

**Frissen préselt narancslé eltarthatóságának növelése HHP
technológia alkalmazásával**

TDK dolgozat

Készítette: Tóth Adrienn

Élelmiszermérnök MSc, II. évfolyam

Témavezető: Dr. Friedrich László Ferenc

egyetemi docens

Budapest

2014

Tartalomjegyzék

1	Bevezetés	3
2	Irodalmi áttekintés	4
2.1	A narancs élelmiszeripari feldolgozásának lehetőségei	4
2.2	A narancs alapú levek csoportosítása és feldolgozás technológiái.....	4
2.3	A narancs biológiailag aktív vegyületei	5
2.3.1	Táplálkozás élettani jelentőségük.....	6
2.3.2	A feldolgozás technológiák hatásai az egyes vegyületekre.....	7
2.3.3	Hőkezelési technológiák	7
2.4	A kíméletes tartósítás lehetőségei.....	9
2.4.1	A pulzáló elektromos mező.....	9
2.4.2	Nagy hidrosztatikus nyomás	10
3	Célkitűzés.....	14
4	Anyag és módszer	15
4.1	A felhasznált levek, előkészítésük és kezelési paraméterek	15
4.1.1	Próbakezelés.....	15
4.1.2	Első kísérleti felállás: vegyes gyümölcslevek	15
4.1.3	Második kísérleti felállás: frissen préselt narancslé	16
4.2	Vizsgálati módszerek.....	18
4.2.1	pH-vizsgálat	18
4.2.2	Színmérés	18
4.2.3	A színmérés eredményeinek értékelése statisztikai módszerekkel	19
4.2.4	Mikrobiológiai vizsgálatok	20
4.2.5	Érzékszervi bírálat.....	21
5	Mérési eredmények és értékelésük	23
5.1	Első mérési sorozat, vegyes gyümölcslevek.....	23
5.1.1	pH-érték.....	23

5.1.2	Színváltozása.....	24
5.1.3	A színváltozás statisztikai értékelése	31
5.1.4	Érzékszervi bírálat.....	32
5.2	Második mérési sorozat, frissen préselt narancslé eltarthatóságának vizsgálata.....	34
5.2.1	pH-érték.....	34
5.2.2	Színváltozás.....	34
5.2.3	A színváltozás statisztikai értékelése	37
5.2.4	Mikrobiológiai vizsgálatok	38
5.2.5	Érzékszervi bírálat.....	39
	Összefoglalás.....	41
	Felhasznált irodalom	42
	Melléklet.....	46

1 Bevezetés

Napjainkban egyre nagyobb hangsúlyt fektetünk az egészségtudatos életmódra, így az egészséges táplálkozásra is. A XXI. század fogyasztói már nem csak az élelmiszerek élvezeti értékét keresik, hanem tudatosan törekednek a megfelelő táplálkozási értékű élelmiszerek fogyasztására is. A gyümölcsök és zöldségek fogyasztása számos előnnyel jár: nagy mennyiségben táplálkozási rostot, ásványi anyagokat és vitaminokat biztosítanak szervezetünk számára, így nélkülözhetetlenek a kiegyensúlyozott táplálkozásban.

Az utóbbi 25 évben szerte a világon, így hazánkban is, egyre népszerűbbé váltak az olyan élelmiszerek, amelyek fogyasztása a nem kiegyensúlyozott táplálkozás okozta vitamin- és ásványianyag-hiány pótlására, az energiaegyensúly visszaállítására, a jó közérzet és egészség megőrzésére, valamint a betegségek megelőzésére szolgálnak (Babulka, 2005).

A növényi alapanyagok biológiailag értékes vegyületei a konvencionális feldolgozó-technológiák hatására az esetek többségében nagymértékű károsodáson mennek át. A hőkezeléses élelmiszertartósítási eljárások általában kedvezőtlen változásokat hoznak létre az élelmiszerek érzékszervi tulajdonságaiban, fizikai és kémiai szerkezetében, ennek okán a kutatások az utóbbi időben a táplálkozásbiológiai érték és az érzékszervi tulajdonságok megővására, kíméletes eljárások, úgynevezett „minimal processing” technológiák fejlesztésére irányultak.

A *nagy hidrosztatikus nyomáskezelés* (high hydrostatic pressure; HHP, vagy high pressure processing, HPP) egyike ezen kíméletes tartósítási módoknak. A nagy vízaktivitású, növényi alapanyagokból készült termékeknél a HHP kezelést már régóta alkalmazzák sikeresen számos országban, így a különböző italok tartósítására számos példát láthatunk az USA-ban és Európában egyaránt.

A nagy hidrosztatikai nyomáskezeléssel kapcsolatban már számos alapkutatót publikáltak a különböző élelmiszeripari termékekre. Ellenben az alkalmazott és ipari kísérleteket a legtöbb esetben még csak most valósítják meg, így nincs tapasztaltunk arról, hogy az egyes élelmiszerek hogyan viselkednek az ipari kezelés hatására. Ez indokolja a dolgozatomhoz elvégzett kísérlet aktualitását és fontosságát.

2 Irodalmi áttekintés

2.1 A narancs élelmiszeripari feldolgozásának lehetőségei

Az édes narancs, *Citrus sinensis* (L.) Pers. a Rutaceae (rutafélék) családjába, azon belül is a *Citrus* nemzetségbe tartozó faj (Tuba et al., 2007b). Valamennyi citrusféle a Himalája lejtőiről származik, őshazájuk Délkelet-Ázsia. Mára a nemzetség fajai, így a narancs is, a világ valamennyi földrészére eljutottak, a trópusokon, szubtrópusokon és mediterrán övezetekben (É. sz. 20° és D. sz. 40° közötti) is kiválóan termesztethők (Stégerné Máté, 2007).

A narancstermés (heszperídium) a citrusfélék felső állású, szünkarp magházából kialakuló termés. A bőrnemű, sárga exokarpium (külső terméshéj) rücskös felszínű, lizigén illóolajjáratokban gazdag. A mezokarpium (középső terméshéj) fehér, szivacszerű parenchimából (albedo) áll. Az endokarpium (belső terméshéj) az érés során vékonyfalú, lédús szőrsejtekkel tölti ki a termés üregét (Tuba et al., 2007a).

A citrusfélék termésének élelmiszeripari feldolgozása igen széleskörű. Likőr, gyümölcscecet, szörp, kandírozott gyümölcs, befőtt és lekvártermékek, sőt lime-ből citromsav, citromból limonádé, cédrátból pektin, keserűnarancsból pedig illóolaj állítható elő. A legnagyobb mennyiségeket narancsból, citromból és grapefruitból préselt lének és sűrítménynek dolgozzák fel, amelyet aszeptikus, vagy fagyasztott formában értékesítenek az ipari továbbfeldolgozásra. Ezekből különböző gyümölcsle-nektár- és italkészítményeket gyártanak (Stégerné Máté, 2007). Préseléses technológiáknál a legnagyobb mennyiségű alapanyag a narancs, amely Valencia, Navel és Jaffa fajtái a legmegfelelőbbek a jó léhozam, vékony héj, megfelelő cukor-sav arány miatt erre a célra (Löffler, 1996; Stégerné Máté, 2007).

2.2 A narancs alapú levek csoportosítása és feldolgozás technológiái

A narancsból készült levek esetében is, mint minden más gyümölcsből előállított lénél a *Magyar Élelmiszerkönyv 1-3-2001/112* számú (a gyümölcslevekről és egyes hasonló, emberi fogyasztásra szánt termékekről szóló) előírását kell figyelembe vennünk. Az előírás szerint gyümölcslének nevezhető az a termék, amely erjeszthető, de nem erjesztett termék, amelyet a gyümölcs egészséges és érett, friss, hűtéssel vagy fagyasztással tartósított, egy vagy több gyümölcsfajta összekeverésével előállított, ehető részéből nyertek, amely rész jellegzetes színe, aromája és íze a termék előállításához felhasznált gyümölcsnek a levére jellemző. Az ugyanazon gyümölcsfajtából megfelelő fizikai eljárással kivont aroma, gyümölcspép és rostok a későbbiekben visszaadagolhatók a léhez.

A *citrusfélék* esetében a gyümölcslenek az endokarpiumból kell származnia. Koncentrátumból (sűrítmenyből) is előállítható a gyümölcsle. A részben vagy teljesen sűrítmenyből készült gyümölcslevek és gyümölcsnektárok jelölésének azonban tartalmaznia kell a terméknek megfelelő, „sűrítmenyből készült” vagy a „részben sűrítmenyből készült” kifejezést. A *sűrített gyümölcsle* olyan termék, amelyet a víztartalom meghatározott hányadának fizikai úton történő kivonásával állítanak elő. Közvetlenül fogyasztónak szánt termék esetén a vízelvonás mértékének legalább 50%-osnak kell lennie a víztartalomhoz képest.

A *gyümölcsnektár* olyan erjeszhető, de nem erjesztett termék, amely gyümölcspüréhez, sűrített gyümölcspüréhez, illetve ezek keverékéhez víz és cukor, illetve méz, vagy édesítőszer hozzáadásával, vagy anélkül készül. Gyümölcsnektárok esetében kötelező feltüntetni a minimális gyümölcshányadot, amely citrusféléknél 50%.

A sűrítmenyből készült narancslé és narancspüré minimális Brix-értéke 11,2. A gyümölcslevek 2015. április 28-tól kezdve nem tartalmazhatnak hozzáadott cukrot. A savas íz szabályozása érdekében literenként 3 gramm, vízmentes citromsavban kifejezett citromlé, zöldcitromlé, sűrített citromlé, illetve sűrített zöldcitromlé adagolható, az egyéb hozzáadott adalékanyagokról, vitaminokról és ásványi anyagokról minden esetben az EU-szabályozás a mérvadó.

A *frissen préselt leveknél* konkrét törvényi előírások nem állnak rendelkezésre, a friss gyümölcsből nyert gyümölcslere vonatkozó szabályozás a követendő, holott az ilyen jellegű termékek egyre népszerűbbek a fogyasztók körében. A kiemelkedő élvezeti érték azért is fontos, mivel kutatások bizonyítják, az európai fogyasztók előnyben részesítik az élelmiszerek élvezeti értékét („ízorientáció”) az egészségességével szemben. A kutatásokból az is kiderül, hogy Európában a legérzékenyebbek erre a magyar fogyasztók, majd minket követnek a hollandok, franciák és németek. Ezzel szemben az ázsiai országokban (pl. Japán és Dél-Korea) a fogyasztók a funkcionális összetevőket választják az ízzel és élvezeti értékkel szemben („összetevő-orientáció”) (Szakály, 2011).

2.3 A narancs biológiailag aktív vegyületei

A narancs számos biológiailag aktív vegyületet tartalmaz, így vitaminokat, ásványi anyagokat és antioxidáns hatású vegyületeket egyaránt, pl.: polifenolokat, flavonoid vegyületeket (Löffler, 1996).

1. táblázat: A friss narancs (Rodler, 2009) és narancslé (Löffler, 1996) egyes vegyületeinek mennyisége a két irodalmi forrás alapján

Megnevezés	100 g nyers narancsban	0,2 l narancslében
C-vitamint	50 mg	70 mg
B ₁ -vitamin (tiamin)	70 µg	0,15 mg
B ₂ -vitamin (riboflavin)	40 µg	0,13 mg
A-provitamint	na.	0,18 mg
E-vitamin (tokoferol)	0,2 mg	na.
kálium	225 mg	350 mg
kalcium	435 mt	22 mg
magnézium	22 mg	24 mg

Az **első táblázatban** néhány, táplálkozási szempontból fontos vegyület mennyiségét foglaltam össze. Löffler (1996) 0,2 l narancslére, míg Rodler (2009) 100 g friss narancsra vonatkozóan közölt adataiból. A táblázatban összehasonlított vegyületeken kívül a következő élettanilag fontos vegyületeket kell még kiemelniük (szintén 100 g nyers narancsra vonatkoztatva): foszfor 50 mg, niacin (PP-faktor) 0,2 mg, pantoténsav 0,17 mg, B₆-vitamin (piridoxin) 0,06 mg, biotin 0,9 µg, folsav 17 µg, valamint oxálsav: 24 mg.

2.3.1 Táplálkozás élettani jelentőségük

Számos alkalommal hangoztatott állítás, miszerint a rendszeres zöldség és gyümölcs, valamint az ezekből készült termékek fogyasztása hozzájárul egészségünk megőrzéséhez, védelméhez. Mára kutatási eredmények támasztják alá, hogy ezen kívül egyes betegségek kialakulásának megakadályozásában is kiemelt szerepük van, így egyes ráktípusok, szív- és érrendszeri megbetegedések megelőzésében rendkívül fontos a megfelelő vitamin, ásványianyag és antioxidáns tartalmú élelmiszerek fogyasztása (Löffler, 1996).

A dolgozat terjedelmének behatároltsága miatt nem térhetek ki az egyes vegyületek részletes tárgyalására, ezért csupán, a számomra legérdekesebb vegyületcsoporttal, a **flavonoidokkal** foglalkozom. A növényi *flavonoidok* szerepéről, kémiai szerkezetéről, élettani hatásáról az elmúlt negyven évben rendszeresen jelentek meg tanulmányok, de az emberi szervezetre gyakorolt hatásuk és jelentőségük még ma sem teljesen tisztázott. A vegyületcsoport névadója a flavon (2-fenil-kromon), a növényvilágban igen elterjedt vegyületcsoport, már több mint 3000 flavonoid vegyületet ismerünk. A növényvilágban biológiai szerepe a káros sugárzások elleni védelem („Flavonoidok, antocianidinek”, 2014.) Szent-Györgyi és munkatársai már 1936-ban kimutatták, hogy a citrusfélékből származó flavonoidok csökkentik a kapillárisok törékenységet és permeabilitását. Napjainkban számos kísérleti munka eredménye támasztja alá a flavonoidok antioxidáns, antikarcinogén és

gyulladáscsökkentő, összességében egészségvédő és betegségmegelőző tulajdonságait. A flavonoid vegyületek nagymennyiségben fordulnak elő gyümölcsökben, zöldségekben, illetve az ezekből készült termékekben. A vörösbor szív- és érrendszeri betegségekkel szembeni jótékony hatása is ezen vegyületeknek köszönhető (Lugasi, 2001; Lugasi 2000).

2.3.2 A feldolgozás technológiák hatásai az egyes vegyületekre

A hőközléses eljárások, így a sűrítmény gyártás is számos változást okozhat a narancslé összetételében. A sűrítmény felfogható egyfajta „vízszegény” környezetnek, amely az egyes kémiai reakciók lejátézkodásának kedvezhet. Ezen reakciókra példa:

- Észterek képződése cukrokból és gyümölcssavakból (savcsökkenés).
- hidroximetil-furfurol (HMF) képződése.
- Nem enzimatis barnulás (Maillard-reakció).
- A polifenolok kondenzációja miatt kialakuló elszíneződés (sötétedése) a koncentrátumokban.
- Oligoszacharidok képződése (a cukrok reverziója) (Feldmann, 1995).

Az élelmiszerek feldolgozása közben a *vitaminokat* drasztikus hatások érik. A feldolgozás alatt és azt követően már nem működik az a természetes biológiai védőrendszer, amely a redoxi egyensúlyt fent tudná tartani a sejteken és szöveteken belül. Ezen hatások közül első sorban az oxidációt és a hőkezelést kell kiemelni. A vízoldható vitaminok közül C-vitamin a legérzékenyebb az oxidációra és a hőkezelésre egyaránt, míg a B₁-vitamin ugyan nem érzékeny az oxigén jelenlétére, de a hő hatására szintén bomlik. A B₂-vitamin (riboflavin) ezzel szemben viszonylag stabilnak tekinthető a feldolgozás során is, általában vesztesége legfeljebb 10% (Gasztonyi és Lásztity, 1993).

2.3.3 Hőkezelési technológiák

A gyümölcslevek hőkezelési tartósítása történhet a kiserelés előtt, átfolyó **pasztörözéssel**, vagy a letöltött terméknel, utóbbinál pasztörkádat, vagy alagútpasztöröket alkalmaznak. A gyümölcslevek pasztörözésének szokványos hőfoka 80-85°C. Vukov és Körmendy (2007) szerint 5-10 hónapos eltarthatóságot biztosít a gyümölcslevek -18; -24°C-ra való *fagyasztása* (gyorsfagyasztás alkalmazásával) és ezen a hőmérsékleten történő tárolása.

A **sűrítés** (tágabb értelemben vízelvonás) az élelmiszeripar alapműveletei közé tartozik. Cél a termék szárazanyagtartalmának növelése, a mikrobák szaporodásának gátlása, valamint az eltarthatósági idő növelése. A gyümölcslevek előállításánál a legfontosabb vízelvonási technológiák a bepárlás, illetve a fagyasztva sűrítés (Hidegkuti és Körmendy,

2007). Gyümölcslevek sűrítésére viszonylag rövid tartózkodási idővel történő bepárlást, vízkifagyasztásos eljárást, esetenként **fordított ozmózis** (hipersűrési) eljárásokat alkalmaznak (Vukov és Körmendy, 2007).

A hővel történő **bepárlás** a leggyakrabban használt sűrítési eljárás, amely fizikai szempontból nem más, mint az oldószer elpárologtatása hővel. A bepárlás során igen fontosak a sűrítendő anyag kémiai, reológiai és termikus tulajdonságai. A folyamat során az aromaanyagok megőrzésére külön aroma-visszanyerő rendszert is alkalmaznak. A sűrítmények mikrobiológiai stabilitása elsősorban a pH-értéktől és vízakivitástól függ, de általában elmondható, hogy a 60 Brix feletti szárazanyag-tartalom biztosítja a kellő mikrobiológiai stabilitást (Hidegkuti és Körmendy, 2007). A sűrítmények szárazanyag-tartalma általában 62-75% között változik (Bukov és Körmendy, 2007). Mivel a narancs, mint minden zöldség és gyümölcs, hőérzékeny anyagokat tartalmaz, cél a művelet megvalósítása során vákuum alkalmazása mellett viszonylag kis hőterhelést alkalmazni (Hidegkuti és Körmendy, 2007). Az ún. *félsűrítmények* szárazanyag-tartalma csupán 35-45%, ezért ezeket 0°C alatt tárolják, míg a nem aszeptikus technológiával előállított citrus sűrítményeket általában -18°C alatt (Bukov és Körmendy, 2007).

A *fagyasztva sűrítés (kriokoncentráció)* alkalmazásakor a levet 0°C alá hűtjük, ahol a víz jég formájában kikristályosodik. A jégkristályok eltávolítását követően pedig visszamarad a sűrítmény. Az alacsony hőmérséklet miatt lényegében nincs szín- aromaanyag- vitamin- és ízvesztés, valamint nem jelentkezik a nem enzimatis barnulás. A szárazanyag-vesztés legfeljebb 0,5 m/m%. Az így nyert koncentrátumok minősége jobb, mint a termikus úton előállítottaké (Hidegkuti és Körmendy, 2007).

Az **aszeptikus** technológia lényege, hogy a terméket előbb sterilizálják, majd az utófertőzést kizáró (aszeptikus) körülmények között töltik az előre szintén fertőtlenített edényzetbe. A technológia nagy előnye, hogy a csírátlanítási folyamat átfutási ideje gyakorlatilag független a töltendő edényzet méretétől, így a hagyományos, csomagolásban hőkezelt termékekhez képest minimalizálhatók a hőkezelés minőségre káros hatásai. Az aszeptikus csomagolóanyagok méretei a néhány gramm, fogyasztói kiszereléstől a több száz köbméteres tartályokig terjednek. Az aszeptikus technológiában a high temperature, short time: magas hőmérséklet, rövid idő (HTST) elvének alkalmazása nem csak a minőségre hat pozitívan, de a berendezések, gépek méretei kisebbek, így egyben a fajlagos energiaköltségek és helyigény is csökkenthető (Ott, 2007).

A kis hőterhelés miatt egyes források, így Balla (2007) is a kíméletes technológiákhoz sorolja az aszeptikát. A higan folyó levek, így a narancslé esetében is a sterilizálás lemezes pasztörizációban jól kivitelezhető az aszeptikában (Ott, 2007).

2.4 A kíméletes tartósítás lehetőségei

A frisshez hasonló érzékszervi paraméterekkel és vitamin tartalommal bíró termékek iránti fogyasztói kereslet mára egyre inkább növekszik. Ezek előállításához környezetbarát, „enyhe” tartósítási technológiák köthetők (Mertens és Knorr, 1992). Mára számos megfogalmazás létezik a kíméletes élelmiszer-kezelési eljárások definiálására. Az egyik legkidolgozottabb megfogalmazás Fellow-tól (2000) származik, az ő megfogalmazásában a **kíméletes kezelés** olyan tartósítási eljárás, amely leginkább megőrzi az élelmiszerek táplálkozási és élvezeti értékeit, jellemzőit, azáltal, hogy csökkenti a hőkezelés, mint tradicionális tartósítási eljárás káros hatásait. Emellett a fogyasztói elvárások a feldolgozott, tartósított élelmiszerekkel szemben egyre inkább többértékes: keresik a tartósítószer és egyéb adalékanyagok nélkül készült, magas táplálkozási értékű, természetes érzékszervi tulajdonságokkal rendelkező termékeket (Balla, 2007).

A kíméletes élelmiszer-kezelési eljárásokat alapvetően két csoportra oszthatjuk: *hőkezeléses (termikus)* és *nem termikus* technológiák. Az előbbibe tartoznak az aszeptikus eljárások, vákuumfőzés (sous-vide), infravörös hőszugárzás, Ohmikus melegítés, nagyfrekvenciás melegítés, valamint a mikrohullámú melegítés. A nem termikus kíméletes eljárások a következők: besugárzás, nagynyomású kezelés (HHP), pulzáló elektromos mező (PEF), ultrahang, UV-sugárzás (Balla, 2007).

2.4.1 A pulzáló elektromos mező

A pulzáló elektromos mezővel (pulsed electric field, **PEF**, vagy high voltage pulsed electric field, HELP) történő kezelés lényege, hogy 15-30 V/cm feszültség használatával a mikroorganizmusok sejtjének membránja perforálódik, ez a sejt elpusztulását eredményezi, anélkül, hogy a terméket hőhatás érte volna. A PEF 1-100 µs pulzálása letális hatással van a mikrobákra (Balla, 2007). A technológia igen rövid idejű (µs-ms) nagyfeszültségű impulzusokkal dolgozik, amelyek két elektród között (ezek távolsága általában 0,2-7 cm) pulzáló elektromos erőteret hoznak létre. Az erőter nagysága 20-80 kV/cm (Cserhalmi, 2007a).

A PEF technológia mikroba inaktiváló hatása abban keresendő, hogy a külső elektromos erőter hatására az élő sejt membránja károsodik. Ez a sejtmembrán destabilizációjában és a sejtmembránon pórusok, lyukak kialakulásában (elektroporáció)

nyilvánul meg. Megváltozik a sejtmembrán áteresztőképessége, amely sok esetben a sejt teljes elpusztulásához vezet. A sejtmembránon bekövetkező változások lehetnek reverzibilisek, illetve irreverzibilisek, az élelmiszerek kezelése során értelemszerűen az utóbbira törekszünk (Cserhalmi, 2007a).

Az enzimek, mint fehérjék intenzív elektromos erőterben való viselkedése még nem teljesen tisztázott. Emiatt a PEF enzimekre gyakorolt hatásával kapcsolatban még viszonylag kevés és igen ellentmondásos kutatási eredményeket ismerünk. Az elektromos térerő fehérjeszerkezeti változásokat, denaturációt, kovalens kötések felbomlását, illetve oxidációs-redukciós reakciókat okozhat (Cserhalmi, 2007b). Általában az eredmények enzimaktivitás csökkenését mutatják, de ez a csökkenés is széles skálán mozoghat, míg egyes eredmények egyáltalán nem mutatnak aktivitáscsökkenést a kezelést követően összegezi Cserhalmi (2007b). Ezzel ellentétes eredményt közöl Van Loey munkatársaival (2002), akik PEF kezelt narancslében a pektin-metil-észteráz aktivitásának növekedését tapasztalták. Feltételezésük szerint a jelenség a sejtfal áteresztőképességének megnövekedése miatt az intracelluláris enzim kiszabadulása okozhatta.

Citruslevelek esetében a PEF hatására vonatkozó kutatások azt mutatják, hogy a kezelés a szűrt levek refrakciójára, pH-értékére nincs hatással, a színre viszont igen. A színkülönbség, ΔE_{ab}^* értékére narancslénél jól látható különbséget eredményez a PEF kezelés (Hartyáni et al., 2011). A szerves savak és illékony komponensek vizsgálatánál Hartyáni (2012) azt állapította meg, hogy a PEF kezelést követően a szerves savak tartalma kevésbé csökkent a citruslevelekben a HHP kezelt levekhez viszonyítva.

A PEF energiaigénye kisebb és energiafelhasználásának határfoka is jobb, mint a hagyományos hőkezeléses tartósítása (Cserhalmi, 2007a). Narancslére Kempkes (2002) végzett összehasonlító tanulmányt a PEF és hagyományos hőkezeléses tartósítás költségeinek összehasonlítására. Három műszakos munkarendet, öt éves amortizációt és 5000 l/h kapacitást alapul véve jutott arra a megállapításra, hogy a narancslé PEF kezeléssel történő tartósítás 9%-kal olcsóbb, mint a hagyományos hőkezeléses eljárással.

Az USA-ban már iparilag alkalmazott, míg az EU-ban a technológia bevezetése még várat magára. A nagy hidrosztatikus nyomású kezelés mellett a legnagyobb potenciál rejlik benne a termikus tartósítási eljárások kiváltására gyümölcs- és zöldséglevelek esetében.

2.4.2 Nagy hidrosztatikus nyomás

A nagy hidrosztatikus nyomású kezelés (high hydrostatic pressure; HHP, vagy high pressure processing, HPP) is a kíméletes élelmiszer-előállításra való törekvések kapcsán

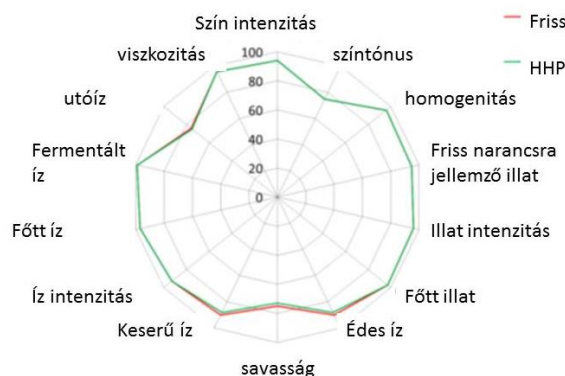
került a fejlesztések és kutatások középpontjába („A HHP technológiáról röviden”, 2013). Az Egyesült Államokban már 1889-ben elkezdtek kutatni a nagy hidrosztatikai nyomást (Hite kutatásai), de az átfogó, rendszerezett vizsgálatok csak az 1960-as években kezdődtek meg. Az élelmiszeripari alkalmazhatóságra irányuló kutatások pedig csak mintegy húsz éve indultak. Az első nagy hidrosztatikus nyomással kezelt forgalomba hozott élelmiszerek Japánban jelentek meg (Meidi-ya Food Co.) 1990-ben, amelyek szamóca, alma és kivi dzsemek voltak (Farkas és Dalmadi, 2007). Mára számos HHP kezelt terméket állítanak elő az USA-ban és Európában is („Juices and smoothies”, 2013)

A nagy hidrosztatikai nyomás a nemtermikus fizikai tartósítási eljárások közé tartozik. A technológia lényege, hogy a nyomásközvetítő közegbe merített, előre (lehetőleg légmentesen) csomagolt élelmiszerre pillanatszerű nyomást fejtünk ki, ez a Pascal-elv szerint pillanatszerűen és egész tömegében egyenletesen (izosztatikusan) hat az élelmiszerre. így, más tartósítási eljárásokkal szemben a kezelés hatásossága gyakorlatilag független az élelmiszer alakjától és méretétől (Farkas és Dalmadi, 2007).

A nagy vízaktivitású, alacsony pH-értékű termékeknél igen eredményesen használható a HHP technológia az eltarthatóság növelésére, így a gyümölcslevek tartósításának egy ígéretes, külföldön már iparilag is alkalmazott módja. Tehát a kisebb vízaktivitás (vagy magasabb Brix-fok) a nagy nyomás kisebb hatékonyságát eredményezi (Oxen és Knorr, 1993; Goh et al., 2007), így ez a technológia a frissen facsart leveknél hatékonyabb, mint a koncentrátumoknál. A friss leveknél hűtött körülmények között a HHP alkalmazása akár jó néhány hónap eltarthatósági időt eredményezhet („Juices and smoothies”, 2013). A HHP használata általában $a_w=0,90$ -nél nagyobb vízaktivitású termékeknél effektív („Dressings, sauces and sandwich fillings”, 2013), a termék pH-értéke pedig szintén fontos tényező, amely szinergens hatással lehet a HHP használatával: az alacsonyabb pH-értékű terméknel kimutatható a HHP-vel elérhető nagyobb mikrobiológiai inaktíválódás („Dressings, sauces and sandwich fillings”, 2013; „Tomato products”, 2013).

Hartyáni et al. (2011) vizsgálatai azt mutatják, hogy a HHP kezelés a citrusleveknél a pH-értéket igen kismértékben ugyan, de csökkentette. A szerves savakat vizsgálva viszont a szerzők azt tapasztalták, hogy mandarin- és narancslé esetében az almasav, citromsav és aszkorbinsav mennyisége a kezelést követően nőtt, míg a grapefruitlé esetében csökkent.

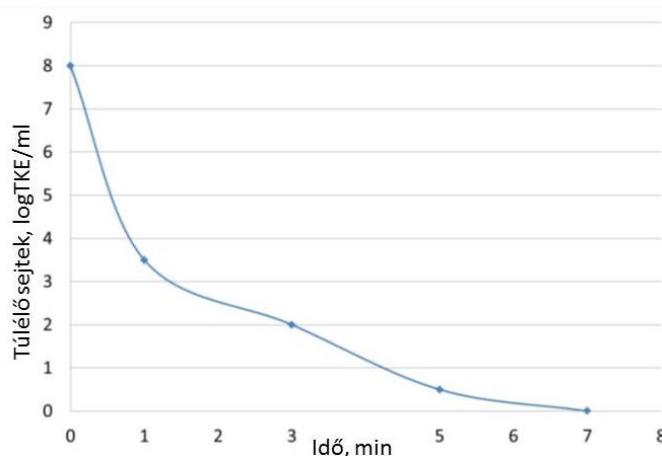
Az **1. ábrán** látható egy képzett panel által végzett érzékszervi bírálat eredménye (Matser et al., 2012), amelyben friss és HHP-kezelt (600 MPa, 60 s) narancsleveket hasonlítottak össze. Az ábrán jól látható, hogy a kezelést követően a narancslé érzékszervi tulajdonságai lényegében a friss lé tulajdonságaival megegyezők maradtak.



1. ábra: Képzett érzékszervi bírálópanel érzékszervi bírálata HHP-kezelt (600 MPa, 60 s) és friss narancslé összehasonlítására (forrás: Matser et al., 2012)

A nagy hidrosztatikai nyomás mikroorganizmusokat gátló, vagy pusztító hatás magyarázata, hogy a nagy nyomás hatással van az élelmiszerekben lejátszódó reakciókra és az élelmiszerek strukturájára, vagyis a termék térfogat csökkenése hatással van a fehérjék és keményítő szerkezetére (Balla, 2007). A HHP kezeléssel ugyanazon termék eltarthatósági ideje megnövekszethető, a megháromszorozástól akár a megtízszerezésig növelhető a kezelt termékhez képest, azonos hőmérsékleten tárolva. Ezen kívül a patogének számát általában 5 log nagyságrenddel csökkenti („Juices and smoothies”, 2013).

A kezelés hatásossága nem csak a kezelési nyomás nagyságától, de a kezelési időtől is függ, ezt igazolja vizsgálataiban Erkmen és Dogan (2004), akik 600 MPa-on, különböző kezelési idővel kezelt narancslé mintákat (**2. ábra**). Láthatjuk, minél hosszabb a nyomáskezelés ideje, annál kisebb a túlélő mikrobák száma.



2. ábra: A 600MPa-on kezelt narancslé összes aerob csíraszama a kezelési idő függvényében (forrás: Erkmen és Dogan 2004)

A HHP kezelés a hő- és technológiai behatásokra érzékeny vegyületekre nézve lényegesen kíméletesebb, mint a pasztörözés. Polydera et al. (2005) a pasztörözött és nagynyomással kezelt narancslé eltarthatósági idejét és minőségromlás kinetikáját vizsgálta. A minták kezeléséhez 600 MPa nyomású HHP kezelést, illetve 80°C, 60 s pasztörözést alkalmaztak. Eredményeik azt mutatják, hogy a C-vitamin bomlása, illetve az érzékszervi tulajdonságok alapján meghatározott eltarthatósági idő nem csak a kezelés paramétereitől függ, de jelentős hatást gyakorol a tárolási hőmérséklet. Az érzékszervi tulajdonságok alapján meghatározott eltarthatóság így az 5°C-on tárolt HHP kezelt narancslé esetében 147, míg a 30°C-on tárolt 10 nap volt. A hasonló körülmények között tárolt pasztörözött lé esetében ez csupán 111 és 6 nap volt.

Az endogén pektin-metil-észteráz (PME), amely a frissen facsart narancslében is nagy mennyiségben fordul elő, igen ellenálló, az egyik legrezisztensebb enzim, amely gyümölcs- és zöldségtermékek minőségének csökkenését okozza. A PME aktivitása a pektin bontásában nyilvánul meg, amely a konzisztencia változásához vezet. Ezért a tartósítás során általában kívánatos cél az inaktiválása. Polydera és munkatársai (2004) azt vizsgálták, hogy a HHP milyen hatással van az enzim aktivitására. Azt tapasztalták, minél nagyobb nyomást alkalmaznak, annál nagyobb mértékű az enzimműködés csökkenése. A legjobb eredményeket akkor kapták, amikor a barotoleráns enzim inaktiválására enyhe hőkezelést és nyomáskezelést együttesen alkalmaztak.

Mára nem csak az alkoholmentes italok HHP kezelésére irányulnak a kutatások, a bor és sör esetében is számos alapkutatást végeznek (Buzrul, 2012). A borok kezelését követően azt tapasztalták, hogy az érési, érlelési folyamatok mind vörös-, mind fehérborok esetében gyorsabban zajlanak le a kontroll mintához képest. A boroknál a vizsgálatok tárgya egyrésről a kezelés „érés-dinamikára” gyakorolt hatásának elemzése, nyomon követése. De a kísérletek számos esetben a kén-dioxid adagolásának esetleges csökkentésére, vagy teljes elhagyására irányulnak (Santos et al., 2013a és Santos et al., 2013b).

3 Célkitűzés

Gyümölcslevek tartósítására az USA-ban és Európában is számos helyen alkalmazzák már a HHP technológiát hűtve tárolással kombinálva, ellenben magyarországi alkalmazása még várat magára.

A gyümölcslevek nyomáskezelésével kapcsolatban még nem áll rendelkezésre kellő mennyiségű alkalmazástechnológiai ismeretanyag. Ennek kapcsán fogalmazódott meg első lépésként a különböző összetételű frissen préselt gyümölcsleveknel az érzékszervi tulajdonságokban és a színben fellépő változások nyomon követése, az egyes kezelések hatásának értékelő elemzése.

Az alapkutatások irodalmi forrásai arról tanúskodnak, hogy a frissen préselt narancslé eltarthatóságának növelésére a HHP technológia alkalmas. Számos kutatás tudósít arról, hogy a tárolás során bekövetkező változások ellenére, a frissen facsart jelleg megőrzésére ez a kíméletes technológia potenciálisan képes. Azonban nincs információnk a pontos kezelési paraméterekről, amely alatt a nyomásérték és a kezelési idő kombinációját értem. Emellett ezen paraméterek termékminőségre gyakorolt hatása a kezelés és a tárolás során még részben ismeretlen terület.

Céлом meghatározni azt a nyomás és kezelési idő kombinációt, amelynél a termék fizikai és érzékszervi tulajdonságai nem változnak, a termék megőrzi a frissen facsart narancslére jellemző minőségi paramétereit, valamint, hogy a termék mikrobiológiai állapota legalább 30 napig lehetővé tegye annak fogyaszthatóságát.

4 Anyag és módszer

4.1 A felhasznált levek, előkészítésük és kezelési paraméterek

4.1.1 Próbakezelés

A kísérlet sorozatok első lépéseként 600 MPa nyomáson, 300 s kezelési idővel kétféle levet vizsgáltam. A kezeléseket a BCE ÉTK Hűtő- és Állatitermék Technológiai Tanszékén található RESATO FPU 100-2000 típusú laboratóriumi HHP berendezéssel (7. ábra) végeztem. A viszonylag magas nyomásérték és hosszú kezelési idő megválasztásával az volt a cél, hogy megvizsgáljam, okoz-e jelentős érzékszervi elváltozást a HHP kezelés. Az egyik lé összetétele **narancs-ananász-mangó** (60-30-10%), míg a másik **alma-szőlő** (60-40%) frissen préselt levéből készült, amelyeket előre elkészítve, lepalackozva kaptam a Getpack Kft-től. A kezelést 0,2 l-es PET palackba és egy külső vákuumtasakba csomagolva végeztem. A kezelt és kontroll mintákat 8°C-on tároltam, majd két nappal később érzékszervi bírálatnak vetettem alá.

4.1.2 Első kísérleti felállás: vegyes gyümölcslevek

Az első próbakezelés eredménye alapján döntöttem úgy, hogy a kétféle léösszetételű mintát különböző nyomásértékeken és kezelési időkkel fogom kezelni, az előzővel megegyező csomagolásban. A használt paramétereket a 2. táblázatban összesítettem. Az eltérő kezelési időket a Getpack Kft. kérésére alkalmaztuk, ez ugyan a nyomásérték hatásának elemzését nehezíti, de az ipari alkalmazásban a kisebb kezelési nyomásértékhez a hosszabb kezelési időt alkalmazzák. Ez indokolja esetemben is a kísérlet ilyen kialakítását.

2. táblázat: Az első kísérleti sorozat HHP kezelésének paraméterei.

Minta		Kezelési idő, s	Nyomás, MPa
narancs- ananász- mangó	kontroll	-	-
		180	400
		120	500
		120	600
alma-szőlő	kontroll	-	-
		180	400
		120	500
		120	600

A PET palackos csomagolás mellett 400 MPa, 180 s és 500 MPa, 120 s kezeléssel készítettem polietilén tasakban kezelt mintát is, annak a kérdésnek a megválaszolására, hogy a korábban tapasztalt illat- és íz-elváltozást a palack, vagy a kezelés eredményezte-e. A kezelést követően a mintákat ismét 8°C-on tároltam (3. ábra).

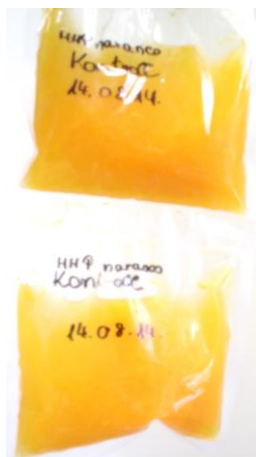


3. ábra: Az első kísérletsorozatban kezelt levek a tárolás alatt

4.1.3 Második kísérleti felállás: frissen préselt narancslé

A második mérési sorozatot csupán frissen facsart *narancslével* végeztem. Ennek elsősorban az volt az oka, hogy az alapanyag egész évben kapható, árban viszonylag alacsony az éves ingadozás, emellett a hazai fogyasztók az egyes narancsfajták közötti különbséget kevésbé érzékelik a levek esetében. Emellett a fogyasztói kereslet a narancslé esetében kiegyensúlyozottnak tekinthető az egész évet figyelembe véve.

Mivel a vegyes levek kezelésénél az érzékszervi tulajdonságok szempontjából az 500 MPa-on kezelt minták bizonyultak a legjobbnak, ezért ebben az esetben is **500 MPa, 120 s** HHP kezelést alkalmaztam, szobahőmérséklettel kombinálva. A nyomás növelése 100 MPa/60 s sebességgel történt, míg a nyomás elengedése pillanatszerű volt. A kísérlet arra irányult, hogy meghatározzuk a nagy hidrosztatikus nyomással kezelt lé eltarthatósági idejét. A tárolási kísérlet összesen 16 hétig tartott, a dolgozatomban az első nyolc, illetve tíz hét eredményeit mutatom be.



4. ábra: Narancslé kontroll minta



5. ábra: HHP kezelt narancslé minta

A kezeléshez szükséges narancslevet a tanszéken állítottam elő. A megmosott lénarancsokat Zummo Z14 típusú narancsfacsaró géppel préseltem ki (**6. ábra**), majd polietilén tasakokba töltöttem. Összesen 96 darab 200 ml-es mintát és 96 db 25 ml-es felülfertőzött mintát (**5. ábra**) készítettem. A mintaszám felét kezeltem, a mintaszám másik fele pedig kontrollként szolgált. A kezelést a Tanszéken található RESATO FPU 100-2000 laboratóriumi HHP berendezéssel végeztem, a nyomásnövelés sebessége 100 MPa/60 s volt, a nyomás elengedése pedig pillanatszerűen történt. A kezelőtér hőmérsékletét szobahőmérsékletre állítottam, a kezelést 500 MPa nyomással 120 s-ig végeztem. A mintákat 8°C-on hűtve tároltam. Az így nyert mintaszámból visszamérésenként 3-3 darabot használtam fel.



6. ábra: Zummo Z14 típusú narancsfacsaró. (forrás: „Narancsfacsaró gépek”, 2014)



7. ábra: RESATO FPU 100-2000 laboratóriumi HHP berendezés (forrás: „Resato FPU 100-2000...”, 2009)

4.2 Vizsgálati módszerek

4.2.1 pH-vizsgálat

A pH-mérést szűrőelektrodás Testo206 típusú pH-mérővel (**8. ábra**) végeztem. Az egyes méréseknél 3*3 párhuzamos mérést végeztem, az eredmények átlagát és szórását oszlopdiagramokon ábrázoltam.



8. ábra: Testo206 típusú pH-mérő.



9. ábra: Minolta CR-200 tristimulusos színmérő.

4.2.2 Színmérés

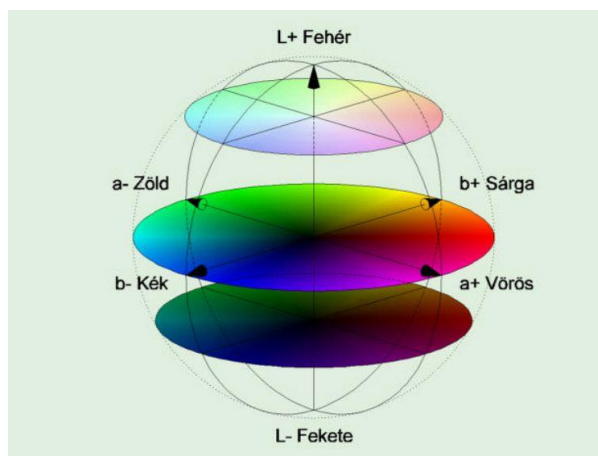
A minták színét Minolta CR-200 tristimulusos színmérővel (**9. ábra**) mértem a CIE Lab színrendszerben (**10. ábra**), amelyben L* világossági tényező, a* vörös-zöld színezet, b* sárga-kék színezet. A mért adatokból ΔE^* színinger-különbséget számítottam. Ehhez az (1.) képletet használtam

$$\Delta E_{ab}^* = \sqrt{\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2}} \quad (1.)$$

A ΔE_{ab}^* számszerűsített értékei minél nagyobbak, annál jobban képes az átlagos, normál színlátó emberi szem felfedezni a különbségeket, ezt az érzékelhetőség szerint szokták felosztani, amelyet a **3. táblázatban** mutatom be.

3. táblázat: A CIE Lab ΔE_{ab}^* színkülönbségek vizuális érzékelési képessége. („CIELAB színingerkülönbség meghatározás”, 2014 alapján)

ΔE_{ab}^*	színmegkülönböztetési képesség
<0,5	nincs
0,5-1,5	alig tapasztalható
1,5-3,0	észrevehető
3,0-6,0	jó
6<	nagy



10. ábra: A CILab színmodel egyszerűsített ábrázolása. (Forrás: „CIE színrendszerek”, 2014)

4.2.3 A színmérés eredményeinek értékelése statisztikai módszerekkel

A színmérés eredményeinek statisztikai értékelését az *IBM SPSS Statistics 20.0* statisztikai szoftverrel végeztem. A frissen préselt *szőlő-almalé*, illetve *mangó-ananász-narancslé* L^* , a^* és b^* várható értékére **kéttényezős varaincianalízist** (ANOVA-t) (teljesen véletlen elrendezéssel) alkalmaztam, ahol a két tényező a kezelés, illetve a tárolás volt. A kéttényezős ANOVA alkalmazása általában laboratóriumi kísérletek, kis kiterjedésű földterületen, vagy üvegházban végzett kísérletek kiértékelésére szokták alkalmazni (Harmos és Ladányi, 2005). A statisztikánál feltett kérdésem az volt, hogy van-e szignifikáns eltérés a különböző kezelések és a tárolás hatása között L^* , a^* , illetve b^* várhatóértékének tekintetében. Ehhez a következő feltételeket vettem alapul:

- H_0 nullhipotézis állításai: a kezelés és tárolás hatása között nincs interakció, a minták L^* , a^* és b^* értékeiben nincs szignifikáns eltérés.
- H_A ellenhipotézis: létezik legalább egy olyan minta, amelynél a kezelés és tárolás hatásai között van interakció, a minták között szignifikáns különbség van L^* , a^* és b^* tekintetében.
- Az elsőfajú hiba, $\alpha=0,05$.

A frissen préselt *narancslé* L^* , a^* és b^* eredményeinek várhatóértékére pedig **egytényezős varianciaanalízissel** (teljes véletlen elrendezésű ANOVA-val) vizsgáltam. A statisztikai vizsgálatot külön-külön futtattam le L^* , a^* és b^* színtényezők várható értékére. Ennek oka, hogy egyetlen szempont (a tárolás) alapján végeztem a minták között összehasonlítást. A statisztika lefuttatásával arra voltam kíváncsi, van-e szignifikáns különbség L^* , a^* és b^* várhatóértékének esetén a tárolás hatására.

- H_0 nullhipotézis: a különböző tárolási időpontok hatása között nincs különbség.
- H_A ellenhipotézis: legalább egy tárolási időpont hatása eltér a többitől.
- Az elsőfajú hiba, $\alpha=0,05$.

4.2.4 Mikrobiológiai vizsgálatok

4.2.4.1 *Aspergillus niger* (Felülfertőzés)

A HHP kezelés élesztő- és penészcsíra pusztító hatásának vizsgálatára felülfertőzési kísérletet végeztem a frissen préselt *narancslé* esetében. *Aspergillus niger* penésztörzs ferdeagaros tenyészetével oltottunk be 2,5 l narancslevet, amelynek így a kezelés előtti penész-száma 10^5 TKE/ml volt. A felülfertőzéshez felhasznált frissen préselt narancslevet nem steriliztem, vagyis a természetes mikroflóra mellé történt a felülfertőzés.

Az *Ascomycetes* osztályba tartozó, *Aspergillus* nemzetségbe sorolt fajok konídiumos gombák. Az egyes fajok azonosításánál figyelembe veszik a konídiumok színét, konídiumfejek alakját, a vezikulum alakját, a vezikulum csak fialidokat (egysoros fej), vagy metulákat és fialidokat (kétsoros fej) hordoz, illetve hogy a vezikulum milyen hányadát borítják metulák, vagy fialidok. Egyes fajoknál képződhetnek változatos alakú, vastag falú, ún. Hülle sejtek (Péter, 2007).

Az *Aspergillus niger* hifája fehér, vagy sárga, a konídiumfejei feketék, sugarasak. A konídiumtartók 1-3nm hosszúak, a gömb alakú vezikulumok 50-100 μ m átmérőjűek, egész felületüket metulák és fialidok borítják. A lényegében gömb alakú konídiumok 3,5-5 μ m átmérőjűek, felületük lehet érdes, vagy tüskés, esetleg csíkos, sötétbarnák, vagy feketék (Péter, 2007).

Növekedésükhöz minimum 6-8°C szükséges, hőmérséklet optimumuk 35-37°C, a maximum pedig 45-47°C. Legalább $a_w=0,77$ mellett szaporodnak, a nagy vízaktivitású közegekben akár pH2-nél is képesek a növekedésre. Konídiumai a mikrohullámú sugárzással szemben ellenállónak mutatkoznak, a fekete színe miatt pedig védett az UV-sugárzással szemben is. Mikotoxinok termelését (pl. ochratoxin-A) az utóbbi időben mutatták ki (Péter, 2007). Az *Aspergillusok* közül több fajt hasznosítanak ipari méretekben is, így az *A. niger*, elsősorban enzimek (amiláz, proteáz és pektináz) és szerves savak (citromsav) előállítására (Deák, 2006). Az aszeprgillusok közül az *A. niger* okoz leggyakrabban romlást gyümölcsökön, így citrusféléknek, szőlőn, almán, körtén, stb., de az élelmiszerek igen széles spektrumán okozhat romlást, így az olajos magvaktól a gabonafélékig, zöldségekig, sőt húskészítményekben is kimutatható (Péter, 2007).

A minták közvetlen agarlemezre az élelmiszer mikrobiológiai vizsgálatának hatékony módszere. A penész- és élesztőgombák kimutatásához szelektív, antibiotikumot tartalmazó tápközegek alkalmazhatóak jól (Péter, 2007). Esetünkben felületi szélesztéssel vizsgáltuk három párhuzamos méréssel hígítási sorból a penész- és élesztőgombák jelenlétét.

4.2.4.2 *Saccharomyces uvarum* (Felülfertőzés)

Saccharomyces uvarum élesztőtörzs szuszpenzióval 10^5 TKE/ml élesztősejt-számot értünk el a penésztörzzsel is beoltott 2,5 l narancslében. Az így előkészített penész- és élesztőgombával felülfertőzött narancsléből 98 darab, egyenként 25 ml-es mintát készítettünk, amelyeket szintén polietiléntasakokba csomagoltunk, majd kezeltünk.

A *Saccharomyces uvarum* a *Sacharomyces* nemzetségbe tartozó faj. A nemzetség fajai szűk alapú, multilaterális sarjadzással szaporodó, gömbölyű, ovális, vagy hengeresen megnyúlt sejtek. Álhífat ritkán képeznek, valódi fonál pedig nem fordul elő. A vegetatív sejtek döntően diploidok, közvetlenül alakulnak át tartósfalú sporangiummá, melyben négy gömbölyű, vagy ovális, sima falú spóra képződik. A nitrogénforrások közül nitrátot, etilamint, kadaverint és lizint nem asszimilálnak (Magyar, 2010).

A *Saccharomyces uvarum* fajt korábban a *Saccharomyces bayanus* fajhoz sorolták, ám a modern molekuláris identifikálási módszerekkel, továbbá fiziológiai és genetikai bélyegek alapján mára különválasztották. A fajt gyakran izolálják hűvösebb klímájú borvidékeken, vagy magasabb cukortartalmú, illetve botritiszes borok erjesztésekor így nem csoda, hogy a Tokaji borvidéken gyakran előforduló élesztőfaj. Borászati starterkultúraként iparilag alkalmazható. Mustok és gyümölcslevek spontán erjesztéséért ez a faj a felelős a *S. cerevisiae* mellett (Magyar, 2010). A borászati alkalmazás mellett a kávébab fermentációjában is résztvevő élesztőfaj (Deák, 2006).

A penész és élesztő pusztító hatás mellett a **mezofil aerob** összes csíraszám csökkentő hatását is vizsgáltam a kezelésnek. Ehhez TGE táptalajon szélesztést végeztem a szokványos módon, majd 37°C hőmérsékleten három napig inkubáltam a mintákat. Összegezve a mikrobiológiai vizsgálatokat: **kontroll**, az *Aspergillus niger*rel és *Saccharomyces uvarum*mal **beoltott kontroll**, valamint az előbb említett törzsekkel **beoltott nyomáskezelt mintákat** vizsgáltam.

4.2.5 Érzékszervi bírálat

Végül az érzékszervi tulajdonságok változásait követtem nyomon. A kísérletsorozat kialakításában a legfontosabb eredményeket adta, hiszen ezek alapján változtattam a kezelési

paramétereket. A bírálatokat minden esetben 3 fős laikus bírálócsoporthoz végezte, a bírálók egymástól függetlenül végezték bírálataikat. Leíró értékelést alkalmaztam.

4. táblázat: Az érzékszervi bírálatok napjai a kezeléseket követően.

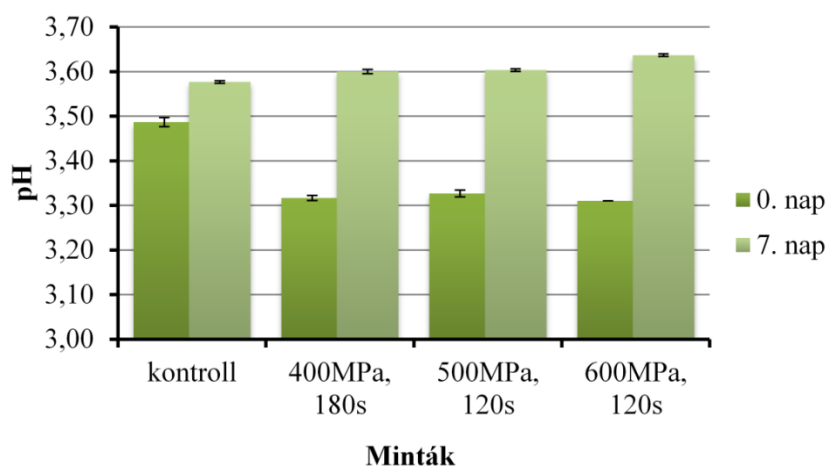
Kísérlet	Érzékszervi bírálat napja a kezelést követően
Vegyes levek próbakezelése	0.; 2.
Vegyes levek kezelése	0.; 7.
Narancslé kezelése	0.; 14.; 28.; 42.; 56.; 70.

Amennyiben a kontroll minta a bírálat időpontjában még nem mutatott romlási folyamatokat, ahhoz hasonlítottuk a kezelt mintákat. Az érzékszervi bírálatok kezeléseket követő időpontjait a **4. táblázatban** foglaltam össze.

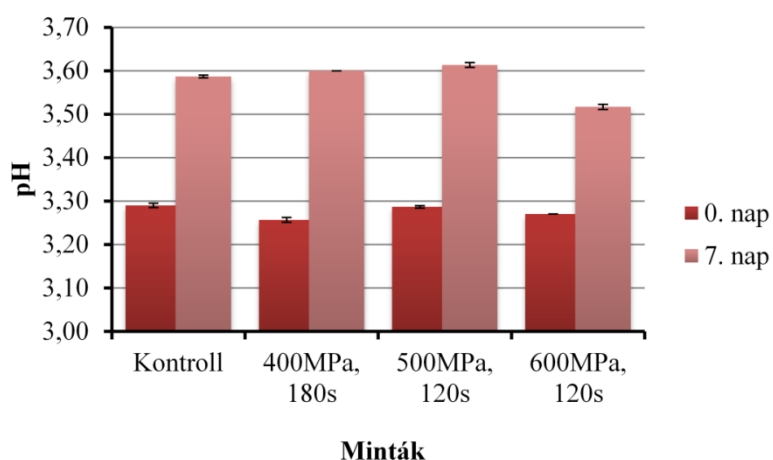
5 Mérési eredmények és értékelésük

5.1 Első mérési sorozat, vegyes gyümölcslevek

5.1.1 pH-érték



11. ábra: A pH változása az alma-szőlő mintánál



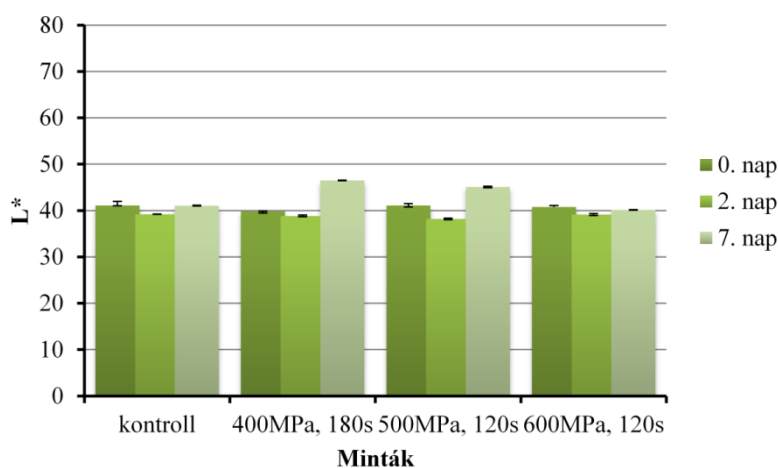
12. ábra: A pH-érték változása a mangó-ananász-narancs mintáknál

A frissen préselt *alma-szőlőlé* pH-értéke a kezelést követően csökkent (mintegy 0,2-et), majd az egy hét tárolás alatt nőtt, a kontroll minta esetében 0,1 a kezelt mintáknál 0,3 emelkedést tapasztaltam (11. ábra). A kezelés nyomásértékének emelésével kismértékű pH-emelkedést figyeltem meg a hetedik nap eredményeinek összevetésekor, ám ez elenyésző. Ezzel szemben a *mangó-ananász-narancs* minták pH-értéke már a kezelés napján is minimálisan ugyan, de nőtt (12. ábra). Egy hét elteltével ebben az esetben is a pH

növekedését tapasztaltam, amely a kezeletlen és kezelt mintáknál is mintegy 0,3-del nőtt. A mangó-ananász-narancs mintáknál nem fedezhetünk fel egyértelmű összefüggést a pH-változása és az alkalmazott kezelési nyomás között.

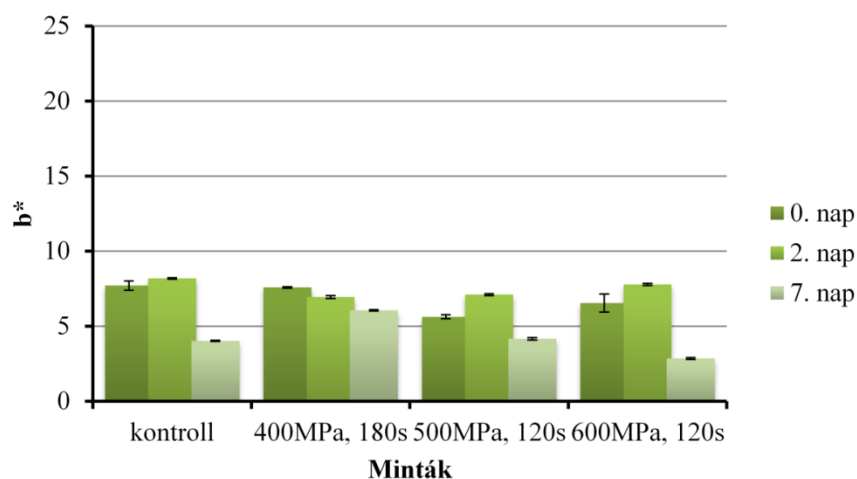
A két különböző összetételű minta pH-értékét összevetve láthatjuk, hogy a tárolást követően minden mintánál a pH 3,6 körüli értéket vett fel. A két léösszetétel pH-értékeinek a nyomáskezelésre bekövetkező eltérő mértékű változása azzal magyarázható, hogy az egyes gyümölcsök különböző savösszetétellel és savtartalommal rendelkeznek, amelyek más-más módon reagálnak a HHP kezelésre. A pH változásának grafikus bemutatásánál az Y-tengely értékeit azért nem nullától vettem fel, mert így a tapasztalt változásokat jobban tudom érzékeltetni.

5.1.2 Színváltozása

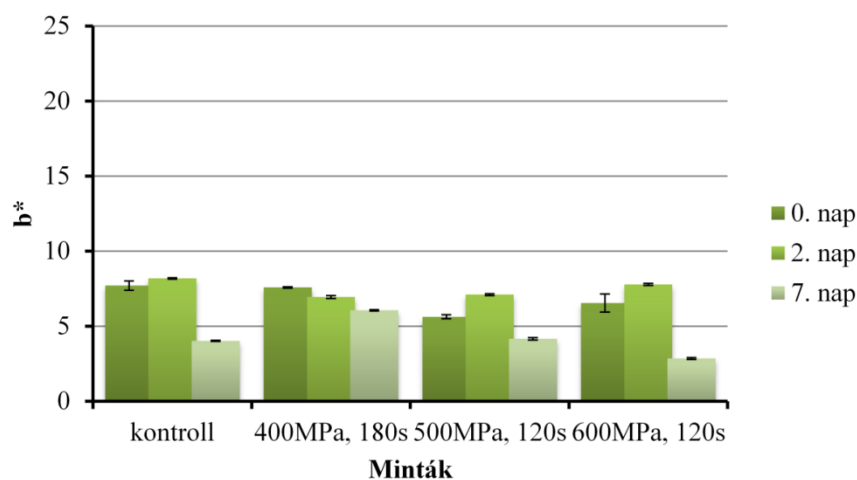


13. ábra: A világossági tényező, L^* változása a kezelés hatására a szőlő-alma mintáknál

A *szőlő-alma* L^* világossági tényezőjét vizsgálva (**13. ábra**), azt tapasztaltam, hogy a kezelés napján a kontrollhoz viszonyítva a 400 MPa-on, 180 s-ig kezelt minta kismértékben sötétedett, ellenben az 500 MPa-on és 600 MPa-on 120 s-ig kezelt mintáknál elhanyagolható a változás. A második napon mért L^* értékek minden mintánál csökkentek, mind a 0. napi kontrollhoz, mind a 0. napon mért saját világossági tényezőikhez viszonyítva. Vagyis a második napra a levek sötétedtek. Ezzel ellentétesen változott L^* a hetedik napra: minden minta esetében nőtt, azaz világosodtak a minták. A kontroll és 600 MPa-on kezelt szőlő-alma L^* világossági tényezőjének értéke megegyezett a kezelést követően mérttel, miközben a 400 és 600 MPa-on kezelt minták világosodtak.



14. ábra: A vörös-zöld színtényező, a^* alakulása a szőlő-alma mintáknál

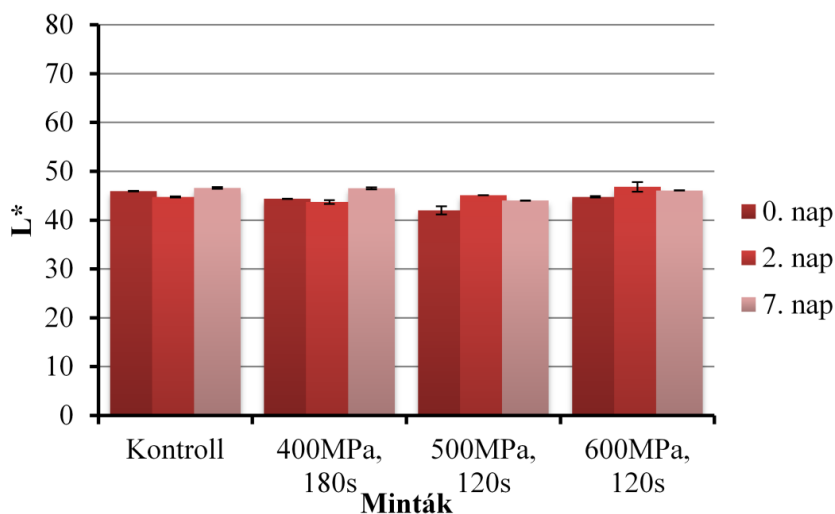


15. ábra: A sárga-kék színtényező, b^* változása a szőlő-alma mintáknál

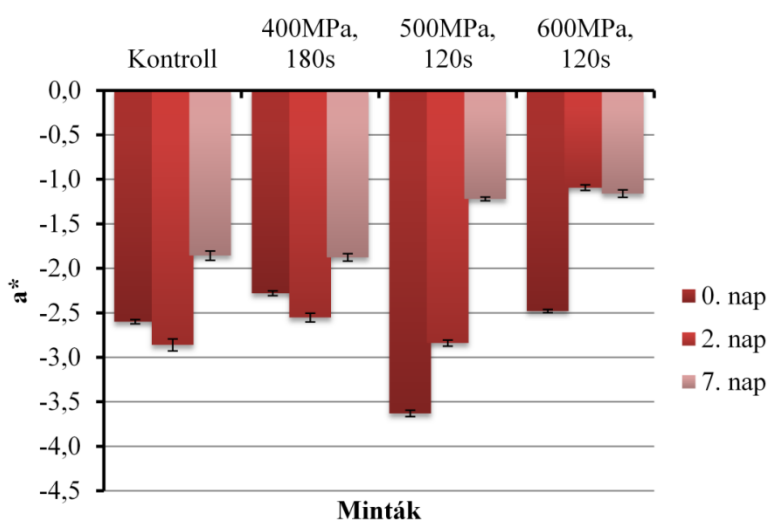
Az a^* vörös-zöld színtényező (14. ábra) a kezelést követően a kontrollhoz viszonyítva csökkent, kivéve a 400 MPa-on 180 s-ig kezelt mintát. A második napra az L^* értékénél tapasztalt tendenciának éppen az ellenkezőjét tapasztaltam, vagyis a^* értéke nőtt, a hetedik napra pedig csökkent. Tehát az alma-szőlőlevelek színe először a vörös, majd a zöld árnyalat felé tolódott el. Minél nagyobb volt az alkalmazott nyomás, annál kisebb a^* értéket mértem a hetedik napon.

A b^* , sárga-kék színtényező esetében igen minimális változásokat láthatunk (15. ábra). A kezelés napján csökkenést, majd a második napra növekedést tapasztaltam (kivéve a 400 MPa-on kezelt levét), majd a hetedik napra b^* értéke csökkent. Minél nagyobb

volt az alkalmazott nyomás, annál nagyobb a változás. A hetedik napi kontroll és az 500 MPa-on 120 s-ig kezelt szőlő-almalé b^* értéke megegyezik.



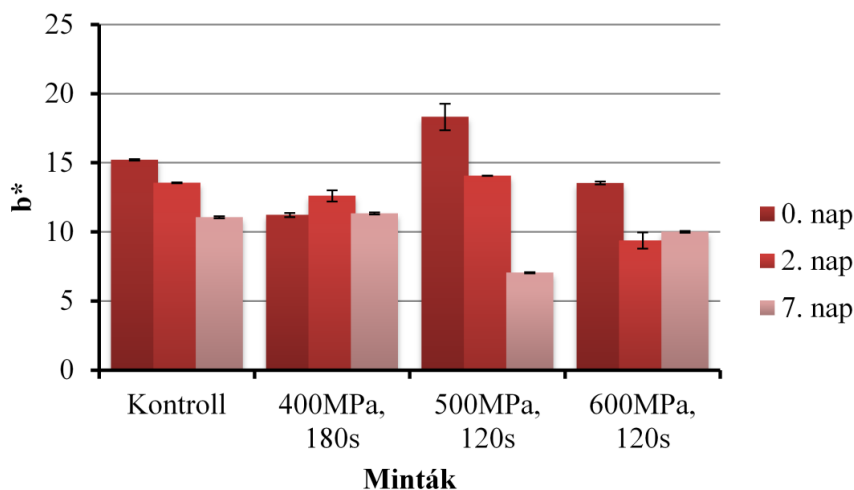
16. ábra: A világossági tényező, L^* változása a kezelés és tárolás hatására a mangó-ananász-narancs mintánál



17. ábra: A vörös-zöld szintényező, a^* alakulása a kezelés hatására a mangó-ananász-narancs mintánál

A mangó-ananász-narancslé esetében L^* világossági tényező (16. ábra) a kontroll és 400 MPa-on kezelt minták esetében hasonló trendet mutat, mint a szőlő-almalé esetében, nevezetesen a két minta a második napra sötétedett, a hetedikre világosodott. Az 500 és 600 MPa-on kezelt minták ugyanakkor először sötétedtek, utána némileg világosodtak. A tárolás végére, az 500 MPa-on kezelt levet leszámítva, a minták megegyező világossági tényezővel rendelkeztek. Következésképpen azt vontam le, hogy a mangó-ananász-narancslé L^* értékére kevésbé volt hatással az alkalmazott HHP kezelés, mint az alma-szőlőlénél. Ennek oka abban

is keresendő, hogy a szőlő és alma *oxidációra* igen érzékeny, nem úgy, mint a narancs, ananász, vagy mangó, amelyeknek magasabb az antioxidáns kapacitásuk, így kevésbé oxidálódnak.



18. ábra: A sárga-kék színtényező, b^* változása a kezelés hatására a mangó-ananász-narancs mintánál

Az a^* vörös-zöld színtényező (17. ábra) a kezelést követően lényegében nem változik, kivéve az 500 MPa-on kezelt mintát. A második napra a kontroll és 400 MPa-on kezelt leveknél minimális csökkenést, míg az 500 és 600 MPa-on kezeltéknél ennél jelentősebb növekedést érzékelünk. A hetedik napra minden mintánál nőtt a^* értéke, más szóval a levek színe a zöldes árnyalatból a vöröses felé tolódott el. Az alma-szőlőlével összevetve azt vonhatjuk le, hogy az alma-szőlő a^* értékeire kisebb mértékben volt az alkalmazott kezelés befolyással.

A b^* , sárga-kék színtényező változását a 18. ábrán látjuk. A kezelés után a minták b^* értéke csökkent, kivéve az 500 MPa-on kezelt levét. A 0. napi kontrollal összevetve b^* értéke minden esetben csökkent a kezelést követő második és hetedik napra egyaránt. A második és hetedik nap között a b^* a kékesebb árnyalat felé változott tovább, kivéve a 600 MPa-on kezelt levét. A hetedik napra gyakorlatilag minden minta (az 500 MPa-on kezeltet leszámítva) azonos b^* értéket vett fel. Ez az alma-szőlőnél tapasztaltakkal voltaképpen megegyező következtetést enged levonni: a b^* színtényezőre az alkalmazott kezeléseknek hosszú távon nincs jelentős hatása.

5. táblázat: ΔE_{ab}^* színkülönség a 0. napon mért eredményekhez hasonlítva az alma-szőlőlénél

0. nap	kontroll	400 MPa, 180 s	500 MPa, 120 s	600 MPa, 120 s
0. nap kontrollhoz	0	1,3	2,36	1,32
0. nap 400 MPa-hoz	1,3	0	2,66	1,56
0. nap 500 MPa-hoz	2,36	2,66	0	1,14
0. nap 600 MPa-hoz	1,32	1,56	1,14	0
2. nap kontroll	2,18	1,18	3,8	2,71
2. nap 400 MPa, 180 s	2,66	1,56	3,49	2,61
2. nap 500 MPa, 120 s	3,01	1,73	3,58	2,78
2. nap 600 MPa, 120 s	2,03	0,8	3,35	2,3
7. nap kontroll	3,69	3,79	1,8	2,55
7. nap 400 MPa, 180 s	5,65	6,86	5,6	5,83
7. nap 500 MPa, 120 s	5,35	6,31	4,25	4,92
7. nap 600 MPa, 120 s	5,02	4,85	2,94	3,76

A színmérés eredményeiből számolt ΔE_{ab}^* **színkülönbség** értékeket az *alma-szőlőlé* esetében az **5., 6. és 7. táblázatban** összegeztem, míg a *mangó-ananász-narancslé* ΔE_{ab}^* értékeit a **8., 9. és 10. táblázatban** összegeztem. A táblázatokban a színkülönbségek szemléletesebb bemutatására különböző színárnyalatokkal jelöltem a különböző intervallumokba sorolható különbségeket, minél sötétebb árnyalattal jelöltem az egyes értékeket, annál jobban látható a különbség a minták színe között az emberi szem számára. Az egyes kategóriák és alkalmazott színárnyalatok értelmezését a 3. táblázat könnyíti meg.

Az egyes napok méréseiből számolt ΔE_{ab}^* értékeket csupán egy-egy táblázatban tüntetem fel. A az *alma-szőlőlé* 0. napi eredményekből számolt színinger-különbségek (**5. táblázat**) az egyes minták között viszonylag kicsik, mind az emberi szem által alig észrevehető, vagy észrevehető tartományba esik. Ezzel szemben a **8. táblázatban** látható *mangó-ananász-narancslé* 0. napi színkülönbségei igen nagyok. A legnagyobb különbségeket a többi minta színéhez képest az 500 MPa-on, 120 s-ig kezelt lé mutatta.

6. táblázat: ΔE_{ab}^* színekülönbség a 2. napon mért adatokhoz viszonyítva az *alma-szőlőlénél*

2. nap	kontroll	400MPa, 180 s	500 MPa, 120 s	600 MPa, 120 s
2. nap kontroll	0	1,31	1,63	0,59
2. nap 400 MPa, 180 s	1,31	0	1,12	1,11
2. nap 500 MPa, 120 s	1,63	1,12	0	1,21
2. nap 600 MPa, 120 s	0,59	1,11	1,21	0
7. nap kontroll	4,72	3,95	4,26	4,3
7. nap 400 MPa, 180 s	7,64	7,76	8,4	7,57
7. nap 500 MPa, 120 s	7,3	7,06	7,56	7,05
7. nap 600 MPa, 120 s	5,71	4,76	4,83	5,23

7. táblázat: ΔE_{ab}^* színekülönbség a 7. napon mért eredményekhez hasonlítva az *alma-szőlőlénél*

7. nap	kontroll	400 MPa, 180 s	500 MPa, 120 s	600 MPa, 120 s
7. nap kontroll	0	5,85	4,03	1,59
7. nap 400 MPa, 180 s	5,85	0	2,56	7,21
7. nap 500 MPa, 120 s	4,03	2,56	0	5,09
7. nap 600 MPa, 120 s	1,59	7,21	5,09	0

A szőlő-almalé esetében kisebb különbségeket tapasztalunk az egyes minták színe között, mint a mangó-ananász-narancslénél. A frissen préselt alma-szőlőlénél legnagyobb különbségeket a 2. és 7. nap összehasonlításakor fedezhetjük fel, amikor a 400 és 500 MPa-on kezelt minták 7. napi eredményei a többi mintához képest nagy a különbséget mutatnak, a többi esetben pedig jól láthatóak a különbségek (6. táblázat). A *mangó-ananász-narancslé* esetében jóval nagyobb színekülönbségek adódtak. Az eredmények döntő hányada a jól látható kategóriába esett.

A frissen facsart *mangó-ananász-narancslé* 0. napon és egy héttel később mért színeinek számolt színekülönbségeit vizsgálva (8. táblázat) azt tapasztaltam, hogy a legnagyobb színbeli eltérések az 500 MPa-on, 120 s-ig kezelt mintánál fedezhetőek fel, amelyek mind a nagy (nagyon jól látható) kategóriába sorolhatók. A hetedig napi mérési eredményeket összevetve azonban már csak legfeljebb jól látható kategóriába esnek a számolt színekülönbségek.

8. táblázat: ΔE_{ab}^* a 0. napon mért eredményekhez viszonyítva a *mangó-ananász-narancslénél*

0. nap	kontroll	400 MPa, 180 s	500 MPa, 120 s	600 MPa, 120 s
0. nap kontrollhoz	0,00	4,30	5,12	2,04
0. nap 400 MPa-hoz	4,30	0,00	7,60	2,36
0. nap 500 MPa-hoz	5,12	7,60	0,00	5,64
0. nap 600 MPa-hoz	2,04	2,36	5,64	0,00
2. nap kontroll	2,06	2,43	5,55	0,38
2. nap 400 MPa, 180 s	3,43	1,56	6,06	1,42
2. nap 500 MPa, 120 s	1,44	2,99	5,33	0,72
2. nap 600 MPa, 120 s	6,09	3,28	10,46	4,84
7. nap kontroll	4,27	2,28	8,77	3,14
7. nap 400 MPa, 180 s	3,99	2,20	8,51	2,88
7. nap 500 MPa, 120 s	8,51	4,33	11,70	6,66
7. nap 600 MPa, 120 s	5,40	2,36	9,57	3,98

9. táblázat: ΔE_{ab}^* a *mangó-ananász-narancslénél* a 2. napon mért adatokhoz viszonyítva

2. nap	kontroll	400 MPa, 180 s	500 MPa, 120 s	600 MPa, 120 s
2. nap kontroll	0	1,44	0,63	4,98
2. nap 400 MPa, 180 s	1,44	0	2,04	4,71
2. nap 500 MPa, 120 s	0,63	2,04	0	5,28
2. nap 600 MPa, 120 s	4,98	4,71	5,28	0
7. nap kontroll	3,26	3,35	3,49	1,87
7. nap 400 MPa, 180 s	3,02	3,17	3,23	2,11
7. nap 500 MPa, 120 s	6,76	5,73	7,29	3,66
7. nap 600 MPa, 120 s	4,15	3,77	4,49	0,98

10. táblázat: ΔE_{ab}^* szinkülönbség változása a 7. napon mért eredményeknél a *mangó-ananász-narancslénél*

7. nap	kontroll	400 MPa, 180 s	500 MPa, 120 s	600 MPa, 120 s
7. nap kontroll	0	0,3	4,83	1,39
7. nap 400 MPa, 180 s	0,3	0	5,02	1,55
7. nap 500 MPa, 120 s	4,83	5,02	0	3,61
7. nap 600 MPa, 120 s	1,39	1,55	3,61	0

5.1.3 A színváltozás statisztikai értékelése

Annak eldöntéséhez, hogy a mért különbségek szignifikánsnak bizonyulnak-e, statisztikai módszerekhez kell folyamodnunk. Ehhez SPSS-Statistics 20 szoftverben kéttényezős ANOVA-t használtam, ennek eredményeit a *szőlő-almalé* esetében a melléklet **I. táblázatában** összegeztem.

Az elemzés készítésekor az elsőfajú hibát $\alpha=0,05$ -re választottam. A nullhipotézis (H_0) pedig azt állítja, hogy nincs hatása sem a tárolásnak, sem a kezelésnek a levek szinténnyezőire. Az ellenhipotézis (H_A) pedig azt állítja, hogy vagy a tárolásnak, vagy a kezelésnek, vagy mindkettőnek van hatása a levek szinténnyezőire.

Mivel az L^* esetében a szignifikanciaszint (SL, a táblázatban: sig.) kisebb, mint az elsőfajú hiba, α , ezért H_0 hipotézist elvettem. Tehát a kezelésnek és a tárolásnak is szignifikáns hatása van az *alma-szőlőlé* L^* világossági tényezőjére. A lefutott statisztika eredménye azt mutatja, hogy legnagyobb befolyással a tárolás, második legnagyobb hatással a tárolás és kezelés interakciója, míg legkisebb befolyással maga a kezelés volt L^* világossági tényezőre.

A **I. táblázatban** látható, hogy a^* vörös-zöld szinténnyezőre számított szignifikanciaszint (SL) kisebb, az elsőfajú hiba, ezért ebben az esetben szintén H_0 -t elvetjük, ebben az esetben is azt látjuk, hogy a felállított modell alapján a legnagyobb hatása a tárolásnak volt, ezt követte a kezelés és tárolás interakciója, míg a legkisebb hatása a kezelésnek volt. A b^* elvégzett kéttényezős ANOVA szintén az előbbiekkal megegyező eredményt adott a hipotézis vizsgálatokor, ellenben itt a tárolás és kezelés kölcsönhatásai voltak a legkisebb befolyással a sárga-kék szinténnyezőre.

A *mangó-ananász-narancs* minták világossági tényezőjére elvégzett statisztika (melléklet **II. táblázat**) alapján kijelenthető, hogy van statisztikailag szignifikáns különbség az egyes minták világossági tényezője között. Az elemzés alapján láthatjuk, hogy ebben az esetben a legnagyobb hatása magának a kezelésnek volt, míg a legkisebb a tárolásnak. A vörös-zöld szinténnyező esetében szintén elvettem H_0 hipotézist, azaz van szignifikáns különbség a minták a^* értéke között. A sárga-kék szinténnyezőre lefutott statisztika szintén szignifikáns különbséget adott. A szoftver által felállított modell alapján azt láthatjuk, hogy a legnagyobb hatása ismét a tárolásnak volt, míg legkisebb a kezelésnek.

Tehát összegezve mindkét frissen préselt vegyes gyümölcsle mintánál statisztikailag alátámasztott szignifikáns különbségek alakultak ki az egyes szinténnyezőkben. Ez egybevág a ΔE_{ab}^* -nél tapasztaltakkal. A statisztikai elemzés azonban rámutat arra is, hogy elsősorban

nem a kezelés, hanem a tárolás, valamint a tárolás és kezelés interakciójából fakadnak a különbségek.

5.1.4 Érzékszervi bírálat

Az első, 600 MPa-on 300 s-ig kezelt minták érzékszervi bírálatát a kezelés napján, utána két nappal, valamint egy héttel történt, amelyek során megállapítottuk, hogy a kontroll mintákhoz képest jelentős változás ugyan nem alakult ki sem az alma-szőlőlében, sem a mangó- narancs-ananász összetétel esetén, de egy enyhe, kellemetlen idegen ízt, műanyagos „palack-ízt” véltünk felfedezni már a második napon tartott bírálatkor is. A kontroll minták ezen okból kifolyólag üdébbek, frissebbek voltak, de a kezelt levek is külön, önmagukban vizsgálva friss jellegűnek bizonyultak.

A vegyes levek különböző kezelési paraméterekkel történő kezelését követően a 0. és 7. napon végeztünk érzékszervi bírálatokat. Ezek leíró eredményeinek bemutatását a **11. és 12. táblázatban** összegeztem.

11. táblázat: A vegyes levek 0. napi érzékszervi bírálatának összesített eredményei

Frissen préselt mangó-ananász-narancs	
kontroll	Normál, frissen préselt gyümölcslé, a gyümölcsökre jellemző élénk savakkal, üde világos narancssárga színnel, a friss gyümölcsökre jellemző íz karakterrel.
400 MPa, 180 s	Illata keserűbb karakterű, mint a kontrollé, íze jellegtelenebb, de keserűbb.
400 MPa, 180 s, <i>PE tasakban</i>	A PET palackban kezelttel megegyező érzékszervi tulajdonságokat mutat.
500 MPa, 120 s	Friss jelleg, enyhén édeskés.
500 MPa, 120 s, <i>PE tasakban</i>	A PET palackban kezelttel megegyező érzékszervi tulajdonságokat mutat.
600 MPa, 120 s	Illatában erősebb a keserű jelleg, ízében szintén ez mutatkozik, illetve illatban és ízben is felfedezhető az idegen, műanyagos karakter.
Frissen préselt alma-szőlő	
kontroll	A frissen préselt gyümölcsökre jellemző illat és íz karakter, világosbarna szín.
400 MPa, 180 s	A kontrollhoz képest illata édesebb, ízében az alma a jellegzetesebb, dominánsabb. az idegen, műanyagos karakterek még nem jelentek meg.
400 MPa, 180 s, <i>PE tasakban</i>	A PET palackban kezelt mintával egyező, idegen illat, vagy íz nyoma itt sem fedezhető fel.
500 MPa, 120 s	Az illata a 400 MPa-on kezelt mintához képest kevésbé édes jellegű, íze közelebb áll a kontrollhoz. A „PET palack-íz” egyelőre nem érezhető.
500 MPa, 120 s, <i>PE tasakban</i>	Érzékszervi tulajdonságai szintén egyezők az azonos nyomáson és azonos kezelési idővel PET palackban előállított mintával.
600 MPa, 120 s	Illata intenzív, szintén édeskésebb, íze savtompább, ízében az alma a domináns. A műanyagos illat és íz karakterek itt felfedezhetőek, bár kisebb mértékben, mint a mangó-ananász-narancs mintánál.

Az egy hete kezelt minták bírálatakor (**12. táblázat**) mindkét mintánál az 500 MPa-on kezelt termék érzékszervi tulajdonságai a legjobbnak.

A PET palack és polietilén tasak összehasonlításában egyértelműen üdőbb, frissebb jellegűnek mutatkozott a tasakban kezelt minta. Ennek oka abban keresendő, hogy a nagynyomású kezelés (HHP) hatására a PET ugyan lényeges mechanikai tulajdonságaiban nem változik (Caner et al., 2003), ellenben szén-dioxid, oxigén- és vízgőzáteresztő képessége mintegy 150%-kal is emelkedhet (Caner, Hernandez, Pascall, 2000; Bull et al., 2010).

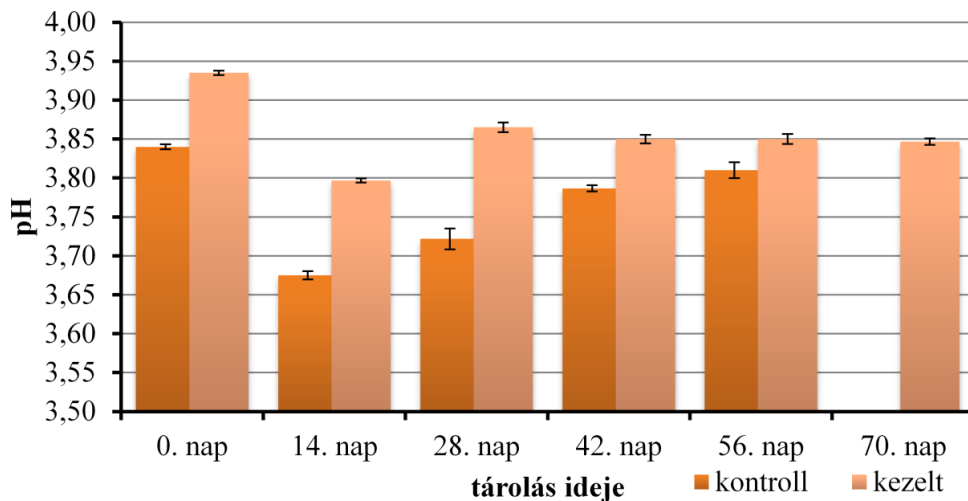
12. táblázat: A frissen préselt *alma-szőlő*- és *narancs-ananász-mangó*levelek egy héttel későbbi érzékszervi bírálatának összesített eredményei

Frissen préselt mangó-ananász-narancs	
Kontroll	Erjedésnek indult.
400 MPa, 180 s	Romlásmentes, üledékes, de felrázás után homogén, nem kezd el szétválni. Enyhén kesernyész íz érezhető.
400 MPa, 180 s, tasakos	Enyhe idegen illat, íze édeskés, savtomp, de érzékszervileg hajaz a frissen préselt gyümölcsleire.
500 MPa, 120 s	Enyhe idegen, kesernyész illat és íz.
500 MPa, 120 s, tasakban	Üdőbb illatú és ízű, mint a PET palackban ugyanilyen paraméterekkel kezelt minta. Érzékszervileg egyértelműen a legjobb tulajdonságokat mutatja.
600 MPa, 120 s	Enyhe kesernyész íz és illat, szintén hasonlít a frissen préselt levekre.
Frissen préselt alma-szőlő	
Kontroll	Gáztermelődéstől a palack felpúposodott, erőteljesen erjed.
400 MPa, 180 s	„Savtomp”, kevésbé friss karakter, kissé „fáradt” az illat és íz. Az idegen illat és íz felfedezhető.
400 MPa, 180 s, tasakban	Frissebb illatú és ízű, mint a palackban kezelt minta. Egy enyhe csípős utóíz felfedezhető a bírálók szerint.
500 MPa, 120 s	Intenzívebb illat, enyhén édeskés íz. az iddegen íz és illat megjelent.
500 MPa, 120 s, tasakban	Üdőbb illatú és ízű, mint a PET palackban ugyanilyen paraméterekkel kezelt minta. Illatra és ízre is frissebb benyomást kelt a PET palackban kezelt mintához képest.
600 MPa, 120 s	Intenzív az illata, íze enyhén édes, kevésbé savas. Ízében inkább az alma dominál.

Összességében az érzékszervi tulajdonságai alapján a kezelt minták közül az 500 MPa-on, 120 másodpercig polietilén tasakban kezelt minták állnak a legközelebb a frissen préselt leveknél megkívánthoz. így a feljebb említett okokból kifolyólag a következő kísérleti sorozatot 500 MPa kezelési nyomáson, 120 másodperc kezelési idővel polietilén tasakban végeztük.

5.2 Második mérési sorozat, frissen préselt narancslé eltarthatóságának vizsgálata

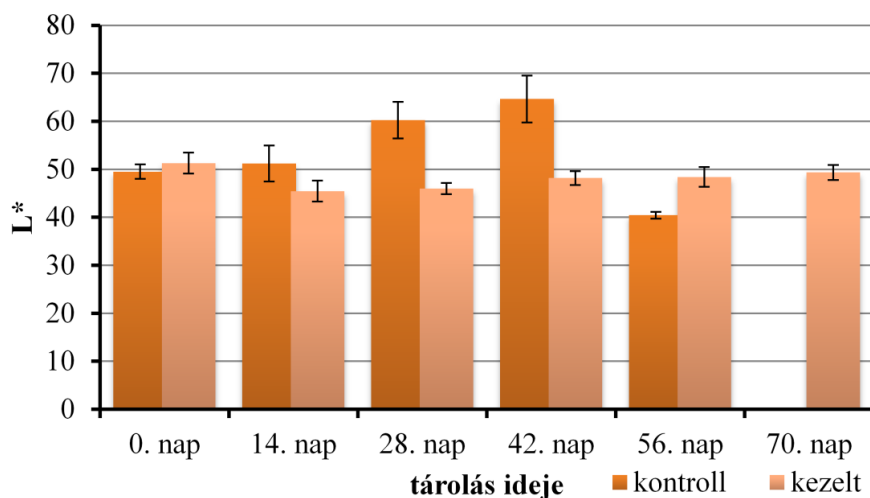
5.2.1 pH-érték



19. ábra: A pH-érték változása a tárolás alatt a narancslénél

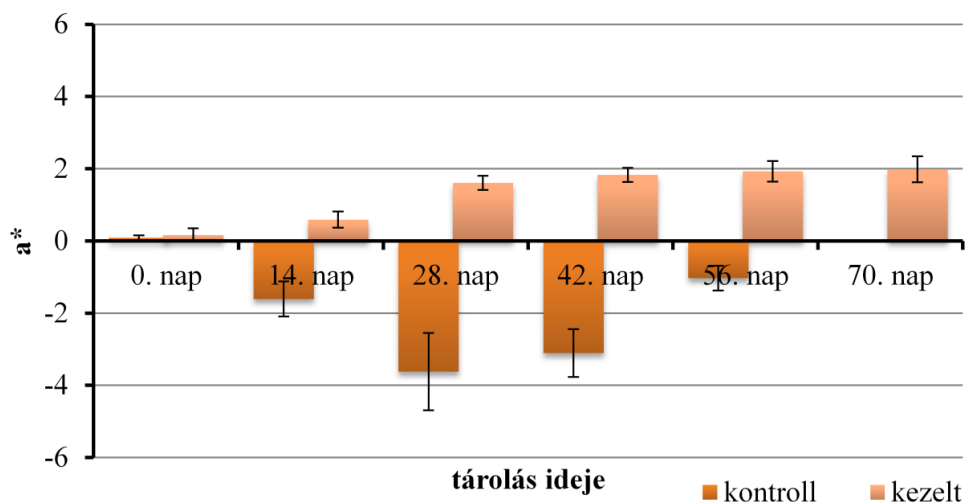
A frissen facsart narancslé pH-értékének (19. ábra) vizsgálatakor azt látjuk, hogy a kezelés hatására nőtt a pH, majd pH 3,85 körüli értéken stabilizálódott a tárolás során, amely lényegében megegyezik a 0. napi kezeletlen kontroll mintáéval. A szőlő-alma és mangó-ananász-narancs mintáknál szintén a pH emelkedését tapasztaltuk a HHP kezelés hatására. Az irodalmi források a citruslevek kezelés hatására bekövetkező kismértékű pH csökkenésről számolnak be.

5.2.2 Színváltozás



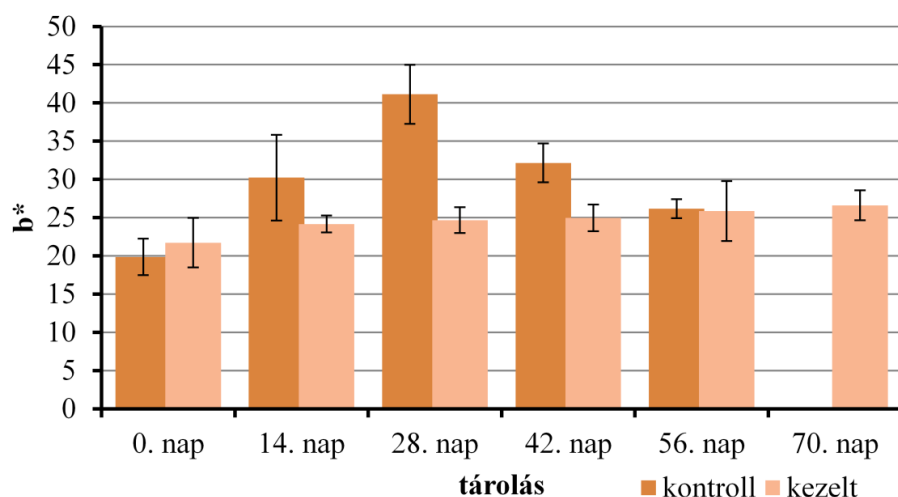
20. ábra: A narancslé L* világossági tényezőjének változása a tárolás során

A világossági tényező, L^* változását (20. ábra) szemügyre véve a kontroll minták esetében növekedést, majd hirtelen csökkenést látunk, ezen változás oka a kontroll minta 28. napra történő megromlásában keresendő. A kezelt lé a 0. napon a kontrolltól világosabb volt, majd a tárolás során kismértékben sötétedett. A kezelés hatására nagy változás nem következett be L^* világossági tényező értékében. Az első kísérleti sorozat eredményeiben ezzel épp ellenkező tendenciát láthattunk.



21. ábra: A vörös-zöld színtényező a^* alakulása a tárolás során a narancslénél

A vörös-zöld színtényező (21. ábra) alakulásában markánsan különbözik a kezelt és kontroll minta. A kontroll minta színe a zöld árnyalat felé, míg a kezelté a vörös árnyalat felé tolódott el. A HHP kezelt mintánál a tárolás alatt folyamatos növekedést állapíthatunk meg. A mangó-ananász-narancslé szintén hasonló trendet mutatott. A frissen préselt narancslé esetében azért alkalmaztam ilyen kisleptékű beosztást a 21. ábrán, mert a kezelt és kontroll minta eltérő változását csak így tudom jól szemléltetni.



22. ábra: A sárga szintényező, b^* változása narancslénél a tárolás során

A **22. ábrán** látható b^* értékében ismételt növekedést látunk a tárolási idő alatt. A kontroll a 28. napig szintén növekvő b^* értékeket mutat, ám a fellépő romlási folyamatok miatt ez később megfordult.

13. táblázat: ΔE_{ab}^* színkülönbség az adott napi *kontroll* és *kezelt* frissen préselt narancslénél

ΔE_{ab}^*	kezelt, 0. nap	kezelt, 14. nap	kezelt, 28. nap	kezelt, 42. nap	kezelt, 56. nap	kezelt, 70. nap
0. nap kontrollhoz	2,58	5,95	6,16	5,56	6,37	7,01
14. nap kontrollhoz	8,70	8,67	8,30	6,99	6,29	5,44
28. nap kontrollhoz	21,69	22,90	22,39	20,88	20,09	18,99
42. nap kontrollhoz	17,25	21,12	20,65	18,63	18,12	17,05
56. nap kontrollhoz	11,75	5,63	6,32	8,35	8,52	9,43

A frissen facsart narancslénél számított színínger-különbségeket a **13.**, **14.** és **15. táblázatban** összesítettem. A kontroll és kezelt minták összehasonlításakor (**13. táblázat**) az eredmények azt mutatják, hogy minden esetben az emberi szem által legalább jól látható a különbség. Ezt a kontroll mintában tárolás során fellépő számos változás okozhatta, így pl. oxidációs folyamatok és a mikrobiológiai romlás.

A kontroll minták között minden időpont összehasonlításában nagyon jól látható színínger-különbségeket kaptam (**14. táblázat**). Ennek magyarázatául ismét a fentebb említett okok szolgálhatnak.

14. táblázat: ΔE_{ab}^* színekülönbség a frissen préselt narancslénél *kontroll* egyes napokon mért eredményei alapján a tárolás során

ΔE_{ab}^*	kontroll, 0. nap	kontroll, 14. nap	kontroll, 28. nap	kontroll, 42. nap	kontroll, 56. nap
0. nap kontrollhoz	0,00	10,65	24,10	19,75	11,12
14. nap kontrollhoz	10,65	0,00	14,28	13,63	11,56
28. nap kontrollhoz	24,10	14,28	0,00	10,00	24,97
42. nap kontrollhoz	19,75	13,63	10,00	0,00	25,03
56. nap kontrollhoz	11,06	11,56	24,97	25,03	0,00

A frissen préselt, kezelt narancslé tárolás során tapasztalt színekülönbségei lényegesen kisebbek, mint a kontroll minták és a kontroll és kezelt minták összehasonlításakor kapott eredmények. A **15. táblázat**ban láthatjuk, hogy a kezelt minták közötti ΔE_{ab}^* a tárolás első két hetében nagyon jól észrevehető színekülönbségeket mutat, ám ez a tárolási idő előrehaladtával csökken, viszonylag stabil marad.

15. táblázat: ΔE_{ab}^* színekülönbség a frissen préselt, HHP *kezelt* narancslé különböző napokon mért eredményeiből

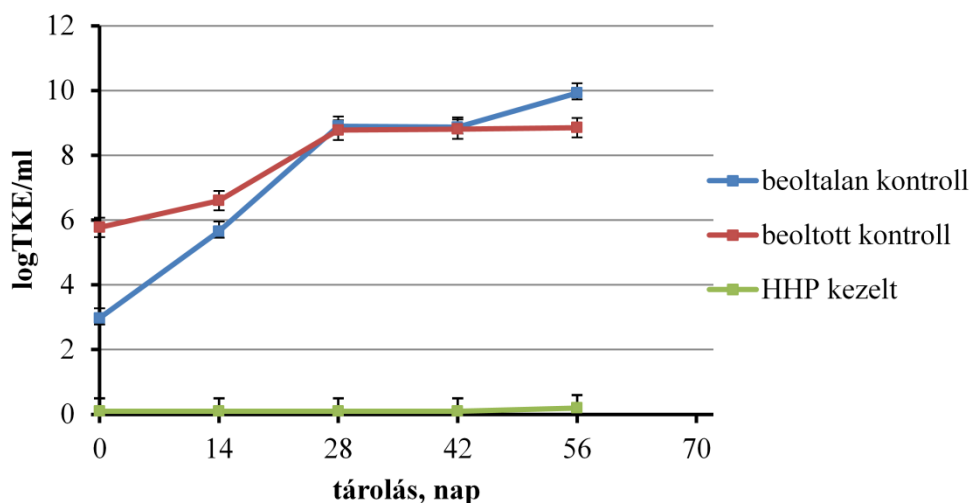
ΔE_{ab}^*	kezelt 0. nap	kezelt 14. nap	kezelt 28.nap	kezelt 42. nap	kezelt 56.nap	kezelt, 70. nap
0. nap kezeltthez	0,00	6,37	6,25	4,81	5,35	5,57
14. nap kezeltthez	6,37	0,00	1,26	3,11	3,67	4,81
28. nap kezeltthez	6,25	1,26	0,00	2,23	2,73	3,91
42. nap kezeltthez	4,81	3,11	2,23	0,00	0,92	2,02
56. nap kezeltthez	5,05	3,67	2,73	0,92	0,00	1,20
70. nap kezeltthez	5,57	4,81	3,91	2,02	1,20	0,00

5.2.3 A színváltozás statisztikai értékelése

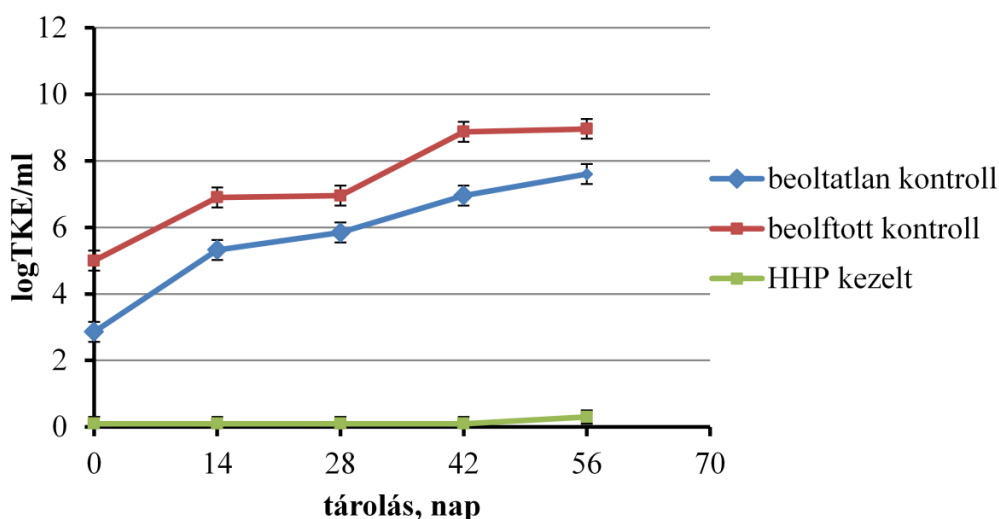
A frissen préselt narancslé tárolás alatti színváltozásának statisztikai vizsgálatára egytényezős variancia analízist (ANOVA-t) alkalmaztam. A statisztika eredményeit összegző **III. táblázat** a mellékletben található.

Az elsőfajú hiba, $\alpha=0,05$ nagyobb, mint a számított szignifikancia szint (SL, sig.), így a H_0 hipotézist, miszerint nincs statisztikai különbség a tárolás során mért L^* , a^* és b^* színtényezők várható értékében, elvettem. Ez azt jelenti, hogy elfogadom H_A kétoldali ellenhipotézist, amely azt állítja, hogy legalább egy olyan mérési időpont van a tárolás során, amelynél L^* , a^* és b^* értéke szignifikánsan eltér a többi időpontban mérttől.

5.2.4 Mikrobiológiai vizsgálatok

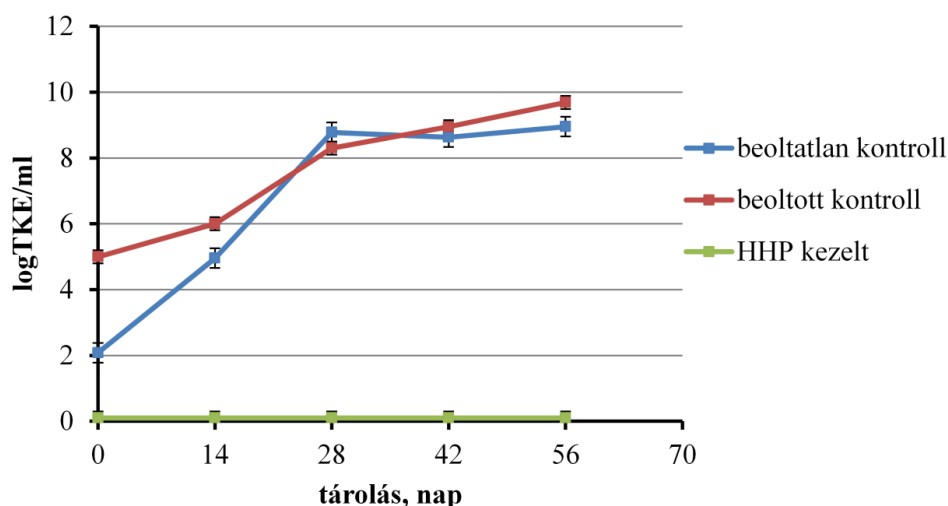


23. ábra: A mezofil aerob összes csíraszám alakulása a tárolási idő alatt



24. ábra: A felülfertőző vizsgálat eredményei, a penészgombák szaporodása

A mikrobiológiai vizsgálatok eredményeit a 23., 24. és 25 ábrán szemléltetem. Az irodalmi forrásoknak megfelelően látható, hogy az öt nagyságrendnyi mikrobiológiai szennyezettséget a kezeléssel sikerült csökkenteni. Az alkalmazott nyomáskezelés hatására nem csupán a penész- és élesztőgombák inaktiválódtak, de a vegetatív baktériumsejtek is, azaz az egész mikroflóra csökkenése következett be. Látható, hogy a kezelés hatására a felülfertőzött mintákban sem indult meg mikrobanovekedés a tárolás során. Míg a kezeletlen kontroll, illetve felülfertőzött kontroll mintáknál is jelentős mikrobaszaporodást tapasztaltam, mind a mezofil aerob csíraszám, mind a penész- és élesztőgombák esetében.



25. ábra: A felülfertőzőési vizsgálat eredményei, az élesztőgombák szaporodása

A kísérleti eredmény alapján azt feltételezem, hogy az 500 MPa, 120 s nyomáskezelés alkalmazása elegendő a frissen préselt narancslé mikrobiológiai biztonságának és stabilitásának megteremtésére.

5.2.5 Érzékszervi bírálat

A frissen facsart narancslé esetében is az egyik legfontosabb vizsgálat az érzékszervi bírálat volt. A **16. táblázat**ban összegeztem a leíró értékelés eredményeit. A kezeletlen, kontrollként használt minták 28. napra fellépő romlása miatt a kontrollt csak a szín összehasonlítására használtuk. A 70 napra olyan mértékű romlást mutatott kontroll minta, hogy alkalmazását elvetettük. Az érzékszervi bírálat eredményeiből láthatjuk, hogy a 8°C-on tárolt minta 10 hét után is megfelelő, a frissen préselt narancslére jellemző tulajdonságokkal rendelkezett. Az 500 MPa-on, 120 s-ig kezelt minta eltarthatósági ideje legalább 70 napig szavatolható a kezelést követő hűtőlánc betartása mellett, 8°C-os tárolási hőmérsékleten. Ezt az állítást az érzékszervi tulajdonságok mellett a színvizsgálata, valamint a mikrobiológiai vizsgálatok eredményei is igazolják.

16. táblázat: A frissen préselt narancslé érzékszervi vizsgálatának összesített eredményei

0. nap kontroll	Színe illata aromás. Íze jellegzetesen savas, üde. A keserű íz túl intenzívnek tűnik. Üledő rostok nem láthatóak.
0. nap kezelt	Színben nincs változás, a frissen préselt narancslére jellemző szín és állomány. Üde, friss illat és íz. Ízében kissé savszegényebbnek (édesebbnek) érződik a kontrollhoz képest.
14. nap kontroll	A két hetes tárolás ellenére nem fedezhetőek fel az erjedésre, vagy egyéb romlásra utaló jelek. Őrzi a frissen préselt narancslétől elvárható tulajdonságokat. Kivallás, üledékképződés nem fedezhető fel.
14. nap kezelt	Önmagában vizsgálva a friss lére jellemző paraméterekkel rendelkezik. Jó érzékszervi tulajdonságokkal rendelkezik. A kontroll mintával összehasonlítva viszont színe sötétebb, „narancssárgább” illatában és ízében némi fülledtség, műanyagos jelleg felfedezhető. Némileg üledékes, de összerázás után nem válik szét.
28. nap kontroll	Jelentős mennyiségű üledék jelent meg, amely összerázás után kb. 10 perccel ismét szétválik. Megjelentek benne kb. 8-10mm hosszú penészfonalak. Erjedésnek nincs jele, ellenben illata savanyú, savanyodott. Színe a friss lére hasonlít, vagy annál világosabb. Egyértelműen romlott.
28. nap kezelt	Színe a friss narancslére jellemző, sötétebb, mint a kontroll minta. Üledék mennyisége csekély, könnyen felrázható. Illata nem túl intenzív, enyhén kesernyős, a csomagolt, 100%-os narancslevekre jellemző. Íze a friss lére még mindig jellemző, bár némileg savtompá, a kesernyős íz már nem erős, az íz hossza viszonylag rövid. A rostok finomak és kicsik. Összességében jó minőségű termék.
42. nap kontroll	Savanyú, romlásra utaló illat, enyhén üledékes, de ez könnyen felkeverhető. Kitöltve is lassan ülepedik. Színe szemrevételezéssel hasonló, mint a kezelté.
42. nap kezelt	A rostok erősen kiülepedtek, de felrázás után csak igen lassan ülepednek le újra. Illata a friss lére jellemző, bár kissé savtompá. Íze szintén savtompá, enyhén édeskés, az édes íz dominál, a keserűíz alig érződik. A rostok finoman eloszlottak. Állományra nem tűnik olyan „töménynek”, mint a 100% levek.
56. nap kontroll	Savanyú illat, egyértelműen romlott. Színre talán sötétebb, mint a kezelt, de nem jelentős, alig felfedezhető a különbség.
56. nap kezelt	Rostok leülepedtek, de összerázás után viszonylag homogén. Még mindig a savtompá jelleg érződik, de nem zavaró, sőt kellemes az összbenyomás tekintetében. Hajaz a friss lére.
70. nap kezelt	Rostos rész teljesen leülepedett, de összerázást követően csak igen lassan kezdett el újra szétválni. Illata nem túl intenzív, romlás jele nem felfedezhető. Íze édeskés, enyhén savtompá, de a frissen préselt lére jellemző még mindig. Összességében magas élvezeti értékű termék.

A legalább tíz hét eltarthatóság ilyen hőmérsékleten tárolva megfelel az eddigi laboratóriumi kísérletek publikált eredményeinek, amelyek azt mutatják, hogy az eltarthatósági idő jelentősen megnövelhető alacsony tárolási hőmérséklet megválasztásával (Polydera et al. 2005).

Összefoglalás

A modern fogyasztók a magas élvezeti érték mellett egyre szélesebb körben keresik a kiemelkedő táplálkozásbiológiai értékekkel rendelkező élelmiszereket. Tudatosan választanak vitaminokban és ásványi anyagokban gazdag élelmiszereket. A korszerű élelmiszer előállításban ezen fogyasztói igények kielégítésére elengedhetetlen az új, kíméletes technológiák lehetséges alkalmazásának felkutatása, termékre szabása és ipari alkalmazása.

A nagy hidrosztatikus nyomáskezelés egyike eme „minimal processing” jelzővel illetett technológiáknak. Számos élelmiszercsoport nemtermikus tartósítására ígéretesnek mutatkozik a HHP technológia, amely még rengeteg alkalmazáskutatási lehetőség rejt magában.

Ennek kapcsán elsőként vizsgáltam a dolgozatban a HHP különböző nyomás és kezelési idővel történő alkalmazását szőlő-alma, valamint mangó-ananász-narancslevekre. A kísérlet eredményei azt mutatják, hogy a kezelés sikeresen alkalmazható a frissen facsart levek tartósító kezelésére. Az 500 MPa nyomásérték és 120 s kezelési idő kombinálásával őrizte meg leginkább, mind az alma-szőlő-, mind a mangó-ananász-narancslé, a frissen préselt jellegét.

Dolgozatomban bemutattam egy lehetséges kezelési nyomás-idő kombinációt a frissen facsart narancslé kezelésére, amelyet a kezelés alma-szőlő és mangó-ananász-narancslevek tulajdonságaira gyakorolt hatásainak alapján választottam meg.

Az 500 MPa-on, 120 s-ig nyomáskezelt frissen préselt narancslé fizikai tulajdonságainak vizsgálatánál azt tapasztaltam, hogy a kezelés után a szín stabilnak tekinthető. A pH-érték azonos marad a tárolási idő során. A mikrobiológiai stabilitás mellett az érzékszervi tulajdonságok, amelyek a frissen facsart narancslére végig jellemzőek maradtak, együttesen lehetővé teszik a termék legalább 70 napos eltarthatóságát 8°C tárolási hőmérsékleten.

A nagy hidrosztatikus nyomáskezelés tehát lehetővé teszi a frissen facsart narancslé kíméletes tartósítását, miközben táplálkozási szempontból értékes vegyületei és magas élvezeti értéke megőrződik. A fogyasztók pedig az ilyen tulajdonságokkal bíró termékeket keresik.

Felhasznált irodalom

- 1) A HHP technikáról röviden. 2013. <http://hhpresearch.blogspot.hu/2013/10/a-hhp-technikarol-roviden.html> (2014.10.03.)
- 2) Babulka P. 2005. Gyógyhatású táplálékok, étrend-kiegészítők, funkcionális élelmiszerek és betegségmegelőző anyagok. Komplementer Medicina 9 (3) 58-66.
- 3) Balla Cs. 2007. Kíméletes élelmiszer-kezelési eljárások alapjai. In: Balla Cs., Síró I. (szerk.) Élelmiszer-biztonság és –minőség II. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 83-88.
- 4) Bull, M. K. et al.,2010. Packaging under pressure: Effects of high pressure, high temperature processing on the barrier properties of commonly available packaging materials. Innovative Food Science and Emerging Technologies. 11 (2010) 533–537
- 5) Buzrul, S. 2012. High hydrostatic pressure treatment of beer and wine: A review. Innovative Food Science and Emerging Technologies. 13 (2012) 1–12.
- 6) Caner, C. et al., 2003. The use of mechanical analyses, scanning electron microscopy and ultrasonic imaging to study the effects of high-pressure processing on multilayer films. Journal of the Science of Food and Agriculture. 11 (83) 1095–1103.
- 7) Caner, C., Hernandez, R.J., Pascall, M.A. 2000. Effect of high-pressure processing on the permeance of selected high-barrier laminated films. Packaging Technology and Science. 5 (13). 183-195.
- 8) CIE színrendszerek. 2014.
http://www.epab.bme.hu/oktatas/Jegyzetek/visualization/13_Cie.pdf (2014.11.03.)
- 9) CIELAB színingerkülönbség meghatározás. 2014.
www.mogi.bme.hu/letoltes/OPTIKAI%20.../HF/cielab_utmutato.doc (2014.11.03.)
- 10) Cserhalmi Zs. 2007a. Nagyfeszültségű pulzáló elektromos térerő alkalmazása a gyümölcsfeldolgozásban. In: Barta J. (szerk.) A gyümölcsfeldolgozás technológiái. Mezőgazda Kiadó, Budapest.336-357.
- 11) Cserhalmi Zs. 2007b. Pulzáló elektromos térerő élelmiszer-ipari alkalmazása. In: Balla Cs. Síró I. (szerk.) Élelmiszer-biztonság és –minőség II. Mezőgazda Kiadó, Budapest.140-149.
- 12) Deák T. (szerk.) 2006. Élelmiszermikrobiológia. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- 13) Dressings, sauces and sandwich fillings. 2013.
http://www.hiperbaric.com/media/uploads/productos/documentos/Dressings_sauces_and_fillings_whitepaper_nov-20131.pdf (2014.10.10.)

- 14) Erkmen O., Dogan, O. C. 2004. Effects of ultra-high hydrostatic pressure on *Listeria monocytogenes* and natural flora in broth, milk and fruit juices. *International journal of food science and technology*, 39 (2004) 91-97.
- 15) Farkas J., Dalmadi I. 2007. Gyümölcskészítmények tartósítása nagy hidrosztatikus nyomással. In: Barta J. (szerk.) *A gyümölcsfeldolgozás technológiái*. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 357-363.
- 16) Feldmann, G. G. 1995: Veränderungen an Saftinhaltsstoffen bei Herstellung, Umarbeitung, Lagerung und Transport von Fruchtsaftkonzentraten (I.). *Flüssiges Obst* 11 (62) 547-605.
- 17) Flavonoidok, antocianidinek. 2014.
https://www.google.hu/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCEQFjAA&url=http%3A%2F%2Fak.pte.hu%2Fhu%2Fdownload%2Findex%2F8948&ei=1EupVPWrDYa8UbTggIAD&usg=AFQjCNEBc4l0jLddpZKgADo_Xb4zQmluBg&sig2=k5vrfiEuowZ4Fs1-qiQ1aw&bvm=bv.82001339,d.d24&cad=rjt (2014.11.04.)
- 18) Gásztity K és Lásztity R. (szerk.) 1993. *Élelmiszerkémia 2*. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 92-95.
- 19) Goh, E. et al. 2007. Baroprotective effect of increased solute concentrations on yeast and moulds during high pressure processing. *Innovative food science and technologies*, 8 (2007) 535-542.
- 20) Harmos Zs. és Ladányi M. 2005. *Biometria agrártudományi alkalmazásokkal*. Aula Kiadó, Budapest. 180-238.
- 21) Hartyáni P. 2012. Pulzáló elektromos térerő és nagy hidrosztatikai nyomás alkalmazása gyümölcslevek kíméletes tartósítására. Doktori értekezés. *Élelmiszertudományi Doktori Iskola*. Budapest. 55-62.
- 22) Hartyáni P. et al. 2011. Physical–chemical and sensory properties of pulsed electric field and high hydrostatic pressure treated citrus juices. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 12 (2011) 255–260.
- 23) Hidegkuti Gy. és Körmendy I. 2007. Vízelvonás besűrítéssel. In: Barta J. és Körmendy I. (szerk.) *Növényi nyersanyagok hőkezeléses tartósító technológiái*. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 46-64.
- 24) IBM SPSS Statistics, 20.0, IBM, USA.
- 25) Juices and smoothies. 2013.
http://www.hiperbaric.com/media/uploads/productos/documentos/Juices_whitepaper_nov-20131.pdf (2014.10.10.)

- 26) Kempkes, M. A. 2002. Pulsed Electric Field Systems. NPD Nonthermal Food Processing Short course and Workshop, September 11-13. 2002, Ohio State University, Columbus, USA.
- 27) Löffler, C. 1996. Von der Orange bis zum Saft. Flüssiges Obst. 9 (63) 483-487.
- 28) Lugasi A. 2000. Az élelmiszer eredetű flavonoidok potenciális egészségvédő hatása. Orvosi Hetilap 32. (141) 1751-1760.
- 29) Lugasi A. 2001. Élelmiszer eredetű antioxidánsok hatása primer és szekunder prevencióban: Állatkísérletes és humán tanulmányok. Doktori értekezés. Semmelweis Egyetem Általános Orvostudományi Kar 7. Ph.D. programja. 12-27.
- 30) Magyar Élelmiszerkönyv 1-3-2001/112 számú előírása a gyümölcslevekről és egyes hasonló, emberi fogyasztásra szánt termékekről.
- 31) Magyar I. 2010. Borászati mikrobiológia. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 27-34; 69-93.
- 32) Matser et al. 2012. How to compare novel and conventional processing methods in new product development: A case study on orange juice. New food magazine 5 (2012) 35-38.
- 33) Mertens, B. és Knorr, D. 1992. Developments of Nonthermal processes for Food Preservation. Food Technology. 46 (5), 124-133.
- 34) Narancsfacsaró gépek. 2014.
<http://www.freshorangeworld.com/index.php?page=termek> (2014.10.06.)
- 35) Ott J. 2007. Aszeptikus technológia. In: Barta J. és Körmendy I. (szerk.) Növényi nyersanyagok hőkezeléses tartósító technológiái. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 32-45.
- 36) Oxen, P. és Knorr, D. 1993. Baroprotective effects of high solute concentrations against inactivation of *Rhodotorula rubra*. Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie, 26, (1993) 220-223.
- 37) Péter G. 2007. A penészgombák fogalma, rövid rendszertani áttekintése. In: Balla Cs. Síró I. (szerk.) Élelmiszer-biztonság és –minőség I. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 122-155.
- 38) Polydera et al., 2005. Quality degradation kinetics of pasteurised and high pressure processed fresh Navel orange juice: Nutritional parameters and shelf life. Innovative Food Science and Emerging Technologies. 6 (2005) 1-9.
- 39) Polydera, A. C. 2004. Inactivation kinetics of pectin methylesterase of greek Navelorange juice as a function of high hydrostatic pressure and temperature process conditions. Journal of Food Engineering 62 (2004) 291–298.

- 40) Resato FPU 100-2000 laboratóriumi HHP berendezés. 2009. http://huto.uni-corvinus.hu/fileadmin/user_upload/hu/tanszekek/elelmiszertudomanyi/huto/kepek/muszerek/resato.jpg (2014.10.06.)
- 41) Rodler I. (szerk.) Új tápanyagtáblázat. Medicina Könyvkiadó Rt. Budapest 308-309.
- 42) Santos et al., 2013a. Impact of high pressure treatments on the physicochemical properties of a sulphur dioxide-free white wine during bottle storage: Evidence for Maillard reaction acceleration. Innovative Food Science and Emerging Technologies. 20 (2013) 51–58.
- 43) Santos et al., 2013b. Effect of high pressure treatments on the physicochemical properties of a sulphur dioxide-free red wine. Food Chemistry. 141 (2013) 2558–2566.
- 44) Stégerné Máté M. 2007. A gyümölcsfeldolgozás nyersanyagai. In: Barta J. (szerk.) A gyümölcsfeldolgozás technológiái. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 28-30.
- 45) Szakály Z. 2011. Táplálkozásmarketing. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- 46) Tomato products. 2013.
http://www.hiperbaric.com/media/uploads/productos/documentos/Tomato_products_w_hitepaper_nov-2013.pdf (2014.10.10.)
- 47) Tuba Z. et al. (Szerk.), 2007a: Botanika I. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 208-209.
- 48) Tuba Z. et al. (szerk.), 2007b: Botanika II. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest. 488.
- 49) Van Loey, A. et al., 2002. Effect of high electric field pulses on enzymes. Trends in Food Science and Technology 12. 94-102.
- 50) Vukov K. és Körmendy I. 2007. Gyümölcs- és zöldséglevék, sűrítmények. In: Barta J. és Körmendy I. (szerk.) Növényi nyersanyagok hőkezeléses tartósító technológiái. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 107-111.

Melléklet

I. táblázat: A szőlő-almalé mintára végzett kéttényezős ANOVA eredménye L*, a* és b* esetében.

Tests of Between-Subjects Effects						
Dependent Variable: L*						
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	113,568 ^a	11	10,324	27,052	0,000	0,925
Intercept	59289,815	1	59289,815	155352,408	0,000	1,000
Kezelés	10,168	3	3,389	8,881	0,000	0,526
tárolás	66,852	2	33,426	87,583	0,000	0,879
Kezelés * tárolás	36,548	6	6,091	15,961	0,000	0,800
Error	9,160	24	,382			
Total	59412,542	36				
Corrected Total	122,727	35				
a. R Squared = ,925 (Adjusted R Squared = ,891)						
Dependent Variable: a*						
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	124,789 ^a	11	11,344	526,628	0,000	0,996
Intercept	584,834	1	584,834	27148,949	0,000	0,999
Kezelés	11,947	3	3,982	184,870	0,000	0,959
tárolás	74,257	2	37,128	1723,555	0,000	0,993
Kezelés * tárolás	38,585	6	6,431	298,530	0,000	0,987
Error	,517	24	,022			
Total	710,139	36				
Corrected Total	125,306	35				
a. R Squared = ,996 (Adjusted R Squared = ,994)						
Dependent Variable: b*						
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	108,430 ^a	11	9,857	58,128	0,000	0,964
Intercept	1407,250	1	1407,250	8298,553	0,000	0,997
Kezelés	18,055	3	6,018	35,489	0,000	0,816
tárolás	74,682	2	37,341	220,198	0,000	0,948
Kezelés * tárolás	15,694	6	2,616	15,424	0,000	0,794
Error	4,070	24	,170			
Total	1519,750	36				
Corrected Total	112,500	35				
a. R Squared = ,964 (Adjusted R Squared = ,947)						

II. táblázat: A kéttényezős ANOVA eredménye a mangó-ananász-narancslé L*a* és b*várható értékére.

Tests of Between-Subjects Effects						
Dependent Variable: L*						
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	56,972 ^a	11	5,179	10,497	0,000	0,828
Intercept	71605,674	1	71605,674	145131,212	0,000	1,000
Kezelés	21,875	3	7,292	14,779	0,000	0,649
tárolás	12,686	2	6,343	12,856	0,000	0,517
Kezelés * tárolás	21,503	6	3,584	7,264	0,000	0,645
Error	11,841	24	,493			
Total	73267,017	36				
Corrected Total	68,813	35				
a. R Squared = ,828 (Adjusted R Squared = ,749)						
Dependent Variable: a*						
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	20,191 ^a	11	1,836	216,811	0,000	0,990
Intercept	172,142	1	172,142	20332,551	0,000	0,999
Kezelés	5,244	3	1,748	206,479	0,000	0,963
tárolás	9,676	2	4,838	571,431	0,000	0,979
Kezelés * tárolás	5,658	6	,943	111,391	0,000	0,965
Error	,203	24	,008			
Total	195,295	36				
Corrected Total	20,395	35				
a. R Squared = ,990 (Adjusted R Squared = ,985)						
Dependent Variable: b*						
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	285,498 ^a	11	25,954	44,168	0,000	0,953
Intercept	5289,120	1	5289,12	9000,715	0,000	0,997
Kezelés	30,886	3	10,295	17,520	0,000	0,687
tárolás	131,185	2	65,592	111,621	0,000	0,903
Kezelés * tárolás	122,277	6	20,379	34,681	0,000	0,897
Error	14,103	24	,588			
Total	5728,098	36				
Corrected Total	299,601	35				
a. R Squared = ,953 (Adjusted R Squared = ,931)						

III. táblázat: Egytényezős ANOVA eredményének összesítése a narancslé tárolás során bekövetkezett színváltozására.

ANOVA						
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
L*	Between Groups	2725,614	9	302,846	10,478	0,000
	Within Groups	1445,217	50	28,904		
	Total	4170,831	59			
a*	Between Groups	212,425	9	23,603	26,982	0,000
	Within Groups	43,738	50	,875		
	Total	256,163	59			
b*	Between Groups	2970,001	9	330,000	8,859	0,000
	Within Groups	1862,537	50	37,251		
	Total	4832,538	59			

Köszönetnyilvánítás

*Ezúton is szeretnék köszönetet mondani konzulensemnek, **Dr. Friedrich László**, egyetemi docensnek, aki lehetővé tette dolgozatom kísérleti háttérének megvalósítását, aki idejét és türelmét nem sajnálva osztotta meg velem tudását, aki értékes tanácsaival emelte dolgozatom szakmai színvonalát.*

*Köszönöm **Jónás Gábor**, egyetemi tanársegédnek a kísérleteim megvalósításában nyújtott segítségét.*

Ezen kívül köszönettel tartozom még a Getpack Kft-nek a kutatási téma felvetéséért és a minták rendelkezésemre bocsátásáért, valamint a Hűtő- és Állattermék Technológiai Tanszék valamennyi munkatársának, aki részt vett a kísérletek lebonyolításában.