelyet egy zárógép végez körkorcolással, kettős korcot alakít ki az elő- és utózárással (Barta és Körmendy, 2007). A hőkezelést egy folyamatos működést biztosító sterilizáló gép, az osztott hidrosztatikus sterilizáló végezheti (Barta és Körmendy, 2007).

A szárazbabok konzervtechnológiai módszerei közé tartozik a tisztítás és válogatás, továbbá áztatás és blansírozás előzi meg a hőkezelést. Ezen termény kíméletes kezelést igényel a mechanikai sérülések minimalizálása érdekében (Siddiq és Uebersax, 2013).

A szárazbabokat válogató berendezésekkel ellenőrzik, és kiválogatják a hibás szemeket, illetve az idegen anyagokat, mint a kövek vagy rovarok (White és Howard, 2013). Ezt követően egy vizes tartályba kerülnek a szemek, amelyeket szivattyú segítségével áztató tartályokba vezetnek. Az áztatás elsődleges célja, hogy a bab szikleve kellően hidratálódjon, ezáltal a későbbi főzés hatására elegendő mértékű lesz a lágyulás (White and Howard, 2013). A szárazbaboknak 12-16% a nedvességtartalma, amelyet 53-57%-ra kell emelni az áztatás műveletével (White and Howard, 2013). Azokat a babok, amelyen kereskedelmi feldolgozásra szánnak, általában egy éjszakán át, 12-14 órán keresztül, csapvízben szobahőmérsékleten áztatják (June et al., 1980). A leengedést követően flotációs mosóberendezésen, légszelektoron és optikai válogatón mennek keresztül a babok, amit az előfőzés követ. A következő lépések megegyeznek a 3.3.2. pontban leírt technológiai lépésekkel.

### 3.3.3. Hőkezelés

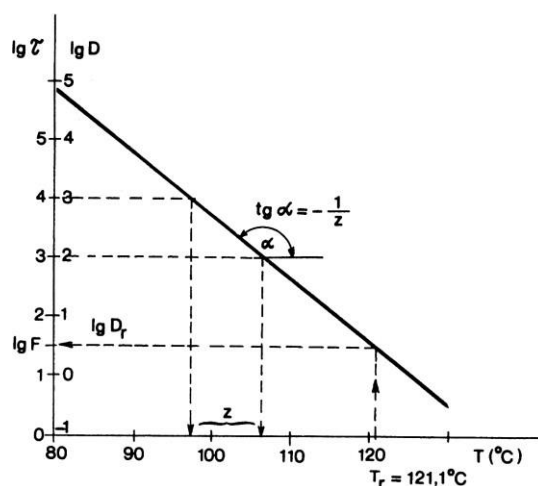
A zöldség, a gyümölcs, a hús nagy víztartalommal rendelkeznek, ezért gyorsan romlásnak indulnak. Az élelmiszerek vízaktivitása kulcsfontosságú szerepet játszik a romlásban és a tartósításban. Ha az élelmiszer vízaktivitása 0,8, akkor az már erősen romlónak, míg ha a vízaktivitás 0,6 vagy annál kisebb, akkor jól eltarthatónak lehet az élelmiszert mondani.

A romlás együtt jár a rossz ízek, szagok, állomány, szín kialakításával. Ezenfelül az élelmiszer táp- és energiaértéke is jelentősen csökken. Egészségre káros, mérgező anyagok megjelenése is végbemehet.

A mikrobás eredetű romlás esetén nagymértékű elváltozásokra lehet számítani az élelmiszerben. Azon felül, hogy a mikroorganizmusok lebontják az élelmiszerek hasznos anyagait, amiket saját sejtjeik felépítéséhez használnak fel, anyagcseretermékeik mérgező hatásúak is lehetnek.

Abiózisanak nevezik a mikroorganizmusok élettevékenységeinek minden formájának, tehát vegetatív és spórás formáinak, elpusztítását. A hőterhelést az alapján kell kiválasztani, hogy milyen a mikrobák hőpusztulása.

A hőpusztulási görbe (5. ábra) az eltérő hőmérsékletek viszonylagos pusztító hatását mutatja meg. A görbe meredekségét írja le a hőmérsékletnövekedés, a z-érték. Ez az érték a hőpusztulási időt az egy tizedére redukálja. A hőpusztulási görbe felírható, ha ismerjük az iránytangest és az egyenes egy pontját. Nemzetközi megállapodás szerint kiemelt pont a 121,1 °C-hoz tartozó pusztulási idő, amelynek neve F-érték.



5. ábra: Hőpusztulási görbe (Forrás: Barta és Körmendy, 2007)

A hőpusztulási görbe egyenlete, ahol a pusztulási idő T hőmérsékleten  $\tau$  min.

$$\lg F - \lg \tau = \lg \frac{F}{\tau} - \frac{1}{z} (T - 121,1)$$

$$F_i = \int_0^t \frac{F}{\tau} dt' = \int_0^t 10^{\frac{T(t') - 121,1}{z}} dt'$$

integrál egyenlete leírja a különböző hőmérsékletek 121,1 °C-hoz viszonyított pusztító hatásának összegezett időegyenértékét ( $F_i$ ).

5. táblázat: Konzervipari termékek sterilizációs és pasztörizációs egyenértékei (forrás: tartósítóipari technológiák alapjai tárgy)

| Termékcsoport                 | pH      | F <sub>0</sub> , min. | P <sub>0</sub> , min. |
|-------------------------------|---------|-----------------------|-----------------------|
| Savanyúságok                  | 1,8-3,1 | 0,002-0,003           | 20-30                 |
| Savanyúságok                  | 3,2-4,0 | 0,002-0,004           | 20-40                 |
| Erősen savas gyümölcsbefőttek | 3,2-3,8 | 0,002-0,007           | 20-70                 |
| Paradicsomos készítmények     | 4,2-4,5 | 0,01-0,07             | 100-700               |
| Közepesen savas befőttek      | 3,7-4,5 | 0,1-0,4               | 1000-4000             |
| Közepesen savas főzelékek     | 4,0-4,5 | 0,1-2,0               | 1000-20 000           |
| Gyengén savas főzelékek       | 5,0-6,1 | 4-14                  | 40 000-140 000        |
| Készételek                    | 4,5-6,5 | 5-30                  | 50 000-300 000        |

Az iparban leggyakrabban felfedezett, hőtűrő spórás baktériumok z-értéke 10 °C, amelynek hőpusztulási görbéjéből számítják az F<sub>0</sub> értéket (5. táblázat), amely a különböző hőmérsékletek 121,1 °C-hoz viszonyított, összegzett pusztító hatását fejezi ki (Barta és Körmendy, 2007).

### 3.4. Az antioxidánsok

#### 3.4.1. Az antioxidánsok alkalmazásának oka

Az antioxidánsok természetes módon vagy szintetikus úton előállított anyagok, amelyek az oxidációs folyamatok lejátékozódását késleltetik vagy teljesen megakadályozzák az élelmiszerekben. (Beke, 2002).

Az élelmiszerekben zajló oxidatív folyamatok különböző elváltozásokhoz vezetnek, amelyek nemkívánatos érzékszervi jellemzők kialakulását váltják ki. Előfordulhat az is, hogy ezen folyamatok során az élelmiszer biológiai vagy tápértéke is csökken, esetleg mérgező anyagok keletkeznek. Az oxidációs folyamatok csak oxigén jelenléte esetén zajlanak le, a hő- és fénnyhatások felgyorsítják, illetve kis mennyiségben lévő nehézfémek is katalizálják a folyamatokat (Beke, 2002).

#### 3.4.2. Az antioxidánsok típusai

Az antioxidánsok az élelmiszeriparban alkalmazott adalékanyagok egy csoportját képezik. Ide tartozik a butilezett hidroxitoluol (BHT), a butilezett hidroxianizol (BHA), a tercier butilhidrokinon (TBHQ), a tokoferolok, az aszkorbinsav, a citromsav és a szulfitok, amelyek nem csak antioxidáns hatással, hanem antimikrobiális tulajdonsággal is rendelkeznek (Schyvens, 2014). Ezek mellett elterjedt antioxidánsnak számít az izoaskorbinsav, a kénssavszármazékok, a borkősav és a gallátok (Beke, 2002).

Az antioxidánsok csoportosítása történhet aszerint is, hogy hol és hogyan képesek gátolni az oxidatív folyamatokat. Ennek a csoportosításnak az alapja tehát az anyagok kémiai szerkezetéből adódik. Megkülönböztetünk szinergistákat, gyökfogókat, komplexképzőket és oxigénkötőket. Annak a megállapítása, hogy egyes antioxidánsok pontosan melyik csoportba tartoznak, nem könnyű feladat, mivel egy adalékanyag több csoporthoz is tartozhat egyszerre (Beke, 2002).

A szinergista antioxidánsok csoportja azzal a tulajdonsággal bír, hogy alkalmazásuk esetén az antioxidánsok hatásossága megnövekszik. Létezik olyan eset is, amely során különböző antioxidánsok együttes használata váltja ki az eredményesebb hatást, amelyet szintén szinergista hatásnak nevezünk (Beke, 2002).

Az antioxidánsok használata hosszú múltra tekint vissza, viszont egyes tanulmányok azt bizonyítják, hogy fogyasztóknak léteznek olyan csoportjai, akiknél egészségügyi gondokat okozhat fogyasztásuk. Ilyen csoportnak számítanak az élelmiszer allergiával és asztmával élők. Az adalékanyagok és azok kombinációinak használatának megengedhető mennyiségét minden ország szigorú ellenőrzésnek veti alá azért, hogy a technológiai hatás elérése céljából csak a

minimális mennyiség kerüljön az élelmiszerbe. Ennek értelmében az egyes adalékanyagok tűréshatárai változhatnak országonként. Léteznek irányító testületek, amelyek azon kívül, hogy jogszabályt tudnak alkotni, végrehajtatják a törvényeket, és felügyelik az élelmiszer adalékanyagokat. Ez a testület az Európai Unióban az Európai Élelmiszerbiztonsági Hatóság (EFSA), az Egyesült Államokban az Élelmiszer- és Gyógyszeripari Igazgatás (Lau és Wong, 2019).

#### 3.4.3. A természetes antioxidánsok

A természetes antioxidánsok használata egyre nagyobb érdeklődést mutat az elmúlt évek során, melynek oka az, hogy ezeket az antioxidánsokat az emberek biztonságosabbnak vélik, mint a szintetikusan előállított típusaikat. A természetes antioxidánsok forrásai a különböző fűszerek, gyógynövények, teák, magvak, olajok, zöldségek, gyümölcsök, kakaóhéj, gabonafélék, enzimek és fehérjék (Yanishlieva és Marinova, 2001).

A gyümölcsök, különösen a bogyós gyümölcsök antioxidáns aktivitású flavonoidokat és fenolos savakat tartalmaznak. A legfőbb flavonoid alcsoportok az antocianinok, a protoantocianinok, a flavonolok és a katechinek (Righetto et al, 2005).

A természetes antioxidánsok közül kiemelkedik az acerola, mely bővelkedik aszkorbinsavban és flavonoidokban is. Az acerolát Japánban, Taiwanban, Brazíliában, a Karib-szigeteken és az USA egyes részein termesztik, általában nyersen fogyasztják. Több tanulmány is bizonyítja, hogy az acerola kiemelkedően magas aszkorbinsav koncentrációval bír és nagy mennyiségben tartalmaz fenolos vegyületeket és az antioxidáns aktivitása is magasnak bizonyult (Chang et al, 2019). Növények barnulási folyamatainak megakadályozására már vannak példák (Paul és Gosh, 2012; Jiang et al., 2016), számos előnyös tulajdonsága miatt nagyon ígéretesnek tűnik, mint természetes antioxidáns (de Barcelos et al., 2020; de Goes Carneiro et al., 2020).

A fitoncidok szintén széles körben alkalmazott antioxidáns és antimikróbás anyagok, pl. a rozmaring kivonatának antioxidáns hatása régóta köztudott. Sok és hatékony antioxidánsokat tartalmaz az oregánó, a zsálya, a kakukkfű, a szegfűszeg, a ginzeng, a gyömbér és a fehér tölgy (Pokorny, 1991).

A kutatók komoly figyelmet fordítanak az aszkorbinsavra, karotinoidokra, tokoferolokra, ezen kívül különböző olyan antioxidánsokra, amelyek a növényi forrásokban egyedileg találhatók meg. Ilyenek például a fenolok és a katechinek, mint a rozmanol, rozmaridifenol; a flavonoidok, mint a miricetin, kvercetin; a fenolos savak, mint a karnozin és a rozmarinsav (Yanishlieva és Marinova, 2001).

A *Rosmarinus officinalis* L. (rozmaring) a világ számos részén termesztett növény, amely több olyan vegyületet tartalmaz, ami antioxidáns hatással bír. Ezek az összetevők többnyire polifenolok, a legfontosabb antioxidáns hatású alkotóelemek a karnozinsav, a koffeinsav és származékai, mint a rozmarinsav. A rozmarinsav biológiai hatásai közé tartozik az antioxidatív, az antibakteriális, az antimutagén és az antivirális hatások (Moreno et al., 2006). A növény esszenciális olajának antimikrobás hatásáról széles körben érkeznek visszajelzések (Santoyo et al., 2005). Egy tanulmány szerint a rozmarinsav hatékonyabbnak bizonyult az omega-3 olajok tartósításában, mint a szintetikus antioxidánsok (Guitard et al., 2016). Egy másik tanulmány szerint a rozmarinsav képes fizikai, reverzibilis kölcsönhatásba lépni a tejsavófehérjével. A pH-érték szignifikánsan hatással volt a komplex kialakulására, ahol a kölcsönhatások mértéke nőtt a pH-érték csökkenésével (Ferraro et al., 2015). Egyes vizsgálatok azt mutatják, hogy a különböző fenolos vegyületek, mint a rozmarinsav, megfelelő társ pigmentje lehet az alrónia antocianin tartalmának (Klisurova et al., 2018).

## 4. Kísérleti rész

### 4.1. Kísérletek helye

A mintákat egy fejlesztőlaboratóriumában készítettem el. Tárolásukra ugyanitt került sor, illetve egy 55 °C-os termosztáló helyiségében. A minták kiértékelését a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Budai Campusának Élelmiszertudományi és Technológiai Intézetének, Gyümölcs- és Zöldségfeldolgozás Technológia Tanszékének laboratóriumában végeztem el.

### 4.2. Kísérleti anyagok, eszközök

A kísérlethez egy zöldségkeverék összetételét használtam fel, csemegekukorica és vörösbab keverékét. A mix elkészítéséhez friss morzsolt csemegekukoricát használtam fel. A vörös vesebab fagyasztott volt, amelyet előre duzzasztottak, blansíroztak, lefagyasztottak és fagyasztva tároltak -18°C-on.

A felöntőlé elkészítéséhez vízre volt szükség, illetve a következő adalékanyagokra:

- étkezési só
- aszkorbinsav
- EDTA
- acerola kivonat 1.

- acerola kivonat 2.

#### 4.3. Kísérlet menete

A minták elkészítését egy kísérletterv kidolgozása előzte meg. A tervet az 6. táblázat tartalmazza, amely a felhasználásra kerülő friss kukorica, fagyasztott vörösbab és felöntőlé mennyiségeit mutatja meg az egyes mintasorok elkészítéséhez. Ennek kidolgozására egy 340 g nettó tömegű és 285 g töltő tömegű konzervet vettem alapul, amely 85%-ban tartalmaz morzsolt csemegekukoricát és 15%-ban vörösbabot. 7. táblázat a segédanyagok mennyiségét jelöli 1 liter felöntőlére vonatkoztatva.

Az 1. számú minta felöntőleve kizárólag vizet tartalmazott, semmilyen adalékanyag nem került bele. A 2. számú minta tartalmazott étkezési sót, aszkorbinsavat és EDTA-t. A 3. számú minta az 1. számú acerola kivonattal, míg a 4. számú minta a 2. acerola kivonattal készült mintákat jelölik az extraktumok különböző koncentrációban történő hozzáadásával.

**6. táblázat** Az egyes mintasorok töltő tömegének (zöldség) összetétele és a felöntőlé mennyisége mintakódonként 5 darab mintára vonatkoztatva

| Mintakód | Segédanyag         | friss kukorica (g) | fagyasztott vörösbab (g) | felöntőlé (g) |
|----------|--------------------|--------------------|--------------------------|---------------|
| 1.       | segédanyag nélküli | 1211,25            | 213,75                   | 275           |
| 2.       | kontroll minta     | 1211,25            | 213,75                   | 275           |
| 3.A      | acerola kivonat 1. | 1211,25            | 213,75                   | 275           |
| 3.B      |                    | 1211,25            | 213,75                   | 275           |
| 3.C      |                    | 1211,25            | 213,75                   | 275           |
| 4.A      | acerola kivonat 2. | 1211,25            | 213,75                   | 275           |
| 4.B      |                    | 1211,25            | 213,75                   | 275           |
| 4.C      |                    | 1211,25            | 213,75                   | 275           |

**7. táblázat** A segédanyagok és víz mennyisége 1 liter felöntőlére vonatkoztatva (T=titkos)

|                        | 1.   | 2. | 3.A    | 3.B   | 3.C    | 4.A   | 4.B | 4.C   |
|------------------------|------|----|--------|-------|--------|-------|-----|-------|
| víz (g)                | 1000 | T  | 952,15 | 949,2 | 946,25 | 959,5 | 959 | 958,5 |
| só (g)                 | -    | T  | 38     | 38    | 38     | 38    | 38  | 38    |
| aszorbinsav (g)        | -    | T  | -      | -     | -      | -     | -   | -     |
| EDTA (g)               | -    | T  | -      | -     | -      | -     | -   | -     |
| acerola kivonat 1. (g) | -    | -  | 8,85   | 11,8  | 14,75  | -     | -   | -     |
| acerola kivonat 2. (g) | -    | -  | -      | -     | -      | 1,5   | 2   | 2,5   |

Először a segédanyagokat előkészítettem, és egy mérlegen kimértem az egyes mintákhoz tartozó segédanyagokat egy-egy főzőpohárba.

Ezt követően közel 10 kg friss, morzsolt csemegekukoricát és a fagyasztott vörösbabot készítettem elő. Mivel ez a vörösbab előfőzött és fagyasztott volt, a zöldségnek csak 2-3 perc meleg vízben történő melegítésére volt szükség, majd leszűrtem azt. Ezek után kimértem a csemegekukoricát és a vörösbabot a konzervdobozok felébe.

A dobozok töltését követően a felöntőlevek összeállítását kezdtem el. A felöntőlevet úgy készítettem el, hogy a 2. táblázatban meghatározott mennyiségű vízbe belekevertem a főzőpohárban előre kimért segédanyagokat, majd egy lábasba öntöttem és 70 °C-ra melegítettem. A felöntőlé hőmérsékletének változását egy hőmérővel követtem nyomon. A levekből kimértem a megfelelő mennyiséget és a zöldségekkel teli dobozokba töltöttem. A fejlesztő laboratórium rendelkezik egy laboratóriumi zárógéppel, ezzel végeztem el a konzervdobozok zárását. A felöntőlével és zöldségekkel megtöltött konzervdobozokra egy-egy konzervtetőt helyeztem, majd a zárógépbe tettem. A berendezés egyszerre csak egy doboz zárását tudja elvégezni, ami a 6. ábrán jól látszik.



**6. ábra** A laboratóriumi zárógép

A laboratóriumi zárógéppel vákuumtérben, kettős korcolással lezártam a mintákat. A lezárt dobozokon a mintaszámokat feltüntettem. Összeállítottam egy F0 mérő szondát, amellyel a dobozban lévő zöldségek hőkezelésének mértékét nyomon lehet követni. A lezárt mintákat hőkezelttem, a szondát a gép hidegpontjára tettem. Miután a sterilizálás befejeződött, az F0 mérő szondát kiértékeltem egy erre alkalmas számítógépes rendszerrel. Ezt követően a minták másik felét is elkészítettem ugyanezen lépések betartásával. A hőkezelt minták egy sorozatát az 55 °C-os termoszhelyiségbe tettem, a többit a laborban hagytam közel 20 °C-os hőmérsékleten.

## 4.4. Vizsgálati módszerek

### 4.4.1. A pH érték meghatározása

A pH mérését egy Testo digitális pH-mérő készülékkel végeztem a termék felöntőlevéből. A pH értéket leolvastam és feljegyeztem. Minden termékkel 3 párhuzamos mérést készítettem.

### 4.4.2. Refrakció mérése

A vízdoldható szárazanyag-tartalmat az ATAGO DBX-55 típusú digitális refraktométerrel mértem meg. A digitális refraktométer bekapcsolása után az eszköz mérőprizmáját desztillált vízzel megtisztítottam, majd desztillált vízzel kalibráltam. Ezután cseppentettem rá a termék felöntőlevét. A mérést elindítottam, majd leolvastam az értéket a digitális kijelzőről. 3 párhuzamos mérés elvégzésére volt szükség mindegyik zöldségkeverék esetében.

### 4.4.3. A szín vizsgálata

Az objektív színmérés alapja a CIE Lab színingermérő rendszer, ami alapján meghatározható az L\* világossági tényező, az a\*, ami a zöld és piros hányados, és a b\*, ami a kék és sárga hányados. A színmérést a Konica Minolta CR 410 típusú digitális színmérő készülékkel végeztem el a keverék felöntőlevéből. A színmérő készüléket kalibráltam, majd egy átlátszó műanyag küvetába töltöttem a vizsgálandó minták felöntőlevét, és elvégeztem a színmérést. Minden termék esetében 3-3 párhuzamos mérést készítettem. A vizsgálat végén színingerküszöb különbséget is számolni kell 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 felöntőlé színbeli különbsége az egyes időpontokban:

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

#### 4.4.4. A sótartalom meghatározása

A sótartalom meghatározásához a felöntőlé 5 g-ját kimértem, a pontos tömeget feljegyeztem, majd egy 100 ml térfogatú Stift lombikba jelre töltöttem desztillált vízzel. Termékenként 3-3 titrálólombikba 10-10 ml-t pipettáztam ki a Stift lombikban lévő hígított felöntőléből. 2-3 cseppet tettem a  $K_2CrO_4$  indikátorból a titrálólombikba, ezután buretta segítségével  $AgNO_3$  oldattal titrálni kezdtem. Az átcsapási színig, tehát narancsos-barnás színig kell végezni a műveletet.

A számítás módja:

$$Só\text{tartalom} \left[ \frac{mg}{g} \right] = \frac{V_f * f * E * V_{st}}{V_t * m}$$

ahol,

- $V_F$   $AgNO_3$  fogyás [ml]
- $f$  0,1n NaOH-oldat faktora
- $E$  sóegyenérték [mg]: a ml 0,1 n  $AgNO_3$  megfelel 5,85 mg NaCl-nak,  $E = 0,585$  mg
- $V_t$  titrált minta térfogata [ml] vagy tömege [g]
- $m$  a bemért minta tömege [g]
- $V_{st}$  a Stift lombik térfogata [ml]

#### 4.4.5. Az extrakció elvégzése

Az extrakció célja, hogy a vizsgálandó anyagból kioldjuk az értékes komponenseket, jelen esetben az antioxidáns kapacitással rendelkező alkotóelemeket. Ehhez első lépésként a vörösbab-csemegekukorica keveréket, a felöntőlé lecsepegtetése után, egy Princess laboratóriumi darálógéppel ledaráltam. Ezt ábrázolja a 7. és a 8. ábra. A darálás után az elkészült püréből 5 g-ot kimértem egy műanyag kémcsőbe.



**7. ábra** A felöntőlé szétválasztás a zöldségektől

**8. ábra** A csemegekukorica-vörösbab  
püré

Ezt követően készíteni kell egy ún. extrakciós folyadékot. A folyadék elkészítéséhez a következő arányban kell az egyes oldatokat felhasználni:

- metanol 39,9%
- desztillált víz 60%
- sósav 0,1%

A sósavra azért van szükség, hogy a vörösbabban lévő színes oldatok hamarabb kioldódjanak. Az oldat kimérése után négyszeresére kell hígítani a vizsgált mintát. Az én esetemben ez azt jelenti, hogy 5 g mintát 20 ml extrakciós folyadékkal felhígítottam. A hígítás után a keveréket 2 órán keresztül állni hagytam. Az idő leteltével egy Thermo scientific Megafuge 8 típusú centrifugában 4500 fordulat/percen 5 percig centrifugáltam, majd a felúszót különválasztottam. A további méréseket a felúszóval végeztem.

#### 4.4.6. Összes polifenol meghatározás Folin-Ciocalteu reagenssel

Az összes polifenol meghatározását Singleton és Rossi (1965) módszere szerint végeztem. A mérések elvégzéséhez Folin-Ciocalteu reagenst és galluszsavat használtam.

A mérés előtt vakminta elkészítésére és egy kalibráció elvégzésére van szükség. Ehhez az 8. táblázatban található mennyiségben kell a mintákat összeállítani egy-egy kémcsőben.

**8. táblázat** A kalibrációhoz szükséges oldatok mennyiségei

| Mérések száma        | Folin   | MeOH:deszt.víz | Galluszsav | Na2CO3 1 perc után |
|----------------------|---------|----------------|------------|--------------------|
| <b>1. vakminta</b>   | 1250 µl | 250 µl         | 0 µl       | 1000 µl            |
| <b>2. vakminta</b>   | 1250 µl | 250 µl         | 0 µl       | 1000 µl            |
| <b>1. kalibráció</b> | 1250 µl | 200 µl         | 50 µl      | 1000 µl            |
| <b>2. kalibráció</b> | 1250 µl | 150 µl         | 100 µl     | 1000 µl            |
| <b>3. kalibráció</b> | 1250 µl | 100 µl         | 150 µl     | 1000 µl            |
| <b>4. kalibráció</b> | 1250 µl | 50 µl          | 200 µl     | 1000 µl            |
| <b>5. kalibráció</b> | 1250 µl | 0 µl           | 250 µl     | 1000 µl            |

A spektrofotométert 760 nanométer abszorbanciára állítottam. A két vakmintával lenulláztam a műszert, majd elvégeztem a kalibrációt a különböző koncentrációjú elegyekkel.

Két próbamérésből megállapítottam, hogy 50 µl mintát kell az oldatba tenni, mert ennek az abszorbancia értéke fog a kalibrációs tartományba esni. Ezt követően elvégeztem az összes

mintával a méréseket, mintánként három ismétlést készítve. Az eredményeket mg/100g mértékegységben, galluszsavra vonatkoztatva adtam meg.

**9. táblázat** A beméréshez tartozó oldatok mennyiségei

| Mérések száma     | Folin   | MeOH:deszt.víz | Minta  | Na2CO3 1 perc után |
|-------------------|---------|----------------|--------|--------------------|
| <b>1. bemérés</b> | 1250 µl | 200 µl         | 50 µl  | 1000 µl            |
| <b>2. bemérés</b> | 1250 µl | 50 µl          | 200 µl | 1000 µl            |

A számoláshoz a következő egyenletet kell használni:

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

amelyben TPC: az összes polifenol tartalom

A: abszorbancia

tgα: kalibrációs egyenes meredeksége

V<sub>összes</sub>: végtérfogat = 2500 µl

V<sub>minta</sub>: a bemért minta térfogata

H: a mérés során alkalmazott hígítás

#### 4.4.7. Antioxidáns kapacitás meghatározása

Az antioxidáns kapacitás meghatározását Benzie és Strain (1993) módszere szerint végeztem.

A FRAP (Ferric Reducing Ability of Plasma) alapja, hogy a Fe<sup>3+</sup> ionok antioxidáns hatással rendelkező vegyületekkel érintkezve Fe<sup>2+</sup> ionokká redukálódnak. Ez az ion már alacsony kémhatású környezetben a TPTZ-vel komplexet hoz létre, amely élénk kék színnel rendelkezik. Fotometriásan mérni lehet ezt a komplexet 593 nm-en. Ha a vizsgált minta extinció értékét összehasonlítjuk 593 nm-en egy olyan reakcióelegyével, amelynek Fe<sup>2+</sup> koncentrációját ismerjük, megkapjuk a FRAP értéket.

A mérések elején kalibrációt kell végezni aszkorbinsavval. 2 vakmintát készítettem, majd egy mintasort, amely 5 mintából állt. A mintasort a 10. táblázat és a 9. ábra mutatja be.

**10. táblázat** Az aszkorbinsav kalibrációhoz szükséges anyagok térfogatai

| Minták száma  | Reagens | Aszkorbinsav | Deszt.víz |
|---------------|---------|--------------|-----------|
| 1. vakminta   | 1500 µl | 0 µl         | 50 µl     |
| 2. vakminta   | 1500 µl | 0 µl         | 50 µl     |
| 1. kalibráció | 1500 µl | 10 µl        | 50 µl     |
| 2. kalibráció | 1500 µl | 20 µl        | 40 µl     |
| 3. kalibráció | 1500 µl | 30 µl        | 30 µl     |
| 4. kalibráció | 1500 µl | 40 µl        | 20 µl     |
| 5. kalibráció | 1500 µl | 50 µl        | 10 µl     |



**9. ábra** Az antioxidáns kapacitás meghatározásához használt kalibrációs mintasor

A spektrofotométert lenulláztam, a kalibrációt elvégeztem. 50 µl mintaoldatot adtam a FRAP reagenshez, desztillált vizet nem használtam fel a minták mérései során. A spektrofotométer 593 nm-re történő beállítása után lemérhető az abszorbancia. Minden termék esetében 5-5 párhuzamos mérést végeztem el. Az eredményeket mgAS/100g mértékegységben, aszkorbinsavra vonatkoztatva adtam meg.

#### 4.4.8. Az F0 mérés

Az F0 mérés a hőkezelés megfelelőségének ellenőrzését szolgálja, a hőkezelés mértékéről ad tájékoztatást.

A mérést egy hőmérsékletet érzékelő és tároló egység, egy szonda végzi, amelyet különböző dobozok méretére szabott belső váz tart. A belső váz közepén egy szondatartó helyezkedik el, amely a konzervdoboz maghőjét méri és tárolja erről az adatokat. A szondát 10. ábra mutatja be.



**10. ábra** Az F0 mérőszonda

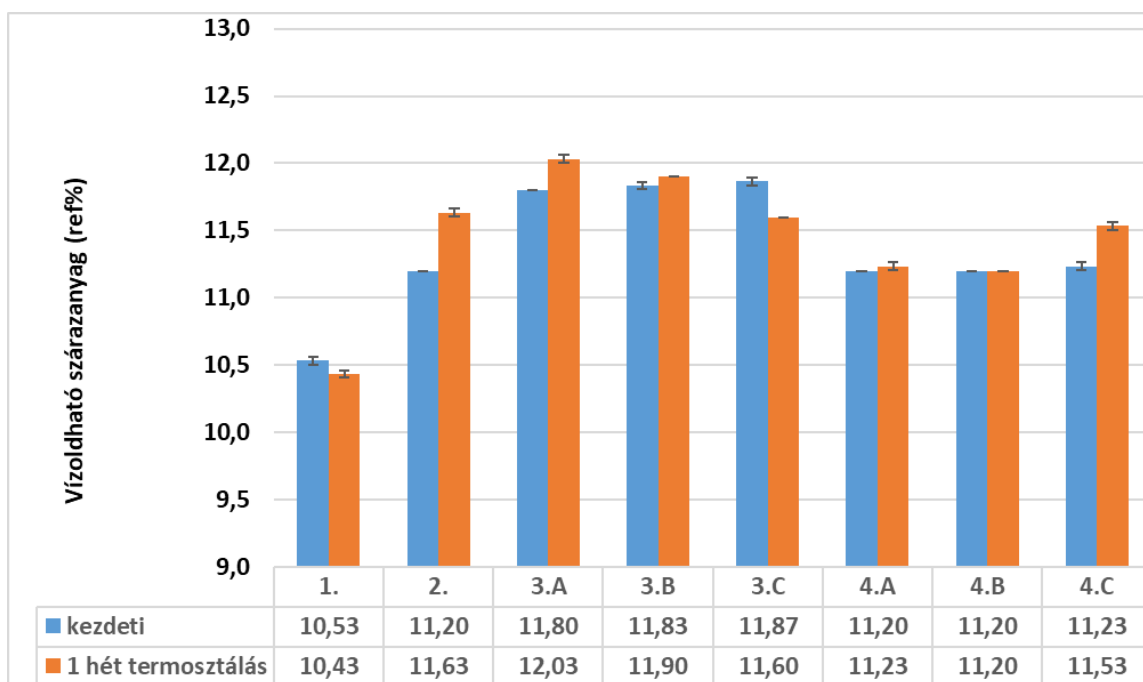
A mérés elindítása előtt egy üres konzervdobozt piros szigetelőszalaggal megjelöltem a könnyebb megkülönböztetés céljából. A mérést egy erre kifejlesztett számítógépes program segítségével elindítottam. A szondát és szondatartót úgy helyeztem a dobozba, hogy a szonda a doboz maghőmérsékletét mérje. A konzervet megtöltöttem a csemegekukorica és vörösbab keverékkel, illetve felöntölével, a megfelelő arányokban. A dobozt lezártam a laboratóriumi zárógéppel. A mintákat a hőkezelő berendezésbe helyeztem, és az F0 mérő szondával rendelkező dobozt a hidegpontba tettem. Így az F0 mérés a minták hőkezelésével párhuzamosan zajlott. A hőkezelés végeztével az F0 mérés kiértékelése következett. A szondát a számítógépes rendszerre csatlakoztattam. A hőkezelés paramétereit a hőpusztulási görbe integrál egyenletébe illesztve az F0 érték számítható. A rendszer egy diagramon is ábrázolta az F0 görbét és a hőkezelés során mért hőmérsékleti értékeket. A mérést újból elvégeztem a minták második felével is.

## 5. Kísérleti eredmények és értékelésük

### 5.1. A refrakció, pH érték és sótartalom eredményei

A minták vízdoldható szárazanyag tartalmának, pH értékének és sótartalmának eredményeit kétféle módon hasonlítottam össze. Először a kezdeti, tehát közvetlenül a minták legyártását követő időpontban és az egy hét termosztálás után mért értékeket állítottam egymással szembe. A másik esetben a kiindulási adatokat, a 4 és 8 hét tárolás után mért értékeket hasonlítottam össze.

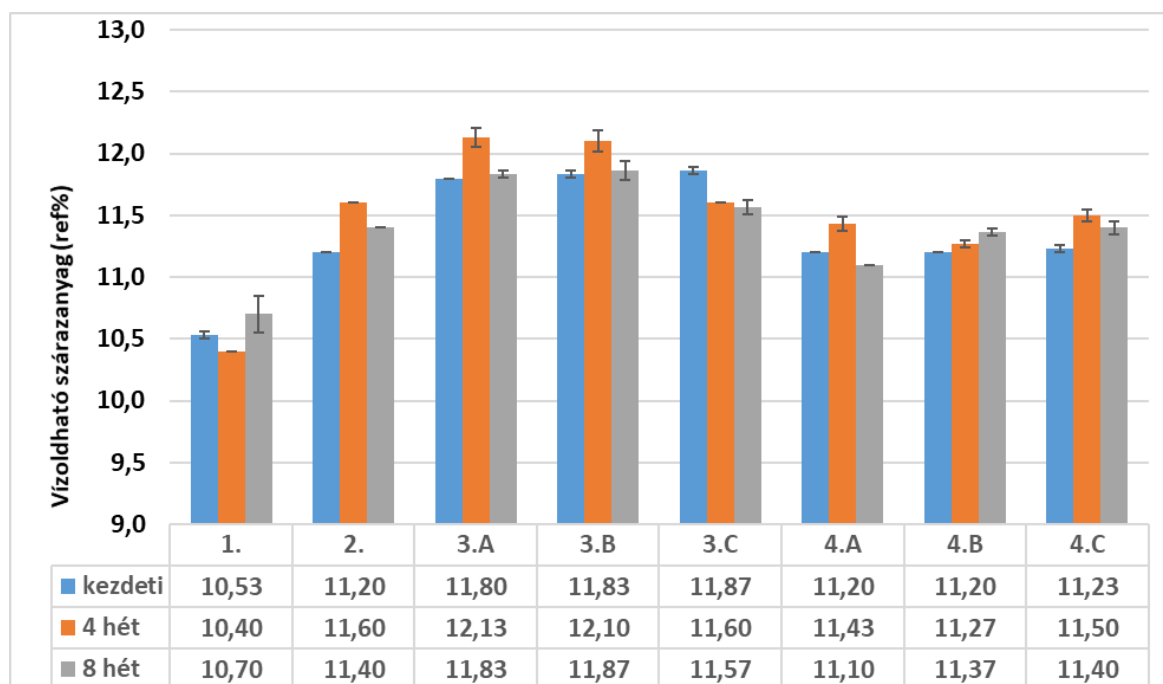
A gyártást követő és az egy hétig tartó termosztálási próba refrakció értékeit a 11. ábra mutatja.



**11. ábra:** A vízdoldható szárazanyag tartalom a kezdeti időpontban és az 1 hetes termosztálást követően

A minták elkészítése után mért refrakció értékeket vizsgálva jól látható, hogy a legmagasabb értékkel a 3-as minták, közülük is a 3.C minta (11,83%) rendelkezett. Ezzel szemben a legalacsonyabb vízdoldható szárazanyagtartalma az 1. mintának volt, ami 10,53%. Az 1 hétig tartó termosztálás után a minták refrakció értékei eltérő változásokat mutattak. Az 1. és 3.C minták esetében csökkenés volt tapasztalható. A 4.B mintánál semmilyen változás nem mutatkozott a vizsgált paramétert illetően, a többi minta esetében azonban növekedés történt. A termosztálást követően a legnagyobb vízdoldható szárazanyag tartalommal 12,03%-kal a 3.A minta rendelkezett. A legnagyobb mértékű növekedést a 2. mintánál tapasztaltam, 0,43%-kal növekedett a minta refrakcióértéke.

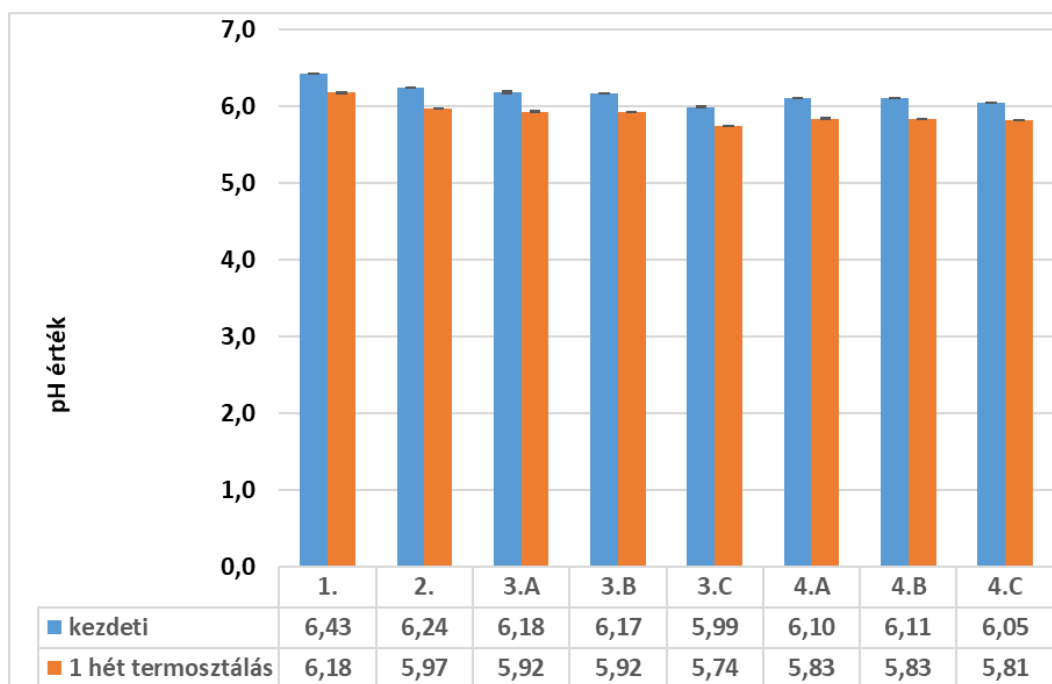
A kezdeti, a 4 és 8 hét tárolást követő refrakció értékeket a 12. ábra mutatja.



**12. ábra:** A vízdíható szárazanyag tartalom a kezdeti időpontban, illetve a 4 és 8 hét szobahőmérsékleten történő tárolást követően

A termosztálási kísérlethez hasonlóan a szobahőmérsékletű tárolásnál az 1. és 3.C minták esetében a 4. héten csökkenés volt tapasztalható, mely a 3.C mintánál a 8. hétre folytatódott. A 4.B mintánál nagyon kismértékű növekedés volt tapasztalható, de csak a 8. héten. Ezzel szemben a többi mintánál a 4 hét tárolás után növekedés, majd a 8. hétre csökkenés mutatkozott. A legnagyobb refrakcióértéke a 3.B mintának volt, 11,83%, amely 8 hét után lecsökkent közel a kiindulási refrakcióhoz 11,87%-ra. Hasonló tendenciát mutatott a 3.A minta is, ahol a kiindulási refrakció 4 hét tárolás után növekedett, majd visszaesett a kezdeti érték közelébe. A refrakció értékek változására, ingadozására nagyrészt a felöntölés és a zöltségek között lejátszódó kiegyenlítődési folyamat van hatással.

Az egy hétig tartó termosztálási próba során végbemenő pH értékek változásának eredményeit a 13. ábra mutatja be.

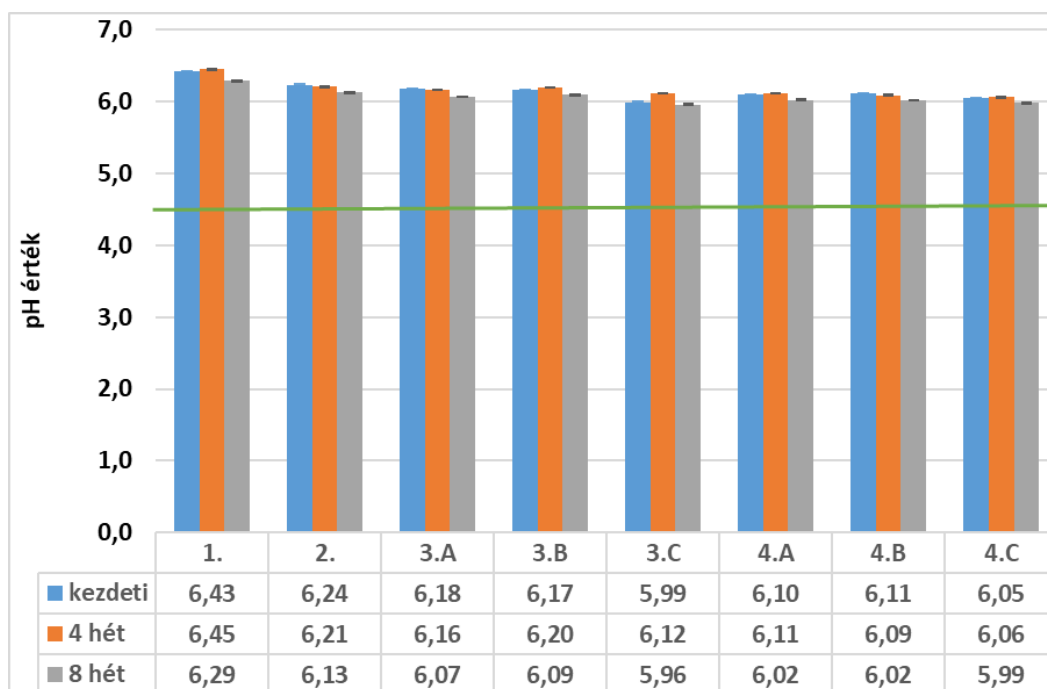


**13. ábra:** A pH érték vizsgálata a kezdeti időpontban és az 1 hetes termosztálást követően

Jól látszik, hogy a minták elkészítése után közvetlenül mért pH értékek közül az 1. minta rendelkezett a legmagasabb pH értékkel, amely 6,43 volt. A legkisebb kiindulási kémhatása a 4.C mintának volt 6,05 értékkel. Az egy hetes termosztálás után minden minta pH értéke csökkent, mindegyik közel azonos mértékben. A legkisebb kémhatással a termosztálást követően a 3.C minta rendelkezett, amely 5,74 volt. A legmagasabb pH értéke szintén az 1. mintának volt, amely 6,18 volt.

A kezdeti, a 4 és 8 hét tárolást követő pH értékek változását a 14. ábra mutatja be.

Jól látható, hogy a legmagasabb pH értéke továbbra is az 1. mintának volt, értékei a 4 hét tárolás után sem változtak, majd 8 hét tárolás után kismértékű csökkenés volt tapasztalható. Az idő előrehaladtával csökkenő tendencia mutatkozott a pH értékben a 2., a 3.A és a 4. B mintáknál. 4 hét tárolást követően a legnagyobb mértékben a 3.C mintának változott a kémhatása, 0,13 értékkel növekedett, majd 8 hét tárolás után a kiindulási értéktől alacsonyabb pH értékre, 5,96-re csökkent le.

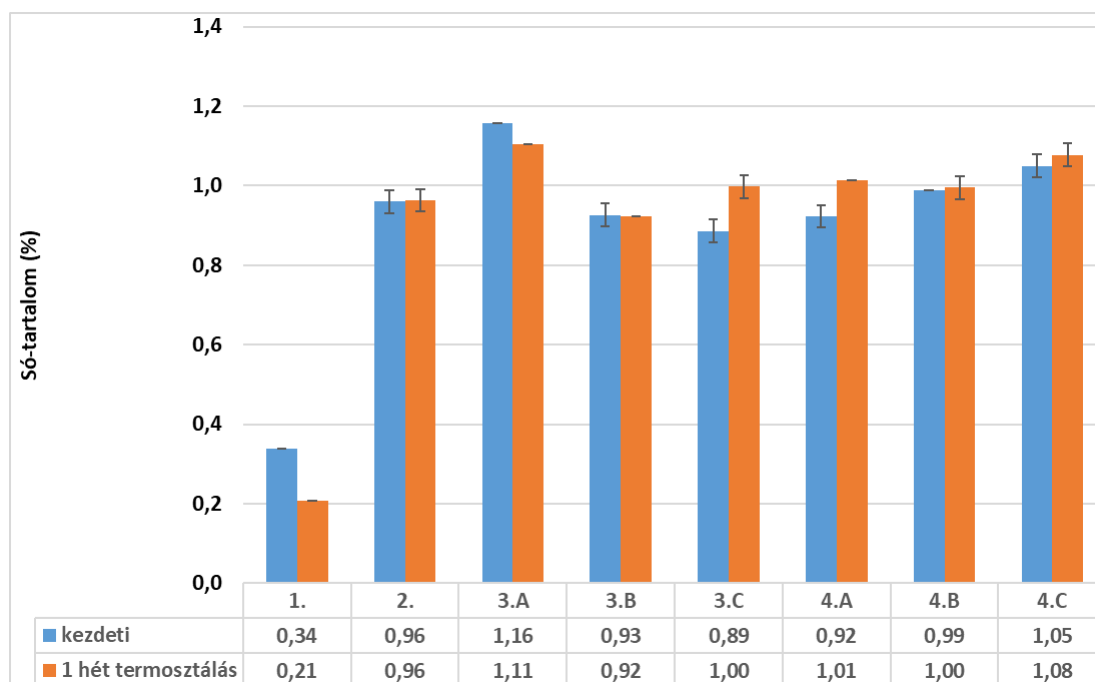


**14. ábra:** A pH érték vizsgálata a kezdeti időpontban, illetve a 4 és 8 hét szobahőmérsékleten történő tárolást követően

Alacsony mértékű növekedést volt tapasztalható 4 hét tárolás után a 4.A minta pH értékében, 0,1-gyel növekedett a kezdeti értékhez képest, amely a 8 hetes tárolást követően 6,02-re csökkent le. Az egyes időpontokban mért pH értékek alapján hasonló tendenciával rendelkezett a 3.B és 4.C minta is. A pH értékek alakulásában szerepe van a gyártás közben adagolt aszkorbinsavnak és a növényi kivonatoknak is.

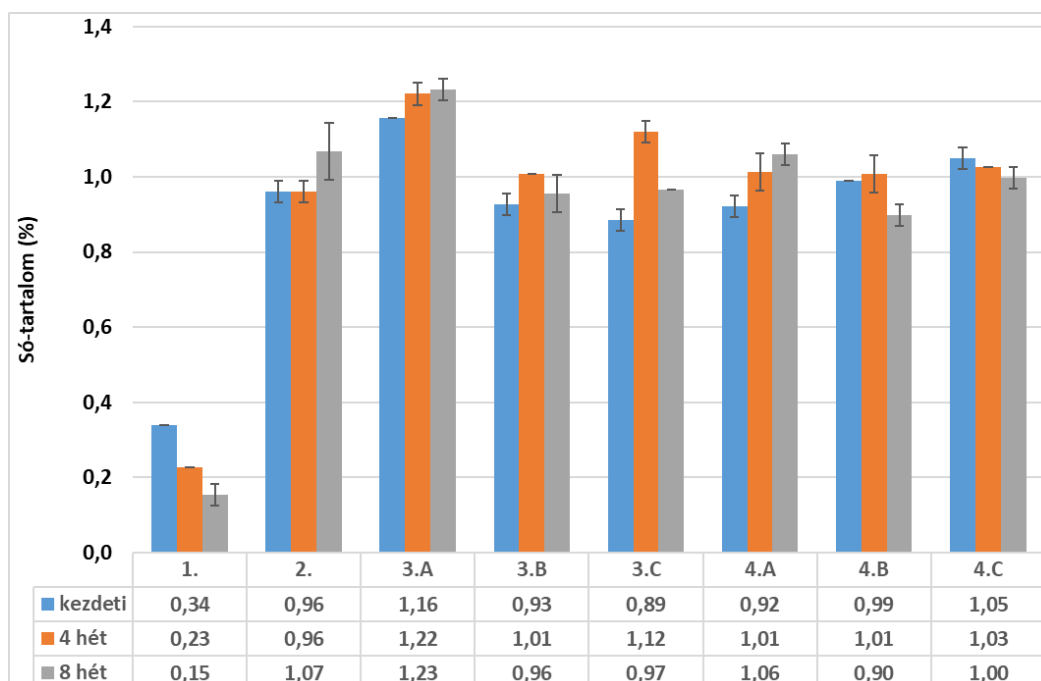
A gyártást követő és az egy hétig tartó termosztálási próba sótartalom értékeit a 15. ábra mutatja. A Magyar Élelmiszerkönyv 2-601 irányelve rendelkezik a hőkezelt zöldségkonzervek maximális sótartalmáról, mely 1,5% lehet. A minták közül egyik sem haladta meg az előírt értéket.

A legkisebb kezdeti sótartalommal az 1. minta rendelkezett, amely 0,34% volt. A legnagyobb arányban, 1,16%-ban, a 3.A minta tartalmazott sót. Az egy hetes termosztálást követően az 1. minta sótartalma 0,13%-kal csökkent, a legnagyobb mértékű változás ennél a mintánál következett be. A 2. minta sótartalmában nem volt tapasztalható változás. A 3.A minta 0,05%-ot veszített a sótartalmából, de így is a legmagasabb értékkel rendelkezett a termosztálást követően az egyes minták között.



**15. ábra:** A sótartalom vizsgálata a kezdeti időpontban és az 1 hetes termosztálást követően 0,01%-kal csökkent a 3.B sóartalma. A 3.C és a 4. számú minták esetében a sótartalom értékeiben növekedés volt tapasztalható a termosztálást követően, közülük a legnagyobb mértékben a 4.A minta sóartalma növekedett 0,09%-kal.

A kezdeti, a 4 és 8 hét tárolást követő sótartalom értékek változását a 16. ábra mutatja be.



**16. ábra:** A sótartalom vizsgálata a kezdeti időpontban, illetve a 4 és 8 hét szobahőmérsékleten történő tárolást követően

A 24. ábrán jól látszik, hogy az 1. minta rendelkezik továbbra is a legalacsonyabb sótartalommal, amely a 4 hetes tárolást követően további csökkenést mutatott (0,11%). Az 1. minta 4 hetes tároláskor mért 0,23% sótartalma 8 hét után lecsökkent 0,15%-ra. A legmagasabb kezdeti sótartalommal rendelkező 3.A mintának a 4 hetes tárolás után sótartalma 0,6%-kal, majd 8 hét után 0,01%-kal növekedett. Hasonlóan a 3.A mintához, az idő előrehaladtával folyamatos növekedés volt tapasztalható a 4.A minta sótartalmában is, ahol a 4 hét után 1,01%-ra, majd 8 hét után 1,06%-ra növekedett. A legnagyobb mértékű változást a 3.C minta sótartalmában lehetett tapasztalni, ahol a 4 hetes tárolás után 0,23%-kal magasabb sótartalom volt mérhető a kezdeti értékhez képest. 8 hét után ez az érték 0,97%-ra csökkent vissza. Hasonló tendenciát mutatott a 3.B és 4.B minták sótartalma: 4 hét tárolás után növekedett, majd 8 hét után lecsökkent az érték. A 2. minta sótartalma 4 hét után nem mutatott változást, majd 8 hét tárolást követően 1,07% sótartalmat ért el. Az idő előrehaladtával csökkenő tendencia mutatkozott a 4.C minta sótartalmában, amely 8 hét alatt 1,05%-ról 1,00%-ra csökkent.

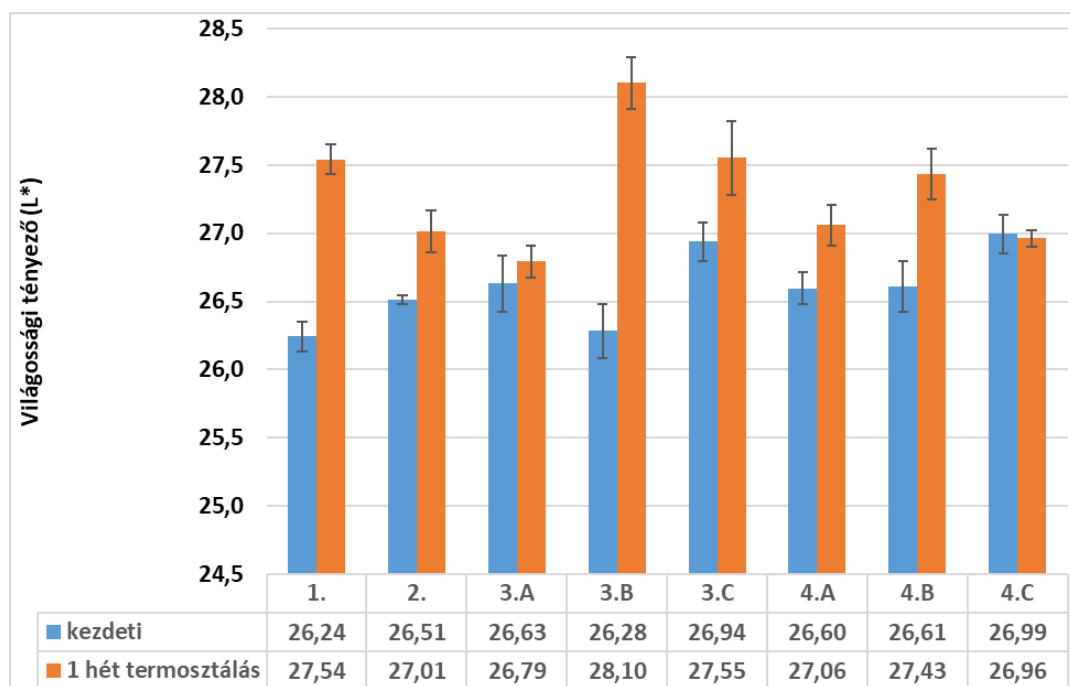
## 5.2. Színvizsgálat eredményei

A szín vizsgálatát a zöldségkeverék felöntőlevéből végeztem egy Konica Minolta CR 410 típusú digitális színmérő készülékkel. A műszerrel az  $L^*$  világossági tényező, az  $a^*$  vörös-zöld és a  $b^*$  sárga-kék hányados került le mérésre. Ezen értékeket szintén kétféle módon hasonlítottam össze. Az első esetben a kiindulási, tehát közvetlenül a minták legyártását követő időpontban és az egy hét termosztálás után mért értékeket hasonlítottam össze. A másik esetben a kezdeti értékeket, a 4 és 8 hét tárolás után mért adatokat állítottam egymással szembe.

### 5.2.1. Az $L^*$ világossági tényező eredményei

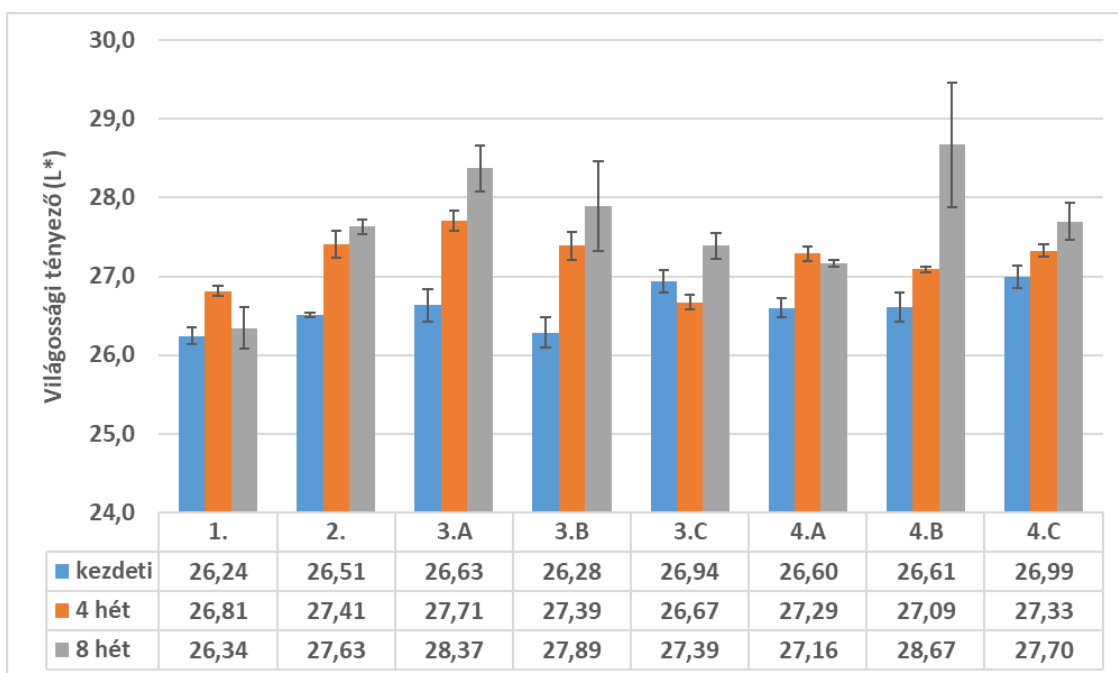
A gyártást követő és az egy hétig tartó termosztálási próba után mért  $L^*$  világossági tényező értékei a 17. ábrán láthatóak.

Az  $L^*$  kiindulási értékei közül a legalacsonyabb értékkel az 1. minta rendelkezett, 26,24 volt. A legmagasabb világossági tényezője, 26,99, a 4.C mintának volt. Az 1 hetes termosztálás után mért adatok alapján megállapítható, hogy a világossági tényező egy esetben (4.C minta) nem változott, a többi minta esetében viszont növekedett, azaz a minták világosodtak.



**17. ábra:** Az L\* világossági tényező vizsgálata a kezdeti időpontban és az 1 hetes termosztálást követően

Legnagyobb mértékben a 3.B minta L\* értéke változott, 1,82-vel növekedett az érték a termosztálás után a kiindulási értékhez képest. A vizsgált minták közül a 3.B minta L\* értéke érte el a legmagasabb értéket is, amely 28,10 volt. A legkisebb mértékű növekedés a 3.A mintánál volt tapasztalható, ahol 0,16 értékkel növekedett a kezdeti világossági tényező az 1 hetes termosztálás végétével.



**18. ábra:** Az L\* világossági tényező vizsgálata a kezdeti időpontban, illetve a 4 és 8 hét szobahőmérsékleten történő tárolást követően

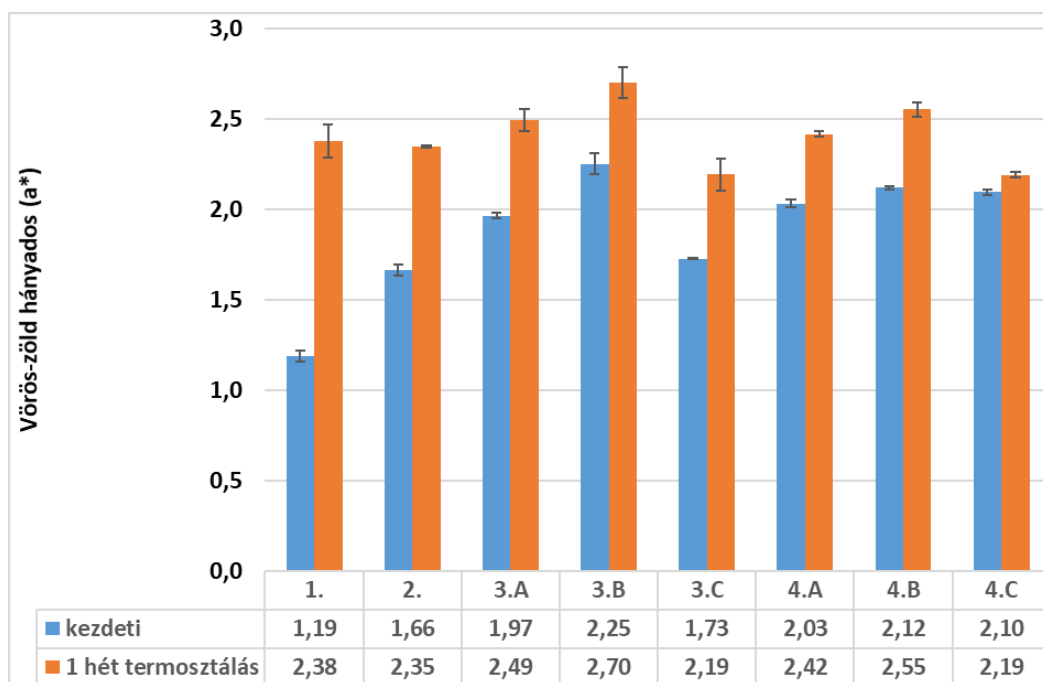
A kezdeti, a 4 és 8 hét tárolást követő L\* értékek változását a 18. ábra mutatja be.

A világossági tényezők kiindulási értékei között továbbra is a legmagasabb értékkel a 3.C minta, míg a legalacsonyabb értékkel az 1. minta rendelkezik. A 4 hét tárolás után mért L\* tényezők közül egyedül a 3.C minta értéke mutatott csökkenést 26,94-ről 26,67-re, viszont a 8 hetes tárolást követően mért érték 0,45-tel haladta meg a kiindulási értéket. A többi minta esetében a 4 hetes tárolást követő mérés során növekedés volt tapasztalható a világossági tényező értékében. A legnagyobb mértékű növekedés 4 hét után a 3.B mintánál volt 1,11-gyel, majd az érték tovább nőtt 8 hét után 0,66-tal. A 4 és 8 hét tárolás után mért értékek közötti legnagyobb növekedést a 4.B minta érte el, amely kiugróan magas 28,67 lett, így ez rendelkezett a legnagyobb világossági tényezővel a mérések során. Az idő előrehaladtával növekvő L\* értéket mutatott a 2. és a 3.A minta is. Az 1. és a 4.A mintánál volt tapasztalható az a jelenség, hogy a 4 heti tárolás után mért világossági tényező értéke növekedett, majd a 8 heti tárolást követő mérés után lecsökkent az érték. A 4.A minta esetében konkrét értékekkel ez azt jelentette, hogy 4 hét után 27,29-re növekedett, majd 8 hét elteltével 27,26 értéket vett fel az L\*.

Chudhangkura és munkatársai (2018) egy hasonló kutatásban magasabb L\* értékeket mértek, 50-60 között, tehát a mintáik világosabbak voltak. Rogers és munkatársai (2000) 40 körüli L\* értékeket tapasztaltak. Természetesen a világossági tényezőre hatással van a vörösbab mennyisége és típusa is.

#### 5.2.2. Az a\* vörös-zöld hányados eredményei

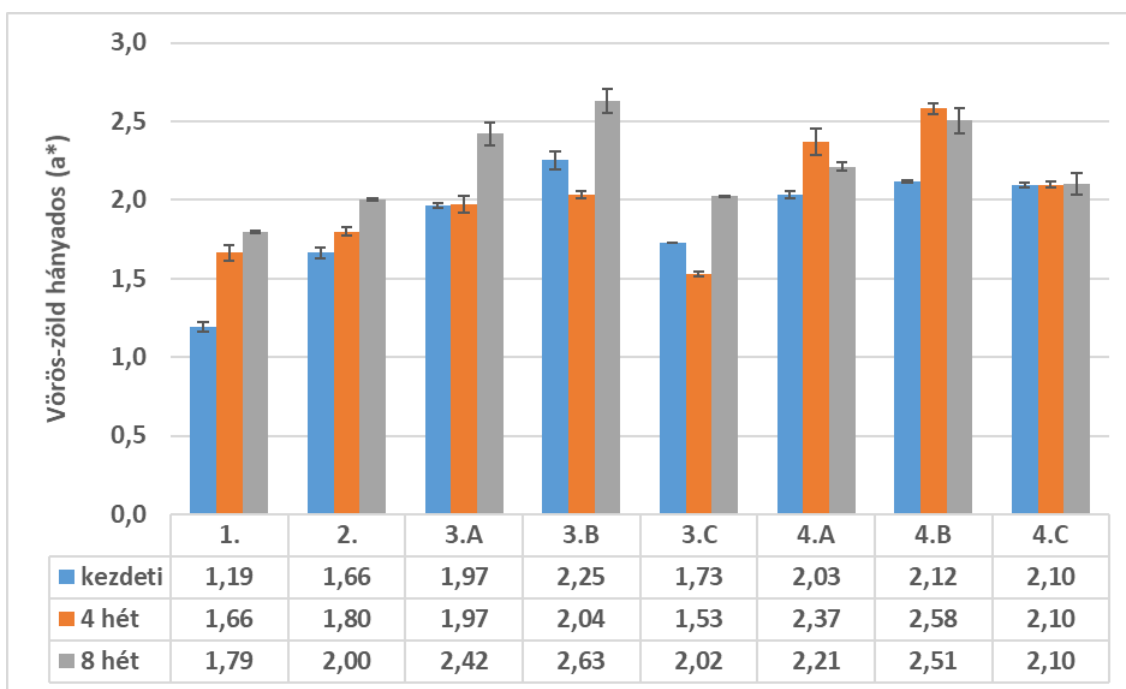
A gyártást követő és az egy hétig tartó termosztálási próba után mért a\* vörös-zöld hányados értékeit a 19. ábra mutatja.



**19. ábra:** Az  $a^*$  vörös-zöld hányados vizsgálata a kezdeti időpontban és az 1 hetes termosztálást követően

A legalacsonyabb kezdeti  $a^*$  értékkel az 1. minta (1,19), míg a legmagasabb értékkel a 3.B minta rendelkezett (2,25). Az egy hétig tartó termosztálást követő vizsgálat alapján megállapítható, hogy a vörös-zöld hányados minden minta esetén növekedett, különbség a növekedés mértékében jelentkezett. A legnagyobb mértékben az 1. minta  $a^*$  értéke növekedett, kétszerese lett az érték a kiindulásinak. A vörös-zöld hányados legkisebb mértékű növekedését a 4.C minta mutatta, 2,10-ről 2,19-re nőtt az érték. A többi minta  $a^*$  értéke esetében közel hasonló mértékű változás volt tapasztalható. Az 1 hét termosztálás után a legnagyobb értéket a 3.B minta érte el, esetében 2,70 lett a vörös-zöld hányados értéke.

A kezdeti, a 4 és 8 hét tárolást követő  $a^*$  értékek változásának bemutatására a 20. ábra szolgál. Az  $a^*$  kezdeti értékei közül továbbra is az 1. minta rendelkezett a legalacsonyabb (1,19), a 3.B minta a legmagasabb értékkel (2,25). A 4 hét szobahőmérsékleten történő tárolást követően növekedést mutatott az 1., a 2., a 4.A és a 4.B minta, melyek közül a legnagyobb mértékű növekedés az 1. minta  $a^*$  értékében volt tapasztalható, amely 0,47 volt. A 3.A és a 4.C mintákat tekintve a 4 hét tárolás után a vörös-zöld hányados értéke nem változott a kezdeti értékhez képest, 1,97 és 2,10 maradt.



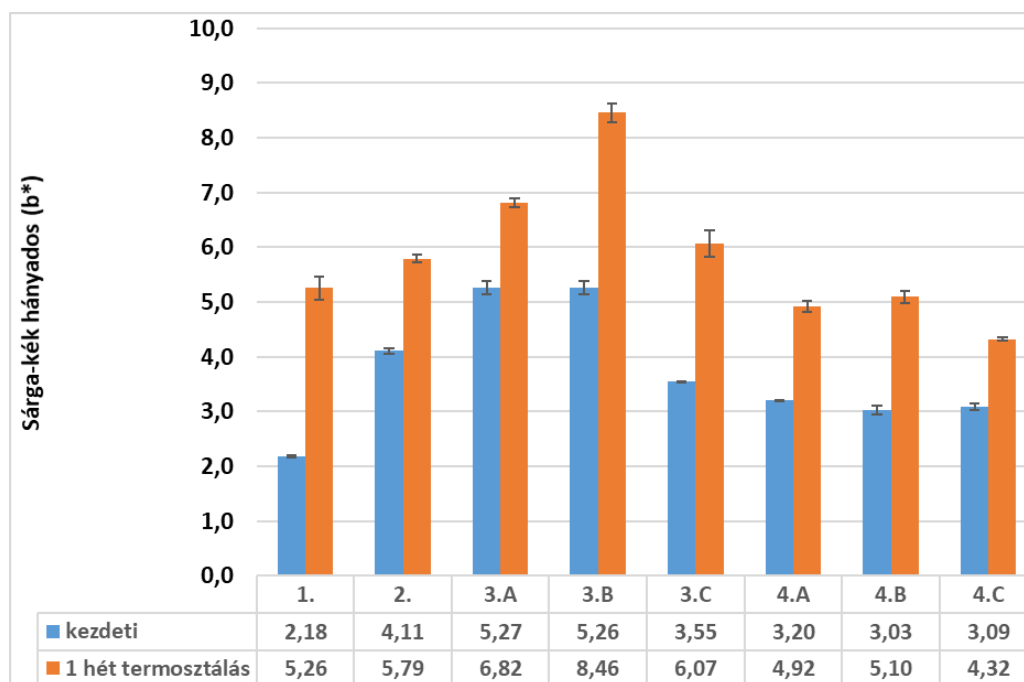
**20. ábra:** Az  $a^*$  vörös-zöld hányados vizsgálata a kezdeti időpontban, illetve a 4 és 8 hét szobahőmérsékleten történő tárolást követően

Az  $a^*$  értéke 4 hét után csökkent a 3.B minta esetén 0,21-gyel, a 3.C minta esetén 0,2-vel. A 8 hét tárolást követő vizsgálat során az 1., a 2. és a 3. minták  $a^*$  értékei a 4 hét tárolás után mért értékekhez képest növekedtek, melyek közül a legnagyobb mértékben a 3.B minta vörös-zöld hányadosának értéke növekedett 2,04-ről 2,63-ra. Az  $a^*$  értékének csökkenése volt tapasztalható a 4 és 8 hét tárolást követő mérések során a 4.A és 4.B minták esetében, melyek közül a legkevesebbet (0,07) a 4.B minta  $a^*$  értéke változott. A 4.C minta  $a^*$  értéke a vizsgálat minden időpontjában 2,10 maradt.

Katsenios és munkatársai (2022) hasonló  $a^*$  értékekről számoltak be, eredményeik 2,16-4,11 között voltak.

### 5.2.3. A $b^*$ sárga-kék hányados eredményei

A gyártást követő és az egy hétig tartó termosztálási próba után mért  $b^*$  sárga-kék hányados értékeit a 21. ábra mutatja.

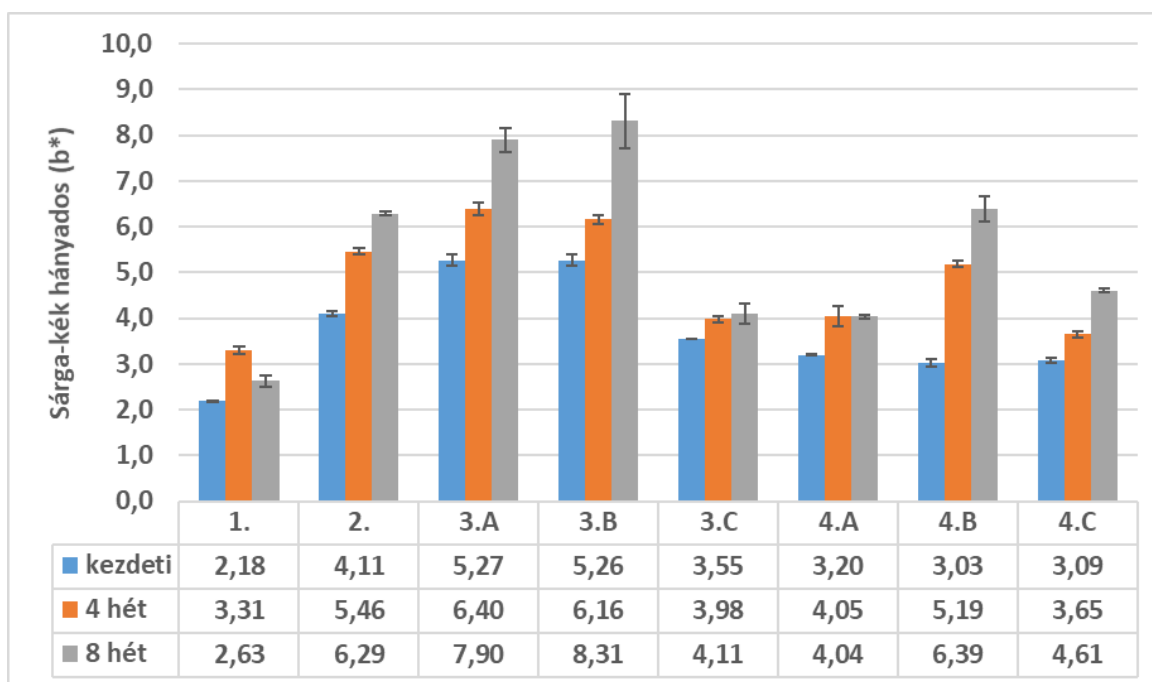


**21. ábra:** A b\* sárga-kék hányados vizsgálata a kezdeti időpontban és az 1 hetes termosztálást követően

A kezdeti időpontban mért b\* értékek közül a legmagasabb a 3.A minta volt 5,27-tel. A legalacsonyabb sárga-kék hányados értéke az 1. mintának volt, amely 2,18 volt. Az egy hétig tartó termosztálás után minden minta b\* értéke növekedett. A legmagasabb sárga-kék hányadosa a 3.B mintának volt 8,46-tal, és ennek a mintának az értéke 3,2-vel növekedett a termosztálás alatt, amely a legnagyobb mértékű növekedésnek számít a minták között. A legalacsonyabb b\* értéket (4,32) és a legkisebb mértékű változást (1,23) a 4.C minta érte el.

A kezdeti, a 4 és 8 hét tárolást követő b\* értékek változását a 22. ábra mutatja be.

A kezdeti időpontban mért b\* értékek közül továbbra is a legalacsonyabb az 1. minta, a legmagasabb a 3.A minta. A 4 hétig tartó szobahőmérsékleten történő tárolás után mért értékek a kezdeti értékhez képest az összes minta esetén növekedtek. A legnagyobb mértékű növekedés a 4.B mintánál volt tapasztalható, ahol a sárga-kék hányados 2,16-tal nőtt. A vizsgált időpontban a legmagasabb b\* értékkel a 3.A minta rendelkezett, amely 6,40 volt, míg a legalacsonyabb sárga-kék hányadosa az 1. mintának volt, ami 3,31 volt.

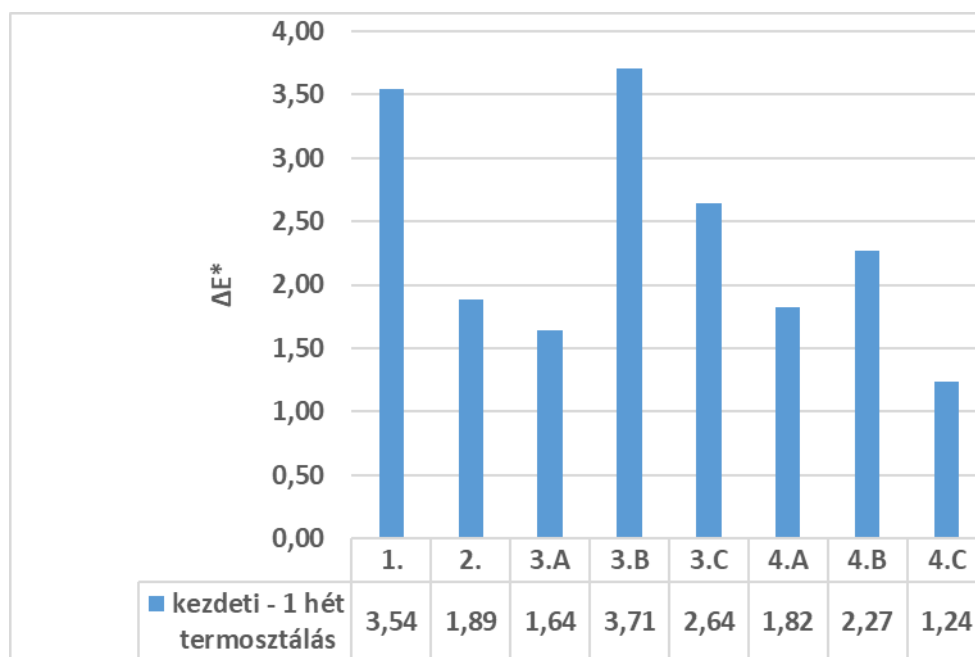


**22. ábra:** Az  $b^*$  sárga-kék hányados vizsgálata a kezdeti időpontban, illetve a 4 és 8 hét szobahőmérsékleten történő tárolást követően

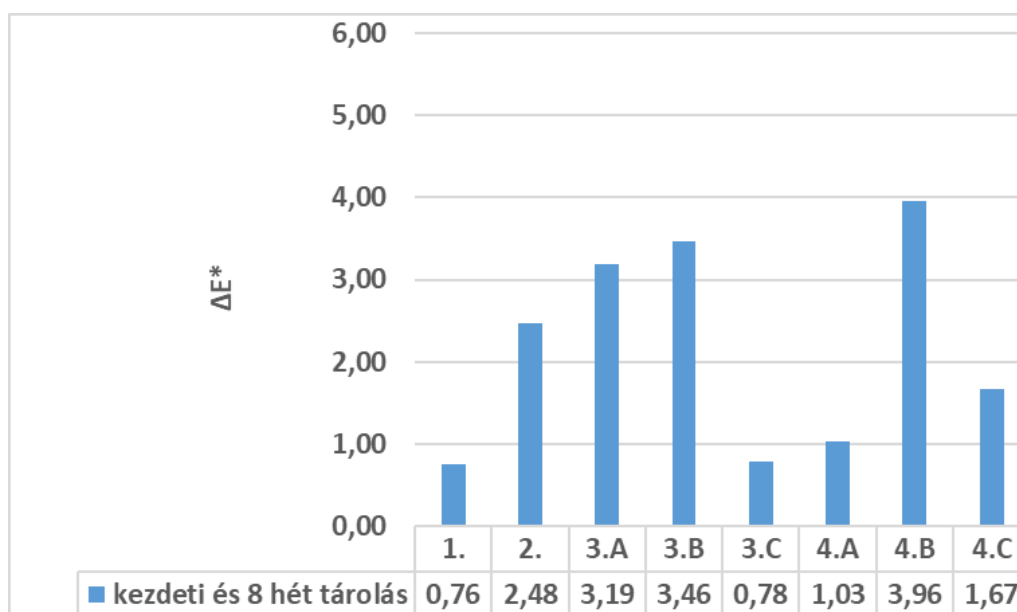
A 8 hét tárolást követő mérés során további  $b^*$  növekedés volt tapasztalható a 2., 3., a 4.B és 4.C minták esetében. 3.B minta ebben az időpontban mutatott sárga-kék hányadosának értéke a legmagasabb mért érték lett (8,31). A  $b^*$  értéke a 8. hét után csökkent az 1. és 4.A mintáknál. Az 1. minta sárga-kék hányadosának értéke 2,63 lett, ami a legkisebb értéknek számít a 8 hét tárolást követő  $b^*$  értékek között.

A  $b^*$  értékek tekintetében hasonló eredményekről számolt be Chudhangkura (2018) kutatócsoportja is, eredmények 2-5 között voltak.

Az  $L^*$ ,  $a^*$  és  $b^*$  adatok alapján kiszámolt  $\Delta E^*$  színíngerkülönbség az 1 hetes termosztálást követően a 23. ábrán látható. Megállapítható, hogy a  $\Delta E^*$  értéke mindegyik mintánál nagyobb, mint 0,5, tehát a színváltozás észrevehető, de különböző mértékben. A „jól látható” ( $3,0 < \Delta E^* \leq 6,0$ ) kategóriába esik az 1. (színrögztítő anyag nélküli) és a 3.B minta, mindkettőnél a  $\Delta E^*$  értéke 3 felett van. A 4.C minta esetében a változás „alig észrevehető”, míg a 2., 3.A, 3.C, 4.A és 4.B mintáknál az észrevehető ( $1,5 < \Delta E^* \leq 3,0$ ) kategóriában vannak az értékek.



**23. ábra:** A  $\Delta E^*$  értékek az 1 hetes termosztálást követően a kezdeti időponthoz viszonyítva



**24. ábra:** A  $\Delta E^*$  értékek az 8 hetes szobahőmérsékleten történő tárolás után a kezdeti időponthoz viszonyítva

A szobahőmérsékleten tárolt minták esetében számolt  $\Delta E^*$  értékek a 24. ábrán láthatók. Mindegyik minta az érzékelhető kategóriába tartozik. A színrögzítő anyag nélküli 1. minta, valamint a 3.C és 4.A minták az „alig észrevehető” kategóriába tartoznak. Az ipari minta (2.) és a 4.C minta esetében a színváltozás szemmel észrevehető. A 3.A, 3.B és 4.B mintáknál a változás „jól látható”, az értékek  $3,0 < \Delta E^* \leq 6,0$  között voltak.

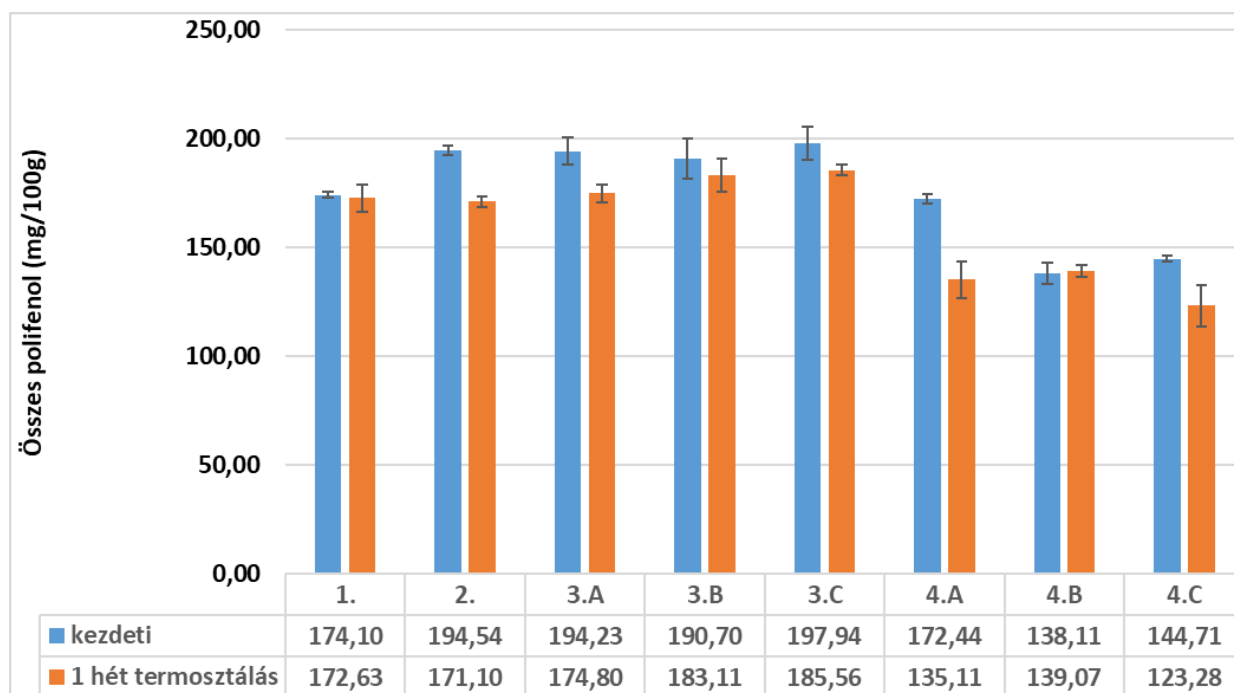
A 3. és 4. mintasorozat elkészítésénél követtem a növényi kivonatok alkalmazásának gyártói javaslatát, így az A és C jelű minták a két szélső javasolt koncentrációval készültek, míg a B jelűek a javasolt dózistartomány középső mennyiségével.

A termosztátos és a szobahőmérsékletű tárolási kísérlet esetében is ugyanaz a tendencia figyelhető meg, azaz a közép dózis eredményezte a legnagyobb színváltozást, míg az alacsonyabb, illetve magasabb dózis hatásosabb volt a színmegtartásban. A 8 hetes tárolás során mindkét növényi kivonat eredményes volt, csak más-más koncentrációban. Természetesen a végső következtetések levonásához hosszabb tárolási idő szükséges.

### 5.3. Az összes polifenol-tartalom eredményei

Az összes polifenol meghatározását Folin-Ciocalteu reagenssel végeztem az extrakció során elkészült felúszóból. A kapott értékeket mg/100g mértékegységben adtam meg. Az értékek összehasonlítását az előző paraméterekhez hasonlóan, kétféleképpen végeztem. Az első esetben a kezdeti, tehát közvetlenül a minták legyártását követő időpontban és az egy hét termosztálás után mért értékeket vettem össze. A másik esetben a kezdeti értékeket, a 4 és 8 hét tárolás után mért adatokat hasonlítottam össze.

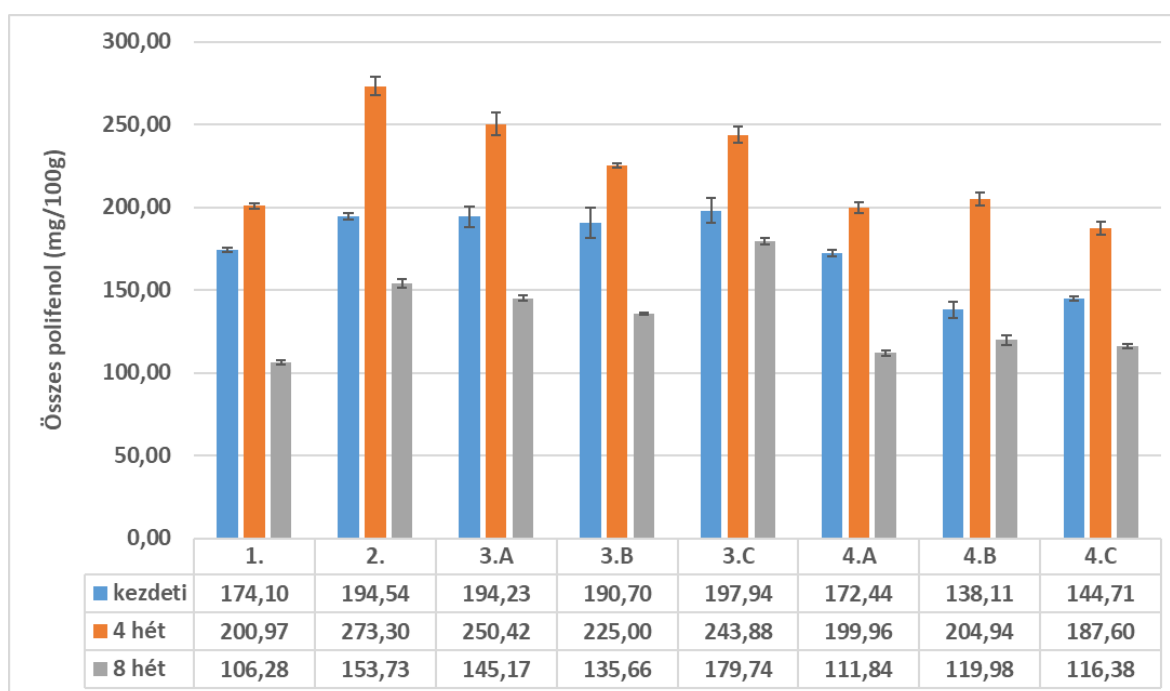
A gyártást követő és az egy hétig tartó termosztálás után mért polifenol-tartalom értékeinek bemutatására a 25. ábra szolgál.



**25. ábra:** A polifenol-tartalom vizsgálata a kezdeti időpontban és az 1 hetes termosztálást követően

Jól látszik, hogy a legmagasabb kiinduló polifenol tartalma a 3.C mintának volt 197,94 mg/100g-mal, ezzel szemben a legalacsonyabb kezdeti értékkel a 4.B minta rendelkezett (138,11 mg/100g). Az 1 hét termosztálást követően a 4.B minta kivételével minden minta vesztített polifenol tartalmából. A 4.B minta polifenol tartalma minimálisan, 0,96 mg/100g-mal növekedett. A legnagyobb mértékben a 4.A minta vesztített polifenol tartalmából, 37,33 mg/100g-mal csökkent. A legkisebb mértékben az 1. minta polifenol tartalma csökkent, 1,46 mg/100g-mal. A termosztálás után a legalacsonyabb polifenol tartalommal a 4.C minta rendelkezett, amely 123,28 mg/100g volt, míg a legmagasabb polifenol tartalma a 3.C mintának volt 185,56 mg/100g-mal.

A kezdeti, a 4 és 8 hét tárolást követő polifenol-tartalom változását a 26. ábra mutatja.



**26. ábra:** A polifenol-tartalom vizsgálata a kezdeti időpontban, illetve a 4 és 8 hét szobahőmérsékleten történő tárolást követően

A kezdeti legalacsonyabb polifenol-tartalommal rendelkező minta továbbra is a 4.B volt (138,11 mg/100g), a legmagasabb értékkel a 3.C minta rendelkezett, amely 197,7 mg/100g volt. A 4 hét tárolást követően mért adatok alapján elmondható, hogy minden minta polifenol tartalma növekedést mutatott. A 2. minta polifenol tartalma növekedett a legnagyobb mértékben, 66,83 mg/100g-mal, és rendelkezett a legmagasabb értékkel, ami 273,3 mg/100g. 4 hét tárolás után a legalacsonyabb polifenol tartalma a 4.C mintának volt, ami 187,6 mg/100g volt. A legkisebb mértékben az 1. minta polifenol tartalma növekedett, ami 26,87 mg/100g növekedést jelent. Az összes minta polifenol tartalmában csökkenés volt tapasztalható a 8 hét

tárolást követően. A legnagyobb csökkenés a 2. mintánál jelentkezett, amely esetében 273,3 mg/100g-ról 153,73 mg/100g-ra csökkent a polifenol-tartalom, de még így a legmagasabb értékkel rendelkezett a 8 hét tárolást követő értékek között. A legalacsonyabb polifenol-tartalom az 1. minta esetén jelentkezett, 106,28 mg/100g. A legkisebb mértékű változást a 3.C mintánál lehetett észrevenni, amelynek 243,88 mg/100g-ról 179,74 mg/100g-ra csökkent a polifenol tartalma.

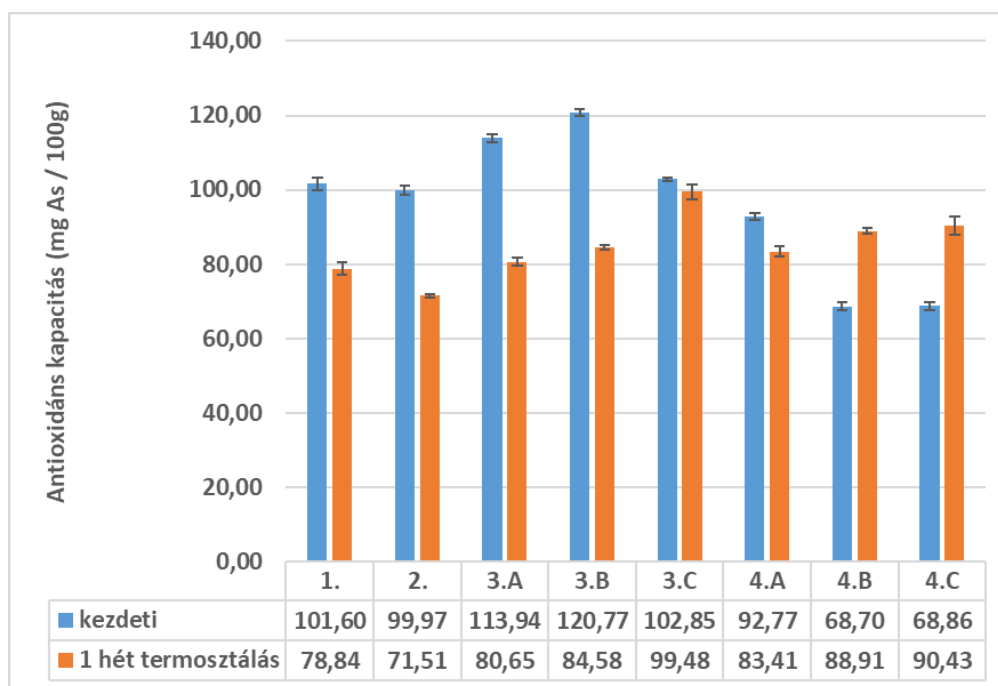
Mindkét tárolási kísérlet eredményei azt mutatják, hogy a 3. mintasorozat magasabb polifenol tartalmat eredményezett, aminek oka lehet maga a növényi kivonat polifenol tartalma is, mely további vizsgálatokat és a növényi kivonat analízisét igényli.

Bacchetti és munkatársai (2013) különböző típusú kukoricákban 115-159 mg/100g összes polifenol tartalmat mutattak ki, melyek hasonlóak az általam mért eredményekhez. Coco és munkatársai (2019) azonban fagyasztott csemegekukorica mintákban 10 hónapos tárolás során ennél magasabb, átlagosan 590 mg/100g polifenol mennyiséget mértek. Zhang és munkatársai (2017) 30,3-47,7 mg/100g közötti értékeket mutattak ki, tehát igen nagy a polifenol mennyiségének a variabilitása.

#### 5.4. Az antioxidáns kapacitás (FRAP) eredményei

Az antioxidáns kapacitás meghatározását az extrakció során elkészült felúszóból végeztem. Az értékeket mgAS/100g mértékegységben adtam meg. Az értékek összehasonlítását kétféleképpen végeztem. Először a kiindulási, tehát közvetlenül a minták legyártását követő időpontban és az egy hét termosztálás után mért értékeket állítottam egymással szembe. A másik esetben a kezdeti adatokat, a 4 és 8 hét tárolás után mért értékeket vetettem össze.

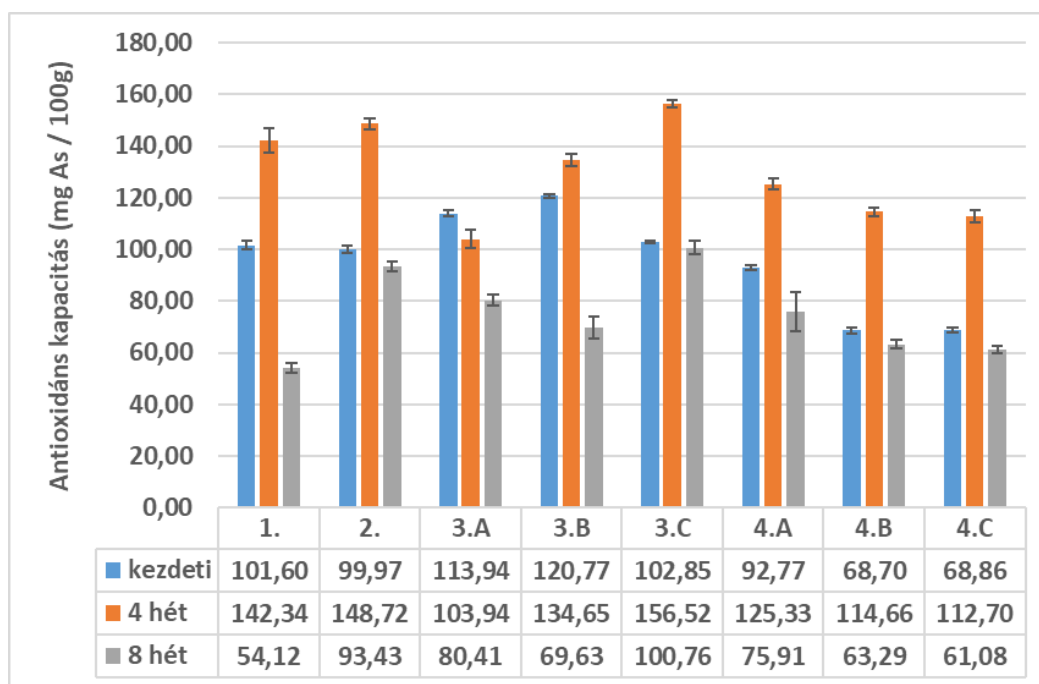
A gyártást követő és az egy hétig tartó termosztálás után mért antioxidáns kapacitás értékeit a 27. ábra mutatja.



**27. ábra:** Az antioxidáns kapacitás vizsgálata a kezdeti időpontban és az 1 hetes termosztálást követően

Az antioxidáns kapacitás vizsgálata során a legmagasabb kezdeti értékkel a 3.B minta rendelkezett (120,77 mgAS/100g), és a legalacsonyabb kiindulási értéke a 4.B mintának volt 68,7 mgAS/100g-mal. Az egy hétig tartó termosztálás után mért adatok azt mutatják, hogy az 1., 2., 3. és 4.A minták antioxidáns kapacitásának értékei csökkentek. A legnagyobb mértékben a 3.B minta antioxidáns kapacitása csökkent, 36,19 mgAS/100g-ot. A legkisebb mértékű csökkenést a 3.C minta antioxidáns kapacitásában lehetett tapasztalni, 102,85 mgAS/100g-ról csak 99,48 mgAS/100g-ra csökkent le az értéke. Az 1 hét termosztálást követő legmagasabb antioxidáns kapacitás értéke is a 3.C mintának volt, viszont a legalacsonyabb értékkel a 2. minta rendelkezik (71,51 mgAS/100g). Két minta, a 4.B és 4.C, esetében antioxidáns kapacitás növekedést lehetett felfedezni. A 4.B minta 20,21 mgAS/100g-mal, a 4.C minta 21,57 mgAS/100g-mal magasabb értékkel rendelkezett a kezdeti értékeikhez képest.

A kezdeti, a 4 és 8 hét tárolást követő polifenol-tartalom változása a 28. ábrán található.



**28. ábra:** Az antioxidáns kapacitás vizsgálata a kezdeti időpontban, illetve a 4 és 8 hét szobahőmérsékleten történő tárolást követően

A kezdeti időpontban mért antioxidáns kapacitás értékei közül továbbra is a legalacsonyabb 4.B minta értéke 68,7 mgAS/100g-mal, a legmagasabb a 3.B minta 120,77 mgAS/100g-mal. A 4 hét tárolás után mért antioxidáns kapacitás értékek közül a 3.A kivételével mindegyik növekedést mutatott. A 3.C minta antioxidáns kapacitása 4 hét után 102,85 mgAS/100g-ról 156,52 mgAS/100g-ra nőtt, így ez a legmagasabb értékkel és a legnagyobb mértékben növekedett minta. A legkisebb mértékű növekedés a 3.B mintánál jelentkezett, 120,77 mgAS/100g-ról 134,65 mgAS/100g-ra. A 3.A minta antioxidáns kapacitásának értéke csökkent egyedül pontosan 10 mgAS/100g mértékben, és ennek a mintának a legkisebb az értéke 4 hét után (103,94 mgAS/100g). A 8 hét tárolást követő mérések mindegyike csökkenést mutatott az antioxidáns kapacitás értékében. Az 1. mintának volt a legkisebb az értéke a vizsgált paraméterre, amely 54,12 mgAS/100g volt, a legnagyobb értékkel a 3.C minta rendelkezett (100,76 mgAS/100g). A változás mértéke alapján a legnagyobb mértékű csökkenés az 1. minta esetén mutatkozott, ahol 88,22 mgAS/100g-ot csökkent az antioxidáns kapacitás értéke. A legkisebb mértékű változás a 3.A mintánál jelentkezett, ahol 103,95 mgAS/100g-ról 80,41 mgAS/100g-ra történő csökkenést volt tapasztalható az antioxidáns kapacitásban.

A Zhang és munkatársai (2017) által vizsgált kukorica fajtákban 19,16-32,42 mg/100g között volt az antioxidáns kapacitás értéke.

## 6. Összefoglalás

Az élelmiszeripar különböző adalékanyagokat használ, hogy a fogyasztók elvárásainak megfelelően a feldolgozott termék megőrizze eredeti tápanyagtartalmát, színét, állományát és ízét. Ilyen segédanyag a konzerviparban is alkalmazott aszkorbinsav, amelyet színrögzítés céljából használnak a zöldségkonzervek felöntőlevében. A fogyasztók körében megjelent igények egyike, hogy a szintetikusan előállított adalékanyagokat természetes eredetű növényi kivonatokkal helyettesítse az élelmiszeripar.

Ehhez az irányvonalhoz alkalmazkodva döntöttem úgy, hogy egy konzervipari termék, a csemegekukorica és vörösbab keverékének segédanyagai közül az aszkorbinsavat acerola kivonattal helyettesítem. Arra voltam kíváncsi, hogy az acerola növény, amely magas C-vitamin tartalommal rendelkezik, kivonat formájában milyen mértékben lesz képes a zöldségek színét megőrizni.

A kísérletem során egy tiszta vizes, egy aszkorbinsavas és kétféle acerola kivonatos felöntőlevet készítettem. Vizsgáltam a felöntőlé pH értékének, sótartalmának, vízdoldható szárazanyag tartalmának, színének, polifenol tartalmának és antioxidáns kapacitásának változását közvetlenül a gyártást követően, és 1 hetes 55 °C-on történő termosztálás után, valamint szobahőmérsékleten történő tárolás mellett 4 és 8 hét után.

A vizsgálatok eredményei alapján arra a megállapításra jutottam, hogy mindkét acerola kivonat alkalmas lehet ipari alkalmazásra. A színrögzítő hatás mind két esetben érvényesült, a különböző koncentrációk között volt tapasztalható lényeges eltérés. Az 1. számú acerola kivonat magasabb arányban történő alkalmazása, a 2. számú kivonat legalacsonyabb és legmagasabb arányú adagolása ígéretesnek bizonyult. Eredményeim alapján jobb színrögzítő hatást fejtettek ki az ipari mintához képest. A 3.C, 4.B és 4.C minták 8 hét után mért polifenol tartalom és antioxidáns kapacitás adatai a kezdeti értékekhez képest kis mértékben csökkentek a többi mintához képest. Érdeemes lenne hosszabb tárolás mellett is megvizsgálni a kivonatok hatását a termékekben. A továbbiakban javasolni tudom más magas antioxidáns tartalommal rendelkező növények, például rozmaring kivonatának vizsgálatát ugyanezen termék esetében, ezzel is törekedve a mesterségesen előállított adalékanyagok természetes növényi kivonatokkal történő helyettesítésére, a paletta növelése érdekében.

1. Aydinsakir, K., Erdal, S., Buyuktas, D., Bastug, R., & Toker, R. (2013): The influence of regular deficit irrigation applications on water use, yield, and quality components of two corn (*Zea mays* L.) genotypes. *Agricultural Water Management*, 128, 65-71.
2. Barta, J., Körmendy, I. (2007.): Növényi nyersanyagok feldolgozástechnológiai műveletei. Mezőgazda Kiadó, Budapest
3. Bacchetti, T., Masciangelo, S., Micheletti, A., & Ferretti, G. (2013): Carotenoids, phenolic compounds and antioxidant capacity of five local Italian corn (*Zea mays* L.) kernels. *Journal of Nutrition & Food Sciences*, 3(6), 1.
4. Beninger, C. W. and Hosfield, G. L. (2003): Antioxidant activity of extracts, condensed tannin fractions, and pure flavonoids from *Phaseolus vulgaris* L. seed coat color genotypes. *J. Agric. Food Chem.* 51: 7879-7883.
5. Beke, G. (2002): Hűtőipari kézikönyv. Mezőgazda Kiadó, Budapest
6. Benzie, I. I. F., Strain, J. J. (1996): The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measuring of „antioxidant power”: The FRAP assay. *Annual Biochem.* 239: 70-76.
7. Boye, J., Zare, F., & Pletch, A. (2010): Pulse proteins: Processing, characterization, functional properties and applications in food and feed. *Food Research International*, 43(2), 414–431. doi:10.1016/j.foodres.2009.09.003
8. Chang, S. K., Alasalvar, C., & Shahidi, F. (2019): Superfruits: Phytochemicals, antioxidant efficacies, and health effects—A comprehensive review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 59(10), 1580-1604.
9. Chudhangkura, A., Teangpook, C., Sikkhamondhol, C., & Jariyavattanavijit, C. (2018): Effects of ultraviolet C, controlled atmosphere, and ultrasound pretreatment on free ferulic acid in canned sweet corn kernels. *Journal of food science and technology*, 55(10), 4167-4173.
10. Coco Jr, M. G., & Vinson, J. A. (2019): Analysis of popcorn (*Zea mays* L. var. everta) for antioxidant capacity and total phenolic content. *Antioxidants*, 8(1), 22.
11. Debouck, D., (1991): Systematics and morphology. In: ed. A. van Schoonhoven and O. Voysest, Common Beans: Research for Crop Improvement. CIAT, Cali, Colombia, pp. 55-118.
12. de Barcelos, S.C., do Egito, A.S., dos Santos, K.M.O., de Moraes, G.M.D., Sá, D.M.A.T. (2020): Effect of acerola (*Malpighia emarginata* DC) pulp incorporation on

- potentially probiotic Petit-Suisse goat cheese. *Journal of Food Processing and Preservation*, 44 (7) e14511 <https://doi.org/10.1111/jfpp.14511>
13. de Goes Carneio, A.P., de Aguiar, A.L.L., deLima, A.C.S., da Silva, L.M.R., de Sousa, P.H.M., de Figueiredo. (2020): Bioactive potential of nanoparticles of acerola byproduct (*Malpighia* sp. L): Bioaccessibility in nectar. *Research, Society and Development*, 9 (9) <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i9.6691>
  14. De Ron, A.M.; Santalla, M. (2013): *Phaseolus vulgaris* (Beans). In Brenner's Encyclopedia of Genetics, 2nd ed.; Elsevier Inc.: Amsterdam, The Netherlands, 2013; pp. 290–292. ISBN 9780080961569.
  15. Ferraro, V., Madureira, A. R., Sarmento, B., Gomes, A., & Pintado, M. E. (2015): Study of the interactions between rosmarinic acid and bovine milk whey protein  $\alpha$ -Lactalbumin,  $\beta$ -Lactoglobulin and Lactoferrin. *Food Research International*, 77, 450–459.
  16. García-Lara, S., & Serna-Saldivar, S. O. (2019): Corn History and Culture. *Corn*, 4., 6.
  17. Graham, P. H., & Ranalli, P. (1997): Common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Field Crops Research*, 53(1-3), 131-146.
  18. Guitard, R., Paul, J.-F., Nardello-Rataj, V., & Aubry, J.-M. (2016). Myricetin, rosmarinic and carnosic acids as superior natural antioxidant alternatives to  $\alpha$ -tocopherol for the preservation of omega-3 oils. *Food Chemistry*, 213, 284–295.
  19. Hayat, I., Ahmad, A., Masud, T., Ahmed, A., & Bashir, S. (2014): Nutritional and health perspectives of beans (*Phaseolus vulgaris* L.): an overview. *Critical reviews in food science and nutrition*, 54(5), 580-592.
  20. 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>
  21. Jones, A. L., & Mejia, D. (1999): *Phaseolus* bean: Post-harvest operations. AGSI/FAO: Mejia D. and Lewis B. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). pp, 1-24.
  22. Junek, J. J., Sistrunk, W. A., & Neely, M. B. (1980): Influence of processing methodology on quality attributes of canned dry beans. *Journal of Food Science*, 45(4), 821–824. doi:10.1111/j.1365-2621.1980.tb07458.x
  23. Karthikeyan, K., & Thappa, D. M. (2002): Pellagra and skin. *International Journal of Dermatology*, 41(8), 476-481.

24. Katsenios, N., Andreou, V., Sparangis, P., Djordjevic, N., Giannoglou, M., Chanioti, S., Efthimiadou, A. (2022): Assessment of plant growth promoting bacteria strains on growth, yield and quality of sweet corn. *Scientific Reports*, 12(1), 1-13.
25. Kádár, I. (2005): A műtrágyázás hatása a bab (*Phaseolus vulgaris* L.) termésére és elemfelvételére. *Agrokémia és Talajtan*, 54(1–2), 93-104.
26. Klisurova, D., Petrova, I., Ognyanov, M., Georgiev, Y., Kratchanova, M., & Denev, P. (2019). Co-pigmentation of black chokeberry (*Aronia melanocarpa*) anthocyanins with phenolic co-pigments and herbal extracts. *Food chemistry*, 279, 162-170.
27. Lau, J. T. F., & Wong, Y. (2018): Antioxidants and Preservatives. Reference Module in Chemistry, Molecular Sciences and Chemical Engineering
28. Mabaleha, M. B., and Yeboah, S.O. (2004): Characterization and compositional studies of the oils from some legume cultivars, *Phaseolus vulgaris*, grown in Southern Africa. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 81: 361–364.
29. Moreno, S., Scheyer, T., Romano, C. S., & Vojnov, A. A. (2006): Antioxidant and antimicrobial activities of rosemary extracts linked to their polyphenol composition. *Free Radical Research*, 40(2), 223–231.
30. Nyau, V. (2014): Nutraceutical perspectives and utilization of common beans (*Phaseolus vulgaris* L.): A review. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, 14(7), 9483-9496.
31. Ocho-Anin Atchibri AL, Brou1 KD, Kouakou TH, Kouadio YJ and D Gnakri (2010): Evaluation of bioactive components in seeds of *Phaseolus vulgaris* L. (fabaceae) cultivated in Côte d'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences*. 31: 1928 – 1934.
32. 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>
33. Pokorný, J. (1991): Natural antioxidants for food use. *Trends in Food Science & Technology*, 2, 223-227.
34. Radics, L. (1994): Szántóföldi növénytermesztés, Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem. Kertészeti Kar, Budapest.
35. Righetto, A. M., Netto, F. M., & Carraro, F. (2005): Chemical Composition and Antioxidant Activity of Juices from Mature and Immature Acerola (*Malpighia emarginata* DC). *Food Science and Technology International*, 11(4), 315–321.
36. Rodler I. (2005): Új tápanyagtáblázat, Medicina Könyvkiadó Rt., Budapest

37. Rogers, B. T., Stone, P. J., Shaw, S. R., & Sorensen, I. (2000): Effect of sowing time on sweet corn yield and quality. *Agronomy New Zealand*, 30, 55-61.
38. Saldivar, S. O. S., & Perez-Carrillo, E. (2016): Maize. *Encyclopedia of Food and Health*, 601–609.
39. Santoyo S, Cavero S, Jaime L, Ibanez E, Senorans FJ, Reglero G. Chemical composition and antimicrobial activity of *Rosmarinus officinalis* L. essential oil obtained via supercritical fluid extraction. *J Food Prot* 2005;68:790–795.
40. Schyvens, C. (2014): Food additives: antioxidant. *Encyclopedia of Food Safety*, 2, 455-458.
41. Scott, P., Pratt, R. C., Hoffman, N., & Montgomery, R. (2019): Specialty Corns. *Corn*, 289.
42. Singleton, V. L., Rossi, J. A. (1965): Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am. J. Enol Vitic* 16. 144-158.
43. Seyi-Amole, D. O., & Onilude, A. A. (2021): Microbiological Control: A New Age of Maize Production. *Cereal Grains: Volume 2*, 211.
44. Shimelis, E. A., and Rakshit S. K. (2005): Proximate composition and physico-chemical properties of improved dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) varieties grown in Ethiopia. *LWT*. 38: 331–338.
45. Siddiq, M.; Uebersax, M.A. (2013): Dry Beans and Pulses Production and Consumption—An Overview. In: Siddiq, M.; Uebersax, M.A.: Dry beans and pulses: production, processing and nutrition. Ames: John Wiley & Sons. p.3-23
46. Souci, S.W., Fachmann, W. and Kraut, H. (2008) Food Composition and Nutrition Tables. 7ème edition, MedPharm, Stuttgart.
47. Uebersax, M. A. (2006): Dry edible beans: indigenous staple and healthy cuisine. In Forum on Public Policy
48. White, B.; Howard, L.R. (2013) Canned whole dry beans and bean products. In: Siddiq, M.; Uebersax, M.A.: Dry beans and pulses: production, processing and nutrition. Ames: John Wiley & Sons. p.155-183.
49. Yanishlieva, N. V., & Marinova, E. M. (2001): Stabilisation of edible oils with natural antioxidants. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 103(11), 752-767.
50. Zhang, R., Huang, L., Deng, Y., Chi, J., Zhang, Y., Wei, Z., & Zhang, M. (2017): Phenolic content and antioxidant activity of eight representative sweet corn varieties grown in South China. *International journal of food properties*, 20(12), 3043-3055.

Internetes források:

51. Internet 1: A globális kukoricatermelés megoszlása 2021/2022-ben országok szerint.  
<https://www.statista.com/statistics/254294/distribution-of-global-corn-production-by-country-2012/>
52. Internet 2: [Főbb növénykultúrák terméseredményei, 2021 \(ksh.hu\)](#)
53. Internet 3: [A fontosabb növények vetésterülete, 2021. június 1. \(ksh.hu\)](#)
54. Internet 4: A magyar csemegekukoricát továbbra is világszerte veszik.  
<https://fruitveb.hu/a-magyar-csemegekukoricat-tovabbra-is-vilagszerte-veszik/>
55. Internet 5: Központi Statisztikai Hivatal (2014): A búza és a kukorica termesztése, kereskedelme és felhasználása a világon. Statisztikai tükör, 2014/132., 1-4.  
[https://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/stattukor/jel\\_buza\\_kukorica.pdf](https://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/stattukor/jel_buza_kukorica.pdf)
56. Internet 6: Sweet corn nutrition, USDA. <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/169998/nutrients>
57. Internet 7: [Microsoft Word - kukorica06.doc \(gov.hu\)](#)
58. Internet 8: [Tobacco | Land & Water | Food and Agriculture Organization of the United Nations | Land & Water | Food and Agriculture Organization of the United Nations \(fao.org\)](#)
59. Internet 9: [Központi Statisztikai Hivatal \(ksh.hu\)](#)
60. Internet 10: Dry bean nutrition, USDA. <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/173744/nutrients>
61. Internet 11: MAGYAR ÉLELMISZERKÖNYV 2-601 számú irányelv (2013): Hőkezeléssel tartósított élelmiszerek.