

SZAKDOLGOZAT

SOMOGYI NÁNDOR

2023



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Budai Campus

élelmiszermérnök alapképzési szak

**SZÍNEZŐ ÉLELMISZEREK STABILIZÁLÓ HATÁSÁNAK
VIZSGÁLATA GYÜMÖLCSLEVEK TÁROLÁSA SORÁN**

Belső konzulens: Dr. Máté Mónika Zsuzsanna

egyetemi docens, tanszékvezető

Belső konzulens

**intézete/tanszéke: Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet
Gyümölcs- és Zöldségfeldolgozás Technológia
tanszék**

Készítette: Somogyi Nándor

BUDAPEST

2023

Tartalomjegyzék

1.	Bevezetés.....	1
2.	Célkitűzések, munka célja.....	2
3.	Szakirodalmi áttekintés	4
3.1	Gyümölcslé fogyasztás alakulása, piaci kitekintés	4
3.2	A gyümölcslégártás technológiája.....	5
3.2.1	Gyümölcslevek csoportosítása, jellemzőik	5
3.2.2	Előállítás technológiái	5
3.3	Gyümölcslevek színrögztésének lehetőségei	9
3.3.1	Élelmiszer-adalékanyagok gazdasági jelentősége, világpiaci kitekintés	9
3.3.2	Adalékanyagok a köztudatban, törvényi szabályozás	10
3.3.3	Élelmiszerszínezékek	12
3.3.4	Élelmiszerszínezékek csoportosítása.....	12
3.3.5	Vörös szín stabilizálásának lehetséges természetes színező anyagai.....	14
4.	Kísérleti rész.....	16
4.1	Kísérleti anyagok.....	16
4.1.1	Gyümölcslé.....	16
4.1.2	Színező élelmiszerek	16
4.2	Kísérleti munka menete	16
4.3	Vizsgálati módszerek.....	18
4.3.1	Színmérés, színingerkülönbség meghatározása	18
4.3.2	Teljes polifenol tartalom (TPC) meghatározása.....	19
4.3.3	Összes monomer antocianin tartalom meghatározása.....	20
4.3.4	Antioxidáns kapacitás (FRAP) meghatározása	22
4.3.5	Extrakció	22
5.	Eredmények és értékelésük	24
5.1.	Színmérés.....	24

5.1.1.	L* (világossági tényező) változása	24
5.1.2.	a* (vörös-zöld hányados) változása	26
5.1.3.	b* (sárga - kék hányados) változása.....	29
5.1.4.	ΔE^* változása	31
5.2.	Teljes polifenol tartalom.....	34
5.3.	Összes monomer antocianin tartalom.....	37
5.4.	Antioxidáns-kapacitás	39
5.5.	Következtetések és javaslatok	42
6.	Összefoglalás.....	44
	Irodalomjegyzék.....	45
	Köszönetnyilvánítás	49
	Nyilatkozatok	50

Somogyi Nándor szakdolgozat

1. Bevezetés

Munkahelyemen 100% gyümölcsstartalmú leveket gyártunk többféle ízben. Az alapító tulajdonosok nagy hangsúlyt fektetnek a természetességre, a helyben feldolgozott alapanyagokra, a minél rövidebb ellátási láncsal bíró termékekre. A termékfejlesztések során kiemelt figyelmet kell fordítanunk a lehetőleg minél nagyobb arányban Magyarországon elérhető zöldség, illetve gyümölcs alapanyagokra, amelyeket jórészt az üzemben dolgozunk fel.

Préseléssel 100% almalevet állítunk elő, melyhez a receptúráknak megfelelően további 100% saját gyártású gyümölcsleveket (például fekete ribiszke, fekete bodza), valamint gyümölcsvelőket adunk, majd pasztörözés után üveg csomagolóanyagba töltünk. A félkész préselé alapanyagokat a felhasználásig hűtve tároljuk, késztermékeink hűtést már nem igénylenek. Értékesítési csatornáink a direkt online webshopok, valamint a HoReCa (Hotels / Restaurants / Cafes vagy Catering) szektor területi képviselőinek útján valósulnak meg. Termékeink ugyan az FMCG körbe tartoznak (Fast-Moving Consumer Goods), azonban a gyártás hatékonyságának növelése megköveteli a minél nagyobb volumen egyszerre történő palackozását, ami azt eredményezi, hogy egy-egy gyártás akár 1-2 hónap raktározást követően kerül csak a fogyasztókhöz. Ezzel párhuzamosan az sem kizárható, hogy a kiszállított tételek hosszabb ideig maradnak raktáron, „polcon” az értékesítő partnereknél.

Dolgozatomban egy konkrét minőségi probléma kapcsán elindított termékfejlesztésen keresztül próbálok bemutatni, hogy a színező élelmiszerek használata hogyan segíti a termék élvezeti értékének lehetőség szerinti megőrzését, illetve milyen konkrét gazdasági előnnyel járhat.

2. Célkitűzések, munka célja

Az „Alma-Eper-Tőzegáfonya” termékünk esetében a tárolási mintáinkon megfigyeltük, hogy a gyártást követően viszonylag hamar, akár már 1 hónap elteltével is kedvezőtlen színváltozást szenved el a termék. A kezdetben élénk piros szín egyre fakóbbá válik, barnás árnyalatot kap. Íze jellemzően nem változik, azonban esztétikailag nem túl vonzó, a vásárló fejében az összetevők tudatában kialakult, elvárt szintől - ami a gyártáskor egyébként jellemzi a terméket - erősen eltér, nem csábít vásárlásra, inkább a „nem megfelelő minőség” képzetet erősíti.

A vezetőséggel egyetértésben arra jutottunk, hogy megoldásként próbáljuk valamilyen módon megőrizni a termék gyártáskori, eredeti színét.

Erre két út kínálkozott:

- Hűtőtárolás. Megfigyeltük, hogy a színváltozás jelentősen lelassul, ha a terméket hűtőházban, 4°C körüli hőmérsékleten tároljuk. Kezdetben ezt a megoldást alkalmaztuk, azonban hamar rá kellett jönnünk, hogy a tárolási kapacitásaink végesek, ha ennél a megoldásnál maradunk, a hűtőházat bővíteni szükséges.

Ezen túlmenően a hűtőtárolást nem írhattuk elő a forgalmazó partnerek számára, így az előnytelen színváltozás a partnernél töltött köztes időben is kialakulhatott, kockáztatva a termék értékesíthetőségét, végső soron ugyancsak vásárlói reklamációt generálva.

- Színezőanyagok használata. Kezdetben a tulajdonosok elzárkóztak ettől a lehetőségtől, meggyőződésük volt, hogy már magának a „színező-, adalékanyag” szó feltüntetésének az összetevők között negatív visszhangja lenne, a vásárlók elfordulhatnak a terméktől, számonkérhetik az adalékanyag-mentes reklámszlogenünket.

Végül elfogadták, hogy valamilyen módon színezésre kerüljön a termék, de feltétel gyanánt a következő követelményeket támasztották az esetlegesen mégis felhasználandó anyag(ok) elé:

- o legyen természetes,
- o költséghatékonyan lehessen alkalmazni, minél kisebb koncentrációban,
- o lehetőség szerint olyan anyag legyen, amit az üzem helyben elő tud állítani,
- o a színezett termék ne térjen el természetellenes módon az eredeti termék színétől,
- o teljes mértékben váltsa ki a hűtőházi tárolást,

- ha lehet, ne kelljen „adalék-, színezőanyag”-ként feltüntetni a termék címkéjén.

Szakdolgozatomban bemutatom a 100% gyümölcslel-előállítás technológiai lépéseit, majd körbejáróm az adalékanyagok, azon belül is az élelmiszer-színezékek témakörét. Az ismeretek birtokában a vezetői kritériumokat és a kifogásolt termék tulajdonságait figyelembe véve, azokhoz leginkább illeszkedő színezőanyag(ka)t próbálok kiválasztani, majd ezen anyag(ok) felhasználásával legyártott mintákon az eltarthatósági idő alatt, rendszeresen olyan méréseket végzek, melyek az élvezeti értéket is befolyásoló, termék színváltozásával, beltartalmi értékeivel is kapcsolatosak. A mérések eredménye és a tapasztalatok birtokában - immáron tudományosan is alátámasztottan - konkrét termékfejlesztési javaslattal állok elő mind a felhasználandó anyagok, mind pedig azok koncentrációját illetően.

A mérések során a vizsgált minták - eredeti receptúra szerint színezék nélkül készült, valamint a színezettek – mellett, azokkal párhuzamosan, hűtőházban tárolt, szintén színezetlen mintát is vizsgálók, így arra az eredeti megfigyelésre is igazolást várok, hogy a hűtőházi tárolás valóban megoldást jelenthet-e a kedvezőtlen változások megakadályozására, valamint van-e olyan majdhogynem ideális színezőanyag / koncentráció, amivel hasonló hatást lehet elérni, így váltva ki teljesen a költséges hűtőházi tárolást.

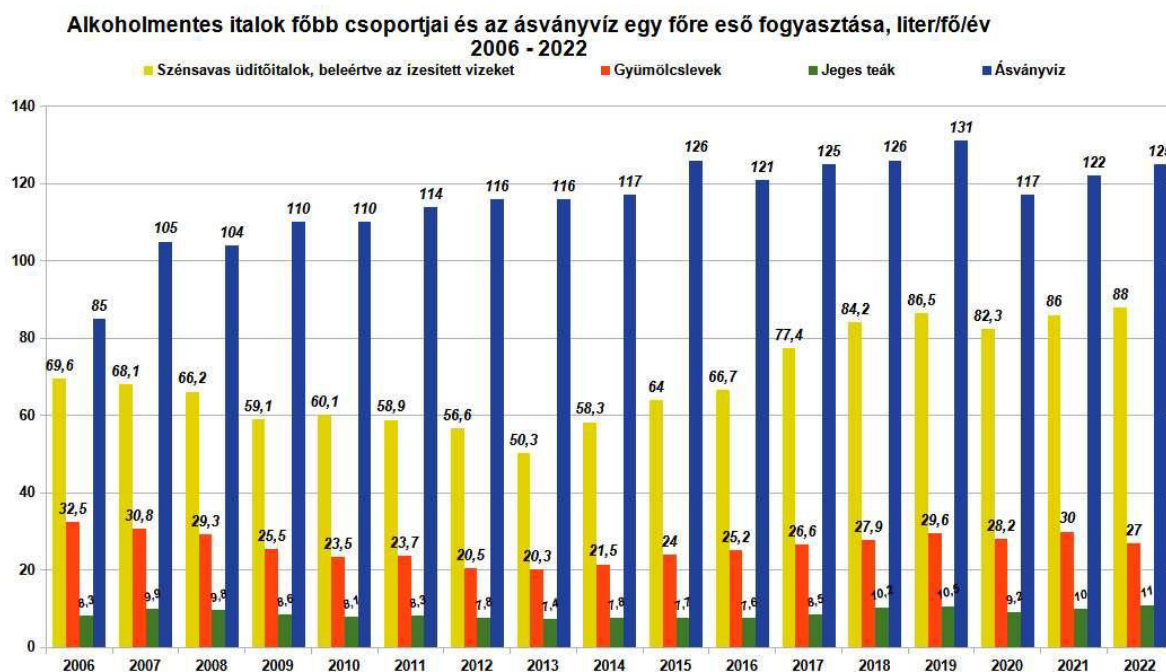
3. Szakirodalmi áttekintés

3.1 Gyümölcsle fogyasztás alakulása, piaci kitekintés

Az alkoholmentes italok termékkörébe az ásványvizeket, szénsavas üdítőitalokat, gyümölcsleveket és jeges teákat soroljuk. Hazánkban ezen italok fogyasztási statisztikájában az egy főre eső gyümölcsle fogyasztás 2022-ben 27 liter/fő/év volt (1. ábra). Az ásványvizek és a szénsavas üdítőitalok után a harmadik legtöbbet fogyasztott ital. A gyümölcsleveken belül a 100% gyümölcslevek fogyasztása 2013 – 2021 időszakban, évről-évre növekvő tendenciát követve 19%-os a szénsavas üdítők után, és a nektárok előtt (2. ábra) (Internet 1).

A 2. ábráról az is leolvasható, hogy 2022-ben a gyümölcslevek egy főre jutó fogyasztásában a gyümölcs-, és üdítőital 3%-os csökkenésének egyértelmű nyertese a 100% gyümölcsle (2/3-ad rész), illetve a gyümölcsnektár (1/3-ad rész) volt, ami betudható egyfajta egészségtudatos fogyasztói magatartásnak is.

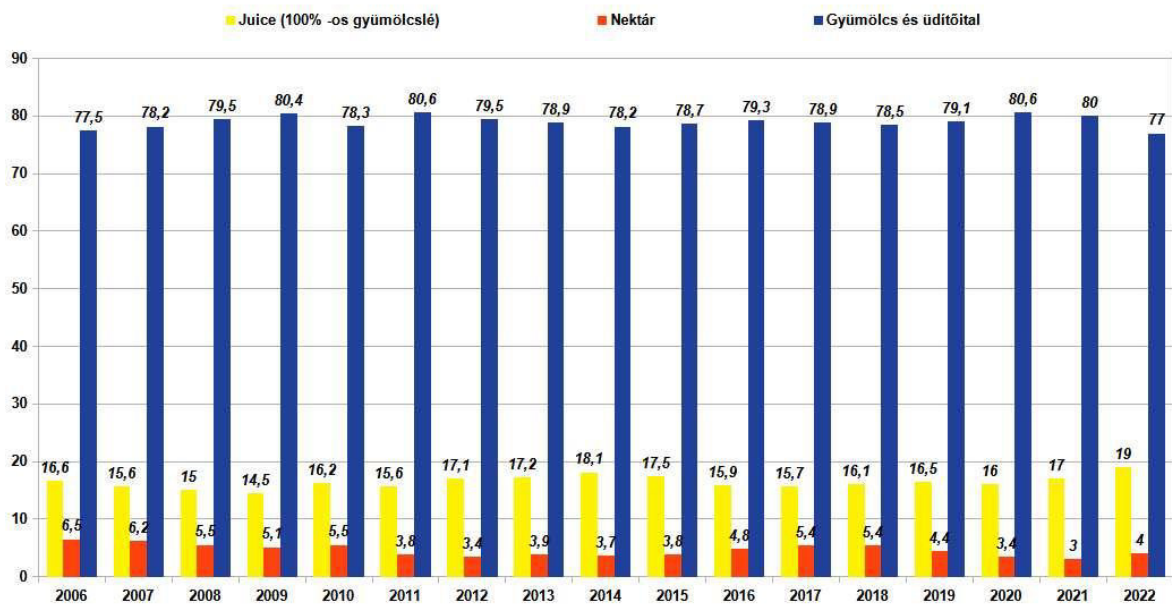
A további növekedésnek gátja, illetve az eddigi növekedés lassulásának egyik oka lehet, hogy a 100% gyümölcslevek alapanyagául szolgáló gyümölcsök ára az elmúlt 10 évben közel duplájára nőtt, így nem felelőtlen kijelentés a feldolgozott formájában is további árnövekedést prognosztizálni (Internet 2, KSH adatok).



1. ábra: Alkoholmentes italok főbb csoportjai és az ásványvíz egy főre eső fogyasztása (liter/fő/év)
2006-2022

Forrás: Internet 1

Gyümölcslevek egy főre eső fogyasztásának százalékos megoszlása (%) 2006 - 2022



2. ábra: Gyümölcslevek egy főre eső fogyasztásának százalékos megoszlása (%)
2006-2022

Forrás: Internet 1

3.2 A gyümöcslégyártás technológiája

3.2.1 Gyümölcslevek csoportosítása, jellemzőik

Magyarországon a fogyasztásra szánt gyümölcslevek részletes szabályozása a Magyar Élelmiszerkönyv (Codex Alimentarius Hungaricus) „1-3-2001/112 számú előírása a gyümölcslevekről és egyes hasonló, emberi fogyasztásra szánt termékekről” szabályozza (Internet 3).

Eszerint a gyümölcslevek: „Olyan nem erjesztett, de erjeszthető termék, amelyet egészséges, megfelelően érett, friss vagy hűtéssel tartósított, egy- vagy többfajta gyümölcsből nyernek, és az előállításához felhasznált gyümölcs(ök)re jellemző színe, illata, íze van. Olyan gyümöcsléhez, amelyből a gyártás során elválasztották az aromát, a velőt és a rostot, ezek visszaadagolhatók.”

3.2.2 Előállítás technológiái

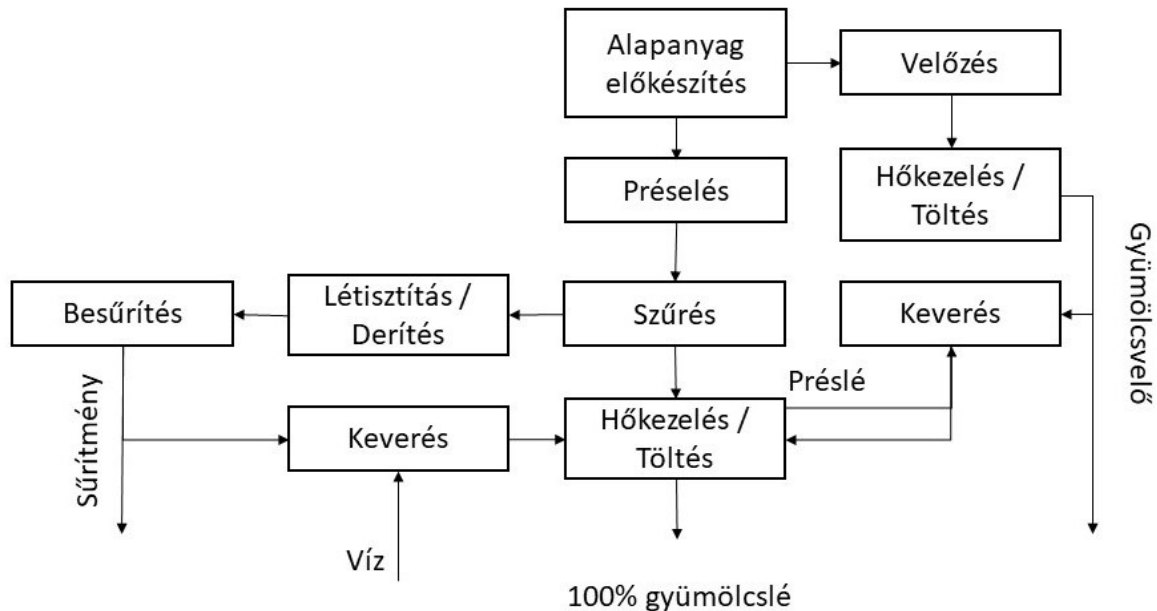
Dolgozatom témájához a 100% gyümölcslevek kapcsolódik, ezért ezen termékek előállításának lehetőségeit, gyártási technológiai lépéseit ismertetem.

100% gyümölcsleveket az alábbi módokon lehet előállítani:

- közvetlen nyersanyagból (zöldség, gyümölcs) préseléssel

- közvetett módon, valamilyen élelmiszeripari félkésztermékből:
 - o aszeptikus velőből
 - o sűrítményből a visszahígítási arányt betartva, az eltávolított vizet visszapótolva.

A gyártástechnológia főbb lépéseit az 3. ábrán foglaltam össze.



3. ábra: 100% Gyümölcslé-előállítás lehetőségeinek sematikus ábrája (Horváthné, 2007 nyomán)

3.2.2.1 100% Gyümölcslé-előállítás préseléssel - présle gyártás

A 100% gyümölcslevek előállításának legegyszerűbb módja, ha azt közvetlenül a gyümölcsökből állítjuk elő, például préseléssel.

A gyártási folyamat főbb lépései:

- A folyamat alapanyag-előkészítéssel kezdődik:
 - o az alapanyag (legtöbbször alma) átvételét követően
 - o tisztítási folyamat következik, melynek része a válogatás és mosás.
- A mosást követi a préselést közvetlenül előkészítő művelet, az aprítás, melynek célja a szöveti szerkezet roncsolásával a fajlagos felület növelése, a sejtnedvelválás megindítása, a léhozam növelése.

Az aprítás történhet valamilyen forgómozgású berendezésben, marással, zúzással (keményebb húsú alapanyag, pl. alma esetén), roppantással (lágy húsú gyümölcsök, bogyósok, szőlő esetében).

- A léhozam maximalizálása, jobb aroma és szín elérése, és a nemkívánatos (oxidatív) folyamatok gátlása érdekében érdemes a zúzalékot előkezeltetni, leggyakrabban valamilyen termikus és / vagy enzimátikus eljárással.
Amennyiben klasszikus rostos vagy „cloudy” lé kinyerése a cél, az enzimes kezelést nem alkalmazzák.
- Fő műveleti lépés a préselés, lényerés, amely során a folyadékfázis elválasztása történik a szilárd fázistól. A folyamat lehet szakaszos (csomagprések, Bucher prés) vagy folyamatos (szalagprés). Jellemzője a lékihozatal, ami a kinyert lé nyersanyagra vetített aránya.
- A kipréselt levet szűrni kell, általában valamilyen fizikai módszerrel.
- Szűrést követően a termék tartósítása hőkezeléssel történik, jellemzően átfolyó rendszerű pasztőr berendezésben.
- A 100% gyümölcsstartalmú késztermék töltése történhet
 - o forrón:
 - Bag-in-Boksz, Bag-in-Barrel formában
 - üvegbe
 - o vagy hűtést követően aszeptikus csomagolóanyagba is (Horváthné, 2007; Horváth-Kerkai és Stéger-Máté, 2012).

3.2.2.2 Velő gyártás, 100% gyümölcslé-előállítás préslevek és velők felhasználásával

Az aszeptikus gyümölcsvelők félkésztermékek, azaz valamilyen további késztermék alapanyagai, alkotórészei. Mag és héjmentes formában, kizárólag az ehető részeket tartalmazza, a gyümölcshús áttört, pépes formájában.

A gyártási folyamat főbb lépései:

- Gyártási folyamatok előkészítő lépései a préseléshez hasonlóak, mennyiségi és minőségi átvételt követően, válogatás és mosás következik. Az aprítás azonban kicsit eltér a préselésnél alkalmazottól, a berendezések hasonlóak, zúzó és roppantók, azonban jellemzően sokkal durvább zúzalék jön létre.
- Az állomány módosítása, az oxidatív és pektolitikus enzimek inaktiválása céljából a zúzalékot előfőzik csigás előfőzőben, vagy cső a csőben hőcserélőben.
- Velőzés gyártási lépései:
 - o magozó passzírozás – magok teljes és a héj nagy részének eltávolítása
 - o színrögztetés
 - o durva passzírozás – gyümölcshéj teljes eltávolítása

- finom passzírozás – szöveti rostok aprítása
- A passzírozott velőt a homogén, sima és krémes állag elérése, valamint az alaki részek kiülepedésének lassítása érdekében homogenizálni szükséges.
- A homogenizálás jelentős mennyiségű levegőt visz be a velőbe, ami nem kívánatos oxidációhoz vezethet, valamint a hőkezelés hatékonyságát rontja, ezért be kell iktatni a kilevegőztetés technológiai lépését, melynek során vákuum alatt lévő tartályba porlasztják a gyümölcsvelőt. A velőben lévő felesleges levegő a képződő cseppek nagy felületén távozni tud.
- A velő jellegéből (magas viszkozitás) és későbbi ipari felhasználásból adódóan a hőkezelés az aszeptikus Bag-in-Barrel töltést megelőzően, átáramló rendszerben, kapart falú hőcserélőkben, 80-90 °C-on, rövid ideig hőntartva történik.
- Amennyiben a velő további felhasználása a gyártó üzemen történik, hűtve rozsdamentes tartályban tárolják.
- A velő felhasználásával készült 100% gyümölcslevek gyártása általában valamilyen 100% préselt lé, receptúra szerinti hozzáadásával történik. A létrejött mixet keverik, opcióként ismételt homogenizálják, hőkezelik majd a kívánt formában letöltik (Horváthné, 2007; Horváth-Kerkai és Stéger-Máté, 2012).

3.2.2.3 Sűrítmenygyártás, 100% gyümölcslé-előállítás sűrítmenyből

A sűrítmeny a gyümölcs préselt leve, koncentrált formában. Teljes mértékben mentes a magtól, héjtól és szöveti részeitől. Félkésztermék, hozzáadott anyagot nem tartalmazhat (kivéve antioxidáns anyagok, aszkorbinsav, extrakciós folyadék).

Sűrítmenygyártás lépései a préselés után térnek el a közvetlen módon gyártott levektől.

A technológia főbb lépései:

- Sűrítmenygyártás esetén a kipréselt levet a besűrités előtt kezelni kell. A kipréselt lé zavaros, vízben oldható növényi részeket (például rost, cellulóz, protopektin), valamint kolloidálisan oldott részeket (pektin, fehérje) tartalmaz, amiket el kell távolítani.

A létisztítás alapvetően 3 módon történhet:

- enzimekkel (például celluláz, pektináz enzimek), általában valamilyen komplex enzimek készítmény kerül alkalmazásra
- fizikai-kémiai módszerekkel – derítés áványi anyagokkal (aktív szén, bentonit, kovasav) vagy zselatinnal
- mechanikai módon, ami valamilyen ismételt, nagy hatékonyságú szűrést jelent. Cél a rostok eltávolítása mellett, az enzimes kezelés, derítés során keletkezett

csapadékok eltávolítása. Nagy hatékonyságot lehet elérni centrifugák (általában a szűrés első fokozata), illetve hagyományos vagy ultraszűrők alkalmazásával.

A fenti eljárások kombinálhatóak is a megfelelő eredmény elérése érdekében.

- A lé kezelése és tisztítása után következő gyártási lépés a sűrítés. Általában többfokozatú bepárlásról van szó, ahol is a cél a víztartalom csökkentésével párhuzamosan a szárazanyag-tartalom, a tárolási lehetőségek és az eltarthatósági idő növelése.
- Utolsó lépés a sűrítmény csomagolása, ami leggyakrabban nagy kiszerezésben (Bag-in-Barrel (210kg), Bag-in-Box zsák esetleg (5-20kg)) aszeptikus módon történik. Amennyiben ugyanabban az üzemben kerül a későbbiekben felhasználásra a sűrítmény, akkor hűtve, rozsdamentes tartályokban is tárolható.
- Lehetőség van a besűrítés előtt a szűrt levet hőkezelné és csomagolni, ekkor szűrt (tükrös) lé lesz a végtermék.
- Sűrítmenygyártás késztermék jellemzői:
 - o alacsony zavarosság érték, NTU < 1 (maximum 3)
 - o magas szárazanyag-tartalom, 70 - 72 ref.%,
piros gyümölcs alapanyag esetén 60 – 65 ref% (esetenként 52 – 56 ref%)
 - o csekély HMF-tartalom (< 5 – 10 mg / kg)
 - o savtartalom > 4 % (Horváthné, 2007; Horváth-Kerkai és Stéger-Máté, 2012; Stégerné, 2013).

Az így előállított sűrítmény tehát hosszú időn keresztül biztonságosan eltárolható, könnyen szállítható. A késztermék gyártásakor a sűrítmeny az előírt vízmennyiséggel (a bepárláskor eltávolított vízmennyiség) visszahígítják, hőkezelné és letöltik a kívánt formába. Fontos, hogy 100%-os gyümöcslének visszahígítás után csak abban az esetben lehet nevezni a készterméket, ha a visszahígítási arány szigorúan be lett tartva (Internet 3).

3.3 Gyümöcslévek színrögzésének lehetőségei

3.3.1 Élelmiszer-adalékanyagok gazdasági jelentősége, világpiaci kitekintés

Az élelmiszer-adalékanyagok szinte egyidősek az élelmiszeriparral, ennek megfelelően a piacuk meghatározó, és dinamikusan növekszik. A Mordor Intelligence kutatásai alapján 2018. évi 136 milliárd USD-ról 2028-ra már 162 milliárd USD forgalmat prognosztizál, ami évi 3,55%-os növekedésnek felel meg. A növekedés fő katalizátora a népesség növekedésével párhuzamosan a világ élelmiszerfogyasztási igényének megugrása mellett az a tény, hogy az

élelmiszerelőállítók egyre gyakrabban alkalmazzák az adalékanyagokat, hogy javítsák az élelmiszerek kül-, és beltartalmi értékét, az élelmiszerbiztonságot, eltarthatóságát, csökkentsék az élelmiszerpazarlást. Emellett növekszik a fogyasztásra kész élelmiszerek, illetve a pékáruk iránti kereslet is, az innováció a fejlődő gyártástechnológiákkal pedig tovább hajtja az adalékanyagok forgalmát. A fogyasztói tudatosság megjelenésével, intenzív növekedésével a természetes élelmiszer-alapanyagok vezetik a globális piacot, illetve megjelennek olyan speciális adalékok az élelmiszerekben, mint az élelmi rostok, probiotikumok. A vegán, illetve BIO alapanyagokon alapuló táplálkozás egyre népszerűbbé válása szintén a természetes, ezen belül is a növényi eredetű anyagok használatára sarkallja az élelmiszeripart. Ugyanakkor a mesterséges élelmiszer-adalékanyagoktól való tudatos elfordulás a piac csökkenését okozhatja (Internet 4).

3.3.2 Adalékanyagok a köztudatban, törvényi szabályozás

Az elmúlt években az élelmiszer adalékanyagok erősen negatív felhanggal épültek be a köztudatba (E-szám fóbia), magát a tudatos táplálkozást egyébként helyesen népszerűsítő, ámde sokszor téves, vagy a részleteket elhallgató, vagy éppen kontextusból kiragadó, félreinformáló, a közösségi médiában villámgyorsan elterjedő, „5 dolog, amit biztosan nem tudtál...” kezdetű (ál)tudományos cikkeknek, vagy marketingkampányoknak köszönhetően. Szűcs Viktória doktori értekezésében többek között azt is megállapítja, hogy a fogyasztók a valóságban sokkal kevésbé vannak releváns információk, ismeretek birtokában, mint azt maguk gondolják. A megkérdezett válaszadók többnyire ugyan tisztában voltak az E-számok és az adalékanyagok kapcsolatával, de a többség tévesen valamilyen mesterséges összetevőnek vélte azt (Szűcs, 2014).

Az adalékanyagok többnyire természetesen egyáltalán nem rossz szándékkal, vagy direkt egészségkárosító célzattal kerülnek bele az élelmiszereinkbe, hanem egyrészt a gépi feldolgozás, előállítás megkövetel olyan technológiai segédanyagokat, melyeket már eleve nem fogyasztási szándékkal adagolnak az élelmiszerekbe, vagy lehetnek egyszerűen élelmiszerbiztonsági okai, leginkább pedig azért, mert az ipar csak megpróbál maximálisan megfelelni a fogyasztó fejében az adott élelmiszerről kialakult ideának, a fogyasztói igényeknek, és kiváló minőségben hosszan eltartható, megfelelő állagú, színű, illatú, ízű, magas élvezeti- és beltartalmi értékkel bíró, biztonságos termékeket igyekszik előállítani.

Azonban nem mehetünk el szó nélkül azon kutatási eredmények mellett, amelyek egyes mesterséges adalékanyagok emberi szervezetre (különösen a fejlődő szervezetekre) gyakorolt káros hatásával foglalkoztak és valószínűsítettek ok-okozati összefüggéseket. Gyümölcsitalokban használt mesterséges színezékek és Na-benzoát tartósítószer, vagy a kettő kombinációja a vizsgált gyermekcsoportokban növelhette a hiperaktivitás szintjét (McCann és munkatársai, 2007).

Egy kutatás pedig egészen mélyreható és részletes módon ismerteti a mesterséges színezékek lehetséges egészségügyi hatásait. Megállapítja, hogy bár az Európai Élelmiszerbiztonsági Hatóság 2008. óta újraértékelte az összes szintetikus színezék hatásait, és a rendelkezésre álló kutatási anyagok és irodalom figyelembevételével nem valószínűsítette a fogyasztásuk jelentős egészségkárosító hatását, azonban a Hatóság vizsgálata csak szeparáltan az egyes anyagokra terjedt ki, a gyakorlatban ezen anyagok keverve jelennek meg, akár egy terméken belül, vagy akár együtt fogyasztva más termékekben előfordulókkal együtt (Amchova és munkatársai, 2015).

Ennek ellenpólusaként léteznek olyan kutatások, melyekben éppen a természetes adalékanyagok pozitív, egyes esetekben egyenesen egészségmegőrző, például szívkoszorúér-betegség megelőző, vagy éppen antikarcinogén hatását vizsgálja és igazol összefüggéseket, illetve állapít meg funkcionális hasznosságot nemcsak a növényi, hanem az emberi szervezetre is (Wrolstad, 2004; Gosh, 2005; Stintzing és Carle 2004).

A jelenleg érvényben lévő (1333/2008/EK) rendelet szerint: „Az élelmiszer-adalékanyagokat csak akkor lehet jóváhagyni és használni, ha teljesítik az e rendeletben megállapított követelményeket. Az élelmiszer-adalékanyagoknak a felhasználás körülményei között biztonságosnak kell lenniük, használatukat technológiai szükségletnek kell indokolnia, valamint használatuk nem vezetheti félre a fogyasztót, és a fogyasztó érdekét kell szolgálnia.”. Minden engedélyeztetést kockázat-értékelés előz meg. Az anyagokat részletesen specifikálni szükséges, valamint egyértelmű beazonosíthatónak kell lenniük, és a követelményeknek mindenkor meg kell feleljenek. Figyelembe véve az egyes specifikációk összetett jellegét, tartalmát, előfordul, hogy egyes adalékok nem tudnak beépülni a közösségi listákba, hanem különálló rendelet szabályozza őket, mint például az édesítőszeres esetében is. Különösen fontos részletként kimondja, hogy „Az élelmiszer-adalékanyagokat folyamatos megfigyelés alatt kell tartani, és amikor csak szükséges, azokat a változó felhasználási feltételek és az új tudományos ismeretek fényében újra kell értékelni. Szükség esetén a Bizottság a tagállamokkal

együtt megfelelő intézkedéseket vesz fontolóra.” (Internet 5), illetve továbbmenve a 22. bekezdésben továbbfejlesztésre, adatgyűjtésre, tanulmányok, kutatások elvégzésére, a tagállamok közötti információ-megosztásra, összehangolt munkával a rendelet naprakészen tartására ösztönöz.

3.3.3 Élelmiszerszínezékek

A színező adalékanyag vagy élelmiszerszínezék minden olyan anyag, festék, pigment, amely színt ad az élelmiszereknek, italoknak, vagy nem élelmiszeripari alkalmazásban például a gyógyszereknek. Emellett színadalék minden olyan anyag is, ami egy másik anyaggal való reakciója közben okoz színképződést (de Boer, 2014; Newsome és munkatársai, 2014).

Az élelmiszerek színezése az ipari jellegű élelmiszerelőállítás megjelenése előtt is jelen volt az emberek életében - már az ókori egyiptomiak is színezték cukorkát természetes kivonatokkal és borral -, és maradt mindmáig az élelmiszeripar egyik legjelentősebb kihívása. A fejlődő vegyészet a XIX. század végére szintetikus anyagok sorát kínálta e célból az élelmiszeriparnak. Először jobbra dekorációs célokkal használták ezeket az anyagokat, de ez gyorsan a nem megfelelő alapanyagokból készült, vagy nem megfelelő minőségű termékek elfedésére, tudatosan a fogyasztók megtévesztésébe csapott át, hiszen mindenki érzékeny az ételek színére, az arra adott reakció közvetlen összefüggésben van például az étvágyra, vagy egyértelműen jelzi, hogy milyen ízt fogunk megkóstolni. A már-már kontrollálatlan felhasználás, különösképpen néhány igazoltan mérgező vegyület - vörös ólom sajtokhoz, édességekhez, réz-arzenát tealevelek színezésére - használatával kapcsolatos egészségügyi aggályok, kikényszerítették a szintetikus anyagok felhasználásának törvényi szabályozását. Az elmúlt néhány évtizedben a fogyasztók jelentős része lényegesen tudatosabb lett, rábírva a technológiailag egyre fejlettebb ipart arra, hogy a természetes anyagok használata felé forduljon. Manapság az élelmiszergyártóknak a természetes színyanyagok széles palettája áll rendelkezésére, a fogyasztókat pedig szigorú jogszabályok védik. A színezőanyag-gyártók a jogszabályi keretek között újabb és újabb anyagokkal kísérleteznek a megfelelő színstabilitással rendelkező színezőanyagok kifejlesztése érdekében (Downham, 2000).

3.3.4 Élelmiszerszínezékek csoportosítása

Az élelmiszerszínezékeket többféle szempont szerint lehet csoportosítani, az egyik legelterjedtebb mód az oldhatóságot vizsgálja, eszerint léteznek:

- oldhatatlan (pigmentek) – stabil, jó fedő tulajdonság, nem oldódnak közönséges oldószerben
 - szerves - lakkok
 - szervetlen – pl.: fehér szín titán-dioxid, vagy vörös vas oxid
- oldható színezőanyagok
 - természetes: különféle élelmiszerekből vagy más természetes, növényi anyagokból nyerik, azok természetes színét adják. Színezőanyag kivonással vagy szelektív elválasztással történik az előállításuk. Nem túl stabil vegyületek, saját élettani aktivitással bírnak, jellemzően befolyásol(hat)ják az eredeti nyersanyag ízét:
 - kurkumin (E100)
 - riboflavin (E101)
 - klorofilok (E140)
 - karotinok (E160a)
 - lutein (E161b)
 - betanin, céklavörös (E162)
 - antociánok (E163)

Természetes színezékek közé sorolják és újabban megkülönböztetik a színező-élelmiszer fogalmat, olyan anyagok esetében, amikor a színezőanyag hozzáadása a színező tulajdonságon túl növeli az adott élelmiszer táplálkozásbiológiai értékét is. Ilyen például a spenót, sárgarépa, meggy, feketebodza lé, amik így kikerülnek az adalékanyagok közül, mivel élelmiszernek minősülnek.

- természetes eredetű: olyanok, mint a természetes színezékek, csak kémiai szintézissel állították elő őket valamilyen növényi vagy állati nyersanyagból. Ilyen például a karamell (E150a), a növényi szén (E153) vagy a kárminvörös (E120).
- mesterséges: szintén kémiai szintézissel előállított, ám a természetben nem megtalálható színezékek. Például tartazin (E102), kinolinsárga (E104), azorubin (E122). Íztelenek, szagtalanok, olcsón előállíthatóak, jobb színező hatással bírnak, azonban a legtöbb az emberi szervezet számára nem közömbös, arra érzékenyeknél nagyobb arányban vált ki élelmiszer-intoleranciát, mint a természetes társai. Legtöbbjük használata figyelmeztető feltüntetési kötelezettséggel jár (Internet 6).

3.3.5 Vörös szín stabilizálásának lehetséges természetes színező anyagai

Mivel a termékfejlesztés kiindulópontjában elvárásként megfogalmazódott, hogy a felhasználni kívánt színezőanyagok természetesnek kell lenniük, ezért csak ezen csoporton belül kerestem a szóba jöhető színezékeket.

Az élelmiszeriparban a természetes vörös színezékeket jórészt paradicsomból, céklából, piros bogyós gyümölcsökből, feketerépából, édesburgonyából stb. állítják elő. Érdekes és új terület a mikrobiálisan előállított vörös pigmentek területe is, azonban jelenleg még csak néhány anyag engedélyeztetése zajlott le (Kumar és munkatársai, 2015), ezért a színezék kiválasztásakor a már jól bevált anyagok közül válogattam.

„Az antociánok (E 163) csoportjába tartozó, kismértékben eltérő kémiai szerkezetű vegyületek a növények legfontosabb kék, piros és lila színezékei. Ezek adják a kékszőlő, a málna, a bodza, a cseresznye és a vöröskáposzta színét, továbbá sok kedvelt dísznövény levelének rózsaszín vagy akár sötétkék színét is. Az élelmiszerszínezékként forgalomba kerülő antociánokat legnagyobb mennyiségben a kékszőlő héjából és egyéb boripari melléktermékekből nyerik, de izolált antociánok helyett gyakran használnak szőlőhéjkivonatot is. Az antociánok egy újabb, egyre növekvő jelentőségű forrása a feketebodza termése, emellett vöröskáposztából, rosellából (trópusi hibiszkuszféle), fekete berkenyéből és vérnarancsból is előállítják.” (Tarnavölgyi, 2009.).

Antociánokkal kapcsolatos probléma, hogy viszonylag gyorsan bomlanak, kevésbé állnak ellen a hő-, és fényhatásoknak. Ennek fő oka, hogy a növényekben a színező vegyületek növényenként és fajtánként is eltérően, nagyon változatos profilokban jelennek meg, és az egyes antocianin-profilok különböző módon állnak ellen a degradációs hatásoknak. Ezzel kapcsolatosan számos kutatás született, hiszen a hő vagy fény hatására bekövetkező változások alapvetően befolyásolják az egyes színezőanyagok alkalmazásának lehetőségeit (Knebel és munkatársai, 2018; Kirca és munkatársai, 2007; Fernández-López és munkatársai, 2013; Oancea, 2021).

„A céklavörös vagy betanin (E 162) a cékla (*Beta vulgaris* ssp. *esculenta* var. *rubra*) lilás, kékesvörös színanyaga, a betalainok (vízoldható, nitrogéntartalmú növényi pigmentek) közé tartozó vegyület. A színezéket céklagyökérből állítják elő vizes kivonással és erjesztéssel. Az izolált színezék helyett az élelmiszeripar gyakrabban használ céklalé-koncentrátumot, ennek felhasználhatósága – jellegzetes aromája miatt – korlátozott.” (Tarnavölgyi, 2009.).

A termékfejlesztések során első lépésként az oldhatóság kérdésével kell foglalkozni, majd az élelmiszer összetevői és a gyártási technológia, esetleg végső csomagolás, ajánlott tárolási körülmények figyelembevételével lehet javaslatot tenni az alkalmazandó színezékekre.

Aamer és munkatársai 2021-ben kísérletet végeztek szamóca nektár színtabilizálásra pigmentforrások hozzáadásával, valamint olyan módon, hogy a nektár pH értékének beállításához aszkorbinsav helyett citromsavat használtak. Kísérletük végén azt tapasztalták, hogy a citromsav használata növelte a teljes antocianin értéket, valamint gátolta a szín változását (Aamer és munkatársai, 2021).

Kammerer és munkatársai által 2007-ben elvégzett kísérletben vizsgálták a feketerepa-, illetve bodzalé koncentrátum hozzáadásának hatását a konzerv szamóca színtabilitására. Kísérletükben megállapították, hogy már a feldolgozás is jelentősen rontotta az alapanyag színét, antocianin tartalmát, ami a tárolási időszak végére 85%-kal lett kevesebb, mint a kontroll mintáé volt. Ennek okaként az alapanyagban lévő alacsony, nem acilezett antocianin arányt jelölték meg, amely hajlamos a hő és fény által okozott lebomlásra, tárolás közbeni barnulásra. Szintén megállapítást nyert, hogy a feketerepale és bodzalé, a szamócától eltérő antocianin profiljuknak köszönhetően, alacsony pH értéken hatékonyan bizonyultak, sőt, a feketerepa és a bodza között is profilbeli különbséget mértek, mely alapján a bodzát ítélték jobbnak a színtabilitás növelésére (Kammerer és munkatársai, 2007).

A fejlesztendő termék pH értékét (~3,4 – 3,7) figyelembe véve az antocianin tartalmú színezőanyagok jelenthetnek megoldást, mert 4,5 pH felett az antocianinok instabillá válnak, hő-, és fényhatástól függetlenül is (Dabas, D. és Kean, G. 2014).

Egy termékfejlesztéssel kapcsolatos javaslat szintén az antocianin tartalmú színezékek felé tereli a kiválasztási folyamatot, megállapítja, hogy alacsony pH értéken (pH 3,5 alatt) mindenképpen érdekesebb az antocianin tartalmú színezékeket választani, mint például a feketerepale, magasabb pH-val rendelkező italok esetén a céklale lehet a jó választás (Internet 7).

4. Kísérleti rész

4.1 Kísérleti anyagok

4.1.1 Gyümölcslé

A kísérleti mintám a Házikó Farm Kft. szécsényi gyümölcslé üzemében készült, „Alma-Eper-Tőzegáfonya” 100% gyümölcsstartalmú üveges gyümölcslé volt.

Összetétele:

- 50% saját üzemben előállított, 100% almalé
- 40% vásárolt, 100% szamóca velő
- 10% vásárolt, 100% tőzegáfonya velő

4.1.2 Színező élelmiszerek

- 100% gyümölcsstartalmú, az üzemben előállított:
 - o arónialé
 - o bodzalé
 - o céklalé
- vásárolt feketerépálé koncentrátum, 10-szeres, 100% almalével történt hígításban

A színező élelmiszerek 1, 2, 3%-os koncentrációban kerülnek hozzáadásra.

4.2 Kísérleti munka menete

Kísérleti munkám során a 100% gyümölcsstartalmú alma-eper-tőzegáfonya léhez, melynek tárolás közben jelentős a színvesztése, különböző koncentrációban színező élelmiszereket adagoltam.

Az termékek előállítása a felhasznált alapanyagok vizsgálatával kezdődött, majd ezt követően az összetevők szűrése és a gyűjtőtartályba történő átszivattyúzásra valósult meg. A mix keverést követően, 82°C-on átfolyó rendszerű pasztőr berendezésben hőkezelést kap, majd forrón, automata gyártósoron üvegpalackba letöltésre kerül. A zárást megelőző, utolsó gyártási fázisként, meghatározott és előre pontosan kimért mennyiségű színezőanyag (100 % arónialé, bodzalé, céklalé, feketerépálé a 4.1. pontban ismertetett előkészítés után) hozzáadagolása történt 1, 2, illetve 3%-ban (4. ábra).



4. ábra: Színezőanyagok adagolása

Forrás: saját felvétel



5. ábra: Minta egyedi jelölés

Forrás: saját felvétel

Töltést követően a minták egyedi jelölést kaptak, ami egyértelműen utal a felhasznált színezőanyagra, annak koncentrációjára, és a minta sorszámára. Minden minta duplán került legyártásra, hogy egy előre nem látott, negatív esemény a kísérlet elvégzését ne veszélyeztesse. Az 5. ábrán látható egy példa a jelölésre.

A jelölés magyarázata:

1. „Próbagyártás” - a tétel elkülönítése a kereskedelmi termékektől
2. „Alma-Eper-Tőzegáfonya” – Receptúra
3. „221103/081” – Gyártási sarzs jelölése
4. „B1/1”, „B1/2”, Bx/y – Minta egyedi jelölése, ahol:
 - B – színezőanyag rövidítése
 - A - Arónia
 - B - Bodza
 - C - Cékla
 - F - Feketerépa
 - x – koncentráció
 - 1 – 1%

- 2 – 2%
- 3 – 3%
- y – minta sorszáma
 - 1-től 24-ig

A mintákat a gyártást követően szobahőmérsékleten tároltam és havonta minden mintából 1 - 1 db-ot felbontottam és analitikai vizsgálatoknak vetettem alá. Meghatároztam a minták színparamétereit (L^* , a^* , b^* , ΔE^*), összes polifenol tartalmát, antocianin tartalmát és antioxidáns kapacitását. A termékhez leginkább megfelelő színező anyag kiválasztása az eredmények alapján történt.

4.3 Vizsgálati módszerek

4.3.1 Színmérés, színingerkülönbség meghatározása

Méréseimhez KONICA MINOLTA CR-400 tristimulusos kézi mérőműszert használtam, amit a tartozék fehér csempe előtt előírászerűen kalibráltam.

A mérés elvégzéséhez a mintákból műanyag küvettába jelzésig töltöttem, majd a mérőműszerrel 3 párhuzamos mérést végeztem úgy, hogy a küvettát egyik hosszanti oldalával a fehér csempe elé helyeztem, majd a műszer érzékelőjét minél pontosabban ráillesztettem, a mérést elvégeztem (6. ábra). Feljegyeztem a kijelzett L^* (világosság tényező), a^* (vörös-zöld hányados), b^* (sárga-kék hányados) intenzitását, majd a küvettát 90 fokkal elforgattam, a mérést megismételtem a rövidebb oldalon, majd ismételt 90 fokos elforgatás után immáron a hosszanti átellenes oldalon is elvégeztem.



**6. ábra: KONICA MINOLTA
CR-400**

Forrás: saját felvétel

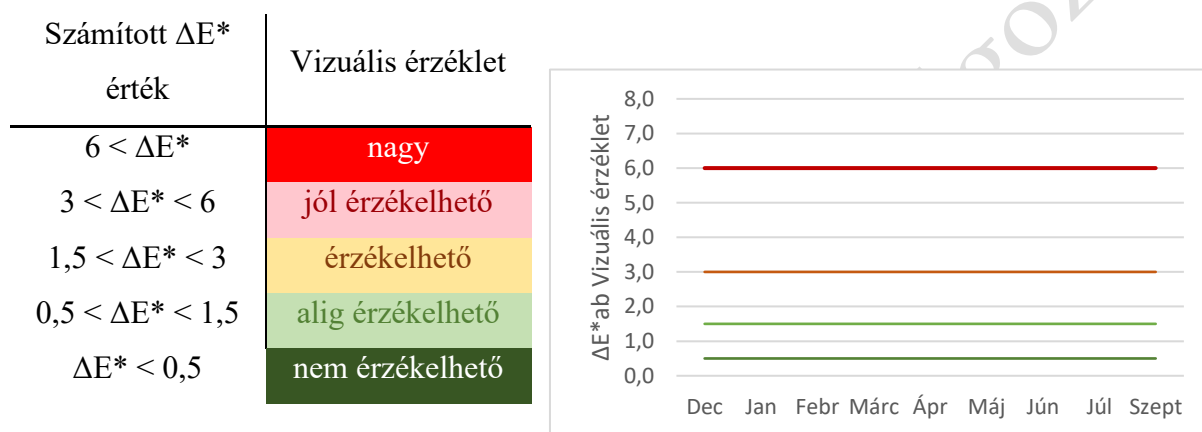
A mérések során kapott értékekből meghatároztam a ΔE^* színingerkülönbséget. Ehhez az alábbi képletet használtam, és mindig az adott hónap értékeit a gyártás hónapjában (november) mért kiindulási értékekkel hasonlítottam össze:

$$\Delta E^* = \sqrt[2]{C}$$

$$C = (L^*_{\text{adott hónap}} - L^*_{\text{nov}})^2 + (a^*_{\text{adott hónap}} - a^*_{\text{nov}})^2 + (b^*_{\text{adott hónap}} - b^*_{\text{nov}})^2$$

Az 1. táblázatban található határértékeket - a könnyebb kiértékelés érdekében - az eredmények diagramon történő ábrázolásakor, egyenesek formájában szintén feltüntettem.

1. táblázat: a ΔE^* színingerkülönbség és a vizuális érzékelés kapcsolata, és ábrázolása



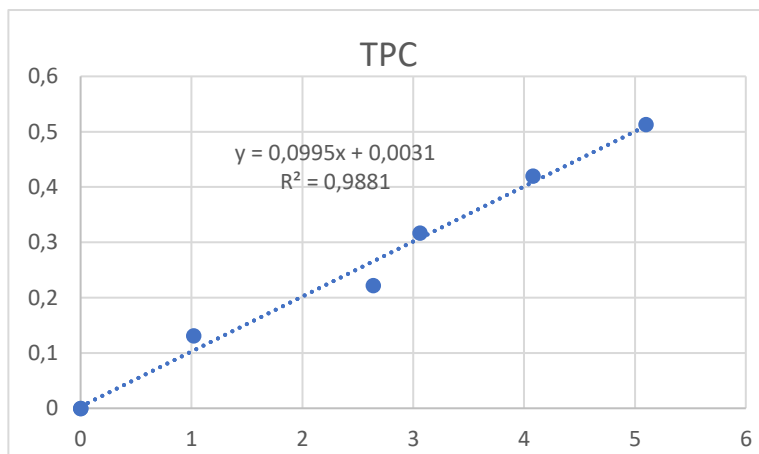
4.3.2 Teljes polifenol tartalom (TPC) meghatározása

Teljes polifenol tartalom meghatározása Singleton és Rossi (1965) által kifejlesztett módszerrel történt. A módszer azon az elven alapul, hogy a méréshez használt Folin-Ciocalteu reagenst alkotó molibdén és wolfram oxidok a mérendő oldatban található fenolos komponensek hatására redukálódnak, a keletkező vegyületek kék színűek, abszorpciójukat spektrofotométerrel, 760nm-en mérni tudjuk. A mért abszorbancia érték arányos a minta összes fenoltartalmával.

A havonta esedékes mérés előtt az összes polifenol tartalom meghatározásához kalibrációs sort készítettem galluszsavval.

Az összeállított sort tartalmazó kémcsöveket 5 percre 50 °C-os vízfürdőbe helyeztem, majd elvégeztem 760nm-en a fotometriás mérést HITACHI U-2900 Spektrofotométerrel. Az eredményeket diagramon ábrázolva felvehető a kalibrációs egyenes (7. ábra), és leolvasható a számításhoz szükséges meredekség és y-tengely metszéspont.

Kalibr.	Konc mg/l	Mért Abs
1.	0	0
2.	0	0
3.	1,02	0,131
4.	2,64	0,222
5.	3,06	0,317
6.	4,08	0,42
7.	5,1	0,513



7. ábra: Kalibráció mérési adatok és kalibrációs egyenes példa

A minták mérése során mindig tartani kell a 2500 µl végtérfogatot, valamint ki kell választani a megfelelő minta : MeOH:DV arányt, mégpedig úgy, hogy a mérési eredmény a kalibrációs sor középső tartományába essen. Összemérés során a mintát kell a galluszsav helyett bemérni. Az 5 perces, 50 °C-os vízfürdő minden mérés esetén szükséges.

A mérendő mintáim esetén szükséges volt 5x hígítást alkalmazni. A méréseket ezután 100 µl hígított minta : 150 µl MeOH:DV arányban történt összeméréssel végeztem.

Teljes polifenoltartalom meghatározáshoz az alábbi képletet használtam:

$TPC = ((Abs_{(760nm)} - y \text{ tengely metszéspont}) / \text{meredekség}) * (2500 / \text{bemért } \mu\text{l minta}) * \text{hígítás}$

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

4.3.3 Összes monomer antocianin tartalom meghatározása

Összes monomer antocianin tartalom meghatározását pH differenciális módszerrel végeztem.

(Lee és munkatársai. 2005)

Az eljárás lényege, hogy a monomer antocianin komponensek színe a pH érték változtatásával reverzibilisen változik:

- pH 1.0 érétken a színes oxónium
- pH 4,5 érétken a színtelen hemiketál forma dominál.

A pigmentek 520nm-en mért abszorbanicájának különbsége arányos a pigmentkoncentrációval.

A polimer formában lebomlott antocianinok ellenállnak a színváltozásnak, pH értéktől függetlenül, pH 1,0 és pH 4,5-nél egyaránt abszorbeálóknak.

Felhasznált reagensek:

- pH 1,0 pufferoldat: 0.025 M Kálium-klorid (KCl)

- pH 4,5 pufferoldat: 0.4M Nátrium-acetát oldat (CH₃COONa)

Mérés menete:

A méréshez az előzőleg extrakcióval és centrifugálással előkészített mintákat használtam. A kémcsőbe 1 ml-t mintához, 4 ml pufferoldatot pipettával összemértem. Minden mintából 3-3 párhuzamos méréshez elegendőt készítettem, mind a pH 1,0, mind a pH 4,5 puffert felhasználva (8. ábra).



8. ábra: Mintákat tartalmazó kémcsövek pH 1,0 pufferoldattal feltöltve

Forrás: saját felvétel

A puffer hozzáadása után 20-50 perc közötti időtartományban az abszorbanciákat 520nm-en (Abs₅₂₀) és 700nm-en (Abs₇₀₀) HITACHI U-2900 Spektrofotométerrel megmértem. Negatív mért értékeket nullának vettem.

Az összes monomer antocianin koncentrációt az alábbi képletbe történt behelyettesítés és számítás elvégzése után cianidin-3-glükózid egyenérték, mg/l-ben kaptam meg:

$$\frac{A \times MW \times DF \times 10^3}{\xi \times l}$$

Jelmagyarázat:

$$A = (A_{520\text{nm}} - A_{700\text{nm}}) \text{ pH } 1.0 - (A_{520\text{nm}} - A_{700\text{nm}}) \text{ pH } 4.5$$

$$MW \text{ (cyanidin-3-glükózid molekulasúly)} = 449.2 \text{ g/mol}$$

DF = hígítási faktor

10³ = g-ról mg-ra történő átváltás

$$\xi = \text{(moláris extinciókoefficiens)} = 26\,900 \text{ L} \times \text{mol}^{-1} \times \text{cm}^{-1}$$

l = úthossz (cm)

4.3.4 Antioxidáns kapacitás (FRAP) meghatározása

A mérést a FRAP (Ferric Reducing Ability of Plasma), mint antioxidáns kapacitás mértéke elve alapján végeztem. (Benzie és Strain 1996)

Ennek lényege, hogy a Fe^{3+} -ionok az antioxidáns aktivitású vegyületek hatására Fe^{2+} -ionokká redukálódnak, melyek alacsony pH értéken a tripiridil-triazinnal komplexet képezve intenzív kék színű terméket adnak, amely fotometriásan 593nm-en mérhető.

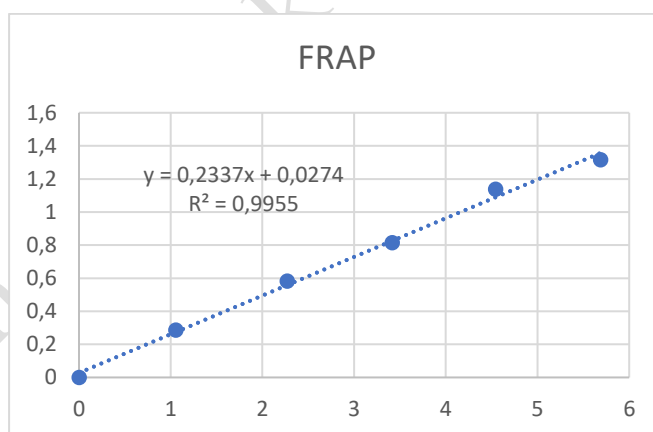
A FRAP értéket megkapjuk, ha a minta extinció értékét 593nm-en összehasonlítjuk olyan reakcióeleggyel, aminek ismert a Fe^{2+} koncentrációja.

Minden mérés alkalmával kalibrációs sort készítettem el, majd az abszorbanciákat mértem 5 perc után 593 nm-en.

Fontos, hogy a mérendő térfogat mindig 1550 μl legyen.

A kalibráció mérési eredményeit diagramon ábrázolva, a kalibrációs egyenes (9. ábra) jellemző adatait leolvastam.

Bemért As μl	AS $\mu\text{M/l}$	AS $\mu\text{g/ml}$	Mért Abs
10	6,5	1,056	0,285
20	12,9	2,272	0,582
30	19,4	3,416	0,813
40	25,8	4,544	1,137
50	32,3	5,688	1,315



9. ábra: Kalibráció mérési adatok és kalibrációs egyenes példa

A mérendő minta esetében a mintától függően döntöttem, hogy az 1500 μl reagenshez 10, 20, 30, 40 vagy 50 μl mintaoldatot raktam-e bele. Méréseim során a 20 μl minta + 30 μl desztillált víz összeállítással mértem minden esetben.

Az abszorbanciát az összemérés után pontosan 5 perccel, 593 nm-en mértem HITACHI U-2900 Spektrofotométerrel.

Számoláshoz az alábbi képletet használtam:

$$\text{FRAP} = ((\text{Abs}_{593\text{nm}}) - y \text{ tengely metszéspont}) / \text{meredekség} * (1550 / \text{bemért } \mu\text{l} \text{ minta}) * \text{hígítás}$$

Az eredményeket mg As/l mértékegységben kaptam meg és ábrázoltam.

4.3.5 Extrakció

Az antocianin, polifenol, és antioxidáns kapacitás mérésekhez extrahált mintákat használtam.

A centrifugacsőbe bemértem 5 g mintát, a tömegmérést későbbi számításokhoz feljegyeztem, majd a mintához 20 ml, mérőhengerben pontosan kimért extraháló szer oldatot (60% desztillált víz + 39,9% metanol + 0,1% HCl) adtam. A centrifugacsövet lezártam, a benne lévő mintának megfelelően feliratoztam, majd alaposan összeráztam.

60 perc extrakciós idő letelte után a centrifugacsöveket HERALUS MegaFuge 8 labor centrifugába (10. ábra) helyeztem, 5 percig 4500 fordulat / perc fordulaton centrifugáltam. A folyamat végén a centrifugacsövekben lévő felúszó folyadékot óvatosan főzőpoharakba töltöttem, ügyelve arra, hogy kizárólag csak a felúszó rész kerüljön áttöltésre. A poharakat a centrifugacsövekben lévő mintáknak megfelelően feliratoztam (11. ábra).



10. ábra: HERALUS MegaFuge 8 labor centrifuga

Forrás: Saját felvétel



11. ábra: Extrahált minták feliratozott mérőpohárban

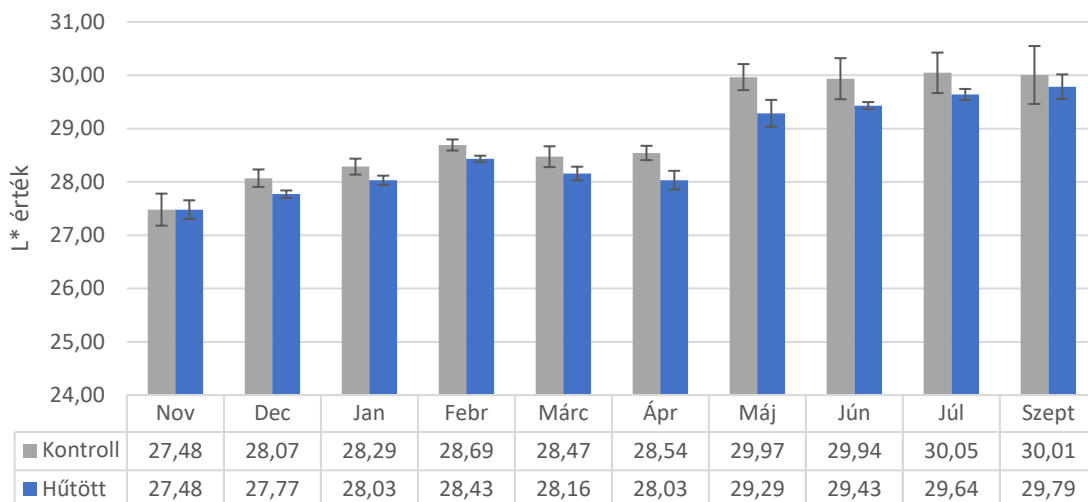
Forrás: saját felvétel

5. Eredmények és értékelésük

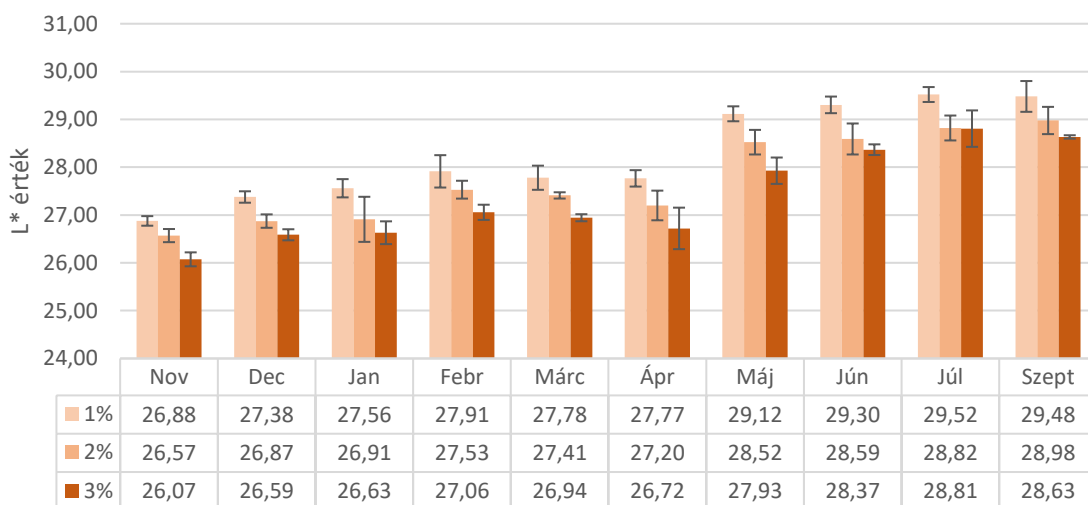
5.1. Színmérés

5.1.1. L* (világossági tényező) változása

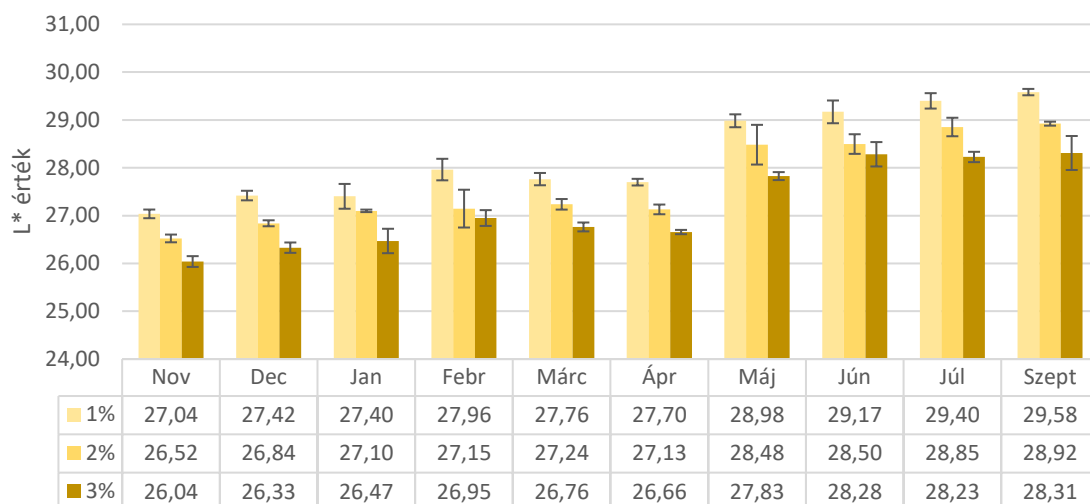
A 12 – 16. ábrák szemléltetik a különböző gyümölcslevekkel színezett minták tárolás alatti L* értékeinek változását.



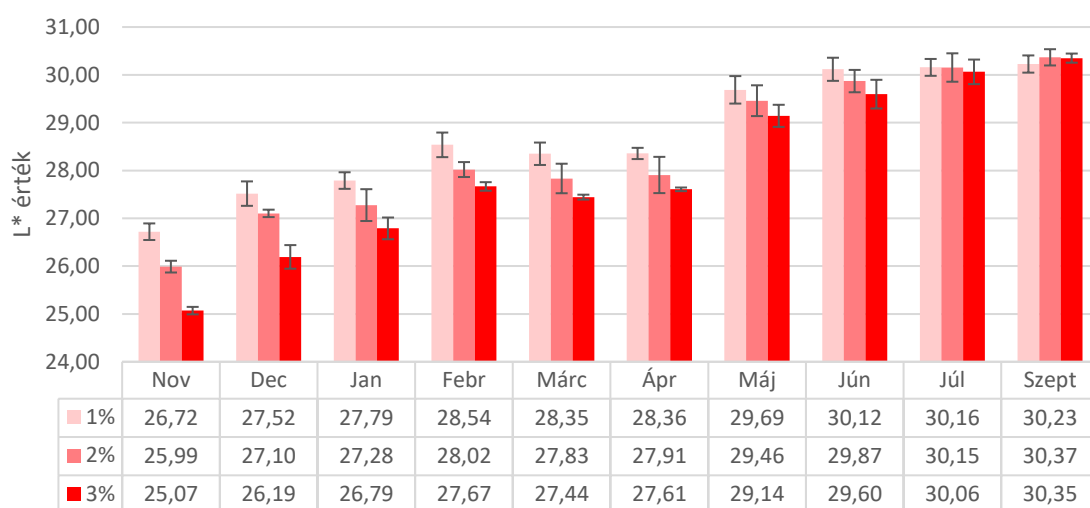
12. ábra: Kontroll és Hűtött minta L* változása a tárolási idő alatt



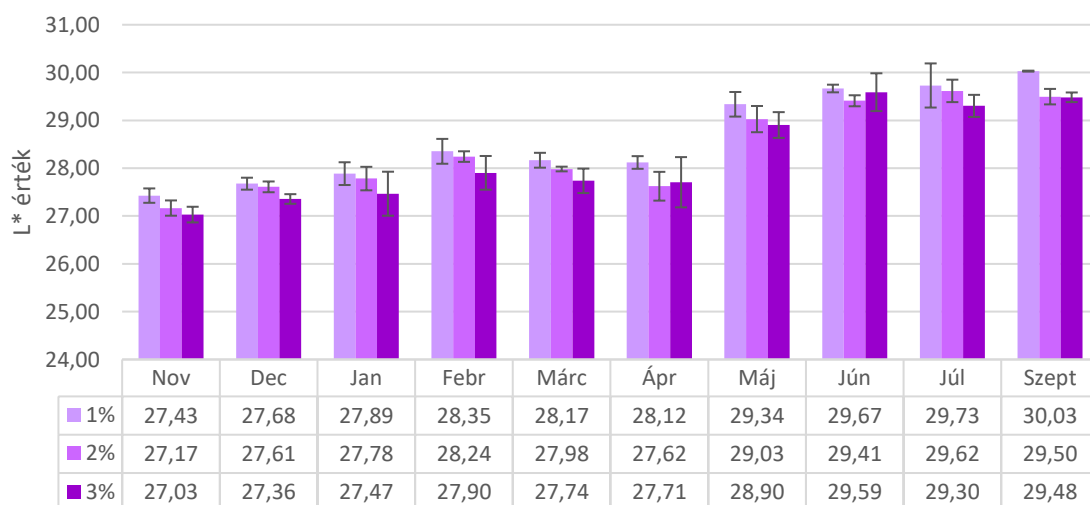
13. ábra: Arónia lével színezett minták L* változása a tárolási idő alatt



14. ábra: Bodza lével színezett minták L* változása a tárolási idő alatt



15. ábra: Cékla lével színezett minták L* változása a tárolási idő alatt



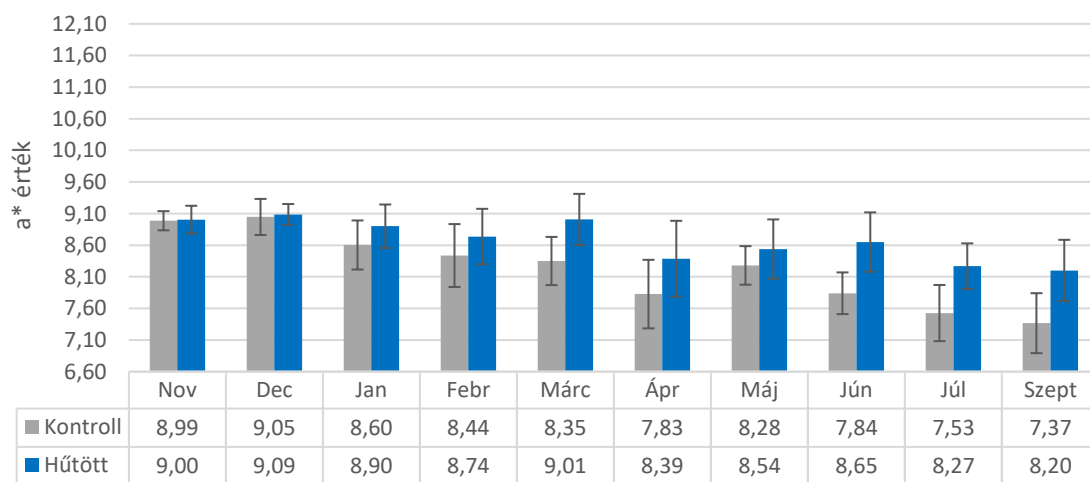
16. ábra: Feketerépa lével színezett minták L* változása a tárolási idő alatt

A 12. ábráról leolvasható, hogy a hűtés nem okozott jelentős eltérést a világossági tényező alakulásában, a hűtött minta gyakorlatilag a kontroll minta értékével együtt növekszik, azaz világosodik.

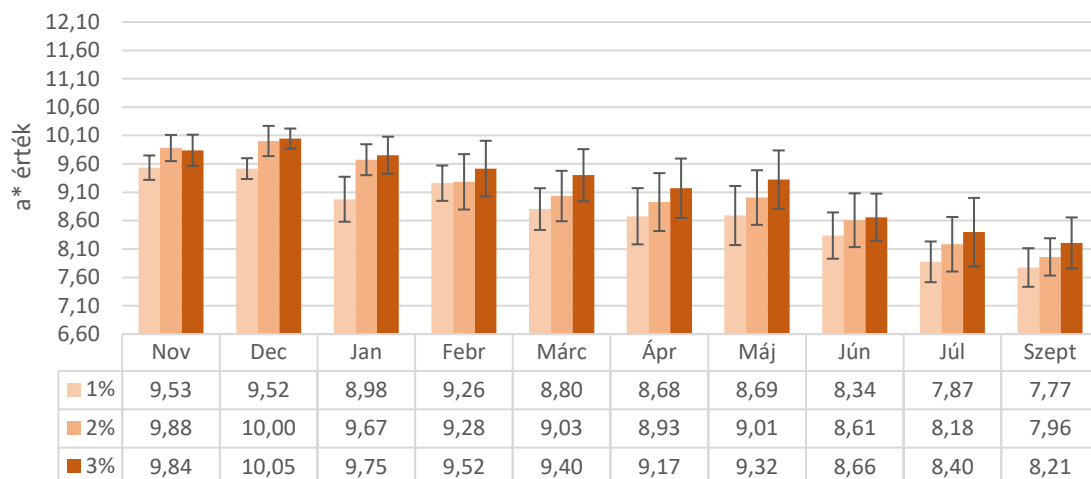
A színezőanyagok alkalmazása minden esetben a sötétebb árnyalat felé mozdította az L^* értékét (L^* csökkent). Legkevésbé a feketerepa 1% koncentrációban történő alkalmazása volt hatással a világossági tényezőre (L^* Kontroll = 27,48, L^* F1 = 27,43), míg a cékla 3%-os koncentrációban már közel 9%-kal módosította azt. A tárolási idő alatt az L^* értékek folyamatosan növekedtek, azaz a minták világosodása zajlott le. A kísérlet végére a bodza 3% színezőanyaggal készült minta mutatta a hűtött mintához hasonló végértéket (L^* B3 = 28,31). Koncentráció tekintetében az látszik, hogy a magasabb színezőanyag koncentráció nem feltétlenül eredményez kedvezőbb eredményt, sőt az 1%-os koncentráció áll kezdetben a legközelebb a hűtött minta értékéhez.

5.1.2. a^* (vörös-zöld hányados) változása

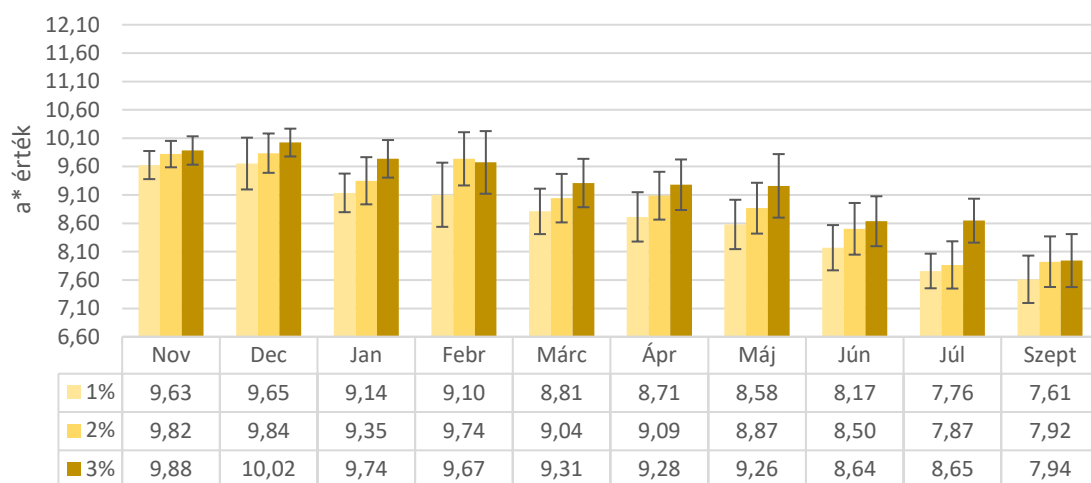
A vörös-zöld hányados tárolás alatti változásai a 17 - 21. ábrákon látható.



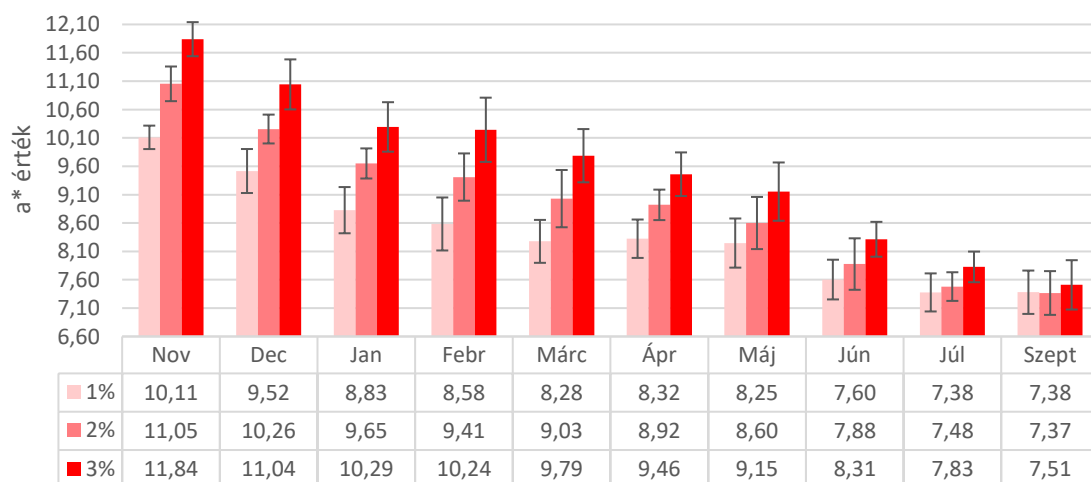
17. ábra: Kontroll és Hűtött minták a^* változása a tárolási idő alatt



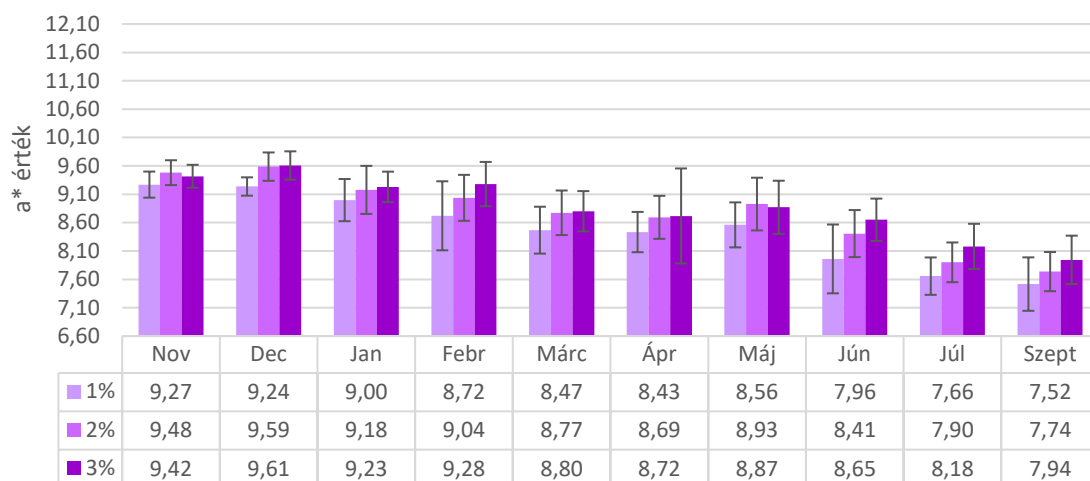
18. ábra: Arónia lével színezett minták a* változása a tárolási idő alatt



19. ábra: Bodza lével színezett minták a* változása a tárolási idő alatt



20. ábra: Cékla lével színezett minták a* változása a tárolási idő alatt



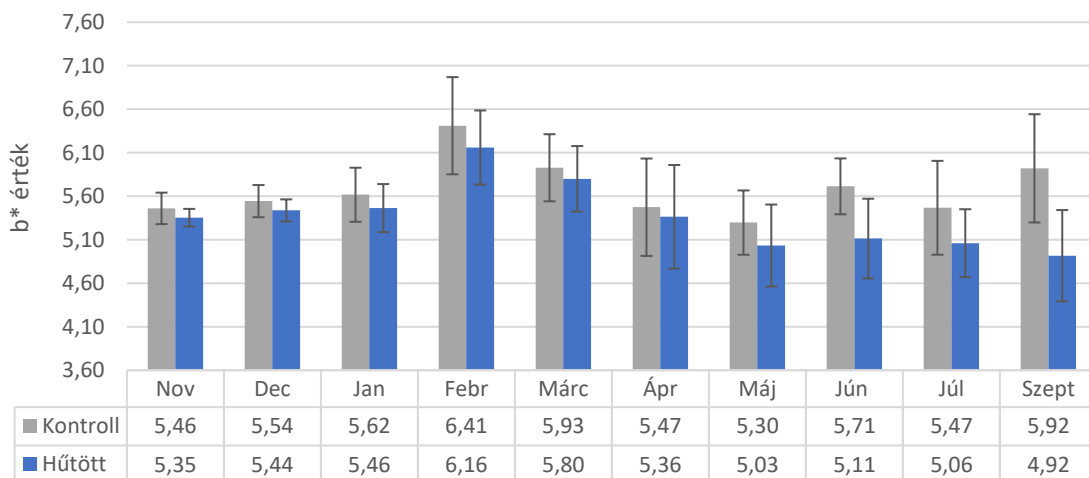
21. ábra: Feketerépa lével színezett minták a* változása a tárolási idő alatt

Elmondható, hogy hűtés nélkül 18%-kal csökkent az a* értéke, míg a hűtött minta esetén csak 9%-os volt a csökkenés, tehát a piros szín megőrzésére ténylegesen hatékony a hűtve tárolás. (17. ábra)

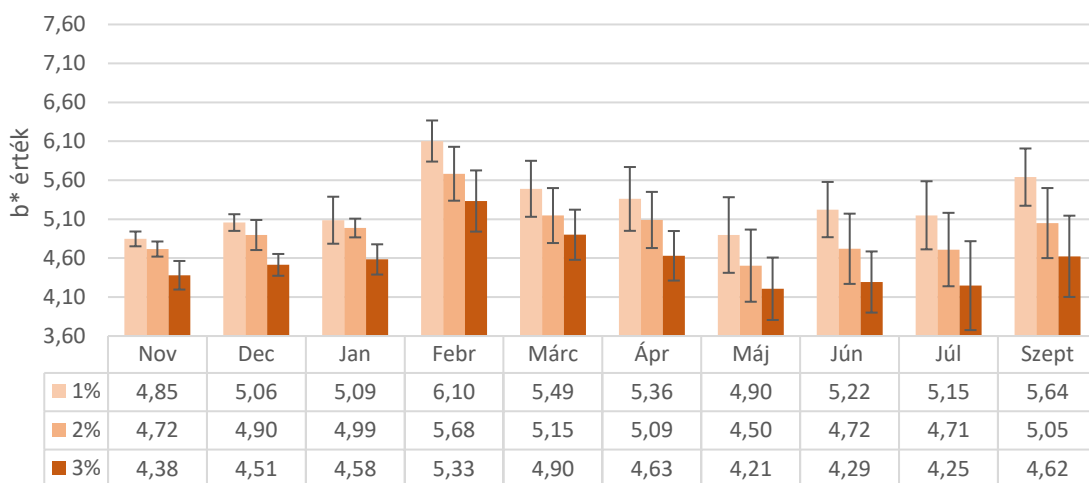
A színezőanyagok használata minden esetben jelentős eltolódást eredményezett az intenzitás növekedése irányában, megváltoztatva a termék eredeti színét. Leginkább a cékla (3% koncentrációban már több, mint 30%-kal), legkevésbé a feketerepa (1% koncentrációban mindösszesen 3%-kal) módosította a kontroll mintánál mért értéket. A termék eredeti a* értékéhez a kísérlet végén legközelebb a 3%-os koncentrációban aróniával színezett minta állt, melyet a bodza és a feketerepa 3%-os koncentrációt tartalmazó mintája követett. A teljes tárolási idő alatt az 1-2%-ban színezett minták (cékla kivételével) kiegyensúlyozott eredményt mutatnak, jelentős és gyors csökkenés csak a tárolási idő végén, az igazán meleg hónapokban következett be.

5.1.3. b^* (sárga - kék hányados) változása

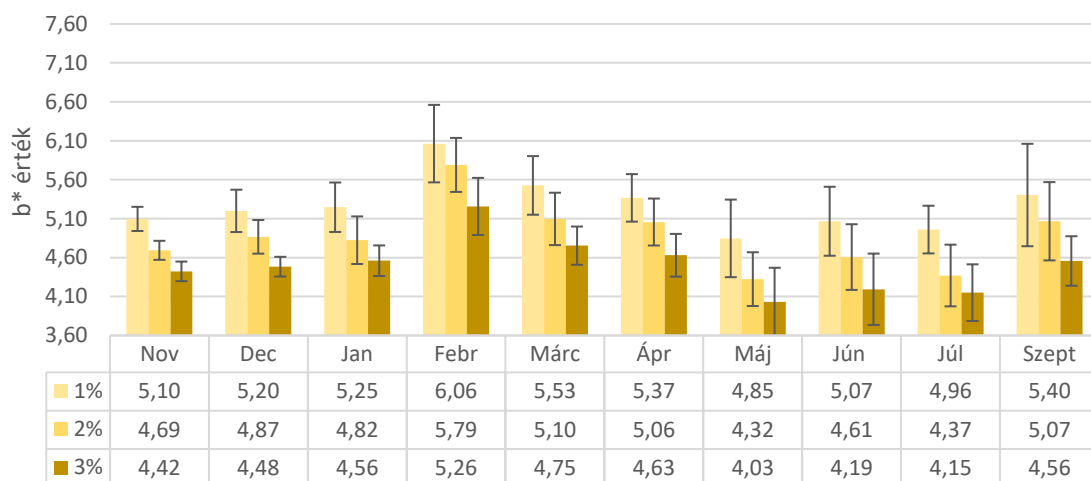
A sárga-kék hányados tárolás alatti változásai a 22 - 26. ábrákon láthatóak.



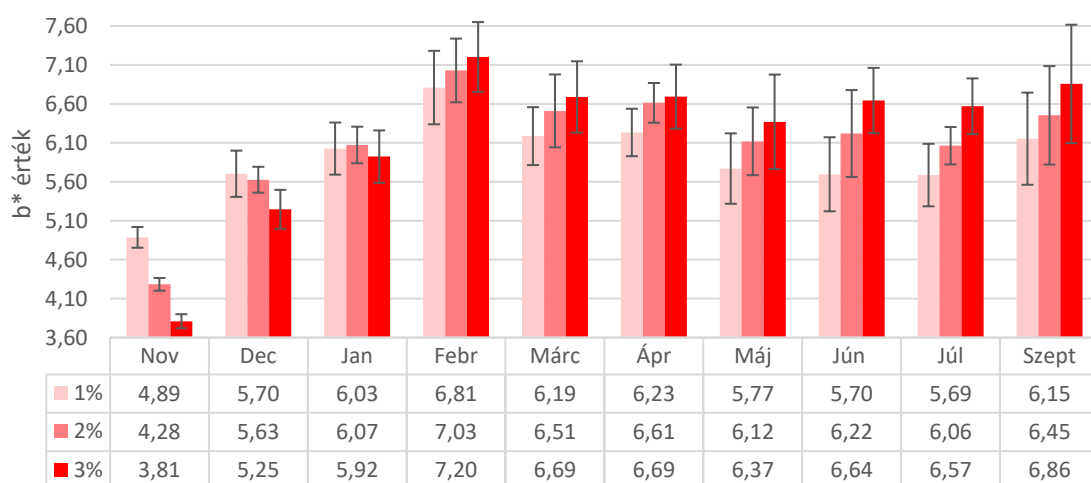
22. ábra: Kontroll és Hűtött minták b^* változása a tárolási idő alatt



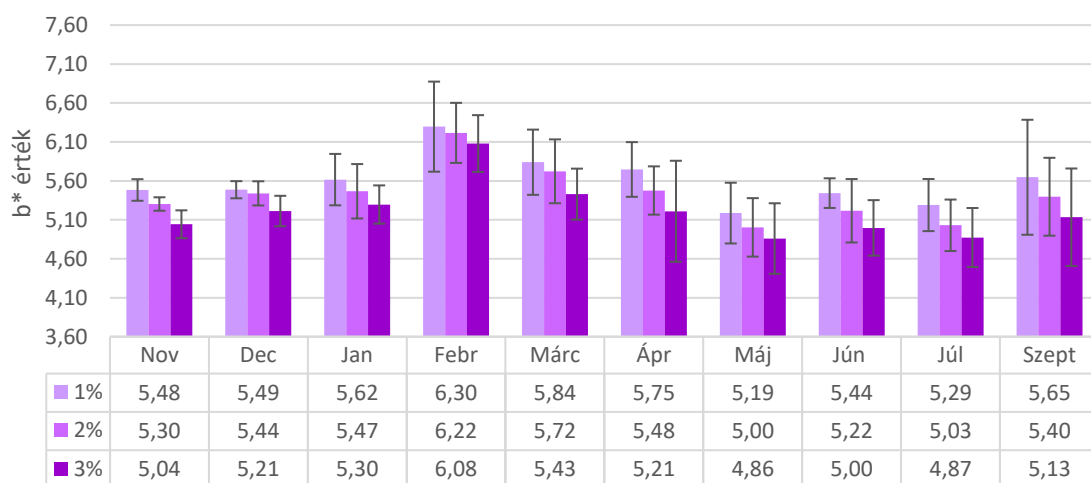
23. ábra: Arónia lével színezett minták b^* változása a tárolási idő alatt



24. ábra: Bodza lével színezett minták b* változása a tárolási idő alatt



25. ábra: Cékla lével színezett minták b* változása a tárolási idő alatt



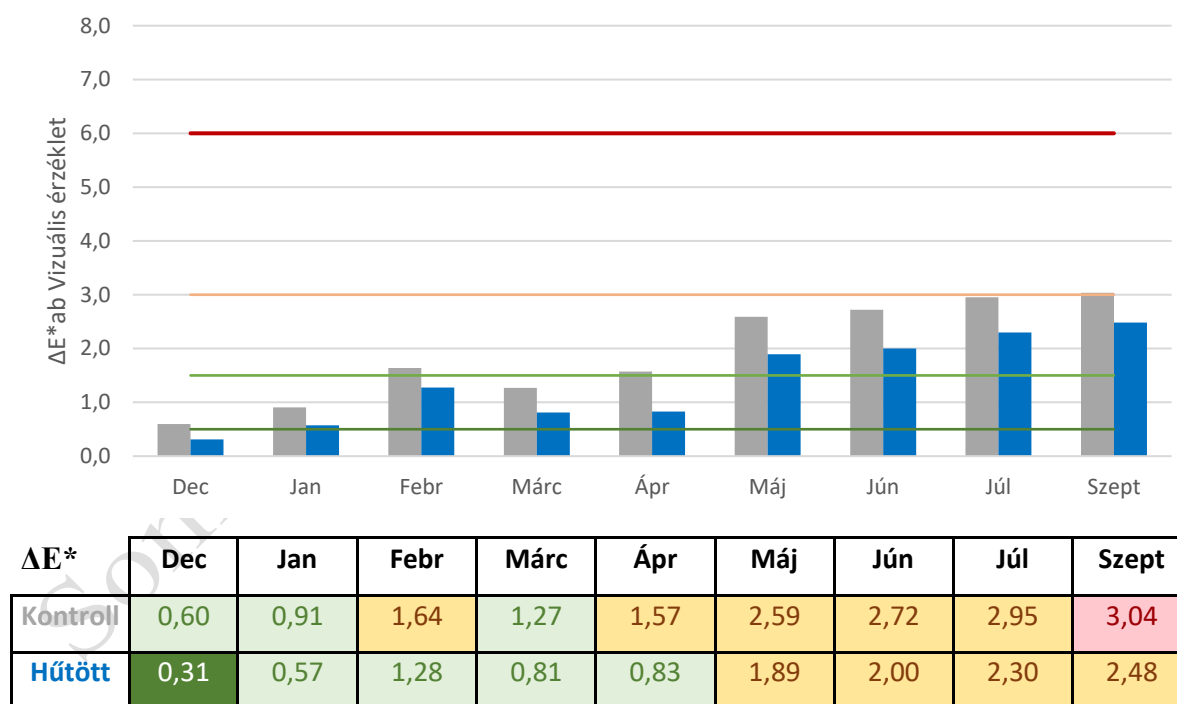
26. ábra: Feketerépa lével színezett minták b* változása a tárolási idő alatt

Látható, hogy az intenzitás tekintetében a minták értékei hűtés nélkül a kedvezőtlen irányba mozdulnak el, hűtve tárolva azonban az érték csökken. (22. ábra)

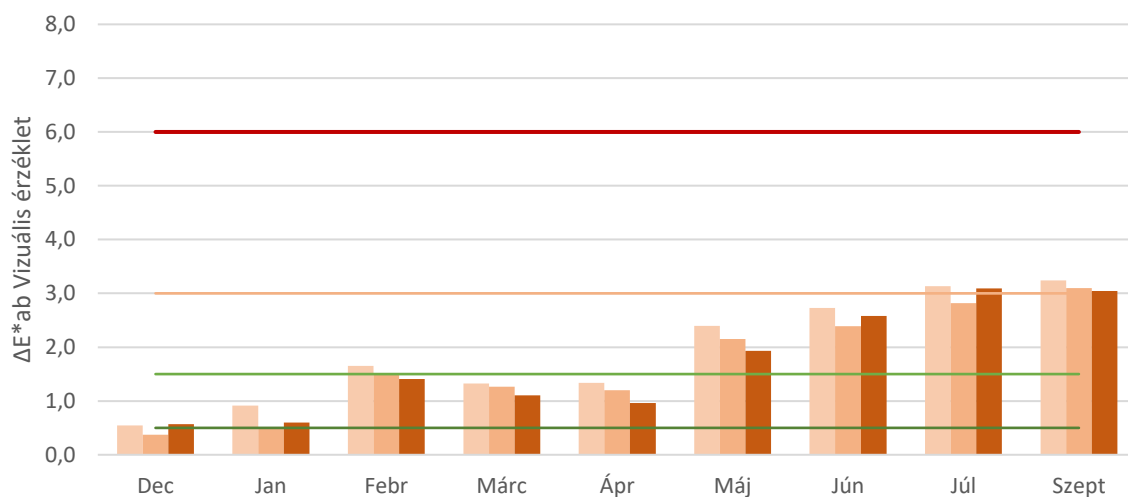
Színezőanyagok tekintetében minden adagolt színanyag jelentős változással volt a kezdeti értékekre, kivétel a feketerépa, amely 1%-ban alkalmazva gyakorlatilag alig módosította a kontroll mintán mért értékeket, és a tárolás teljes időtartama alatt szinte együtt mozgott vele. A cékla színezőanyag kezdetben jelentősen lecsökkentette (30%-kal), később viszont a minták közül abszolút kiemelkedve növelte az eltérést. Egyértelműen látszik a szín sárgás árnyalatba való eltolódása. A piros színt 30%-kal növelte, miközben a sárga árnyalatot 30%-kal csökkentette.

5.1.4. ΔE^* változása

Az L^* , a^* , b^* értékekből számolt ΔE^* színingerkülönbségek változása a 27 - 31. ábrákon láthatóak. Az eredmények értékelését a 4.3.1. pontban ismertetett módszer szerint végeztem el. Mindegyik minta esetében az adott hónapban a kiindulási értékhez viszonyítottam az adatokat.

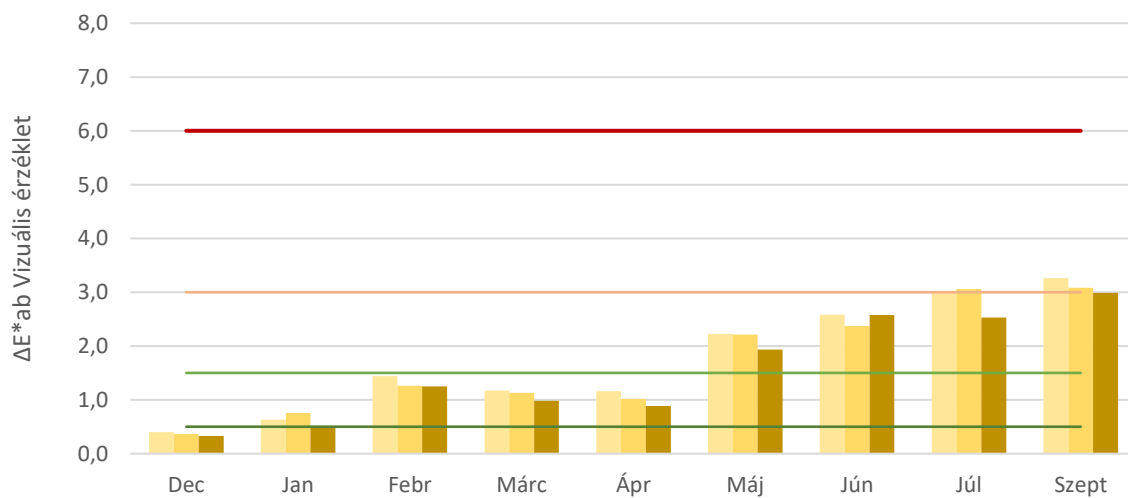


27. ábra: Kontroll és Hűtött minták ΔE^* változása a gyártás hónapjához viszonyítva



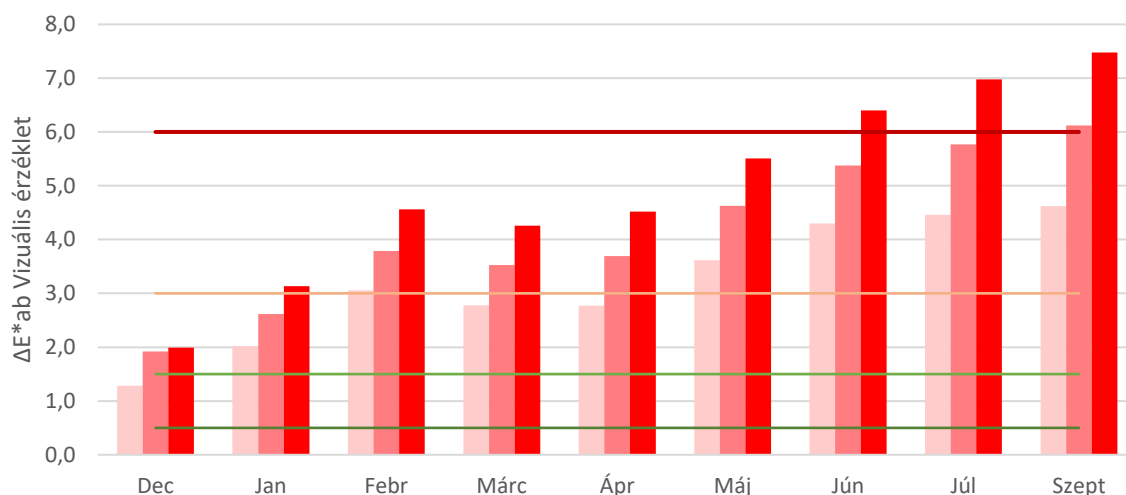
ΔE^*	Dec	Jan	Febr	Márc	Ápr	Máj	Jún	Júl	Szept
1%	0,54	0,91	1,65	1,33	1,34	2,39	2,73	3,14	3,24
2%	0,37	0,48	1,49	1,27	1,20	2,15	2,39	2,82	3,10
3%	0,57	0,60	1,41	1,10	0,96	1,93	2,58	3,09	3,05

28. ábra: Arónia lével színezett minták ΔE^* változása a gyártás hónapjához viszonyítva



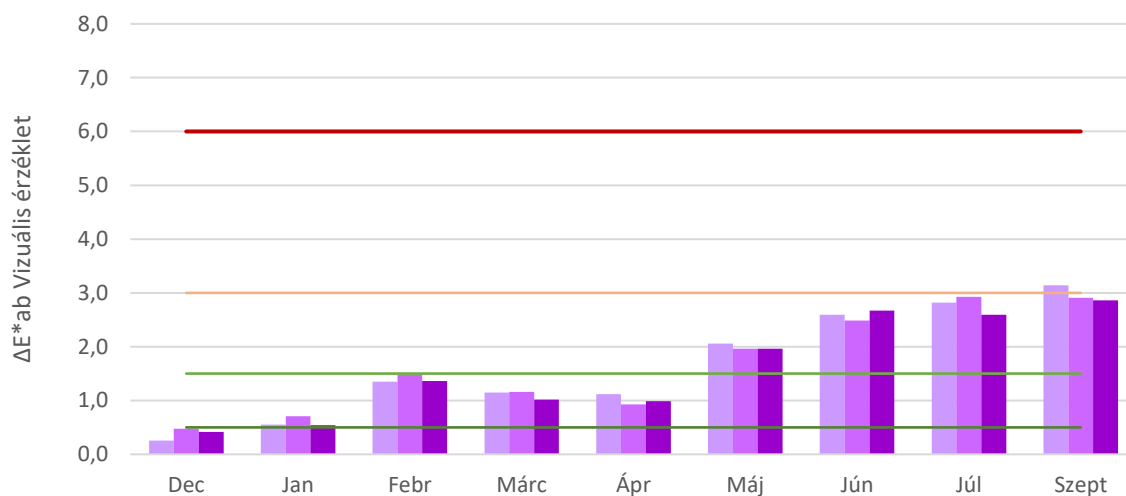
ΔE^*	Dec	Jan	Febr	Márc	Ápr	Máj	Jún	Júl	Szept
1%	0,40	0,63	1,44	1,17	1,16	2,22	2,58	3,01	3,26
2%	0,36	0,76	1,26	1,13	1,02	2,21	2,37	3,06	3,08
3%	0,33	0,47	1,25	0,98	0,89	1,93	2,58	2,53	2,99

29. ábra: Bodza lével színezett minták ΔE^* változása a gyártás hónapjához viszonyítva



ΔE^*	Dec	Jan	Febr	Márc	Ápr	Máj	Jún	Júl	Szept
1%	1,29	2,02	3,05	2,78	2,77	3,61	4,30	4,46	4,62
2%	1,92	2,61	3,79	3,53	3,70	4,63	5,38	5,77	6,12
3%	1,99	3,13	4,56	4,26	4,52	5,51	6,40	6,98	7,48

30. ábra: Cékla lével színezett minták ΔE^* változása a gyártás hónapjához viszonyítva



ΔE^*	Dec	Jan	Febr	Márc	Ápr	Máj	Jún	Júl	Szept
1%	0,25	0,55	1,35	1,15	1,12	2,06	2,60	2,82	3,14
2%	0,48	0,71	1,48	1,16	0,93	1,96	2,49	2,93	2,91
3%	0,41	0,54	1,36	1,01	0,99	1,96	2,67	2,59	2,86

31. ábra: Feketerépa lével színezett minták ΔE^* változása a gyártás hónapjához viszonyítva

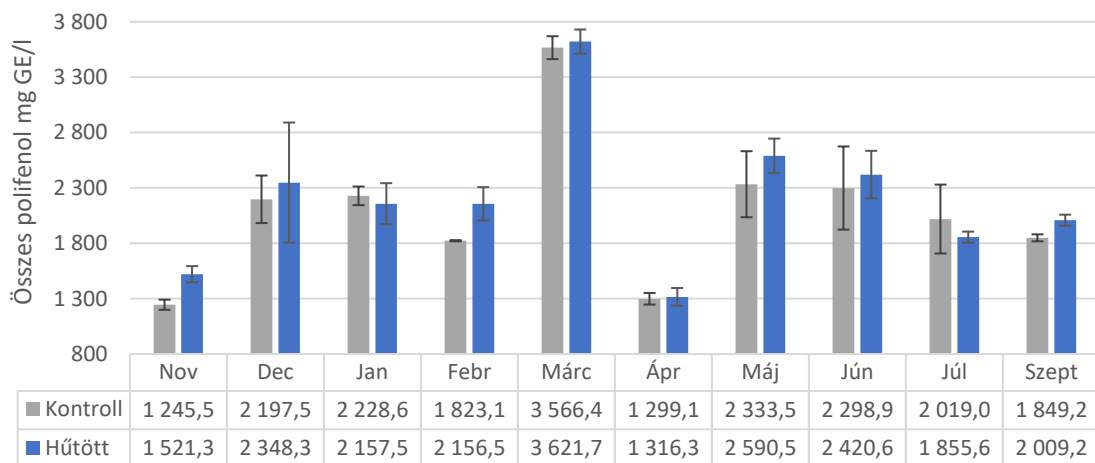
A színváltozást összefogó, vizuális érzéklet megítélését segítő ábrázolás alapján elmondható, hogy a tárolás időtartama alatt minden minta jól érzékelhető színváltozást szenvedett el a saját kiinduló értékeihez képest. Ebben a tekintetben a hűtés bizonyult a legjobb módszernek, a

változás észlelhetősége a többi mintához viszonyítva itt a legkisebb. Az eredmények alapján megfigyelhető, hogy a kontroll és hűtött minták esetében a tárolás 5. hónapjától (április) figyelhető meg észrevehető színváltozás. Az arónia, bodza és fekete répa levek esetében ez csak a tárolás 6. hónapjától (május) jelentkezik. Cékklalé esetében azonban már a tárolás 1. hónapjától (január) észrevehető a színváltozás.

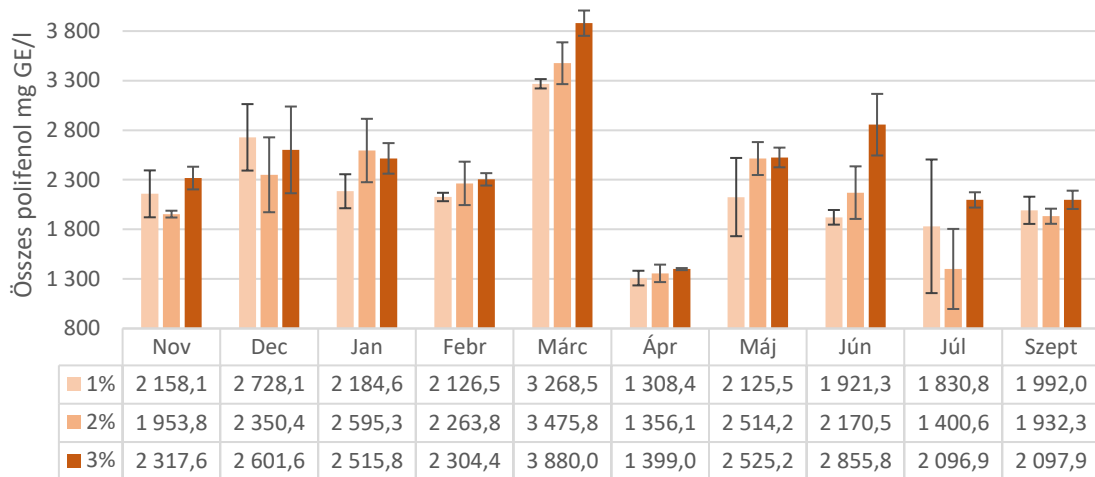
A színezett minták színváltozásának észlelhetősége gyakorlatilag a kontroll mintáéval azonos. A korábbi eredményeket figyelembe véve, a cékla kiemelkedő értékei nem meglepőek. A mérések igazolták a kezdeti felvetést, hogy a céklával való színezés a problémás termék tekintetében nem hozza meg a hozzáfűzött reményeket, alkalmazása nem javasolt, az arónia, bodza és feketerépa viszont egyaránt jól használható.

5.2. Teljes polifenol tartalom

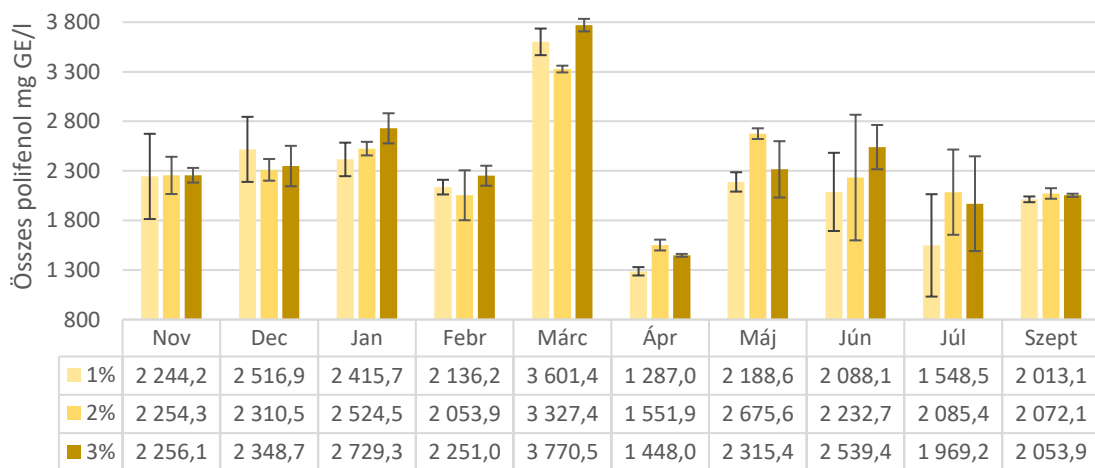
A minták tárolás alatti összes polifenol tartalmának alakulását a 32 - 36. ábrák szemléltetik.



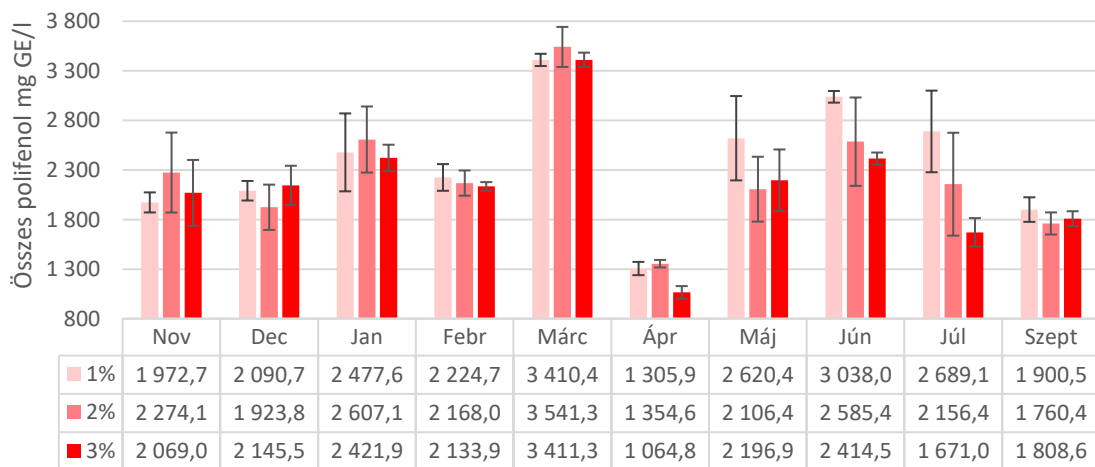
32. ábra: Kontroll és Hűtött minták teljes polifenol tartalom változása a tárolási idő alatt



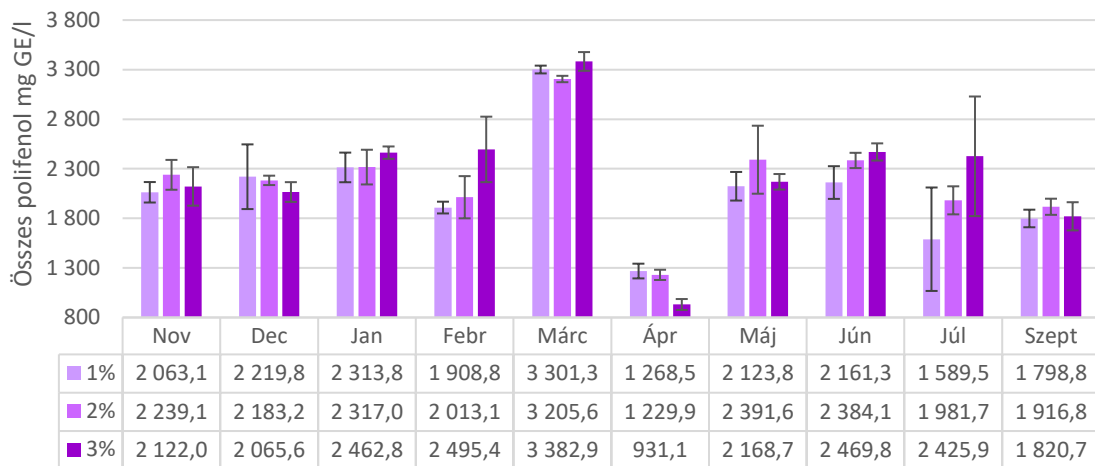
33. ábra: Arónia lével színezett minták teljes polifenol tartalom változása a tárolási idő alatt



34. ábra: Bodza lével színezett minták teljes polifenol tartalom változása a tárolási idő alatt



35. ábra: Cékla lével színezett minták teljes polifenol tartalom változása a tárolási idő alatt



36. ábra: Feketerépa lével színezett minták teljes polifenol tartalom változása a tárolási idő alatt

Az összes polifenol tartalom mennyiségének tárolás alatti változása ugyanazt a tendenciát mutatja a kontroll, a hűtött és a színezett minták esetében is.

A színező gyümölcslevek adagolása már a kiindulási értékeket is megváltoztatta azok természetesen előforduló jelentős fenolos vegyület tartalma miatt. A kontroll mintához képest az arónaléval színezett minták összes polifenol tartalma 56 - 86%-al volt magasabb, bodzale hozzáadása esetén 80 - 81%-al. A cékla adagolása 58 - 82%-os növekedést okozott, míg a feketerepale esetében ez 65 - 80% volt.

A kezdeti értékekhez képest az első 3 hónapban a kontroll és a hűtött minták esetében növekedés tapasztalható, ami a színezett minták esetében nem olyan jelentős. Valószínűleg ezeknél a mintáknál a hozzáadagolt színező gyümölcslé kiegyenlítette, stabilizálta a polifenols vegyületek készletét. A negyedik hónapban (március) mindegyik minta esetében jelentős növekedés tapasztalható, majd ezt követően egy hirtelen csökkenés. A tárolás hátralévő idejében a kontroll és a hűtött minták hasonlóan viselkedtek, azaz egy növekedést követően májustól szeptemberig fokozatosan csökkent a polifenolos vegyületek mennyisége. A tendencia arónialé és bodzale alkalmazása esetén is hasonló, de a május-szeptember időszakban az értékek többször is ingadozó értékeket mutattak. Céklale esetében szintén csökkenés figyelhető meg, a feketerepa lé mutatta a legstabilabb viselkedést.

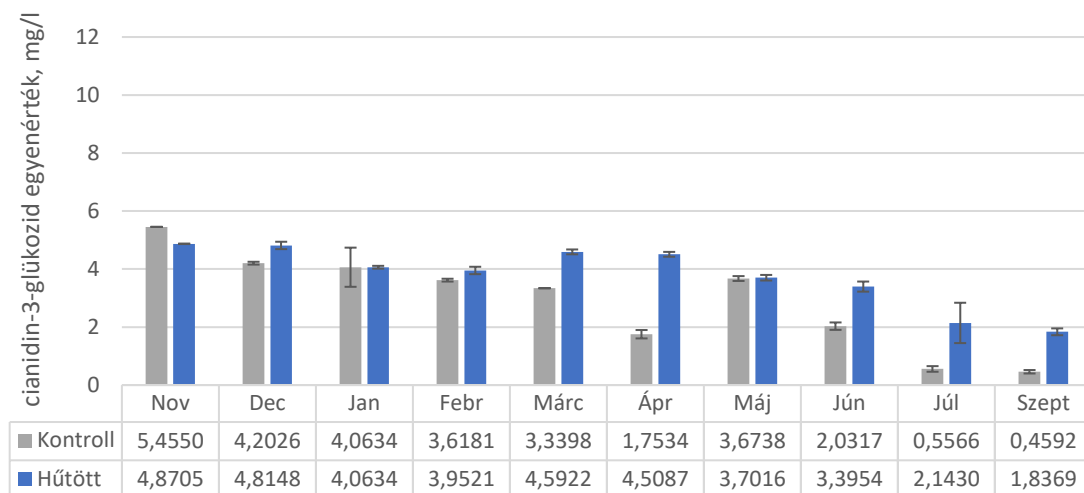
Mindezekből arra következtethetünk, hogy a polifenolos vegyületek az első 3 hónapban maradnak stabilak, ezt követően különböző átalakulásokon mennek keresztül, melyek csökkentik a vegyületek stabilitását.

A polifenolos vegyületek tárolás alatti változását, csökkenését figyelték meg Kolniak-Ostek és munkatársai (2014) is, 'Idared' és a 'Shampion' alma tárolása során, a csökkenés mértéke 16 -

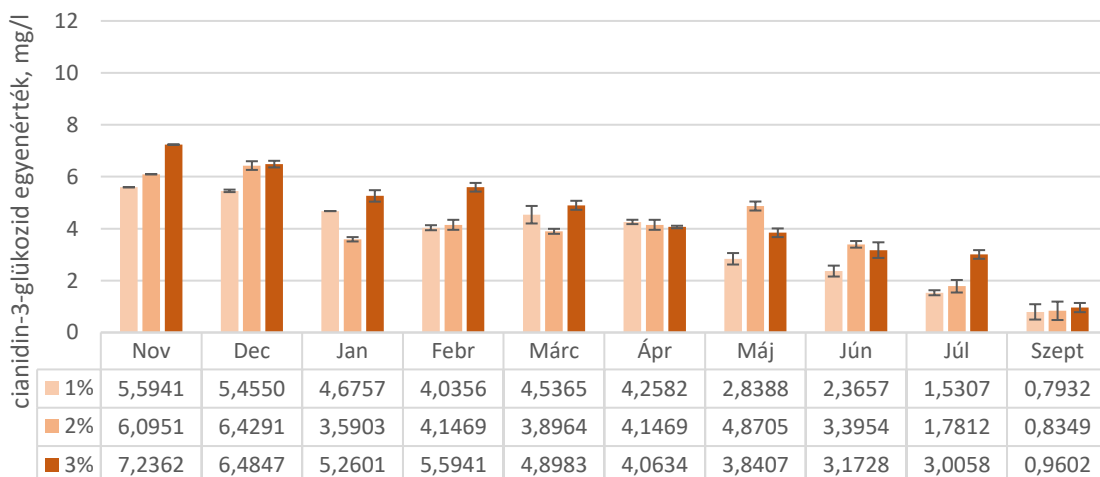
37%-os volt. Gliszczynska-Swiglo és Tyrakowska (2003) almalevek tárolása során szintén csökkenő tendenciát tapasztalt 5 - 21% között.

5.3. Összes monomer antocianin tartalom

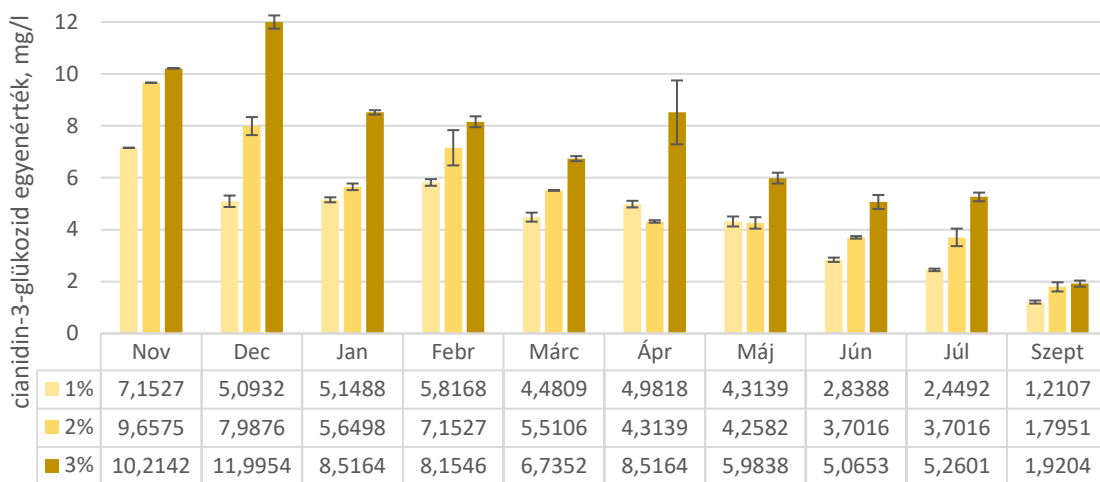
A tárolt minták összes monomer antocianin tartalma a 37 - 41. ábrákon láthatóak.



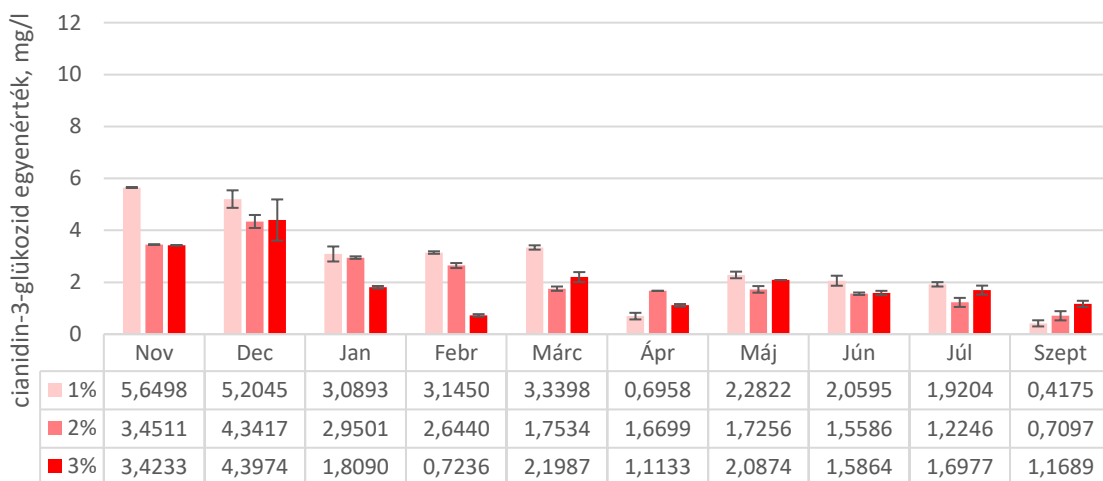
37. ábra: Kontroll és Hűtött minták összes monomer antocianin tartalom változása a tárolási idő alatt



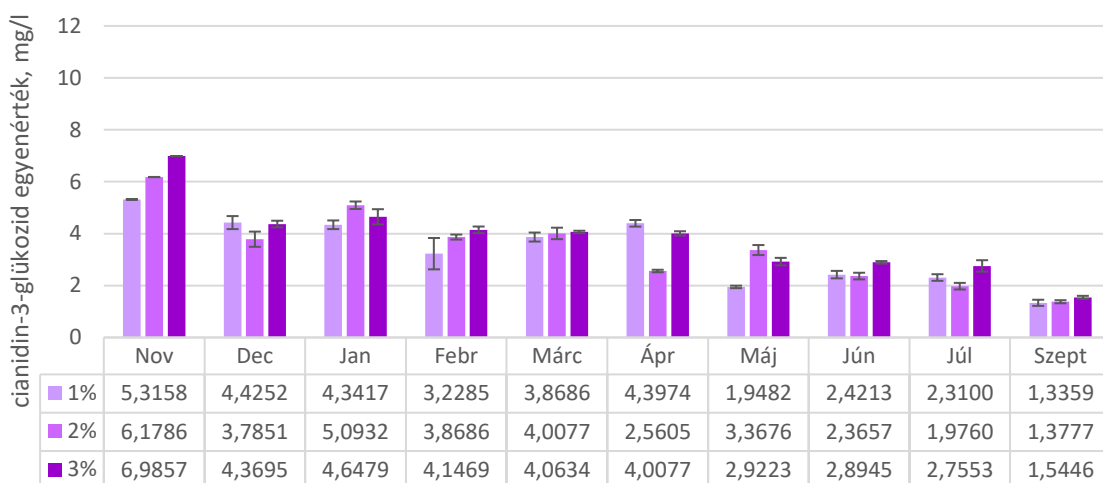
38. ábra: Arónia lével színezett minták összes monomer antocianin tartalom változása a tárolási idő alatt



39. ábra: Bodza lével színezett minták összes monomer antocianin tartalom változása a tárolási idő alatt



40. ábra: Cékla lével színezett minták összes monomer antocianin tartalom változása a tárolási idő alatt



41. ábra: Feketerépa lével színezett minták összes monomer antocianin tartalom változása a tárolási idő alatt

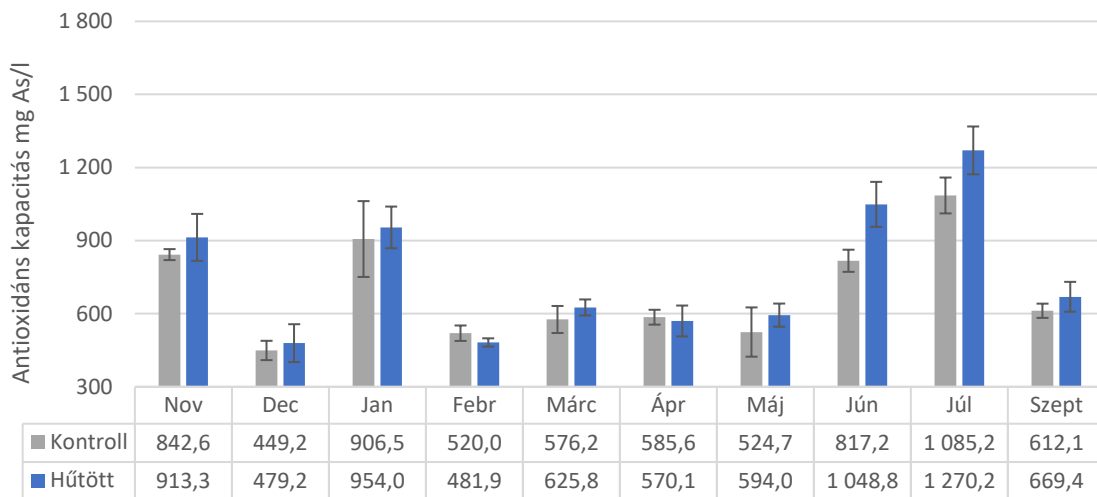
Az ábráról leolvasható, hogy a monomer antocianin értékek jelentősen lecsökkentek a tárolás ideje alatt. Az is jól látszik, hogy a színezőanyagok még ilyen viszonylag kismértékben (1-3%) adagolva is megnövelik az antocianin értékeket, nagyobb koncentrációban érhető módon jobban. Legjelentősebb mértékben az arónia, bodza és feketerepa növelte az értékeket. Érdekes, hogy a céklalével történő színezés esetében az értékek még a kontroll minta értékénél is kisebbre csökkentek. A hűtéssel egyenértékű védelmet csak a bodza és feketerepa levek alkalmazása jelentett.

A kontroll és a hűtött minta vizsgálatánál hasonló tendenciákat tapasztaltam, mint a Kammerer és munkatársai (2007) által elvégzett kísérletnél, melyben a tárolási idő alatt vizsgálták a szamóca minták antocianin tartalmát, és 85%-os csökkenést tapasztaltak. Esetemben a kontroll minta 92%-os antocianin csökkenést szenvedett el, míg a hűtött minta csak 63%-osat.

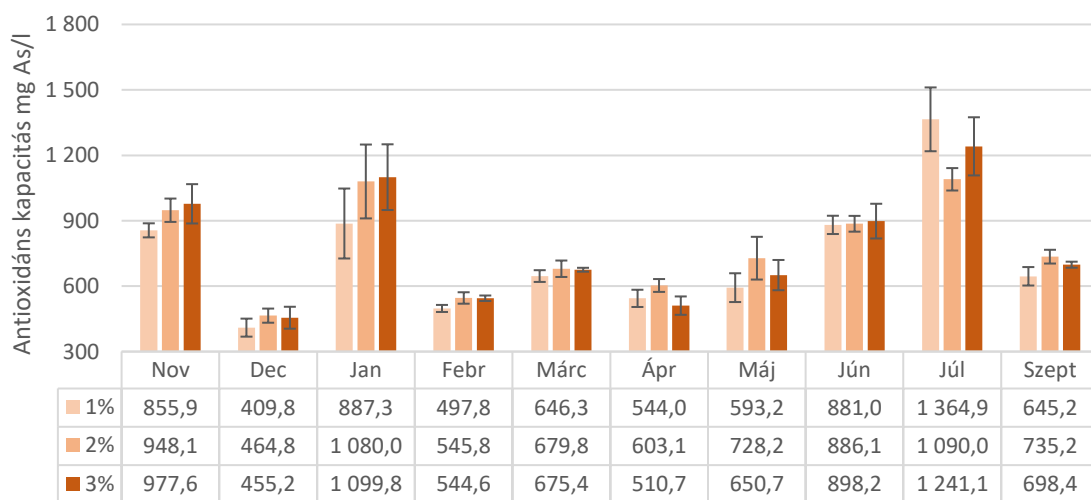
Hasonló eredményről számoltak be Wojdyło és munkatársai (2019), akik kutatásuk során 25 meggyfajta antocianin vegyületeit tanulmányozták ipari körülmények között előállított szüretlen levek esetében 190 napos tárolás során. A fajták többsége több, mint 50%-os antocianin csökkenést mutatott a tárolási idő alatt.

5.4. Antioxidáns-kapacitás

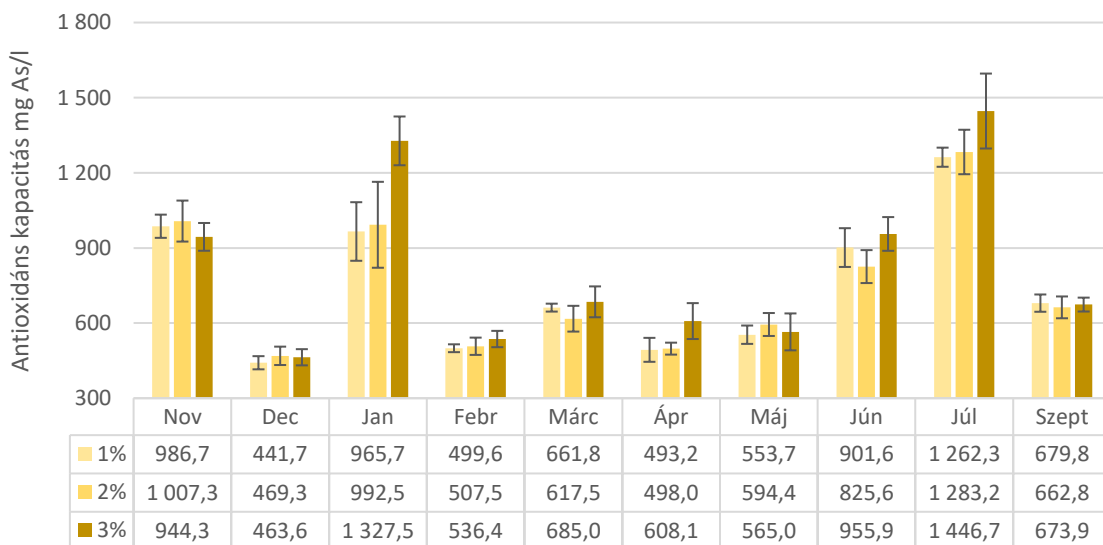
A minták antioxidáns kapacitásának alakulását a 42 - 46. ábrák mutatják.



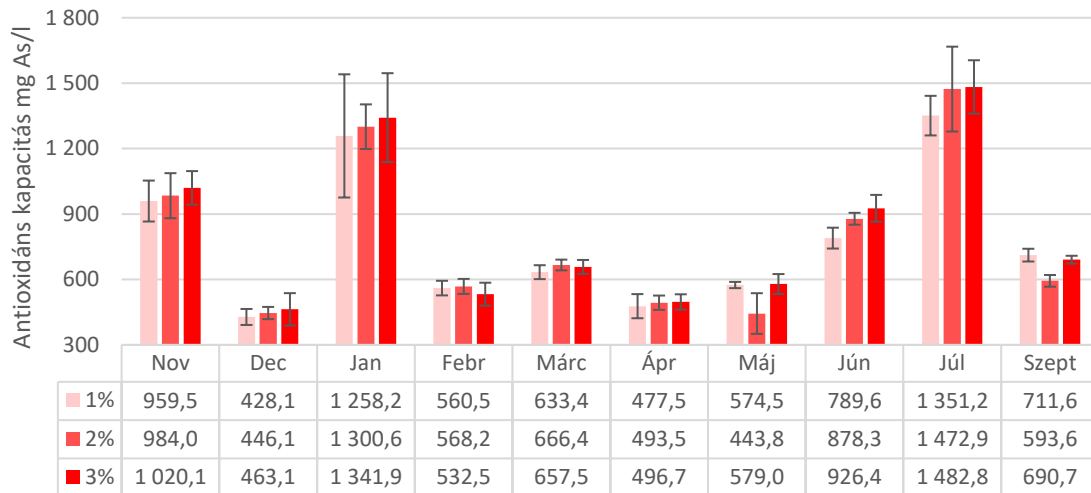
42. ábra: Kontroll és Hűtött minták antioxidáns kapacitás változása a tárolási idő alatt



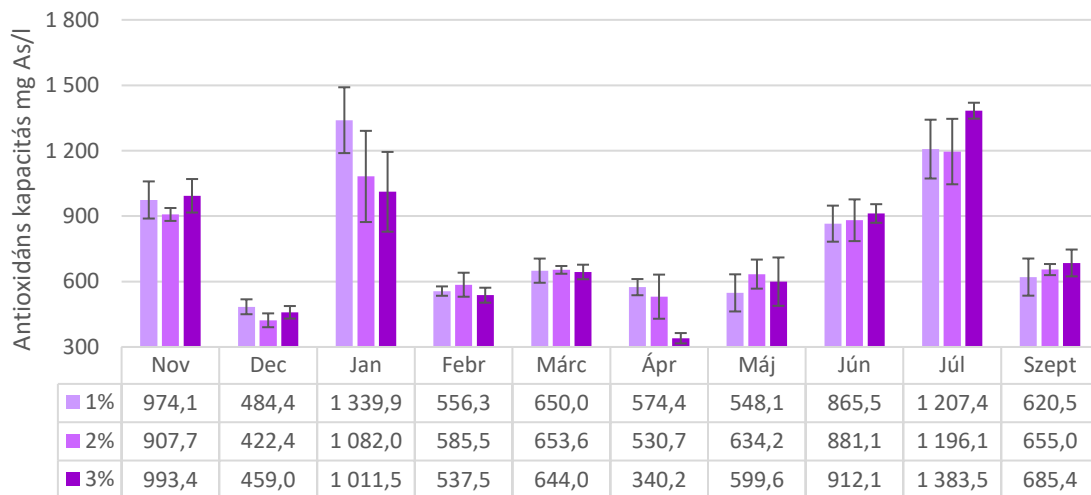
43. ábra: Arónia lével színezett minták antioxidáns kapacitás változása a tárolási idő alatt



44. ábra: Bodza lével színezett minták antioxidáns kapacitás változása a tárolási idő alatt



45. ábra: Cékla lével színezett minták antioxidáns kapacitás változása a tárolási idő alatt



46. ábra: Feketerépa lével színezett minták antioxidáns kapacitás változása a tárolási idő alatt

Az antioxidáns kapacitás értékei a polifenolos vegyületekhez hasonlóan változó tendenciát mutattak. A kontroll mintához képest a színező gyümölcslevek adagolása arónia esetében 1,5 - 16% -kal, míg bodzale esetében 12 - 20%-kal növelte a minták antioxidáns kapacitását. A céklalé adagolás 14 - 21%-os növekedést okozott, míg a feketerepa lé 8 – 18%-os növekedést ért el.

A tárolás alatti változások tendenciái mindegyik minta esetében hasonlóak. A tárolás kezdetén az értékek csökkentek (1. hónap, december), majd a 2. hónapra az eredeti vagy kicsivel magasabb értékekre emelkedtek. A 3. hónapra újbóli csökkenés tapasztalható és ezt követően több hónapon keresztül lassú, de fokozatos emelkedő tendencia tapasztalható. A tárolás utolsó hónapjára (szeptember) újból csökkenés figyelhető meg.

Az értékek a tárolás alatt többször is a kiindulási értékek fölé emelkednek, különösen a 3% bodzalé, valamint a 2 és 3% cékla adagolása esetében.

Gyümölcslevek tárolása során az antioxidáns kapacitás változása, esetenként emelkedése nem ismeretlen tendencia. Több kutatás is beszámol hasonló eredményekről. Pino-Garcia és munkatársai (2012) a tárolt gyümölcslevek esetében figyelt meg hasonló tendenciát, amit részben a nem enzimatis reakciótermékek képződésének tulajdonítottak. Piližota és munkatársai (2012) cukorcsökkentett áfonya dzsemek esetében figyelte meg 12 hónapos tárolás során az antioxidáns aktivitás váltakozó alakulását. Véleménye szerint a tárolás alatti növekvő tendencia a fenolos vegyületek szerkezetének változására vezethető vissza, mely szerint a gyűrűs vegyületek szétnyílása és átrendeződése következtében újabb, antioxidáns hatással rendelkező formációk alakulhatnak ki.

5.5. Következtetések és javaslatok

A színmegőrzés tekintetében a sötét helyen, alacsony hőmérsékleten hűtve tárolás ténylegesen a legeredményesebb, ugyanakkor az energiaárakat, azok növekedését figyelembe véve a legdrágább tárolási mód, főképpen akkor, ha az kizárólag a színmegőrzés célját szolgálja. Kiváltása mindenképpen ajánlott.

Amennyiben színezőanyagot kell választani, akkor ami teljesen bizonyos, hogy a cékla nem alkalmas a kívánt feladatra. A maradék színező anyag közül mindent összevetve a feketerépa lé 1% koncentrációban tűnik a feladatra legalkalmasabbnak, hiszen legkevésbé volt hatással a kezdeti színparaméterekre a kontroll mintához hasonlítva, és a tárolás ideje alatt megfelelően megőrizte a termék színét. Általánosságban azt lehet mondani, hogy bármelyik színező gyümölcslé nagyobb koncentrációban alkalmazva a színváltozás a gyártáskor is, és a tárolás ideje alatt is sokkal láthatóbb.

Amennyiben figyelembe veszem a tulajdonosi elvárásokat, mégis a bodza lenne a befutó, hiszen a legtöbb előre meghatározott kritériumnak ez az anyag felel meg. Azonban a gazdaságossági szempontok mégis a feketerépa felé billentik a mérleget, ugyanis hiába tudja az üzem előállítani a 100% bodza levet, a feketerépalé-koncentrátum az üdítőitaliparban széleskörűen elterjedt, gyakran használt színezőanyag, koncentrátum formában, az ipari méretű gyártásokhoz mérten, egészen kis kiszerezésekben is kapható (literes, 20 literes forma), gazdaságosan adagolható.

A színezőanyagok használata mellett megfontolandó lehet a citromsav használata, hiszen Aamer és munkatársai (2021) nagyon kedvező színrögztési eredményeket értek el használatával. Ebben az esetben azonban a törvény szerinti adalékanyag feltüntetési kötelezettség a tulajdonosi elvárásokkal szembe menne.

A kísérlet sajátossága volt, hogy a mintákat nem temperált tároló helyiségben tároltam, hanem a raktárunkban, mert így szerettem volna minél valóságosabb körülményeket teremteni. Az évszakokkal párhuzamosan történt hőmérsékletváltozás természetesen befolyásolhatta az eredményeket, mégpedig olyan módon, hogy egy április-májusi mintagyártás ugyanezen tárolási időtartam alatt vizsgálva valószínűleg más eredményekre jutott volna, hiszen a grafikonokon látszik, hogy a melegebb időjárás hogyan gyorsította meg a nemkívánatos folyamatokat. Jelen esetben a raktárban a gyártástól számítva legalább 3 hónapig voltak lényegesen alacsonyabban a hőmérsékletek, mintha májustól kezdődött volna a tárolás, mérés. Befolyásoló tényező lehetett az is, hogy míg a hűtött mintákat jobbára teljesen sötét hűtőben tároltam, addig a színezett minták egy jól bevilágított raktárban voltak.

Kísérleteim eredményei megerősítik Kammerer és munkatársai kutatási eredményeit a szamóca színének stabilizálása feketerepa és bodza levélvel témában. (Kammerer és munkatársai 2007)

A kísérlettel szintén igazolást nyert az antocianin tartalom csökkenésének hatása a szín megváltozására. A kísérlet végére az antocianin tartalom minden esetben csökkent, a legnagyobb csökkenést a kontroll minta mutatta, míg a legkisebb csökkenés pedig a hűtött, valamint a bodzával, illetve a feketerepával színezett minták esetén volt.

Az üzemhez (Szécsény) közel, Nógrád megyében a mai napig több termelő foglalkozik bodza, illetve berkenye (arónia) termesztéssel, ugyan egyre csökkenő területeken. (Internet 8) Könnyen hozzáférhető, az üzemben jól feldolgozható, viszonylag kis mennyiségben szükséges. Ezen kívül a cékla feldolgozására is alkalmas az üzem, préseléssel ebből az alapanyagból is előállítható a szükséges színező gyümölcsle.

6. Összefoglalás

Munkahelyemen 100% gyümölcsleveket gyártunk. „Alma-Eper-Tőzegáfonya” termékünk már a gyártástól számított viszonylag rövid idő elteltével előnytelen színváltozáson megy keresztül, ami az élvezeti értéket és végső soron a termék értékesíthetőségét is negatívan befolyásolhatja. A probléma megoldására termékfejlesztési folyamatot indítottam, megvizsgálandó, hogy a termék gyártáskori színét milyen módszerekkel lehetne a minőségmegőrzési idő teljes tartama alatt hatékonyan megőrizni.

Ennek első lépéseként az irodalmi kutatások segítségével megértettem, hogy a piros színvesztés tekintetében - mint az egyébként is a legproblémásabbnak mondott szamóca esetén is - az antocianin vegyületek átalakulása, bomlása okozza a gyors színváltozást, melyet a hőmérséklet és a fényhatás elősegít.

Megoldások után kutatva azt találtam, hogy citromsav és színezőanyag hozzáadása az egyik legjobb módszer a szín rögzítésére, azonban a vezetőség határozott kritériuma, miszerint az alapanyagokon kívül kizárólag olyan természetes anyagokat használhatunk a termékeink előállításakor, amik alkalmazása nem jár együtt feltüntetési kötelezettséggel - a citromsav viszont a jelenleg érvényes törvényi szabályozás szerint adalékanyagnak minősül, ezért fel kell tüntetni a termék címkéjén - így a színezőanyagok kizárólagos használatára redukálódott a lehetséges megoldások köre.

További kutatásaim négy lehetséges színezőanyag alkalmazásának irányába terelték a termékfejlesztést, úgymint fekete berkenye (arónia), fekete bodza, cékla és feketeterépa levek. Ezen anyagok színező élelmiszernek számítanak, nem adalékanyagnak, és kísérletek sora bizonyítja hatékony színező-, és színrögzítő képességüket. A négy színezőanyag 1, 2, illetve 3%-os koncentrációban történt alkalmazásával mintasort gyártottam, melyet egy kontroll, valamint egy 4°C-on tárolt mintával, közel egy éven keresztül, havonta műszeres vizsgálatnak vettem alá. Mértem a színváltozást, az antocianin-, összess polifenol tartalmat (TPC), valamint az antioxidáns kapacitást (FRAP).

Megállapítást nyertek a kezdeti feltételezések a hűtőtárolás hatékonyságáról, valamint arról, hogy a céklalé a termék relatíve alacsony pH értéke miatt nem alkalmas színezőanyagként, a bodza és a feketeterépa lé viszont a kísérletem eredményei alapján akár már 1%-ban alkalmazva is megfelelő választás lehet a termék eredeti színének megőrzése érdekében.

Irodalomjegyzék

1. Aamer, R. A., Amin, W. A., & Attia, R. S. (2021). Enhancement of color stability in strawberry nectar during storage. *Annals of Agricultural Sciences*, 66(2), 121-130.
2. Amchova, P., Kotolova, H., & Ruda-Kucerova, J. (2015). Health safety issues of synthetic food colorants. *Regulatory toxicology and pharmacology*, 73(3), 914-922.
3. Benzie, I. F., & Strain, J. J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. *Analytical biochemistry*, 239(1), 70-76.
4. Dabas, D., & Kean, G. (2014). Red natural colors for high pH applications. *Advanced in Food Technology and Nutritional Sciences-Open Journal*, 1(1), 10-16.
5. Downham, A., & Collins, P. (2000). Colouring our foods in the last and next millennium. *International journal of food science & technology*, 35(1), 5-22.
6. de Boer, L. (2014). Biotechnological production of colorants. *Biotechnology of food and feed additives*, 51-89.
7. Fernández-López, J. A., Angosto, J. M., Giménez, P. J., & León, G. (2013). Thermal stability of selected natural red extracts used as food colorants. *Plant Foods for Human Nutrition*, 68, 11-17.
8. Ghosh, D. (2005). Anthocyanins and anthocyanin-rich extracts in biology and medicine: biochemical, cellular, and medicinal properties. *Current Topics in Nutraceutical Research*, 3(2), 113-124.
9. 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>
10. Horváth-Kerkai E., Stéger-Máté M. (2012): Manufacturing fruit beverages and concentrates. In: Nirmal K. S., Jiwan, S., Barta J, Wu B. (ed.): Handbook fruits and fruit processing. Wiley-Blavkwell, Iowa, USA, 215-228.
11. Horváth D-né (2007): Hőkezeléssel tartósított termékek előállítása. In: Barta J. (szerk): A gyümölcsfeldolgozás technológiái. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 58-80.
12. Kammerer, D. R., Schillmöller, S., Maier, O., Schieber, A., & Carle, R. (2007). Colour stability of canned strawberries using black carrot and elderberry juice concentrates as natural colourants. *European Food Research and Technology*, 224, 667-679.

13. Kumar, A., Vishwakarma, H. S., Singh, J., Dwivedi, S., & Kumar, M. (2015). Microbial pigments: production and their applications in various industries. *Int. J. Pharm. Chem. Biol. Sci*, 5(1), 203-212.
14. Kırca, A., Özkan, M., & Cemeroğlu, B. (2007). Effects of temperature, solid content and pH on the stability of black carrot anthocyanins. *Food chemistry*, 101(1), 212-218.
15. Knebel, T., Braun, P., & Dietrich, H. (2018). Degradation kinetics of anthocyanins and polyphenols during storage of red apple juice produced from red-fleshed apples. *European Food Research and Technology*, 244, 1741-1750.
16. Kolniak-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>
17. Lee, J., Durst, R. W., Wrolstad, R. E., & Collaborators: Eisele T Giusti MM Hach J Hofsommer H Koswig S Krueger DA Kupina; S Martin SK Martinsen BK Miller TC Paquette F Ryabkova A Skrede G Trenn U Wightman JD. (2005). Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines by the pH differential method: collaborative study. *Journal of AOAC international*, 88(5), 1269-1278.
18. McCann, D., Barrett, A., Cooper, A., Crumpler, D., Dalen, L., Grimshaw, K., ... & Stevenson, J. (2007). Food additives and hyperactive behaviour in 3-year-old and 8/9-year-old children in the community: a randomised, double-blinded, placebo-controlled trial. *The lancet*, 370(9598), 1560-1567.
19. Newsome, A. G., Culver, C. A., & Van Breenen, R. B. (2014). Nature's palette: the search for natural blue colorants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62(28), 6498-6511.
20. Oancea, S. (2021). A review of the current knowledge of thermal stability of anthocyanins and approaches to their stabilization to heat. *Antioxidants*, 10(9), 1337.
21. 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>
22. 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*

23. 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.
24. Stégerné, M. M. (2013). Stégerné Máté Mónika. Élelmiszeripari felhasználás. in (szerk: Tóth. M.): Az alma. Agroinform Kiadó és Nyomda Kft., Budapest
25. Stintzing, F. C., & Carle, R. (2004). Functional properties of anthocyanins and betalains in plants, food, and in human nutrition. *Trends in food science & technology*, 15(1), 19-38.
26. Szűcs, V. (2014). *Az élelmiszeripari adalékanyagok fogyasztói kockázat-észlelése= Consumer risk perception of food additives* (Doctoral dissertation, Budapesti Corvinus Egyetem).
27. Tarnavölgyi, G., 2009.. Az élelmiszer-színezékek technológiai és humánegészségügyi vonatkozásai. *Élelmezési Ipar LXIII. évfolyam*, 4, 5, 6., pp. 22-23.
28. 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>
29. Wrolstad, R. E. (2004). Anthocyanin pigments—Bioactivity and coloring properties. *Journal of Food Science*, 69(5), C419-C425

Internet 1: Magyar Ásványvíz, Gyümölcsle és Üdítőital Szövetség <https://uditoitalok.hu/mit-kell-tudni-az-uditoitalokrol/fogyasztasi-adatok/> [Hozzáférés dátuma: 04. 11. 2023.]

Internet 2: Központi Statisztikai Hivatal https://www.ksh.hu/stadat_files/ara/hu/ara0025.html [Hozzáférés dátuma: 04. 11. 2023.]

Internet 3: A Magyar Élelmiszerkönyv 1-3-2001/112 számú előírása a gyümölcslevekről és egyes hasonló, emberi fogyasztásra szánt termékekről

https://eulelmiszerlanc.kormany.hu/download/c/2b/a2000/1-3-2001_112.pdf

[Hozzáférés dátuma: 01. 11. 2023.]

Internet 4: „Food Additives Market Size, Growth & Industry Trends”. <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/global-food-additives-market-industry>.

[Hozzáférés dátuma: 01. 11. 2023.]

Internet 5: Az Európai Parlament és Tanács 1333/2008/EK rendelete

<https://elelmiszerlanc.kormany.hu/download/c/11/31000/1333-2008-EK.pdf>

[Hozzáférés dátuma: 01. 11. 2003.]

Internet 6: Agrárminisztérium Élelmiszeriparért és Kereskedelempolitikáért Felelős Államtitkárság „Adalékanyagok csoportosítása”

https://elelmiszerlanc.kormany.hu/?_preview=3d793d13-7539-e2e8-6b07-000011fdc4f6

[Hozzáférés dátuma: 01. 11. 2023.]

Internet 7: Conrad, O., „Trends in Natural Red Colors for Food Product Development”

<https://www.preparedfoods.com/articles/127269-trends-in-natural-red-colors-for-food-product-development>

[Hozzáférés dátuma: 08. 12. 2022.]

Internet 8: Győri Dániel, Szabó Szabolcs Fejezetek Nógrád Megye Gyümölcsstermesztéséből, Földrajzi Közlemények 2010. 134. 1. pp. 75–88.

https://geogr.elte.hu/TGF/TGF_Cikkek/gyoridaniszabosz.pdf

[Hozzáférés dátuma: 01. 11. 2023.]

Somogyi Nándor szakdolgozat

Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretnék köszönetet mondani konzulensemnek, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet Gyümölcs- és Zöldségfeldolgozás Technológia tanszékvezetőjének, Dr. Máté Mónika egyetemi docensnek, hogy jelenlegi munkahelyemen végzett tevékenységemhez illeszkedő témaválasztással segítette a szakdolgozat létrejöttét. A termékfejlesztéshez kapcsolódó kutatásaim során irányt mutatott a lehetséges megoldások megtalálásában, a kísérlet összeállításában, a méréseim elvégzéséhez biztosította a szükséges laboratóriumi időt, berendezéseket.

A kísérlet eredményeinek kiértékelésekor, az egyetemi tanulmányaim során eddig elsajátított ismereteimet tovább bővítve segített azokat helyesen értelmezni, a következtetések levonni, hogy a megfelelő termékfejlesztési javaslatot a cégvezetés felé meg tudjam tenni.

A közel egy évig tartó laboratóriumi méréseim során elengedhetetlen és hathatós segítséget nyújtott Komlós Gábor technikus. Ezúton köszönöm támogatását, precizitását, türelmét.

Köszönöm a Házikó Farm Kft. ügyvezetésének, Bognár Botondnak és Rendes Szabolcsnak, hogy támogattak a kísérlet során, valamint lehetővé tették, hogy az üzem napi életéből a mérések idejére ki tudjam magam vonni.

Nyilatkozatok

Somogyi Nándor szakdolgozat

NYILATKOZAT

a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Somogyi Nándor
A Hallgató Neptun kódja: ZB5UBF
A dolgozat címe: SZÍNEZŐ ÉLELMISZEREK STABILIZÁLÓ HATÁSÁNAK
VIZSGÁLATA GYÜMÖLCSLEVEK TÁROLÁSA SORÁN
A megjelenés éve: 2023
A konzulens intézetének neve: Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Budai
Campus
A konzulens tanszékének a neve: Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet Gyümölcs-
és Zöldségfeldolgozás Technológia tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott szakdolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

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

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

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

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

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitori rendszerében.

Kelt: 2023. év november hó 3. nap



Hallgató aláírása

NYILATKOZAT

Somogyi Nándor (hallgató Neptun azonosítója: ZB5UBF) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A szakdolgozatot a záróvizsgán történő védeésre javaslom / nem javaslom¹.

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

Kelt: Budapest, november 10.



Dr. Máté Mónika
belső konzulens

¹ A megfelelő aláhúzendó.

² A megfelelő aláhúzendó.