

Doktori (PhD) értekezés

Ribárszki Ákos

Gödöllő

2022



MAGYAR AGRÁR- ÉS
ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

**ACEROLA ÉS ASZKORBINSAV HATÁSA NAGYÜZEMI, ASZEPTIKUSAN
ELŐÁLLÍTOTT ALMA- ÉS MEGGYLÉ MINŐSÉGÉRE TÁROLÁS SORÁN**

Ribárszki Ákos

Budapest

2022

A doktori iskola

megnevezése: Élelmiszertudományi Doktori Iskola

tudományága: élelmiszertudományok

vezetője: Simonné Dr. Sarkadi Livia
egyetemi tanár, DSc
Magyar Agrár - és Élettudományi Egyetem
Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet

Témavezető(k): Dr. Máté Mónika
egyetemi docens, PhD
Magyar Agrár - és Élettudományi Egyetem
Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet

.....
Az iskolavezető jóváhagyása

.....
A témavezető(k) jóváhagyása

Tartalomjegyzék

1. BEVEZETÉS	1
2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS	3
2.1. Az alma jelentősége	3
2.1.1. Az alma származása	3
2.1.2. Az alma termesztése	3
2.1.3. Az alma táplálkozási összetétele	4
2.2. A meggy jelentősége	7
2.2.1. A meggy származása, eredete	7
2.2.2. A meggy termesztése	7
2.2.3. A meggy táplálkozási összetétele	8
2.3. Polifenol vegyületek	11
2.3.1. Flavonoidok fenolok	12
2.3.2. Antocianinok	15
2.3.3. Antocianinok stabilitása	17
2.3.4. Fenolsavak	20
2.4. Az aszeptikus feldolgozási rendszer bemutatása	20
2.4.1. Hőkezelés, pasztörözés	21
2.4.2. Az aszeptikus technológia előnyei, hátrányai	23
2.4.3. Az aszeptikus rendszer fő elemei	24
2.4.4. Aszeptikus rendszerek a gyümölcsfeldolgozásban	28
3. ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK	31
3.1. Kísérleti minták nyersanyagai, származási helye	31
3.2. A kísérleti munka helyszínei	31
3.3. Kísérleti minták előállítása	31
3.3.1. Almalé minták előállítása	33
3.3.2. Meggylé minták előállítása	38
3.4. Alkalmazott vizsgálati módszerek	38
3.4.1. Vízoldható szárazanyag tartalom meghatározása	38
3.4.2. pH-érték meghatározása	38
3.4.3. Színparaméterek meghatározása	38
3.4.4. Összes polifenol tartalom meghatározása	39
3.4.5. Antocianin tartalom meghatározása	40
3.4.6. Fenol komponensek meghatározása	40
3.4.7. Antioxidáns kapacitás (FRAP) meghatározása	40
3.4.8. Aszkorbinsav tartalom meghatározása	41
3.4.9. Viskozitás meghatározása	41
3.4.10. Statisztikai értékelés	42
4. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK	43

4.1. Vízoldható szárazanyag tartalom eredményei	43
4.1.1. Almalé vízoldható szárazanyag tartalma	43
4.1.2. Meggylé vízoldható szárazanyag tartalma	43
4.2. A pH-érték eredményei	44
4.2.1. Almalé pH-értékei	44
4.2.2. Meggylé pH-értékei	45
4.3. Színmérés eredményei	46
4.3.1. Almalé színmérésének eredményei	46
4.3.2. Meggylé színmérésének eredményei	51
4.4. Összes polifenol tartalom eredményei	57
4.4.1. Almalé polifenol tartalma	57
4.4.2. Meggylé polifenol tartalma	59
4.5. Összes antocianin tartalom eredményei	60
4.6. Antioxidáns kapacitás (FRAP) meghatározásának eredményei	62
4.6.1. Almalé antioxidáns kapacitása	62
4.6.2. Meggylé antioxidáns kapacitása	65
4.7. Aszkorbinsav-tartalom eredményei	66
4.7.1. Almalé aszkorbinsav tartalma	66
4.7.2. Meggylé aszkorbinsav tartalma	68
4.8. Fenolos komponensek meghatározásának eredményei	70
4.8.1. Almalé fenolos komponensei	70
4.8.2. Meggylé fenolos komponensei	73
4.9. Viskozitás eredményei	76
4.9.1. Almalé viszkozitása	76
4.9.2. Meggylé viszkozitása	77
5. KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK	80
6. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK	82
7. ÖSSZEFOGLALÁS	84
SUMMARY	86
MELLÉKLETEK	88
M1. IRODALOMJEGYZÉK	88
M2. MELLÉKLET	104
M3. MELLÉKLET	105
M4. MELLÉKLET	119
KÖSZÖNETNYÍLVÁNÍTÁS	121

RÖVIDÍTÉSEK, JELÖLÉSEK JEGYZÉKE

AK	Almalé Kontroll
AAS	Almalé C-vitaminnal
AACE	Almalé Acerolával
MK	Meggylé Kontroll
MAS	Meggylé C-vitaminnal
MACE	Meggylé Acerolával
FRAP	összes vízoldható antioxidáns kapacitás (Ferric Reducing Ability of Plasma)
GE	galluszsav egyenérték
AS	aszcorbinsav egyenérték
HPLC	High Performance Liquid Chromatography (High Pressure Liquid Chromatography): nagy hatékonyságú/nyomású folyadék kromatográfia

1.BEVEZETÉS

Egészségünk fenntartása érdekében feltétlen szükségünk van a felhasznált ásványi- és nyomelemek, vitaminok, rostok, fehérjék pótlására, melyet az egészséges és változatos táplálkozás segítségével biztosíthatunk humán szervezetünk számára. Fontos, hogy a frissfogyasztású élelmiszerek mellett, melyek időszakosan állnak rendelkezésünkre, a különféle feldolgozott termékek útján is biztosítsuk a minőségi tápanyagok bevitelét. Emiatt ügyelnünk kell az élelmiszertechnológiai beavatkozások hatékony, ugyanakkor kíméletes alkalmazására, a fitonutriensek, természetes immunstimulálók, vitaminok lehető legkisebb mértékű károsodása érdekében, hogy kifejthessék hatásukat. Az aszeptikus technológiával előállított velő a zöldség-gyümölcsfeldolgozás meghatározó félkész terméke. Segítségével a friss nyersanyagok feldolgozása függetleníthető azok szezonális jellegétől, valamint a nyersanyagok földrajzi elhelyezkedésétől. Eszerint a javasolt felhasználási időtartam alatt a termék analitikai paraméterei nem, illetve kis mértékben változnak és térnek el a szüreti időpontban fennálló értékektől.

Az aszeptikus technológia napjainkban ipari szinten az egyik leggyakrabban alkalmazott korszerű és kíméletes mód a biológiailag értékes komponenseket tartalmazó nyersanyagok átmeneti tárolására. Az élelmiszerek biológiai értéke, főként az antioxidáns hatású anyagok esetében, az utóbbi évtizedekben különösen nagy hangsúlyt kapott. Ezen technológiát alkalmazó üzemek megfelelnek a korszerű, kiélezett gazdasági elvárásoknak, mivel nem szükséges hűtött körülmények között tárolni (Ansari és Datta, 2003; Manfredi és Vignali, 2015). A technológia klucseleme a magas hőmérsékletet rövid ideig alkalmazó hőkezelés, majd az ezt követő azonnal visszahűtés és steril zsákokba való töltés. Ennek következtében tartósítószer, valamint adalékanyagok alkalmazására nincs szükség. A termék gyors felmelegítése és hűtése garantálja a mikrobák és enzimek inaktiválását (Bates et al, 2001). A feldolgozott gyümölcstermékek között legnépszerűbb az almalé és a meggylé, különösen a frissen préselt és nem sűrítmenyből visszahígított (NFC, not from concentrate) (Pardo és Borges, 2020). Az NFC levek mikrobiológiai minőségének biztosítása érdekében napjainkban még mindig a termikus tartósítási módok a legelterjedtebbek (Tian et al., 2018). A feldolgozott termékek közül igen nagy az igény az aszeptikus lé félkész termékekre, amely alkalmas a rövid betakarítási időszak okozta szezonális megszüntetésére. A gyártástechnológia fontos lépése a színblokkolás (enzimes barnulási folyamatok gátlása), amelyet főként aszkorbinsav, mint antioxidáns anyag hozzáadásával érnek el.

A vásárlók, ezzel a gyártók részéről is azonban egyre nagyobb az igény az aszkorbinsav elhagyására és/vagy természetes anyagokkal való helyettesítésére. Alternatív megoldás lehet a természetes acerolalé vagy aszkorbinsavban gazdag koncentrátumok használata (Prakash and Baskaran, 2018; Vieira et al., 2019; de Barcelos et al., 2020; de Goes Carneiro et al., 2020).

Ezért kísérleti célkitűzéseim a következők:

- A gyümölcsfeldolgozás során az ipar kedvelt színrögztítő, színmegőrző eljárása a zúzalékok, préslevek aszkorbinsavas kezelése. Az aszkorbinsav kiváltására számos próbálkozás történt, melyek közül a magas aszkorbinsavtartalmú acerolalé bizonyul ígéretesnek. Célkitűzésem volt aszeptikusan töltött almalé és meggylé esetében a kontroll (színrögztítés nélküli) mintákhoz képest az aszkorbinsav és az acerolalé színrögztítő hatásának összehasonlító elemzése 12 hónapos tárolás során annak érdekében, hogy megállapítsam, alkalmas lehet-e az acerolalé az aszkorbinsav helyettesítésére.
- Az almalé esetében a világos sárga szín, míg a meggylé esetében a magas antocianin tartalom biztosította vörös szín megőrzése az alkalmazott aszeptikus technológia egyik legfontosabb célja. Célkitűzésem volt mindkét gyümölcsle esetében a termék minőségét meghatározó egyik legfontosabb paraméternek, a színnek és annak jellemzőinek nyomonkövetése színrögztítés nélküli, aszkorbinsavval és acerolaléval kezelt almalé és meggylé esetében. Célom volt meghatározni a kezelések kedvező és kedvezőtlen hatásait az ipari aszeptikus feldolgozásban és a tárolás során a kezeletlen mintákhoz viszonyítva.
- A gyümölcsök biológiailag értékes komponensei a fenolos vegyületek, valamint az antioxidáns aktivitásuk. Célom volt a kezelések tárolás alatti hatását is vizsgálni az almalé és meggylé biológiailag értékes komponenseire.

Eredményeimmel szeretnék hozzájárulni modern élelmiszeripari félkész termék előállítás fejlődéséhez és gazdasági versenyképességének növeléséhez.

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. Az alma jelentősége

2.1.1. Az alma származása

A nemes alma (*Malus x domestica* Borkh.) a legrégebben termesztett, tövistelen gyümölcsfa. Az almatermésűek a kertészeti kultúrák legnagyobb felületen termesztett gyümölcsstermő növényei közé tartoznak, melyek mellett jelentős értéket képviselnek az alcsaládjukba tartozó díszfák, díszcserjék (Terpó, 1987).

Az alma (*Malus domestica*) a Zárwatermők törzsébe (Magnoliophyta), a Kétszikűek osztályába (Eudicots), a Rózsavirágúak rendjébe (Rosales), a Rózsafélék családjába (Rosaceae) és a *Malus* nemzetségébe tartozik (Nagy, 2013).

A ma ismert, termesztett fajták végleges kialakulásában nagyon sok fajnak volt szerepe, legfőbb ősének a *Malus siversii* tekintik (Janick et al., 1996). A *Malus* nemzetségre bogas virágzat jellemzői, a termés többek között a körtével ellenben nem tartalmaz kősejteket. A nemes almára az apomixis, mely során a növény fertilis magvakat hoz létre a saját testi sejtjeiből, nem jellemző, a termőlevelek száma öt, csészelevelei a termésen maradnak. Az érett gyümölcse a növényről lehullik. A *Malus* nemzetséget több mint 30 faj és megannyi alfaj alkotja. Az alma esetében interspecifikus hibridfajról beszélünk (Dibuz, 1997).

2.1.2. Az alma termesztése

A világon termelt alma össz mennyiségét tekintve - akárcsak a meggy esetében – növekvő tendenciát mutat, aminek közel 62%-át Kína adja (39,2 millió tonna), míg második helyen USA áll megközelítőleg 7,3%-kal (4,6 millió tonna). Őket követi Lengyelország (4 millió tonna) és Törökország (3,6 millió tonna) után Irán (2,5 millió tonna) és Olaszország (2,4 millió tonna).

Hazánkban termelt mennyiség 674,5 ezer tonna (FAO, 2018). Az almaültetvények felülete 2000-es évek elején mintegy 41 ezer hektárra volt tehető, az azt követő évtizedben ez már csak 28 ezer hektár volt. Ezen felület nagy többségére korszerűtlen fajtahasználat és művelésmód jellemző, mely alacsony és ingadozó termés biztonságot, ezáltal hátrányos piaci helyzetet eredményez más, az Európai Unióban szereplő vetélytársakkal szemben. Az ültetvényekből mindössze 6-8 ezer hektár mondható korszerűnek, ahol a szélsőséges időjárási körülmények ellenére is 35-50 t/ha fajlagos terméshozamot tudnak elérni, 70-80%-os étkezési alma-arány mellett (Gonda & Apáti, 2013). Magyarország éves össztermése

2019-ben 498 330 tonna volt, melyből 295 407 tonna Szabolcs-Szatmár-Bereg megyében termett (KSH, 2019).

2.1.3. Az alma táplálkozási összetétele

Az almagyümölcs beltartalmi anyagait az 1. táblázat tartalmazza. Kedvező táplálkozás élettani hatása, valamint magas élvezeti értéke a beltartalmi anyagainak kedvező arányaiból fakad. Víz tartalma 85-90%, energiatartalma mindössze 30-50 kcal körül mozog (Souci et al., 2008). Szárazanyag tartalma 10-15%, melyet főként szénhidrátok, szerves savak, polifenolos vegyületek, ásványi anyagok, vitaminok és alacsony mennyiségben fehérjék alkotnak.

Szénhidrátok közül legnagyobb mennyiségben fruktózt tartalmaz, ezért diétás étrendbe is beilleszthető. Bár a különböző fajták esetében a szénhidrát mennyisége és a cukorkomponensek megoszlása széles skálán változhat, általánosságban elmondható, hogy a glükóz-fruktóz aránya kedvező (Pekovsek et al., 2007).

1.táblázat: Az alma főbb összetevői (100 g-ra vonatkoztatva)

Összetevők	Rodler (2005)	Souci (2008)	USDA (2021/a)
Energia kJ (kcal)	130 (31)	228 (54)	218 (52)
Víz (g)	90,5	84,9	85,6
Sav (g)	0,4	0,46	n.a.
Fehérje (g)	0,4	0,34	0,26
Élelmirost (g)	3,7	2,02	2,4
Zsír (g)	n.a.	0,58	0,17
Szénhidrát (g)	7,0	11,4	13,8
➤ Szacharóz (g)	1,0	2,5	2,1
➤ Glükóz (g)	2,4	2,0	2,4
➤ Fruktóz (g)	5,7	5,7	5,9

n.a.: nincs adat

Az alma jelentős élelmi rosttartalommal rendelkezik, amit főként pektinvegyületek alkotnak. A pektinek más sejtfalakötőkkel kötéseket hoznak létre, változásuk pedig a konzisztencia változását eredményezi, ez pedig nagyban befolyásolja a gyümölcs tárolhatóságát és

felhasználhatóságát. Emellett egészségvédő hatással is rendelkezik, ugyanis képes megkötni a nehézfémeket és különböző rákkeltő anyagokat, melyek így távoznak a szervezetből (Serguschenko et al., 2007).

A gyümölcsök főként gyenge savakat tartalmaznak, az alma legfontosabb savai pedig az alma-, citrom- és borostyánkősav, de ahogy minden beltartalmi anyagnál, így a savaknál is nagy különbségek lehetnek a különböző fajták esetében (Rodler, 2005). A savasság mely hatással van az alma ízére. Almában lévő szerves savak közül az almasav domináns mennyiségben (420 mg/100 g) van jelen. Az almasav-tartalom különbségeit, annak a vakuólumban való különféle felhalmozódásai okozzák. Ezt a felhalmozódást egy olyan gén okozhatja, amely felelős az almasav citoszolból a vakuólumba történő transzportjáért (Khan et al., 2013). Az almasav a savtartalom körülbelül 90%-át teszi ki, a citrom-, borostyánkősav és számos, kis mennyiségben jelen lévő savak alkotják a fennmaradó 10%-ot, azonban az almasav mennyisége csökken az érés és a tárolás során (Ackermann et al., 1992).

Az ásványi anyagok nélkülözhetetlenek a szellemi frissesség és az aktivitás megőrzése érdekében, illetve hozzájárulnak a megfelelő anyagcsere működéséhez. A gyümölcsök ásványianyag-tartalma számos tényező függvénye, úgy mint a környezeti hatások, a növényvédő szerek mennyisége és minősége, de a legfontosabb elem a talaj és annak tápanyagtartalma (Oliver, 1997).

2. táblázat: Az alma fontosabb ásványi anyagai (mg/100g)

Összetevők (mg)	Rodler (2005)	Souci (2008)	USDA (2021/a)
Nátrium	2	1,2	1
Kálium	112	119	107
Kalcium	5,5	5,3	6
Magnézium	6	5,4	5
Vas	0,3	0,24	0,12
Foszfor	8	11	11
Réz	0,03	0,05	0,03
Cink	0,05	0,09	0,04
Mangán	0,04	0,05	0,03

Ásványi elemek közül, azon belül is a makroelemek tekintetében káliumból tartalmaz legnagyobb mennyiségben (119 mg/100 g), míg hozzá viszonyítva foszfort (11 mg/100 g) elenyésző mértékben (2. táblázat).

Mikroelemek közül döntően vasat (248 µg/100 g), bórt (245 µg/100 g), emellett cinket (99 µg/100 g) tartalmaz. Makroelemek közül Ca, Mg, Na és K található meg az almában nagy mennyiségben, ezek kedvező aránya pedig hozzájárul a szervezet megfelelő ionháztartásához. Mikroelemek közül pedig a vas fordul elő legnagyobb mértékben, de nem elhanyagolható mennyiségű mangánt, cinket és rezet is tartalmaz.

Vitaminok tekintetében (3. táblázat) tartalmaz C-vitamint (4,6-12 mg/100g) E-vitamint (0,18-0,6 mg/100g), valamint pantoténsavat, B₆-vitamint és folsavat is. Az E-vitamin antioxidáns hatású vegyületek lévén az esszenciális zsírsavakat és a membránlipideket védik az oxidációtól.

3. táblázat: Az alma fontosabb vitaminjai (100 g-ra vonatkoztatva)

Összetevők	Rodler (2005)	Souci (2008)	USDA (2021/a)
Karotin (mg)	0,05	0,40	0,02
E-vitamin (mg)	0,6	0,49	0,18
B ₁ -vitamin (tiamin) (µg)	50	35	17
B ₂ -vitamin (riboflavin) (µg)	50	32	26
Pantoténsav (mg)	0,09	0,1	0,06
B ₆ -vitamin (mg)	0,07	0,1	0,04
Folsav (µg)	6	7,5	3
C-vitamin (mg)	5	12	4,6

Az alma és minden magasabbrendű növény sejtfalában található pektin, melyben gazdag étrend humán egészségre gyakorolt pozitív hatása nagyrészt azzal magyarázható, hogy a pektin vízben oldódó rost, amely képes megkötni megannyi nehézfém, mint az ólom, ami erősen rákkeltő hatással bír, így azok szervezetből könnyebben tudnak távozni. A nehézfém megkötés mellett koleszterinszint csökkentő és bélműködés befolyásoló tulajdonsággal is bír (Serguschenko et al., 2007).

2.2. A meggy jelentősége

2.2.1. A meggy származása, eredete

A meggy (*Prunus cerasus* L.) a Zárvatermők törzsébe (Magnoliophyta), a Kétszikűek osztályába (Eudicots), a Rózsavirágúak rendjébe (Rosales), a Rózsafélék családjába (Rosaceae) és a *Prunus* nemzetségébe tartozik (Priszter, 1998).

Magyarországi faiskolák *Cerasus vulgaris* alanyokból nevelnek magonc csemetéket, amihez leginkább vírusmentes Cigánymeggy klónokat (C 219, C 404) használnak (Papp, 2004).

2.2.2. A meggy termesztése

A világ össztermését tekintve a megtermelt mennyiség növekszik, melynek közel 70%-a Európában terem. Világviszonylatban Oroszország termeli a legtöbb meggyet, mintegy 232 ezer tonna mennyiségben, míg Azerbajdzsán közel 39 ezer tonnával a FAO statisztikája szerint a vizsgált országok végén található. Hazánk a felsoroltak közül a nyolcadik helyen áll, közel 83 ezer tonnával (FAO, 2018). Míg a cseresznyét Európa-szerte termesztik, a meggy leginkább Kelet- Európában terjedt el. Európa legjelentősebb meggytermelő térségei Közép- és Kelet-Európában található (Kállayné, 2003). Könnyű termesztetősége és széleskörű felhasználhatósága miatt nagyban megnövekedett a jelentősége az áruültetvények között. Hazánkban keresztezéses nemesítéssel vagy szelektálással előállított fajták világszerte elismertek és közkedveltek, mivel sikeresen termesztetők és közülük néhányat még a további nemesítési eljárásokban is alkalmaznak (Papp, 2004). Hazánk 2019. évi össztermése 62 702 tonna volt, amelyből a legnagyobb termőtáj Észak-Magyarország volt, ahol Szabolcs-Szatmár-Bereg megyében 13 345 tonna termett (KSH, 2019).

Fája, gyümölcse

A meggy erős, középerős növekedési erélyű törzsés fát nevel, melynek korona alakja fajtától függően erősen eltérő. Lehet kusza, lehajló ágrendszerű, felfelé törő gúla, szétterülő gömb, lapított gömb, sűrű gömb, felfelé törő megnyúlt gömb vagy oszlopos. Gyümölcseinek tömege 3 - 8 g nagyságig terjedhet, míg átmérője 16 - 26 mm-ig. Gyümölcs színe a világos pirostól, a kárminpiros tartományon át, egészen a sötét bordópirosig bármilyen árnyalatú lehet. Szedési ideje a 'Meteor korai' fajta május végi időpontjával kezdődően, az 'Érdi bőtermő' július közepe-vége szedési időpontjával záródóan szintén fajtaspecifikus (Sipos, 2014).

Előbbi az egyik legelterjedtebb friss fogyasztású fajta, gyümölcse 21-22 mm nagyságú, mely varratnál bemélyedt, sötét bordó színű. Gyümölcshúsa puha, bőlevű, 14%-os refrakció

mellett. Fája ugyan erős növekedésű, ami több zöldmunkát von magával, ritkán elágazó hajtásrendszerű és felkopaszodásra nem hajlamos. Utóbbi fajta az ipari cél ültetvények egyik legjelentősebb fajtája 21-24 mm-es gyümölcs átmérővel és 5-6 g gyümölcs tömeggel, sötét kármínpiros színvilággal. Leve szintén sötétpiros, enyhén festőlevű, 15-17%-os refrakcióval. Ágai lehasadásra hajlamosak kevés pálhalevelet hoz. Meghatározó felületen termesztett, szintén ipari termesztésű fajta a 'Cigánymeggy 7', ami ugyan jóval kisebb átmérőjű, 14-20 mm-es nagyságú gyümölcsöket nevel, 3-4 g gyümölcs tömeg mellett, azonban leve messzemenően festőbb levű, 13-18%-os refrakció mellett. Koronája középerős, lecsüngő, szétterülő, felkopaszodásra hajlamos. Kifejezetten léfeldolgozásra alkalmas fénológiai állapotba teljes érés előtt válik. Ethleres kezelést követően gépi rázásra alkalmas, friss fogyasztásra nem alkalmas fajta (Apostol és Brózik, 2004; Szabó, 2002).

2.2.3. A meggy táplálkozási összetétele

A vízdoldható szárazanyag jelentős része oldható szénhidrátokból, azaz mono- és diszacharidokból (glükóz, fruktóz, szacharóz) származik, melyek az energiatartalom jelentős részét is adják. Az egyes gyümölcsfajoknál jellemző tulajdonság a glükóz-fruktóz arányuk. Amerikai és német tápanyag adatbankok alapján elsősorban a glükóz dominál, ennél valamivel kevesebb a fruktóz mennyisége, szacharózt pedig alig tartalmaznak (4. táblázat). Táplálkozás-élettanilag és a cukorbetegeket figyelembe véve előnyösebb a magasabb fruktóz tartalom a glükózzal szemben. A meggy is tartalmaz cukoralkoholokat, pl. szorbitot (1,17 g/100g), melyre elsősorban laxatív hatása miatt kell figyelni (Rodler, 2005).

A gyümölcsök vízdoldható szárazanyag-tartalma fajtától, érettségi állapottól, termőhelytől és a klímaterikus adottságoktól függ. A meggy vízdoldható szárazanyag-tartalma 12-22% között van, igen nagy az eltérés a fajták között.

A gyümölcsök jelentős mennyiségű szerves savat tartalmaznak, ezzel biztosítva a kellemes savanykás ízt és az üdítő hatást. Minden gyümölcsfajtnak saját, rá jellemző és állandó összetételű szervessav profilja van. A meggy savtartalma magas a gyümölcsök között, 1,6-1,9%. Uralkodó savak az almasav és citromsav, valamint kisebb mennyiségben tartalmaznak oxálsavat, sikiminsavat és fumársavat (Usenik et al., 2008).

Az élelmiszerekben előforduló ízek részben kiemelik, részben elnyomják egymást. Az édes és savanyú ízt okozó anyagok együttesen kevésbé édes és kevésbé savanyú ízt eredményeznek, mint külön-külön. Jó példa erre a meggy.

4. táblázat: A meggy főbb összetevői 100g-ra vonatkoztatva

Főbb összetevők	Rodler (2005)	Souci (2008)	USDA (2021/b)
Energia kJ (kcal)	218(52)	265(62)	209(50)
Víz (g)	85,9	84,8	86,1
Fehérje (g)	0,8	0,9	1,0
Élelmi rost (g)	4,2	1,0	1,6
Zsír (g)	n.a.	0,5	0,3
Szénhidrát (g)	11,0	9,8	12,2
➤ Szacharóz (g)	0,0	0,4	0,8
➤ Glükóz (g)	6,1	5,1	4,2
➤ Fruktóz (g)	3,1	4,2	3,5

n.a.: nincs adat

A meggy jóval több cukrot tartalmaz a cseresznyénél, ennek ellenére mégis utóbbit érezzük édesebbnek. Ennek oka, hogy a meggyben a nagyobb cukormennyiséghez több savtartalom párosul, mint a cseresznyében a kevesebb cukorhoz. A cseresznyében a sav-cukor hányados 0,07, a meggyben 0,20 (Törley, 1982).

5. táblázat: A meggy fontosabb ásványi anyagai 100g-ra vonatkoztatva

Ásványi anyagok (mg)	Rodler (2005)	Souci (2008)	USDA (2021/b)
Kalcium	31,3	8,0	16,0
Kálium	186,0	114,0	173,0
Nátrium	4,7	2,0	3,0
Magnézium	15,0	8,0	9,0
Vas	0,6	0,6	0,3
Foszfor	50,0	19,0	15,0
Cink	0,1	n.a.	0,1
Mangán	0,05	n.a.	0,1
Réz	0,06	n.a.	0,1

n.a.: nincs adat

Az ásványi anyagok közül (5. táblázat) a káliumnak van fontos szerepe, melyből a meggy jelentős mennyiséget tartalmaz (114-186 g/100g). Nátriumban szegény, így javítja a szervezet kedvezőtlen Na/K arányát. Említést érdemel még a kalcium, a magnézium és a foszfor. Néhány nyomelemet is tartalmaz, főként a cink és a réz emelhető ki, valamint a vas. Réztartalma a gyümölcsök között az egyik legmagasabb.

A vitaminok az élő szervezet számára nélkülözhetetlen anyagok. Kis mennyiségben, de feltétlenül szükségesek az életműködés fenntartásához. A vitaminok nagymértékben növelik a gyümölcsök táplálkozásélettani értékét is.

A meggy a B₁₂- és D-vitamin kivételével valamennyi vitamint tartalmazza, de általában csekély mennyiségben (Rodler, 2005). B₁-vitamin tartalmuk 30-50 µg/100g, a B₂-vitamin mennyisége pedig 20-60 µg/100g, a humán szervezet számára segít pótolni a hiányzó mennyiséget (6. táblázat). Melyek közül a tiamin egy segítő molekula (kofaktor), amely három enzim segítségével részt vesz a szénhidrát-anyagcsere két útjában (Peter et al., 2003).

6. táblázat: A meggy fontosabb vitaminjai 100 g-ra vonatkoztatva

Vitaminok	Rodler (2005)	Souci (2008)	USDA (2021/b)
B ₁ (tiamin) (µg)	50	50	30
B ₂ (riboflavin) (µg)	20	60	40
Niacin (mg)	0,3	n.a.	0,4
C-vitamin (mg)	10	12	10
Pantoténsav (mg)	0,08	n.a.	0,143
β-karotin (µg)	n.a.	240	770
E-vitamin (mg)	n.a.	0,13	0,07

n.a.: nincs adat

A tiamin létfontosságú szerepet játszik az agyi anyagcserében is (Fattal-Valevski, 2011). Tiamin tartalma mellett nagyobb mennyiségben van jelen riboflavin, mely antioxidáns jellege jelzi, hogy ez a vitamin megvédheti a testet az oxidatív stressztől, különösen a lipidperoxidációtól és a reperfüziós oxidatív károsodástól (Marziyeh és Ahmad, 2014). A riboflavin-hiány esetén a máj mitokondriális zsírsav-oxidációja jelentős mértékben sérül (Pinto és Rivvlin, 2014).

Tartalmazzak még pantoténsavat, folsavat, B₆-vitamint, β -karotint, E- és C-vitamint. Az utóbbi két vitamin fontos szerepet játszik az emberi szervezet antioxidáns védelmi rendszerében. Gátolják a peroxidok képződését, a sejtkárosító szabad gyökök felszabadulását, így hozzájárulnak az érlelmeszesedés és a daganatos betegségek kialakulásának megelőzéséhez. A meggy C-vitamin tartalma széles határok között mozoghat, Wojdyło et al. (2014) szerint 5,45-22,18 mg/100 g között lehet 33 meggyfajta beltartalmi értékeinek vizsgálata alapján.

A meggy gyümölcsében kimutatható továbbá perill alkohol, melatonin, flavonoidok tekintetében antocianidinek, queritrin, ellagénsav és isoqueritrin is (Burkhardt et al., 2001). A vizsgálatok alapján ezek a fitokémiai anyagok vagy az antioxidáns stressz negatív hatásainak ellensúlyozásával közvetlenül antioxidánsként hatnak, vagy pedig indukálják a sejt antioxidáns enzimrendszerét (Vattem & Shetty, 2005).

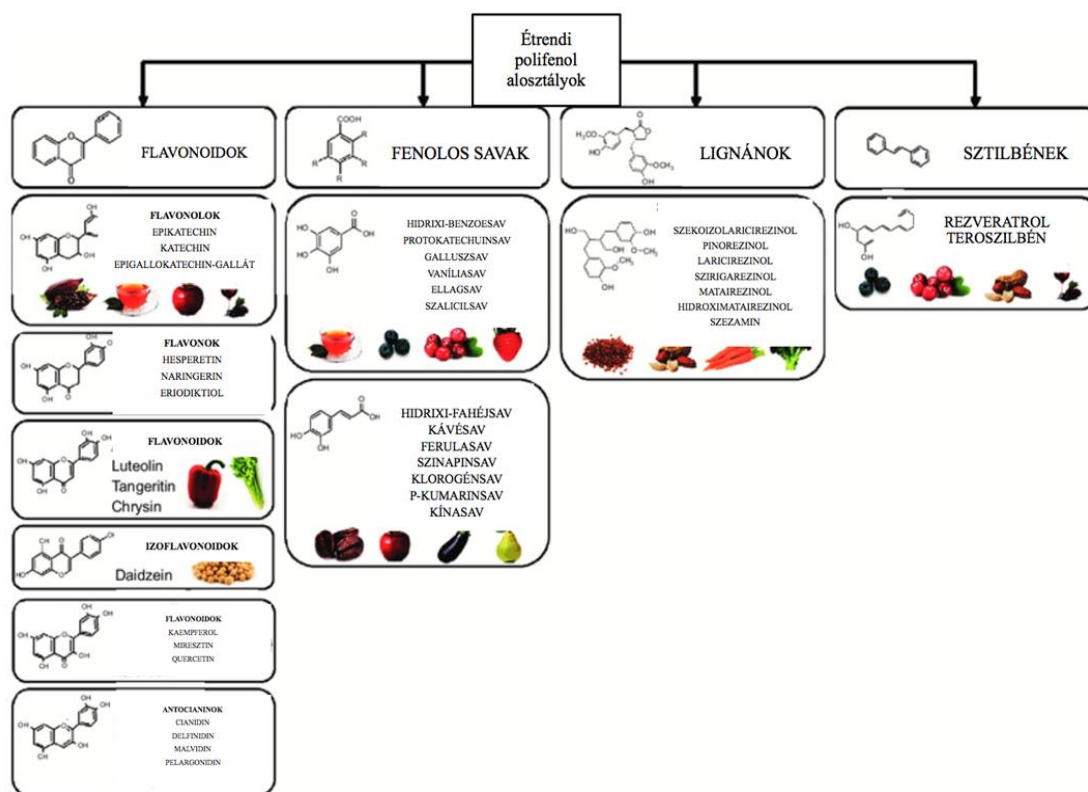
2.3. Polifenol vegyületek

A polifenolok növényi eredetű természetes szerves anyagok, melyeknek szerkezetére jellemző, hogy egy vagy több fenolos hidroxilgyököt tartalmaznak. A polifenol elnevezés gyűjtőfogalom, mely különböző kémiai szerkezetű anyagokat foglal magába. A polifenolok elsősorban a növényi sejt védelmét hivatottak ellátni a különböző külső negatív hatásokkal szemben, másodlagosan a növényi metabolizmus termékei (Kim et al., 2006). Egyértelműen javítják a különböző oxidatív stressz biomarkerek állapotát (Williams et al., 2004).

Táplálékaink közül a zöldségek, gyümölcsök, teljes kiőrlésű gabonák, tea, bor valamint a csokoládé, gazdag polifenolforrások. A polifenolok sokszínűsége és széles körű eloszlása a növényvilágban különböző módszereket eredményezett e vegyületek kategorizálásához. A polifenolok az étrendben a leggyakoribb antioxidánsok. Teljes étrendi bevitelük akár 1 g/nap is lehet, ami jóval magasabb, mint a fitokémikáliák és az ismert étrendi antioxidánsok minden más osztálya. Megközelítőleg tízszer nagyobb, mint a C-vitamin bevitele, és százszor nagyobb, mint az E-vitamin és a karotinoidek bevitele (Manach et al., 2004).

A polifenolokat biológiai funkciójuk, kémiai szerkezetük, valamint származási forrásuk szerint osztályozták. Kémiai szerkezetüket tekintve igen nagy változatosságot mutatnak, azonban mégis közös bennük, hogy legalább egy fenolos gyűrűt tartalmaznak, amihez egy vagy több hidroxil csoport kapcsolódik, de az alapvázhoz könnyen kapcsolódnak más

vegyületek is. Az élelmiszerekben előforduló legfontosabb polifenol csoportokat az 1. ábra mutatja. Két legfontosabb csoportja a flavonoidok és a fenolsavak.

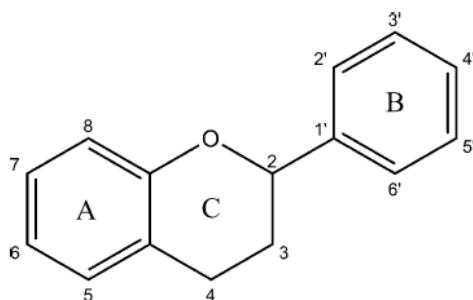


1. ábra: Élelmiszerekben található fő fenol szerkezetek (Roberts et al., 2018 nyomán)

Kémiai szerkezetük sokféleségéből adódóan megannyi pozitív humán élettani hatással rendelkeznek. Pozitív hatást gyakorolnak az egészségre, csökkentik a krónikus betegségek kockázatát, ezenkívül anti-karcinogén, fekélyellenes (Jung et al., 2007), anti-trombotikus (Elrund et al., 2008), gyulladáscsökkentő (Terra et al., 2007) hatásuk is van. Fentiekén kívül kimutatták anti-allergén, aggregációgátló (Riviere et al., 2008), antimikrobiális, értágító és ösztrogén hatásukat is. Mindezek az egészségügyi tulajdonságok erősen függenek a polifenolok kémiai szerkezetétől (Tucker és Robards, 2008).

2.3.1. Flavonoidok fenolok

A flavonoidok neve a latin flavus (sárga) szóból ered. A flavonoid elnevezést először olyan vegyületek jelölésére használták, amelyek szerkezete a flavánból (2-fenil-benzopiránból) vezethető le (Gombkötő és Sajgó, 1985).



2. ábra: A flavonoidok alapvető váza és számozási rendszere (Valls et al., 2009)

A flavonoid vegyületek alapvázának központi része a flaván mag (2. ábra), ami 15 szénatomból épül fel, C₆-C₃-C₆eloszlású gyűrűben (Andersen és Markham, 2006). A flaván két benzolgyűrűből áll, amelyeket három szénatom kapcsol össze, miközben heterociklusos pirángyűrű alakul ki. Az étrendi flavonoidok különböznek a hidroxil-, metoxi- és glikozid oldalsó csoportok elrendezésében, valamint az A- és B-gyűrűk közötti konjugációban.

A flavonoidokat a pirángyűrű oxidációs szintje szerint különböző csoportokba soroljuk, amelyek közül a flavonok, flavonolok, antocianidinek, kalkonok és auronok- gyűjtőnéven aglikonok- idézik elő részben a növények, termések, virágok sárga, piros, kék stb színét, színárnyalatait. A felsorolt aglikonok cukorhoz kötve fordulnak elő a természetben, ezeket együttesen glikozidoknak nevezzük. A glikozidok savas vagy enzimatis hidrolízissel cukorra és valamilyen nem-cukorra bonthatók (Gombkötő, 1985).

A flavonoidokat ma nélkülözhetetlen komponensnek tekintik a különféle táplálkozási, gyógyszerészeti, gyógyászati és kozmetikai termékekben. Ez annak köszönhető, hogy antioxidáns, gyulladáscsökkentő, anti-mutagén és karcinogén hatásuk párosul a kulcssejt-enzim működésének modulációs képességével. Kardioprotektív hatásuk a lipidperoxidáció gátlásának, a redox-aktív fémek kelátképzésének és a reaktív oxigén fajtákkal kapcsolatos egyéb folyamatok gyengítésének képességéből fakad. A magas flavonoid-bevitel alacsonyabb szívkoszorúér-betegség miatti mortalitást és alacsonyabb szívizominfarktus előfordulási gyakoriságot jósolt meg idősebb férfiaknál és 38%-kal csökkentette a szívkoszorúér-betegség kockázatát a posztmenopauzás nőknél (Yochum et al., 1999).

A flavonoidok az élelmiszerekben elsősorban glikozidként és polimerként fordulnak elő, amelyek az emésztőrendszerben változó mértékben lebomlanak (Heim et al., 2002).

A flavonoidokkal kapcsolatos kutatások további impulzust kaptak az alacsony kardiovaszkuláris mortalitási ráta felfedezésével és a CHD (Congenital Heart Disease) megelőzésével is. Széles körben ismert, hogy a növényi eredetű származékok széles

spektrumú biológiai aktivitással rendelkeznek. A flavonoidokkal kapcsolatos kutatási és fejlesztési tevékenységek jelenlegi tendenciái a flavonoidok izolálására, azonosítására, jellemzésére és funkcióira, valamint az egészségügyi előnyökkel kapcsolatos alkalmazásokra vonatkoznak. A molekuláris dokkolást és a bioinformatikai ismereteket arra is felhasználják, hogy előre jelezzék az ipari felhasználási lehetőségeket és a gyártást (Panche et al., 2016).

A színtelen flavonoid vegyületek előfordulása a gyümölcsökben nagy változatosságot mutat a fajok és fajtakat tekintve is. Elsősorban flavanolek jelenlétét mutatták ki, közülük is elsősorban a katechint és epikatechint. A flavanolek közül dominál a quercetin-3-rutinozid, és a quercetin-3-glükozilrutinozid.

Az almában elsősorban a flavanolek csoportjába tartozó kvercetin, miricetin, kamepferol és rutin található (Bonertz et al., 2007), melyeknek pozitív élettani hatását Alongi et al. (2021) kutatásai is bizonyítják. Eberhardt et al. (2000) kísérletei szerint az alma hatóanyagai dózisfüggő módon gátolják a vastagbél- és májráksejtek növekedését in vitro körülmények között. Ko et al. (2015) hasonló eredményekről számolt be.

Alma esetében Viškelis et al. (2019) arról számolt be, hogy a gyümölcsben előforduló mennyiségük Európában függ a földrajzi elhelyezkedéstől is, pl. a fenolos és triterpén vegyületek fokozott felhalmozódását figyelték meg észak-dél irányban.

A flavonoidok csoportján belül kiemelt jelentőségű a flavanolek alcsoport, ezen belül is a katechin szerepe. A katechin gyümölcsökben, borokban és kakaótermékekben található. A legtöbb étel a katechin (+) - enantiomerjét tartalmazza, de a csokoládé főként (-) - katechint tartalmaz, fő flavanolján kívül (-) - epikatechin mellett, azonban vizsgálatok kimutatták, hogy a katechin biohasznosulása csokoládéban fogyasztva gyenge. A (-) -katechin bélfelszívódása alacsonyabb, mint a (+) - katechin bélfelszívódása ($p < 0,01$). A (-) -katechin plazmakoncentrációja szignifikánsan csökkent a (+) - katechinrel összehasonlítva ($p < 0,05$). A (-) -katechin átlagos koncentrációja a csokoládéban 218 ± 126 mg / kg, szemben a 25 ± 15 mg / kg (+) - katechinrel (Donovan et al., 2006). Olyan vegyületek, amik 3-flavanol alapvázal rendelkeznek, nem hidrolizálhatók, vízdoldhatók, így észtereknek nem tekinthetők (Adams, 2006).

Shafi (2019) 60 alma genotípust vizsgáltak és főként katechint és rutint mutattak ki, valamint összefüggést mennyiségük és antioxidáns kapacitásuk között. Boyer és Liu (2004) tanulmányukban bizonyították, hogy a gyümölcsökben és zöldségekben gazdag étrend csökkentheti a krónikus betegségek, például a szív- és érrendszeri betegségek és a rák kockázatát. Ezt főként a flavonoidoknak tulajdonítják. Kutatásaik szerint az alma széles körű

fogyasztása összefüggésbe hozható egyes rák, szív- és érrendszeri betegségek, asztma és cukorbetegség kockázatának csökkenésével. Vizsgálataik szerint az alma nagyon erős antioxidáns hatással rendelkezik, gátolja a rákos sejtek szaporodását, csökkenti a lipoxidációt és csökkenti a koleszterinszintet a bennük található kvercetin, katechin, phloridzin és klorogénsav következtében.

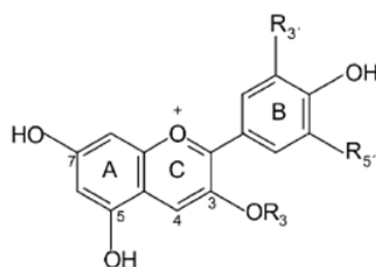
2.3.2. Antocianinok

Az antocianin egy vízben oldódó természetes pigment, mely a virágok, levelek, termések rózsaszín, piros, kék színét adja. Jellemző antocianint tartalmazó termések a piros alma, kék és vörös szilva, a cseresznye, a meggy, a málna, a szamóca, a ribiszke, az áfonya, a kék és piros szőlők, vörös káposzta (Bell et al., 2017).

E vegyületeket kezdetben antociánnak nevezték a *Polemonium coeruleum* L. növény alapján. A színyanyagok kémiai szerkezetének meghatározása során tisztázták, hogy a piros, a rózsaszín és a növényi színyanyagok ugyanannak a vegyületnek a különböző formái. Részletes elemzésük arra is fényt derített, hogy cukor és nemcukor részből is állnak. A cukortartalom jelölésére az eredeti antocián szóhoz in végződést illesztettek, és így alakult ki a ma elfogadott antocianin elnevezés. Az antocianinok glikozidok, amelyek cukorra és nemcukorra bonthatók. Az aglikont antocianidinek nevezzük. A glikozidok sokkal stabilabb vegyületek az aglikonnál. A természetben e színyanyagcsoport mindig glikozid alakban fordul elő. A látható színt sosem egyetlen antocianin, hanem különböző arányban jelenlévő, eltérő szerkezetű antocianinok alakítják ki. Az antocianidinek a természetben mindig cukorhoz kötve találhatóak. Ezekben a glikozidokban a cukrok általában az „A” gyűrű 3, illetve 5 helyeihez kapcsolódnak a fenolos hidroxicsoportokon keresztül (3. ábra) (Kong et al., 2003).

Az antocianinok oxigéntartalmú heterociklikus vegyületek, 2-fenil-benzopiriliumból származó polimetoxi- és polihidroxi-vegyületek glikozidjai (Gombkötő, 1985).

Az –OH és –CH₃ csoportok helyzetétől és számától függően a hat leggyakrabban előforduló antocianin vegyület (3. ábra): a pelargonidin (narancs), a cianidin (vörös), a delphinidin (kék), a peonidin, a petunidin és a malvidin (Stintzing és Carle, 2004; Choi et al, 2010).



Antocianin	R₃	R_{3'}	R_{5'}
Pelargonidin	H	H	H
Cianidin	H	OH	H
Delfinidin	H	OH	OH
Peonidin	H	OCH ₃	H
Petunidin	H	OCH ₃	OH
Malvidin	H	OCH ₃	OCH ₃
Pelargonidin 3-glükozid	Glc	H	H
Cianidin 3-glükozid	Glc	OH	H
Delfinidin 3-glükozid	Glc	OH	OH
Peonidin 3-glükozid	Glc	OCH ₃	H
Petunidin 3-glükozid	Glc	OCH ₃	OH
Malvidin 3-glükozid	Glc	OCH ₃	OCH ₃

3. ábra: Az antocianinok alapvető szerkezete (Stintzing és Carle, 2004 nyomán)

Azonkívül, hogy az antocianinok a növényekben élettani szerepet töltenek be, fontos elemei az emberi táplálkozásnak is (Nemes et al., 2018). Számos tanulmány számolt be pozitív korrelációról a zöldségek és gyümölcsök pigmenttartalma és az antioxidáns kapacitás között. Továbbá az antocianinok strukturális változásai befolyásolják az antioxidáns tulajdonságot. Bár felszívódásuk a szervezetben jóval 1% alatti, magas metabolikus aktivitási szintet mutatnak, melynek daganatellenes, antikarcinogén, vírusellenes, gyulladáscsökkentő, valamint immunrendszer stimuláló hatása van, valamint csökkenti a kapillárisok permeabilitását és törékenységét is. Ugyanakkor a fel nem szívódott molekulák védik a gyomor nyálkahártyáját az oxidatív sérülések ellen, ezáltal késlelteti a gyomor- és vastagbélrák kialakulását (Duthie et al., 2000, Stintzing és Carle, 2004) és hatásosak a kardiovaszkuláris betegségekkel szembeni védelemben is (Pechanova et al. 2020).

Az antocianint tartalmazó pigmentek jelentős szerepe a fotooxidatív károsodások megelőzésében, valamint az UV-védelemben rejlik. Ezek a pigmentek az UV hatására képződnek, megvédik a DNS örökítő anyagokat tartalmazó kettős spirálját az ultraibolya sugárzás által okozott sérülésektől a sejtekben. Keresztkötéseket hoznak létre, megakadályozva a rákos sejtek szaporodását és más sarkalatos sejtmechanizmust, mint a fehérjeszintézis (Kong et al., 2003; Reddy et al., 2005; Zhang et al., 2012).

Az antocianinok egyik jelentős feladatát az idegi diszfunkció és a kognitív hanyatlás gátlásában látja el. Joseph és munkatársai (2003) arról számoltak be, hogy a gyümölcsleiben levő antocianinok az emberi test életkorral kapcsolatos nehézségeit képesek enyhíteni, továbbá számos viselkedési és idegi paramétert, ami az agy posterior pólusán található és a vizuális információ kérgi feldolgozásának első helyszíne.

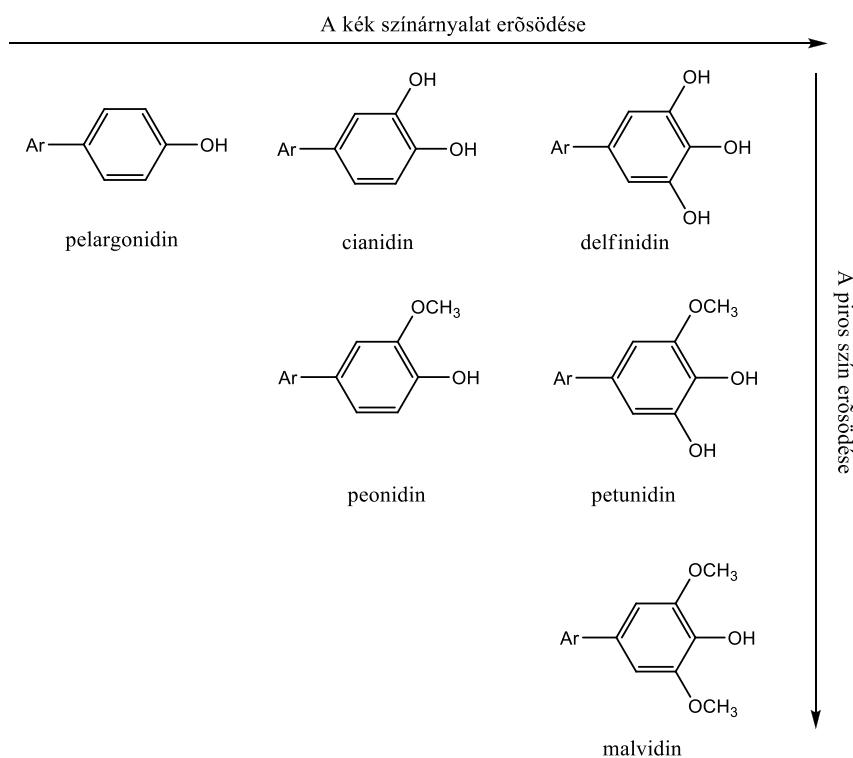
Meggy

A meggyenél fő komponensnek a cianidin-3-glükozilrutinozid tekintik, ez adja a meggyfélék összes antocianin tartalmának 60-67%-át, míg a cianidin-3-rutinozid a 25-33%-át. Kimutatták még a cianidin-3-sophorozid és a cianidin-3-glükozid jelenlétét is (Blando, 2004). A cianidineken kívül a német Gerema, a magyar Cigány 7 és a dán Stevnsbaer Birgitte fajtákban peonidin-3-rutinozid is előfordul (Boncz, 2007). Egy tanulmányban 34 meggyfajtát vizsgáltak összes polifenol tartalom, antocianin tartalom és összes antioxidáns kapacitás szempontjából. A kutatásban egy német meggyfajta, a Gerema, három hazai fajta, az Érdi bőtermő, a Cigánymeggy7, az Újfehértói fürtös, illetve a dán Stevnsbaer Birgitte és az Érdi bőtermő keresztezéséből kapott Birgitte×Bőtermő is szerepelt. Ezen minták közül a Birgitte × Bőtermő a legértékesebb fajta, mert mindhárom vizsgálati szempontból a legmagasabb értékkel rendelkezik, valamint a 34 meggyfajta között is az élen áll. A rangsorban az Érdi bőtermő követi, közel harmad annyi összes polifenol tartalommal, összes antioxidáns kapacitással és fele annyi antocianin tartalommal. Ezután a Cigánymeggy7, az Újfehértói fürtös és a Gerema következik. A 34 mintát tekintve az összes polifenol tartalom 74 -754 mg/100 g értékig terjed, az antocianin tartalom 21-285 mg/100g-ig, míg az összes antioxidáns kapacitás 9-63 $\mu\text{mol TE/g}$ -ig. Általánosan elmondható, hogy azok a meggyfajták, amelyek magas összes polifenol tartalommal és antocianin tartalommal rendelkeznek jobb az összes antioxidáns aktivitásuk (Khoo et al., 2011).

2.3.3. Antocianinok stabilitása

Az antocianin pH-ja és stabilitása a cukortartalma függvényében változik. A vörös pigment antocianin savas állapotban létezik, míg a kék pigment antocianin lúgos állapotban található (Khoo et al., 2017). Az antocianinok színét a hidroxil-csoportok száma, azok metilációs foka, a molekulához kötött cukor származékok természete és száma, a kötések helyzete, természete és a cukorhoz kötött alifás vagy aromás savak száma határozza meg (Bakowska et al., 2003). A szín adott pH-értéken is módosul a B gyűrűn található csoportok számától és minőségétől függően (4. ábra).

A termékek és a tartósított termékek antocianin tartalma a feldolgozás, tárolás során jelentősen csökken, és mivel a színyanyagok értékmérő tulajdonságok, ezért ajánlatos megismerni azokat a tényezőket, amelyek a színmódosításban, bomlásban szerepet játszanak. Az antocianinok színtabilitása különböző tényezőktől függ, ilyen az antocianin szerkezete, koncentrációja, pH, hőmérséklet és a komplexképző ágens jelenléte (Bakowska et al., 2003).



4. ábra: Az antocianinok színárnyalatának alakulása a B-gyűrű funkciócsoportjainak változása szerint (Gombkötő, 1985)

Az antocianinok degradációját több körülmény és tényező is kiválthatja. A közeg pH-ját tekintve 2-es érték alatt elsősorban piros flaviliumkation formájában vannak jelen, majd amikor a pH 6-os érték felé emelkedik bíbor árnyalatú anhidrobázis keletkezik. Ezek a vegyületek labilisak és a víz általi nukleofil támadás következményeként színtelen karbinol pszeudobázissá és kalkon pszeudobázissá alakulnak (Bakowska et al., 2003). Bomlásukat enzimek is előidézhetik. A polifenoloxidáz először a pirokatechint ortokinonná oxidálja, majd az antocianint színtelen terméké alakítja (Gombkötő, 1985). A polifenol-oxidázt a közepes hőkezelés körülbelül 50°C inaktíválja, így ez pozitív hatással van az antocianinok megtartására (Patras, 2010).

Az antocianinok degradációját elősegíti az aszeptikus csomagolás folyamatában fertőtlenítésre használt hidrogén-peroxid (H_2O_2) is. Fontos, hogy a rendszerből hatékonyan távolítsák el a maradék H_2O_2 -t az élelmiszerrel érintkező felületről, mivel az antocianinok lebomlásának aránya nagyban függ a hidrogén-peroxid jelenlététől. Meggy nektár, szamóca és gránátalma gyümölcslevek közül, a meggy antocianinjai a legellánállóbbak a hidrogén-peroxidos kezelésnek, majd a gránátalma- és a szamóca antocianinok. A hidrogén-peroxidos kezelést aszkorbinsavval kombinálva, kimutatták, hogy az aszkorbinsav jelenléte szignifikánsan gyorsítja a degradációt a meggy esetében, ezzel szemben a gránátalma lénél az aszkorbinsav védi az antocianinokat (Özkan et al., 2002).

Az antocianin degradációs folyamataiban az oxigén is fontos szerepet játszik. Jelenléte felgyorsíthatja a bomlást akár közvetlen oxidatív mechanizmussal, akár az oxidáló enzimek által. Az oxigén jelenlétében a polifenol-oxidáz katalizálja a klorogénsav oxidációját o-kinonná, mely reakcióba lép az antocianinokkal és barna színű oxidációs termék keletkezik (Kader et al., 1999).

Ismert jelenség élelmiszerekben az antocianinok hőhatásra bekövetkező elbomlása, amely a hőmérséklet emelkedésével egyenesen arányos. A hő okozta színkárosodást a pH csökkentésével és az oxigén kizárásával lehet mérsékelni. A hő által előidézett bomlás során a heterociklusos gyűrű felnyílik és kalkon vegyület jön létre, mely barna színű és oldhatatlan polifenollá degradálódik. A hőbontás során az antocianin hidrolízise is bekövetkezik-savanyú közegben- és a szabaddá váló aglikon gyorsan átalakul kalkonná, végül α -diketon szerkezetű vegyületté. Az antocianinok a cukorral együtt részt vesznek a Maillard-reakcióban. Ilyenkor az antocianinok kopolimereket alkotnak és mivel oldhatatlanok, az oldatból kiválnak, és a színyanyagot csökkentik (Gombkötő, 1985). Az antocianinok stabilitását erősen befolyásolja a hőkezelés időtartama és a hőmérséklet nagysága (Bakowska et al., 2003).

Kimutatták, hogy a tárolási hőmérséklet is fontos szerepet játszik az antocianinok degradációjában, mivel 20°C -on kisebb a bomlási folyamat, mint 37°C -on. A szamóca antocianinjai gyorsabban bomlanak, amint gyümölcslévé vagy koncentrátummá feldolgozzák (Garzon és Wrolstad, 2002). Hasonló tendenciát vettek észre a meggy esetében is (Cemeroglu, 1994). Áfonyapüré esetében kimutatták, hogy az antocianin veszteség nagyobb, mint 50% 6 hónapos tárolás után. Valószínűsítették, hogy ezen vegyületek polimerizálódtak a tárolás során (Ochoa et al., 1999). Fekete ribiszke juice és sűrítmény összes polifenol tartalma és antioxidáns kapacitása meglehetősen stabil 4°C és 20°C -os tárolás során. Ezzel ellentétben a monomer antocianinok elsőrendű kinetika szerinti

csökkenést mutatnak. Felezési idejük 690-816 nap 4°C-os, 103-154 nap 20°C-os és 17-21 nap 31°C-os tárolási hőmérsékleten, vagyis ajánlott a fekete ribizli juice-t és sűrítményt 4°C-on tárolni (Wuerth et al., 2009).

2.3.4. Fenolsavak

A fenolsavak közül legismertebbek a hidroxifahéjsav származékok, melyek szabad állapotukon kívül az antocianinokkal alkotott vegyületek formájában vannak jelen.

Az új farmakológiailag aktív vegyületek keresése során a fahéjsavszármazékok ígéretes vegyületek, amelyek nagy potenciállal rendelkeznek a gyógyszer kifejlesztésében. Számos fahéjsavszármazék, kiváltképp azok, amelyek a fenolos hidroxilcsoportot tartalmazzák, jól ismert antioxidánsok és számos egészségügyi előnnyel bírnak, erős szabad gyököket elnyelő tulajdonságaik miatt (Saiko et.al., 2008).

A fenolsavak közül a klorogénsav, az ellágsav és a galluszsav is kiemelkedik pozitív élettani hatása révén. Casedas és munkatársai (2016) megállapítása szerint meggy esetében a klorogénsav az egyik fő komponense az antioxidáns kapacitást adó vegyületeknek, ezért meghatározása nagyon fontos. Kim et al. (2005) a hidroxifahéjsavak közül neoklorogénsavat, klorogénsavat és p-kumársav származékokat mutatott ki meggyfajtákból. Az összesített eredmények azt mutatták, hogy a meggy és a cseresznye is gazdag fenolokban, erős antineurodegeneratív aktivitással bírnak és jó forrása lehet a biofunkcionális hatóanyagoknak az étrendünkben.

2.4. Az aszeptikus feldolgozási rendszer bemutatása

Az élő sejt- és szövetrendszereknek a természetes védetségük, immunrendszerük védelmet biztosít a romlási folyamatok ellen. Ez a védelem azonban növények esetében a leszedést, betakarítást követően, illetve a feldolgozás, tárolás során csökken vagy teljesen megszűnik. A változások lehetnek kedvezőek (pl. sajt érlelése, bor erjedése), de számos esetben nem kívánatos változásokat eredményeznek, pl. ülepedés, gyümölcslevek színváltozása, értékes összetevők bomlása (Vukov és Körmendy, 2007).

Az élelmiszerek minél hosszabb ideig történő, minőségváltozás nélküli tárolása érdekében különböző tartósítási módszereket alkalmazunk. Az adott élelmiszer vonatkozásában használható tartósító eljárás függ az alapanyagtól, a készíteni kívánt végterméktől, csomagolástól, és egyéb tényezőktől.

Az élelmiszerek tartósításának módszerei:

- fizikai
 - hőkezelés (pasztőrözés, sterilizálás)
 - hőelvonás (hűtés, fagyasztás)
 - vízelvonás (sűrités, szárítás)
- kémiai
- biológiai (Vukov és Körmeny, 2007).

2.4.1. Hőkezelés, pasztőrözés

Az élelmiszeripari termékek romlásának egyik oka mikrobiológiai eredetű, a romlást okozó mikroorganizmusok negatív hatásának eredménye. A hőkezelést alkalmazó sterilizáló, pasztőröző technológiák célja a mikroorganizmusok szaporodásának gátlása, a vegetatív sejtek és spórák elpusztítása.

A sejtek hőpusztulása fajtánként nagymértékben eltér, 40°C-tól 70°C-ig, illetve spórák ennél jóval magasabb, akár 100 °C feletti hőmérsékletet is átvészelnek. Az egyes mikroorganizmusok elpusztításához szükséges hőpusztulási idő megadásához referenciaértéket határoztak meg, mely a 121,1 °C, úgynevezett „Fo” érték.

Gyümölcslevek tartósításának leggyakoribb és legbiztonságosabb módja a pasztőrözés.

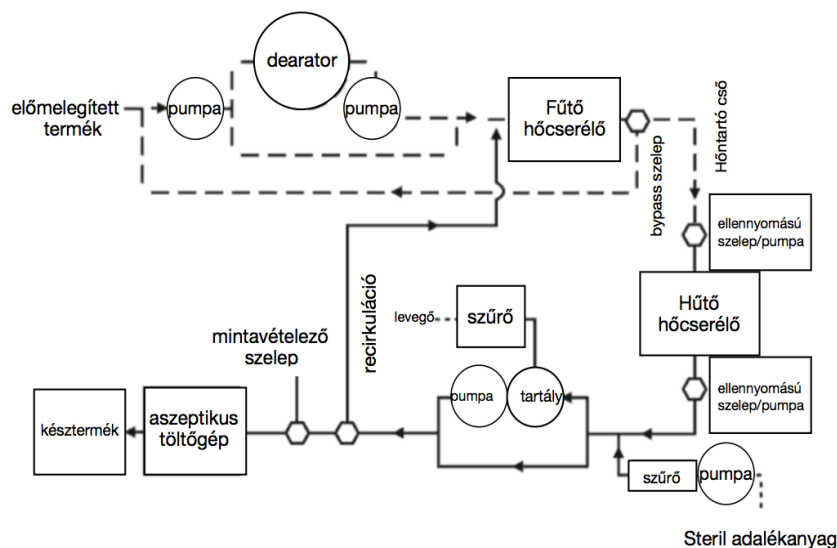
A pasztőrözés a 100 °C alatti, vagy 100 °C feletti, rövid ideig tartó (pillanatpasztőrözés) hőkezelést jelenti, mellyel a vegetatív, patogén mikrobajelvények nagy arányban elpusztíthatóak (99-99,9%), illetve ez a hőmérséklet inaktiválja a termékben lévő enzimeket, viszonylag enyhe beavatkozásnak tekinthető. Általában a nagy aktív savtartalmú termékek tartósíthatóak ezzel az eljárással (pH 4,5 alatt). A pasztőrözés azonban önmagában nem elegendő, a folyamatot olyan csomagolótechnológiával kell ellátni a pasztőrözés előtt vagy után, ami az újra fertőződés lehetőségét kizárja (Barta és Körmeny, 2007).

Főbb pasztőrözési eljárások:

- A hagyományos pasztőrözés a termék jellegétől és csomagolásától függően hosszabb időtartamú hőkezelés viszonylag alacsony hőmérsékleten. A lezárt konzervek pasztőrözési ideje három részből – felmelegedési, tartási és hűtési időből - tevődik össze. Ezt a pasztőrözési eljárást befőttek, lekvárok, savanyúságok, stb. hőkezelésekor alkalmazhatjuk. Általánosan használt berendezése a folyamatos működésű alagútpasztőröző és a szakaszos üzemű pasztőrökád (Körmeny, 2007).

- A gyors- vagy pillanatpasztőrözésnél a hőkezelés magasabb hőmérsékleten (100 °C felett, HTST, vagy UHT eljárás) rövid ideig (néhány másodpercig) tart. Ha a hőkezelt terméket forrón töltjük és zárás után az üvegben vagy a dobozban hűtjük le (főlaszeptikus töltésnek is nevezzük), a termék minősége károsodhat. A gyakorlatban általánosan használt berendezés a csöves vagy lemezes pasztőröző berendezés (Barta, 2007).
- Ha a csomagolóanyag előzetesen sterilizált és a töltés közben az utánfertőzést megakadályozzuk (steril környezet), a pillanatpasztőrözés teljesen aszeptikus gyártástechnológiát ad. Ebben az esetben a pasztőrözött terméket szobahőmérsékletre lehűtve töltjük steril körülmények között (Barta, 2007).

Az aszeptikus szó latin eredetű, jelentése fertőzéstől mentes, kórokozó nélküli, baktériummentes. A tartósítóipar egyik legtöbb eredményt hozó eljárása. Az eljárásban a hagyományos konzervgyártással szemben, a terméket előbb sterilizik, majd ezt követően egy steril rendszeren keresztül töltik le (5. ábra). Az aszeptikus technológia magas hozzáadott értékű élelmiszerminőség-megőrzést biztosít számos élelmiszer számára, beleértve az ízesített tejet, pudingokat, krémeket, fagylaltkeverékeket, tejsavó alapú italokat, gyümölcsleveket, sportitalokat és joghurtot (Scott, 2008).



5. ábra: Aszeptikus feldolgozás és csomagolás folyamatábrája (Nelson, 2010 nyomán)

Előnye, hogy a néhány grammos kiszerezéstől a több száz köbméteres tartályig lehet tölteni. A tároló edényzetnek is sterilnek, csíramentesnek kell lennie. Ehhez vagy eleve a tároló

edény, zsák már sterilen lett legyártva, és lezárva, vagy töltés előtt közvetlenül sterilizálják (például tartályok esetében gőzzel).

2.4.2. Az aszeptikus technológia előnyei, hátrányai

Mint minden műszaki megoldásnak és technológiai elvnek, az aszeptikus feldolgozásnak is létezik hátránya és előnye is, melyet összefoglalva a 7. táblázat mutat be.

7. táblázat. Aszeptikus feldolgozás és csomagolás előnyei, hátrányai a nem aszeptikus rendszerrel szemben (DAVID et al., 1996 nyomán)

Kritérium	Aszeptikus előny	Aszeptikus hátrány
Gyártási sebesség		alacsonyabb
Leállás lehetősége		A töltőanyag újraszterilizálása, ha a rendszer sterilitása veszélybe kerül
Energiaköltség	30% vagy annál nagyobb megtakarítás	
Hőleadás sterilizálás során	precízebb	
Tápanyagveszteség	minimális	
Termék általános minősége	a csomagolószerszám formája és nagyságának függvénye	
Termékkezelési költségek/munkaerő	alacsony	
Érzékszervi minőség	kiváló	
Rontási hibaelhárítás		komplex
A részecskéket tartalmazó termékek sterilizálása		komplex
Sterilizáló berendezés		komplex
A hőálló enzimek túlélése		lehetséges
Nyomonkövethetőség	egyszerűbb	
Hozzáadott érték	magasabb	

Az aszeptikus technológia előnyei:

- HTST (high temperature, short time) folyamatos alkalmazás, rövid ideig tartja melegen a terméket, ezáltal javul a minőség, csökkenthető az értékes anyagok vesztesége és javul az érzékszervi minőség is.
- A folyamat automatizált, legtöbb esetben programvezérelt.
- Hatékony az energia, víz, és hő felhasználása, 30% vagy annál nagyobb energiaköltség megtakarítás is lehetséges.
- Precízebb hőleadás sterilizéskor.
- Nagyobb rugalmasság biztosítható az értékesítési piacon a hosszú minőségmegőrzési idő miatt.
- Magasabb a termék hozzáadott értéke, egyszerűbb a nyomonkövethetőség.
- Mivel a terméket lehűtjük töltés előtt ezért olcsóbb csomagolóanyag is megfelelő lehet.

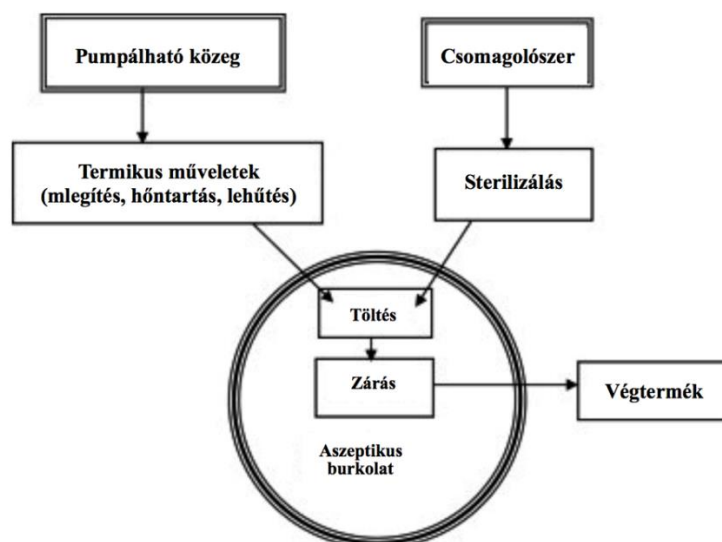
Az aszeptikus technológia hátrányai:

- Beruházási költsége jóval drágább, mint egy nem aszeptikus technológia.
- Érzékenyebb a perifériákra (sűrített levegő, gőz, víz minősége).
- Leállási probléma esetén amennyiben veszélybe kerül a rendszer sterilítása, az egész rendszert újra kell sterilizálni.
- Bizonyos hőálló enzimek túlélése lehetséges.
- A személyzettől is magasabb fokú képzettséget követel meg (Ott, 2007).

2.4.3. Az aszeptikus rendszer fő elemei

Egy aszeptikus rendszernek három feltételnek kell megfelelnie:

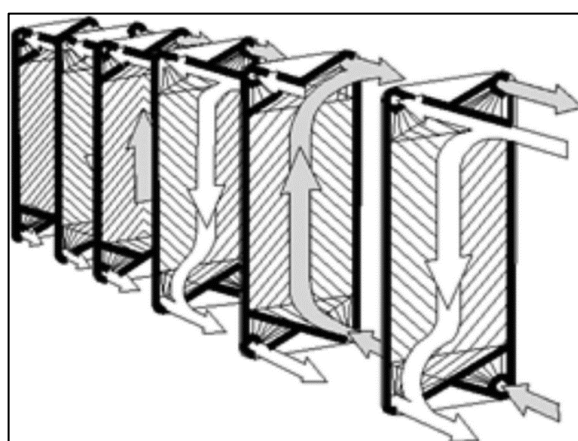
1. A rendszer, amiben a terméket sterilizzük, hűtjük és letöltjük/zárjuk csíramentesnek kell lennie.
2. A terméket sterilizálni kell töltés előtt.
3. A csomagolóegységet is sterilizálni kell, mielőtt a terméket betöltjük (6. ábra).



6. ábra: Aszeptikus töltés (David et al., 1996)

A termék sterilizálására a tulajdonságaitól függően különböző berendezéseket használnak. Híg levek jól sterilizálhatók lemezes hőcserélők segítségével (7. ábra), míg a nagyobb viszkozitású, illetve kisebb darabos termékeknek, mint a gyümölcsvelők a csöves vagy cső a csőben hőcserélők alkalmazandóak (8. ábra).

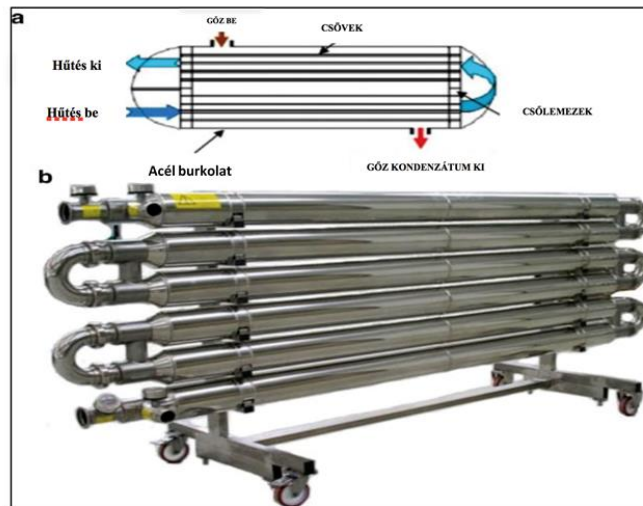
Konzisztensebb, sűrűbb, darabosabb termékek esetén alkalmazható a gőzinjekciós eljárás, ahol speciális keverőfej segítségével az anyagba keverik a fűtőgőzt, ebben az esetben a gőz, illetve a gőzrendszer erre alkalmas minőségűnek kell lennie. Ilyen típusú élelmiszereknél a kapartfalú hőcserélő a legkorszerűbb és legjobban bevált berendezés.



7. ábra: Lemezes hőcserélő (Toledo et al., 2018)

Az aszeptikus módszer sikerességének kulcsa függ a rendszer elősterilizációjától a letöltendő termék és csomagolóeszköz sterilizációjától illetve sterilen tartásától egészen a zárás befejezéséig.

A rendszer sterilizését, ahol ezt a berendezés elemei elviselik, telített gőzzel, vagy nagy nyomású 120°C hőmérséklet körüli vízzel végzik, a töltő egységnél, ahol nincs lehetőség nagy nyomás használatára 250-320 °C-os túlhevített gőzzel végzik. Fentiekén kívül antimikrobás szereket alkalmaznak, mint citromsav vagy borkósav forró vizes oldatát, illetve vegyszeres fertőtlenítést (Anu & Rajinder, 2012).



8. ábra: Cső a csőben hőcserélő (Toledo et al., 2018)

A fém tároló edényeket nagy áramlási sebességű túlhevített gőzzel, vagy nem kondenzálódó gázokkal lehet sterilizálni, ezt kisebb dobozoknál (0,5-20 kg) szokták alkalmazni.

Elterjedt csomagolás még a különböző méretű aszeptikus zsák, melyet sterilen gyártanak és zárnak le, a töltés előtt a töltő/záró egység nyitja fel a betöltőnyílást. Egyes élelmiszereket, mint például a gyümölcsle sűrítvényeket is szokás nagyobb 10-100 m³-es steril tartályokban tárolni, és szakaszosan letölteni, ilyenkor a tartály aszeptikusságát is biztosítani kell, a megtöltés előtt majd folyamatosan az ürítés alatt. A tartályok sterilizására itt is szokás gőzt használni, 2-2,5 órás gőzölési időt szoktak alkalmazni.

Terjed a nagyobb méretű tartályok széles hatásspektrumú vegyszerekkel való sterilizése. Ezek közül leghatásosabbak az un. jodoforok, a per-ecetsav és főként a hidrogénperoxid (Anu & Rajinder, 2012).

Igen fontos része még a rendszernek a csíráatlanított levegő, melyet a tartályok gőzzel való fertőtlenítésük után szívnak be (zárt tartályban lehűléskor vákuum keletkezik, a megfelelő áteresztőképességű sterilszűrős légberekesztő (amennyiben nem védőgáz van a tartályban) nélkül összeroppanhat), emellett a termék kiürítése közben is pótolni kell a lecsökkent

térfogattal megegyező térfogatú levegőt. Valamint töltő-záró gépek steril kamráiban lévő levegőt is sterilszűrőn szokták átvezetni.

Az aszeptikus csomagolásban használt műanyagok állhatnak acetálból, nejlonból, polipropilénből, poliészterből, polikarbonátból, akrilból, ABS-ből (akrilnitril-butadién-szirol), PVC-ből (polivinil-klorid), polisztirolból, nagy sűrűségű polietilénből, alacsony sűrűségű polietilénből, EVAL (etil) vinil-acetát), EVOH (etil-vinil-alkohol) és PVDC (polivinilidén-klorid). A sterilizálószerket mikroszórófejes párasítással juttatják az aszeptikus zónába, míg a csomagolást steril fürdőn keresztül vezetve sterilizálják, olyan szerekkel, mint a jód, a klór, az oxónia vagy az ózon, valamint a hidrogén -peroxid és az ultraibolya fény. A hidrogén -peroxid a leghatékonyabb magas hőmérsékleten (David et al., 1996).

Az aszeptikus feldolgozás és csomagolás számos előnnyel jár a hagyományos pasztórozással szemben. Az előnyök közé tartozik a hosszabb eltarthatósági idő, az alacsonyabb energiaköltségek, valamint a szükséges hűtés megszüntetése a tárolás és az elosztás során. Az aszeptikus technika az élelmiszeripar legtöbb eredményt hozó eljárásának egyike. Lényege, hogy a terméket előbb sterilizik, majd az utánfertőzést kizáró (aszeptikus) körülmények között, az előre már ugyancsak csíráatlanított edényzetbe töltik, szemben a hagyományos technológiával. A felhasznált edényzet mérete, szerkezeti anyaga rendkívül sokféle lehet.

A hőterhelés nagyságát és a sterilizálás körülményeit a technológiai célszerűség és a gazdaságosság szabja meg, nem a csomagolási egység nagysága. Ez lehetőséget biztosít a gyakorlatilag tetszőlegesen nagy tartálméretek alkalmazására, továbbá a hőkezeléssel együtt járó, nem kívánatos elváltozások minimumra való csökkentésére, ezzel eredményezve a minőség javulását. Az aszeptikus módszer legfőbb előnye abban rejlik, hogy a csíráatlanítási folyamat átfutási ideje, azonos hőmérsékletet alapul véve, gyakorlatilag független a megtölteni kívánt edény nagyságától. A technológia olcsóbb, nem hőálló csomagolóanyagok használatát is lehetővé teszi.

A hagyományos forrón töltéssel szemben nagyobb a beruházási eszközígénye, magasabb színvonalat követel a higiéniai fegyelem, a karbantartás, szakképzettség terén (Rogacsev és Fromzel, 1983).

A csomagolás sokféleségéből adódóan a töltőgépek is különböző, a célnak legmegfelelőbb felépítéssel rendelkeznek.

Többféle aszeptikus hordótöltő berendezés ismeretes. A hordótöltő berendezés a töltőrendszer kb. 200 l nagyságú hordók, valamint zsákok töltésére egyaránt alkalmas.

A CIP vagyis Clean in Place rendszer nélkülözhetetlen kiegészítő eleme az aszeptikus tartósító vonalnak. Feladata a rendszer tisztítását és sterilizálását elvégezni annak megbontása, szétszerelése nélkül. Nagyon fontos, hogy e munka során emberi hibák, mint kezelési idők be nem tartása vagy hibás csapváltások és műszaki, mint gőzkimaradás, vegyszerkoncentráció-csökkenés ne fordulhassanak elő. Továbbá műszaki okok (gőzkimaradás miatti hőmérséklet-csökkenés) előfordulása esetén a rendszerbe való termékbetáplálás ne következhesse be, a sterilizálás újra, hibátlanul és maradéktalanul végrehajtható legyen. Ezek miatt a CIP rendszereket magas színvonalon szükséges automatizálni, megfelelő reteszelvek, illetve programszabályozás mellett (Barta és Körmeny, 2007).

2.4.4. Aszeptikus rendszerek a gyümölcsfeldolgozásban

Az aszeptikus tartósítási mód elterjedt és kedvelt formája a gyümölcsök tartósításának. Gyümölcsvelő és gyümölcslé/sűrítmény, mint félkésztermékek 10-1000 kg közötti zsákos, esetleg tartályos módon kerülnek tartósításra. Az aszeptikus rendszer többrétegű, társított csomagolásban is forgalomba kerül fogyasztói csomagolásként (0,2-5 l), ebben az esetben gyümölcslevek, -nektárok, -italok töltésére használatos.

A gyümölcsök feldolgozása során elsősorban gyümölcsvelő (a gyümölcshúst áttört, pépes formában tartalmazó, mag- és héjmentes, natúr félkész-termék), gyümölcslé/sűrítmény (a gyümölcs préselt, tisztított, szűrt leve eredeti vagy sűrített állapotban) vagy ún. cloudy lé (préselt, rostokat tartalmazó lé) készül (Horváthné, 2007).

A gyümölcsvelő/lé előállítása (Horváthé, 2007; Horváth-Kerkai és Stéger-Máté, 2012)

A gyümölcsvelő/lé előállításának technológiája három fő műveletcsoportra tagolható:

1. A nyersanyag előkészítése:

A nyersanyag fogadása, ellenőrzése, minősítése.

A nyersanyag feldolgozást megelőző átmeneti tárolása szilárd aljzatú, fedett tárolótérben, a gyümölcs romlékonyságától függően max. 8-24 órát, +5°C-os hűtőtárolóban, a gyümölcsfajtától függően legfeljebb 1-15 napig. (ULO, azaz Ultra Low Oxygen technológia esetén jóval tovább!)

A nyersanyag feladása a feldolgozó vonalra kézi felöntéssel, konténerürítővel vagy a szártépon keresztül. Bogyósoknál mosást lehetőleg nem alkalmazunk. Vonala-juttatásuk a mosó utáni válogatószalagra történik.

Mosás, öblítés.

Válogatás, az idegen vagy a feldolgozásra alkalmatlan anyagok kézi eltávolítása.

A roppantó zúzóba történő felhordás, közben ivóvízes öblítés.

Roppantás, majd min. 86°C-os előfőzés 3-6 percig (nyersanyagtól függően opcionális)

2. A velő/lé elkészítése:

Magozó-passzírozón történő mageltávolítás (amennyiben szükséges)

Színrögztítés (aszorbinsav-oldat adagolásával, fehér gyümölcsöknel)

Velő esetén passzírozás, min. 2 fokozatú passzírozóval/gyümölcslé esetén prézelés

Kilevegőztetés.

Homogenizálás (amennyiben a belőle készült termék minősége szempontjából fontos, hogy a velő rostjai finoman aprítottak legyenek).

3. Tartósítás:

A kiegyenlítő edényen keresztül a velő pasztőr állomásra történő juttatása. Pasztőrözés (átfolyó rendszerben, nagyon rövid idő, max. 1,5 perc, 80-100 °C), majd hűtés 30°C alá.

A töltésre két technológia létezik:

Töltés aszeptikus töltőgéppel 5-220 l-es Bag-in-Boksz, ill. Bag-in Barrel egységekbe.

Töltés aszeptikus tartályokba.

A gyümölcstermékek megfelelő minőségét a gyors és rövid ideig tartó hőkezelés, a korszerű, steril csomagolási megoldás, a levegőzárványokat eltávolító kilevegőztetés, valamint a színrögztítési eljárás együttesen garantálja. A színrögztítő eljárás a gyártástechnológia elején, általában zúzáskor, aszorbinsavat adagolással történik. Az aszorbinsav egy hatásos oxigénmegkötő antioxidáns, mely aktivitása miatt alkalmas a gyümölcsök színváltozásának a megakadályozására (Eberhardt et al., 2000). Az aszorbinsav *in vitro* megvéd bizonyos flavonoidokat, például az antocianinokat az oxidatív lebomlástól a gyümölcslévek feldolgozása és tárolása során. Az aszorbinsav színrögztítő hatásának vizsgálatával számos tanulmány foglalkozik különböző gyümölcsök feldolgozása esetén (Karhan és mtsai, 2003; Sadilova et al., 2009; Paul és Gosh, 2012; Jiang et al., 2016).

Ugyanakkor a gyártók részéről egyre nagyobb az igény az aszorbinsav elhagyására és természetes anyagokkal való helyettesítésére. Alternatív megoldás lehet a természetes acerolalé (*Malpighia emarginata* DC.) vagy aszorbinsavban gazdag koncentrátumok használata (Lima et al. 2011; Nagamine et al., 2004).

A *Malpighia emarginata* a Malpighiaceae családjába tartozó trópusi gyümölcstermő cserje vagy kis fa. Gyakran illetik a barbadoszi cseresznye vagy nyugat-indiai cseresznye elnevezéssel is. Az acerola Paraguayban és Brazíliában, Dél- és Közép-Amerikában,

valamint Mexikó déli részén, Puerto Ricóban, a Dominikai Köztársaságban és Haitin honos, de ma már Ázsia szubtrópusi területein, például Indiában is termesztik.

Az acerola az egyik leggazdagabb természetes aszkorbinsavforrás, és számos fitonutriens is tartalmaz, például karotinoidokat, fenolokat és flavonoidokat. A fitonutriens-tartalom a fajtától, a genotípustól, az érési szakasztól, valamint a termesztési és feldolgozási körülményektől függően változik.

Az elmúlt néhány évben a tudományos kutatások és a gyógyszergyárak körében megnőtt az érdeklődés e gyümölcs iránt. A gyümölcs 1500-4500 mg/100 g mennyiségben tartalmaz aszkorbinsavat, amely körülbelül 50-100-szorosa a narancs vagy citrom aszkorbinsav tartalmának (Prakash and Baskaran, 2018). Rendkívül magas antioxidáns kapacitása miatt széles körben alkalmazzák, mint antioxidánst. Számos ipari termék fejlesztésében játszik szerepet, többek között gyümölcslevek, dzsemek, fagyaltok, szirupok és likőrök esetében. Egyes termékek azért tartalmazzák acerolát, mert táplálékkiegészítőként használják az immunválasz, az antioxidáns potenciál és a táplálkozási igények erősítésére. Az acerola kivonat hatásos antioxidatív, gyulladáscsökkentő, antitumor és antigenotoxikus aktivitást is mutat (Realini et al., 2015; Vieira et al., 2019; de Barcelos et al., 2020; de Goes Carneiro et al., 2020).

3. ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK

3.1. Kísérleti minták nyersanyagai, származási helye

A doktori kutatásban felhasznált alma és meggy termesztése Kiskőrösön (ÉSZ: 46°, 37'; KH: 19° 17') történt. Az ültetvény a Duna bal partján, attól 30 km-re a Dél-Alföldön található, 100 méteres tengerszint feletti magasságon. Az ültetvény talaja homoktalaj. Éghajlata aszályos, mérsékelten meleg, uralkodó széliránya északnyugati.

A kísérletek során felhasznált alma az 'Idared' kereskedelmi fajta volt. Az ültetvény 2006-os telepítésű, 8 hektáros, jégvédő hálóval felszerelt. Az ültetvény térállása 3 x 1,5m, a növények magasztott karcsúorsó koronaformával bírnak, déli és keleti oldalról erdősávval határolt az uralkodó széliránytól való izoláció miatt.

A kísérletek során felhasznált meggy az 'Érdi bőtermő' öntermékeny fajta volt. Az ültetvény 2007-es telepítésű, 5 hektáros, csepegtető öntözéssel ellátott.

A kísérletek tárgyát képező két gyümölcsfaj azonos mikroklímájú környezetben termelt, az ültetvények távolsága kb. 2 km.

3.2. A kísérleti munka helyszínei

Az alma és meggy nyersanyagok feldolgozása és a kísérletek tárgyát képező aszeptikus mintaszakok előállítása ipari körülmények között történt a Juice Products Zrt. kiskőrösi zöldség-és gyümölcsfeldolgozó üzemében.

Az analitikai vizsgálatok közül a vízdoldható szárazanyag tartalom, pH-érték, szinkoordináták, összes polifenoltartalom, valamint az antioxidáns-kapacitás meghatározása a Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem, Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet, Zöldség- és Gyümölcsfeldolgozás Technológia Tanszékén történt. A fenol komponensek és az aszkorbinsav tartalom meghatározását a Wessling GmbH. Deutschland laboratóriuma végezte.

3.3. Kísérleti minták előállítása

A színrögztítő kezelések (aszkorbinsav, valamint acerolalé adagolás) és a tervezett tárolási idő (12 hónap) figyelembevételével mindkét gyümölcsfaj esetében 3 gyártásban kezelésként 21-21 db 5 l-es mintaszakot készítettem üzemi körülmények között.

A kontroll minták (AK és MK) előállítása során nem történt színrögztítő kezelés. Az aszkorbinsavas színrögztítéssel készült minták (AAS és MAS) előállítása során 200 mg/l mennyiségű aszkorbinsav adagolás történt vízben oldott formában. Az acerolalével történő kezelés (AACE és MACE) során 200 mg/l aszkorbinsavat tartalmazó acerolalé hozzáadás történt. Az adagolás az aseptikus tartályokba történő betárolás során valósult meg, annak saját adagoló egységének segítségével a préselést követően kevesebb, mint egy percen belül, így az ezalatt fellépő oxidáció mértéke elhanyagolható. A minták kódolását a 8. táblázat foglalja össze.

8. táblázat: Kísérleti almálé és meggylé minták kódolása

	Minta kódja	Alkalmazott előkezelés	
Almálé minták	AK	-	-
	AAS	aszkorbinsav adagolás	200 mg/l
	AACE	acerolalé adagolás	200 mg/l aszkorbinsavat tartalmazó acerolalé (1,42 g/l)*
Meggylé minták	MK	-	-
	MAS	aszkorbinsav adagolás	200 mg/l
	MACE	acerolalé adagolás	200 mg/l aszkorbinsavat tartalmazó acerolalé (1,42 g/l)*

*Az acerola sűrítmény specifikációja az M2. Mellékletben található.



9. ábra: Almálé és meggylé mintaszák (kontroll, 5 l) (Forrás: Saját felvétel)

Az 5 l-es mintaszákok (9. ábra) vizsgálata közvetlenül a feldolgozás után történt, valamint 12 hónapos tárolás során 2 havonta. Minden vizsgálati időpontban, mindegyik minta

esetében 3-3 db zsák került analízisre. A minták tárolása a Juice Products Zrt. kiskőrösi zöldség-és gyümölcsfeldolgozó üzemének raktárában történt 20 °C-on.

3.3.1. Almalé minták előállítása

Nyersanyagátvétel, tárolás: Az alma és meggy nyersanyagok a légyártáshoz megfelelő érettségi állapotban érkeztek az üzembe a szüret napján. Feldolgozásuk a szüretet követő első napon megtörtént annak érdekében, hogy elkerüljük a hűtés és tárolás minőségromló hatásait. Feldolgozásig változatlan légtérű hűtőtárolóban 2-3 °C között, 95%-os páratartalom mellett tároltuk.

Mosás: Az alma és meggy gyümölcsök első lépésként SRAML® JP6000 típusú tisztavizes áztató-permetező dobmosón haladtak át, mely a durva szennyeződésektől hivatott megtisztítani az alapanyagot.

Aprítás, darálás: A megmosott gyümölcs aprítása ProXES perforált tárcsás gyümölcsmaróval történt, mely préselesre alkalmas zúzalékot készít. A gyümölcsmaró tárcsái cserélhetőek, termékspecifikusak, így az almatermésűek számára készült egyedi perforációt használtam, mely a préseles folyamatához az optimális szemcseméretet (10 mm) eredményezte (10. ábra). Ez a méret a későbbiekben használt prés gyártója által - almatermésűek gyümölcseire - előírt méretet is jelenti. A berendezés 7500 fordulatszám/percen működött.

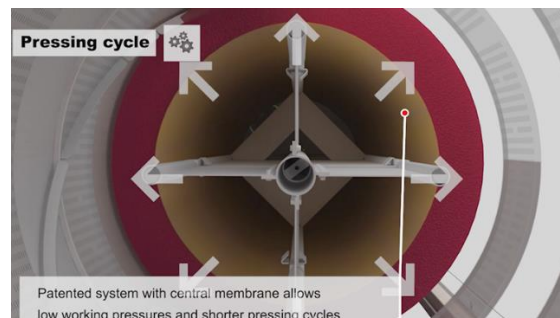


10.ábra: ProXES® perforált tárcsás gyümölcsmaró szerkezeti felépítése és működése (Forrás: ProXES, 2020)

Zúzalék továbbítása, szivattyúzás: A zúzalékot az egészségügyben alkalmazott vérátömlesztés során, illetve a vegyipar számos területén használatos perisztaltikus szivattyú segítségével továbbítottam a présbe. Ezen működési elv lehetővé teszi az alacsony

fordulatszámú működést, mely nem juttat - a kísérlet szempontjából különösen fontos - levegőt a folyadékba. A szivattyú szerkezeti felépítéséből adódóan a közeg nem érintkezik a forgó, mechanikai egységekkel, kizárólag az élelmiszeripari, kioldódásmentes latex cső belső falával, mely porózus szerkezetéből adódóan alacsony ellenállást fejt ki a zúzákkal szemben, így rendkívül alacsony higiéniai kockázat mellett szállítható vele csaknem bármilyen konzisztenciájú frakció anélkül, hogy megváltoztatná annak bármilyen tulajdonságát. A forgórészen elhelyezett görgők csapágyazva vannak, ezáltal köztük és az állórész, vagyis a cső felülete között nem jön létre súrlódás, így az nem melegíti a szállítandó közeget sem. A szivattyú frekvenciaváltóval szerelt, így teljesítménye fokozatmentesen szabályozható. A kísérlet alatt 20 tonna/óra tömegáram mellett működött, mivel a kísérlet az ipari gyártás körülményeit hivatott vizsgálni.

Préselés: A préselés szakaszos üzemi, vízszintes kosaras, központi membrános, öntisztító rostájú DELLA TOFFOLA® PEC100 típusú gyümölcspréssel történt (11. ábra), lépcsőzetesen felépülő 3 bar nyomás mellett, program specifikus, szakaszos, kétirányú dobforgatással. A kísérlet során az almát és a meggyet is a gyártó által előírt legmegfelelőbb programmal préseltem ki. A prés szabadalmaztatott rendszerének köszönhetően, központi membránnal alacsony üzemi nyomást és rövidebb préselési ciklusokat tesz lehetővé, magas hatékonyság mellett. A membrán, a feltöltés ideje alatt a tengelyre simul, a dob 30 másodpercenként 10 másodpercet - a gép vezérlőkonzolljával szemben állva - jobbra forog egyszer. Erre azért volt szükség, mert a tartályban lévő mechanikus kényszerek ezáltal tudják, annak belsejében egyenletesen elosztani a préselendő közeget. A perforáción áthaladó folyékony fázis egy, a belső perforált és a külső dob között kialakított drén elvezetőn keresztül jutott az azt összegyűjtő tartályba. A kísérlet során a préselés nyomás alatt lévő nitrogén (N) gáz mellett zajlott az oxigén kiszorítása és ezzel együtt az oxidáció csökkentése érdekében. A nitrogén gázt a Linde ipari gáz előállító cég, 200 bar nyomáson szállítandó tartályban juttatta el a vállalat számára.



11.ábra: DELLA TOFFOLA® PEC100 típusú gyümölcsprés szerkezeti felépítése
(Forrás: Della Toffola)

Présle továbbítása: A kipréselt levét egy előzetesen, a CERTUSS® gőzfejlesztő segítségével előállított 145°C-os, 6 bar nyomású, telített vízgőz segítségével, 300 kg/h teljesítmény mellett, 15 percen keresztül sterilizált, zárt, kioldódásmentes élelmiszeripari vezetéken keresztül eljuttattam el egy aszeptikus tartályba. Minden menetes csatlakozó, kialakításából adódóan porózus felületeket képez, mellyel mikroorganizmusok számára biztosít megtelepedési felületet. Emiatt, minden megkezdett beavatkozás előtt, az előzetesen összeillesztett, zárt csővezetékeket 145 °C-on, gőzzel sterilizáltam. A csővezeték többrétegű felépítése teszi lehetővé, hogy sem annak, sem a rajta keresztülhaladó folyadék fizikai, kémiai vagy biológiai tulajdonsága ne változzon.

Az aszeptikus tartályból Alpha Laval forgódugattyús szivattyú segítségével juttattam el a présleveket az előmelegítőbe. A forgódugattyús szivattyú forgórésze ugyan közvetlen érintkezik a frakcióval, a dugattyúk kialakításából adódóan nem juttat bele feleslegesen oxigént, emellett kifejezetten alacsony szárazanyag-tartalmú folyadék fázisok szállítására szánja a gyártó és a kísérlet során, használata előtt gőzzel sterilizáltam.

Előmelegítés: Az előmelegítő egy duplafalú, cső a csőben rendszerű egység, mely a kísérlet során 20 °C-os préslevet 40 °C-ra melegítette fel a későbbi diszpergált és oldott oxigén gáztalanítása érdekében. Az ehhez szükséges energiát gőz segítségével állította elő, melyhez a szükséges villamos energiát napelemek biztosították. Az előmelegítő 'Bypass' rendszer elvén működik, miszerint addig magában keringeti a kezelni kívánt folyadékot, míg az a kívánt hőmérsékletre nem melegedett fel. Ez az indulási fázisban kritikus tényező, amíg a rendszer el nem éri az optimális üzemi hőfokot. Az előmelegítő egy Certuss, gázolaj üzemű, légkeveréses gőzfejlesztő által előállított telített vízgőzzel működik, melynek hőmérséklete és annak a csőrendszerben eltöltött ideje fokozatmentesen szabályozható.

A préslevek az előmelegítés során $Q = c \cdot m \cdot \Delta T$ hőmennyiség energiát vettek fel, lamináris ellenáram mellett, melyet a berendezés egy perc alatt adott le. A folyamat során alkalmazott adatok:

$c = 4,182 \text{ kJ} / \text{kg} \cdot \text{K}$ (a folyadék felmelegítése során a tömegegységre vonatkoztatott fajlagos hőszükséglet, másnéven fajhő (folyadék sűrűsége 20 °C-on 998,2 kg / m³)),

$m = 1001 \text{ kg} = 998,2 \text{ kg}$ (a folyadék tömege)

$\Delta T = 20 \text{ K}$

$Q = 83\,489,448 \text{ kJ}$

Dearálás: Az előmelegítést követően mind az almalé, mind a meggylé esetében az oldott és diszpergált oxigén eltávolítását dearátor segítségével végeztem. Az almalé és meggylé 40 °C-ra történő előzetes felmelegítését követően került a dearátorba, melynek belső terében -

0,8 bar vákuumban egy forgó tárcsa segítségével vékony filmréteggé került a dob belső falára. A dob belső falán képzett vékony folyadékrétegből a vákuum könnyen kiválasztja a diszpergált oxigént, mely az erre kiépített nyíláson távozik.



12. ábra: SRAML[®] dearátor szerkezeti felépítése. (Forrás: Sraml)

A dearátor nyomószivattyúja mindaddig nem lép működésbe, míg a légmentes folyadékoszlop el nem éri a megfelelő magasságban elhelyezett szintérzékelőt. A felette található légrésben vákuum uralkodik. Az almalébe - annak préselése és mozgatása során - került levegő és az azt eltávolított, már dearált almalevet a 12. ábra hivatott szemléltetni. Az alacsonyabb oldott és diszpergált oxigénszint a továbbiakban hőkezelné kívánt almalevet és meggyelét tulajdonságait pozitív irányban befolyásolhatja, így a kísérlet további fázisaiban kizárólag a dearált folyadékok tulajdonságait vizsgáltam.

Hőkezelés: A hőkezelés Della Toffola Priamo típusú, tubuláris pasztörizálóval történt 86 °C-on 1 percre. A már előmelegített és dearált alma és meggyelék egy az előmelegítés során használt cső a csőben hőcserélő egységen, szabályozott hőmérséklet és átfolyási teljesítmény mellett kapták meg a tartósításhoz szükséges hőmennyiséget. A pasztörizáló három fő, szerkezeti egységből épül fel úgy, mint hideg zóna, ahol a hőkezelné kívánt frakció halad át, a forró zóna, ahol a hűtendő - forró vizes - frakció halad végig, illetve egy szigetelés, amely a hatékonyság növelése érdekében az előbbi két egységet közrefogja. A pasztörizálóban lineárisan épülnek fel az előzetesen beállított hőmérsékleti értékek a primer és sekunder körben egyaránt. A primer (hideg), illetve sekunder (forró) kör hűtőadása egy cső a csőben hálózat segítségével valósul meg. A préselések a pasztörizálás során $Q = c \cdot m \cdot \Delta T$ hőmennyiség energiát vettek fel, lamináris ellenáram mellett, melyet a berendezés egy perc alatt adott le. A folyamat során alkalmazott adatok:

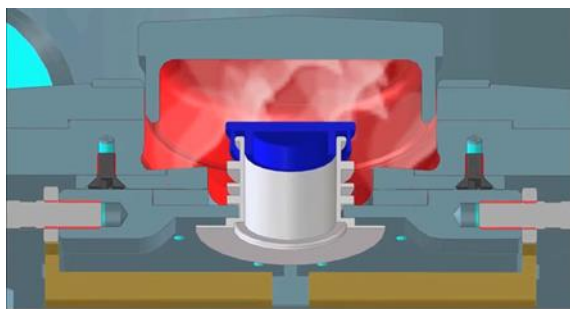
$c = 4,182 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$ (a folyadék felmelegítése során a tömegegységre vonatkoztatott fajlagos hőszükséglet, másnéven fajhő (folyadék sűrűsége $20\text{ }^\circ\text{C}$ -on $998,2 \text{ kg/m}^3$))

$m = 1001 \text{ kg} = 998,2 \text{ kg}$ (a folyadék tömege)

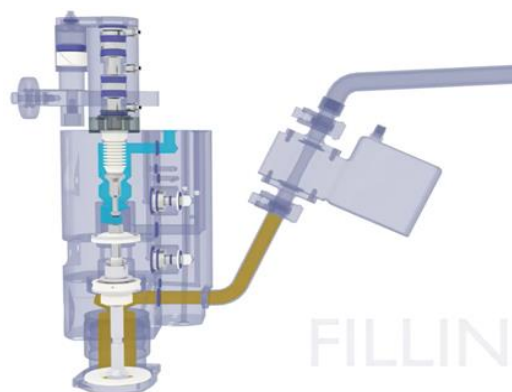
$\Delta T = 47,4 \text{ K}$

$Q = 197\,869,992 \text{ kJ}$

Aszeptikus töltés: A már pasztörözött levét FBR ELPO® aszeptikus töltőrendszer segítségével - zártrendszeren belüli visszahűtést követően - jutattam el steril, 5 literes mintaszákokba, melyeket a SCHOLLE IPN® biztosított. Az aszeptikus töltő három ciklusú software vezérléssel működtethető. Elsőként a ‘Clean In Place’ (CIP), vagyis tisztítási fázis megy végbe, mely során egy lúgos, majd savas, végül egy semleges, tiszta vizes öblítést kap. Ezt követi a ‘Sterilization’, vagyis sterilizáló ciklus, mely folyamán egy forró vizes keringetés zajlik 30 percen keresztül. A folyamat végén egy leengedő szelep elengedi a sterilizálás során használt vizet az arra kialakított drén hálózatba. Ezek után következhet csak maga a gyártási - ‘Production’- fázis. A gyártási fázis során a töltőfej kamrájában $145\text{ }^\circ\text{C}$ -os telített vízgőz segítségével zárt térben sterilizálja, a szintén aszeptikus 5 literes zsákokat. Ezáltal a zsák felnyitása alatt, amíg a folyadékot beletölti a gép, a sterilitás állandó marad. A gőz befecskendezési pontját a piros szín jelzi (13a ábra). A zsákok speciális, egyszer nyitható, hermetikus záródó kupakkal vannak ellátva, melyek a dupla hornyú foglalatba ülnek bele és deformáció nélkül - a töltést és zárást követően - nem nyithatóak. Mind az almalé, mind a meggylé egy cseppmentes, hitelesített átfolyásmérővel (a.) szerelt szelep segítségével került a zsákba. A folyadék útját a barna szín jelzi (13b ábra).



13a ábra: FBR ELPO® aszeptikus töltőfejegység szerkezeti felépítése (Forrás: FBR Elpo)



13b ábra: FBR Elpo® aszeptikus töltőszelep (Forrás: Scholle IPN)

3.3.2. Meggylé minták előállítása

A meggy feldolgozása teljes mértékben, minden élelmiszertechnológiai beavatkozást tekintve megegyezett az alma feldolgozásával. Eltérés egyetlen lépésnél volt, a meggy esetében ugyanis szükség volt magozásra, melyet a CFT® Zenith Chrono típusú magozó passzírozón végeztem. Az egység három fázisban állította elő a kívánt konzisztenciájú, magozott meggyvelőt, melyet az almale előállításával megegyezően, ezt követően préseltem.

A meggy magozása során az első fázisban a magok eltávolítása zajlott, melyet egy gumi mentes magozó egység a meggy gyümölcséhez méretezett sebesség és a hozzátartozó átmérőjű rosta segítségével végzett. Az így kapott frakcióból a magozás során keletkezett magreszelékek, darabkák eltávolítása is megtörtént a magozó fázisban használt rostához hasonló, azonban kisebb átmérőjű rosta segítségével. Az előbbiekhöz képest magasabb fordulatszámon történt a magreszelék kiválasztása. Ezt követően egy utolsó finom passzírozás történt, ahol az előzetesen ismertetett két fázis során átjutott gyümölcshár, magtöret, héj került kiválasztásra.

3.4. Alkalmazott vizsgálati módszerek

3.4.1. Vízoldható szárazanyag tartalom meghatározása

A vízoldható szárazanyag tartalom mérését ATAGO PAL-3 típusú digitális refraktométerrel végeztem el. A gyümölcsök szárazanyagtartalma nagyrészt cukrokból áll. Minél magasabb a koncentrációjuk, annál nagyobb az adott minta törésmutatója, amelyből a készülék közvetlenül meghatározza a szárazanyagtartalmat. A mérések között desztillált vízzel kalibráltam a készüléket.

3.4.2. pH-érték meghatározása

A minták pH értékét AD 11 típusú, kézi digitális pH mérő készülékkel határoztam meg. Az eszköz kijelzőjéről közvetlenül leolvasható a minta pH értéke és a hőmérséklete is. A mérések között desztillált vízzel semlegesítettem az eszköz elektródáit.

3.4.3. Színparaméterek meghatározása

A gyümölcslevek színkoordináta értékeit Konica Minolta-CR-400 kézi digitális színmérővel határoztam meg. A CIELAB színingertér összetevőinek (L^* , a^* , b^*) értékei a műszer

kijelzőjén olvashatók le, ahol L^* a szín világossági tényezője, megmutatja, hogy a megvilágító fény hány százalékát veri vissza a vizsgált minta. Az a^* (vörös/zöld hányados) a vörös szín jelenlétét jelzi a pozitív tartományban, míg a zöld szín jelenlétét ugyanezen paraméter negatív értéke mutatja. A b^* (sárga/kék hányados) érték pozitív tartománya sárga, míg a negatív tartománya kék színárnyalatot jelöl.

A vizsgálandó minta paramétereinek változását vagy adott színmintától való eltérését a két színpont közötti térbeli távolsággal, a teljes színkülönbséggel (ΔE^*) lehet jellemezni:

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

A fenti képlettel kalkulált ΔE^* értékek segítségével jellemezhető a minta színváltozása oly módon, mely megfeleltethető az emberi érzékelés szintjének (9. táblázat).

9. táblázat: Az átlagos emberi szem által érzékelhető színkülönbségek

ΔE^*	érezhető különbség
0 – 0,5	nem vehető észre
0,5 - 1,5	alig vehető észre
1,5 – 3,0	észrevehető
3,0 – 6,0	jól látható
6,0-12,0	nagy

A barnulási index értékét az L^* , a^* és b^* értékekből a következő egyenlettel határozhatjuk meg: $BI = [100 (x - 0.31)] / 0.172$, ahol: $x = (a^* + 1,75L^*) / (5,645L^* + a^* - 0,3012b^*)$.

A fenti értékekből kalkulált BI alkalmas gyümölcslevek esetében a tárolás alatt bekövetkező színváltozások jellemzésére (Klimczak és Gliszczynska-Swiglo, 2017).

3.4.4. Összes polifenol tartalom meghatározása

Az összes polifenol tartalom meghatározása Singleton és Rossi (1965) módszerével történt. A módszer elve, hogy a Folin-Ciocalteu reagenst alkotó wolfram és molibdén oxidok a fenolos komponensek hatására redukálódnak. A keletkező vegyületek kék színűek, amelyek abszorpciós maximuma 760 nm-en mérhető. Az ezen a hullámhosszon mért abszorbancia érték arányos a minta összes fenoltartalmával.

Az összes polifenol tartalom számításához galluszsavból kalibrációs egyenest vettem fel, melynek egyenlete: $y = 0,1056x - 0,0034$.

Az eredményeket mgGE (galluszsav egyenérték)/100g-ban adtam meg.

3.4.5. Antocianin tartalom meghatározása

A meggylé mintákban előforduló vízdékony antocianin vegyületek mennyiségét pH differenciális módszerrel határoztam meg Giusti és Wrolstad (2001) mérése alapján. A mérés elve szerint a pH érték változásával a monomer antocianin vegyületek színe fordítottan változik az alábbiak szerint: pH 1,0 értéken színes oxónium, míg pH 4,5 értéken színtelen hemiketál formában vannak jelen. Ezek alapján a koncentráció, a pigmentek 520 nm-en mért abszorbanciájának különbségével lesz arányos. Az abszorbanciák különbsége adja az antocianin tartalmat, cianidin-3-glükozidra vonatkoztatva. Az eredményeket mg/100g-ban adtam meg.

3.4.6. Fenol komponensek meghatározása

A vizsgálatba vont fenolsavak (klorogénsav, galluszsav, katechin) mennyiségi meghatározása Shimadzu gyártmányú nagy teljesítményű folyadékkromatográfiás (HPLC) készülékkel, a detektálás pedig UV-Vis detektorral (SDP-10A) történt 310 nm-en. A minta előkészítése során 0,5 ml almalevet 9,5 ml 20% metanolban kevertem, majd redős- és mikroszűrőn átszűrtem. Minden esetben három párhuzamos mérést végeztem. A mérésekhez fordított fázisú C18 oszlopot használtam. Eluensként az „A” pumpához 2% ecetsav oldatot, a „B” pumpához 2% ecetsav és acetonitril 30:70 arányú keverékét használtam. A kromatogramok rögzítéséhez szükséges idő 40 percet vett igénybe. Az injektált térfogat mindegyik minta esetében 10 µl volt 1,5 ml/min áramlási sebesség mellett (Székely et al., 2014). A kapott csúcsok beazonosításához és mennyiségi meghatározásához klorogénsav, galluszsav és katechin standardok kerültek felhasználásra. Az eredmények értékelését LC Solution Software programmal végeztem és azok megadása mg/ml mértékegységben történt.

3.4.7. Antioxidáns kapacitás (FRAP) meghatározása

A kísérleti minták antioxidáns kapacitása Benzie és Strain (1966) által kifejlesztett Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) módszer szerint határoztam meg. A módszer elve, hogy az antioxidáns hatású vegyületek a ferri-ionokat (Fe^{3+}) ferro-ionokká (Fe^{2+}) redukálják. Ebben a formában alacsony pH-n komplexet képez a tripiridil-triazinnal (TPTZ), a képződött termék (ferro-tripiridiltriazin) intenzív kék színe miatt spektrofotometriásan mérhető 593 nm-en.



A méréseket Hitachi U-2900 spektrofotométer segítségével végeztem el. A kiértékelést az aszkorbinsav kalibrációs görbe segítségével tettem meg (melynek egyenlete: $y = 0,2324x + 0,1367$), és a párhuzamos mérések eredményét mmolAS (askorbinsav eqvalens)/l-ben adtam meg.

3.4.8. Aszkorbinsav tartalom meghatározása

A vizsgálatba vont fenolsavak (klorogénsav, galluszsav, katechin) mennyiségi meghatározása Shimadzu gyártmányú nagy teljesítményű folyadékkromatográfias (HPLC) készülékkel, a detektálás pedig UV-Vis detektorral (SDP-10A) történt 285 nm-en. A vizsgálathoz fordított fázisú C18 oszlopot (Supelco, 250 * 4,6 mm i.d., 5 µm) alkalmaztam. Eluensként az „A” pumpához víz és 0,1%-os hangyasav oldatot, a „B” pumpához metanol és 0,1%-os hangyasav oldatot használtam. A kromatogramok rögzítéséhez szükséges idő 5 perc, az injektált térfogat mindegyik minta esetében 20 µl volt, 1,5 ml/perc áramlási sebesség mellett (Székely et al., 2019). A vizsgálat során öt párhuzamos mérést végeztem. Az adatok feldolgozására és elemzésére LC Solution Software szolgált. Az eredményt mg/l-ben adtam meg.

3.4.9. Viskozitás meghatározása

Az gyümölcsle minták folyásgörbéit 20°C-on Physica MCR51 (Anton Paar Hungary Kft.) rotációs viszkoziméterrel vettük fel, koncentrikus hengerekből álló duplaközű mérőrendszerrel (DG 27). A DG 27 mérőrendszer kis viszkozitású minták vizsgálatára alkalmas, a belső henger átmérője 27 mm.



14. ábra: Physica MCR51 típusú viszkoziméter, lapát és hengeres kúpos mérőfej (Forrás: Saját fotó)

A mérés során a deformációsebességet [1/s] 600 1/s-ról 1200 1/s-ra növeltük, és összesen 20 mérési ponton rögzítettük a nyírófeszültség [Pa] értékét (14. ábra). Termékenként három párhuzamos mérést végeztünk, majd a kapott görbéket átlagoltuk.

Az így meghatározott folyásgörbék meredeksége felel meg a minták viszkozitásának [mPa.s]. A minták folyáshatárát Herschel-Bulkley modell illesztéssel határoztam meg. Minden minta esetében 5 párhuzamos mérést végeztem.

3.4.10. Statisztikai értékelés

Eredményeim pontos értékeléséhez statisztikai vizsgálatokat hajtottam végre SPSS Statistic v27 program segítségével. Elvégeztem egy egytényezős varianciaanalízist 95%-os szignifikancia szinten, valamint egy páronkénti Tuckey-féle Post Hoc tesztet.

4. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKEKELÉSÜK

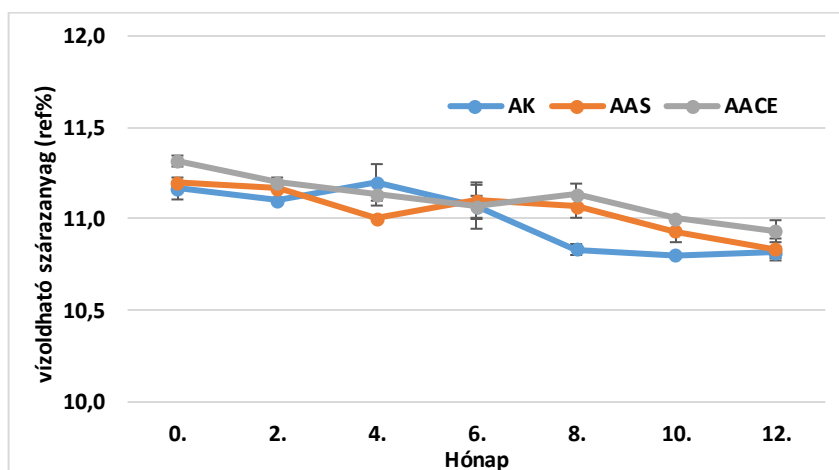
4.1. Vízoldható szárazanyag tartalom eredményei

4.1.1. Almalé vízoldható szárazanyag tartalma

A vízoldható szárazanyag-tartalom 12 hónapos tárolási idő alatti változását almálé esetében a 15. ábra szemlélteti.

Almalé esetében a kiindulási érték 11,2 ref% volt a kontroll (AK) és az aszkorbinsavval (AAS) kezelt minta esetében, míg 11,3 ref% az acerolaléval kezelt (AACE) mintánál. Mindhárom kezelés esetében a tárolási idő alatt az értékek enyhe csökkenő tendenciát mutattak, a 12. hónap végére az értékek 10,8-10,9 ref% között alakultak.

Az aszkorbinsavas kezelésnek nem volt szignifikáns hatása a kontroll mintákhoz képest (AK-AAS, $p=0,674$). A két kezelés között sem volt kimutatható szignifikáns eltérés (AAS-AACE, $p=0,257$), míg az acerolaléval történő kezelés enyhe szignifikáns különbséget mutatott a kontroll mintához képest (AK-AACE, $p=0,046$). A tárolási időnek mindhárom kezelés esetében szignifikáns hatása volt a vízoldható szárazanyag tartalom változására. A kezdeti értékekhez viszonyítva az acerolával kezelt lé (AACE) esetében már a 4. hónaptól, a kontroll (AK) minta esetében 8. hónaptól, míg az aszkorbinsavas kezelés (AAS) esetében csak a 10. hónaptól szignifikáns a változás (M3. Melléklet).



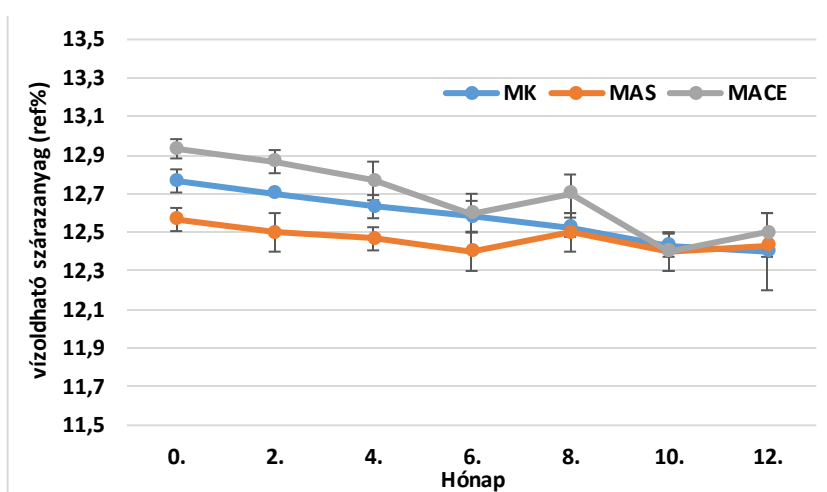
15. ábra: Almalé minták vízoldható szárazanyag-tartalmának változása a tárolási idő függvényében (ref%)

4.1.2. Meggylé vízoldható szárazanyag tartalma

Meggylé esetében a kiindulási érték a kontroll mintánál (MK) 12,8 ref% volt, az aszkorbinsavval kezelt minta (MAS) esetében 12,6 ref%, míg az acerolaléval (MACE) történő kezelés esetében 12,9 ref% (16. ábra). Az acerolaléval kezelt minta magasabb értéke

az acerolalében található egyéb vízoldható anyagoknak köszönhető, hasonlóan az almalé esetében is. A tárolási idő alatt mindhárom kezelés esetében csökkentek az értékek, 12,4-12,5 ref%-ra.

A kontroll mintához képest az acerolaléval történő kezelés nem mutatott szignifikáns eltérést MK-MACE, $p=0,102$). Az aszkorbinsavas kezelésnek azonban van hatása a kontrollhoz képest (MK-MAS, $p=0,053$), illetve a két kezelésnek is egymáshoz viszonyítva (MAS-MACE, $p=0,000$). A tárolási időnek az aszkorbinsavas (MAS) kezelés esetében nem volt szignifikáns hatása. Az acerolával kezelt lé (MACE) esetében a 6. hónaptól, a kontroll (MK) minta esetében a 10. hónaptól szignifikáns a változás a kiindulási értékhez képest (M3. Melléklet).



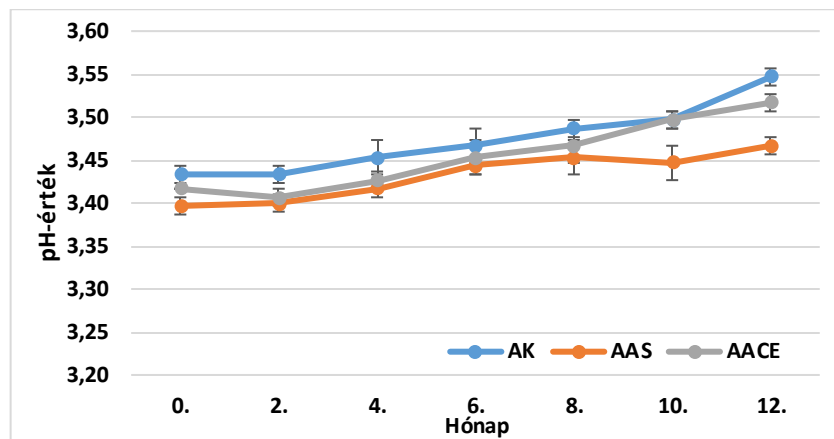
16. ábra: Meggylé minták vízoldható szárazanyag-tartalmának változása a tárolási idő függvényében (ref%)

4.2. A pH-érték eredményei

4.2.1. Almalé pH-értékei

A minták pH értékeinek változását a tárolás során a 17. ábra szemlélteti. A kiindulási értékeknél a kontroll minta (AK) pH-ja a legmagasabb (3,43), míg a két kezelt minta pH-ja alacsonyabb 3,40 (AAS) és 3,42 (AACE). A tárolás során a pH értékek a kezelésektől függetlenül a 2. hónaptól folyamatosan emelkedtek. A legaktívabb növekedés a 2-8 hónap között látható. Legnagyobb növekedést a kontroll minta mutatta (0,15). Legkisebb kezdeti és maximális értéket az aszkorbinsavas kezelés mutatta, növekedése 0,1 alatti. Ismert, hogy a közeg pH-ja erős hatással van a különböző savak, így az aszkorbinsav hatására is. Így magyarázható, hogy a 200 mg aszkorbinsav hozzáadása a nem várt módon fejtette ki hatását, gyakorlatilag a hozzáadott aszkorbinsav csak részben hasznosult az oxidáció csökkentésében.

Az aszkorbinsavas kezelésnek szignifikáns hatása volt a pH-értékek alakulására a kontroll mintákhoz képest (AK-AAS, $p=0,001$). Az acerolaléval történő kezelésnek (AK-AACE, $p=0,214$) azonban nem mutatkozott szignifikáns hatása a kontrollhoz képest és a két kezelést összehasonlítva (AAS-AACE, $p=0,112$) sem volt kimutatható jelentős különbség. A tárolási időnek mindhárom kezelés esetében szignifikáns hatása volt a vízdoldható szárazanyag tartalom változására (M3. Melléklet).



17. ábra: Almalé minták pH-értékének változása a tárolási idő függvényében

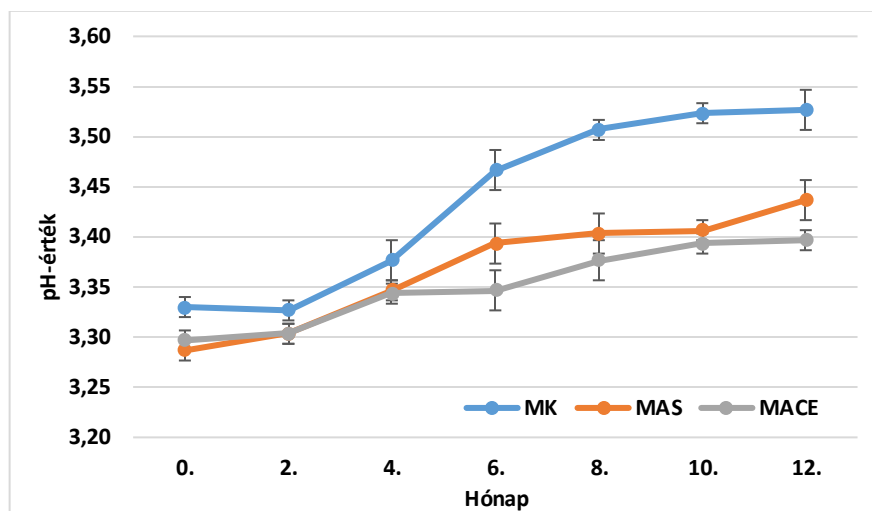
4.2.2. Meggylé pH-értékei

A 18. ábra szemlélteti a meggylé minták pH értékeinek változását a tárolás során. Az aszkorbinsav és acerolalé hozzáadás csökkentette a minták (MK) pH-értékét a kontroll minta 3,33-as értékéhez képest 3,29-re (MAS), valamint 3,30-ra (MACE). Az eredmények egybevágóak Will et al. (2005) különböző meggyfajták esetében vizsgált 3,07-3,32 közötti pH-értékeivel.

A tárolás során folyamatos növekedés figyelhető meg a pH értékek alakulásában függetlenül a kezelésektől. A legkisebb növekedést az acerolalé hozzáadása (MACE) eredményezte (0,1), míg az aszkorbinsav hozzáadás (MAS) esetében a növekedés 1,5. A kontroll minta (MK) esetében volt mérhető a legnagyobb emelkedés, 0,2. A tárolás alatti pH növekedés a gyümölcsökben található szerves savak részleges bomlásával magyarázható, Cortés és munkatársai. (2008) is hasonló eredményekről számolt be pasztörözött és PEF kezelt narancslevek esetében, ahol a tárolás alatt szignifikáns növekedést tapasztalt a minták pH adataiban.

A kontroll mintához képest az aszkorbinsavas kezelésnek szignifikáns hatása volt a pH-értékek alakulására, csakúgy, mint az acerolalé kezelésnek (MK-MAS, $p=0,002$; MK-MACE, $p=0,000$). A két kezelésnek azonban egymáshoz viszonyítva nem volt szignifikáns

hatása (MAS-MACE, $p=0,654$). A tárolási időnek azonban mindhárom kezelés esetében szignifikáns hatása volt kimutatható. A kezdeti értékekhez viszonyítva már a tárolás 4. hónapjában jelentős a változás (M3. Melléklet).



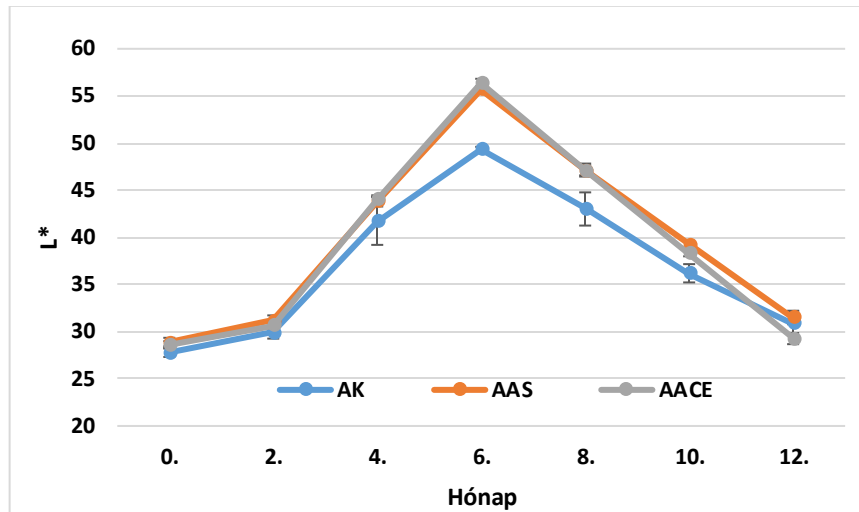
18. ábra: Meggylé minták pH-értékének változása a tárolási idő függvényében

4.3. Színmérés eredményei

4.3.1. Almalé színmérésének eredményei

A szín vonatkozásában megállapítható, hogy az L^* , az a^* és a b^* is minimum és maximum értékeket vett fel a 12 hónapos tárolás során függetlenül a kezelés módjától. A pH-hoz hasonlóan az első két hónapban az értékekben nincs jelentős változás, majd az L^* esetében az értékek 30 körüli értékről 55-60-ra emelkednek a 6. hónapra, majd csökkenő tendenciát mutatva visszatérnek a kezdeti értékekre (19. ábra). Az eredmények alapján megállapítható, hogy a kezeléseknek nem volt szignifikáns hatása az értékek alakulására (AK-AAS, $p=0,617$; AK-AACE, $p=0,714$; AAS-AACE, $p=0,987$). A tárolási időnek mindhárom kezelés esetében szignifikáns hatása volt. A kontroll minta (AK) esetében a kiindulási értékhez viszonyítva a 2. és 12. hónap nem mutat szignifikáns különbséget, míg a többi időpontban kimutatható a különbség. Az aszkorbinsavas kezelés (AAS) esetében a kiindulási értékhez képest minden időpont szignifikáns változást mutat, míg az acerolás kezelés (AACE) hatására csak a tárolás 12. hónapja nem mutat különbséget (M2. Melléklet). Hande és Feryal (2003) mérései alapján az almalé koncentrátum világossági tényező (L^*) értékei csökkentek a tárolási idő és a hőmérséklet növelésével. Az én méréseim ugyan állandó hőmérsékleten tárolt mintákból készültek, de az említett kísérlettel megegyezően az idő előrehaladtával, állandó időintervallumokban változó L^* értékekkel. Az általuk végzett

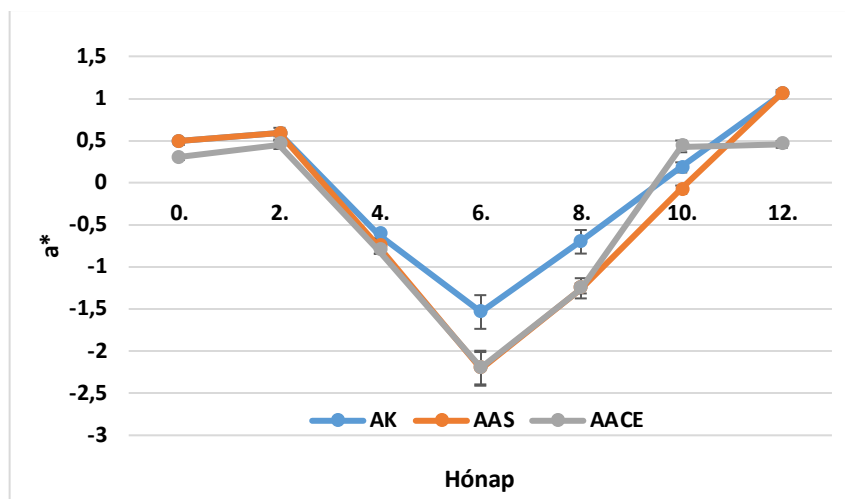
tárolási kísérlet során az almalé koncentrátum a tárolás 4. hónapjáig az elején meghatározott értékek 16,6% -ára és 18,9% -ára (fajtától függően) csökkentek, míg az én méréseim szerint ez az érték alacsony dinamika mellett, de ugyanebben az időszakban folyamatosan emelkedett.



19. ábra: Almalé minták szín L* (világossági tényező) értékének változása tárolása során

Hasonlóan az a* és a b* az első 2 hónapban nem változik, majd az a* 0,5-ről -1,5 - -2 -re csökken a 6. hónapra (eltolódik a zöldes árnyalat felé), majd nagyjából visszatér a 0,5-1-re (acerolával kezelt (AACE) mintánál a kezdeti értékre) (20. ábra). A kezeléseknek nem volt szignifikáns hatása az értékek alakulására (AK-AAS, $p=0,724$; AK-AACE, $p=0,594$; AAS-AACE, $p=0,977$). A tárolási időnek mindhárom kezelés esetében szignifikáns hatása volt. A kiindulási értékekhez viszonyítva a kontroll (K) és az aszkorbinsavas (AAS) mintáknál a 2. hónapig nem volt szignifikáns a változás, a 4. hónaptól azonban a változás jelentős. Az acerolával kezelt (AACE) mintáknál a kiindulási értékek nem mutattak különbséget a 2., 10. és 12. hónap adataihoz képest. (M3. Melléklet).

A b* a kezdeti 4-6 közötti értékről 8-10-re nő a 6. hónapra, majd szintén csökkenő tendenciát mutat, de az értékek nem térnek vissza a kiindulásihoz, csupán 7-8-ig csökkennek (21. ábra). Tehát a b* az egyedüli színtényező, amely nem a kezdeti értéket veszi fel. A kezeléseknek nem volt szignifikáns hatása az értékek alakulására (AK-AAS, $p=0,251$; AK-AACE, $p=0,849$; AAS-AACE, $p=0,542$).



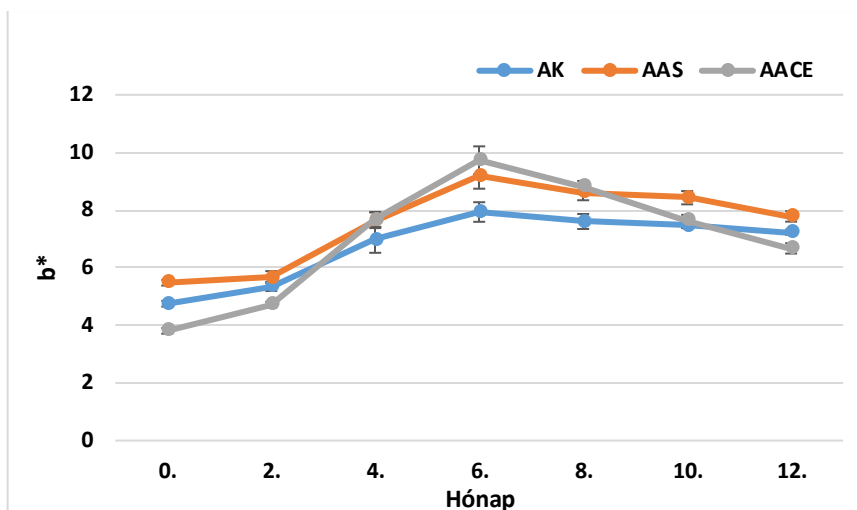
20. ábra: Almalé minták a* (vörös/zöld hányados) értékeinek változása tárolása során

A tárolási időnek mindhárom kezelés esetében szignifikáns hatása volt. A kiindulási értékekhez képest a kontroll (AK) és az acerolaléval (AACE) kezelt minták már a 2. hónaptól, míg az aszkorbinsavas (AAS) minták csak a tárolás 4. hónapjától mutattak szignifikáns különbséget (M2. Melléklet).

A kissé zöldes (a*) és a sárgás szín (b*), valamint a nagy L* értékek együtt világos sárgászöld színt eredményeznek a termékben a 6. hónapra, majd az egy éves tárolás végére az oxidált almálére jellemző sötétebb, kissé barnuló szín jelenik meg. Tehát a szín tekintetében változás nélkül 2 hónap tárolás javasolt, a 6. hónapra friss színjelleg alakul ki, míg a 12. hónapnál az almalé színe kedvezőtlené, oxidálttá, barnás jellegűvé válik (M3. Melléklet).

A színparaméterek közül az L* és a b* értékei erős korrelációt mutatnak (AK minta $r=0,781$; AAS minta $r=0,827$; AACE $r=0,898$), míg az L* és a* értékek között szintén erős, de negatív korreláció tapasztalható (K minta $r=-0,952$; AAS minta $r=-0,973$; AACE minta $r=-0,947$) (M4. Melléklet).

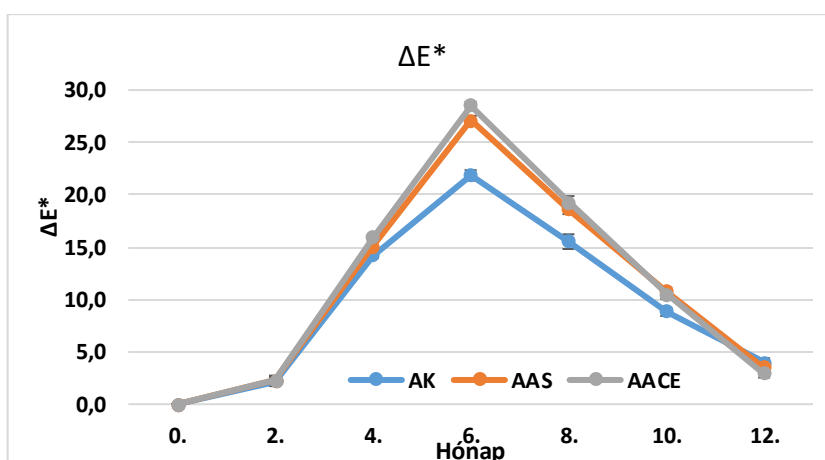
A színváltozást jól szemlélteti a 22. ábrán bemutatott ΔE^* , mely a színinkerkülönbség változását mutatja az idő függvényében kezelésenként. A kiindulási színparaméterekhez képest a 2. hónapban kismértékű, de szemmel már érzékelhető különbség mérhető mindhárom kezelés esetében. Ezt követően a különbség jelentősen növekszik a 6. hónapig, majd csökkenő tendenciát mutat.



21. ábra: Almalé minták b^* (sárga/kék hányados) értékeinek változása tárolása során

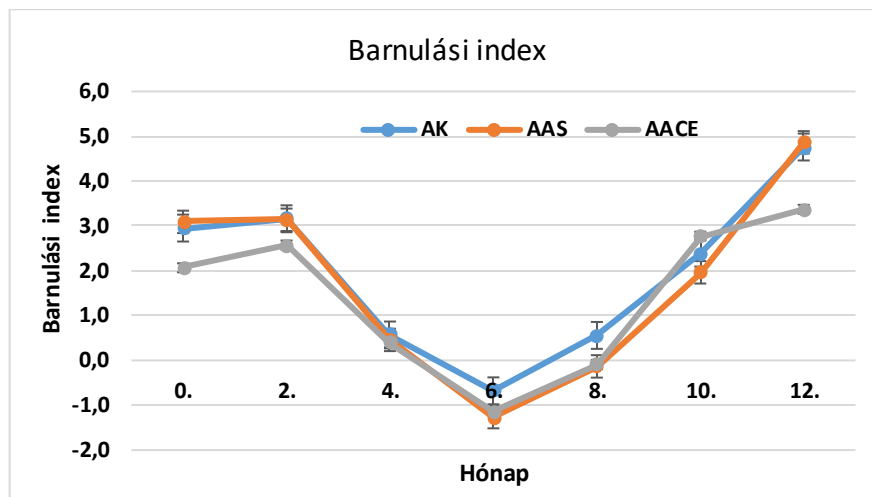
A 10. és 12. hónap között ismét az érzékelhető kategóriára csökken a ΔE^* értéke. Ennek megfelelően a színváltozás minden esetben észrevehető. A ΔE^* értékének alakulásában az L^* (világossági tényező), az a^* (vörös-zöld hányados), valamint a b^* (sárga-kék hányados) vesznek részt. Mivel az L^* értéke a tárolás során 27,8-56,4 között, az a^* értéke -2,21-1,06 között, míg a b^* 3,81-9,73 között változott, megállapítható, hogy a ΔE^* értékek alakításában az L^* játszotta a meghatározó szerepet. Ezek alapján elmondható, hogy a színváltozás időfüggő, az egyes kezelések nem befolyásolják, bár a kontroll esetében kisebb mértékű változás tapasztalható.

A kiindulási és a 12. hónapos színparamétereket összehasonlítva a ΔE^* érték a kontroll (AK) minta esetében 4,80, az aszkorbinsavval kezelt minta (AAS) esetében 4,42, míg az acerolával kezelt (AACE) lé esetében 3,97 volt.



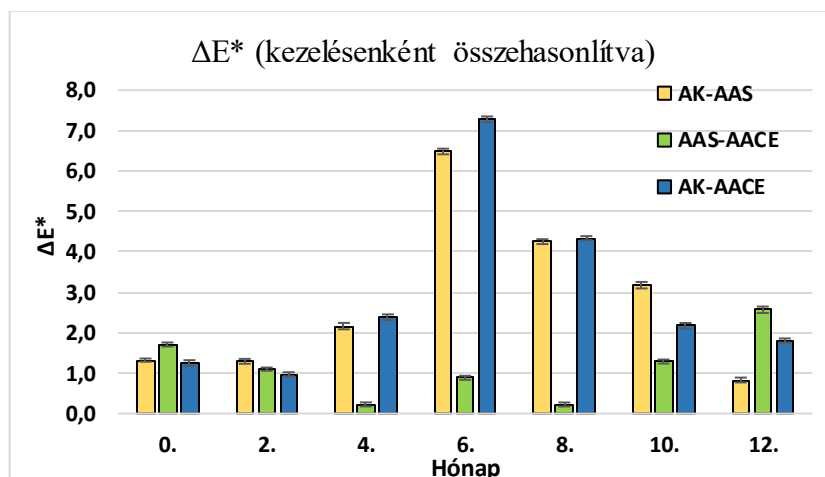
22. ábra: Almalé minták ΔE^* értékeinek változása tárolása során

A tárolás alatti változások elemzésére kiválóan alkalmas a barnulási index (BI), melynek adatait elemezve (23. ábra) megállapítható, hogy a kiindulási (0. hónap) és a tárolás végő (12. hónap) adatait tekintve az acerolával kezelt lé (AACE) esetében alacsonyabb a BI értéke a másik két mintához képest. A BI értéke kezelésektől függetlenül ugyanazt a tendenciát követi és jól szemlélteti a 6. hónapra, a színjellelmzőkben bekövetkező változást.



23. ábra: Almalé minták barnulási index (BI) értékeinek változása a tárolás során

A ΔE^* kezelések közötti páronkénti összehasonlítását szemlélteti a 24. ábra. A kiindulási adatokban a kontroll mintához képest mindkét kezelés csak alig észrevehető különbséget okozott. A két kezelés között azonban már észrevehető különbség volt detektálható.



24. ábra: Almalé minták ΔE^* értékeinek változása kezelésenként a tárolás során

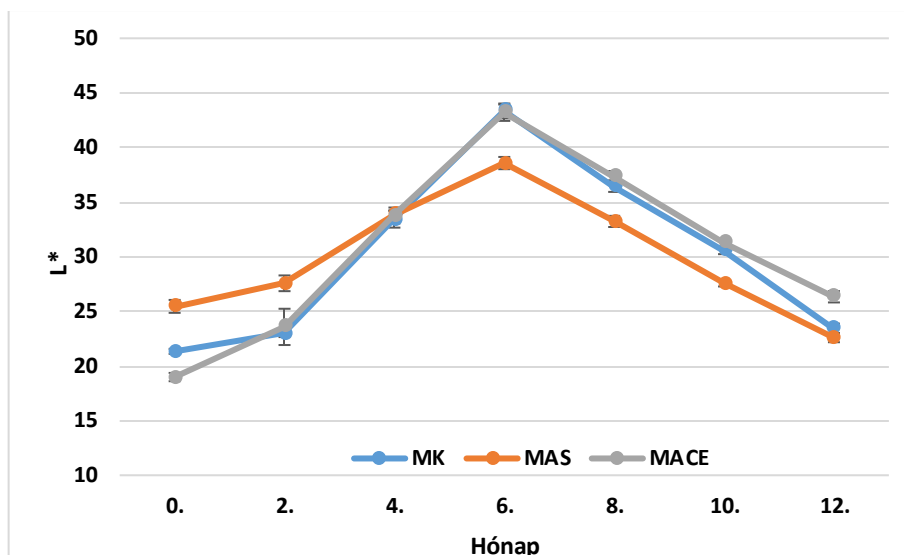
A kontroll és az aszkorbinsavas mintát összehasonlítva látható, hogy a köztük lévő színinkeringülönbség növekvő tendenciát mutat, a 6. hónapra a különbség tisztán látható, majd a tárolás további szakaszában a különbség csökken, a 12. hónapra újból alig észrevehető a különbség. Ugyanez a tendencia figyelhető meg a kontroll és az acerolával történő kezelés között, de a 12. hónapra nagyobb különbség detektálható, az érték az észrevehető tartományba esik.

A két kezelés között (AAS-AACE) csak a 0. és a 12. hónapban mutatható ki észrevehető különbség, a tárolás többi szakaszában a különbség az alig észrevehető vagy nem észrevehető tartományban van, pl. a 4. és 8. hónapban.

O'Beirne (1986) almálé koncentrátumok színváltozását tanulmányozta különböző beállított pH-értékeken. Azt tapasztalta, hogy a minták sötétedése nagyobb mértékű volt 3 pH-értéken, mint pH 4-en, ami inkább a Maillard-reakciónak tudható be és kevésbé a nem enzimes barnulási folyamatok egyéb formáinak. 'Golden Delicious' almálé barnulási folyamatit tanulmányozta Özoğlu and Bayındırlı (2002) és arra a megállapításra jutottak, hogy az L-cisztein és a fahéjsav mellett az aszkorbinsavnak van a legjobb barnulást gátló hatása

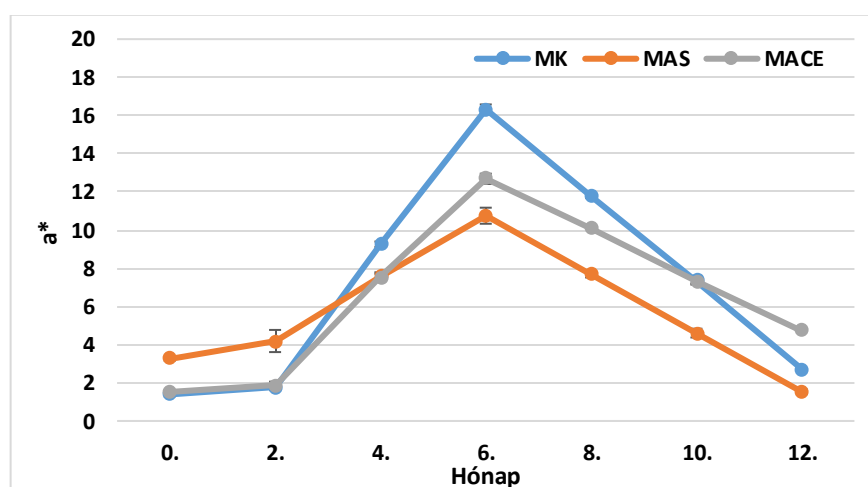
4.3.2. Meggylé színmérésének eredményei

A meggylé minták színparamétereinek 12 hónapos tárolás alatti változásait a 25-27. ábrák mutatják. Az összes minta L^* , a^* és b^* értékei a tárolási időszak 6. hónapjáig növekvő, majd azt követően csökkenő tendenciát mutattak. A 25. ábrán látható, hogy a kiindulási minták esetében az aszkorbinsavval kezelt minta (MAS) volt a legvilágosabb, míg az acerolával (MACE) kezelt a legsötétebb. Az első két hónapban az L^* értékekben nem történt jelentős változás, ezt követően azonban egyenletesen növekvő tendencia figyelhető meg a 6. hónapig. A kezdeti értékek (18,9-25,5) 38,6-43,3 közé tolódtak el. A tárolás további szakaszában az L^* értékek egyenletesen csökkenő tendenciát vesznek fel és a 12. hónapra közel a kezdeti értékekhez térnek vissza annyi különbséggel, hogy az aszkorbinsavval kezelt minta (MAS) lesz a legsötétebb, míg az acerolával kezelt (MACE) minta a legvilágosabb. A kezeléseknek nem volt szignifikáns hatása az értékek alakulására (MK-MAS, $p=0,983$; MK-MACE, $p=0,980$; MAS-MACE, $p=0,928$). A tárolási időnek mindhárom kezelés esetében szignifikáns hatása volt, a kiindulási értékekhez viszonyítva már a tárolás 2. hónapjától megmutatkozott a különbség (M3. Melléklet).



25. ábra: Meggylé minták szín L* (világossági tényező) értékének változása tárolása során

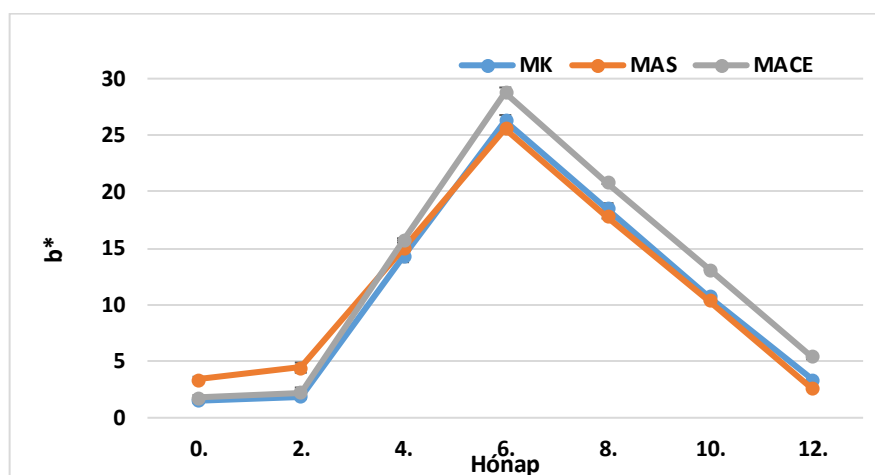
Az a* értékek változása nagyon hasonló az L* értékekhez (26. ábra). A kiinduláskor az aszkorbinsavval kezelt meggylé mutatkozott a legvörösebb árnyalatúnak, míg a kontroll és az acerolával kezelt lé a* értékei valamivel alacsonyabbak voltak. Az első két hónapban nem történt jelentős változás az a* értékekben, ezt követően egyenletesen növekvő tendencia figyelhető meg a 6. hónapig. Az értékek a kezdeti 1,4-3,2 közöttiről 10,7-16,3 közé emelkedtek, legnagyobb mértékben a kontroll (MK) minta értékei növekedtek, legkevésbé pedig az aszkorbinsavval kezelt (MAS) mintáé. A 6. hónapot követően az értékek egyenletesen csökkenő tendenciát mutattak és közel a kezdeti értékekhez tértek vissza. Az L*-hoz hasonlóan, a kiinduláskor legkevésbé vörös árnyalatú minta (MACE) a tárolás végén a legkedvezőbb a* értéket mutatta, azaz ez volt a leginkább vöröses árnyalatú.



26. ábra: Meggylé minták a* (vörös/zöld hányados) értékeinek változása tárolása során

Tekintve, hogy a meggylé piros színének kialakításában az a^* (vörös/zöld hányados) értékének döntő szerepe van, tárolás alatti változása fontos információval szolgál. Az eredmények alapján megállapítható, hogy a legnagyobb változást a kontroll minta szenvedte el, ez a leginkább instabil minta a tárolási időt tekintve, míg az aszkorbinsavval kezelt minta (MAS) minta mutatkozott a legstabilabbnak. A kezeléseknek nem volt szignifikáns hatása az értékek alakulására (MK-MAS, $p=0,453$; MK-MACE, $p=0,856$; MAS-MACE, $p=0,778$). A tárolási időnek mindhárom kezelés esetében szignifikáns hatása volt, már a tárolás 2. hónapjától megfigyelhető volt a különbség (M3. Melléklet).

A b^* értékek hasonlóan változtak (27. ábra) az a^* értékekhez, kiinduláskor legkisebb értékkel a kontroll minta (MK) rendelkezett, míg legmagasabbal az aszkorbinsavval kezelt (MAS) minta. Az első két hónap szinte változatlan eredményei után a 6. hónapig a b^* értékei is növekvő tendenciát mutattak.



27. ábra: Meggylé minták b^* (sárga/kék hányados) értékeinek változása tárolása során

A kiindulási 1,5-3,4 közötti értékek 25,5-28,8 közé emelkedtek, majd egyenesen csökkenő tendenciával közel a kezdeti értékekre tértek vissza. Legmagasabb értékkel az acerolás minta (MACE) minta rendelkezett, míg legalacsonyabbal az aszkorbinsavas (MAS) minta. A kezeléseknek nem volt szignifikáns hatása az értékek alakulására (MK-MAS, $p=0,989$; MK-MACE, $p=0,825$; MAS-MACE, $p=0,896$). A tárolási időnek mindhárom kezelés esetében szignifikáns hatása volt, az aszkorbinsavval kezelt minták (MAS) a tárolás 2. hónapjától, míg a control (K) és az acerolaléval kezelt minták (MACE) csak a 4. hónaptól mutattak jelentős változást (M3. Melléklet). A színparaméterek közül az L^* és a b^* értékei erős korrelációt mutatnak (MK minta $r=0,998$; MAS minta $r=0,962$; MACE $r=0,984$). Az L^* szintén erős korrelációt mutat az a^* értékekkel is (MK minta $r=0,999$; MAS minta

$r=0,998$; MACE minta $r=0,987$). Meggylé minták esetében az a^* és b^* értékek között is erős összefüggés van (M4. Melléklet).

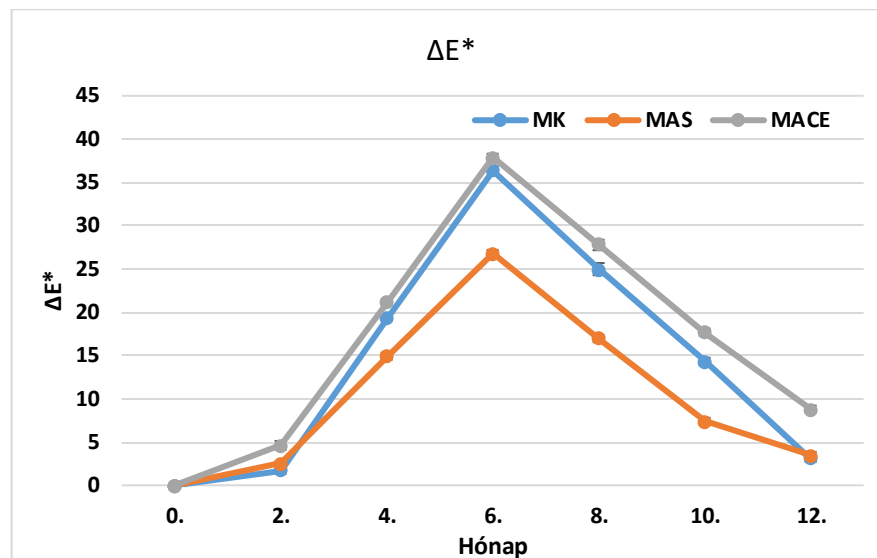
A kezdeti és 12 hónapig tárolt minták adatait elemezve megállapítható, hogy az L^* , a^* és b^* értékek növekedtek, kivéve az aszkorbinsavas (MAS) mintát.

Hasonló eredményekről számolt be Wojdyło és munkatársai. (2019) kutatásukban, ahol 25 meggyfajta antocianin vegyületeit tanulmányozták ipari körülmények közötti gyártás, majd 190 napos 4 és 30 °C-os tárolás során. A fajták kiindulási a^* értékei 0.9-6.35 között alakultak. A 4 °C-on tárolt minták a^* értékei stabilabbak maradtak a 30 °C-on tároltakéhoz képest. Hasonlóan beszámoltak az a^* érték enyhe növekvő tendenciájáról, mely a 3. hónapban jelentkezett leginkább.

Kutatásukban beszámoltak arról is, hogy növekedést tapasztaltak az L^* és b^* értékekben, ami az antocianin veszteség következménye. Annak ellenére, hogy a tárolási idő alatt az összes antocianintartalom csökkenése volt megfigyelhető, a vörös szín a tárolás végéig stabil maradt az antocianinok és a flavonolok közötti kopigmentáció eredményeként. González-Manzano és munkatársai (2009) arról számolt be, hogy az antocianin tartalmú levek tárolása közben a szín inkább a lila tónus felé tolódik, amit vörösboroknál figyeltek meg. Hasonló viselkedésről számolt be Wilkes és munkatársai (2014) arónia leveknél, illetve Wojdyło és munkatársai (2014) gránátalmalé esetében. González-Manzano és munkatársai. (2009) szerint a feldolgozás során a levekben képződő flavan-3-olok antocianin polimerjei jobban ellenálltak a tárolás során bekövetkező lebomlásnak. Boulton (2001) szintén beszámolt arról, hogy feltehetőleg az antocianin tartalmú levek gyártása és tárolása során más színű polimerek képződtek, vagy az antocianinok és más flavonoidok közötti kopigmentáció megőrizte a színt és elfedte az antocianinokban történő tárolás során bekövetkező káros változásokat.

A színváltozást jól szemlélteti a 28. ábrán bemutatott ΔE^* , mely a színingerkülönbség változását mutatja az idő függvényében kezelésenként. A kiindulási színparaméterekhez képest a 2. hónapban kismértékű, de szemmel már érzékelhető különbség mérhető mindhárom kezelés esetében, leginkább az acerolával kezelt meggylé (MACE) mintánál. A ΔE^* értékekben mutatkozó különbség a 6. hónapig fokozatosan növekszik, elsősorban a kontroll (MK) és az acerolával kezelt (MACE) minták esetében, míg az aszkorbinsavas mintánál (MAS) a legkisebb a változás. A tárolás további szakaszában csökkenő tendencia figyelhető meg, de még a 10. és 12. hónap között is a tisztán érzékelhető kategóriában vannak az értékek (M3. Melléklet).

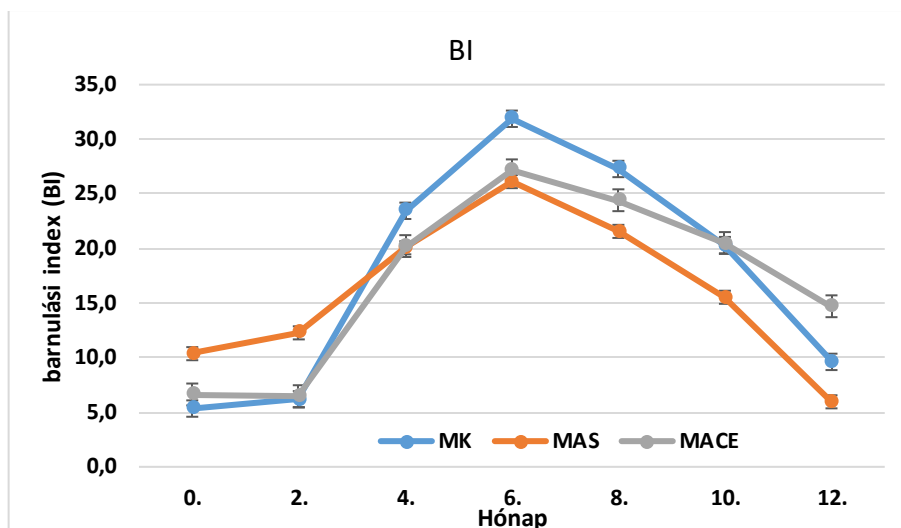
A ΔE^* értékének alakulásában az L^* (világossági tényező) meghatározó szerepet játszik, értékei 18,9-43,3 között változtak. A b^* (sárga-kék hányados) értékek jelentősége szintén nagy, értékei 1,5-28,8 között alakultak, míg az a^* 1,4-16,3 közöttiek. Ezek alapján megállapítható, hogy a ΔE^* értékek alakításában az L^* játszott a döntő szerepet. Az adatokat elemezve látható, hogy a színváltozás időfüggő, az egyes kezelések nem befolyásolják.



28. ábra: Meggylé minták ΔE^* értékeinek változása tárolása során

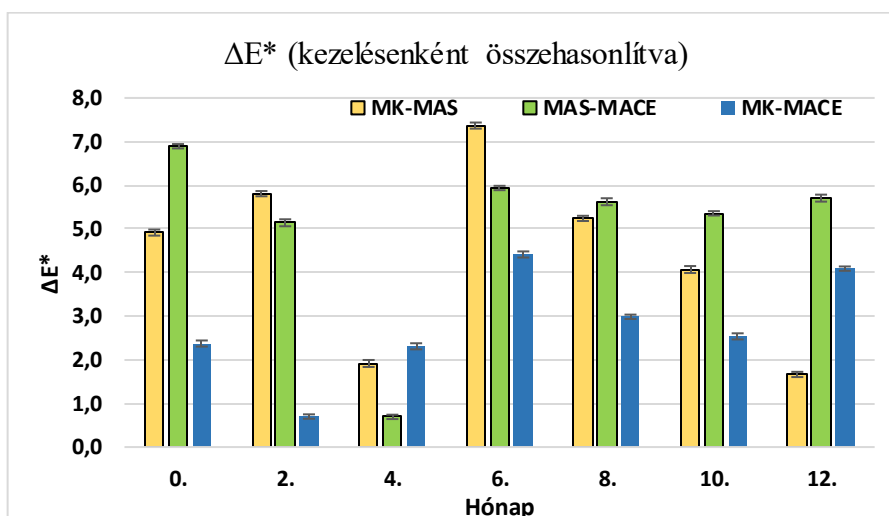
A kiindulási és a 12. hónapos színparamétereket összehasonlítva a ΔE^* érték a kontroll minta esetében 3,11, az aszkorbinsavval kezelt minta esetében 3,46, míg az acerolával kezelt lé esetében 8,81 volt.

A 29. ábra mutatja a barnulási indexet (BI), mellyel jól jellemezhetőek a tárolás alatti változások. Annak ellenére, hogy a kiindulási adatoknál az aszkorbinsavval kezelt meggylé (MAS) értékei a legmagasabbak, a tárolási idő alatt a legkisebb változást mutatta, a 6. hónaptól kezdve a tárolás további szakaszában mindig kedvezőbb értékeket vett fel a másik két mintával szemben. A tárolás végén, a 12. hónapban a legkisebb BI értékkel rendelkezett, tehát az aszkorbinsavval kezelt minta mutatkozott a legstabilabbnak. A BI értékének tendenciája független a kezelésektől és ugyanazt a tendenciát követi mindegyik minta esetében.



29. ábra: Meggylé minták barnulási index (BI) értékeinek változása a tárolás során

A 30. ábra a ΔE^* kezelések közötti páronkénti összehasonlítását szemlélteti. A kiindulási adatokban a kontroll mintához (MK) képest az acerolás kezelés (MACE) észrevehető, míg az aszkorbinsavas kezelés (MAS) tisztán látható különbséget okozott. A két kezelés között is tisztán látható a különbség.



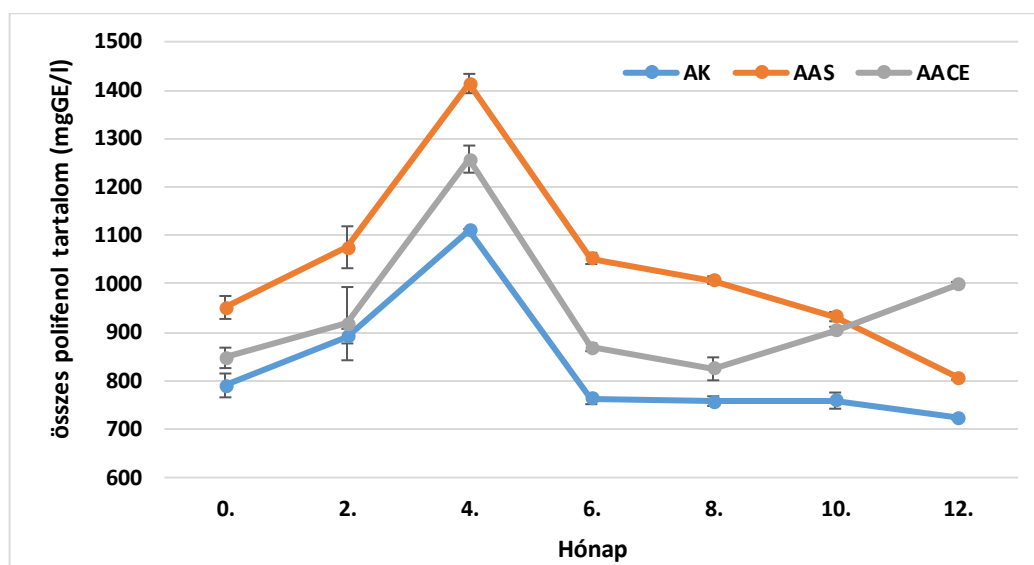
30. ábra: Meggylé minták ΔE^* értékeinek változása kezelésként összehasonlítva a tárolás során

Az aszkorbinsavas (MAS) kezelés kontroll mintával (MK) történő összehasonlítása során megfigyelhető, hogy a köztük lévő különbség a 2 hónapra nő, de a 4. hónapban csökken az észrevehető különbségre. A két minta között a 6. hónapban van a legnagyobb különbség, majd ezt követően a ΔE^* értéke fokozatosan csökken, a két minta közötti különbség egyre kisebb. Az acerolával történő kezelés a kontroll mintához képest kisebb különbséget

indukált, ez a tárolás 2. hónapjában alig észrevehető, majd ezt követően a 6. hónapra a tisztán látható kategóriába esik. A 6. hónap után a köztük lévő különbség csökken, de a 12. hónapra újból növekszik. A két kezelés között (MAS-MACE) a különbség kezdetben tisztán észrevehető, majd ez csökkenő tendenciát mutat a 4. hónapra. Legnagyobb különbség a két kezelés között a 6. hónapban volt, ezt követően csökkenő és növekvő tendencia is megfigyelhető, az értékek jelentősen nem változtak és tisztán észrevehető kategóriában maradtak.

4.4. Összes polifenol tartalom eredményei

4.4.1. Almalé polifenol tartalma



31. ábra: Almalé minták összes polifenol tartalmának változása a tárolás során (mgGE/l)

Az almalé minták tárolás alatti összes polifenol tartalmának alakulását a 31. ábra mutatja. A legalacsonyabb összes polifenol-tartalmat (724,16 mg/l) a 12. hónapban mértem a kontroll (AK) mintában, míg a legmagasabb értéket (1413,53 mg/l) az aszkorbinsavval kezelt (AAS) minta 4. hónapjában. A kiindulási értékeket tekintve legmagasabb polifenol tartalommal az aszkorbinsavval kezelt minta (AAS) rendelkezett (951,2 mg/l), ezt követte az acerola hozzáadásával (AACE) készült minta (847,1 mg/l), majd a kontroll (AK) minta (790,2 mg/l). A tárolás 4. hónapjáig a polifenol tartalom mindhárom kezelés esetében emelkedő tendenciát mutatott, melynek mértéke 40,5-48,5%, elérve a tárolás alatti maximum értéket. A 6. hónaptól kezdődően a minták polifenol tartalma visszacsökkent a kezdeti értékekre, a kontroll (AK) minta esetében 8,3%-os, az aszkorbinsavval (AAS) kezelt minta esetében

15,1%-os csökkenés) és a továbbiakban stagnáló tendenciát mutatott. Tehát a TPC, vagyis a teljes polifenol tartalom tekintetében érzékenyebb a rendszer, a vegyületek már a 4. hónapban bomlani, átalakulni kezdenek. Az acerolával kezelt mintánál (AACE) ezzel ellentétben a tárolási idő végére 17,8%-os növekedés következett be a polifenol tartalomban. A teljes tárolási időszakra vonatkozóan az aszkorbinsavval kezelt minta TPC értékei voltak a legmagasabbak, mint a kontroll mintáé a legalacsonyabbak. A közöttük lévő különbség azonban a tárolási idő végére fokozatosan csökkent. Mivel a minták előállítása során 86 °C-os hőkezelést kaptak, így a fenti változások egyértelműen nem enzimatikus folyamatoknak tudhatók be.

Az almálé minták összes polifenol tartalmának statisztikai értékelése azt mutatta, hogy erős szignifikáns különbség volt az aszkorbinsavval kezelt almálé és a kontroll minta (AK-AAS, $p=0,000$), valamint az acerolával kezelt és a kontroll almálé minták (AK-AACE, $p = 0,040$) között. A két kezelés polifenoltartalmában azonban nem volt szignifikáns különbség (AAS-AACE, $p=0,151$). A tárolási időnek mindegyik kezelés esetében szignifikáns hatása volt az összes polifenol tartalom alakulására, már a tárolás 2. hónapjától kimutatható a különbség. Az aszkorbinsavval (AAS) kezelt minta esetében azonban a kiindulási értékek és a tárolás 6-10. hónapja között nincs szignifikáns különbség (M3. Melléklet).

Vrhosek és mtsai (2004) almafajták összes polifenol tartalmát vizsgálták, eredményeik 662-2119 mg/l között változtak, hasonlóan a jelen tanulmányhoz. Kahle és mtsai (2005) almalevek polifenol tartalmát vizsgálta, melyek 154-970 mg/l között változtak. Boyer és Liu (2004) eredményei, az általuk végzett kutatásban 1000-2250 mg/l közötti összes polifenol tartalom között alakultak.

Kolnias-Ostek és munkatársai (2014) kutatásai során az 'Idared' és a 'Shampion' alma tárolása során a lé polifenoltartalmának csökkenése volt megfigyelhető. 6 hónapos tárolás után az 'Idared' gyümölcslében 16-37%-os polifenoltartalom csökkenés volt megfigyelhető. A 'Shampion' gyümölcslében a polifenolok csökkenése 10% és 21% között mozgott. Hasonló eredményt közölt Gliszczynska-Swiglo és Tyrakowska (2003) is, akik 5-21% közötti polifenol tartalom csökkenést tapasztaltak almalevek tárolása során. Suárez-Jacobo és mtsai (2011) ultranagy nyomású homogenizálás hatását vizsgálták almalevek esetében és eredményeik alapján nincs hatása az almalevek polifenol tartalmára.

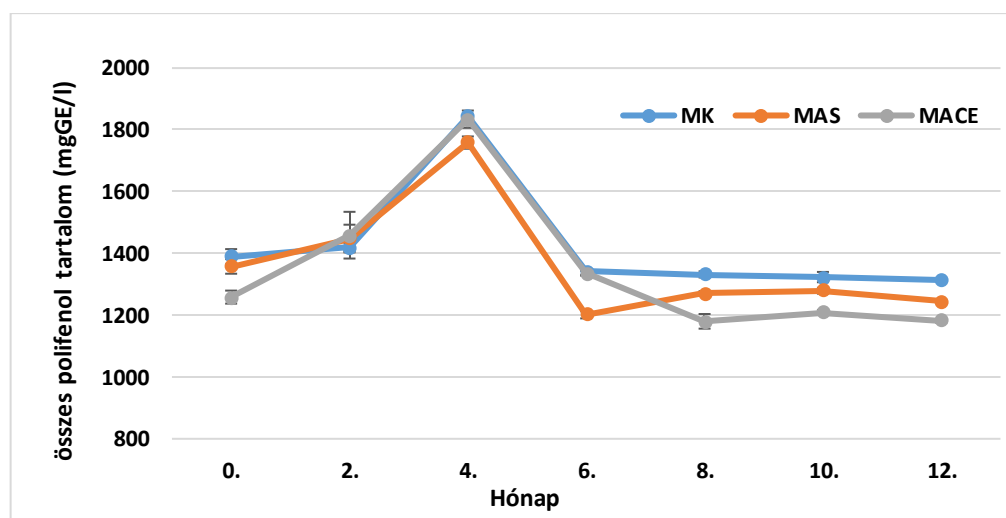
Martí és mtsai (2001) gránátalmaléhoz adtak aszkorbinsavat olyan mértékben, hogy a végső koncentráció 330 mg/l legyen és arra a megállapításra jutottak, hogy nem járt pozitív előnnyel az aszkorbinsav adagolás a kontroll mintához képest.

4.4.2. Meggylé összes polifenol tartalma

A meggylé minták összes polifenol tartalma a 32. ábrán látható. A kiindulási értékeket tekintve legmagasabb polifenol tartalommal a kontroll minta (MK) rendelkezett (138,95 mgGE/100g), ezt követte az aszkorbinsavval kezelt (MAS) minta (135,81 mgGE/100g), majd az acerolával kezelt (MACE) minta (125,87 mgGE/100g). A tárolás 2. hónapjára enyhe, ezt követően jelentősebb növekedés következett be mindhárom minta esetében az összes polifenol tartalomban. A 0-4. hónap közötti növekedés mértéke a kontroll minta esetében 32,7%-os, az aszkorbinsavval kezelt mintánál 29,5%-os, míg az acerolával kezelt mintánál 45,7%-os volt.

A 4-6. hónap között a polifenol tartalomban mindhárom kezelés esetében jelentős csökkenés tapasztalható, a kontroll és az aszkorbinsavas mintáknál az értékek a kiindulási értékek alá csökkentek. Ezt követően a kontroll mintánál további lassú tendenciájú csökkenés volt tapasztalható, míg a kezelt minták esetében az értékek ingadoztak, de jelentős változás már nem volt tapasztalható, azonban mindhárom minta esetében a 12. hónapra az értékek a kiindulási alá csökkentek.

A meggylé minták összes polifenol tartalmának statisztikai értékelése azt mutatta, hogy nincs szignifikáns különbség a kezelések között (MK-MAS, $p=0,714$; MK-MACE, $p=0,469$; MAS-MACE, $p=0,917$). A tárolási időnek mindegyik kezelés esetében szignifikáns hatása volt az összes polifenol tartalom alakulására már a tárolás 2. hónapjától. Azonban a változás a tárolás késői szakaszában, a 8-12. hónap között már nem mutat jelentős változást (M3. Melléklet).

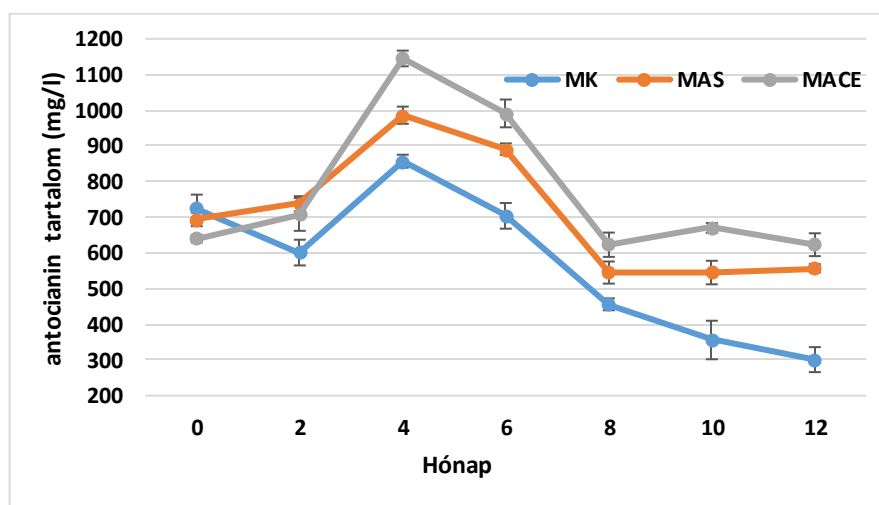


32. ábra: Meggylé minták összes polifenol tartalmának változása a tárolás során (mgGE/l)

Az eredmények számos, a meggyfajták biológiailag értékes és aktív hatóanyagainak vizsgálatával foglalkozó tanulmánnyal mutat hasonló eredményeket. Ficzek (2012) különböző meggyfajták összes polifenol tartalmát vizsgálta doktori kutatásában négy, egymást követő éven keresztül. Eredményei 147,7-527,2 mgGE/100g között alakultak, ezen belül az 'Érdi bőtermő' fajta esetében az értékek 142,4-422,3 mgGE/100g között változtak, hasonlóan jelen kutatás eredményeihez. Kim és munkatársai (2005) cseresznye és meggyfajták fenolos vegyületeit vizsgálta, eredményei 146,1-312,4 mgGE/100g között voltak, míg Damar és Eksi (2012) 151-255 mgGE/100g közötti értékeket mért. Bonerz és munkatársai (2007) 5 meggyfajta esetében mutatott ki 270-499 mgGE/100g közötti összes polifenol mennyiséget, köztük a 'Cigány 7' magyar meggyfajta esetében 270 mgGE/100g-ot.

4.5. Összes antocianin tartalom eredményei

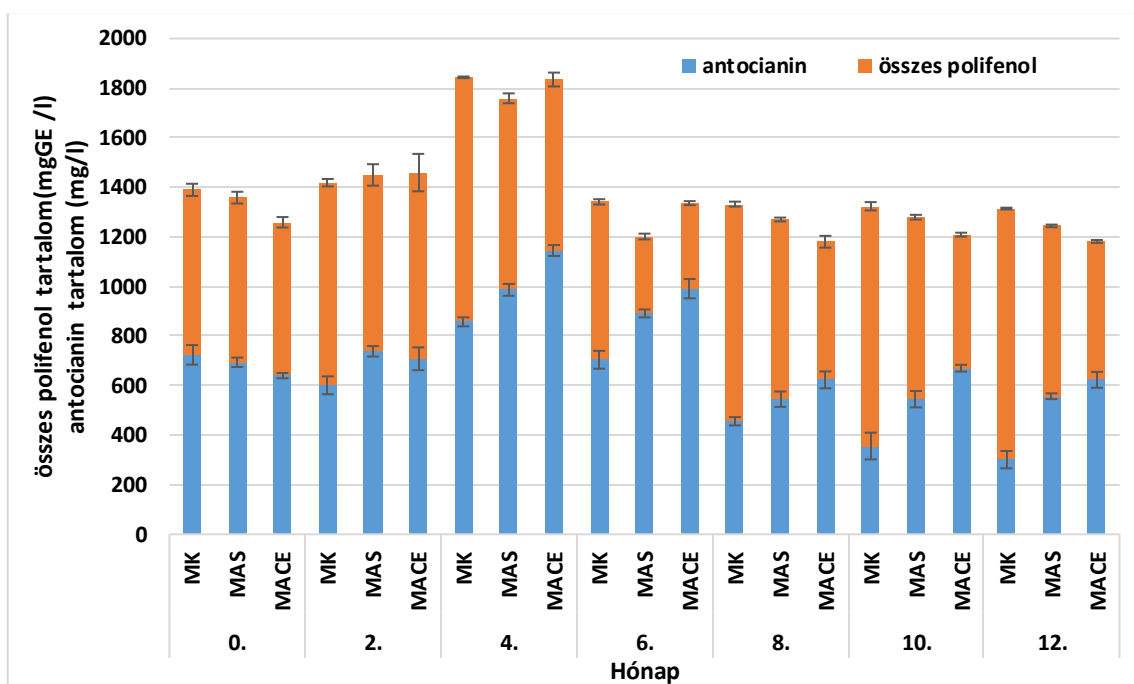
A 33. ábra szemlélteti a meggylé minták antocianin tartalmának változását a tárolási idő függvényében. A tárolás kezdetén a három minta antocián tartalma közel azonos, 64,0 -72,4 mg/ 100g között volt. A kezelt minták esetében a 2. hónapra enyhe növekedés tapasztalható, míg a kontroll (MK) minta esetében csökkenés figyelhető meg. A 4. hónapra mindegyik minta esetében jelentős növekedés tapasztalható, melynek mértéke a kontroll (MK) minta esetében 18,3%, az aszkorbinsavval kezelt (MAS) minta esetében 42%, az acerolával kezelt (MACE) lé esetében pedig 78,9%. A 4-8. hónap között az antocianin tartalomban jelentős csökkenés következett be, mely a kontroll minta esetében tovább folytatódott, míg a két kezelt minta esetében stabilizálódott.



33. ábra: Meggylé minták összes antocianin tartalmának változása a tárolás során (mg/l)

A meggylé minták összes antocianin tartalmának statisztikai értékelése azt mutatta, szignifikáns különbség volt az acerolával kezelt és a kontroll minták (MK-MACE, $p=0,009$) között. Azonban az aszkorbinsavval kezelt meggylé és a kontroll minták (MK-MAS, $p=0,102$), valamint a két kezelés hatása között nem mutatkozott szignifikáns különbség (MAS-MACE, $p=0,595$). A tárolási időnek a kontroll minta (MK) esetében nem volt szignifikáns hatása, míg a két kezelés esetében a 4. és 6. hónap értékei szignifikánsan eltérnek (M3. Melléklet). Az antocianin tartalom erős korrelációt mutatott az acerolával (MACE) kezelt lé esetében ($r=0,837$) az összes polifenol tartalommal, míg a kontroll (MK és az aszkorbinsavval kezelt minták (MAS) esetében az összefüggés gyenge ($r=0,705$, illetve $r=0,639$) (M4. Melléklet).

A 34. ábra szemlélteti az antocianin tartalom változását az összes polifenol tartalomhoz viszonyítva.



34. ábra: Meggylé minták összes antocianin tartalma (mg/l) az összes polifenol tartalomhoz (mgGE/l) viszonyítva

A tárolási idő alatt az antocianinok mennyisége 22,91-74,18% között volt az összes polifenol tartalomhoz viszonyítva. A tárolás kezdetén az értékek között nem volt jelentős különbség a kezeléseket tekintve, az összes polifenol mennyiségének 50,85-52,11%-át adták az antocianin vegyületek. A 2. hónaptól kezdődően a kezelt meggylévek esetében mindig

nagyobb arányt képvisel az összes antocianin mennyisége a kontroll mintához képest. Legmagasabb arányban a tárolás 6. hónapjában találunk antocianint az aszkorbinsavval kezelt minta (MAS esetében 74,17%, míg az acerolával kezelt (MACE) lé esetében 74,18%. A tárolás hátralevő idejében, a 6-12. hónap során minden vizsgált időpontban az acerolával kezelt levek (MACE) mutattak magasabb antocianin mennyiséget az összes polifenol tartalom belül. Az összes antocianin tartalom szempontjából tehát az acerolával történő kezelés stabilabbnak bizonyult.

A meggyfajták összes antocianin tartalmának vizsgálatával a világ meggytermesztő országaiban intenzíven foglalkoznak, így számos adat áll rendelkezésre. Kim és munkatársai (2005) 49,1-109,2 mg/100g, Blando (2004) 27,8-804 mg/100g, Damar et al. (2012) pedig 35-63 mg/100g közötti összes antocianin tartalmat detektáltak több meggyfajta vizsgálat során. Homoki és munkatársai (2014) 5 magyar nemesítésű meggyfajta és fajtajelölt antocianin tartalmát tanulmányozta, eredmények 21-295 mg/100g között voltak, kiemelkedően magas értéket mértek a 'Cigánymeggy (C59)' esetében (206 mg/100g), míg a 'Kántorjánosi' és a 'Debreceni bőtermő' fajtáknál 21, illetve 63 mg/100g összes antocianin mennyiséget detektáltak.

Bonerz és munkatársai (2007) 'Schattenmorelle' meggyfajta levének antocianin tartalom változását követték nyomon 6 hónapos, 20 °C-on történő tárolás során. Eredményeik alapján arra a következtetésre jutottak, hogy a tárolás alatt a szintelen fenolos vegyületek stabilabbak maradtak, míg az antocianinok 75%-a elbomlott a tárolás végére.

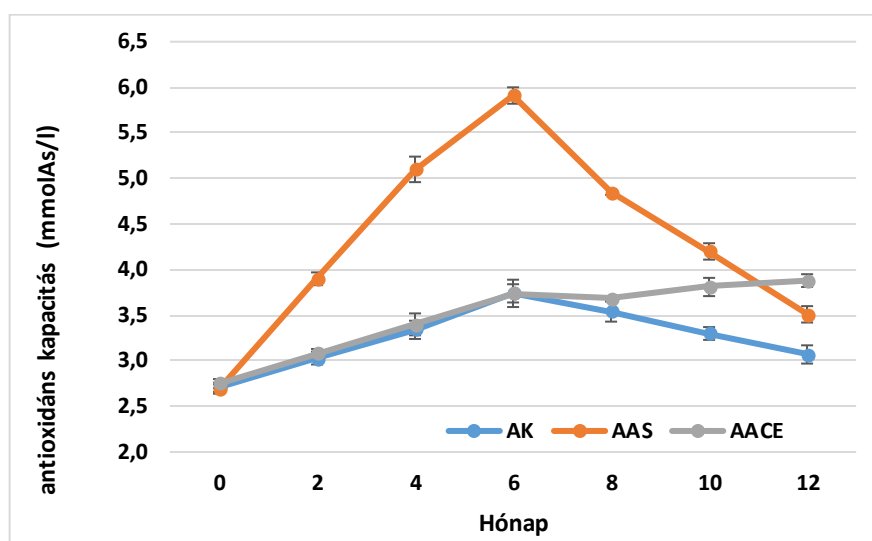
Wojdyloés munkatársai (2019) kutatásukban 25 meggyfajta antocianin vegyületeit tanulmányozta ipari körülmények között előállított szűretlen levek esetében, majd 190 napos 4 és 30 °C-os tárolás során. A minták összes antocianin tartalma 59-116 mg/100g között változott. Eredményeik alapján megállapították, hogy az antocianin tartalom és a színjellelmzők értékét elsősorban a fajta befolyásolja, míg a tárolás alatti antocianin bomlás inkább idő és hőmérsékletfüggő. A fajták többsége, hasonlóan jelen kutatás kontroll minta eredményeihez, több, mint 50%-os antocianin degradációt szenvedtek a tárolási idő alatt.

4.6. Antioxidáns kapacitás (FRAP) meghatározásának eredményei

4.6.1. Almalé antioxidáns kapacitása

Az antioxidáns kapacitás alakulását az almalevek tárolása során a 35. ábra mutatja. A legalacsonyabb antioxidáns aktivitást a kiindulási mintákban mértük, míg a legmagasabb értéket (5,91 mmolAS/l) az aszkorbinsavval kezelt (AAS) mintában határoztuk meg a 6. hónapban. A kiindulási értékeket tekintve az acerolával kezelt, valamint a kontroll minta

antioxidáns kapacitása közel azonos (2,71 és 2,75 mmolAS/l). Az aszkorbinsav hozzáadásával készült minta értéke valamivel alacsonyabb volt (2,69 mmolAS/l).



35. ábra: Almálé minták antioxidáns kapacitásának (FRAP) változása tárolás során (mmolAS/l)

Az antioxidáns kapacitás eredmények elemzése azt mutatja, hogy az acerolával (AACE) kezelt almálé értékei kismértékben (46,5%) emelkedtek a tárolás során. A kontroll és az aszkorbinsavval kezelt minták esetében az antioxidáns kapacitás növekvő tendenciát mutat a 6. hónapig (43%, illetve 112%), majd ezt követően csökkenés figyelhető meg. Ezzel együtt mindhárom kezelés esetében a 12. hónapra az antioxidáns kapacitás értéke növekedett, a kontroll (AK) minta esetében 18,9%-kal, az aszkorbinsavval kezelt (AAS) mintánál 38,6%-al, míg az acerolával kezelt mintánál (AACE) 56,3%-kal.

Az antioxidáns kapacitás értékek változásában az aszkorbinsav hatása kiemelkedő. Amennyiben aszkorbinsavat alkalmazunk a feldolgozási technológia során, akkor 6 hónapos minőségmegőrzési időt érdemes adni az almálének, amennyiben ki akarjuk emelni a magas antioxidáns értékeit. A kontroll (AK) mintánál ugyanis a maximum érték a 6. hónapnál van, utána csökkenő tendencia figyelhető meg, az acerolával kezelt mintánál (AACE) szintén a 6. hónapban jelentkezik a maximum érték, majd stagnál. A FRAP érték szempontjából a legjobb stabilitást az acerolalé (AACE) alkalmazása biztosítja. A 200 mg aszkorbinsav tartalomra beállított acerolában lévő egyéb vegyületek azonban befolyásolják az antioxidáns kapacitás értékét (Hanamura et al., 2005; Belwal et al., 2018), így ezek feltehetően más kinetikát mutatnak, ami egy lassú, de ugyanakkor folyamatos, egyenletes növekedést eredményez a 12 hónap alatt.

Az almaléminták antioxidáns kapacitásának statisztikai értékelése azt mutatta, hogy az aszkorbinsavas kezelés és a kontroll minták (AK-AAS, $p=0,000$), valamint a két kezelés között (AAS-AACE, $p=0,002$) is volt szignifikáns különbség. Az acerolás kezelés és a kontroll minták között azonban nem volt kimutatható szignifikáns különbség (AK-AACE, $p=0,702$). A tárolási időnek mindegyik kezelés esetében szignifikáns hatása volt az antioxidáns kapacitás alakulására. A kiindulási értékekhez viszonyítva a kontroll (AK) és az aszkorbinsavval kezelt minta (AAS) már a 2. hónaptól, míg az acerolaléval kezelt minta (AACE) csak a 4. hónaptól mutat jelentős változást (M3. Melléklet). Az antioxidáns kapacitás értékei a kontroll és az aszkorbinsavval kezelt minták esetében erős korrelációt mutatnak az L^* , b^* értékeivel, míg negatív korreláció jelentkezik az a^* értékekkel szemben. Az acerolaléval kezelt minta esetében csak a b^* értékekkel korrelál az antioxidáns kapacitás. Az acerolaléval kezelt mintáknál erős negatív korreláció mutatható ki a vizsgált fenolsavakkal is (katechin esetében $r=-0,904$; klorogénsav esetében $r=-0,929$; galluszsav esetében $r=-0,965$) (M4. Melléklet). Feltehetően a korrelációs kapcsolatban szerepet játszanak az acerolalé fenolos vegyületei is.

A tárolási kísérlet eredményei hasonlóak Harmanescu és mtsai (2006) által közölt eredményekhez, akik almalé mintákban $0,75-3,36$ mmolAA/l értékeket mértek. Zielinski és mtsai (2014) Fuji és Gála almafajták esetében mértek $2,7$ mmolAA/l antioxidáns kapacitást. Az antioxidáns kapacitás tárolás alatti átmeneti növekedése nem ismeretlen folyamat, számos tudományos kutatás számol be hasonló eredményekről. Del Caro és mtsai (2004) citruszlevek antioxidáns kapacitását tanulmányozták és grapefruit, valamint narancslé esetében mutatták ki az antioxidáns kapacitás szignifikáns növekedését.

Más kutatók arról számoltak be, hogy az antioxidáns aktivitás növekszik gyümölcsstermékek tárolása során, miközben a fenolos vegyületek és a C-vitamin csökken. A tárolt gyümölcslevek antioxidáns aktivitásának növekedése részben a nem enzimikus reakciótermékek képződésének tudható be (Pino-Garcia et al., 2012). Starowicz és munkatársai (2021) mézek barnulási folyamatait és antioxidáns hatását vizsgálták. Beszámoltak arról, hogy a katalitikus cukrok koncentrációja és a szabad aminosavak jelenléte elősegíti és megkönnyíti a nem enzimes barnulási folyamatokat, ami nagy molekulatömegű barna melanoidinek képződését eredményezi, amelyek antioxidáns aktivitást mutatnak (Manzocco et al., 2011). Brudzynski és Miotto (2011) szerint a fenolos vegyületek részt vesznek a melanoidin képződésében, és antioxidáns hatású melanoidinokat biztosítanak, ugyanakkor hozzájárulnak a barnulási index változásához is. A mézek esetében

a Maillard-reakciónak és a mézben lévő melanoidinek képződésének kulcsszerepe van a méz antibakteriális és antioxidáns hatásában (Brudzynski, 2012).

Piližota et al. (2012) az antioxidáns aktivitás tárolás alatti növekedését a fenolos vegyületek szerkezetének változására vezeti vissza, mely szerint a gyűrűs vegyületek szétnyílása és átrendeződése következtében újabb, antioxidáns hatással rendelkező formációk alakulnak ki.

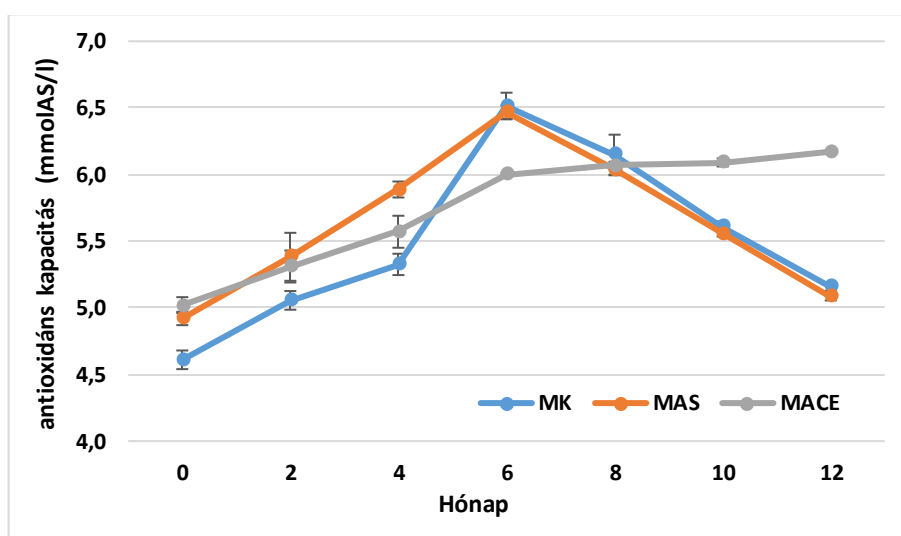
Az összes polifenol tartalom és az antioxidáns kapacitás közötti korrelációt számos kutatócsoport vizsgálta. Egyes tanulmányok szoros korrelációt mutattak ki közöttük (Korekar et al., 2014; Wern et al., 2016). Rentsendavaa (2021) doktori munkája során homoktövis levekben követte nyomon az összes polifenol tartalom és az antioxidáns kapacitás változását 14 hónapos tárolás során, a két paraméter között szoros korrelációt mutatott ki. Azonban több olyan tanulmány is született, ahol nem találtak a két paraméter között korrelációt, pl. Ercisli és Orhan (2007) fehér, vörös és fekete szeder termését tanulmányozva tette ezt a megállapítást.

4.6.2. Meggylé antioxidáns kapacitása

Az antioxidáns kapacitás alakulását a meggylevelek tárolása során a 36. ábra mutatja. A tárolási időszak kezdetén a legkisebb antioxidáns kapacitása a kontroll mintának volt (4,61 mmolAS/l), a két kezelt minta ennél magasabb értékeket mutatott, az aszkorbinsavval (MAS) kezelt minta esetében 4,92 mmolAS/l, míg az acerolával kezelt meggylé antioxidáns kapacitása 5,02 mmolAS/l volt. Az eredmények megegyeznek Ficzek (2012) kutatásaival, aki az 'Érdi bőtermő' fajta esetében 3 egymást követő évben 2,69-6,29 mmolAS/l értékeket detektált.

A tárolási idő első 4 hónapjában mindhárom minta esetében növekedés volt tapasztalható (MK 15,6%, MAS 19,7%, MACE 10,9%) az antioxidáns kapacitás értékeiben. A 4-6. hónap között a növekedés a kontroll minta esetében fokozódott (22,1%), az aszkorbinsavval kezelt (MAS) minta esetében mérséklődött (9,8%), míg az acerolával kezelt lé esetében (MACE) hasonló ütemben folytatódott (12,9%). Az acerolával kezelt meggylé (MACE) esetében az antioxidáns kapacitás a tárolás további részében stabilizálódott és további 2,7%-os növekedést mutatott. A kontroll, valamint az aszkorbinsavval kezelt minta antioxidáns kapacitása a 6-12. hónap között egyenletesen csökkent. Mindhárom minta esetében elmondható azonban, hogy a tárolási idő végén az antioxidáns kapacitásuk meghaladta a kiindulási értékeket, legstabilabbnak az acerolával kezelt (MACE) lé mutatkozott.

A meggylé minták antioxidáns kapacitásának statisztikai értékelése azt mutatta, hogy a kezelések között nem volt szignifikáns különbség (MK-MAS, $p=0,719$; MK-MACE, $p=0,366$; MAS-MACE, $p=0,827$). A tárolási időnek mindegyik kezelés esetében szignifikáns hatása volt az antioxidáns kapacitás alakulására. A kiindulási értékekhez képest az aszkorbinsavval kezelt (MAS) minta már a tárolás 2. hónapjától a kontroll (MK) minta a 4. hónaptól, míg az acerolaléval kezelt (MACE) minta csak a 6. hónaptól mutat szignifikáns változást (M3. Melléklet). Az antioxidáns kapacitás értékei a kontroll és az aszkorbinsavval kezelt minták esetében erős korrelációt mutatnak az L^* , a^* és b^* értékeivel, míg az acerolaléval kezelt minta esetében nem mutatható ki összefüggés. Az acerolaléval kezelt mintáknál erős negatív korreláció mutatható ki a vizsgált fenolsavakkal is (katechin esetében $r=-0,736$; klorogénsav esetében $r=-0,928$; galluszsav esetében $r=-0,920$) (M4. Melléklet). Feltehetően a korrelációs kapcsolatban szerepet játszanak az acerolalé fenolos vegyületei is. Papp (2014) doktori kutatásában 32 meggyfajtát vizsgálva az antioxidáns kapacitásukat 2,5-25 mmolAS/l értékek között mérte. Az 'Érdi bőtermő' fajta esetében 5 mmolAS/l-t mutatott ki, mely érték a vizsgált fajták között az alsó 1/3-ban helyezkedett el. Dragovic-Uzelac és munkatársai (2007) 'Marasca' és 'Cigánymeggy' esetében mért 32,53, illetve 24,04 mmolAS/kg értékeket.



36. ábra: Meggylé minták antioxidáns kapacitásának (FRAP) változása tárolás során (mmolAS/l)

4.7. Aszkorbinsav-tartalom eredményei

4.7.1. Almalé aszkorbinsav tartalma

A 37. ábra mutatja az aszkorbinsav tartalom változását a tárolás során almalevek esetében. A legalacsonyabb aszkorbinsav tartalmat (98 mg/l) a kontroll (AK) mintában a 10.

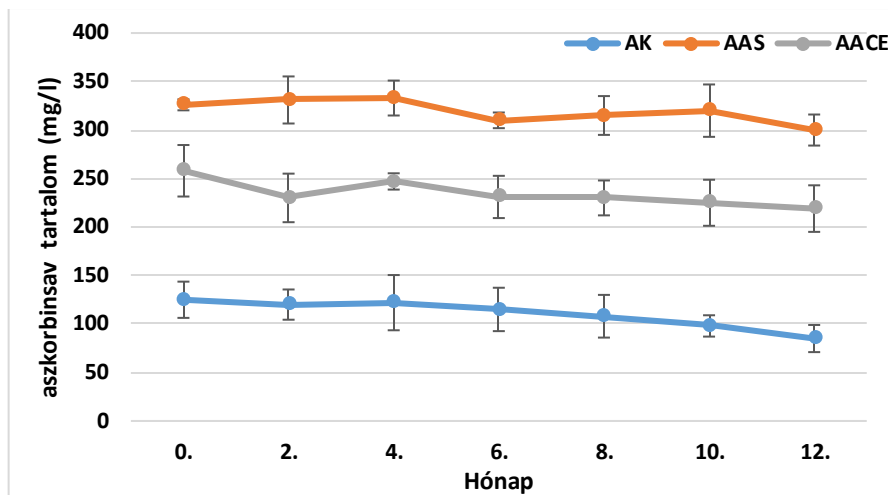
hónapban, míg a legmagasabb értéket (330 mg/l) az aszkorbinsavval kezelt mintában (AAS) a 4. hónapban mértük. A kiindulási értékeket tekintve legkisebb aszkorbinsav tartalma a kontroll (AK) mintának volt (125 mg/l), ennél magasabb az acerolával kezelt (AACE) (258 mg/l), legmagasabb pedig az aszkorbinsavval kezelt (AAS) mintáé (326 mg/l). Mivel mindhárom minta ugyanolyan feltételek mellett és ugyanazokkal a technológiai paraméterekkel (hőkezelés ideje, hőmérséklete) készült, levonható az a következtetés, hogy az aszkorbinsav stabilabban marad meg a gyártástechnológia során a tiszta aszkorbinsav hozzáadás esetén, mintha ugyanazt az aszkorbinsav mennyiséget acerolával adjuk a termékhez.

A kezeléseket összehasonlítva kijelenthető, hogy a legmagasabb értékeket az aszkorbinsavval kezelt (AAS) minták mutatták a tárolás teljes időszakára vonatkozóan. A kontroll mintához képest közel háromszoros, az acerolával kezelt mintákhoz képest kétszeres értékeket detektáltunk.

A tárolás alatt mindhárom kezelés esetében aszkorbinsav csökkenés volt kimutatható, a kontroll minta (AK) esetében 32,0%, az acerolával kezelt minta (AACE) esetében 15,2%, míg az aszkorbinsavval kezelt (AAS) kezelt minta esetében 7,98%. Az aszkorbinsav hozzáadásával készült minták a tárolás 4. hónapjáig tartották az értékeket, majd a 6. hónapra kis mértékű csökkenés volt tapasztalható. A tárolás további részében stagnáló szakasz figyelhető meg.

Az acerolával kezelt mintáknál már a 2. hónapban megfigyelhető a csökkenés, ezt követően stabil értékeket mértünk. A kontroll minta természetesen előforduló aszkorbinsav tartalma folyamatos csökkenő tendenciát mutatott a tárolás teljes szakaszában.

Az almaminták aszkorbinsavtartalmának statisztikai elemzése erős szignifikáns különbséget mutatott a kontroll és az aszkorbinsavval kezelt minta között (AK-AAS, $p = 0,000$), valamint a kontroll és acerolával kezelt minták között is (AK-AACE, $p = 0,000$). A két kezelés között (AAS-AACE, $p = 0,000$) szintén szignifikáns különbség volt. A tárolási időnek mindegyik kezelés esetében szignifikáns hatása volt az aszkorbinsav tartalom alakulására, a változás azonban csak a tárolás késői szakaszában jelentkezett. A kiindulási értékekhez viszonyítva a kontroll (AK) és az aszkorbinsavval kezelt (AAS) mintáknál a 10. hónapban, míg az acerolával (AACE) kezelt mintánál a 12. hónapban mutatható ki jelentős változás (M3. Melléklet).



37. ábra: Almalé minták aszkorbinsav tartalmának változása tárolás során (mg/l)

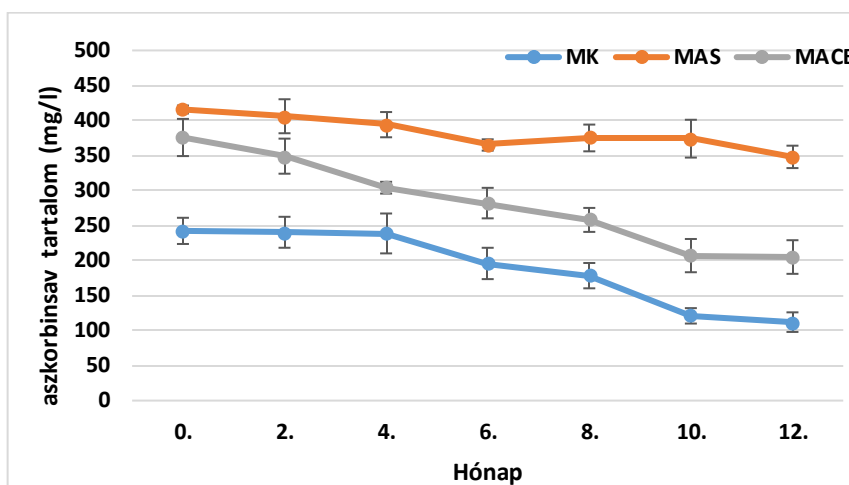
Eredményeim összhangban vannak Lemmens és munkatársai (2020) által bemutatott kísérleti eredményekkel, akik 79 belga almafajta átlagos aszkorbinsav tartalmát 129 ± 6 mg/kg értékben közölték, míg Rasanu et al. (2005) 126,8 mg/kg aszkorbinsavat mért almalevek esetében. Del Caro és mtsai (2004) citrusleveket vizsgáltak és azt a megállapítást tették, hogy a tárolás alatt az 5 vizsgált mintából egy esetben aszkorbinsav csökkenés volt kimutatható.

Cilla és munkatársai (2011) nyolcféle szőlőt, narancsot és kajszibarackot tartalmazó gyümölcsital teljes antioxidáns kapacitását, aszkorbinsav-tartalmát és összes polifenoltartalmát elemezte tárolás alatt. Valamennyi ital antioxidáns kapacitása együttesen szignifikánsan nőtt ($p < 0,05$) a tárolás végén (16,4% és 12,8%), míg az aszkorbinsav tartalom stabil maradt.

4.7.2. Meggylé aszkorbinsav tartalma

A 38. ábra mutatja az aszkorbinsav tartalom változását meggylevelek tárolása során. A kontroll minta (MK) kiindulási aszkorbinsav tartalma 242 mg/l volt. Wojdyło et al. (2014) kutatásában 33 meggyfajta beltartalmi értékeit vizsgálta, az aszkorbinsav tartalom fajtától függően 54,5-221,8 mg/l között volt, az „Érdi bőtermő” esetében 185,9 mg/l-ert mértek. A kezelések hatására (200 mg/kg aszkorbinsav hozzáadás) a minták kiindulási értékei 416 mg/kg (MAS), illetve 376 mg/kg (MACE) értékekre emelkedett. Figyelembe véve, hogy a minták töltés előtt hőkezelésen estek át, már a kiindulási értékekben különbség mutatkozik az aszkorbinsavas (MAS) kezelés javára. A meggyléhez hozzáadott aszkorbinsav stabilitása

hasonló az almalénél tapasztaltakhoz, azaz a feldolgozás-technológiai hatásokkal szemben az aszkorbinsav stabilabb maradt, mint az acerolalé.



38. ábra: Meggylé minták aszkorbinsav tartalmának változása tárolás során (mg/l)

A tárolási időt tekintve megállapítható, hogy mindhárom minta esetében az aszkorbinsav tartalom csökkent. A csökkenés mértéke nagyobb volt, mint az almalé minták esetében. Legkisebb mértékű csökkenés az aszkorbinsavval kezelt (MAS) mintánál volt kimutatható (16,4%). Az acerolalével kezelt minta (MACE) aszkorbinsav tartalom csökkenése ennél nagyobb mértékű volt (45,47%), míg a kontroll minta (MK) esetében volt detektálható a legnagyobb veszteség (53,8%) volt.

Özkan (2002) kutatásai szerint az antocianin tartalmú levek esetében a hozzáadott aszkorbinsav mennyiség is hatással van a tárolás alatti változásokra. Megállapította, hogy bizonyos meggyfajták esetében már 80 mg/l aszkorbinsav léhez történő adagolása gyorsítja a tárolás alatti antocianin bomlást, míg 60 mg/l-nek nincs ilyen hatása. Gránátalmalé esetében azonban mindkét koncentrációnak védő hatása volt az antocianinokra. De Rosso and Mercadante (2007) acai lé esetében tették azt a megállapítást, hogy minél több aszkorbinsavat adagoltak a léhez, a színfakulás annál jelentősebb volt.

A meggyléminták aszkorbinsavtartalmának statisztikai elemzése erős szignifikáns különbséget mutatott a kontroll és az aszkorbinsavval kezelt minta között (MK-MAS, $p = 0,000$), valamint a kontroll és acerolalével kezelt minták között is (MK-MACE, $p = 0,000$). A két kezelés között (MAS-MACE, $p = 0,000$) szintén szignifikáns különbség volt. A tárolási időnek mindegyik kezelés esetében szignifikáns hatása volt az aszkorbinsav tartalom alakulására. A kiindulási értékekhez képest a kontroll (MK) és az aszkorbinsavas (MAS)

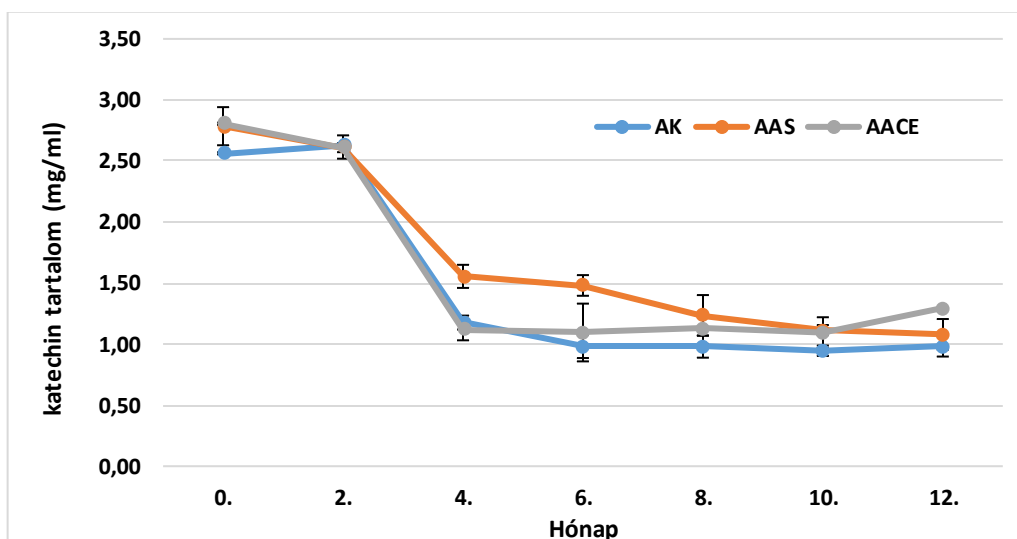
minták a tárolás 6. hónapjától, míg az acerolaléval (MACE) kezelt minták a 4. hónaptól mutat jelentős változást (M3. Melléklet).

4.8. Fenolos komponensek meghatározásának eredményei

4.8.1. Almalé fenolos komponensei

A fenolos komponensek közül a galluszsav, a katechin és a klorogénsav azonosítása történt meg az almalé minták esetében.

A három beazonosított komponens közül legnagyobb mennyiségben katechin fordul elő a mintákban (39. ábra). A legmagasabb érték az acerolával (AACE) kezelt almalé minta esetében volt mérhető a tárolás 0. hónapjában (2,8044 mg/ml), míg a legalacsonyabb érték a kontroll (AK) minta 10. hónapos értéke volt (0,9458 mg/ml). A 12 hónapos tárolás során mindhárom kezelés esetén a katechin tartalom csökkenése volt tapasztalható. Mennyiségében az első 2 hónapban nincs változás, még nem alakul át, nem bomlik. Ezt követően csökkenő tendencia figyelhető meg a 4. hónapig, hasonlóan az összes polifenol értékekhez. A tárolás további szakaszában kezeléstől függetlenül az értékek stagnálnak. Összességében a kontroll minta (AK) esetében a 12 hónapos tárolás alatt a csökkenés 61,6% volt, az aszkorbinsavas minta (AAS) esetében 61,2%, míg az acerolás minta (AACE) esetében 54,0%.

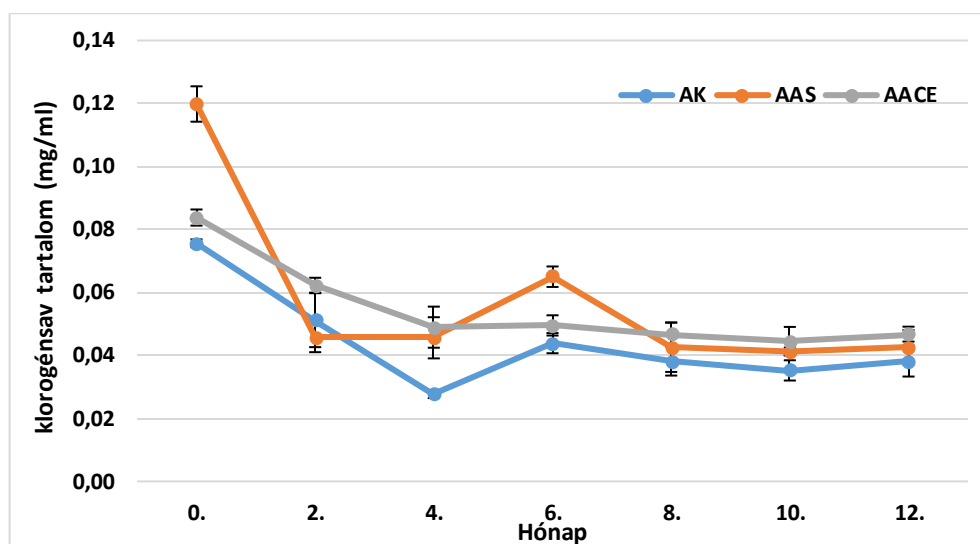


39. ábra: Almalé minták katechin tartalmának változása tárolás során (mg/ml)

A kezeléseket páronként összehasonlítva nem volt kimutatható szignifikáns különbség (AK-AAS, $p=0,556$; AK-AACE, $p=0,839$; AAS-AACE, $p=0,884$). A tárolási időnek mindegyik kezelés esetében szignifikáns hatása volt a katechin tartalom alakulására a kiindulási

értékekhez viszonyítva a tárolás 4. hónapjára. Az acerolával (AACE) kezelt mintánál a 4-12. hónap között nem szignifikáns a különbség (M3. Melléklet). A katechin tartalom negatív korrelációt mutat a b* színpáraméterekkel (AK minta $r=-0,967$; AAS minta $r=-0,893$; AACE minta $r=-0,912$) (M4. Melléklet).

A beazonosított komponensek közül a második legnagyobb mennyiségben klorogénsav volt kimutatható, az értékek 0,0353 – 0,1198 mg/ l között alakultak (40. ábra). Mindhárom kezelés esetében a katechinhez hasonlóan csökkenő tendencia volt tapasztalható a tárolás 4. hónapjáig. A tárolás további szakaszában az értékek stagnáló tendenciát mutattak kezelésektől függetlenül. Tehát a kezeléseknak nincs szignifikáns hatása a klorogénsav tekintetében.

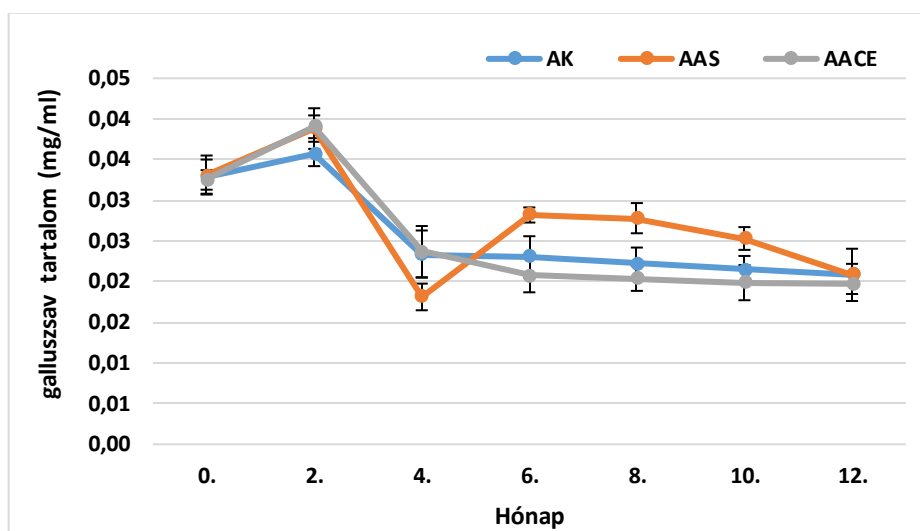


40. ábra: Almalé minták klorogénsav tartalmának változása tárolás során (mg/ml)

Összességében a legkisebb mértékű változást (44,15%) az acerolával kezelt minták (AACE) mutatták, az értékek a tárolás 4. hónapjától csaknem változatlanok maradtak, az acerolával való kezelés stabilabb környezet teremtett a klorogénsav számára. Ezzel szemben a kontroll minta (AK) 49,47 %, míg az aszkorbinsavval kezelt (AAS) minták vonatkozásában 64,44%-os klorogénsav tartalom csökkenés detektálható a vizsgált időszak során. A kapott eredmények összhangban vannak Awad és mtsai (2000), valamint Khanizadeh és mtsai (2008) kutatási eredményeivel. A kezeléseknél nem volt kimutatható szignifikáns különbség (AK-AAS, $p=0,775$; AK-AACE, $p=0,322$; AAS-AACE, $p=0,723$). A tárolási időnek mindegyik kezelés esetében szignifikáns hatása volt a klorogénsav tartalom alakulására már a tárolás 2. hónapjától. A tárolás későbbi szakaszában azonban nincs az adatok között szignifikáns különbség, aszkorbinsavas (AAS) kezelés esetében már a 4-12.

hónap között, az acerolalével kezelt (AACE) mintánál a 6-12. hónap között, míg a kontroll (AK) mintánál a 8-12. hónap között (M3. Melléklet). A klorogénsav tartalom negatív korrelációt mutat a b* színparaméterekkel a kontroll (AK minta $r=-0,799$) és az acerolalével kezelt minta esetében (AACE minta $r=-0,814$) (M4. Melléklet).

A minták galluszsav tartalma 0,0181 – 0,0431 mg/ml között változott (41. ábra). A tárolási idő függvényében csökkenő tendencia tapasztalható. Az első 2 hónapban az értékek nem változtak hasonlóan más minőségi paraméterekhez (pH, szín, viszkozitás, összes polifenol), majd a 4. hónapra lecsökkentek és az értékeket stabilan tartották a 12 hónap során. A csökkenés mértéke a három mintánál közel azonos volt (60,6-63,2%).



41. ábra: Almalé minták galluszsav tartalmának változása tárolás során (mg/ml)

Az aszkorbinsavas kezeléseknél nem volt szignifikáns hatása a galluszsav tartalomra (AK-AAS, $p=0,999$); míg az acerolás kezelés esetében kimutatható volt a különbség (AK-AACE, $p=0,053$), hasonlóan a két kezelés között is (AAS-AACE, $p=0,058$). A tárolási időnek mindegyik kezelés esetében szignifikáns hatása volt. Az aszkorbinsavval (AAS) kezelt mintánál már a tárolás 2. hónapjában, míg a kontroll (AK) és az acerolalével (AACE) kezelt mintáknál csak a 4. hónaptól volt kimutatható jelentős változás (M3. Melléklet). A galluszsav tartalom negatív korrelációt mutat a b* színparaméterekkel a kontroll (AK minta $r=-0,918$) és az acerolalével kezelt minta esetében (AACE minta $r=-0,879$) (M4. Melléklet). A kontroll és az acerolalével kezelt minták esetében a fenolsavak egymással összehasonlítva is erős korrelációt mutatnak, azonban az összes polifenol tartalom és a fenolos vegyületek között csak az acerolalével kezelt minta esetében a klorogénsavnál mutatható ki összefüggés. (M4. Melléklet).

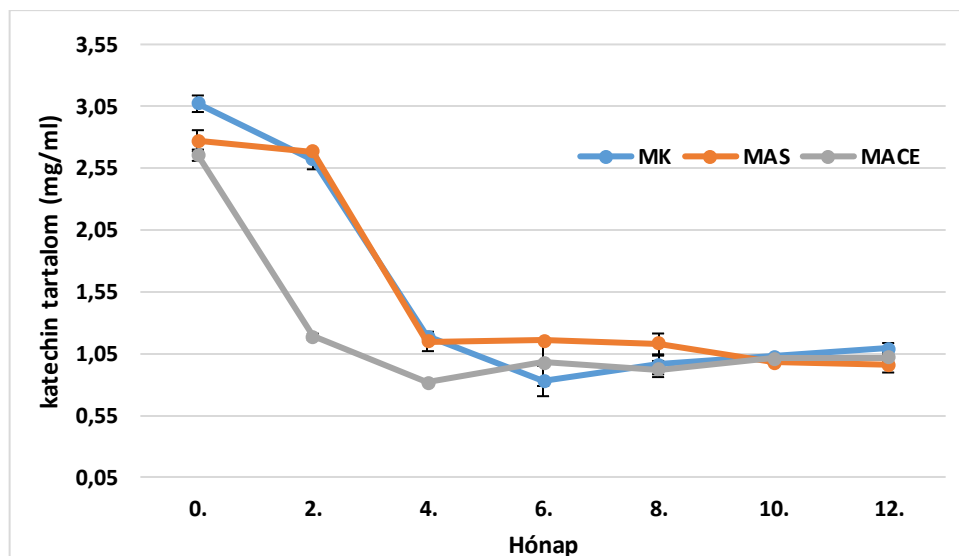
Du és mtsai (2019) hasonló eredményekről számoltak be, kísérleteik során 0,0295 mg/ml galluszsavat, valamint 0,00529 mg/ml klorogénsavat detektáltak.

A fenolos komponensek tárolás alatti változásaival kapcsolatban Kopjar és munkatársai (2012) hasonló tendenciát figyeltek meg. Tanulmányukban a cukrok és klorogénsav hozzáadásának hatását vizsgálták a szederlé antocianin tartalmára tárolás során.

A katechin, klorogénsav és galluszsav tárolás alatti bomlása lehetőséget teremt más, antioxidáns hatással rendelkező fenolos vegyületek keletkezésére, így ez hatással van az összes polifenol (TPC) mérhető értékére (Piližota et al., 2012). Hubbermann et al. (2006) eredményei azt mutatták, hogy a fenolos vegyületek szerkezetükből és tulajdonságaikból adódóan különböző kölcsönhatásokat eredményeznek az összetevők között, és ezen keresztül eltérő a viselkedésük és hatásuk az élelmiszer mátrix tulajdonságaira.

4.8.2. Meggylé fenolos komponensei

A három beazonosított komponens közül legnagyobb mennyiségben katechin fordul elő a mintákban (42. ábra). A legmagasabb értékek a tárolás 0. hónapjában jelentkezték (2,6534-3,0700 mg/ml). Ezt követően mindhárom mintánál csökkenő tendencia figyelhető meg, de nem azonos intenzitással. A kontroll (MK) és az aszkorbinsavval kezelt minták (MAS) esetében az első két hónapban tapasztalható kis mértékű csökkenést (MK 15%, MAS 3,2%) követően a 2-4. hónap között intenzív csökkenés mutatkozott (MK 54,7%, MAS 57,4%). Az acerolával kezelt lé (MACE) esetében ezzel szemben a 0-2. hónap között volt jelentős a csökkenés (55,5%), míg a 2-4. hónap között kisebb mértékű (31,3%).



42. ábra: Meggylé minták katechin tartalmának változása tárolás során (mg/ml)

A tárolás további szakaszában kezeléstől függetlenül az értékek stagnálnak. Összességében a kontroll (MK) minta esetében a 12 hónapos tárolás alatt a csökkenés 64,8% volt, az aszkorbinsavas minta (MAS) esetében 65,7%, míg az acerolás minta (MACE) esetében 61,8%.

A kezeléseknek nem volt szignifikáns hatása a katechin tartalomra (MK-MAS, $p=0,989$; MK-MACE, $p = 0,379$; MAS-MACE, $p=0,418$). A tárolási időnek mindegyik kezelés esetében szignifikáns hatása volt. A acerolás minta (MACE) esetében már a 2. hónaptól, míg a másik két mintánál a 4. hónaptól mutatható ki jelentős változás (M3. Melléklet). A katechin tartalom negatív korrelációt mutat a b^* szinparaméterrel a kontroll minta esetében (MK minta $r=-0,725$) (M4. Melléklet).

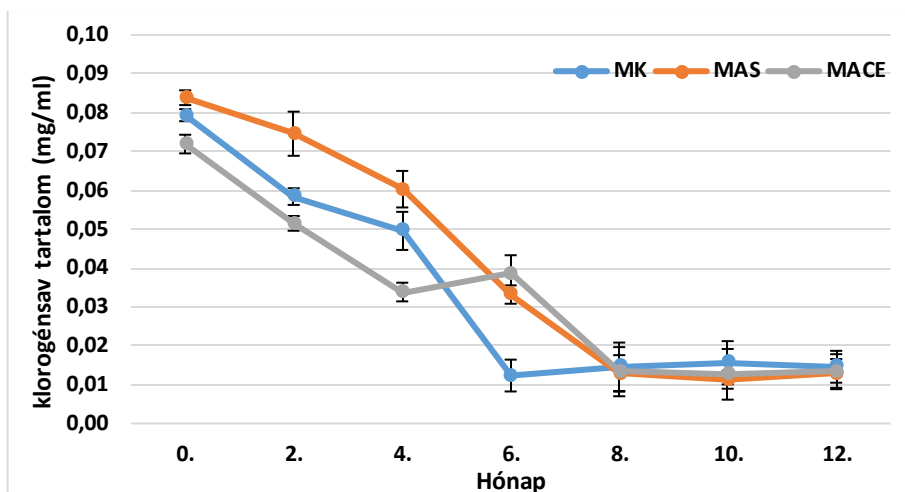
A katechin tartalmat összehasonlítva a nemzetközi publikációkkal, rendkívül nagy variabilitás tapasztalható az eredmények között. Bonerz (2007) 1-14 mg/l közötti eredményei elmaradnak az általunk detektált katechin eredmények mögött. Hasonlóan alacsony értékeket (11,1-29,2 mg/l) tapasztalt Levaj és munkatársai (2010), annak ellenére, hogy az általa kimutatott klorogénsav mennyisége egyezést mutat. Ugyanez figyelhető meg Alrgei és munkatársai (2016) 1,4-5,17 mg/l eredményei esetén, annak ellenére, hogy az általa mért klorogénsav is egyezést mutat jelen kutatás eredményeivel.

Casedas (2016) megállapítása szerint meggy esetében a klorogénsav az egyik fő komponense az antioxidáns kapacitást adó vegyületeknek, ezért meghatározása nagyon fontos. A beazonosított komponensek közül a klorogénsav volt a második legnagyobb mennyiségben kimutatható, az értékek 0,0129 – 0,0838 mg/ml között alakultak (43. ábra). Mindhárom kezelés esetében csökkenő tendencia tapasztalható a tárolás során. A kiindulási értékekhez (0,0719-0,0838 mg/ml) képest a klorogénsav koncentrációja a 8. hónapig a csökken (0,0129-0,0146 mg/ml), majd stabilan tartotta az értékeket a tárolás további szakaszában kezelésektől függetlenül.

Összességében a legkisebb mértékű változást (81,5%) a kontroll minta (MK), illetve az acerolával kezelt meggy (MACE) (81,9%) mutatta, míg az aszkorbinsavval kezelt minta (AAS) esetében a csökkenés 84,6% volt.

A kezeléseknek nem volt szignifikáns hatása a klorogénsav alakulására (MK-MAS, $p=0,723$; MK-MACE, $p=0,998$; MAS-MACE, $p=0,723$). A tárolási időnek mindegyik kezelés esetében szignifikáns hatása volt. A kontroll minta (MK) esetében már a 2. hónaptól, míg a kezelt mintánál a 4. hónaptól mutatható ki jelentős változás (M3. Melléklet).

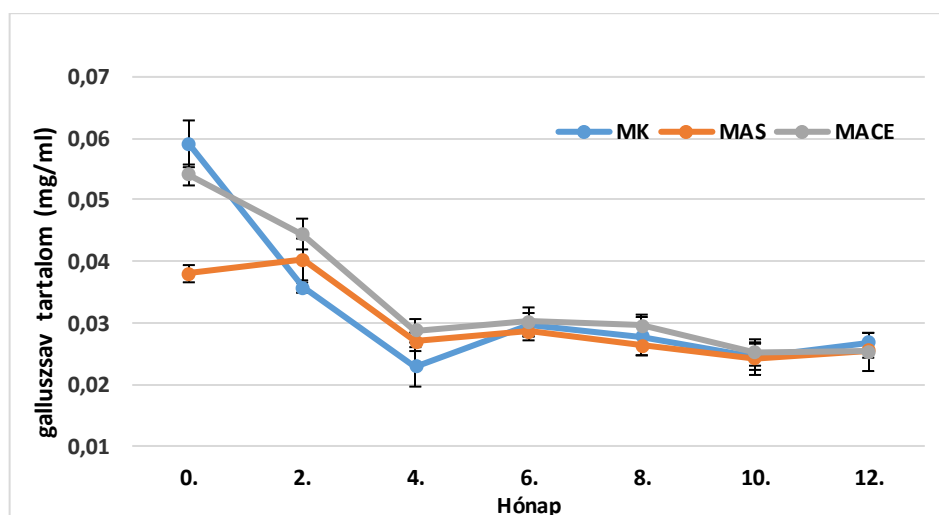
Papp (2014) doktori kutatásaiban 13 meggyfajta esetében vizsgálta a klorogénsav mennyiségét.



43. ábra: Meggylé minták klorogénsav tartalmának változása tárolás során (mg/ml)

Eredményei (3,8-40,6 mg/100g) több fajta esetében is hasonlóak voltak jelen kutatás eredményeihez. Vizsgálatai alapján a klorogénsav jelentősen hozzájárul az antioxidáns kapacitáshoz. Szintén hasonló eredményekről számol be Algei és munkatársai (2016), akik 8,1-31,16 mg/kg közötti klorogénsavat mutattak ki meggy esetében. Levaj és munkatársai (2010) ‚Marasca’ (45,9 mg/l) és ‚Oblacinska’ fajta esetében (28,3 mg/l) mértek hasonló eredményeket. Bonerz (2007) eredményei 119-268 mg/100g között voltak, mely 2-3-szorosa az általunk detektált eredményeknek.

A minták galluszsav tartalma 0,0591 – 0,0229 mg/ml között változott. A tárolási idő függvényében csökkenő tendencia tapasztalható. A csökkenés az első 4 hónapban a legjelentősebb, majd ezt követően az értékek stagnálnak. A csökkenés mértéke az aszkorbinsavval kezelt minta (MAS) esetében volt a legkisebb (32,6%), míg a kontroll minta (MK) esetében 54,6%, az acerolával kezelt lé (MACE) esetében pedig 53,2% volt (44. ábra).



44. ábra: Meggylé minták galluszsav tartalmának változása tárolás során (mg/ml)

A kezelések között nem volt kimutatható szignifikáns különbség (MK-MAS, $p=0,702$; MK-MACE, $p = 0,888$; MAS-MACE, $p=0,418$). A tárolási időnek mindegyik kezelés esetében szignifikáns hatása volt a galluszsav tartalom alakulására. A kontroll (MK) és az acerolalével (AACE) kezelt mintáknál már a 2. hónaptól, míg az aszkorbinsavval kezelt mintáknál (MAS) csak a 4. hónaptól mutatható ki jelentős változás (M3. Melléklet).

A fenolsavakat egymással összehasonlítva mindhárom kezelés esetében erős korrelációt mutattak, azonban az összes polifenol tartalom és a fenolos vegyületek között csak az acerolalével kezelt minta esetében a klorogénsavnál mutatható ki összefüggés. (M4. Melléklet).

4.9. Viszkozitás eredményei

4.9.1. Almalé viszkozitása

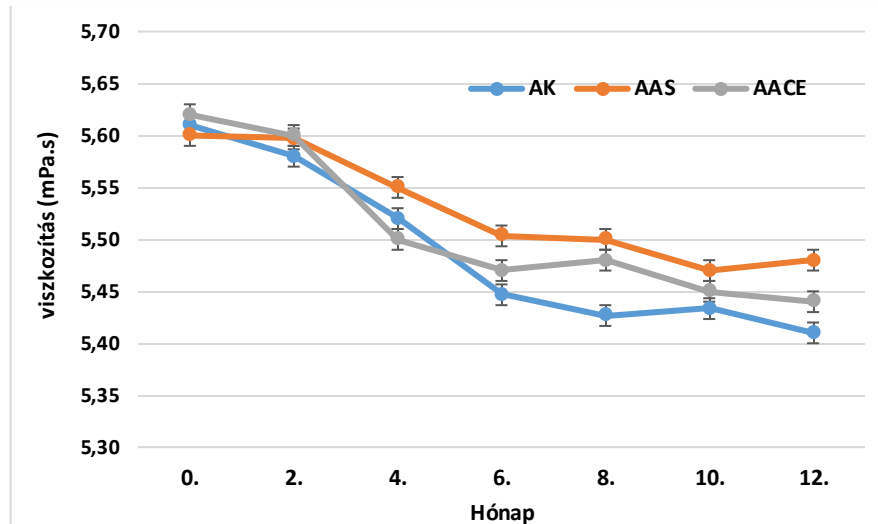
A minták viszkozitása között a kezeléseket tekintve nem volt különbség a tárolás kezdetén, az alma zúzása, préselése technológiailag és időtartamot tekintve is ugyanolyan körülmények között történt. Ennek megfelelően a viszkozitás értékek 5,60-5,63 mPa.s között alakultak (45. ábra).

Az eredményekre Herschel-Bulkley modellt illesztettük ($\tau=\tau_0+K\cdot\dot{\gamma}^n$), mely alapján $n=1$, ($n=$ „Flow Behavior Index”), a newtoni viselkedéstől való eltérést számszerűen kifejező hatványkitevő (Steffe, 1996). Tehát az almálé minták newtoni folyadékként viselkednek függetlenül a tárolási időtől és a kezelésektől. A frissen préselt almalevek reológiai viselkedése a vízdoldható szárazanyag-tartalom, a pektin-és rost tartalom függvényében változik. Saravaszos (1970) arról számolt be, hogy a préselt almálé 50°Brix alatti oldható szilárdanyag-tartalomnál newtoni viselkedést mutat, míg 50 °Brix felett nem-newtoni folyadékként viselkedik. A préselt almálé newtoni viselkedését 10-50 °Brix közötti oldható szárazanyag-tartalom esetén Genovese és Lozano (2000), valamint Brugnoli és munkatársai (2013) is leírta. Hasonló eredményről számolt be Salinas és munkatársai (2019) is, akik megállapították, hogy az almalevek még 8% rost hozzáadása esetén is newtoni közegként viselkednek. Kolniak-Ostek és munkatársai (2014) és mtsai különböző almafajták leveit vizsgálták. Eredményeik hasonló értékeket mutatnak, a vizsgálatba bevont fajták viszkozitása 1,9 – 5,1 mPa.s között volt.

Kezeléstől függetlenül az értékek a 6. hónapig kismértékű csökkenést mutatnak, majd stagnálnak. A 12 hónapos tárolás végére az értékek 5,41-5,47 mPa.s közé estek. A kontroll minta viszkozitása csökkent a legnagyobb mértékben, míg az acerolalével kezelt minta a legkevésbé. A kezelések között nem volt kimutatható szignifikáns különbség (AK-AAS,

$p=0,148$; AK-AACE, $p = 0,626$; AAS-AACE, $p=0,597$). A tárolási időnek mindegyik kezelés esetében szignifikáns hatása volt (M3. Melléklet).

A nem szignifikáns kis különbség ellenére a legkisebb értéket a kontroll mutatja. Az eredmények alapján megállapítható, hogy a viszkozitás változásában inkább a tárolási időnek van szerepe, független a kezelésektől.

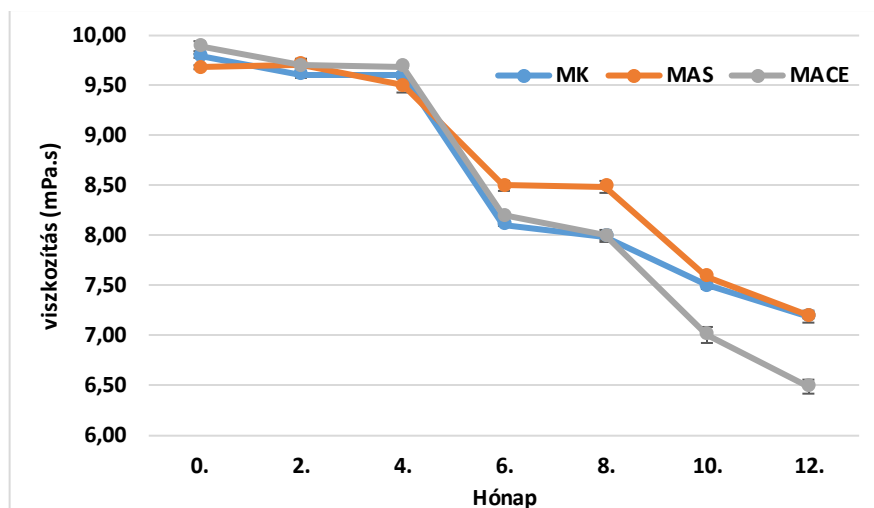


45. ábra: Viskozitás értékének változása aseptikusan töltött almálé tárolás során (mPa.s)

4.9.2. Meggylé viszkozitása

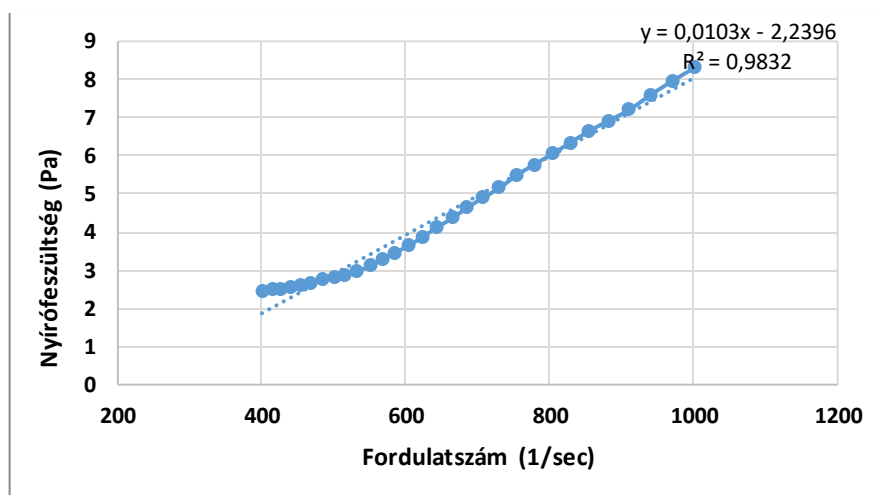
Az almálé mintákhoz hasonlóan a meggylevelek esetében sem volt számottevő különbség a kiindulási értékekben, 9,68-9,89 mPa.s között voltak az értékek. A tárolási időszak 4. hónapjáig az értékek stabilak maradtak, ezt követően azonban egy jelentősebb csökkenés következett be. A 6-8. hónap között az értékek stagnáltak, majd újból csökkenő tendencia figyelhető meg mindhárom mintánál. A 12 hónapos tárolás végén a kontroll (MK) minta és az aszkorbinsavval kezelt minta (AAS) viszkozitása közel azonos volt (7,19-7,20 mPa.s), míg az acerolaléval kezelt minta alacsonyabb értéket (6,49 mPa.s) vett fel (46. ábra).

Az ábrán megfigyelhető a 12 hónapos tárolási időre vetítve, hogy az almalevek reológiai szempontból stabilabbak voltak, mint a meggylevelek. A kezelésekek között nem volt kimutatható szignifikáns különbség (MK-MAS, $p=0,929$; MK-MACE, $p=0,939$; MAS-MACE, $p=0,762$). A tárolási időnek mindegyik kezelés esetében szignifikáns hatása volt (M3. Melléklet).



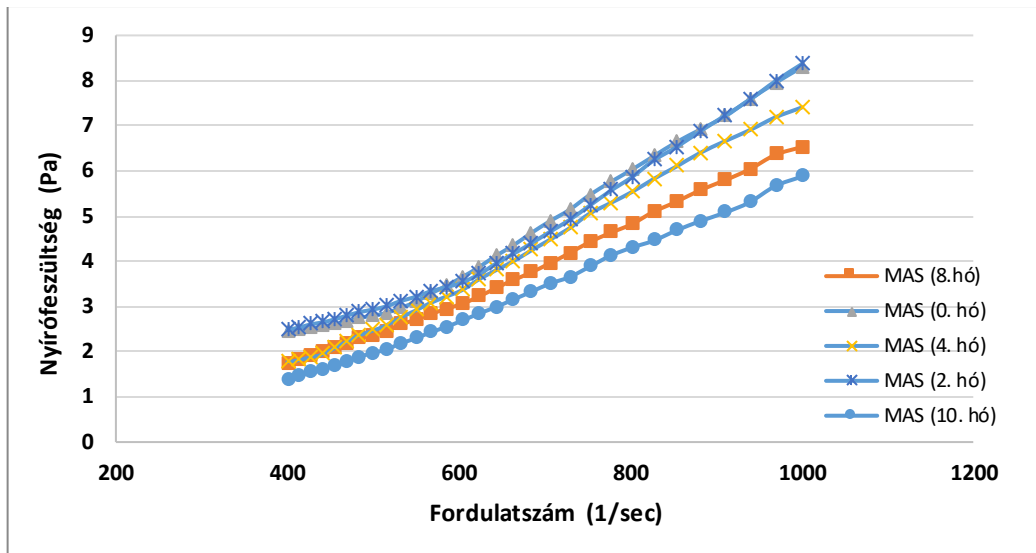
46. ábra: Viskozitás értékének változása aszeptikusan töltött meggylé tárolás során (mPa.s)

Az eredményekre a Herschel-Bulkley modellt illesztettük, mely alapján $n=1$, tehát az meggylé minták newtoni folyadékként viselkednek függetlenül a tárolási időtől és a kezelésektől. A minták jellemző folyásgörbéje a 47. ábrán látható. Valamennyi minta esetében hasonló lefutású görbéket kaptunk.



47. ábra: Meggylé minta folyásgörbéje (MAS, 6. hónap)

A tárolási időt tekintve a minták folyásgörbéje hasonló lefutású, az 48. ábrán az aszkorbinsavval kezelt meggylé minták folyásgörbéi láthatóak a tárolási idő függvényében.



48. ábra: Aszkorbinsavval kezelt meggylé minták (MAS) folyásgörbéi a tárolási idő függvényében

Novicka (2016) különböző gyümölcslevek és –pürék viszkozitását tanulmányozta és azt tapasztalta, hogy 6 hónapos tárolás után szignifikánsan csökkent a viszkozitás valamennyi gyümölcslé és –püré mintában. A tárolási hőmérséklet nem befolyásolta jelentősen az értékeket. Gomes és munkatársai (2001) cseresznyelevet esetében tapasztalt 10 hónapos tárolás során közel 50%-os csökkenést a viszkozitás értékekben. A gyümölcslévek tárolása során fellépő viszkozitás csökkenése elsősorban a pektin depolimerizációjával függ össze, amelyet a különböző endogén pektinázok, különösen a pektin-metilészteráz és a poligalakturonáz együttes hatása okoz (Duvetter et al., 2009).

5. KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

A doktori munkám kísérletei során azt vizsgáltam, hogy almalé és meggylé előállítása és tárolása esetén az acerolalé, mint antioxidáns alkalmazása az aszkorbinsavas kezeléshez, illetve kezelés nélkül készült mintákhoz képest milyen hatást gyakorol a gyümölcslevek színére és antioxidáns hatású vegyületeire, valamint, hogy helyettesíthető-e színrögztítés céljából az aszkorbinsav acerolaléval.

Eredményeim alapján kijelenthető, hogy a tárolás alatti változások egy többszörösen összetett mátrixban történtek, ahol a különböző vegyületek egymásra gyakorolt hatása és folyamatos átalakulása érvényesült. Ennek köszönhető többek között, hogy az almalé és meggylé minták esetében is az összes polifenol tartalom ingadozik a tárolás alatt, átmeneti növekedés után csökkenő, majd stagnáló tendenciát mutat. Almalé esetén az aszkorbinsavas kezelés mutatkozott stabilabbnak, míg meggylé esetében nem tehető különbség a kezelések között.

Az antioxidáns kapacitást tekintve egyértelműen az acerolaléval történő kezelés mutatkozott hatékonyabbnak mindkét gyümölcslé esetében. A meggylé összes antocianin tartalmát illetően azt tapasztaltam, hogy egy átmeneti emelkedő szakaszt követően csökkenő tendencia figyelhető meg, az acerolaléval történő kezelés egyértelműen hatékonyabb volt az antocianin tartalom megtartása szempontjából. A vegyületek közötti kopigmentáció következtében feltehetően az acerola aszkorbinsav tartalmán kívül annak egyéb összetevői is szerepet játszanak.

Az almalé és a meggylé minták aszkorbinsav tartalmának elemzése során megállapítottam, hogy szignifikáns eltérés mutatkozott az aszkorbinsavas kezelés és a kontroll minta között, valamint a két kezelés között is az aszkorbinsavas kezelés javára a teljes tárolási időszakban. A színparaméterek változásának összegzésére alkalmas barnulási index (BI) esetében megfigyelhető volt, hogy az almalé mintáknál a kontroll mutatta a legkisebb változást, míg az aszkorbinsavas és acerolás kezelés között nincs számottevő különbség, amennyiben a tárolás teljes szakaszát vizsgáljuk. Megfigyelhető ugyanakkor, hogy a tárolás negyedik hónapjáig az acerolás kezelés jobb vagy ugyanolyan jó, mint az aszkorbinsavas kezelés. A tárolás további szakaszában az aszkorbinsav kedvezőbb, a 12. hónapban a különbség újra elenyésző.

Meggylé esetében a barnulási index az aszkorbinsavval kezelt mintánál a legkisebb, amennyiben a teljes tárolási időszakot nézzük. A 6. hónapig az acerolás kezelés jobbnak

bizonyult vagy ugyanolyan jó volt, mint az aszkorbinsavas kezelés, a tárolás hátralevő részében az aszkorbinsav mutatkozott jobbnak. Tehát a szín megőrzése szempontjából almalé esetében a 4 hónapos, meggylé esetében a 6 hónapos tárolási időszakot tekintve javasolható az acerolalé alkalmazása, hosszabb tervezett tárolás esetén azonban az aszkorbinsav mutatkozik jobbnak.

Amennyiben az antioxidáns hatású vegyületek megóvása a termék szempontjából elsőrendű célkitűzés, hosszabb tárolás esetén is alkalmazható az acerolalé és az aszkorbinsav lehetséges alternatívája lehet az aszeptikus meggylé minőségének javítására a tárolás során. Kutatásom eredményei nem igazolják egyértelműen, hogy az aszkorbinsav hatékonyan helyettesíthető az almalé és meggylé minták acerolával történő dúsításával, de az megállapítható, hogy adagolása mindenképpen kedvezőbb a kontroll mintához képest.

Jelen kutatás azonban rávilágít arra is, hogy az ipari gyakorlatban szokásosan alkalmazott aszkorbinsav mennyiség (200 mg/l) az 'Érdi bőtermő' meggyfajta esetében túl soknak bizonyult, nem teremtett kellően stabil rendszert. Az antocianin mennyisége fajtafüggő, így a hőkezelés és a tárolás alatti stabilitása is. Javaslom, az antocianin tartalmú nyersanyagok beltartalmi paramétereinek megtartása érdekében optimalizálni és fajtánként meghatározni az adagolt aszkorbinsav mennyiségét.

Az eredmények alapján javasolható a technológia során az aszkorbinsav hozzáadás optimális mennyiségének megállapítása, tekintve a feldolgozó gépek és technológiák korszerűsödését, ezzel együtt a feldolgozási idő rövidülését, melyek hatással vannak a biokémiai folyamatokra, az oxidáció mértékére (kevesebb ideig érintkezik a nagymértékben aprított alapanyag a levegővel) és ezáltal a gyümölcslevek általam vizsgált paramétereire.

A téma folytatásaként érdemes a pneumatikus dobprés helyett ultramagas nyomású csigás centrifugát (változó menetemelkedésű dekanter) alkalmazni, mivel abban az esetben a gyümölcsben lévő teljes nedvességtartalom kinyerhető, mely vélhetően magasabb bioaktív anyag tartalmat eredményezne a levekben.

6. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. Megállapítottam, a **barnulási index és a színmérés** eredményei alapján, hogy az aszeptikusan csomagolt, 12 hónapig tárolt **'Idared' almalé és 'Érdi bőtermő' meggylé** esetében az **aszorbinsavas kezelés** (200 mg/kg dózis) szignifikánsan kisebb színváltozást okoz, mint az acerolalé (200 mg/kg aszorbinsavval egyenértékű). Az 'Idared' almalé és 'Érdi bőtermő' meggylé 2 hónapig tárolható szignifikáns színváltozás nélkül. Színrögztítésre 4 hónapos tárolás esetén az acerolalé alkalmas, 6-12 hónapos tárolás esetén azonban az aszorbinsavas kezelés javasolt.
2. Megállapítottam, hogy az aszeptikusan csomagolt és a 12 hónapig tárolt **'Idared' almalé** esetében az **összes antioxidáns kapacitás megőrzése** vonatkozásában az acerolás kezelés (növekedés kontrollnál 13,2%, aszorbinsavas kezelésnél 30,4%, acerolás kezelésnél 41%), míg 6 hónapos tárolás során az aszorbinsavas kezelés javasolt.
3. Megállapítottam, hogy az aszeptikusan csomagolt és 12 hónapig tárolt **'Érdi bőtermő' meggylé** esetében az összes antioxidáns kapacitás(növekedés kontrollnál 11,9%, aszorbinsavas kezelésnél 3,45%, acerolás kezelésnél 22,9%), valamint az antocianin tartalom minél hatékonyabb megtartása (veszteség kontrollnál 81,7%, aszorbinsavas kezelésnél 58%, acerolás kezelésnél 21,1%) érdekében az **acerolaléval történő színrögztítés hatásosabb** és a vizsgált időtartam alatt független a tárolási időtől az aszorbinsavval kezelt és a kontroll mintához képest.
4. Megállapítottam, hogy az aszeptikusan csomagolt és 12 hónapig tárolt 'Idared' almalé és 'Érdi bőtermő' meggylé esetében a **színjellelmzők** (L*, a*, b*) erős korrelációt mutatnak az antioxidáns kapacitással a kontroll és aszorbinsavval kezelt minták esetében (L*, r= 0,941-0,959; a*, r=-0,852 almalé esetében, r=0,941-0,962 meggylé esetében; b*, r= 0,766-0,977).
5. Megállapítottam, az aszeptikusan csomagolt és 12 hónapig tárolt **'Idared' almalé és 'Érdi bőtermő' meggylé** esetében a katechinnél 4 hónapig, a klorogénsavnál 8 hónapig, valamint az **'Érdi bőtermő' meggylé** esetében a galluszsavnál 4 hónapig van hatása az **aszorbinsavas és az acerolás kezeléseknél**, majd ezt követően a

tárolási idő eliminálja a kezelések fenolsavakra gyakorolt hatásait. Az **'Idared'** **almalé** esetében az aszkorbinsavas kezelésnél a galluszsav vonatkozásában 6 hónap után jelentkezik annak szignifikáns védő hatása.

6. Megállapítottam, hogy ugyanolyan technológiai paraméterekkel gyártott **'Idared'** **almalé** és **'Érdi bőtermő'** **megglyé** esetében a 12 hónapos tárolási időszak alatt a reológiai tulajdonságok vonatkozásában az almalé stabilabb (viszkozitás csökkenés 2,1-3,5%) vol, mint a megglyé (viszkozitás csökkenés (25,6-34,4%).

7. ÖSSZEFOGLALÁS

A gyümölcsök fogyasztása az egészséges és kiegyensúlyozott étrend elengedhetetlen része. Főleg a téli időszakban fontos, hogy szervezetünket ellássuk a szükséges rostokkal, vitaminokkal és ásványi anyagokkal. Egyes gyümölcsök azonban vagy egyáltalán nem kaphatók, vagy nehezen beszerezhetőek ebben az időszakban, így a különböző gyümölcslevek tökéletes alternatívát jelenthetnek.

Hazánk két meghatározó friss fogyasztású és ipari gyümölcse az alma és a meggy. A feldolgozott termékek vonatkozásában különösen népszerűek aszeptikus tartósítási módszerrel előállított lé formájában (nem koncentrátumból (Not From Concentrate, NFC)), mellyel a rövid betakarítási időszak okozta szezonális megszüntethető. A gyártástechnológia fontos lépése a színrögztítés, melyre az ipari gyakorlatban főként aszkorbinsavat használnak. Egyre növekvő igény jelentkezik azonban az aszkorbinsav helyettesítésére, melynek egyik lehetséges megoldása az aszkorbinsavban gazdag acerolalé adagolása.

Doktori kutatásom során a tárolási idő (12 hónap), valamint az aszkorbinsavval és acerolaléval történő színrögztítés (200mg/l aszkorbinsav adagolás) kontroll mintával (kezelés nélkül) szembeni hatását vizsgáltam a biológiailag értékes összetevők (polifenolok, antioxidáns kapacitás) és színjellemezők (L^* , a^* , b^* , ΔE^* , barnulási index) vonatkozásában ipari méretekben, aszeptikusan feldolgozott és csomagolt almálé ('Idared') és meggyalé ('Érdi bőtermő') esetében.

A szín vonatkozásában megállapítható, hogy az L^* , az a^* és a b^* is minimum és maximum értékeket vett fel a 12 hónapos tárolás során függetlenül a kezelés módjától. Az első két hónapban az értékekben nincs jelentős változás, ezt követően az értékek emelkednek a 6. hónapra, majd csökkenő tendenciát mutatva visszatérnek a kezdeti értékekre. Az eredmények alapján a szín tekintetében változás nélkül 2 hónap tárolás javasolt, a 6. hónapra friss színjelleg alakul ki, míg a 12. hónapnál a minták színe kedvezőtlené, oxidálttá, barnás jellegűvé válik. Az eredmények alapján megállapítható, hogy a legnagyobb változást a kontroll minta szenvedte el, ez a leginkább instabil minta a tárolási időt tekintve, míg az aszkorbinsavval kezelt minták mutatkoztak a legstabilabbnak.

Az összes polifenol tartalmat illetően megállapítható, hogy mindkét gyümölcslé esetében az értékek a tárolás 4. hónapjáig emelkedtek, majd a 6. hónapra csökkenő tendenciát mutattak, a tárolás hátralevő részében pedig az értékek stagnáltak.

A meggylé minták esetén antocianin tartalom szempontjából az acerolával történő kezelés stabilabbnak bizonyult az aszkorbinsavval kezelt mintákhoz, valamint a kontroll mintákhoz képest.

Az antioxidáns kapacitás értékek változásában az aszkorbinsav hatása kiemelkedő. Amennyiben aszkorbinsavat alkalmazunk a feldolgozási technológia során, akkor 6 hónapos minőségmegőrzési időt érdemes javasolni, amennyiben ki akarjuk emelni a termék magas antioxidáns értékeit. Az antioxidáns kapacitás szempontjából a legjobb stabilitást az acerolalé alkalmazása biztosítja.

A vizsgált polifenolos vegyületek (katechin, klorogénsav, galluszsav) mindkét gyümölcsleves esetében a 12 hónapos tárolás során, kezeléstől függetlenül, csökkenő tendenciát mutattak.

A csökkenés mértéke és időbeli megjelenése között azonban különbség tapasztalható.

Az eredmények alapján a színrögztítő kezelés alkalmazása javasolható a technológia során, azonban szükséges a mennyiségük optimalizálása az adott technológiai vonalra és paraméterekre vonatkozóan.

SUMMARY

Consuming fruits is an essential part of a healthy and balanced diet. Especially during the winter, it is important to provide our body with the necessary fiber, vitamins and minerals. However, some fruits are either not available at all or difficult to obtain during this period, so different juices can be a perfect alternative.

Apples and cherries are the two main fresh and industrial fruits in Hungary. In the case of processed products, they are particularly popular in the form of juice obtained by aseptic preservation (not from concentrate (NFC)), which eliminates the seasonality caused by the short harvest period. An important step in the manufacturing technology is color fixing, for which ascorbic acid is mainly used in industrial practice. However, there is a growing need to replace ascorbic acid, one possible solution of which is the addition of ascorbic acid-rich acerola juice.

During my doctoral research, the storage time (12 months), and the effect of color fixation with ascorbic acid and acerolea (200 mg l⁻¹ ascorbic acid dose) on the control sample (without treatment) on an industrial scale for aseptically processed and packaged apple juice ('Idared') and sour cherry juice ('Érdi bőtermő').

It can be determined in terms of color, that both L*, a*, and b* assumed minimum and maximum values during 12 months of storage, regardless of treatment. There is no significant change in the values during the first two months, thereafter the values increase to month 6, then return to initial values showing a declining trend. Based on the results, storage for 2 months without change in color is recommended, by the 6th month a fresh color develops, while at 12 months the color of the samples was unfavorable, it becomes oxidized, brownish. The results show that, the largest change was in the control sample, this is the most unstable pattern in terms of storage time, while samples treated with ascorbic acid appeared to be the most stable.

It can be determined for the total polyphenol content, that for both juices the values increased until the 4th month of storage, then showed a declining trend by 6 months, with values stagnating for the remainder of storage.

For cherry juice samples, treatment with acerola was found to be more stable in terms of anthocyanin content compared to ascorbic acid-treated samples as well as control samples.

The effect of ascorbic acid on the change of antioxidant capacity values is outstanding. If ascorbic acid is used in the processing technology, then a shelf life of 6 months should be

recommended, if we want to highlight the high antioxidant values of the product. The best stability in terms of antioxidant capacity is provided by the use of acerol juice.

The polyphenolic compounds tested (catechin, chlorogenic acid, gallic acid) in both juices during 12 months of storage, regardless of treatment, showed a decreasing trend. However, there is a difference between the extent of the decline and its onset.

MELLÉKLETEK
M1. IRODALOMJEGYZÉK

1. Ackermann, J., Fischer, M., Amado, R. (1992): Changes in sugars, acids, and amino acids during ripening and storage of apples (cv. Glockenapfel). *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 40 (7) 1131–1134. p. <https://doi.org/10.1021/jf00019a008>
2. Adams, D. (2006): Phenolics and ripening in grape berries. *American Journal of Enology and Viticulture*, 57 (3) 249-256. p.
3. Alongi, M., Verardo, G., Gorassini, A., Sillani, S., Degrassi, C., Anese, M. (2021): Reformulation and food combination as strategies to modulate glycaemia: the case of apple pomace containing biscuits administered with apple juice to healthy rats. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 72 (2) 174-183. p. <https://doi.org/10.1080/09637486.2020.1786025>
4. Alrgei, H.O.S., Dabić, D.C., Natić, M.M., Rakonjac, V.S., Miljković-Opsenica, D., Tešić, Z.L., Akšić, M.M.F. (2016): Chemical Profile of Major Taste- and Health-Related Compounds of Oblačinska Sour Cherry. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96 (4) 1241–1251. p. <https://doi.org/10.1002/jsfa.7212>
5. Andersen, Ø. M., Markham, K. R. (2005): Flavonoids: Chemistry, Biochemistry and Applications, CRC Press Taylor & Francis Group.
6. Ansari I.A., Datta, A.K. (2003): An Overview of Sterilization Methods for Packaging Materials Used in Aseptic Packaging Systems. *Food and Bioproducts Processing*, 81 (1) 57-65. p. <https://doi.org/10.1205/096030803765208670>
7. Anu K., Rajinder P. (2012): Microbiology of fresh and processed fruit. In: Nirmal K. S., Jiwan, S., Barta J, Wu B. (ed.): Handbook fruits and fruit processing. Wiley-Blackwell, Iowa, USA, 51-72.
8. Apostol, J., Brózik, S. (2004): Meggyfák. In: Brótik S., Kállay T.-né (szerk.) Csonthéjas gyümölcsfajták. Mezőgazda Kiadó. Budapest. 48-63 p.
9. Awad, M. A., Jager, A., Westing, L. M. (2000): Flavonoid and chlorogenic acid levels in apple fruit: characterisation of variation. *Scientia Horticulturae*, 83 (3-4) 249-263. p. [https://doi.org/10.1016/S0304-4238\(99\)00124-7](https://doi.org/10.1016/S0304-4238(99)00124-7)
10. Bakowska A., Kucharska A. Z., Oszmianski J. (2003): The effects of heating, UV irradiation, and storage on stability of the anthocyanin-polyphenol copigment complex, *Food Chemistry*, 81 (3) 349-355. p. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(02\)00429-6](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00429-6)

11. Barta, J. (2007): Hőközléses tartósítás. In: Barta J. (szerk) Gyümölcsfeldolgozás technológiái. Mezőgazda Kiadó. 41 p.
12. Barta, J., Körmendy, I. (2007): Növényi nyersanyagok hőközléses tartósító technológiái. Mezőgazda Kiadó. 32-46 p.
13. Bates R. P., Morris J. R., Crandall, P.G. (2001): Principles and practices of small- and medium-scale fruit juice processing. Organization of the United Nations. 70 p.
14. Bell, L., Lampion, D. J., Butler, L. T., & Williams, C. M. (2017): A study of glycaemic effects following acute anthocyanin-rich blueberry supplementation in healthy young adults. *Food & Function*, 8 (9) 3104-3110.
15. Belwal, T., Devkota, H. P., Hassan, H. A., Ahluwalia, S., Ramadan, M. F., Mocan, A., Atanasov, G. (2018): Phytopharmacology of Acerola (*Malpighia* spp.) and its potential as functional food. *Trends in Food Science & Technology*, 74 99-106. p. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.01.014>
16. Benzie, I. F. F., Strain, J. J. (1966): The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as a Measure of "Antioxidant Power": The FRAP Assay, *Analytical Biochemistry*, 239 (1) 70-76. p. <https://doi.org/10.1006/abio.1996.0292>
17. Blando, F., Gerardi, C., Nicoletti, I. (2004): Sour Cherry (*Prunus cerasus* L) Anthocyanins as Ingredients for Functional Foods. *Journal of Biomedicine and Biotechnology*, 5 253–258. <https://doi.org/10.1155/S1110724304404136>
18. Bonerz, D., Würth, K., Dietrich, H., Will, F. (2007): Analytical characterization and the impact of ageing on anthocyanin composition and degradation in juices from five sour cherry cultivars. *European Food Research and Technology*, 224 (3) 355–364. p. <https://doi.org/10.1007/s00217-006-0328-7>
19. Boulton, R. (2001): The copigmentation of anthocyanins and its role in the color of redwine: A critical review. *American Journal of Enology and Viticulture*, 52 (2) 67–87. p.
20. Boyer, J., Liu, R. H. (2004): Apple phytochemicals and their health benefits. *Nutrition Journal*, 3 (1) 1-15. p. <https://doi.org/10.1186/1475-2891-3-5>
21. Brudzynski, K., Miotto, D. (2011): The relationship between the content of Maillard reaction-like products and bioactivity of Canadian honeys. *Food Chemistry*, 124 (3) 869-874. p. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.07.009>
22. Brudzynski, K. (2012): Honey melanoidins: Emerging novel understanding on the mechanism of antioxidant and antibacterial action of honey. In *Honey: Current Research Clinical Application*; Nova Science Publishers, Inc.: Hauppauge, NY, USA

23. Brugnoli, L. I., Pezzutti, A., & Gonzalez, M. T. (2013): Effect of storage conditions on microbiological and physicochemical parameters of cloudy apple juice concentrate. *International Journal of Food Engineering*, 9(1), 67–74. doi:10.1515/ijfe-2012-0156
24. Burkhardt, S., Tan, D. X., Manchester, L. C., Hardeland, R. Reiter, R. J. (2001): Detection and quantification of the antioxidant melatonin in Montmorency and Balaton tart cherries (*Prunus cerasus*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49 (10) 4898-4902. p. <https://doi.org/10.1021/jf010321+>
25. Cásedas, G., Les, F., Gómez-Serranillos, M. P., Smith, C., López, V. (2016): Bioactive and functional properties of sour cherry juice (*Prunus cerasus*). *Food and Function*, 7 (11) 4675-4682. p. <https://doi.org/10.1039/C6FO01295G>
26. Cemeroglu, B., Velioglu S., Isik S. (1994): Degradation kinetics of anthocyanins in sour cherry juice and concentrate. *Journal of Food Science*, 59 (6) 1216-1218. p. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1994.tb14680.x>
27. Choi, J., Y., Lee, S., J., Park, S., Shim, J., H., Elaty, A. (2010): Analysis and tentative structure elucidation of new anthocyanins in fruit peel of *Vitis coignetiae* Pulliat (meoru) using LCMS/MS: Contribution to the overall antioxidant activity. *Journal of Separation Science*, 33 (9) 1192-1197. p. <https://doi.org/10.1002/jssc.200900748>
28. Cilla, A., Perales, S., Legarda, M., J., Barberá, R., Clemente, G., Farré, R. (2011): Influence of storage and in vitro gastrointestinal digestion on total antioxidant capacity of fruit beverages. *Journal of Food Composition and Analysis*, 24 (1) 87-94. p. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2010.03.029>
29. Cortés, C., Esteve, M. J., Frígola, A. (2008): Color of orange juice treated by High Intensity Pulsed Electric Fields during refrigerated storage and comparison with pasteurized juice. *Food Control*, 19 (2) 151-158. p. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2007.03.001>
30. Damar, I., Ekşi, A. (2012): Antioxidant capacity and anthocyanin profile of sour cherry (*Prunus cerasus* L.) juice. *Food Chemistry*, 135 (4) 2910-2914. p. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.07.032>
31. David, J. R. D., Graves, R. H., Carlson, V. R. (1996): *Aseptic Processing and Packaging of Food: A Food Industry Perspective*. New York. CRC Press, Inc.
32. 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>

33. 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>
34. Della Toffola (2020): <https://www.dellatoffola.it/it/home>
35. De Rosso, V.V., Mercedante, A. Z. (2007): The high ascorbic acid content is the main cause of the low stability of anthocyanin extracts from acerola. *Food Chemistry*, 103 (3) 935-943. p. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.09.047>
36. del Caro, A., Piga, A., Vacca, V., Agabbio, M. (2004): Changes of flavonoids, vitamin C and antioxidant capacity in minimally processed citrus segments and juices during storage. *Food Chemistry*, 84 (1) 99-105. p. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(03\)00180-8](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(03)00180-8)
37. Dibuz, E. (1997): A nemesítésben és a termesztésben szerepet játszó gyümölcsfajok. 34-45 p. In: Soltész, M. (szerk.): Integrált gyümölcstermesztés. Budapest: Mezőgazda Kiadó, 843 p.
38. Donovan, J. L., Crespy, V., Oliveira, M., Cooper, K. A., Gibson, B. B., & Williamson, G. (2006): (+)-Catechin is more bioavailable than (-)-catechin: relevance to the bioavailability of catechin from cocoa. *Free radical research*, 40 (10) 1029-1034.
39. Dragović-Uzelac, V., Levaj, B., Bursać, D., Pedisić, S., Radojčić, I., Biško, A. (2007): Total Phenolics and Antioxidant Capacity Assays of Selected Fruits. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 72 (4) 279-284. p. <https://hrcak.srce.hr/19384>
40. Du, G., Zhu, Y., Wang, X., Zhang, J., Tian, C., Liu L., Meng, Y., Guo, Y. (2019): Phenolic composition of apple products and by-products based on cold pressing technology. *Journal of Food Science and Technology*, 56 (3) 1389-1397. p. <https://doi.org/10.1007/s13197-019-03614-y>
41. Duthie, G. G., Duthie, J. S., Kyle, J. A. M., (2000): Plant polyphenols in cancer and heart disease: implications as nutritional antioxidants. *Nutrition Research Reviews*, 13 (1) 79-106. p. <https://doi.org/10.1079/095442200108729016>
42. Duvetter, T., Sila, D. N., Van Buggenhout, S., Jolie, R., Van Loey A., Hendrickx, M. (2009): Pectins in Processed Fruit and Vegetables: Part I—Stability and Catalytic Activity of Pectinases. *Comprehensive Reviews in Food science and Food safety*, 8 (2) 75-85. p. <https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2009.00070.x>
43. Eberhardt, M. V., Lee, C. Y., Liu, R. H. (2000): Antioxidant activity of fresh apples. *Nature*, 405 (6789) 903–904. p. <https://doi.org/10.1038/35016151>

44. Elrond, J., Koli R., Alfthan, G., Marniemi, J., Puukka, P., Mustonen, P., Mattila, P., Jula, A. (2008): Favorable effects of berry consumption on platelet function, blood pressure, and HDL cholesterol. *American Journal of Clinical Nutrition*, 87 (2) 323-331. p. <https://doi.org/10.1093/ajcn/87.2.323>
45. Ercisli, S., Orhan, E. (2007): Chemical composition of white (*Morus alba*), red (*Morus rubra*) and black (*Morus nigra*) mulberry fruits. *Food Chemistry*, 103 (4) 1380-1384. p. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.10.054>
46. FAO (2018): <https://www.fao.org/statistics/en/>
47. Fattal-Valevski, A. (2011): Thiamine (Vitamin B1). *Journal of Evidence-Based Complementary & Alternative Medicine*, 16 (1) 12-20. p. <https://doi.org/10.1177%2F1533210110392941>
48. FBE Elbo (2020): <https://www.fbr-elpo.it/en/>
49. Ficzek, G. (2012): Hazai alma- és meggyfajták humán egészségvédő és felhasználhatósági értékei gyümölcsanalízis alapján. Phd thesis. Hungarian University of Agriculture and Life Sciences. http://phd.lib.uni-corvinus.hu/613/2/Ficzek_Gitta_thu.pdf
50. Garzon, G. A., Wrolstad, R. E. (2002): Comparison of the stability of pelargonidin-based anthocyanins in strawberry juice and concentrate. *Journal of Food Science*, 67 (4) 1288-1299. p. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2002.tb10277.x>
51. Genovese, D. B., & Lozano, J. E. (2000). Effect of cloud particle characteristics on the viscosity of cloudy apple juice. *Food Engineering and Physical Properties*, 65(4), 641–645.
52. Giusti, M. M., Wrolstad, R. E. (2001): Anthocyanins. Characterization and measurement with UV-visible spectroscopy. In R. E. Wrolstad (Ed.), *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*. New York: John Wiley & Sons, Unit F1.2.1-13.
53. Gliszczynska-Swiglo, A., Tyrakowska, B. (2003): Quality of Commercial Apple Juices Evaluated on the Basis of the Polyphenol Content and the TEAC Antioxidant Activity. *Journal of Food Science*, 68 (5) 1844-1849. P. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2003.tb12340.x>
54. Gonda, I., Apáti, F. (2013): Almatermesztésünk helyzete és kilátásai. In: Gonda I., Apáti F. (szerk.) *Versenyképes almatermesztés*. Szaktudás Kiadóház Zrt. 15 p.
55. Gomes, J. E., Perecin, D., Matins, A. B. G., Fontes, S. R. (2001): Physical, chemical and rheological behavior of West Indian cherry juice stored at low temperature.

- Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas*, 5 (2) 296-300.
<https://doi.org/10.1590/S1415-43662001000200020>
56. González-Manzano, S., Dueñas, M., Rivas-Gonzalo, J. C.; Escribano-Bailón, M. T., Santos-Buelga, C. (2009): Studies on the copigmentation between anthocyanins and flavan-3-ols and their influence in the colour expression of red wine. *Food Chemistry*, 114 (2) 649–656. p. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.10.002>
57. Gömbkötő G., Sajgó, M. (1985): *Biokémia*, Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 160-168 p.
58. Hanamura, T., Hagiwara, T., Kawagishi, H. (2005): Structural and Functional Characterization of Polyphenols Isolated from Acerola (*Malpighia emarginata* DC.) Fruit. *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry*, 69 (2) 280–286. <https://doi.org/10.1271/bbb.69.280>
59. Hande, S., B., Feryal, K. (2003): Effect of storage on nonenzymatic browning of apple juice concentrates, *Food Chemistry*, 80 (1) 91-97 p. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(02\)00245-5](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00245-5).
60. Harmanescu, M., Gergen, I., & Isengard, H. D. (2006): Polyphenols content, total antioxidant and radical scavenging capacities for different tomatoes and apples juices. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*, 12 (1) 83-88.
61. Heim, K.E., Tagliaferro, A.R., Bobilya, D.J. (2002): Flavonoid antioxidants: chemistry, metabolism and structure-activity relationships. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 13 (10) 572-584 p. doi: [https://doi.org/10.1016/S0955-2863\(02\)00208-5](https://doi.org/10.1016/S0955-2863(02)00208-5)
62. Homoki, J.R., Nemes, A., Remenyik, J. (2014): A meggy mint funkcionális élelmiszer. *Agrártudományi Közlemények*, 55: 1-8.
63. Horváth Dénesné (2007): Hőkezeléssel tartósított termékek előállítása. In: Barta, J. (szerk): *A gyümölcsfeldolgozás technológiái*. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 58-83. p.
64. Horváth-Kerkai E., Stéger-Máté M. (2012): Manufacturing fruit beverages and concentrates. In: Nirmal K. S., Jiwan, S., Barta J, Wu B. (ed.): *Handbook fruits and fruit processing*. Wiley-Blackwell, Iowa, USA, 215-228. p
65. Hubbermann, E. M., Heins, A., Stöckmann, H., Schwarz, K. (2006): Influence of acids, salt, sugars and hydrocolloids on the colour stability of anthocyanins rich blackcurrant and elderberry concentrates. *European Food Research and Technology*, 223 (1) 83–90. p. <https://doi.org/10.1007/s00217-005-0139-2>

66. Janick, J.J., Cummins, J. N., Brown, S. K., Hemmat, M. (1996): Apples. In: Janick J.J., Moore J. N. (Szerk.) Fruit Breeding, Volume I: Tree and Tropical Fruits. Wiley, Hoboken, New Jersey. 1-77. p.
67. 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>
68. Joseph, J.A., Arendash, G., Gordon, M., Diamond, D., Shukitt-Hale, B., Morgan, D., Denisova, E.A. (2003): Blueberry supplementation enhances signaling and prevents behavioral deficits in an Alzheimer disease model. *Nutritional Neuroscience*, 6 (3) 153-162. p. <https://doi.org/10.1080/1028415031000111282>
69. Jung, H.-J., Choi, J., Nam, J.-H., Park, H.-J. (2007): Anti-Ulcerogenic Effects of the Flavonoid-Rich Fraction from the Extract of *Orostachys japonicus* in Mice. *Journal of Medicinal Food*, 10 (4) 702-706. p. <https://doi.org/10.1089/jmf.2006.223>
70. Kader, F., Nicolas, J-P., Metche, M. (1999): Degradation of Pelargonidin-3-glucoside in the presence of chlorogenic acid and blueberry polyphenol oxidase. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79 (4) 517-522. p. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0010\(19990315\)79:4%3C517::AID-JSFA212%3E3.0.CO;2-N](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0010(19990315)79:4%3C517::AID-JSFA212%3E3.0.CO;2-N)
71. Kahle, K., Kraus, M., Richling, E. (2005): Polyphenol profiles of apple juices. *Molecular nutrition and food research*, 49 (8) 797-806. p. <https://doi.org/10.1002/mnfr.200500064>
72. Karhan, M., Aksu, M., Tetik, N., Turhan, I. (2003): Kinetic modeling of anaerobic thermal degradation of ascorbic acid in rose hip (*Rosa canina* L) pulp. *Journal of Food Quality*, 27 (5) 311-319. p. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4557.2004.00638.x>
73. Kállay T.-né (2003): A cseresznye és a meggy gazdasági jelentősége, a termesztés jelenlegi helyzete. 12-26. p. In: HROTKÓ K. (Szerk.): Cseresznye és meggy. Budapest: Mezőgazda Kiadó, 419
74. Khan, S. A., Beekwilder, J., Schaart, J. G., Mumm R., Soriano, J. M., Jacobsen, E., Schouten, H. J. (2013): Differences in acidity of apples are probably mainly caused by a malic acid transporter gene on LG16. *Tree Genetics & Genomes*, 9 (2) 475–487. p. <https://doi.org/10.1007/s11295-012-0571-y>
75. Khanizadeh, S., Tsao, R., Rekika, D., Yang, R., Charles, M.T., Rupasinghe, V. (2008): Polyphenol composition and total antioxidant capacity of selected apple genotypes for

- processing. *Journal of Food Composition and Analysis*, 21 (5) 396-401
<https://doi.org/10.1016/j.jfca.2008.03.004>
76. Khoo G. M., Clausen M. R., Pedersen B. H., Larsen E. (2011): Bioactivity and total phenolic content of 34 sour cherry cultivars, *Journal of Food Composition and Analysis*, 24 (6) 772-776. p. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2011.03.004>
77. Khoo, H.E., Azlan A., Tang S.T., Lim, S.M. (2017): Anthocyanidins and anthocyanins: colored pigments as food, pharmaceutical ingredients, and the potential health benefits. *Food & Nutrition Research*, 61 (1) 1361779
<https://doi.org/10.1080/16546628.2017.1361779>
78. Kim, D.O., Heo, H.J., Kim, Y.J., Yang, H.S., Lee, C.Y. (2005): Sweet and Sour Cherry Phenolics and Their Protective Effects on Neuronal Cells. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 53 (26) 9921–9927. <https://doi.org/10.1021/jf0518599>
79. Kim, K.H., Tsao, R., Yang, R., Cui, S.W. (2006): Phenolic acid profiles and antioxidant activities of wheat bran extracts and the effect of hydrolysis conditions. *Food Chemistry*, 95 (3) 466–473. p. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.01.032>
80. Klimczak, I., Gliszczynska-Świgło, A. (2017): Green tea extract as an anti-browning agent for cloudy apple juice. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97 (5) 1420-1426. p. <https://doi.org/10.1002/jsfa.7880>
81. Ko, Y.S., Lee, W.S., Joo, Y.N., Choi, Y.H., Kim, G.S., Jung, J-M., R., C.H., Shin, S.C., Kim, H.J. (2015): Polyphenol mixtures of *Euphorbia supina* the inhibit invasion and metastasis of highly metastatic breast cancer MDA-MB-231 cells. *Oncology Reports*, 34 (6) 3035-3042. p. <https://doi.org/10.3892/or.2015.4304>
82. Koliak-Ostek, J., Oszmiański, J., Rutkowski, K.P., Wojdyło A. (2014): Effect of 1-methylcyclopropene postharvest treatment apple and storage on the cloudy juices properties. *LWT - Food Science and Technology*, 59 (2) 1166-1174.
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.05.050>
83. Kong, J.M., Chia, L.,S., Goh, N.,K., Chia,T.,F., Brouillard, R., (2003): Analysis and biological activities of anthocyanins. *Phytochemistry* 64 (5) 923-933.
[https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(03\)00438-2](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(03)00438-2)
84. Kopjar, M., Jakšić, K., Piližota, V. (2012). Influence of sugars and chlorogenic acid addition on anthocyanin content, antioxidant activity and color of blackberry juice during storage. *Journal of Food Processing and Preservation*, 36 (6) 545-552.
<https://doi.org/10.1111/j.1745-4549.2011.00631.x>

85. Korekar, G., Dolkar, P., Singh, H., Srivastana, R.B., Stobdan, T. (2014): Variability and the genotypic effect on antioxidant activity, total phenolics, carotenoids and ascorbic acid content in seventeen natural population of Seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) from trans-Himalaya. *LWT - Food Science and Technology*, 55 (1) 157-162. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2013.09.006>
86. Körmendy I. (2007): A sterilizálás és pasztörizálás ipari technológiái. In: Barta J. és Körmendy I. (szerk.): Növényi nyersanyagok hőközléses tartósító technológiái. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 8-32. p.
87. KSH (2019): <https://www.ksh.hu/interaktiv/storytelling/gyumolcs/index.html>
88. Lemmens, E., Alós, E., Rymenants, M., De Storme, N. and Keulemans, W. J. (2020): Dynamics of ascorbic acid content in apple (*Malus x domestica*) during fruit development and storage. *Plant Physiology and Biochemistry*, 151 47-59 <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2020.03.006>
89. Levaj, B., Dragović-Uzelac, V., Delonga, K., Ganić K.K., Banović, M., Kovačević D. B. (2010): Polyphenols and Volatiles in Fruits of Two Sour Cherry Cultivars, Some Berry Fruits and Their Jams. *Food Technology and Biotechnology*, 48 (4) 538–547. <https://hrcak.srce.hr/61726>
90. Lima, V.L.A., Melo, E.A., Pinheiro, I.O.I., Guerra, N.B. (2011): Antioxidant capacity of anthocyanins from acerola genotypes. Capacidade antioxidante de antocianinas de genótipos de acerola. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 31 (1) 86-92. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612011000100011>
91. Manach, C., M., Scalbert, A. S., Morand, C., Rémésy, M., Jiménez, L. (2004): Polyphenols: food sources and bioavailability. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 79 (5) 727–747. p. <https://doi.org/10.1093/ajcn/79.5.727>
92. Manfredi, M., Vignali, G. (2015): Comparative Life Cycle Assessment of hot filling and aseptic packaging systems used for beverages. *Journal of Food Engineering*, 147 39. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2014.09.018>
93. Manzocco, L., Calligaris, S., Mastrocola, D., Nicoli, M.C., Leric, C.R. (2011): Review of non-enzymatic browning and antioxidant capacity in processed foods. *Trends in Food Science and Technology*, 11 (9-10) 340–346. [https://doi.org/10.1016/S0924-2244\(01\)00014-0](https://doi.org/10.1016/S0924-2244(01)00014-0)
94. Martí, N., Pérez-Vicente, A., García-Viguerá, C. (2001): Influence of storage temperature and ascorbic acid addition on pomegranate juice. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 82 (2) 217-221. <https://doi.org/10.1002/jsfa.1024>

95. Marziyeh, A., Ahmad, S. (2014): Riboflavin (vitamin B2) and oxidative stress: a review. *British Journal of Nutrition*. 111 (11) 14 June 2014, 1985-1991.p. doi: <https://doi.org/10.1017/S0007114514000178>
96. Nagamine, I., Sakurai, H., Nguyen, H.T.T., Miyahara, M., Parkányiová, J., Réblová, Z., Pokorný, J. (2004): Antioxidant Activity of Acerola Extracts. *Czech Journal of Food Sciences*, 22 (1) 155-158
97. Nagy, J. (2013): Nemes alma rendszertani helye és rokonsága. In: TÓTH, M. (Szerk.): *Az alma*. Budapest: Agroinform Kiadó, 21-35. p.
98. Nelson, P. E. (Ed.). (2010): *Principles of aseptic processing and packaging*. Purdue University Press.
99. Nemes, A., Szöllösi, E., Stündl, L., Bíró, A., Homoki J.R., Szarvas, M.M., Balogh, P., Cziáky, Z., Remenyik, J. (2018): Determination of Flavonoid and Proanthocyanidin in Profile of Hungarian Sour Cherry. *Molecules*, 23 (12) 3278, <https://doi.org/10.3390/molecules23123278>
100. Nowicka, P., Wojdyło A., Teleszko, M., Samoticha, J. (2016): Sensory attributes and changes of physicochemical properties during storage of smoothies prepared from selected fruit. *LWT - Food Science and Technology*, 71 102-109. <http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2016.03.021>
101. O'Beirne, D. (1986): Effects of pH on Nonenzymic Browning during Storage in Apple Juice Concentrate Prepared from Bramley's Seedling Apples. *Journal of Food Science*, 52 (4) 1073-1074. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1986.tb11238.x>
102. Ochoa M. R., Kessler A. G., Vulliod M. B., Lozano J. E. (1999): Physical and chemical characteristics of raspberry pulp: storage effect on composition and color, *Food Science and Technology*, 32 (3) 149-153. <https://doi.org/10.1006/fstl.1998.0518>
103. Oliver, M. A. (1997): Soil and human health: a review. *European Journal of Soil Science*, 48 (4), 573-592. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2389.1997.tb00558.x>
104. Ott J. (2007): Aszeptikus technológia. In: Barta J. és Körmendy I. (szerk.): *Növényi nyersanyagok hűközléses tartósító technológiái*. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 33-44.
105. Özoğlu, H., and Bayındırlı, A. (2002): Inhibition of enzymic browning in cloudy apple juice with selected antibrowning agents. *Food Control*, 13 (4-5) 213-221. [https://doi.org/10.1016/S0956-7135\(02\)00011-7](https://doi.org/10.1016/S0956-7135(02)00011-7)
106. Özkan, M. (2002): Degradation of anthocyanins in sour cherry and pomegranate juices by hydrogen peroxide in the presence of added ascorbic acid. *Food Chemistry*, 78 (4) 499-504. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(02\)00165-6](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00165-6)

107. Panche, A., Diwan, A., & Chandra, S. (2016): Flavonoids: An overview. *Journal of Nutritional Science*, 5, E47. <https://doi.org/10.1017/jns.2016.41>
108. Papp, J. (2004): Meggytermesztés jelentősége, helyzete és környezeti feltételei In. PAPP J. (szerk.) A gyümölcsök termesztés. Mezőgazda Kiadó. 296.p.
109. Papp, N. (2014): Csonthéjas gyümölcsök antioxidáns kapacitásának és a meggy polifenol-mintázatának vizsgálata. Phd thesis. University of Debrecen. <https://dea.lib.unideb.hu/dea/handle/2437/202067>
110. Pardo, A., Borges, P.A.V. (2020): Worldwide importance of insect pollination in apple orchards: A review. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 293, 106839. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2020.106839>
111. Patras A., Brunton P. N., O'Donnell C., Tiwari B. K. (2010): Effect of thermal processing on anthocyanin stability in foods; mechanisms and kinetics of degradation, *Trends in Food Science & Technology*, 21 (1) 3-10. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2009.07.004>
112. 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>
113. Pechanova, O., Dayar, E., Cebova, N. (2020): Therapeutic Potential of Polyphenols-Loaded Polymeric Nanoparticles in Cardiovascular System. *Molecules*, 25 (15) 3322. <https://doi.org/10.3390/molecules25153322>
114. Pekovsek, M. M., Stampar, F., Veberic, R. (2007): Parameters of inner quality of the apple scab resistant and susceptible apple cultivars (*Malus domestica* Borkh.), *Scientia Horticulturae*, 114 (1) 37-44. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2007.05.004>
115. Peter, R.M., Charles, K.S., Susanne, H.S. (2003): The Role of Thiamine Deficiency in Alcoholic Brain Disease. *Alcohol Research & Health.*, 27 (2) 134–142.
116. Piližota, V., Županić, N., Balija, N. (2012): Anthocyanin content and antioxidant activity of reduced-calorie blueberry jams fortified with green tea or pine bark extracts. *Acta Alimentaria*, 41(4) 424-432. <https://doi.org/10.1556/aalim.41.2012.4.4>
117. Pino-Garcia, R.D., Gonzales-SanJosé, M.L., Rivero-Perez, M.D., Muñiz, P. (2012): Influence of the Degree of Roasting on the Antioxidant Capacity and Genoprotective Effect of Instant Coffee: Contribution of the Melanoidin Fraction. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 60 (42) 10530–10539. <https://doi.org/10.1021/jf302747v>


118. Pinto J.T., Rivvlin, R.S. (2014): Riboflavin. In: Zemleni J, Suttie JW, Gregory III, Stover PI. editors. Handbook of vitamins. 5th ed. New York: Taylor and Francis. 191–265.p.
119. Prakash, A., Baskaran, R. (2018): Acerola, an untapped functional superfruit: a review on latest frontiers. *Journal of Food Science and Technology*, 55 (9) 3373–3384. DOI: 10.1007/s13197-018-3309-5
120. Priszter, SZ. (1998): Növényneveink. A magyar és a tudományos növénynevek szótára. Budapest: Mezőgazda Kiadó.
121. ProXes (2020): <https://www.proxes.com/en/products/machine-families/wet-grinders-mills>
122. Rasanu, R., Magearu V., Matei, N., Soceanu, A. (2005): Determination of Vitamin C in different stages of fruit growing. *Analele Universitatii din Bucuresti–Chimie*, 14 (1) 167-172.
123. Realini, C.E., Guàrdia, M.D., Díaz, I., García-Regueiro, J.A., Arnau, J. (2015): Effects of acerola fruit extract on sensory and shelf-life of salted beef patties from grinds differing in fatty acid composition. *Meat Science*, 99. 18-24. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.08.008>
124. Reddy, M.K., Alexander, L.R.L., Nair, M.G. (2005): Relative inhibition of lipid peroxidation, cyclooxygenase enzymes, and human tumor cell proliferation by natural food colors. *Journal of Agricultural Food Chemistry* 53 (23) 9268-9273. <https://doi.org/10.1021/jf051399j>
125. Rentsendavaa, C. (2021): Phytochemical investigations on sea buckthorn juice enriched with pomace. Phd thesis. Hungarian University of Agriculture and Life Sciences. https://archive.uni-mate.hu/sites/default/files/phd_thesis_summary.pdf
126. Riviere C., Richard T., Vitrac X., Merrillon J.-M., Valls J., Monti J.-P. (2008): New polyphenols active on beta-amyloid aggregation, *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*, 18 (2) 828-831. <https://doi.org/10.1016/j.bmcl.2007.11.028>
127. Roberts, K.A., Draijer, R., Thijssen, D., Low, D.A. (2018): Polyphenols and Microvascular Function in Humans: A Systematic Review. *Current Pharmaceutical Design* 24 (2) 203-226. <https://doi.org/10.2174/1381612823666171109103939>
128. Rodler I. (2005): Új tápanyagtáblázat, Medicina Könyvkiadó Rt., Budapest, 308-309.
129. Rogacsev, V.I., Fromzel, O.G. (1983): A folyamat hőfizikai és reológiai alapjai. A sterilizációs technológia kidolgozása. *Élelmiszerek aszeptikus tartósítása*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. p. 42-65.

- 130.Sadilova, E., Stintzing, F.C., Kammerer, D.R., Carle, E. (2009): Matrix dependent impact of sugar and ascorbic acid addition on color and anthocyanin stability of black carrot, elderberry and strawberry single strength and from concentrate juices upon thermal treatment. *Food Research International*, 42 (8) 1023-1033. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2009.04.008>
- 131.Saiko, P., Szakmary, A., Jaeger, W., Szekeres, T. (2008): Resveratrol and its analogs: defense against cancer, coronary disease and neurodegenerative maladies or just a fad? *Mutation Research* 658 (1-2) 68-94. <https://doi.org/10.1016/j.mrrev.2007.08.004>
- 132.Salinas, D.E., Garvin, A., Ibarz, R., Ibarz, A. (2019): Effect of apple fibre addition and temperature on the rheological properties of apple juice and compensation study. *LWT - Food Science and Technology*, 116 108456. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108456>
- 133.Saravacos, G. D. (1970): Effect of temperature on viscosity of fruit juices and purees. *Journal of Food Science*, 35(2), 122–125. doi:10.1111/jfds.1970.35.
- 134.Scholle IPN (2020): <https://www.scholleipn.com/>
- 135.Scott, D. (2008): UHT processing and aseptic filling of dairy foods. A Report. Master Of Science Food Science Graduate Program. College of Agriculture. Kansas State University Manhattan. <http://hdl.handle.net/2097/970>
- 136.Serguschenko, I., Kolenchenko, E., Khotimshenko, M. (2007): Low esterified pectin accelerates removal of lead ions in rats. *Nutrition research*, 27 (10) 633-639. <https://doi.org/10.1016/j.nutres.2007.06.005>
- 137.Shafi, W., Mansoor, S., Jan, S., Singh, D.B., Kazi, M., Raish, M., Alwadei, M., Mir, J.I., Ahmad, P. (2019): Variability in Catechin and Rutin Contents and Their Antioxidant Potential in Diverse Apple Genotypes. *Molecules*, 24 (5) 943. <https://doi.org/10.3390/molecules24050943>
- 138.Singleton, V. L., Rossi, J. A. (1965): Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents". *American Journal of Enology and Viticulture*, 16 (3) 144–158.
- 139.Sipos, B.Z. (2014): Gyümölcsstermesztési ismeretek. Mező Gazda Kiadó. 238-239. p.
- 140.Souci S. W., Fachmann W., Kraut H. (2008): Food composition and nutrition tables, MedPharm Scientific Publishes, Stuttgart, 1035-1036.
- 141.Sraml (2020): <https://sraml.com/>
- 142.Steffe, J.F. (1996): Rheological methods in food process engineering. Freeman Press, Michigan, USA, 21-24., 312-324. p.

143. Stintzing F. C., Carle R. (2004): Functional properties of anthocyanins and betalains in plants, food, and in human nutrition. *Trend sin Food Science & Technology*, 15 (1) 19-38. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2003.07.004>
144. Starowicz, M., Ostaszyk, A., Zieliński, H. (2021): The Relationship between the Browning Index, Total Phenolics, Color, and Antioxidant Activity of Polish-Originated Honey Samples. *Foods*, 10 (5) 967. <https://doi.org/10.3390/foods10050967>
145. Suárez-Jacobo, Á., Rüfer, C.E., Gervilla, R., Guamis, B., Roig-Sagués, A.X., Saldo, J. (2011): Influence of ultra-high pressure homogenisation on antioxidant capacity, polyphenol and vitamin content of clear apple juice. *Food chemistry*, 127 (2) 447-454. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.12.152>
146. Szabó, T. (2002): Meggyfajták és alanyok. In: Inántszy F. (szerk.) Meggytermesztés integrált módszerekkel. ÚGYKSz Kht, Újfehértó. 3-23.p.
147. Székely, D., Furulyás, D., Stéger-Maté, M. (2019): Investigation of Mineral and Vitamin C Contents in Different Parts of Beetroots (*Beta vulgaris* L.) *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 47 (3) 615-620. <https://doi.org/10.15835/nbha47311394>
148. Székely, D., Szalóki-Dorkó, L., Stéger-Maté, M., Szabó-Nótin, B., Ivanics, J., Monspart-Sényi, J. (2014): Distribution of antioxidant components in roots of different red beets (*Beta vulgaris* L.) cultivars", *Acta Alimentaria*, 43 (1) 164-171. <https://doi.org/10.1556/AAlim.43.2014.Suppl.23>
149. Terpó, A. (1987): Növényrendszertan az ökonómbotanika alapjaival (II.) 567-572. p. Budapest: Mezőgazdasági Kiadó, 886 p.
150. Terra X., Valls J., Vitrac X., Merrillon J.-M., Arola L., Ardevol A., Blade C., Fernandez-Larrea J., Pujadas G., Salvado J., Blay M. (2007): Grape-seed procyanidins act as antiinflammatory agents in endotoxin-stimulated RAW 264,7 macrophages by inhibiting NFκB signaling pathway. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55 (11) 4357-4365. <https://doi.org/10.1021/jf0633185>
151. Tian, Y., Sun, L., Yang, Y., Gou, X., Niu, P., Guo, Y. (2018): Changes in the physicochemical properties, aromas and polyphenols of not from concentrate (NFC) apple juice during production. *CyTA - Journal of Food*, 16 (1) 801-806. <https://doi.org/10.1080/19476337.2018.1471102>
152. Toledo, R.T., Singh, R.K., Kong, F. (2018): Aseptic Processing. in: Fundamentals of Food Process Engineering. Springer, Cham, Switzerland. pp 245–276. DOI: 10.1007/978-3-319-90098-8_9

153. Törley D. (1982): *Élelmiszerek kémiaja és minősítése*, Tankönyvkiadó, Budapest
154. Tucker G., Robards K. (2008): Bioactivity and structure of biophenols as mediators of chronic diseases, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 48 (10) 929-966. <https://doi.org/10.1080/10408390701761977>
155. Usenik V., Fabrice J., Stampar F. (2008): Sugars, organic acids, phenolic composition and antioxidant activity of sweet cherry (*Prunus avium* L.). *Food Chemistry*, 107 (1) 185-192. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.08.004>
156. USDA (2021/a): Apples, raw, with skin (Includes foods for USDA's Food Distribution Program). <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.htm#/food-details/171688/nutrients>
157. USDA (2021/b): Cherries, sour, red, raw. <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.htm#/food-details/173954/nutrients>
158. Valls J., Millán S., Pilar M. M., Borrás E., Arola L. (2009): Advanced separation of food anthocyanins, isoflavones and flavanols. *Journal of Chromatography A*, 1216 (43) 7143-7172.
159. Vatter, D.A., Shetty, K. (2005): Biological functionality of ellagic acid: A review. *Journal of Food Biochemistry*, 29 (3) 234-266.p. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1745-4514.2005.00031.x>
160. Vieira, A.D.S., Biscola, V., de Albuquerque, M. A.C., Bedani, R., Saad, S.M.I. (2019): Impact of Acerola (*Malpighia emarginata* DC) Byproduct and Probiotic Strains on Technological and Sensory Features of Fermented Soy Beverages. *Journal of Food Science*, 84 (12) 3726-3734. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.14939>
161. Viškelis, J., Uselis, N., Liaudanskas, M., Lanauskas, J., Bielicki, P., Univer, T., Lepsis, J., Kviklys, D. (2019): Location effects across northeastern Europe on bioactive compounds in apple fruit. *Agricultural and Food Science*, 28 (2) 93-100. <https://doi.org/10.23986/afsci.79458>
162. Vrhosek, U., Rigo, A., Tonon, D., Mattivi, F. (2004): Quantitation of Polyphenols in Different Apple Varieties. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 52 (21) 6532–6538. <https://doi.org/10.1021/jf049317z>
163. Vukov K. Körmendy I. (2007): Konzervipari tartósító eljárások. In: Barta, J. és Körmendy, I. (szerk.): *Növényi nyersanyagok feldolgozástechnológiai műveletei*. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 19-24.
164. Wern, K.H., Haron, H., Keng C.B. (2016): Comparison of Total Phenolic Contents (TPC) and Antioxidant Activities of Fresh Fruit Juices, Commercial 100% Fruit Juices and Fruit Drinks. *Sains Malaysiana*, 45 (9) 1319–1327.

165. Wilkes, K.; Howard, L.R.; Brownmiller, C.; Prior, R.L. (2014): Changes in chokeberry (*Aronia melanocarpa* L.) polyphenols during juice processing and storage. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 62 (18) 4018–4025. <https://doi.org/10.1021/jf404281n>
166. Will, F., Hilsendegen, P., Bonerz, D., Patz, C.D., Dietrich, H. (2005): Analytical composition of fruit juices from different sour cherry cultivars. *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 79: 12 -16.
167. Williams, R.J., Spencer, J.P., RICE, E.C. (2004): Flavonoids: Antioxidants or signaling molecules? *Free Radical. Biology and Medicine*. 36 (7) 838–849. <https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2004.01.001>
168. Wuerth K., Bonerz D., Will F., Patz C. D., Quast P., Hillebrand S., Winterhalter P., Dietrich H. (2009): Changes in anthocyanins of blackcurrant juices and concentrates. Part 1. Kinetics of decreases of anthocyanins during storage, *Deutsche Lebensmittel-Rundschau*, 105 176-181.
169. Wojdyło, A.; Teleszko, M.; Oszmianski, J. (2014): Antioxidant property and storage stability of quince juice phenolic compounds. *Food Chemistry*, 152 261–270. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.11.124>
170. Wojdyło, A., Nowicka, P., Teleszko, M. (2019): Degradation Kinetics of Anthocyanins in Sour Cherry Cloudy Juices at Different Storage Temperature. *Processes*, 7 (6) 367. <https://doi.org/10.3390/pr7060367>
171. Yochum, L., Kushi, L.H., Meyer, K., Folsom, A.R. (1999): Dietary Flavonoid Intake and Risk of Cardiovascular Disease in Postmenopausal Women. *American Journal of Epidemiology*, 149 (10) 943–949. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aje.a009738>
172. Zhang, Q., Su, L.J., Chen, J.W., Zeng, X.Q., Sun, B.Y. (2012): The antioxidative role of anthocyanins in *Arabidopsis* under high-irradiance. *Biologia Plantarum*, 56 (1) 97-104
173. Zielinski, A. A. F., Braga, C. M., Demiate, I. M., Beltrame, F. L., Nogueira, A., & Wosiacki, G. (2014): Development and optimization of a HPLC-RI method for the determination of major sugars in apple juice and evaluation of the effect of the ripening stage. *Food Science and Technology*, 34 38-43.

	raw material specification		EUR-FO-K 201-014
	material no. 90001402 Concentrated Acerola Juice cloudy 65 Bx	specification: 90001402 rev.: 0 date: 12.08.2013 replace:	

1. Product specific requirements

1.1 Name of the product

Concentrated Acerola Cherry Juice cloudy, 65° Brix
 Variety: Malpighia punicifolia L.

1.2 Product description

The product is made exclusively from the edible part of the named, sound, ripe and fresh fruit which is suitable for consumption and is suitable for production of fruit juices and nectars.
 Post harvest treated fruits shall not be used.

1.3 Process description

The concentrate is made by gentle thermal treatment under vacuum from the juice of the named fruit.
 The juice is made by mechanical processes and has the characteristic color, flavor, taste and components of the fruit from which it was made.

1.4 Permitted additives

The volatile aroma compounds which are recovered during the concentration are replaced.
 Other additives: none

1.6 Allergens

The product does not contain any allergens according to Commission Directive 2007/68/EC.

2. Analytical requirements:

In concentrate:

parameter	target	min	max unit	method
Brix, refractometric	65	63	67 °Brix	IFU Nr.8
Titratable acidity pH 8,1 as citric acid		70	160 g/kg	IFU Nr.3
Vitamin C (L-Ascorbic acid)		140000	mg/kg	EUR-AA-U306-017

In Juice

In dilution to 6,5 °Brix (in reference to density)

parameter	target	min	max unit	method
Ethanol			1,5 g/l	IFU Nr.52
Lactic acid			0,3 g/l	IFU NR.53
Volatile acids as acetic acid			0,2 g/l	IFU Nr.5
Hydroxymethylfurfural	<5		10 mg/l	IFU Nr.12

3. Microbiological requirements:

M3. MELLÉKLET
Almalé minták statisztikai eredményei
Kezelések között
Multiple Comparisons

Tukey HSD

Dependent Variable	(I) Kezelés	(J) Kezelés	Mean	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
			Difference (I-J)			Lower Bound	Upper Bound
Aszkorbinsav	kontroll	aszkorbinsavas	-208,71429*	4,68627	,000	-219,9764	-197,4522
		acerolás	-123,66667*	4,68627	,000	-134,9288	-112,4045
	aszkorbinsavas	kontroll	208,71429*	4,68627	,000	197,4522	219,9764
		acerolás	85,04762*	4,68627	,000	73,7855	96,3097
	acerolás	kontroll	123,66667*	4,68627	,000	112,4045	134,9288
		aszkorbinsavas	-85,04762*	4,68627	,000	-96,3097	-73,7855
FRAP	kontroll	aszkorbinsavas	-162,58762*	37,56316	,000	-252,8600	-72,3152
		acerolás	-30,22952	37,56316	,702	-120,5019	60,0429
	aszkorbinsavas	kontroll	162,58762*	37,56316	,000	72,3152	252,8600
		acerolás	132,35810*	37,56316	,002	42,0857	222,6305
	acerolás	kontroll	30,22952	37,56316	,702	-60,0429	120,5019
		aszkorbinsavas	-132,35810*	37,56316	,002	-222,6305	-42,0857
TPC	kontroll	aszkorbinsavas	-206,64190*	47,15298	,000	-319,9607	-93,3231
		acerolás	-117,61667*	47,15298	,040	-230,9355	-4,2979
	aszkorbinsavas	kontroll	206,64190*	47,15298	,000	93,3231	319,9607
		acerolás	89,02524	47,15298	,151	-24,2936	202,3440
	acerolás	kontroll	117,61667*	47,15298	,040	4,2979	230,9355
		aszkorbinsavas	-89,02524	47,15298	,151	-202,3440	24,2936
Galluszsav	kontroll	aszkorbinsavas	-,00047	,01116	,999	-,0273	,0263
		acerolás	-,02655	,01116	,053	-,0534	,0003
	aszkorbinsavas	kontroll	,00047	,01116	,999	-,0263	,0273
		acerolás	-,02609	,01116	,058	-,0529	,0007
	acerolás	kontroll	,02655	,01116	,053	-,0003	,0534
		aszkorbinsavas	,02609	,01116	,058	-,0007	,0529
Katechin	kontroll	aszkorbinsavas	-,23010	,22163	,556	-,7627	,3025
		acerolás	-,12524	,22163	,839	-,6579	,4074
	aszkorbinsavas	kontroll	,23010	,22163	,556	-,3025	,7627
		acerolás	,10486	,22163	,884	-,4278	,6375
	acerolás	kontroll	,12524	,22163	,839	-,4074	,6579
		aszkorbinsavas	-,10486	,22163	,884	-,6375	,4278
Klorogénsav	kontroll	aszkorbinsavas	-,00486	,00712	,775	-,0220	,0123
		acerolás	-,01033	,00712	,322	-,0274	,0068
	aszkorbinsavas	kontroll	,00486	,00712	,775	-,0123	,0220

		acerolás	-,00548	,00712	,723	-,0226	,0116
	acerolás	kontroll	,01033	,00712	,322	-,0068	,0274
		aszorbinsavas	,00548	,00712	,723	-,0116	,0226
Viszkozitás	kontroll	aszorbinsavas	-,03905	,02056	,148	-,0885	,0104
		acerolás	-,01905	,02056	,626	-,0685	,0304
	aszorbinsavas	kontroll	,03905	,02056	,148	-,0104	,0885
		acerolás	,02000	,02056	,597	-,0294	,0694
	acerolás	kontroll	,01905	,02056	,626	-,0304	,0685
		aszorbinsavas	-,02000	,02056	,597	-,0694	,0294
pH	kontroll	aszorbinsavas	,04190*	,01121	,001	,0150	,0688
		acerolás	,01905	,01121	,214	-,0079	,0460
	aszorbinsavas	kontroll	-,04190*	,01121	,001	-,0688	-,0150
		acerolás	-,02286	,01121	,112	-,0498	,0041
	acerolás	kontroll	-,01905	,01121	,214	-,0460	,0079
		aszorbinsavas	,02286	,01121	,112	-,0041	,0498
L*	kontroll	aszorbinsavas	-2,63143	2,79778	,617	-9,3551	4,0922
		acerolás	-2,19619	2,79778	,714	-8,9199	4,5275
	aszorbinsavas	kontroll	2,63143	2,79778	,617	-4,0922	9,3551
		acerolás	,43524	2,79778	,987	-6,2884	7,1589
	acerolás	kontroll	2,19619	2,79778	,714	-4,5275	8,9199
		aszorbinsavas	-,43524	2,79778	,987	-7,1589	6,2884
a*	kontroll	aszorbinsavas	,23571	,30693	,724	-,5019	,9733
		acerolás	,29857	,30693	,597	-,4391	1,0362
	aszorbinsavas	kontroll	-,23571	,30693	,724	-,9733	,5019
		acerolás	,06286	,30693	,977	-,6748	,8005
	acerolás	kontroll	-,29857	,30693	,597	-1,0362	,4391
		aszorbinsavas	-,06286	,30693	,977	-,8005	,6748
b*	kontroll	aszorbinsavas	-,78143	,48638	,251	-1,9503	,3875
		acerolás	-,26524	,48638	,849	-1,4341	,9036
	aszorbinsavas	kontroll	,78143	,48638	,251	-,3875	1,9503
		acerolás	,51619	,48638	,542	-,6527	1,6851
	acerolás	kontroll	,26524	,48638	,849	-,9036	1,4341
		aszorbinsavas	-,03810	,04484	,674	-,1459	,0697
ref%	kontroll	aszorbinsavas	-,10952*	,04484	,046	-,2173	-,0018
		acerolás	,03810	,04484	,674	-,0697	,1459
	aszorbinsavas	kontroll	-,07143	,04484	,257	-,1792	,0363
		acerolás	,10952*	,04484	,046	,0018	,2173
	acerolás	kontroll	,07143	,04484	,257	-,0363	,1792
		aszorbinsavas					

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Meggylé minták statisztikai eredményei
Kezelések között
Multiple Comparisons

Tukey HSD

Dependent Variable	(I) Kezelés	(J) Kezelés	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Aszkorbinsav	kontroll	aszkorbinsavas	-193,14286*	15,31453	,000	-229,9470	-156,3387
		acerolás	-93,19048*	15,31453	,000	-129,9946	-56,3864
	aszkorbinsavas	kontroll	193,14286*	15,31453	,000	156,3387	229,9470
		acerolás	99,95238*	15,31453	,000	63,1483	136,7565
	acerolás	kontroll	93,19048*	15,31453	,000	56,3864	129,9946
		aszkorbinsavas	-99,95238*	15,31453	,000	-136,7565	-63,1483
FRAP	kontroll	aszkorbinsavas	-29,72571	38,33428	,719	-121,8513	62,3999
		acerolás	-52,29524	38,33428	,366	-144,4208	39,8303
	aszkorbinsavas	kontroll	29,72571	38,33428	,719	-62,3999	121,8513
		acerolás	-22,56952	38,33428	,827	-114,6951	69,5561
	acerolás	kontroll	52,29524	38,33428	,366	-39,8303	144,4208
		aszkorbinsavas	22,56952	38,33428	,827	-69,5561	114,6951
TPC	kontroll	aszkorbinsavas	47,26524	60,27668	,714	-97,5927	192,1231
		acerolás	71,18810	60,27668	,469	-73,6698	216,0460
	aszkorbinsavas	kontroll	-47,26524	60,27668	,714	-192,1231	97,5927
		acerolás	23,92286	60,27668	,917	-120,9350	168,7808
	acerolás	kontroll	-71,18810	60,27668	,469	-216,0460	73,6698
		aszkorbinsavas	-23,92286	60,27668	,917	-168,7808	120,9350
Galluszsav	kontroll	aszkorbinsavas	,00248	,00308	,702	-,0049	,0099
		acerolás	-,00143	,00308	,888	-,0088	,0060
	aszkorbinsavas	kontroll	-,00248	,00308	,702	-,0099	,0049
		acerolás	-,00390	,00308	,418	-,0113	,0035
	acerolás	kontroll	,00143	,00308	,888	-,0060	,0088
		aszkorbinsavas	,00390	,00308	,418	-,0035	,0113
Katechin	kontroll	aszkorbinsavas	-,00638	,23360	1,000	-,5678	,5550
		acerolás	,31295	,23360	,379	-,2484	,8743
	aszkorbinsavas	kontroll	,00638	,23360	1,000	-,5550	,5678
		acerolás	,31933	,23360	,365	-,2421	,8807
	acerolás	kontroll	-,31295	,23360	,379	-,8743	,2484
		aszkorbinsavas	-,31933	,23360	,365	-,8807	,2421
Klorogénsav	kontroll	aszkorbinsavas	-,00633	,00822	,723	-,0261	,0134
		acerolás	,00000	,00822	1,000	-,0198	,0198
	aszkorbinsavas	kontroll	,00633	,00822	,723	-,0134	,0261
		acerolás	,00633	,00822	,723	-,0134	,0261

	acerolás	kontroll	,00000	,00822	1,000	-,0198	,0198
		aszorbinsavas	-,00633	,00822	,723	-,0261	,0134
Antocianin	kontroll	aszorbinsavas	-,13695	,06582	,102	-,2951	,0212
		acerolás	-,20119*	,06582	,009	-,3594	-,0430
	aszorbinsavas	kontroll	,13695	,06582	,102	-,0212	,2951
		acerolás	-,06424	,06582	,595	-,2224	,0939
	acerolás	kontroll	,20119*	,06582	,009	,0430	,3594
		aszorbinsavas	,06424	,06582	,595	-,0939	,2224
Viszkozitás	kontroll	aszorbinsavas	-,12571	,34368	,929	-,9516	,7002
		acerolás	,11619	,34368	,939	-,7097	,9421
	aszorbinsavas	kontroll	,12571	,34368	,929	-,7002	,9516
		acerolás	,24190	,34368	,762	-,5840	1,0678
	acerolás	kontroll	-,11619	,34368	,939	-,9421	,7097
		aszorbinsavas	-,24190	,34368	,762	-1,0678	,5840
pH	kontroll	aszorbinsavas	,06857*	,01946	,002	,0218	,1153
		acerolás	,08571*	,01946	,000	,0389	,1325
	aszorbinsavas	kontroll	-,06857*	,01946	,002	-,1153	-,0218
		acerolás	,01714	,01946	,654	-,0296	,0639
	acerolás	kontroll	-,08571*	,01946	,000	-,1325	-,0389
		aszorbinsavas	-,01714	,01946	,654	-,0639	,0296
L*	kontroll	aszorbinsavas	,38619	2,18664	,983	-4,8688	5,6412
		acerolás	-,42095	2,18664	,980	-5,6759	4,8340
	aszorbinsavas	kontroll	-,38619	2,18664	,983	-5,6412	4,8688
		acerolás	-,80714	2,18664	,928	-6,0621	4,4478
	acerolás	kontroll	,42095	2,18664	,980	-4,8340	5,6759
		aszorbinsavas	,80714	2,18664	,928	-4,4478	6,0621
a*	kontroll	aszorbinsavas	1,56952	1,29884	,453	-1,5519	4,6909
		acerolás	,69143	1,29884	,856	-2,4300	3,8128
	aszorbinsavas	kontroll	-1,56952	1,29884	,453	-4,6909	1,5519
		acerolás	-,87810	1,29884	,778	-3,9995	2,2433
	acerolás	kontroll	-,69143	1,29884	,856	-3,8128	2,4300
		aszorbinsavas	,87810	1,29884	,778	-2,2433	3,9995
b*	kontroll	aszorbinsavas	-,39476	2,75235	,989	-7,0092	6,2197
		acerolás	-1,62714	2,75235	,825	-8,2416	4,9873
	aszorbinsavas	kontroll	,39476	2,75235	,989	-6,2197	7,0092
		acerolás	-1,23238	2,75235	,896	-7,8469	5,3821
	acerolás	kontroll	1,62714	2,75235	,825	-4,9873	8,2416
		aszorbinsavas	1,23238	2,75235	,896	-5,3821	7,8469
ref%	kontroll	aszorbinsavas	,11429	,04800	,053	-,0011	,2296
		acerolás	-,10000	,04800	,102	-,2154	,0154
	aszorbinsavas	kontroll	-,11429	,04800	,053	-,2296	,0011
		acerolás	-,21429*	,04800	,000	-,3296	-,0989

acerolás	kontroll	,10000	,04800	,102	-,0154	,2154
	aszkorbinsavas	,21429*	,04800	,000	,0989	,3296

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Almalé és meggylé minták statisztikai eredményei
Tárolási idő szerint

<u>Alma</u>		Refrakció			pH		
		AK	AAS	ACE	AK	AAS	ACE
0. hónap	2. hónap	0,786	0,990	0,184	1,000	1,000	0,944
	4. hónap	0,990	0,011	0,018	0,447	0,249	0,944
	6. hónap	0,392	0,392	0,002	0,055	0,001	0,030
	8. hónap	0,000	0,137	0,018	0,001	0,000	0,003
	10. hónap	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000
	12. hónap	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2. hónap	0. hónap	0,786	0,990	0,184	1,000	1,000	0,944
	4. hónap	0,392	0,040	0,831	0,447	0,433	0,447
	6. hónap	0,990	0,786	0,184	0,055	0,002	0,005
	8. hónap	0,003	0,392	0,831	0,001	0,000	0,000
	10. hónap	0,000	0,003	0,018	0,000	0,001	0,000
	12. hónap	0,001	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000
4. hónap	0. hónap	0,990	0,011	0,018	0,447	0,249	0,944
	2. hónap	0,392	0,040	0,831	0,447	0,433	0,447
	6. hónap	0,137	0,392	0,831	0,821	0,065	0,172
	8. hónap	0,000	0,786	1,000	0,055	0,007	0,016
	10. hónap	0,000	0,786	0,184	0,009	0,031	0,000
	12. hónap	0,000	0,040	0,018	0,000	0,000	0,000
6. hónap	0. hónap	0,392	0,392	0,002	0,055	0,001	0,030
	2. hónap	0,990	0,786	0,184	0,055	0,002	0,005
	4. hónap	0,137	0,392	0,831	0,821	0,065	0,172
	8. hónap	0,011	0,990	0,831	0,447	0,873	0,821
	10. hónap	0,001	0,040	0,831	0,099	1,000	0,009
	12. hónap	0,003	0,001	0,184	0,000	0,131	0,000
8. hónap	0. hónap	0,000	0,137	0,018	0,001	0,000	0,003
	2. hónap	0,003	0,392	0,831	0,001	0,000	0,000
	4. hónap	0,000	0,786	1,000	0,055	0,007	0,016
	6. hónap	0,011	0,990	0,831	0,447	0,873	0,821
	10. hónap	0,786	0,137	0,184	0,944	0,979	0,099
	12. hónap	0,990	0,003	0,018	0,000	0,666	0,003
10. hónap	0. hónap	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000
	2. hónap	0,000	0,003	0,018	0,000	0,001	0,000
	4. hónap	0,000	0,786	0,184	0,009	0,031	0,000
	6. hónap	0,001	0,040	0,831	0,099	1,000	0,009
	8. hónap	0,786	0,137	0,184	0,944	0,979	0,099
	12. hónap	0,990	0,392	0,831	0,003	0,249	0,447
12. hónap	0. hónap	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	2. hónap	0,001	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000
	4. hónap	0,000	0,040	0,018	0,000	0,000	0,000
	6. hónap	0,003	0,001	0,184	0,000	0,131	0,000
	8. hónap	0,990	0,003	0,018	0,000	0,666	0,003
	10. hónap	0,990	0,392	0,831	0,003	0,249	0,447

Alma

		L*			a*			b*		
		AK	AAS	ACE	AK	AAS	ACE	AK	AAS	ACE
0. hónap	2. hónap	0,362	0,000	0,000	0,965	0,836	0,619	0,020	0,786	0,000
	4. hónap	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	6. hónap	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	8. hónap	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	10. hónap	0,000	0,000	0,000	0,068	0,000	0,752	0,000	0,000	0,000
	12. hónap	0,075	0,000	0,247	0,001	0,000	0,596	0,000	0,000	0,000
2. hónap	0. hónap	0,362	0,000	0,000	0,965	0,836	0,619	0,020	0,786	0,000
	4. hónap	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	6. hónap	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	8. hónap	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	10. hónap	0,000	0,000	0,000	0,013	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000
	12. hónap	0,945	0,877	0,003	0,003	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000
4. hónap	0. hónap	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	2. hónap	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	6. hónap	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	8. hónap	0,829	0,000	0,000	0,988	0,000	0,002	0,014	0,000	0,000
	10. hónap	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,082	0,001	0,998
	12. hónap	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,622	0,951	0,000
6. hónap	0. hónap	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	2. hónap	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	4. hónap	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	8. hónap	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,276	0,012	0,000
	10. hónap	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,054	0,001	0,000
	12. hónap	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,004	0,000	0,000
8. hónap	0. hónap	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	2. hónap	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	4. hónap	0,829	0,000	0,000	0,988	0,000	0,002	0,014	0,000	0,000
	6. hónap	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,276	0,012	0,000
	10. hónap	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,947	0,822	0,000
	12. hónap	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,259	0,000	0,000
10. hónap	0. hónap	0,000	0,000	0,000	0,068	0,000	0,752	0,000	0,000	0,000
	2. hónap	0,000	0,000	0,000	0,013	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000
	4. hónap	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,082	0,001	0,998
	6. hónap	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,054	0,001	0,000
	8. hónap	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,947	0,822	0,000
	12. hónap	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,780	0,004	0,000
12. hónap	0. hónap	0,075	0,000	0,247	0,001	0,000	0,596	0,000	0,000	0,000
	2. hónap	0,945	0,877	0,003	0,003	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000
	4. hónap	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,622	0,951	0,000
	6. hónap	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,004	0,000	0,000
	8. hónap	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,259	0,000	0,000
	10. hónap	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,780	0,004	0,000

Meggy

		Refrakció			pH		
		MK	MAS	MACE	MK	MAS	MACE
0. hónap	2. hónap	0,990	0,954	0,954	1,000	0,527	0,992
	4. hónap	0,786	0,768	0,261	0,003	0,000	0,005
	6. hónap	0,587	0,261	0,004	0,000	0,000	0,003
	8. hónap	0,239	0,954	0,053	0,000	0,000	0,000
	10. hónap	0,040	0,261	0,000	0,000	0,000	0,000
	12. hónap	0,021	0,493	0,000	0,000	0,000	0,000
2. hónap	0. hónap	0,990	0,954	0,954	1,000	0,527	0,992
	4. hónap	0,990	0,999	0,768	0,001	0,004	0,016
	6. hónap	0,930	0,768	0,022	0,000	0,000	0,009
	8. hónap	0,587	1,000	0,261	0,000	0,000	0,000
	10. hónap	0,137	0,768	0,000	0,000	0,000	0,000
	12. hónap	0,075	0,954	0,002	0,000	0,000	0,000
4. hónap	0. hónap	0,786	0,768	0,261	0,003	0,000	0,005
	2. hónap	0,990	0,999	0,768	0,001	0,004	0,016
	6. hónap	1,000	0,954	0,261	0,000	0,002	1,000
	8. hónap	0,930	0,999	0,954	0,000	0,000	0,055
	10. hónap	0,392	0,954	0,002	0,000	0,000	0,003
	12. hónap	0,239	0,999	0,022	0,000	0,000	0,001
6. hónap	0. hónap	0,587	0,261	0,004	0,000	0,000	0,003
	2. hónap	0,930	0,768	0,022	0,000	0,000	0,009
	4. hónap	1,000	0,954	0,261	0,000	0,002	1,000
	8. hónap	0,990	0,768	0,768	0,010	0,911	0,099
	10. hónap	0,587	1,000	0,122	0,000	0,743	0,005
	12. hónap	0,392	0,999	0,768	0,000	0,004	0,003
8. hónap	0. hónap	0,239	0,954	0,053	0,000	0,000	0,000
	2. hónap	0,587	1,000	0,261	0,000	0,000	0,000
	4. hónap	0,930	0,999	0,954	0,000	0,000	0,055
	6. hónap	0,990	0,768	0,768	0,010	0,911	0,099
	10. hónap	0,930	0,768	0,009	0,568	1,000	0,638
	12. hónap	0,786	0,954	0,122	0,373	0,028	0,447
10. hónap	0. hónap	0,040	0,261	0,000	0,000	0,000	0,000
	2. hónap	0,137	0,768	0,000	0,000	0,000	0,000
	4. hónap	0,392	0,954	0,002	0,000	0,000	0,003
	6. hónap	0,587	1,000	0,122	0,000	0,743	0,005
	8. hónap	0,930	0,768	0,009	0,568	1,000	0,638
	12. hónap	1,000	0,999	0,768	1,000	0,054	1,000
12. hónap	0. hónap	0,021	0,493	0,000	0,000	0,000	0,000
	2. hónap	0,075	0,954	0,002	0,000	0,000	0,000
	4. hónap	0,239	0,999	0,022	0,000	0,000	0,001
	6. hónap	0,392	0,999	0,768	0,000	0,004	0,003
	8. hónap	0,786	0,954	0,122	0,373	0,028	0,447
	10. hónap	1,000	0,999	0,768	1,000	0,054	1,000

Alma

		TPC			FRAP			C-vitamin		
		AK	AAS	ACE	AK	AAS	ACE	AK	AAS	ACE
0. hónap	2. hónap	0,010	0,001	0,000	0,992	0,004	0,215	0,979	0,997	0,143
	4. hónap	0,000	0,000	0,000	0,732	0,000	0,582	1,000	0,988	0,945
	6. hónap	0,000	0,000	0,116	0,000	0,000	0,000	0,560	0,546	0,177
	8. hónap	0,000	0,001	0,103	0,000	0,000	0,000	0,116	0,857	0,143
	10. hónap	0,000	0,002	0,509	0,003	0,000	0,000	0,005	0,999	0,061
	12. hónap	0,000	0,093	0,113	0,070	0,004	0,000	0,000	0,098	0,030
2. hónap	0. hónap	0,010	0,001	0,000	0,992	0,004	0,215	0,979	0,997	0,143
	4. hónap	0,000	0,000	0,000	0,976	0,761	0,984	0,999	1,000	0,566
	6. hónap	0,000	0,000	0,004	0,000	0,000	0,000	0,947	0,262	1,000
	8. hónap	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,399	0,546	1,000
	10. hónap	0,000	0,000	0,000	0,011	0,001	0,000	0,022	0,947	0,998
	12. hónap	0,000	0,000	0,000	0,214	1,000	0,000	0,000	0,036	0,966
4. hónap	0. hónap	0,000	0,000	0,000	0,732	0,000	0,582	1,000	0,988	0,945
	2. hónap	0,000	0,000	0,000	0,976	0,761	0,984	0,999	1,000	0,566
	6. hónap	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,760	0,208	0,644
	8. hónap	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,205	0,459	0,566
	10. hónap	0,000	0,000	0,000	0,051	0,016	0,000	0,009	0,902	0,307
	12. hónap	0,000	0,000	0,000	0,621	0,817	0,000	0,000	0,027	0,168
6. hónap	0. hónap	0,000	0,000	0,116	0,000	0,000	0,000	0,560	0,546	0,177
	2. hónap	0,000	0,000	0,004	0,000	0,000	0,000	0,947	0,262	1,000
	4. hónap	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,760	0,208	0,644
	8. hónap	0,789	0,008	0,001	0,808	0,003	0,995	0,914	0,997	1,000
	10. hónap	0,199	0,003	0,004	0,051	0,000	0,977	0,128	0,784	0,994
	12. hónap	0,019	0,000	0,001	0,002	0,000	0,711	0,002	0,888	0,937
8. hónap	0. hónap	0,000	0,001	0,103	0,000	0,000	0,000	0,116	0,857	0,143
	2. hónap	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,399	0,546	1,000
	4. hónap	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,205	0,459	0,566
	6. hónap	0,789	0,008	0,001	0,808	0,003	0,995	0,914	0,997	1,000
	10. hónap	0,888	0,996	0,919	0,436	0,001	1,000	0,594	0,976	0,998
	12. hónap	0,218	0,176	1,000	0,029	0,000	0,958	0,018	0,590	0,966
10. hónap	0. hónap	0,000	0,002	0,509	0,003	0,000	0,000	0,005	0,999	0,061
	2. hónap	0,000	0,000	0,000	0,011	0,001	0,000	0,022	0,947	0,998
	4. hónap	0,000	0,000	0,000	0,051	0,016	0,000	0,009	0,902	0,307
	6. hónap	0,199	0,003	0,004	0,051	0,000	0,977	0,128	0,784	0,994
	8. hónap	0,888	0,996	0,919	0,436	0,001	1,000	0,594	0,976	0,998
	12. hónap	0,818	0,417	0,935	0,633	0,001	0,989	0,342	0,196	1,000
12. hónap	0. hónap	0,000	0,093	0,113	0,070	0,004	0,000	0,000	0,098	0,030
	2. hónap	0,000	0,000	0,000	0,214	1,000	0,000	0,000	0,036	0,966
	4. hónap	0,000	0,000	0,000	0,621	0,817	0,000	0,000	0,027	0,168
	6. hónap	0,019	0,000	0,001	0,002	0,000	0,711	0,002	0,888	0,937
	8. hónap	0,218	0,176	1,000	0,029	0,000	0,958	0,018	0,590	0,966
	10. hónap	0,818	0,417	0,935	0,633	0,001	0,989	0,342	0,196	1,000

Meggy

		TPC			Antocianin			FRAP			C-vitamin		
		MK	MAS	MACE	MK	MAS	MACE	MK	MAS	MACE	MK	MAS	MACE
0. hónap	2. hónap	0,010	0,001	0,000	0,977	0,978	0,975	0,992	0,004	0,215	1,000	0,944	0,188
	4. hónap	0,000	0,000	0,000	0,965	0,001	0,000	0,732	0,000	0,582	0,993	0,357	0,000
	6. hónap	0,000	0,000	0,116	1,000	0,025	0,005	0,000	0,000	0,000	0,003	0,002	0,000
	8. hónap	0,000	0,001	0,103	0,552	0,116	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000
	10. hónap	0,000	0,002	0,509	0,228	0,116	1,000	0,003	0,000	0,000	0,000	0,007	0,000
	12. hónap	0,000	0,093	0,113	0,126	0,168	1,000	0,070	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000
2. hónap	0. hónap	0,010	0,001	0,000	0,977	0,978	0,975	0,992	0,004	0,215	1,000	0,944	0,188
	4. hónap	0,000	0,000	0,000	0,602	0,004	0,001	0,976	0,761	0,984	0,999	0,888	0,004
	6. hónap	0,000	0,000	0,004	0,989	0,107	0,022	0,000	0,000	0,000	0,005	0,010	0,000
	8. hónap	0,000	0,000	0,000	0,948	0,027	0,904	0,000	0,000	0,000	0,000	0,061	0,000
	10. hónap	0,000	0,000	0,000	0,643	0,027	0,999	0,011	0,001	0,000	0,000	0,044	0,000
	12. hónap	0,000	0,000	0,000	0,431	0,041	0,898	0,214	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000
4. hónap	0. hónap	0,000	0,000	0,000	0,965	0,001	0,000	0,732	0,000	0,582	0,993	0,357	0,000
	2. hónap	0,000	0,000	0,000	0,602	0,004	0,001	0,976	0,761	0,984	0,999	0,888	0,004
	6. hónap	0,000	0,000	0,000	0,938	0,537	0,416	0,000	0,000	0,000	0,011	0,088	0,399
	8. hónap	0,000	0,000	0,000	0,160	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,001	0,393	0,004
	10. hónap	0,000	0,000	0,000	0,050	0,000	0,000	0,051	0,016	0,000	0,000	0,309	0,000
	12. hónap	0,000	0,000	0,000	0,025	0,000	0,000	0,621	0,817	0,000	0,000	0,002	0,000
6. hónap	0. hónap	0,000	0,000	0,116	1,000	0,025	0,005	0,000	0,000	0,000	0,003	0,002	0,000
	2. hónap	0,000	0,000	0,004	0,989	0,107	0,022	0,000	0,000	0,000	0,005	0,010	0,000
	4. hónap	0,000	0,000	0,000	0,938	0,537	0,416	0,000	0,000	0,000	0,011	0,088	0,399
	8. hónap	0,789	0,008	0,001	0,624	0,000	0,003	0,808	0,003	0,995	0,609	0,953	0,168
	10. hónap	0,199	0,003	0,004	0,273	0,000	0,009	0,051	0,000	0,977	0,000	0,982	0,000
	12. hónap	0,019	0,000	0,001	0,154	0,000	0,003	0,002	0,000	0,711	0,000	0,393	0,000
8. hónap	0. hónap	0,000	0,001	0,103	0,552	0,116	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000
	2. hónap	0,000	0,000	0,000	0,948	0,027	0,904	0,000	0,000	0,000	0,000	0,061	0,000
	4. hónap	0,000	0,000	0,000	0,160	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,001	0,393	0,004
	6. hónap	0,789	0,008	0,001	0,624	0,000	0,003	0,808	0,003	0,995	0,609	0,953	0,168
	10. hónap	0,888	0,996	0,919	0,992	1,000	0,993	0,436	0,001	1,000	0,001	1,000	0,002
	12. hónap	0,218	0,176	1,000	0,932	1,000	1,000	0,029	0,000	0,958	0,000	0,088	0,001
10. hónap	0. hónap	0,000	0,002	0,509	0,228	0,116	1,000	0,003	0,000	0,000	0,000	0,007	0,000
	2. hónap	0,000	0,000	0,000	0,643	0,027	0,999	0,011	0,001	0,000	0,000	0,044	0,000
	4. hónap	0,000	0,000	0,000	0,050	0,000	0,000	0,051	0,016	0,000	0,000	0,309	0,000
	6. hónap	0,199	0,003	0,004	0,273	0,000	0,009	0,051	0,000	0,977	0,000	0,982	0,000
	8. hónap	0,888	0,996	0,919	0,992	1,000	0,993	0,436	0,001	1,000	0,001	1,000	0,002
	12. hónap	0,818	0,417	0,935	1,000	1,000	0,992	0,633	0,001	0,989	0,981	0,120	1,000
12. hónap	0. hónap	0,000	0,093	0,113	0,126	0,168	1,000	0,070	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000
	2. hónap	0,000	0,000	0,000	0,431	0,041	0,898	0,214	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	4. hónap	0,000	0,000	0,000	0,025	0,000	0,000	0,621	0,817	0,000	0,000	0,002	0,000
	6. hónap	0,019	0,000	0,001	0,154	0,000	0,003	0,002	0,000	0,711	0,000	0,393	0,000
	8. hónap	0,218	0,176	1,000	0,932	1,000	1,000	0,029	0,000	0,958	0,000	0,088	0,001
	10. hónap	0,818	0,417	0,935	1,000	1,000	0,992	0,633	0,001	0,989	0,981	0,120	1,000

Alma

		Katechin			Klorogénsav			Galluszsav			Viszkozitás		
		AK	AAS	ACE	AK	AAS	ACE	AK	AAS	ACE	AK	AAS	ACE
0. hónap	2. hónap	0,004	0,580	0,000	0,017	0,626	0,058	0,791	0,791	0,002	0,009	0,999	0,249
	4. hónap	0,000	0,000	0,000	0,001	0,008	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	6. hónap	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,024	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000
	8. hónap	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	10. hónap	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	12. hónap	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2. hónap	0. hónap	0,004	0,580	0,000	0,017	0,626	0,058	0,791	0,791	0,002	0,009	0,999	0,249
	4. hónap	0,000	0,000	0,001	0,650	0,167	0,104	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	6. hónap	0,000	0,000	0,078	0,000	0,000	0,998	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	8. hónap	0,000	0,000	0,019	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	10. hónap	0,000	0,000	0,159	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	12. hónap	0,000	0,000	0,234	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
4. hónap	0. hónap	0,000	0,000	0,000	0,001	0,008	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	2. hónap	0,000	0,000	0,001	0,650	0,167	0,104	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	6. hónap	0,026	1,000	0,264	0,000	0,002	0,232	0,882	0,882	0,989	0,000	0,000	0,031
	8. hónap	0,259	0,999	0,675	0,000	0,000	0,053	1,000	1,000	1,000	0,000	0,000	0,249
	10. hónap	0,619	0,042	0,137	0,000	0,000	0,043	0,791	0,791	0,373	0,000	0,000	0,000
	12. hónap	0,936	0,022	0,090	0,000	0,000	0,048	0,996	0,996	0,373	0,000	0,000	0,000
6. hónap	0. hónap	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,024	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000
	2. hónap	0,000	0,000	0,078	0,000	0,000	0,998	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	4. hónap	0,026	1,000	0,264	0,000	0,002	0,232	0,882	0,882	0,989	0,000	0,000	0,031
	8. hónap	0,815	0,999	0,982	0,999	0,021	0,001	0,791	0,791	1,000	0,122	0,999	0,873
	10. hónap	0,421	0,036	0,999	0,994	0,013	0,001	0,195	0,195	0,126	0,493	0,007	0,249
	12. hónap	0,158	0,019	0,992	0,999	0,023	0,001	0,565	0,565	0,126	0,002	0,076	0,031
8. hónap	0. hónap	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	2. hónap	0,000	0,000	0,019	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	4. hónap	0,259	0,999	0,675	0,000	0,000	0,053	1,000	1,000	1,000	0,000	0,000	0,249
	6. hónap	0,815	0,999	0,982	0,999	0,021	0,001	0,791	0,791	1,000	0,122	0,999	0,873
	10. hónap	0,990	0,086	0,878	1,000	1,000	1,000	0,882	0,882	0,224	0,954	0,015	0,031
	12. hónap	0,801	0,046	0,762	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,224	0,261	0,163	0,003
10. hónap	0. hónap	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	2. hónap	0,000	0,000	0,159	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	4. hónap	0,619	0,042	0,137	0,000	0,000	0,043	0,791	0,791	0,373	0,000	0,000	0,000
	6. hónap	0,421	0,036	0,999	0,994	0,013	0,001	0,195	0,195	0,126	0,493	0,007	0,249
	8. hónap	0,990	0,086	0,878	1,000	1,000	1,000	0,882	0,882	0,224	0,954	0,015	0,031
	12. hónap	0,992	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,981	0,981	1,000	0,053	0,813	0,873
12. hónap	0. hónap	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	2. hónap	0,000	0,000	0,234	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	4. hónap	0,936	0,022	0,090	0,000	0,000	0,048	0,996	0,996	0,373	0,000	0,000	0,000
	6. hónap	0,158	0,019	0,992	0,999	0,023	0,001	0,565	0,565	0,126	0,002	0,076	0,031
	8. hónap	0,801	0,046	0,762	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,224	0,261	0,163	0,003
	10. hónap	0,992	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,981	0,981	1,000	0,053	0,813	0,873

Meggy

		Katechin			Klorogénsav			Galluszsav			Viszkozitás		
		MK	MAS	MACE	MK	MAS	MACE	MK	MAS	MACE	MK	MAS	MACE
0. hónap	2. hónap	0,004	0,568	0,428	0,017	0,626	0,058	0,000	0,791	0,002	0,000	0,912	0,000
	4. hónap	0,000	0,000	0,000	0,001	0,008	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	6. hónap	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,024	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000
	8. hónap	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	10. hónap	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	12. hónap	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2. hónap	0. hónap	0,004	0,568	0,428	0,017	0,626	0,058	0,000	0,791	0,002	0,000	0,912	0,000
	4. hónap	0,000	0,000	0,000	0,650	0,167	0,104	0,002	0,000	0,000	1,000	0,000	1,000
	6. hónap	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,998	0,282	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	8. hónap	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,079	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	10. hónap	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,007	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	12. hónap	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,031	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
4. hónap	0. hónap	0,000	0,000	0,000	0,001	0,008	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	2. hónap	0,000	0,000	0,000	0,650	0,167	0,104	0,002	0,000	0,000	1,000	0,000	1,000
	6. hónap	0,026	0,983	1,000	0,000	0,002	0,232	0,154	0,882	0,989	0,000	0,000	0,000
	8. hónap	0,259	0,056	1,000	0,000	0,000	0,053	0,472	1,000	1,000	0,000	0,000	0,000
	10. hónap	0,619	0,005	1,000	0,000	0,000	0,043	0,993	0,791	0,373	0,000	0,000	0,000
	12. hónap	0,936	0,003	0,562	0,000	0,000	0,048	0,771	0,996	0,373	0,000	0,000	0,000
6. hónap	0. hónap	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,024	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000
	2. hónap	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,998	0,282	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	4. hónap	0,026	0,983	1,000	0,000	0,002	0,232	0,154	0,882	0,989	0,000	0,000	0,000
	8. hónap	0,815	0,206	1,000	0,999	0,021	0,001	0,982	0,791	1,000	0,000	0,999	0,000
	10. hónap	0,421	0,022	1,000	0,994	0,013	0,001	0,402	0,195	0,126	0,000	0,000	0,000
	12. hónap	0,158	0,012	0,443	0,999	0,023	0,001	0,835	0,565	0,126	0,000	0,000	0,000
8. hónap	0. hónap	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	2. hónap	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,079	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	4. hónap	0,259	0,056	1,000	0,000	0,000	0,053	0,472	1,000	1,000	0,000	0,000	0,000
	6. hónap	0,815	0,206	1,000	0,999	0,021	0,001	0,982	0,791	1,000	0,000	0,999	0,000
	10. hónap	0,990	0,849	1,000	1,000	1,000	1,000	0,835	0,882	0,224	0,000	0,000	0,000
	12. hónap	0,801	0,656	0,624	1,000	1,000	1,000	0,998	1,000	0,224	0,000	0,000	0,000
10. hónap	0. hónap	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	2. hónap	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,007	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	4. hónap	0,619	0,005	1,000	0,000	0,000	0,043	0,993	0,791	0,373	0,000	0,000	0,000
	6. hónap	0,421	0,022	1,000	0,994	0,013	0,001	0,402	0,195	0,126	0,000	0,000	0,000
	8. hónap	0,990	0,849	1,000	1,000	1,000	1,000	0,835	0,882	0,224	0,000	0,000	0,000
	12. hónap	0,992	1,000	0,439	1,000	1,000	1,000	0,982	0,981	1,000	0,000	0,000	0,000
12. hónap	0. hónap	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	2. hónap	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,031	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	4. hónap	0,936	0,003	0,562	0,000	0,000	0,048	0,771	0,996	0,373	0,000	0,000	0,000
	6. hónap	0,158	0,012	0,443	0,999	0,023	0,001	0,835	0,565	0,126	0,000	0,000	0,000
	8. hónap	0,801	0,656	0,624	1,000	1,000	1,000	0,998	1,000	0,224	0,000	0,000	0,000
	10. hónap	0,992	1,000	0,439	1,000	1,000	1,000	0,982	0,981	1,000	0,000	0,000	0,000

M4. MELLÉKLET

Korrelációvizsgálat eredményei almálé esetén

AK	FRAP	TPC	L*	a*	b*	katechin	klorogénsav	galluszsav	aszkorbinsav
FRAP		-0,020	0,959	-0,852	0,872	-0,746	-0,661	-0,641	-0,115
TPC			0,106	-0,174	-0,192	0,164	-0,292	0,190	0,568
L*				-0,952	0,781	-0,678	-0,551	-0,584	0,087
a*					-0,562	0,446	0,313	0,349	-0,365
b*						-0,967	-0,799	-0,918	-0,545
katechin							0,799	0,988	0,613
klorogénsav								0,750	0,450
galluszsav									0,659
aszkorbinsav									

AAS	FRAP	TPC	L*	a*	b*	katechin	klorogénsav	galluszsav	aszkorbinsav
FRAP		0,512	0,950	-0,895	0,766	-0,500	-0,476	0,020	-0,087
TPC			0,366	-0,413	-0,006	0,125	-0,142	-0,140	0,694
L*				-0,973	0,827	-0,517	-0,284	-0,067	-0,197
a*					-0,696	0,328	0,102	0,003	0,061
b*						-0,893	-0,520	-0,283	-0,566
katechin							0,675	0,444	0,503
klorogénsav								-0,110	0,189
galluszsav									0,635
aszkorbinsav									

AACE	FRAP	TPC	L*	a*	b*	katechin	klorogénsav	galluszsav	aszkorbinsav
FRAP		0,056	0,470	-0,312	0,803	-0,904	-0,929	-0,965	-0,803
TPC			0,002	0,034	0,060	-0,287	-0,929	-0,197	0,175
L*				-0,947	0,898	-0,673	-0,522	-0,586	-0,099
a*					-0,789	0,517	0,335	0,433	-0,040
b*						-0,912	-0,814	-0,879	-0,435
katechin							0,916	0,983	0,503
klorogénsav								0,938	0,746
galluszsav									0,635
aszkorbinsav									

MK	FRAP	TPC	L*	a*	b*	katechin	klorogénsav	galluszsav	aszkorbinsav	antocianin
FRAP		-0,210	0,941	0,941	0,938	-0,776	-0,779	-0,572	-0,271	-0,085
TPC			0,080	0,062	0,061	0,007	0,401	-0,204	0,544	0,705
L*				0,999	0,998	-0,735	-0,608	-0,524	-0,060	0,211
a*					1,000	-0,738	-0,614	-0,506	-0,074	0,646
b*						-0,725	-0,602	-0,489	-0,058	0,213
katechin							0,912	0,867	0,627	0,329
klorogénsav								0,756	0,795	0,612
galluszsav									0,506	0,311
aszkorbinsav										0,889
antocianin										

MAS	FRAP	TPC	L*	a*	b*	katechin	klorogénsav	galluszsav	aszkorbinsav	antocianin
FRAP		-0,028	0,958	0,962	0,977	-0,522	-0,332	-0,418	-0,315	0,441
TPC			0,114	0,056	-0,090	0,166	0,558	0,165	0,539	0,639
L*				0,998	0,962	-0,327	-0,076	-0,234	-0,077	0,612
a*					0,973	-0,338	-0,109	-0,249	-0,100	0,572
b*						-0,516	-0,321	-0,437	-0,300	0,432
katechin							0,862	0,981	0,641	0,097
klorogénsav								0,863	0,895	0,543
galluszsav									0,900	0,191
aszkorbinsav										0,318
antocianin										

MACE	FRAP	TPC	L*	a*	b*	katechin	klorogénsav	galluszsav	aszkorbinsav	antocianin
FRAP		-0,385	0,653	0,692	0,573	-0,736	-0,928	-0,920	-0,945	-0,058
TPC			0,096	-0,014	0,060	-0,235	-0,928	0,017	0,399	0,837
L*				0,987	0,984	-0,689	-0,504	-0,672	-0,418	0,524
a*					0,988	-0,617	-0,529	-0,680	-0,473	0,449
b*						-0,551	-0,399	-0,571	-0,332	0,517
katechin							0,777	0,862	0,641	-0,367
klorogénsav								0,927	0,943	0,112
galluszsav									0,900	-0,236
aszkorbinsav										0,173
antocianin										

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Mindenekelőtt kifejezném köszönetem az **Élelmiszertudományi Doktori Iskolának**, hogy lehetőséget kaptam kutatási tevékenységem elkezdésére és lefolytatására.

Külön hálával tartozom **Dr. Székely Dórának**, aki szakmai tanácsaival segítette doktori munkám és **Komlós Gábornak**, akire mindig számíthattam a Gyümölcs- és Zöldségfeldolgozás Technológia Tanszék laboratóriumában végzett méréseim során.

Hálával tartozom Nagypámnak, **Sinkovicz Pálnak**, aki arra tanított, mindig tudni kell, mi legyen a következő lépés.

Hálával tartozom **Édesapámnak**, aki tanulmányaim során maradéktalanul biztosította számomra a szükséges feltételeket, körülményeket.

Köszönet illeti **Édesanyámat**, aki az életét szentelte nekem és sikereimnek!