



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Élelmiszertudományi Kar
Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet

Nagy hidrosztatikus nyomás és kíméletes hőkezelés
kombinációinak hatása gyümölcspürék színjellemezőire
és néhány beltartalmi tulajdonságára

Szakedolgozat

Belső konzulens: Dalmadi István

Belső konzulens intézete: Élelmiszertudományi
és Technológiai Intézet

Készítette: Sipos Viktória

Budapest
2023

Tartalomjegyzék	
Tartalomjegyzék.....	1
1. Bevezetés.....	1
2. A munka célja	3
3. Elméleti áttekintés.....	4
3.1. Élelmiszerfogyasztási szokások	4
3.2 Zöldség- és gyümölcsstermesztés alakulása	6
3.3. Bogyós gyümölcsök jelentősége	6
3.4. Szamóca jelentősége	7
3.5. Hagyományos tartósító eljárások	9
3.6. Kíméletes tartósító eljárások	9
3.6.1. Ionizáló sugárzás	9
3.6.2. Ultrahangos kezelés (UV)	10
3.6.3. Pulzáló elektromos térerő (PEF)	10
3.6.4. Nagy hidrosztatikus nyomás kezelés (HHP)	11
3.7. Kombinált tartósítási eljárások.....	13
4. Anyagok és módszerek.....	14
4.1. Minta előkészítése	14
4.2. Kezelések	15
4.3. Színmérés	16
4.4. Kémiai vizsgálatok.....	17
4.4.1. Összes monomer antocianin tartalom meghatározása	18
4.4.2. Összes polifenol meghatározása (TPC módszer)	19
4.4.3. Antioxidáns kapacitás meghatározása (FRAP módszer).....	20
5. Kísérleti eredmények.....	22
5.1. Színmérés eredményei.....	22
5.1.1 Színtényezők	22
5.1.2 Színínger-különbség.....	24
5.1.3. Színmérés eredményei.....	25
5.2 Kémiai vizsgálatok eredményei	25
5.2.1. Monomer antocianin tartalom mérés eredményei	25
5.2.2. Össz polifenol tartalom mérés eredményei	27
5.2.3. Antioxidáns kapacitás eredményei	29
6. Következtetések	32
7. Összegzés	33
Irodalomjegyzék.....	35
Táblázat és ábrajegyzék	37
Mellékletek.....	38

1. Bevezetés

A mai rohanó világban egyre nagyobb igény kezd megjelenni a könnyen fogyasztható kész, előre csomagolt termékek iránt. Ez kezdetben sok hozzáadott adalékanyagot jelentett, ám a tudatosabb vásárlók számának növekedése életre hívta a kíméletes eljárással előállított, adalékanyag mentes, a szervezetre pozitív hatást gyakorló termékeket. A mai világban azonban egyelőre nagyobb azok az emberek tábora, akik nem fordítanak elegendő figyelmet a megfelelő táplálkozásra, a szervezet számára jótékony hatású élelmiszerek fogyasztására. Ez lehet az egyik oka annak, hogy a lakosság körében nagyon jelentős mértékben vannak jelen az úgynevezett civilizációs betegségek, például a magas vérnyomás, kettős típusú cukorbetegség vagy az elhízás.

Az ipar célja, hogy olyan eljárásokat fejlesszenek ki, amikkel minél kíméletesebb módon tudnak egészséges élelmiszereket előállítani. Ezen élelmiszerek alapanyagai nagyrészt valami zöldség vagy gyümölcs, melyek nagyon sok bioaktív anyagot tartalmaznak. A kíméletes kezelések célja, hogy ezeket a szervezetre pozitív hatást kifejtő komponenseket a lehető legnagyobb mértékben meg tudjuk őrizni, megtartani az alapanyagok frissességét. Ehhez a korábban alkalmazott hagyományos tartósító eljárásokat, az LTLT és HTST kezeléseket le kellett váltani a fejlettebb kezelésekre.

Az egyik legkorábban alkalmazott kíméletes tartósító eljárás az ionizáló sugárzás, amit már közel 100 éve alkalmaznak az élelmiszeriparban. Ezen kezeléseknél a termékek nagyon kis mértékű hőmérséklet emelkedésen megy át, ami nagyban javítja az eredeti összetétel megőrzését. Az ipar kobalt-60 izotópot alkalmaz, ami nagyon hatékonyan roncsolja el a mikrobák sejtfalát és DNS szerkezetét, így biztosítva a biztonságos fogyaszthatóságot.

A vegetatív sejtek elpusztításában, valamint az enzimek inaktiválásában nagy jelentősége van az ultrahangos kezelésnek. 2 fajtája ismert: az aktív és a passzív kezelés. Elsősorban állati eredetű termékek kezelése során alkalmazzuk, a kezelés során nagyobb mértékű hőmérséklet emelkedést tapasztalunk, ami hőkezelésre is fordítható.

A pulzáló elektromos térerő alkalmazása már 1920 körül megkezdődött, ám a mai napig sem jelent meg nagyipari körülmények között, mindössze félipari berendezésekkel találkozhatunk. Ez a technológia csak a vegetatív sejteket képes elpusztítani, így nem alkalmas teljesen biztonságos élelmiszer előállítására. Elsősorban gyümölcsök és zöldségek további feldolgozás előtti kezelésekként alkalmazzák.

A leggyakrabban alkalmazott és leginkább elfogadott kéméletes tartósító eljárás a HHP, vagyis a nagy hidrosztatikus nyomáskezelés. Ez az egyik legszélesebb körben alkalmazott kezelési mód, ugyanis mind állati termékek, mind gyümölcsök és zöldségek esetében nagyon hatékonyan alkalmazható. Egyik legnagyobb előnye, hogy megfelelő csomagolóanyag kiválasztás esetén akár a végső csomagolóanyagban is elvégezhető, így el tudjuk kerülni az utófertőződést. Egyedüli kezelési módként is alkalmazható, ám nagyon gyakran kombinálva alkalmazzák például hőkezeléssel is, mint az én dolgozatom elkészítése során is. A kombinálás azért is előnyös, mert ilyenkor ugyanolyan hatékonyságot tudunk elérni, mint egy erősebb, drasztikusabb egyedüli kezeléssel, ami szintén hozzájárul a kéméletesség megőrzéséhez.

Napjainkban még kísérletek szükségesek a legoptimálisabb kezelési összeállítások kialakítására, ehhez járul hozzá az általam elkészített dolgozat is. A vizsgálataim célja a szamócát tartalmazó gyümölcspüré kezeléseinek vizsgálata, egy esetleges leghatékonyabb kezelés megállapítása és a tárolás hatásának vizsgálata a külső és belső tulajdonságokra.

2. A munka célja

A szakdolgozatom készítése során a legfőbb célom az egyre nagyobb teret maguknak hódító smoothie termékek vizsgálata, különböző kezelések hatásának vizsgálata a termékek összetételére. A felgyorsult és rohanó világunkban egyre növekvő igényt tapasztalhatunk az egészségesebb, kevesebb adalékanyaggal előállított termékek iránt. Ehhez hozzájárul a tudatosabb táplálkozási igény, illetve a technológia fejlődése, ami lehetővé teszi a kíméletesebb termékkezeléseket. Napjainkban már nem az az elsődleges cél az élelmiszerek gyártása során, hogy az biztonságos legyen, hanem emellett extra egészség megőrző hatással is rendelkeznie kell. Egyre elterjedtebbé válik a nagy hidrosztatikus nyomáskezelés, melyet mi is alkalmazunk a mintáinkon. A fenti célok eléréséhez azonban nem minden esetben elegendő egy tartósító eljárás alkalmazása, ugyanis a kíméletes hatások miatt ez gyakran nem ad elegendő biztonságot, emiatt kombinálni szokás más kíméletes eljárással. Az én dolgozatom esetében a nyomáskezelést alacsony hőmérsékleten történő hőkezeléssel kombináljuk. A dolgozat készítése során fontos szempont volt a kezelések mellett a tárolhatóság megfigyelése is.

A legfontosabb paraméterek, melyeket a szakdolgozatom készítése során vizsgáltam az alábbiak voltak:

- a megadott recept alapján elkészített smoothie mintánk színének változásának mértéke a különböző kezelési sorrendek és a hűtőtárolás alatt
- milyen hatása van a különböző sorrendben alkalmazott kíméletes tartósító eljárásoknak és a hűtőtárolásnak a szamócapüré bizonyos egészségmegőrzésben nagy szerepet játszó antioxidáns kapacitására, antocianin-, valamint összfenol tartalmára

3. Elméleti áttekintés

3.1. Élelmiszerfogyasztási szokások

A technológia rohamos fejlődése, az életmódváltozás okozta folyamatos rohanás és magas stressz szint jellemzi napjainkat, ami magával hozta a különböző civilizációs betegségek, például magas vérnyomás, elhízás és a kettes típusú cukorbetegség elterjedését. Ezen betegségek nagyrésze életmódváltással és az étrendünk átalakításával megelőzhető lenne, így egyre nagyobb hangsúlyt kap az egészséges táplálkozás és egy egyensúlyi életmód kialakítása a munka és a szabadidő között. A Központi Statisztikai Hivatal adatai alapján 2019-ben Magyarországon a halálozások 49%-ának oka szív- és érrendszeri megbetegedés volt, ami azt jelenti, hogy nagyjából 64000 haláleset könyvelhető ezeknek a megbetegedéseknek. (Hivatal, 2019) Ez a nagyon magas arány csökkenthető lenne a táplálkozási szokások megváltoztatásával, ugyanis a különböző zöldség és gyümölcsfélék fogyasztása nagyon pozitív hatással van a szervezet működésére. A növényi eredetű élelmiszerek nagyon magas élelmi rosttartalommal rendelkeznek, ami csökkenti a vér koleszterinszintjét, magas antioxidáns és vitamintartalommal rendelkeznek, ami az immunrendszer általános erősítése mellett csökkenteni tudják a szervezetre káros reakciókat és ezzel a betegségek kialakulását is. A WHO egy népszerűsítő programot is hirdetett ezek termékekkel kapcsolatban, melynek célja, hogy a lakosság egésze megfelelő mennyiségű gyümölcsöt és zöldséget fogyasszon, napi minimum 400 g-ot. (WHO, 2003). Az Eurostat legfrissebben nyilvánosságra hozott adatai alapján Magyarország lakosságának 36,3 %-a egyáltalán nem fogyaszt minden nap zöldséget vagy gyümölcsöt, ami az Európai Unió átlag alatti érték. Ezen felmérés alapján az is jól látható, hogy azok arányában is az Unió átlag alatt teljesítünk, akiknél megvalósul az ajánlott 400 gramm/nap mennyiség, itt ugyanis az Unió átlag 12,4 %, míg Magyarországon mindössze a lakosság 8,2 %-a fogyasztja el napi szintén az ajánlott mennyiséget. A KSH adatai alapján az elfogyasztott mennyiségek tekintetében is elmaradunk az Unióra jellemző átlagos mennyiségektől. Az elmúlt 5 évben az átlagfogyasztásunk 45-54 kilogramm/év sávban mozgott, ami jelentősen alacsonyabb az Unió 77 kilogramm/év jellemző mennyiségéhez. (Anon., 2022) A gyümölcsfogyasztási szokásokban mutatkozó eltérések nem csak az Európai Unión belül fedezhetők fel, hanem a különböző fejlettségi szintű régiók között is. Az Egészségügyi Világszervezet (WHO) adatai alapján a gazdaságilag fejlett területek és országok lakóira jellemzőbb a mozgásszegény életmód és a túltáplálás, melynek hozománya a nagyon magas arányú elhízottság. Ezzel ellentétben a kevésbé fejlett, kis termelési értéket előállító országokban jellemzően nagyobb

mennyiségű szénhidrátot fogyasztanak, míg a zsír- és fehérjebevitelük viszont jóval alacsonyabb.

Egy korábbi doktori értekezésben a gyümölcsfogyasztókat öt különböző csoportra osztották, ami során jellemezni tudták a különböző csoportok fogyasztási szokásait. Az első csoportba a minőségközpontú fogyasztókat sorolták. Az ő esetükben a legfontosabb szempont a garantált megfelelő minőség, amiért hajlandók nagyobb összeget fordítani a gyümölcsök megvásárlására, amennyiben az biztonságot jelent nekik. A második csoport a konzervatív fogyasztók csoportja, akik hisznek a hazai termékek jó minőségében, fontos számukra a megfelelő minőségű termék. Az igényesen takarékos fogyasztók törekednek leginkább egy optimális egyensúly kialakítására a gyümölcsök ára, biztonsága és élvezeti értéke között. A szerény kismember csoportjába tartozó fogyasztók szokásait a jövedelem korlátozza. Ez a csoport tisztában van a gyümölcsfogyasztás szükségességével és annak jótékony hatásával, de anyagi helyzete korlátozza a vásárlás során. Törekszik a magas minőségű termékekre, de az ár az elsődleges szempont vásárlás során. Az utolsó csoportba sorolhatjuk azokat a vásárlókat, akik nem tulajdonítanak jelentőséget a gyümölcsfogyasztásnak, annak jótékony hatásainak. Számukra nem fontos a hazai termék, a védjegyek által garantált minőség, érdektelenek ebben a kérdésben. (Tamus, 1998) Már ebből a viszonylag korainak mondható kutatásból is kiderült, hogy a lakosság fogyasztási szokásait a termékek ár differenciálja a legnagyobb mértékben.

Az elmúlt években megjelent számos kutatás eredménye bizonyítja, hogy a gyümölcsöknek és zöldségeknek milyen jelentős egészségre gyakorolt hatása van, ez lehet az egyik oka annak, hogy összességében nézve egy folyamatos növekvő tendencia figyelhető meg a fogyasztási mennyiségekben. Ehhez hozzájárulhatnak a fejlődő szállítási és tarolási technológiák is, ami segítségével ma már szinte egész évben elérhetővé tudjuk tenni a vásárlók számára a friss gyümölcsöket, legyen szó akár hazai termesztésű almáról vagy trópusi területről származó banánról. A technológiai feltételek tehát adottak, hogy a társadalom elérje az ajánlott beviteli értékeket, ám ezt sajnos a növekvő tendenciák ellenére is csak kevés országban sikerült teljesíteni. Megfigyelhető a társadalomban, hogy a vásárlók gyakran hajlanának az egészségesebb élelmiszerek felé, de nem akarnak lemondani a megszokott ízekről vagy ételekről, még ha ezzel az egészségüket kockáztatják is (Zoltán, 2010). Azonban elmondható, hogy az utóbbi években egyre inkább előtérbe került az egészséges táplálkozás, az élelmiszervásárlásnál egyre fontosabb szempont, hogy egészséges terméket fogyasszunk. Továbbra is megfigyelhető az trend, miszerint a

gyermekes családok és az idősebb korosztály vásárol nagyobb mennyiségben ezekből a termékekből. A növekvő vásárlási kedv mellett az is jól látszik, hogy egyre fontosabbá válik a hazai eredet amellet, hogy jó ár/érték arány jellemezze a termékeket (Turcsán Tünde, 2019).

3.2 Zöldség- és gyümölcsstermesztés alakulása

A fenti eredmények jól mutatják, hogy az egyre növekvő vásárlási kedv még nagy potenciált és sok lehetőséget rejt magában. Ezek közül a legnagyobb jelentőséggel a napjainkban a feldolgozott zöldség és gyümölcs készítmények bírnak. Ezeket könnyű szállíthatósága, hosszú ideig lehetséges tárolása és könnyű fogyaszthatósága teszi nagyon kedvelté. Ezek előállításához pedig egyre növekvő mennyiségű friss gyümölcs alapanyagra van szükség. Magyarországon 2019-ben mintegy 94,4 ezer hektár területen termesztettek a gazdák gyümölcsöt, amelyen összesen 728 ezer tonna terményt tudtak betakarítani (KSH, 2019). A termesztett gyümölcsök között legnagyobb mennyiségben alma és körte jellemző hazánkra, ám korábban ezen termények mellett a szamóca, a málna és a ribizli is nagy jelentőséggel bírtak. Ezen termények iránt egyre növekvő vásárlási igény figyelhető meg napjainkban, míg ezzel ellentétben magyarországi termesztésének jelentősége egyre csökken. 2020-ban mindössze 253 hektáron termesztettek málnát és 846 hektáron pedig szamócát. Ekkora területen megtermelhető mennyiség nem tudja fedezni az ország szükségletét, így a hiányzó mennyiséget importból származó gyümölcsökkel kell kiegészítenünk, nagyrészt Európán kívülről. A hazai termesztés csökkenéséhez hozzájárult a kedvezőtlen klimatikus változások hatása, az öntözési rendszerek kiépítésének hiánya, illetve az egyre dráguló és csökkenő mennyiségű kézi munkaerő.

3.3. Bogyós gyümölcsök jelentősége

Az összes gyümölcs között kiemelkedő szerepet töltenek be a bogyós gyümölcsök. Ebbe a kategóriába sorolhatjuk a málnát, szamócát, ribizlit, a szedret és társaikat, melyek mindegyikére jellemző a közkedvelt ízvilág és az élénk szín. Ezen tulajdonságai nagyon kedvelté teszik őket friss fogyasztásra, melynek nagyon sok pozitív hatása van szervezetünk működésére. Egyre nagyobb jelentőséget tulajdonítanak ezen gyümölcsöknek a betegségek megelőzésében és esetlegesen kezelésében is. Az emésztési rendszert érintő és a különböző szív- és érrendszeri megbetegedések megelőzésére gyakorolt hatását már a 2000-es évek elején bebizonyították, emellett az újabb kutatások felfedték pozitív hatásukat mind az elhízás csökkentésében, mind az időskori neurodegeneratív megbetegedések megelőzésében, és a motoros és kognitív funkciókat is javíthatják (Jiang, et al., 2021)

(Subash, et al., 2014). Legnagyobb előnyük, hogy olyan összetételben tartalmazzák a szénhidrátokat, a szerves savakat, a vitaminokat és a különböző ásványi anyagokat, amely az emberi szervezet számára a legideálisabb. A legfontosabb szerepet a szabadgyökök károsító hatásaival szemben töltik be az emberi szervezetben. Ennek oka a gyümölcsre jellemző nagyon magas antioxidáns tartalom, amelyek a különböző flavonoidokból, antocianinokból és karotinoidokból származik., melyek semlegesítik a szervezetben keletkező szabadgyököket. Ezek a bogyós gyümölcsök mintegy 5-10-szer nagyobb mennyiségben tartalmazzák a fenti molekulákat, mint például a legjelentősebb mennyiségben termesztett alma vagy őszibarack. Azért tudjuk csak ilyen nagyságrendileg meghatározni az eltéréseket a különböző fajok között, ugyanis antioxidáns tartalmukat nagyban befolyásolja fenotípusuk és termesztési körülményeik is (Scalzo, et al., 2005).

A bogyós gyümölcsök a friss fogyasztás mellett egyre nagyobb szerepet kapnak a feldolgozott élelmiszerek körében is, egyre gyakrabban találkozhatunk vele az tej- és édesiparban, a joghurtok ízesítése során és a fagyaltok körében, ugyanis kitűnő zamatúak, valamint magas természetes színezőanyag tartalommal rendelkeznek. Emellett egyre nagyobb teret hódítanak maguknak a fagyasztásos technológiával tartósított gyümölcsök is. Ennek egyik fő oka lehet, hogy fagyasztás során a gyümölcsök eredeti vitamin és egyéb biológiailag aktív anyag tartalma a fagyasztást követően is hasonló mennyiségben lesz megtalálható a termékekben, mint a felhasználás előtt (Agnieszka Szajdek, 2008).

3.4. Szamóca jelentősége

A szamóca termesztése a bogyósgyümölcsök között is meghatározó szerepet tölt be az egész világon, így hazánkban is elsősorban a korai érése miatt. A magyar piacon található gyümölcsöt nagyrészt friss fogyasztás során használják fel a magyar lakosok. Ezen a területen is folyamatosan jelennek meg modern termesztési módszerek, de hazánkban a legjellemzőbb a szabadföldi termesztés, illetve a fóliasátras hideghajtás. Már az 1960-as évektől nagy jelentőséggel bírt ez a gyümölcs a hazai mezőgazdaság életében. Termesztés szempontjából nem rendelkezik nagy igényekkel, így a világ legtöbb pontján termeszthető, de jelentős volumennövekedés a 60-as évektől volt tapasztalható. Kontinensünk ideális éghajlati övben helyezkedik el, így szinte minden országában megjelent a termesztése, de a legnagyobb mennyiségben Spanyolországban és Lengyelországban termesztették az elmúlt 10 évben. Ugyan Lengyelország ilyen előkelő helyen a termesztett mennyiségek rangsorán, itt nagyon alacsony terméshozamot sikerül elérni. Nagy terméshozamot inkább a mediterrán éghajlattal rendelkező országok tudnak produkálni, ahol magas a napsütéses órák száma, a

páratartalom, a csapadékmennyiség és magas az átlaghőmérséklet (Gubacsiné Marton Fanni, 2019).

Azt, hogy a szamóca vált a világ legelterjedtebb bogyós gyümölcsévé, kedvező összetételének és megnyerő külső tulajdonságainak köszönheti. Élénkpiros színe és jellegzetes íz- és illatvilágával a nyári időszak egyik legkedveltebb gyümölcsévé vált. Koránérő gyümölcsök közé tartozik, eredetileg Kelet- Ázsiából származik. A többi bogyós gyümölcshöz hasonlóan a diétás étrendek jellemző alkotója, ugyanis alacsony energia tartalommal rendelkezik, ellenben jelentős nagy biológiai aktivitású összetevő található meg benne. Víz tartalma magas, átlagosan 88-92 % vizet tartalmaz, emellett 6-8 % cukrot, 08-1,1 % szerves savat és 40-80 mg aszkorbinsavat találunk 100 g gyümölcsben. Emellett jelentős az ásványianyag és vitamin tartalma, melyet az 1. táblázat tartalmaz. Az almával összehasonlítva nagyobb mennyiségben található benne C-vitamin, folsav, kálium és kalcium is. Jelentős szerepe van a magas antocianin tartalmának a nagy szabadgyök megkötő képességében, aminek mértékét az ő esetében is jelentősen befolyásolhatja termesztésének körülményei és fenotípusa (Wang & Jiao, 2000).

1. táblázat Szamóca összetevői 100 g termékben (AGRICULTURE, 2022)

Ásványi anyagok		Vitaminok	
Kalcium (Ca)	18 mg	C-vitamin	58,8 mg
Vas (Fe)	0,28 mg	A-vitamin	1 µg
Magnézium (Mg)	12,6 mg	E-vitamin	0,29 mg
Foszfor (P)	24	K-vitamin	2,2 µg
Kálium (K)	162 mg	B6- vitamin	0,047 mg
Nátrium (Na)	1 mg	β-karotin	7 µg
Cink (Zn)	0,11 mg	Folát (B9)	24 µg
Réz (Cu)	0,036 mg		
Magnézium	0,328 mg		
Szelén (Se)	0,4 µg		

A fogyasztók körében elnyert népszerűségét a nagyon csábító színével, nagyon jellemző és erős illatanyagaival és kedvelt állományával, valamint ízével nyerte el. Ám ezek mind olyan jellemzői, melyek a szállítás, tárolás vagy feldolgozás során könnyen károsodnak.

3.5. Hagyományos tartósító eljárások

A gyümölcslevek és pürék megjelenésekor legelterjedtebben alkalmazott kezelések a termikus kezelések voltak, melyek célja egy mikrobiológiailag stabil termék létrehozása volt a mikroorganizmusok és az enzimek inaktiválása révén. Hogy a kellő hatást elérjék, tehát a kezdeti mikrobaszámot legalább 5 nagyságrenddel csökkenteni tudják először alacsonyabb hőmérsékleten kezelték a termékeket, 63-35°C-on viszonylag hosszabb ideig (LTLT), ám hamar rájöttek, hogy ez a módszer nagy mértékben rontja a termék íz és állományélményét. Ezt követően kezdték alkalmazni a HTST (High Temperature Short Time) módszert, amely során gyümölcstől függően 77-95°C közötti hőmérsékleten kezelték a készítményeket 15-30 másodpercig. Ezeknek a kezeléseknak a hatására a gyümölcslevek már jobban meg tudták őrizni eredeti ízüket, állományuk is sokkal inkább megmaradt a friss gyümölcsléhez hasonló. Ezeket a módszereket együtt termikus kezeléseknak nevezzük (Rupasinghe, et al., 2012).

3.6. Kíméletes tartósító eljárások

Napjainkban egyre növekvő igény kezd kialakulni a kíméletesebb tartósítási módszerek iránt, amelyek segítségével jobban meg tudjuk őrizni a különböző feldolgozott élelmiszerek friss érzetét, az alapanyagok jellemzőit. A kíméletes tartósítási módszerek célja egy olyan termék létrehozása, amely a szükséges legkisebb kezelést kapja, ami garantálni tudja a biztonságos mikrobamennyiséget, mialatt a tápértéke és érzékszervi tulajdonságai nem változnak (Fellows, 2000). Ezek a nemtermikus módszerek általában valamilyen fizikai tulajdonságon alapulnak, ide tartozik például az ionizáló sugárzás, a pulzáló elektromos térerő, az ultrahangos kezelés vagy a nagy hidrosztatikus nyomás alkalmazása.

3.6.1. Ionizáló sugárzás

Az ionizáló sugárzás már közel 100 évvel ezelőtt megjelent tartósítási mód, melyet a mai napig alkalmaznak az élelmiszeripar területén. Az eljárás során az abszorbeált energia olyan kis mértékben okoz hőmérséklet emelkedést, hogy az nem okoz számottevő változást a termény állományában és összetételében. Az iparban leggyakrabban kobalt-60 izotópot alkalmaznak a kezelés során, amelynek maximális energiája 1,33 MeV, ami jelentősen alacsonyabb a radioaktív sugárzást okozó energiaszinttől. Szigorúan szabályozva van ez a módszer, melyet Magyarországon a Codex Alimentarius Hungaricus, a Magyar Élelmiszerkönyv tartalmaz. A kezelés nagyon hatékonyan pusztítja el a különböző mikroorganizmusokat, ugyanis a sugárzás roncsolja a sejtfalukat és a DNS állományukat.

Másik előnye, hogy semmilyen vegyszerrel nem kell érintkezni a terménynek és bármilyen alakú és felépítésű zöldség vagy gyümölcs esetén alkalmazható. (Kiss, 1993)

3.6.2. Ultrahangos kezelés (UV)

Az ultrahangos kezelések nagyon hatékonyak tekinthetők a vegetatív sejtek és spórák elpusztítása során, illetve az enzimek inaktiválásában. Ultrahangnak nevezzük az emberi fül számára hallható tartománynál magasabb frekvenciájú mechanikai hullámokat. Az élelmiszeriparban két részre tudjuk osztani a kezeléseket, aktív és passzív ultrahangos kezelésre. 1 W/cm^2 teljesítmény számít a két kategória közötti határnak, ez alatt passzív, felette pedig aktív ultrahangot kapunk. Ezek alkalmazási területei is eltérnek egymástól. Passzív ultrahanghullámmal a kertészeti termékek érettségi állapotára és állományára következtethetünk, míg állati termékek esetében meghatározhatjuk vele az intramuszkuláris zsír mennyiségét és a sertés féltestek eladáshoz való minősítését is ez alapján tudjuk elvégezni. Aktív ultrahang alkalmazása során az anyag összenyomása és eredeti alakjának és méretének visszanyerése történik miközben nagy energiát közlünk a termékkel. A nagy intenzitású ultrahang kezelés növeli a só diffúzióját a húsban, zsír-víz emulzió kialakítására képes és a hús érlelését, porhanyósággát segíti elő. A kezelés hatására a hullámok által gerjesztett energia hővé alakul, amelyet a hőkezelésre is tudunk használni. A fentiekből is jól látható, hogy ezt a tartósítási módszert leggyakrabban állati termékek, húsok kezelése során alkalmazzák. (Friedrich, 2008) (Fellows, 2000)

3.6.3. Pulzáló elektromos térerő (PEF)

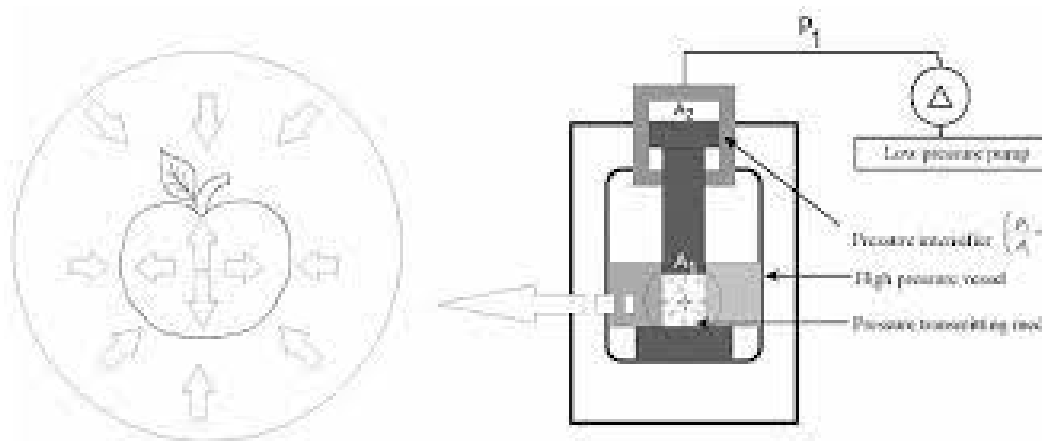
A pulzáló elektromos térerőt is az újabb tartósítási technológiák közé soroljuk, pedig először már az 1920-as évektől megindultak a kísérletek az alkalmazására és az 1960-as évektől már alkalmazzák is a PEF technológiát. Napjainkban nem valósult meg nagyüzemi rendszer, de félüzemi berendezések már elérhetőek több egyetemen, például az Egyesült Államokban, Németországban és Svédországban. A módszer alapja két elektróda között létrehozott térerő, melyekre rövid idejű nagy feszültségű impulzusokat kapcsolunk, amik a közöttük lévő sejtek membránjait károsítják, hatásukra lyukak keletkeznek rajtuk, ami a sejt elpusztulásához vezet. (Hartyáni, 2012) A kísérletek során kiderült, hogy ezzel a módszerrel csak a vegetatív sejteket tudjuk károsítani, a spórákat viszont nem inaktiválja. A kezelés hatékonyságát a baktériumok típusa is befolyásolja, ugyanis a Gram negatív sejtek érzékenyebbek, valamint az exponenciális növekedési fázisban is nagyobb mértékű pusztulást tudunk elérni. (Zhang, et al., 1994) Mivel a kezelés során csak a vegetatív sejtek károsodnak, utána aszeptikus csomagolást szükséges alkalmazni. Ez a technológia nem csak

az eltarthatóságot tudja növelni, hanem jó eredményekkel alkalmazzák gyümölcsök és zöldségek préselés előtti kezelésére, illetve a sejtfalak roncsolásával nő az áteresztőképessége is, amivel a léhozamot tudjuk növelni. Vizsgálatok bizonyították, hogy gyümölcslevek PEF kezelés utáni összetétele, íze, színe és tápérték tartalma nem változott jelentős mértékben. (Cserhalmi, et al., 2005)

3.6.4. Nagy hidrosztatikus nyomás kezelés (HHP)

A nagy hidrosztatikus nyomás (HHP) kezelés az egyik legelterjedtebb és leginkább elfogadott kíméletes tartósítási módszer, mely a fizikai módszerek közé tartozik. Az 1990-es évektől kezdve kezdett elterjedni és ma már nagyon széles körben alkalmazzák az élelmiszeriparban húskészítmények, gyümölcslevek előállításánál. Önálló kezelésként a legnagyobb eredményeket a nagy viszkozitású és alacsony pH -értékű élelmiszerek kezelése során tudunk elérni. (Varela-Santos, et al., 2012) Az élelmiszeriparban általában 100 és 1000 MPa közötti nyomásértékeket alkalmazunk a kezelésekhez, amely magával hozza a különleges nyomásálló edény alkalmazásának szükségességét. Alkalmazható a szilárd és folyadék halmazállapotú élelmiszerek esetében is. Működésének alapját a Pascal által megfogalmazott alapelv, mely szerint egy közvetítő folyadékba merített, flexibilis és légmentes csomagolásban lévő élelmiszerben a nyomás azonnal és az egész tömegében egyenletesen érvényesül. (1.ábra) Ez az alapja annak, hogy ez a kezelés független az élelmiszer alakjától és méretétől, így nagyon széles alkalmazási körrel rendelkezik.

1. ábra Nagy hidrosztatikus nyomású kezelés működési elve (Dalmadi & Farkas, 2006)



A kezelés hatékonyságát nagyon sok tényező tudja befolyásolni, például a termék pH-ja, összetétele, vízaktivitása, valamint a kezelés időtartama, a nyomás mértéke és a kezelési hőmérséklet is. A nyomáskezelés tervezésénél nem csak a termékben jelen levő mikroorganizmusok tulajdonságaival kell számolnunk, hanem a nyomás okozta esetleges

érzékszervi változásokkal is számolnunk kell, így egy optimális nyomásérték és idő meghatározása nagyon fontos. A nyomáskezelés hatással van a fehérjék denaturációjára, módosíthatja a biopolimereket, ám nem okoz változást a termék vitamin tartalmában, szín-, íz- és illatanyagaiban. (Hendrickx, et al., 1998) A kezelési idő elég széles tartományban mozog, a néhány másodperces impulzusoktól az akár 30 percig tartó kezelésig alkalmazzák az iparban. Gazdasági szempontból viszont a hosszabb kezelések, amelyek meghaladják a 15 percet már nem tekinthetők optimálisnak. A HHP módszer egyik nagy előnye lehet, hogy a kezelt termékeket már az értékesítésre szánt csomagolóanyagában tudjuk kezelni, így a gyártósoron nincs szükség aszeptikus töltőgépek beépítésére, ezzel gyorsítható a termelés és a különböző termékek közötti átállási idő is csökkenthető. Ugyanakkor egy nagy hidrosztatikus nyomással működő berendezés beruházási költsége jóval nagyobb a hagyományosnak mondható hőkezeléses berendezésekhez képest. Mivel a végső csomagolásában történik a termék kezelése, így annak megválasztása nagyon fontos szempont. Olyan anyagot kell választanunk, amely képes elviselni a nagy nyomás hatására történő térfogatváltozást sérülés nélkül. (Caner, et al., 2004)

A mikroorganizmusok típusától és növekedési fázisától függően ennél a kezelésnél is eltérő sikereket tudunk elérni a kezelése során. Kutatások kimutatták, hogy a Gram-pozitív sejtek jobb ellenállóképességgel rendelkeznek a stressz faktorokkal szemben, mint a Gram-negatív baktériumok, így azok jobban tűrik a nyomás növekedését. (D.U.Lee, et al., 2003) A vegetatív mikrobajelkeket 130 és 800 MPa nyomásértékek között tudjuk elpusztítani. A pusztulás oka a nyomás hatására bekövetkező sejtmembrán tulajdonságainak megváltozása az áteresztőképesség növelésével és elválásával a plazmától; a fehérjék szerkezetében történő változások okozta denaturáció; az enzimek inaktiválódása és a riboszómák sérülése. (Farkas & Balasubramaniam, 2008)

A HHP kezelés előnyeinek tekinthetjük a nagymértékű szín-, íz- és tápérték tartalom megőrzését, az esetleges pozitívnak tekinthető állományváltozást, a nagy mikrobiológiai biztonságot, valamint az utófertőződés lehetőségének megszüntetését a végső csomagolásban történő kezelés segítségével. Emellett nagyon pozitív a fogyasztók véleménye erről a kezeléssel, sokkal könnyebben elfogadták, mint akár az ultrahangos, akár a sugárzásos kezeléseket. Természetesen a számos előny mellett megvannak a hátrányai is. Ezek közül az egyik legfontosabb a nagyon magas beruházási költség, a szakaszos üzemelés, önállóan nem alkalmas a vegetatív sejtek elpusztítása mellett a spórák elpusztítására, illetve magas víztartalom igénye van.

3.7. Kombinált tartósítási eljárások

Mivel önálló alkalmazása azért korlátozottnak tekinthető, így egyre több esetben kezdték el kombinálni a HHP kezelést hagyományosnak mondható hőkezeléssel. Erre elsősorban az alacsony pH-értékű termékek esetén van szükség, itt ugyanis a nyomáskezelés nem megfelelő mértékben tudja csökkenteni a mikrobák mennyiségét. A kombinált módszerek azért is lettek annyira kedveltek az ipar számára, mivel ilyenkor csökkenteni tudjuk a különböző módszerek önmagukban alkalmazott mértékét. A hőmérséklet növelésével növelni tudjuk a nyomás mikrobapusztító hatását, így ezt a két módszer kombinálva csökkenteni tudjuk a szükséges nyomás értéket és viszonylag magasabb hőmérsékleten. Ebben az esetben is törekedni kell egy optimális hőmérséklet és nyomásérték meghatározására, amely elegendő kezelést biztosít a termék sterilizáláshoz, így eltarthatóságának növeléséhez, valamint gazdasági szempontból is előnyösnek tekinthető. Az egyik legkorábbiak tekinthető kísérletben *Bacillus coagulans* spórák túlélését tesztelték különböző pH-értékeken különböző hőmérsékleteken és változó nyomásértékek mellett. A kísérlet eredményeként megállapítható volt, hogy a pH értéke is nagymértékben befolyásolja a kezelés paramétereit, csak ez változtatva is különböző pusztulási mértékeket tudunk mérni. a megfelelőnek tekinthető 6 nagyságrendnyi csökkenést 4,0 pH-érték mellett 70 °C alkalmazásával és 400 MPa nyomás mellett tudtuk elérni 30 perces kezelési idő mellett. (Roberts & Hoover, 1996)

4. Anyagok és módszerek

4.1. Minta előkészítése

A szakdolgozatom elkészítéséhez az első lépés a vizsgálandó gyümölcspüré elkészítése volt. Ezt és a későbbi kezeléseket a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Hűtő és Állattermék Tanszék hallgatói laboratóriumában végeztem el.

A gyümölcspüré elkészítéséhez először a végső receptet kellett megalkotnunk, ami alapján dolgozhattunk. Az alapanyagok összeállításánál figyelembe vettük a smoothie készítés során általánosan alkalmazott alapanyagokat. A szamóca mellé szükség volt a banánra és az avokádóra, ami csökkenteni tudta a szamóca nagyon alacsony pH értékét, valamint egy kellemes krémes állagot biztosítanak a kész pürének.

2. ábra A gyümölcs püré összetevői



A püré végső receptje:

- 743,8 g szamóca
- 480,6 g banán
- 266,6 g avokádó
- 508,8 g mandulatej

A püré készítéséhez gyorsfagyasztott szamócát használtunk, ugyanis a gyorsfagyasztás egy nagyon kíméletes tartósítási módszer és ezzel a termékkel a szamóca szezonális elérhetőségének problémáját ki tudtuk küszöbölni. A fagyasztott alapanyagot előzetes felengedtetés nélkül egy 3000 ml-es főzőpohárba tettem, ahol a fenti mennyiségű mandulatejet öntöttem rá és egy kézi mixer segítségével elkezdtem össze turmixolni. Eközben a megpucolt banánt és avokádót folyamatosan hozzáadagoltam és egy sima pépet készítettem (3.ábra).

3. ábra Elkészített gyümölcs püré



Miután a püré elkészült, a lehető leghamarabb 20 g-os kis tasakokba töltöttem, ami azért volt nagyon fontos, mert a pürében lévő banán és avokádó gyorsan barnulásnak indul a szabad levegőn, ami miatt a püré színe nem kívánt módon változna. Ezt követően az egyedi kis tasakokat egy nagy gyűjtő csomagba helyeztük őket, amit a nyomáskezelés során így tudtunk a berendezésbe helyezni.

4. ábra A minták a kis tasakokba töltve



4.2. Kezelések

Miután végeztünk a minták betöltésével következhetnek a különböző kéméletes kezelési módszerek. A mintákat 3 csoportba osztottam, minden csoport 15 kis csomagot tartalmazott. Ezek közül az első csoportot nem kezeltünk, mindössze hűtőbe tettük és 14 napig ott tároltuk. A másik csoportot először nagy hidrosztatikus nyomáskezeléssel, majd ezután hőkezeléssel, míg a harmadik csoportot fordított sorrendben ugyanezeknek a hatásoknak tettük ki.

Az alkalmazott nyomás 200 MPa volt, amit 120 másodperc alatt értünk el és 300 másodpercen át tartottuk ezt a nyomásértéket. A hőkezelés során 60°C hőmérsékletet

alkalmazunk, amit 10 percen át tartunk fent, majd rögtön jeges vizes fürdőn lehűtöttük őket. A nyomáskezelő, valamint a hőkezelő berendezések képei az 5. és a 6. ábrán találhatóak. A nyomáskezelést egy RESTATO FPU 100-2000 típusú nagy hidrosztatikus nyomáskezelő berendezéssel végeztünk.

5. ábra RESTATO FPU 100-2000 nyomáskezelő berendezés



6. ábra Hőkezelő berendezés



A kezelések elvégzése után 14 napra hűtőtárolóba helyeztük a mintákat, majd a 2 hét után egy újabb adagot készítettünk, amiken ugyanezeket a kezeléseket végeztük el. A különböző mérések mellett ezen a 14. napon egy érzékszervi kóstoltatást is csináltunk, megmértük a friss és a tárolt minták pH és refrakció értékeit, valamint színmérést végeztünk rajtuk.

4.3. Színmérés

A különböző kezelési sorrendek hatásának vizsgálata során az egyik legkönnyebben észrevehető paraméter a minta színe. Ehhez az egyetem laborjában található KONICA MINOLTA CR-400 színmérő berendezést használtam, ami egy élelmiszeriparban általánosan alkalmazott berendezés. Ez a berendezés összehasonlító mérésekhez használható, amihez egy kalibráló lapot alkalmazunk a minta mérése előtt. A berendezés alkalmas szilárd, morzsálékos vagy küvetta alkalmazásával folyadékok mérésére is. A mintákat egy rövid, erős xenon fény villanása világítja meg, ami nem ad erős hőterhelést a mintának. A mért eredményeket a kijelzőről közvetlenül le tudjuk olvasni, a különböző színtényezők egymás alatt jelennek meg (L^* , a^* , b^*).

A szintényezőők mérése után az adatok alapján meg tudjuk határozni a színíngerekülönbség mutatóit is, ami szintén alkalmas a kezelések hatásának vizsgálatára. Ezt a mutatót az [1] képlet alapján tudjuk kiszámolni, majd az értékeit egymáshoz viszonyítva értékelhetjük a különbségeket.

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

Minden mintánk esetében 5 párhuzamos mérést végeztünk, melyeket az eredmények kiértékelése során átlagolni fogunk és az átlagértékeket felhasználva tudjuk elvégezni az összehasonlításokat.

4.4. Kémiai vizsgálatok

A kémiai vizsgálatokat nem az érzékszervi vizsgálat napján végeztem el, így az erre félretett mintákat lefagyasztottuk, hogy a lehető legkisebb mértékű változás következzen be a mintákban a vizsgálatig. A kémiai vizsgálat napján reggel kivettük a mintákat a fagyasztóból, hogy kiolvadt állapotban tudjuk vizsgálni őket.

A különböző mérések elvégzése előtt szükség volt egy extraktum elkészítésére, ugyanis így ki tudtam oldani a mintákból a meghatározni kívánt komponenseket. Ehhez a gyümölcspüré mintáinkból 5 g-ot mértünk be egy-egy centrifugacsőbe, majd 20 ml extrahálószerrel tettünk rá. Ez az oldat előre el volt készítve, összetételét tekintve 60 % vizet, 39,9 % metanolt és 0,1 % tömény sósavat tartalmaz. Miután minden belekerült a csőbe 1,5 órát állni hagyjuk a mintáinkat, majd ezután 4500 fordulat/ percen centrifugáltuk őket 5 percen át.

7. ábra Minták és az extrahálószer a centrifugacsővekben



4.4.1. Összes monomer antocianin tartalom meghatározása

Az antocianin tartalom meghatározásához egy pH differenciális módszert alkalmaztam, aminek alapja a pH változás során bekövetkező reverzibilis színváltozás a monomer antocianin komponensekben. A pH 1,0 értéknél a színes oxónium forma van jelen, míg a pH 4,5 értéken a színtelen hemiketál formával találkozhatunk. Hogy a mintáinkat vizsgálni tudjuk, szükség volt a reagens oldatok elkészítésére, ami során 0,025 M-os kálium-klorid (KCl) és 0,4 M-os nátrium-acetát puffer oldatot készítettem, amik segítségével be tudtam állítani a kívánt pH értékeket.

Miután elkészítettem a puffereket minden mintából 2 hígítást készítettem, mindegyikbe 1 ml minta került amire az egyik esetben 4 ml KCl puffert, másik esetben pedig Na-acetát puffert adagolunk. A minták elkészítése után következhetett a konkrét abszorbancia mérés a vak mintával szemben (desztillált víz) 520 nm-en és 700 nm-en, minden esetben 2 párhuzamos mérést végezve. Az abszorbanciát 20 és 50 perc között mérhettük meg az elkészítéstől számítva.

Ezzel a módszerrel cianidin-3-glükozid egyenértékben kifejezve kaphatjuk meg az antocianin pigmentek koncentrációját a [2] képlet alapján, ugyanis az 520 nm-en mért abszorbancia értékek különbsége arányos a pigmentek koncentrációjával.

$$\text{antocianin koncentráció} = \frac{A \cdot MW \cdot DF \cdot 10^3}{\varepsilon \cdot 1} \left(\frac{\text{mg}}{\text{l}} \right) \quad [2]$$

Az egyenletben a különböző paraméterek jelentése:

$$A = (A_{520\text{nm}} - A_{700\text{nm}})_{\text{pH } 1,0} - (A_{520\text{nm}} - A_{700\text{nm}})_{\text{pH } 4,5}$$

$$MW \text{ (cianidin - 3 - glükozid molekulatömeg)} = 449,2 \text{ g/mol}$$

$$DF = \text{hígítási faktor}$$

$$\varepsilon \text{ (moláris extinciókoefficiens)} = 26900 \text{ L/mol} \cdot \text{cm}$$

$$1 - \text{úthossz (cm)}$$

4.4.2. Összes polifenol meghatározása (TPC módszer)

Az össz polifenol méréshez alkalmazott módszer alapjait 1965-ben már Singleton és Rossi fogalmazta meg (Singleton, 1965). A mérés megkezdése előtt el kellett készítenem a 4 szükséges reagenst. Az első egy Fohlin reagens volt, amiből 100 ml-t készítettünk, 10 ml Fohlin oldat és 90 ml desztillált víz elegyítésével. Másodiknak a metanol oldatot készítettem el, ami 80:20 arányban tartalmaz metanolt (40 ml) és desztillált vizet (10 ml). A harmadik reagens egy nátrium-karbonát oldat volt, amihez 7,42 g szilárd Na_2CO_3 -hoz 100 ml desztillált vizet adtam, végül a galluszsav oldatból egy 0,3 mM-os oldatot készítettem, amihez 100 μl galluszsavat és 900 μl metanoldesztvíz elegyet használtam. A mintákat a kémcsövekbe tízszeres hígítással töltöttük, amihez 1 ml mintát és 9 ml desztillált vizet használtunk. A kémcsöveket ezután 5 percre 50°C -os vízfürdőbe helyezzük és az abszorbancia méréseket 760 nm-en végezzük el, minden minta esetében 3 párhuzamos méréssel.

Minden mérés előtt szükséges egy kalibráció elvégzéséhez, melyhez a 2. táblázatban található oldatokat készítettem el. Ezzel a kalibrációval tudjuk meghatározni a minta bemérés pontos receptjét, ugyanis a cél, hogy a minta abszorbancia értéke a kalibráció középső tartományába essen.

2. táblázat Kalibrációs oldatok összetétele

	Folin	MeOH: DV	Galluszsav	Na_2CO_3
1	1250 μl	250 μl	-	1000 μl
2	1250 μl	250 μl	-	1000 μl
3	1250 μl	200 μl	50 μl	1000 μl
4	1250 μl	150 μl	100 μl	1000 μl
5	1250 μl	100 μl	150 μl	1000 μl
6	1250 μl	50 μl	200 μl	1000 μl
7	1250 μl	-	250 μl	1000 μl

A mérés során a végtérfogatot minden esetben 2500 μl , a polifenol tartalmat a [3] képlet alapján tudjuk kiszámolni. A kalibrációs egyenes alapján meg tudtam határozni a pontos bemérés receptjét, ami során 200 μl mintát, 50 μl MeOH: DV elegyet, 1250 μl Folint és 1000 μl Na_2CO_3 oldatot mértünk be.

$$TPC = \frac{A}{\operatorname{tg}\alpha} \cdot \frac{V_{\text{összes}}}{V_{\text{minta}}} \cdot H \quad [3]$$

A – abszorbancia

$\operatorname{tg}\alpha$ – kalibrációs egyenes meredeksége

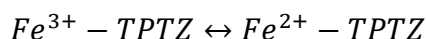
$V_{\text{összes}}$ – végtérfogat (2500 μl)

V_{minta} – bemért minta térfogata

H – mérés során alkalmazott hígítás

4.4.3. Antioxidáns kapacitás meghatározása (FRAP módszer)

Az antioxidáns kapacitás meghatározásához a FRAP módszert alkalmaztam, ami Benzie és Strain módszerén alapul. Ez egy spektrofotometriás módszer, ahol $\lambda=593$ nm-en mérjük a minták abszorbancia értékét. A módszer lényege, hogy a ferri-(Fe^{3+}) -ionok az antioxidáns aktivitású vegyületek hatására ferro-(Fe^{2+}) -ionokká redukálódnak, amik alacsony pH-n a TPTZ molekulával intenzív kék színű komplexet képeznek.



színtelen \leftrightarrow *kék*

A mérés elvégzéséhez először a FRAP reagens összeállításához szükséges oldatokat kellett elkészítenem. Az első szükséges oldat egy acetát-puffer, melynek pH értékét 3,6-re állítottuk be. Ezután dupla adag vas-klorid oldatot készítettem 0,108 g vas-kloridot oldottam fel 20 ml desztillált vízben. A harmadik szükséges oldat a Triazin oldat (TPTZ) volt, ahol 0,062 g triazint oldunk fel 20 ml desztillált vízben, majd fülke alatt hozzáadunk még 67 μl tömény sósavat.

Miután elkészítettem az oldatokat összeállítottam a FRAP reagenst, amihez 50 ml puffert és 5-5 ml vas-klorid és TPTZ oldatot öntöttem össze. Ezt a reagenst egy alufóliával borított pohárba készítettem el, ahol védve volt a fényhatástól. A méréshez ebben az esetben is szükség volt egy kalibrációs egyenes elkészítésére, amihez aszkorbinsav standardet alkalmaztam, a mintákat összeállításától számított 5 perc után mértem. A kalibrációs oldatok összetételét a 3. táblázatban láthatjuk.

3. táblázat Kalibrációs oldatok összetétele

	Reagens	Aszkorbinsav	Desztillált víz
1	1500 µl	10 µl	40 µl
2	1500 µl	20 µl	30 µl
3	1500 µl	30 µl	20 µl
4	1500 µl	40 µl	10 µl

A kalibráció elkészítése után következhetett a minta mérése, melyhez a végtérfogat minden esetben 1550 µl volt, ami a mintám alapján ez 1500 µl reagensből, 10 µl mintából és 40 µl desztillált vízből tevődött össze. Minden minta esetében 5 párhuzamos mérést végeztem, melyek eredményeit az értékelés során átlagoltam, a szórás értékeket a diagrammokon feltüntettem.

5. Kísérleti eredmények

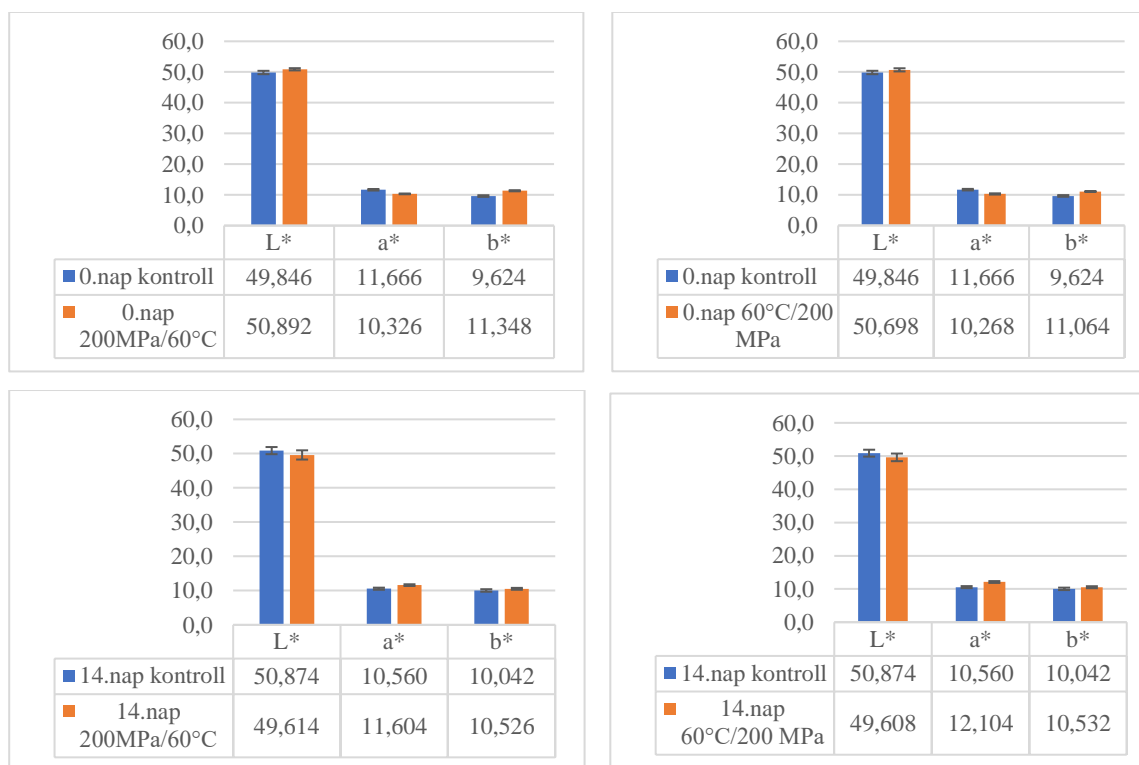
A mérések eredményeinek kiértékelése során minden esetben a páros összehasonlítás módszerét alkalmaztam a különböző minták eredményeinek összehasonlítására. A minták megnevezésében a 0. nap a frissen elkészített mintákat, míg a 14. nap a tárolt mintákat jelöli.

5.1. Színmérés eredményei

5.1.1 Színtényezők

A mérési eredmények kiértékelése során elsősorban 2 irányból közelíthetjük meg az adatokat. Az első irány a színmérés során a mérőeszköztől közvetlenül leolvasható színtényezők összehasonlítása. A kezelések hatásának vizsgálatához először is érdemes a kontroll minta adatait a kezelt mintákkal összehasonlítani, ezek eredményeit láthatjuk a 8. ábrán.

8. ábra A kezelések hatása a kontroll mintákhoz viszonyítva

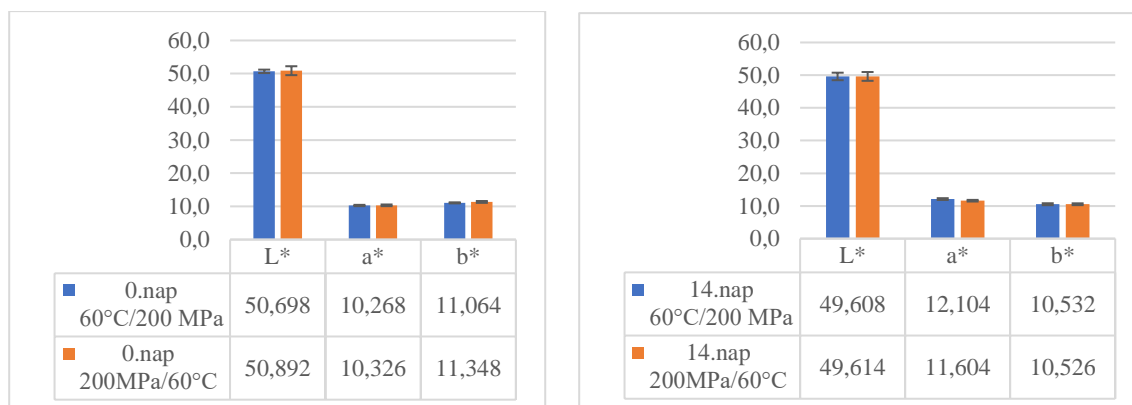


Összességében elmondható a fenti ábra alapján, hogy kis mértékű változás következett bemindegyik minta esetében. A 0.nap esetében a világossági tényezőben egy kisebb növekedést tapasztaltunk, valamint az a* érték csökkenése a vörös szín csökkenését jelenti, míg a b* értékek növekedése alapján a minták színe a sárga tartomány felé tolódott el. A 14.nap mintái esetében viszont pont az ellenkezőt tapasztaltuk, a világossági tényező kis mértékben csökkent, az a* a vörös szín irányába tolódik. Ez arra enged következtetni,

hogy bármilyen kezelés, ami a mintát éri csökkenti a kezdeti számócára leginkább jellemző pirosas színárnyalatot.

Fontos kérdése a dolgozatotnak, hogy az alkalmazott kezelések sorrendje befolyásolja-e a késztermék minőségét, így ennek megállapításához a 9. ábrán láthatjuk a különböző sorrendben alkalmazott kezelések hatását a színtényezőkre.

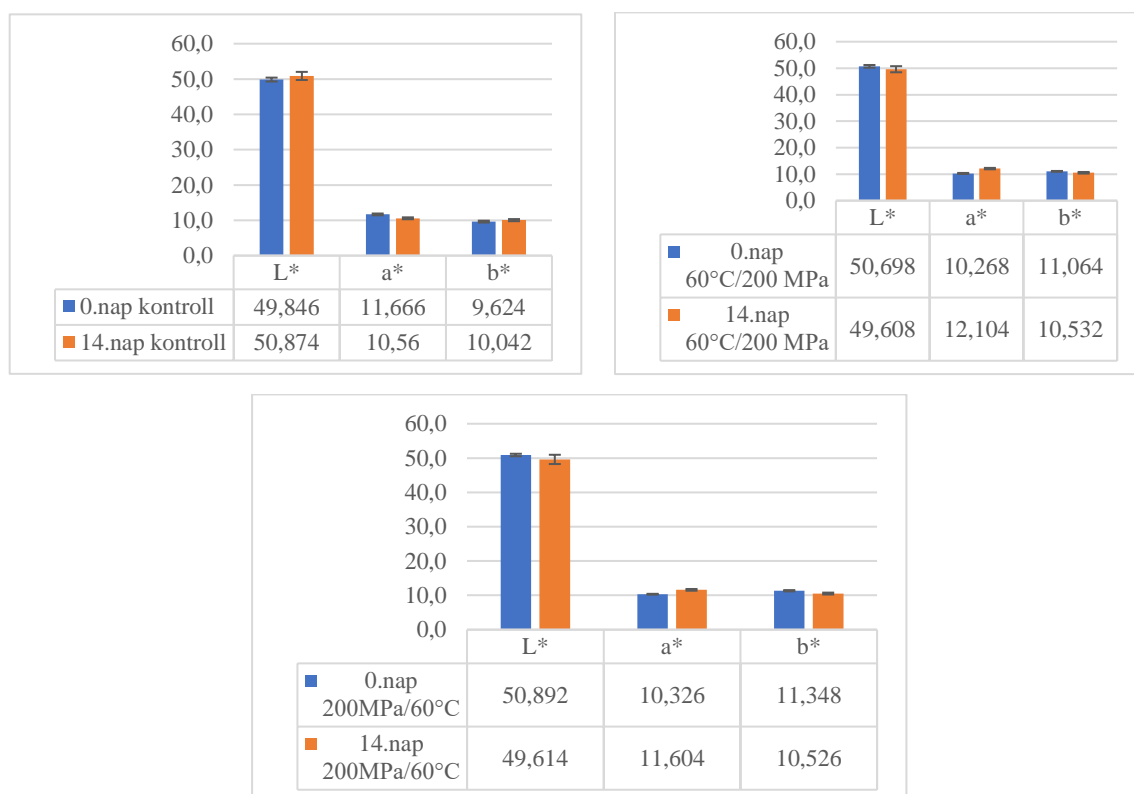
9. ábra Különböző kezelési sorrend hatása a színtényezőkre



A 9.ábrán jól látható, hogy a kezelések sorrendje érdemben nem befolyásolja a minták színtényezőit, egyik esetében sem jelentkezett számottevő eltérés. Ez alapján kimondható, hogy a minták színe esetében nincs jelentősége a kezelési sorrendnek.

A kísérletek másik nagy kérdése, hogy a tárolás hogyan és mennyiben befolyásolja a pürék minőségét. Hogy erre a kérdésre választ kapjunk, az azonos kezelési sorrendben részesülő minták színtényezőit ábrázoljuk a 10. ábra diagrammjain.

10. ábra A tárolás hatása a különböző kezelésű mintákon



A fenti ábrán azt láthatjuk, hogy a kontroll minták esetében a tárolás hatására a mintánk világossági tényezője kis mértékben növekedett, az a* vörös-zöld szintényező kis mértékben a zöld szín felé tolódott el és a b* értékek pedig a sárgás irányba, de egyik változás sem tekinthető nagy mértékűnek.

A kezelésen átesett minták esetében, függetlenül a kezelési sorrendtől, a tárolás hatására a világossági tényezők csökkenését tapasztaltuk, míg az a* értékek a legnagyobb mértékben az először hőkezelt, majd nyomáskezelt minták esetében észlelhető, ezek a minták tolódtak a legnagyobb mértékben a vörös szín felé.

5.1.2 Színínger-különbség

A minták színmérésének eredményeit nem csak a mért szintényezők alapján tudjuk összehasonlítani, hanem a színínger különbség mutatói alapján is. A kiszámított mutatók értékeit a 4.táblázatban találjuk.

4. táblázat Minták ΔE_{ab} értékei

ΔE_{ab}	0.nap kontroll	14.nap kontroll	0.nap 60/200	14.nap 60/200	0.nap 200/60	14.nap 200/60
0.nap kontroll		Érzékelhető	Érzékelhető	Alig érzékelhető	Érzékelhető	Alig érzékelhető
14.nap kontroll	1,6		Alig érzékelhető	Érzékelhető	Alig érzékelhető	Érzékelhető
0.nap 60/200	2,2	1,1		Érzékelhető	Nem érzékelhető	Érzékelhető
14.nap 60/200	1,1	2,1	2,2		Érzékelhető	Alig érzékelhető
0.nap 200/60	2,4	1,3	0,3	2,3		Érzékelhető
14.nap 200/60	0,9	1,7	1,8	0,5	1,9	

A 4.táblázatban látható színinger különbségek alapján hasonló eredményeket kaptunk, mint a színtényezők esetében. A legjelentősebb eltérés mindössze érzékelhető kategóriába tartozik, ez jellemző a két kontroll minta esetén, a kontroll és a kezeléseken átesett minták között, illetve a tárolás hatására. Egyedül a 0.napos minták kezelési sorrend változtatása során nem érzékelhető a különbség, ami alátámasztja a fenti megállapításunkat, hogy a kezelési sorrend nem befolyásolja a színváltozást.

5.1.3. Színmérés eredményei

Összességében azt tudjuk megállapítani a színmérés eredményei alapján, hogy a különböző kezelések mindössze kis mértékben vannak hatással a mintáink színére. A kezelések mind a friss, mind pedig a tárolt minták esetében érzékelhető változásokat okoznak. Változás mindegyik esetben történik, ám ennek iránya nem azonos minden esetben. A tárolás során szintén minden esetben látható változás következik be a mintáinkon.

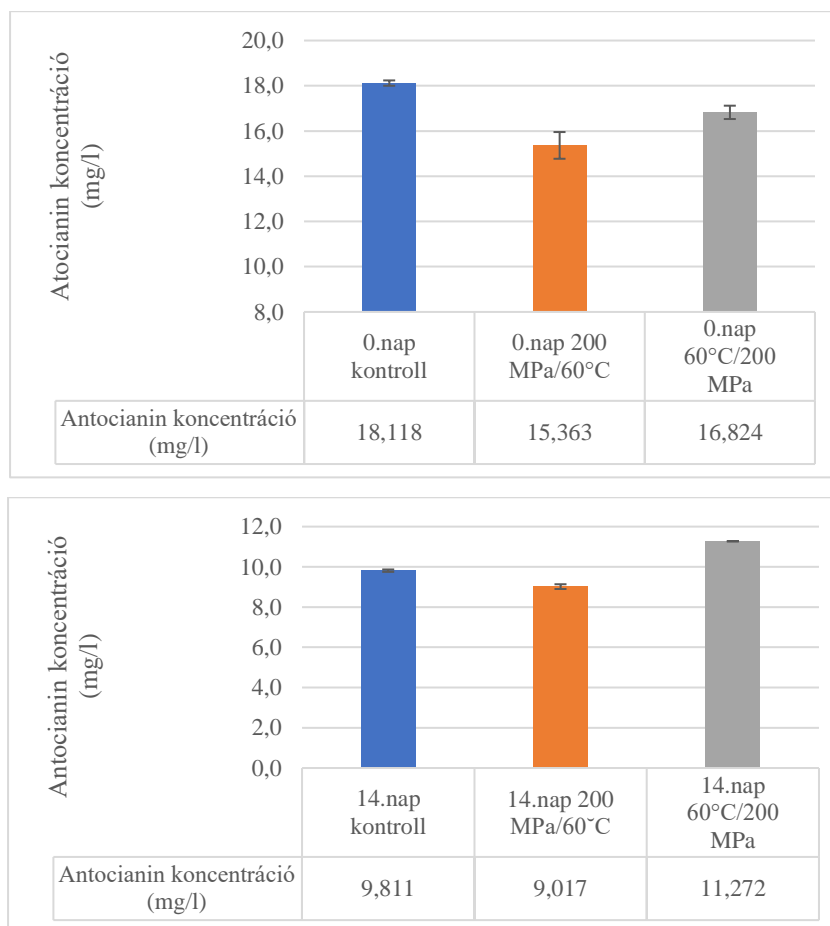
A színmérés alapján mindössze a kezelési sorrendnek nincs hatása a mintáink színére, ez az egyetlen tényező, ami egyáltalán nem befolyásolja a késztermékünk állapotát.

5.2 Kémiai vizsgálatok eredményei

5.2.1. Monomer antocianin tartalom mérés eredményei

Az antocianin tartalom meghatározása során alkalmazott pH differenciális módszer során kapott eredményeket a lenti ábrákon mutatom be, itt is alkalmazva a párosával történő összehasonlításokat, ami alapján megállapíthatjuk a kezelések és a tárolás hatását. Elsőként tekintsük át a kezelések hatását a minták antocianin tartalmára (11.ábra).

11. ábra Kezelések hatása az antocianin tartalomra 0.napos és 14.napos mintákon



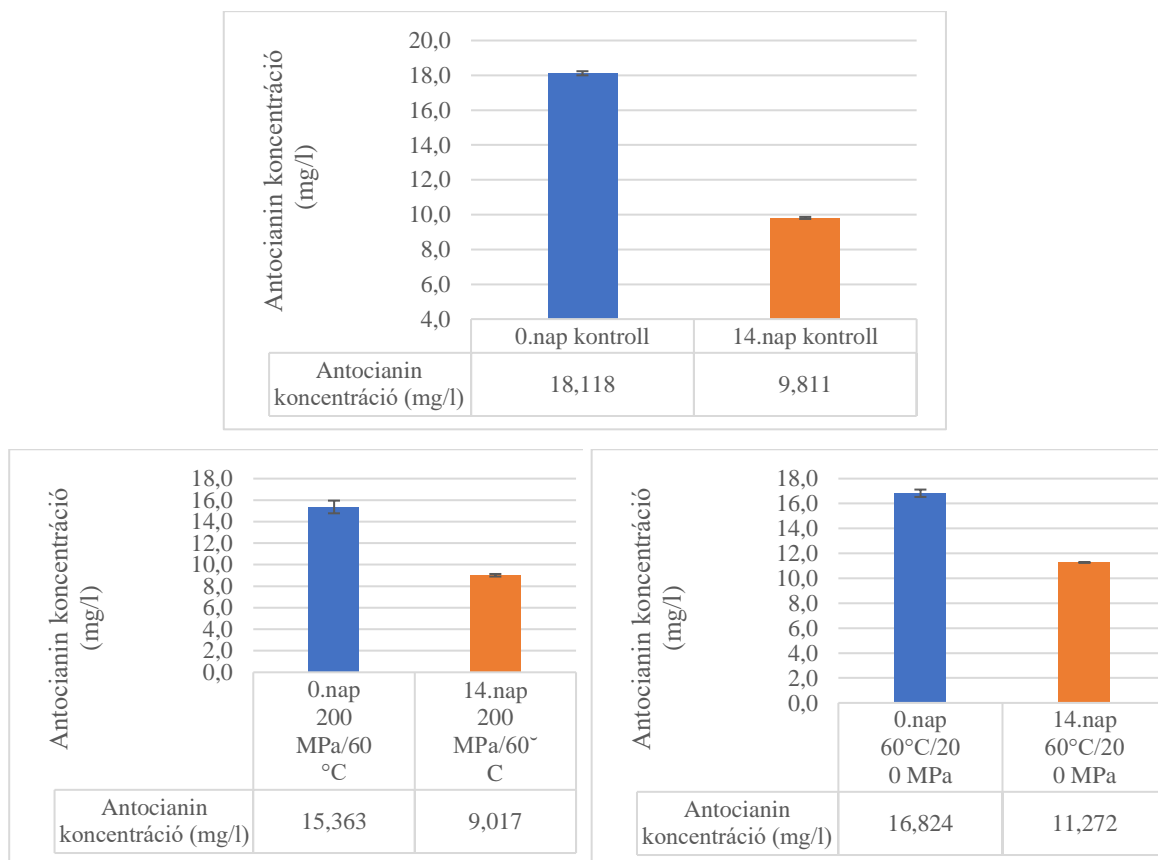
A fenti ábrán azt láthatjuk, hogy az antocianin tartalmát tekintve a 0. napos friss minták jóval magasabb értékeket mutattak, mint a 14. napig tárolt minták, ám mindkét esetben az alkalmazott kezelések csökkentették az antocianin tartalmat. A tárolt minták esetében az először 60°C-on hőkezelt, majd 200 MPa nyomással kezelt minták antocianin tartalmában magasabb értékeket kaptunk, mint a tárolt kontroll minta esetében. Ez adódhat abból, hogy a tárolás során ezzel a kezelési sorrenddel kezelt minták antocianin tartalma nem csökkent olyan mértékben, mint a többi minta esetében. Másik oka ennek a növekedésnek Chaovanalikit és Wrolstad munkája alapján a nyomás és hőkezelés együttesen növelni tudta a minta előkészítése során alkalmazott extrakció hatékonyságát (Chaovanalikit, 2004).

A dolgozatomban egyik kérdése, hogy a kezelési sorrend hatással van-e a késztermék minőségére, és ezen mérések alapján azt mondhatjuk, hogy igen, van hatása. A 0. napos mintákat végig nézve láthatjuk, hogy az először nyomás-, majd hőkezelésen átesett minta

antocianin tartalma sokkal nagyobb mértékben csökkent, mint a fordított kezelésen átesett minták.

A következő ábrákon a tárolás hatását vizsgálom a különböző kezelésen átesett mintákon.

12. ábra Tárolás hatása a minták antocianin tartalmára

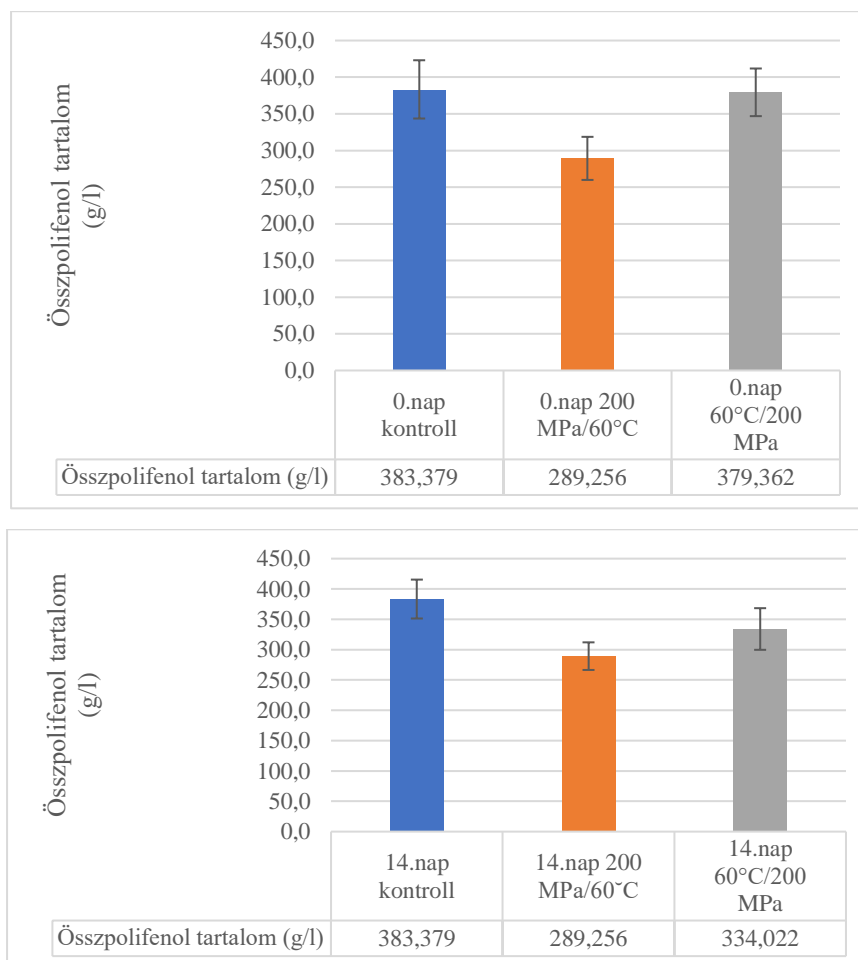


A 13.ábrán egyértelműen látható, hogy bármilyen kezelésen is esett át a minta, a tárolás során minden esetben tovább csökkent az antocianin tartalom. A kezelési sorrendek nem befolyásolták a csökkenés mértékét, az minden esetben szinte azonos volt a 14 nap alatt.

5.2.2. Össz polifenol tartalom mérés eredményei

A polifenol tartalom meghatározásának eredményeit hasonlóan az eddigi mérésekhez, igyekeztem azonos szempontok alapján értékelni. Az első kérdés, amire a választ kerestem, az a kezeléseket hatása a polifenol tartalomra. Ezen kérdéseket a 14. ábra segítségével tudom megválaszolni.

13. ábra Kezelések hatása az összpolidifenol tartalomra 0. napos és 14. napos mintákon

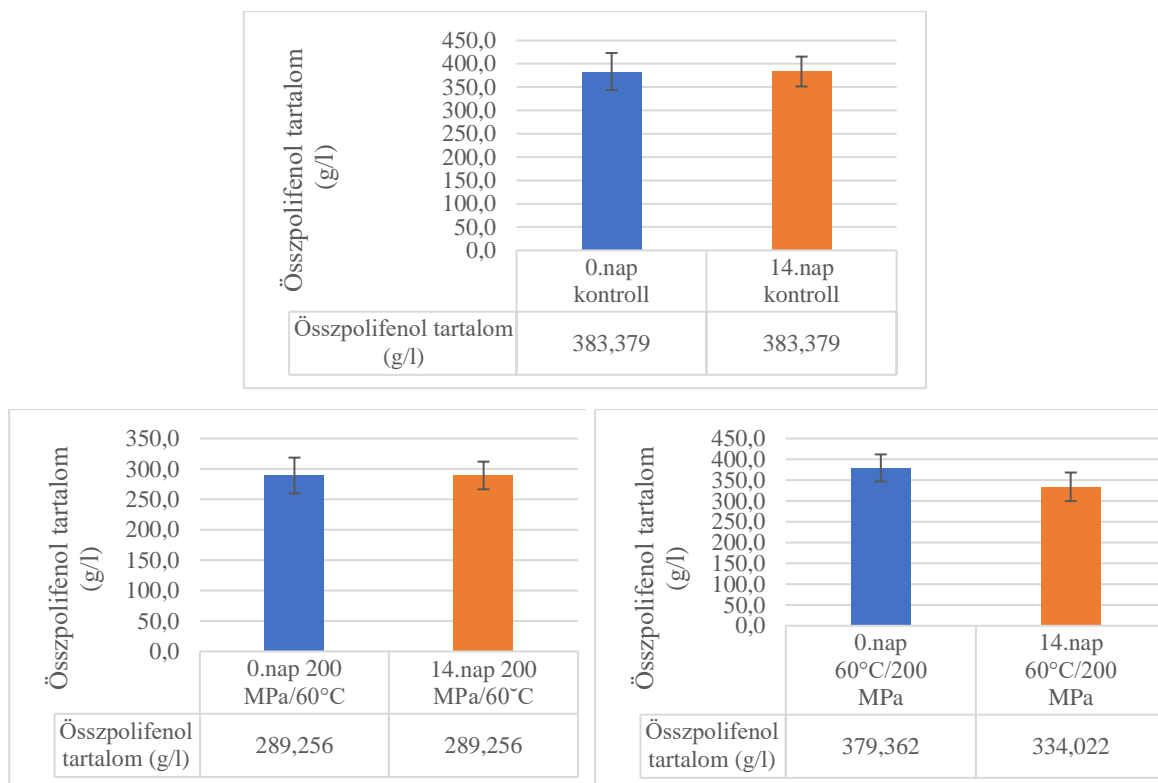


A fenti ábrán azt láthatjuk, hogy mind a friss minták, mind a tárolt minták esetében csökkenést tapasztaltunk a polifenol tartalomban. A kezelések hatásának összehasonlítása során azt láthatjuk, hogy nagyobb mértékű polifenol csökkenést mértünk abban az esetben, amikor először a nyomáskezelést, másodsorra pedig a hőkezelést végeztük el, a fordított sorrendben végzett kezeléssel szemben. A kezelések hatásait figyelembe véve tehát az az előnyösebb, ha először hőkezelésen esik át a minta, majd utána a nyomáskezelésen.

A másik fontos kérdés a vizsgálatok során a tárolás hatása a minták állapotára. Ennek megállapítására a 14. ábrán láthatjuk az azonos kezelésen átesett mintákat egymás mellett ábrázolva. Ebből jól látható, hogy a polifenol tartalomra a kontroll minták és az először nyomás-, majd hőkezelésen átesett minták esetében egyáltalán nem mértünk különbséget a 0.napos és a 14.napos minták között. Egyedül a hő-, és utána következő nyomáskezelésen átesett minták esetében tapasztaltunk további csökkenést a kezelések után is. Összességében

tehát azt mondhatjuk ezek az eredmények alapján, hogy a kezelések sokkal nagyobb mértékben befolyásolják a polifenol tartalmat, mint a tárolás.

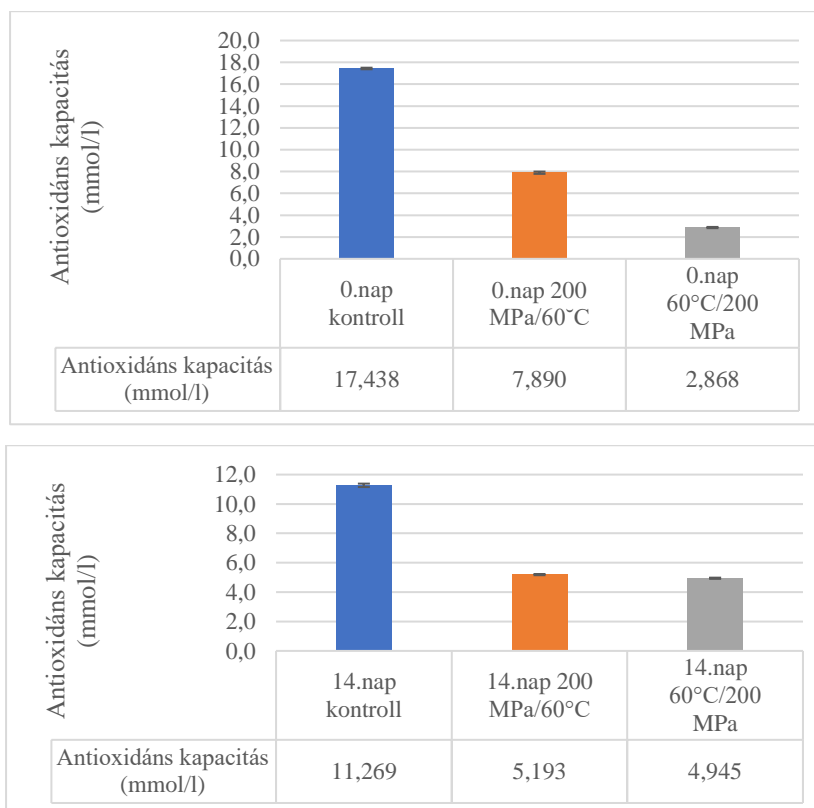
14. ábra Tárolás hatása a minták polifenol tartalmára



5.2.3. Antioxidáns kapacitás eredményei

A mintáink antioxidáns-kapacitását a FRAP módszer segítségével határoztam meg. Az eredmények bemutatása során most is először a kezelések hatását vizsgáltam meg, melyek eredményeit a 15. ábra mutatja.

15. ábra Kezelések hatása az antioxidáns kapacitásra a 0.napos és a 14.napos mintákra

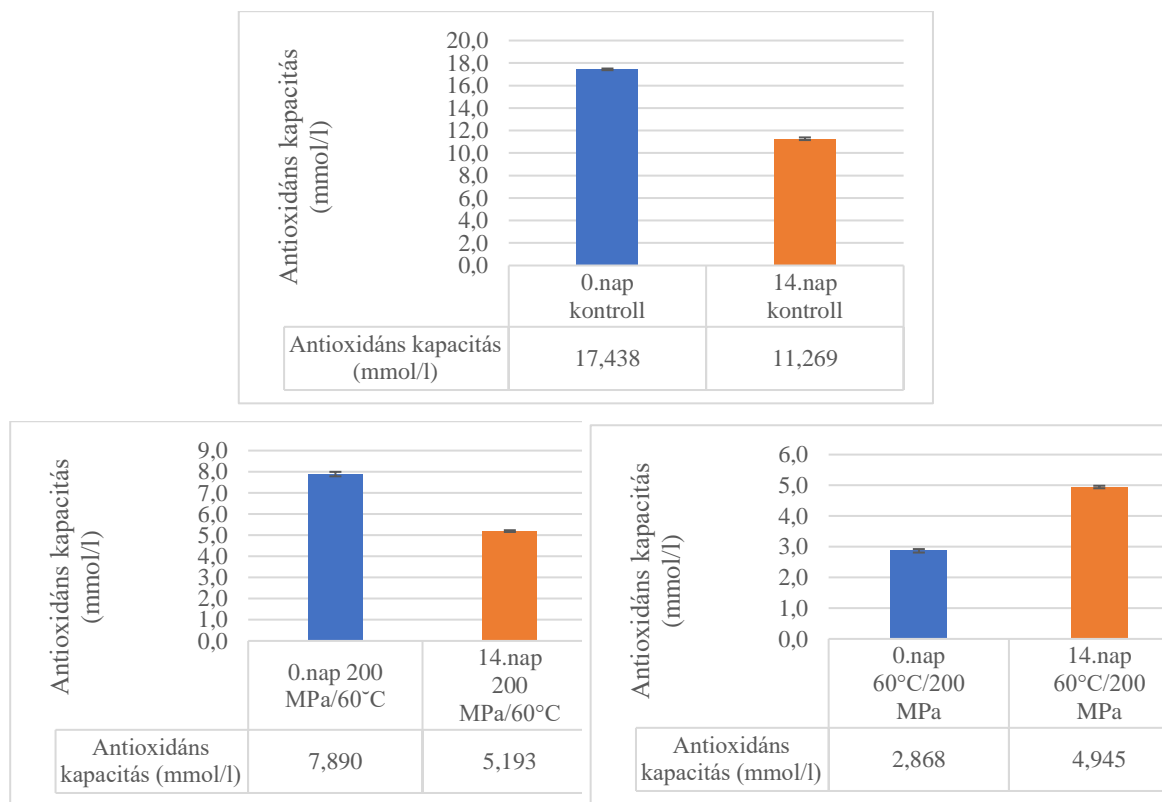


A fenti ábrán jól látható, hogy a kezelések jelentős mértékben lecsökkentik a minták antioxidáns kapacitását. Ez nagyban alátámasztotta a várt eredményeket, ugyanis egy 2004-ben elkészített munkában már azt tapasztalták, hogy a nagy hidrosztatikus nyomással kezelt minták (Indrawati és munkatársainak a munkájában narancslé minták) antioxidáns-kapacitása jelentős csökkenést mutat (Indrawati, et al., 2004). Ez jelentkezett a mi mintánk esetében is, ugyanis a kezelések hatására közel a felére csökkentek az értéke, melyeknek oka az antocianin kapacitáshoz kapcsolódó C-vitamin tartalom csökkenés lehet.

A friss minták esetében tapasztaltunk különbséget a kezelési sorrendek között, ám a tárolt minták kezelése során ezt nem jelentkezett. Ezek alapján viszont nem tudunk biztos következtetést levonni azzal kapcsolatban, hogy a késztermék minőségét befolyásolja-e a kezelési sorrend, illetve, hogy melyik sorrend van pozitívabb hatással az antioxidáns kapacitásra.

A tárolás hatását ebben az esetben is vizsgáltuk, melyek eredményeit a 16. ábrán láthatjuk.

16. ábra Tárolás hatása a minták antioxidáns kapacitására



Azt láthatjuk a fenti ábrán, hogy a tárolás során a kontroll minta és a nyomáskezeléssel indított, majd a hőkezelésen átesett minta esetében további csökkenést mértünk. A tapasztalt csökkenés mértéke nagyjából azonos is, így azt mondhatjuk, hogy a kezelés nem volt hatással a tárolás során mért csökkenésre. Az először hőkezelt, majd nyomáskezelt minta esetében antioxidáns-kapacitás növekedést tapasztaltunk, ami ebben az esetben valószínűleg egy mérési hibának tudható be.

A szakirodalom gyűjtése során több munka is említette a hasonlóságot az antioxidáns-kapacitás és a polifenolok mennyisége között, a kezelésekre bekövetkező csökkenő tendenciákban. A C-vitamin és a fenolos vegyületek összfenol tartalma nagy jelentőséggel bír a gyümölcsök és a belőlük készített termékek egészségre gyakorolt hatásában.

6. Következtetések

Az általunk elkészített gyümölcspürén elvégzett kezelések során arra a kérdésre próbáltam választ találni, hogy az elvégzett 60°C-os hőkezelés és 200 MPa nyomásértékű HHP kezelés, ami mikrobiológiailag már elegendőnek bizonyult az élelmiszer biztonsága szempontjából, milyen hatással van a késztermék minőségére.

Vásárlói szempontból az először szembetűnő tulajdonság a termék színe, ami esetében célunk volt az eredeti, szamócára jellemző pirosas szín megőrzése. A kísérletek során azt az eredményt kaptuk, hogy a kezelések hatással vannak a különböző szintényszőkre, ám ezek a változások nem voltak jelentősek. A kezelések mellett a tárolás hatását is vizsgáltuk, ami a színváltozásra hatással volt. Ehhez hozzájárulhatott a pürében lévő gyümölcsök levegővel való érintkezés során jelentkező barnulása is.

A kémiai vizsgálatok során elősorban a termékünk beltartalmi értékeit vizsgáltam, melyek az egyre tudatosabbá váló fogyasztók számára egyre nagyobb fontossággal bírnak. Először az antocianin tartalmat vizsgáltam, ami során megállapítottam, hogy a kezelések során minden esetben tapasztaltunk csökkenést, és a friss minták esetében arra a következtetésre jutottam, hogy a kezelési sorrend befolyásolja a végső antocianin tartalmat. Előnyösebb kezelési sorrend lehet a hőkezeléssel kezdeni, majd második kezelésként a nyomáskezelés következzen. A tárolás szintén hatással van az antocianin tartalomra, ugyanis folyamatos csökkenést tapasztaltunk minden minta esetében. A polifenol tartalom vizsgálatakor azt tapasztaltuk, hogy a kezelések vannak inkább hatással az össz polifenol tartalomra, ugyanis a tárolás során mindössze egy esetben mértünk csökkenést, az is kisebb mértékű, mint a kezelések hatása. A kezelési sorrend kérdését vizsgálva a friss és tárolt minták esetében is jelentősebb csökkenést mértünk a nyomáskezeléssel kezdődő, majd hőkezeléssel végződő behatások során. Ez alapján az ipar számára a fordított sorrend lenne az előnyösebb. Az antioxidáns kapacitás vizsgálata esetében arra a következtetésre jutottam, hogy ez az egyik legérzékenyebben reagáló komponens, mely minden kezelés és a tárolás hatására is jelentős mértékben csökkent. Ebben az esetben nem tudunk egyértelműen előnyösebb kezelési sorrendet felállítani.

Összességében az eredményeink alapján nem állapítható meg egy olyan kezelési sorrend, amely minden beltartalmi tulajdonság szempontjából előnyös lenne, így további kísérleteket végeznék más nyomás és hőmérséklet értékek mellett is.

7. Összegzés

A dolgozatom elkészítése során a legfontosabb célom egy olyan termék vizsgálata volt, ami megfelel a napjainkban egyre nagyobb teret hódító egészséget támogató, könnyen fogyasztható élelmiszer kategóriának. Ahhoz, hogy egy ilyen terméket elő tudjunk állítani, nem elegendő egy fajta kezelési mód alkalmazása, hanem inkább kombinálnunk szükséges 2 kíméletesnek tekinthető kezelést. Ez az én esetemben a nagy hidrosztatikus nyomás (HHP) és a hőkezelés kombinálását jelentette. Célom elsődlegesen a dolgozat elkészítése során a kezelések hatásának és a tárolás hatásának vizsgálata, egy ideális kezelési sorrend megállapítása.

Ehhez elkészítettem a gyümölcspüré mintámat, melyhez fagyasztott szamócat, avokádót, banánt és mandulatejet pürésítettem össze, majd 20 g-os kis csomagokba töltöttem. Ezt a pürét 2 alkalommal készítettem el, mindkét alkalommal azonos kezeléseket végeztem a mintákon. Egy adagot mindenféle kezelés nélkül hűtőtárolóba helyeztem, a második adag esetében először egy 60°C-os hőkezelést, majd egy 200 MPa nyomáskezelést végeztem az egyetemen megtalálható berendezésekkel, míg a harmadik adag mintán először 200 MPa nyomáskezelést, majd 60°C-os hőkezelést végeztem. Az első adag gyümölcspüré minták 14 napra hűtőtárolóba helyeztem és csak a kóstolás napján vettem ki őket onnan, míg a második adagot ezen a 14. napon készítettem csak el és akkor is kezeltem. Emellett a színmérést is ezen a napon végeztem el, a kémiai vizsgálatokat pedig néhány héttel később végeztem el, így addig fagyasztásra kerültek a minták, hogy megőrizzük a 14. napos állapotot.

A színméréshez az általánosan nagyon könnyen alkalmazható Konica Minolta CR-400 színmérőt használtam, ami segítségével a színtényezőket kaptam meg, amik önmagukban is alkalmasak voltak a minták összehasonlítására, valamint belőlük meg tudtam határozni a színinger-különbségeket is. A kémiai vizsgálatok esetében meghatároztam a mintám antocianin, össz polifenol és antioxidáns kapacitását. Az antocianinok meghatározását egy pH differenciális módszerrel végeztem, ami során cianidin-3-glükózid egyenértékben kifejezve kaptuk meg az antocianin pigmentek koncentrációját. A polifenol tartalom meghatározását TPC módszerrel határoztuk meg, melynek alapja a Fohlin reakció volt. Az antioxidáns kapacitás meghatározására pedig a FRAP módszert alkalmaztam. A vizsgálatok elvégzéséhez előzetes extrakciót végeztem a mintáimon.

A mérési eredményeim értékelése után arra a következtetésre jutottam, hogy a mintáim színében a kezelések hatására minden esetben bekövetkezett változás, így megállapítható, hogy a kezelések hatással vannak a színtényezőkre, ám a kezelési sorrend vizsgálata azt mutatta, hogy az alkalmazott sorrend nem befolyásol.

A kémiai vizsgálatok során az antocianin tartalomra vonatkozó mérések alapján azt tudtam megállapítani, hogy a kezelések és a tárolás is hatással van az antocianin tartalomra, mindkét esetben csökkenést tapasztaltunk és nem tudtam előnyösebb kezelési sorrendet felállítani. A polifenol tartalom vizsgálat során azt tapasztaltam, hogy a tárolás nincs olyan hatással, mint az alkalmazott kezelések. Itt mind a friss, mind a tárolt minták esetében jelentősebb csökkenést tapasztaltunk a nyomáskezeléssel kezdődő majd hőkezeléssel folytatódó összeállítás során. Ez alapján az ipar számára ezen paraméter esetében előnyösebb kezelési összeállítás lehet a hőkezeléssel kezdődő és nyomáskezeléssel folytatódó sorrend. Az antioxidáns kapacitás vizsgálata során minden kezelésre és a tárolásra is jelentős mértékű csökkenést tapasztaltam, illetve itt sem tudtam előnyösebb kezelési sorrendet megállapítani.

Irodalomjegyzék

Agnieszka Szajdek, E. J. B., 2008. Bioactive Compounds and Health-Promoting Properties of Berry Fruits. *Plant Foods for Human Nutrition*, 63. kötet, pp. 147-156.

AGRICULTURE, U. D. O., 2022. *USDA FoodData Central*. [Online]
Available at: <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/167762/nutrients>

Anon., 2022. *AgroKép*. [Online]
Available at: <https://www.agrokep.vg.hu/>
[Hozzáférés dátuma: január 2023].

Caner, C., Hernandez, R. J. & Harte, B. R., 2004. High-pressure processing effects on the mechanical, barrier and mass transfer properties of food packaging flexible structures: a critical review. *Packaging Technology and Science*, 17(1.), pp. 23-29.

Chaovanalikit, A. a. W. R., 2004. Total Anthocyanins and Total Phenolics of Fresh and Processed Cherries and Their Antioxidant Properties. *Journal of Food Science*, 69. kötet, pp. 67-72.

Cserhalmi, Z., Noémi, L., Ágnes, S. & Marianna, T., 2005. Pulzáló elektromos térerővel kezelt citruslevelek vizsgálata. *Alkoholmentes italok*, 1.. kötet, pp. 17-19.

D.U.Lee, V.Heinz & D.Knorr, 2003. Effects of combination treatments of nisin and high-intensity ultrasound with high pressure on the microbial inactivation in liquid whole egg. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 4.(4.), pp. 378-393.

Dalmadi, I. & Farkas, J., 2006. Gyümölcskészítmények tartósítása nagy hidrosztatikus nyomással. *Élelmezési Ipar*, 60.. kötet, pp. 262-264.

Farkas, D. & Balasubramaniam, V., 2008. High-pressure Food Processing. *Food Science and Technology International*, 14.(5.), pp. 416-418.

Fellows, 2000. *Food Processing Technology*. második szerk. Cambridge, England: Woodhead Publishing Limited.

Friedrich, L., 2008. *Ultrahang alkalmazása húskészítmények minősítésében Doktori értekezés*, Budapest: Budapesti Corvinus Egyetem .

Gubacsiné Marton Fanni, T. Á., 2019. A különböző szamócatermelési módok jövedelmezősége Magyarországon. *GAZDÁLKODÁS: Scientific Journal on Agricultural Economics*, 63.évfolyam(6.szám), pp. 486-501.

Hartyáni, P., 2012. *Pulzáló elektromos térerő és nagy hidrosztatikai nyomás*, Budapest: Budapesti Corvinus Egyetem.

Hendrickx, M., LudikhuyzeI, L., Broeck, V. d. & Weemaes, C., 1998. Effects of high pressure on enzymes related to food quality. *Trends in Food Science & Technology*, 9(5), pp. 197-203.

Hivatal, K. S., 2019. *KSH*. [Online]
Available at: https://www.ksh.hu/thm/2/indi2_8_1.html?lang=hu
[Hozzáférés dátuma: január 2023].

- Indrawati, Van Loey, A. & Hendrickx, M., 2004. Pressure and temperature stability of water-soluble antioxidants in orange and carrot juice: a kinetic study. *European Food Research and Technology*, 219. kötet, pp. 161-166.
- Jiang, H. és mtsai., 2021. The anti-obesogenic effects of dietary berry fruits. *Food Research International*, 147. kötet, pp. 110-539.
- Kiss, I., 1993. ÉLELMISZEREK SUGÁRTARTÓSÍTÁSA MAGYARORSZÁGON. *Fizikai Szemle*, 7. kötet, p. 263.
- KSH, 2019. *Központi Statisztikai Hivatal*. [Online]
Available at: https://www.ksh.hu/stadat_files/mez/hu/mez0086.html
[Hozzáférés dátuma: január 2023].
- Roberts, C. & Hoover, D., 1996. Sensitivity of *Bacillus coagulans* spores to combinations of high hydrostatic pressure, heat, acidity and nisin. *Journal of Applied Bacteriology*, 81.(4.), pp. 363-368.
- Rupasinghe, Vasantha, H. & Yu., L. J., 2012. Emerging preservation methods for fruit juices and beverages. In: *Food additive*. hely nélkül: ismeretlen szerző, pp. 65-82.
- Scalzo, J. és mtsai., 2005. Plant genotype affects total antioxidant capacity and phenolic contents in fruit. *Nutrition*, 21(2), pp. 207-213.
- Singleton, R., 1965. Colorimetry of Total Phenolic Compounds with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16. kötet, pp. 144-158.
- Subash, S. és mtsai., 2014. Neuroprotective effects of berry fruits on neurodegenerative diseases. *Neural Regen Res*, 9(16), pp. 1557-1566.
- Tamus, A., 1998. *A fogyasztói magatartás tényezői a gyümölcsfélék terén.*, Gödöllő: Doktori értekezés.
- Turcsán Tünde, M. I., 2019. *Többet költünk zöldségre és gyümölcsre*. Budapest, GfK Hungária Piackutató Intézet.
- Varela-Santos, E. és mtsai., 2012. Effect of high hydrostatic pressure (HHP) processing on physicochemical properties, bioactive compounds and shelf-life of pomegranate juice. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 13.. kötet, pp. 13-22.
- Wang, S. Y. & Jiao, H., 2000. Scavenging Capacity of Berry Crops on Superoxide Radicals, Hydrogen Peroxide, Hydroxyl Radicals, and Singlet Oxygen. *Agricultural and Food Chemistry*, 48(11), pp. 5677-5684.
- Zhang, Q., Chang, F.-J., V.Barbosa-Cánovas, G. & G.Swanson, B., 1994. Inactivation of Microorganisms in a Semisolid Model Food Using High Voltage Pulsed Electric Fields. *LWT - Food Science and Technology*, 27.(6.), pp. 538-543.
- Zoltán, L., 2010. Az egészséges és az egészségesnek gondolt táplálkozás trendjei. *Élelmiszer, táplálkozás és marketing*, Issue 7.1, pp. 37-40.

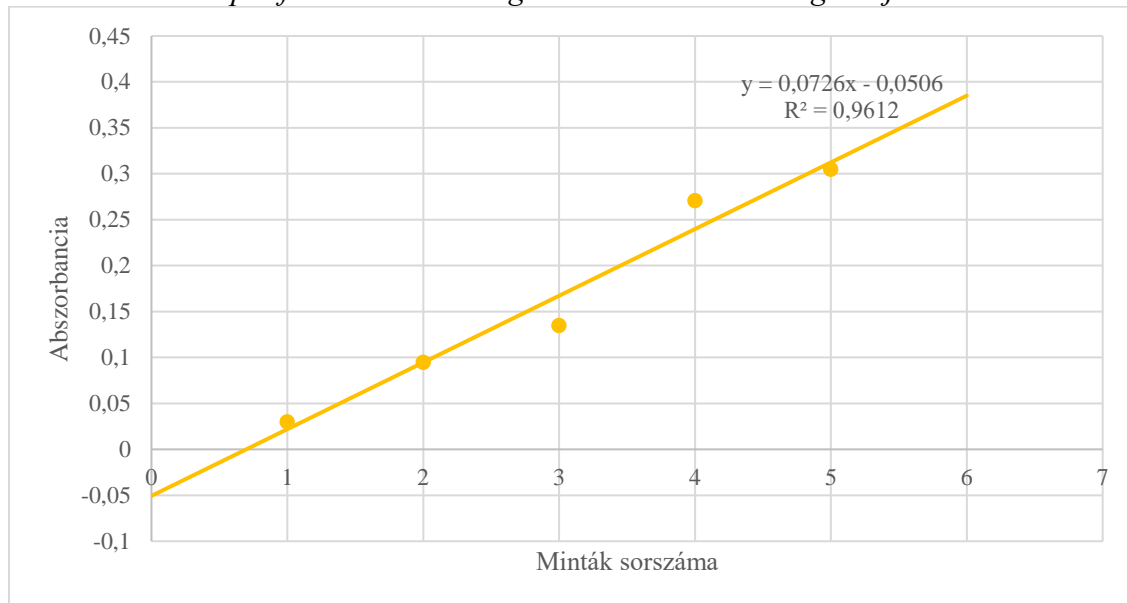
Táblázat és ábrajegyzék

1. táblázat Szamóca összetevői 100 g termékben (AGRICULTURE, 2022).....	8
2. táblázat Kalibrációs oldatok összetétele	19
3. táblázat Kalibrációs oldatok összetétele	21
4. táblázat Minták ΔE_{ab} értékei.....	25

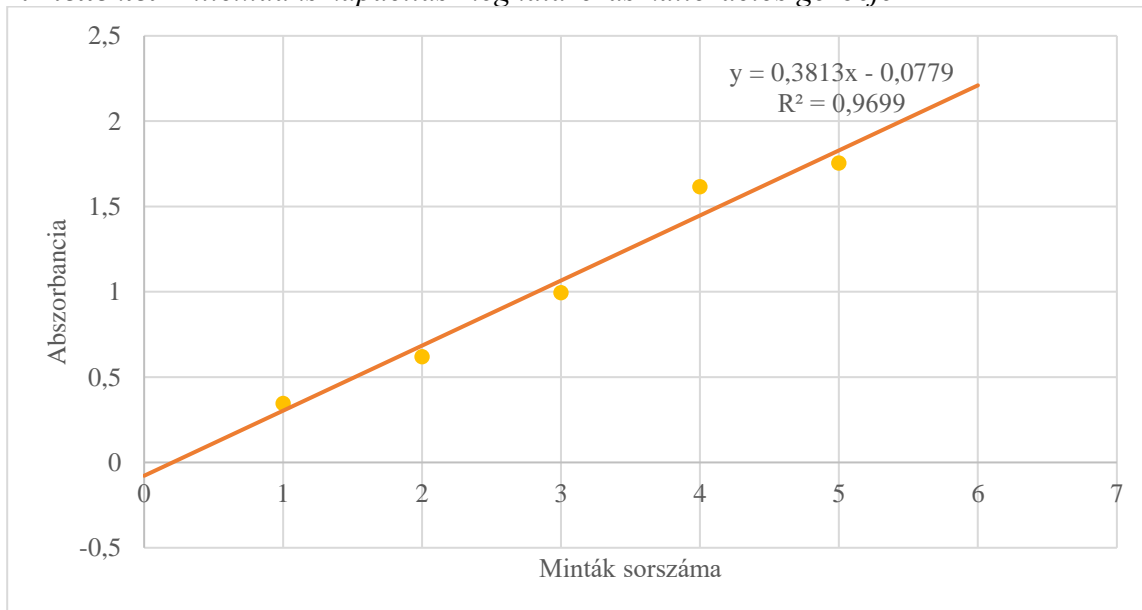
1. ábra Nagy hidrosztatikus nyomású kezelés működési elve (Dalmadi & Farkas, 2006)..	11
2. ábra A gyümölcs püré összetevői	14
3. ábra Elkészített gyümölcs püré.....	15
4. ábra A minták a kis tasakokba töltve.....	15
5. ábra RESTATO FPU 100-2000 nyomáskezelő berendezés.....	16
6. ábra Hőkezelő berendezés.....	16
7. ábra Minták és az extrahálószer a centrifugacsövekben.....	17
8. ábra A kezelések hatása a kontroll mintákhoz viszonyítva.....	22
9. ábra Különböző kezelési sorrend hatása a szintényezőkre	23
10. ábra A tárolás hatása a különböző kezelésű mintákon	24
11. ábra Kezelések hatása az antocianin tartalomra 0.napos és 14.napos mintákon.....	26
12. ábra Tárolás hatása a minták antocianin tartalmára	27
13. ábra Kezelések hatása az össz polifenol tartalomra 0. napos és 14. napos mintákon ..	28
14. ábra Tárolás hatása a minták polifenol tartalmára	29
15. ábra Kezelések hatása az antioxidáns kapacitásra a 0.napos és a 14.napos mintákra	30
16. ábra Tárolás hatása a minták antioxidáns kapacitására	31

Mellékletek

1. melléklet *Össz polifenol tartalom meghatározás kalibrációs görbéje*



2. melléklet *Antioxidáns kapacitás meghatározás kalibrációs görbéje*



KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton szeretnék köszönetet mondani mindenkinek, aki hozzájárult a szakdolgozatom megvalósulásához. A konzulensemnek Dalmadi Istvánnak, a Konzervipari tanszék munkatársainak, kiemelve Komlós Gábort, aki a vizsgálatok elvégzésében közreműködött, valamint Zakariás Fanninak, akinek a készülő doktori munkája tette lehetővé az én dolgozatom megvalósulását.

NYILATKOZAT

a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió¹ nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Sipos Viktória
A Hallgató Neptun kódja: KU7DOM
A dolgozat címe: Nagy hidrosztatikus nyomás és kíméletes hőkezelés kombinációinak hatása gyümölcspürék érzékszervi tulajdonságára
A megjelenés éve: 2023
A konzulens intézetének neve: Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet
A konzulens tanszékének a neve: Állattermék és Élelmiszertartósítási 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 záróvizsgabizottság 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 mindenkor 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: Budapest, 2023 év november hó 2 nap

Sipos Viktória

Hallgató aláírása

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törölendő.

NYILATKOZAT

Sipos Viktória (hallgató Neptun azonosítója: KU7DOM) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő védésre javaslom / nem javaslom².

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*3}

Kelt: 2023 év november hó 2. nap



_____ **belső konzulens** _____