

DIPLOMADOLGOZAT

Molnár-Kleiber Brigitta Diplomadolgozat

Molnár-Kleiber Brigitta

2023



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Budai Campus

Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet

**Élelmiszerbiztonsági és -minőségi mérnöki
mesterképzési szak**

**Konyhakész termék előállítási lehetőségei édesburgonya
fajtákból**

Belső konzulens: Dr. Máté Mónika Zsuzsanna
egyetemi docens

**Belső konzulens
intézete/tanszéke:** Gyümölcs- és
Zöldségfeldolgozás
Technológia Tanszék

Belső konzulens: Dr. Belák Ágnes
egyetemi docens

**Belső konzulens
intézete/tanszéke:** Élelmiszer-mikrobiológia,-
higiénia és -biztonság
Tanszék

Készítette: Molnár-Kleiber Brigitta

Budapest

2023

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés.....	1
2. Célkitűzés.....	3
3. Irodalmi áttekintés.....	4
3.1. Az édesburgonya növényrendszertani besorolása, eredete és elterjedése.....	4
3.2. Az édesburgonya általános jellemzése és beltartalmi értékei	5
3.3. Az édesburgonya feldolgozási és felhasználási lehetőségei	13
3.3.1. Az édesburgonya emberi fogyasztásának és felhasználásának lehetőségei	13
3.3.2. Az édesburgonya felhasználása takarmányként	19
3.4. Az édesburgonya mikrobiótája	19
4. Anyagok és módszerek.....	22
4.1. Kísérletek helye	22
4.2. Kísérleti anyagok	22
4.3. Kísérleti munka menete	23
4.3.1. Romlást okozó mikrobák kimutatása.....	23
4.3.2. Kezelés kivonatokkal	23
4.4. Vizsgálati módszerek.....	25
4.4.1. Mikrobiológiai vizsgálatok	25
4.4.2. Színmérés.....	26
4.4.3. Refrakció (vízoldható szárazanyag tartalom) meghatározása	27
4.4.4. pH mérés	28
4.4.5. Extraktum készítés	28
4.4.6. Összes polifenol tartalom meghatározása	29
4.4.7. Antioxidáns kapacitás meghatározása.....	29
5. Kísérleti eredmények és értékelésük.....	31
5.1. Az édesburgonya minták mikrobiológiai vizsgálata.....	31
5.2. A kezelések hatása az édesburgonya mintákra.....	35

5.2.1. Mikrobiológiai vizsgálatok	35
5.2.2. Szárazanyag tartalom és pH-mérés eredményei.....	42
5.2.3. Színmérés eredményei.....	45
5.2.4. Összes polifenol tartalom eredményei	51
5.2.5. Antioxidáns kapacitás eredményei	53
5.3. Következtetések és javaslatok	55
6. Összefoglalás.....	57
Irodalomjegyzék	59

Molnár-Kleiber Brigitta Diplomadolgozat

1. Bevezetés

Napjainkban egyre népszerűbb téma az egészségtudatos táplálkozás, ebből kifolyólag előtérbe került a nagy mennyiségű gyümölcs- és zöldségfogyasztás. Az iparosodás óta nem látott mértékben megnőtt az átlagember számára elérhető élelmiszerek sokszínűsége. Ugyanakkor az egyre inkább rohanó világban a társadalom széles köre keresi és ezáltal részesíti előnyben az azonnal fogyasztható, vagy legalábbis kevesebb előkészítést igénylő élelmiszereket, amelyek mindemellett tartalmazzák a megfelelő tápanyagokat, valamint vitaminokat és ásványi anyagokat.

Az édesburgonya egy több ezer évvel ezelőtt nemesített, több száz éve ismert, és a világ számos részén használt növény, mégis csupán az utóbbi évtizedekben vált közkezdvelt élelmiszeripari és konyhai alapanyaggá. Beltartalmi értékeit tekintve gazdag növény, viszonylag nagy mennyiségben tartalmaz szénhidrátokat, melyek jelentős részét a keményítő teszi ki, illetve más zöldségekhez viszonyítva magasabb fehérjetartalommal rendelkezik. Vitamin- és ásványi anyag-tartalma is jelentős, egyes fajtái nagy mennyiségben tartalmaznak β -karotint, ami a szervezetben A-vitaminná képes alakulni, illetve viszonylag nagy mennyiségben tartalmaz magnéziumot és vasat.

Az édesburgonyának számos különböző fajtája és felhasználási lehetősége van, nem csupán nyers alapanyagként találjuk meg a boltok kínálatában. Készítenek belőle például szárítás után chipset vagy lisztet, konzervet és cukorszirupot is.

A fogyasztók igényeit figyelembe véve a gyártók elkezdtek kevesebb idő- és energiabefektetést igénylő zöldség készítményeket, úgynevezett friss konyhakész termékeket készíteni, például burgonya és sárgarépa esetében. Ezen termékeket általában mosás, hámozás és darabolás után valamilyen módon kezelik, majd vákuummal lezárt tasakokba helyezve hűtve tárolják. Így ugyan csak pár napos eltarthatósági idővel rendelkező, de ugyanakkor egy konyhakész terméket tudnak a vásárlók számára nyújtani. A gyártásuk során a tisztított alapanyag színrögztítő kezelése is szükséges részben a mikrobiális folyamatok gátlása és az érzékszervi tulajdonságok megőrzése érdekében.

Diplomadolgozatomban azzal foglalkozom, hogy hogyan lehet friss konyhakész termékeket előállítani édesburgonya esetében. Ugyanis amíg burgonya esetében a kén-dioxiddal történő, erőteljes színrögztítő kezelés megengedett, addig az édesburgonyánál tilos. Ebből kifolyólag más, engedélyezett szerek használatával vizsgálom az édesburgonya fajták esetében a

konyhakész termékek előállítását, illetve ezen szerek hatását a mikrobiológiai és a beltartalmi tulajdonságok változására.

Molnár-Kleiber Brigitta Diplomadolgozat

2. Célkitűzés

Diplomadolgozatom célja az utóbbi évtizedekben közkedveltté vált édesburgonyából történő úgynevezett friss konyhakész termék előállításának feltérképezése. Kezdetben négy különböző édesburgonya fajtát (lila, fehér, sötét narancssárga és világos narancssárga húsú) vizsgálom, abból a szempontból, hogy milyen romlást okozó mikroba csoportok mutathatók ki esetükben friss állapotban, illetve tárolást követően. Ezen csoportok kimutatása után a négy fajtából kettőt kiválasztok, majd ezeket kezelem négy különböző színrögzítő, illetve antimikrobás hatású kivonattal. A kezeléseket követően a kivonatok hatását vizsgálom abból a szempontból, hogy milyen hatással vannak az édesburgonya mikrobiológiájára, valamint beltartalmi értékeire, közvetlenül a kezelés után, illetve tárolást követően. A beltartalmi vizsgálatoknál az édesburgonyák vízdoldható szárazanyag tartalmát, pH-ját, színét, összes polifenol tartalmát és antioxidáns kapacitás értékét mérem meg. A kapott paraméterek alapján célom a különböző kivonatok hatásának összehasonlítása, valamint a szakirodalomban fellelhető adatokkal történő összehasonlítása.

3. Irodalmi áttekintés

3.1. Az édesburgonya növényrendszertani besorolása, eredete és elterjedése

Az édesburgonya vagy batáta (*Ipomoea batatas* L.) a burgonyavirágúak (Solanales) rendjébe és a szulákfélék (Convolvulaceae) családjába tartozó növényfaj. Neve ellenére nem rokona a burgonyának (Loebenstein és Thottappilly, 2009). A Convolvulaceae család körülbelül 60 nemzetségből és több mint 1650 fajból áll. Ebbe a családba tartoznak lágyszárú, fásszárú és kúszó növények is, melyek jól elterjedtek a mérsékelt és a trópusi szélességi körök számos részén, beleértve a homokdűnéket is (Heywood, 1985). Az *Ipomoea* nemzetség körülbelül 400 fajból áll, többnyire egynyári vagy évelő lágyszárú szőlőtőkékéből, illetve néhány álló cserjéből a trópusokon (Lebot, 2010).

Az édesburgonya eredetét illetően ma már széles körben elfogadott, hogy a növény eredetileg Amerika déli és középső régióiból származik. Annak ellenére, hogy napjainkban már legfőképpen Kínában termesztik, a növény nem őshonos, sőt valójában mindössze 631 évvel ezelőtt jelent meg először az országban (Austin, 1988). Egyes feltételezések szerint Közép-Amerikában az édesburgonyát legalább 5000 évvel ezelőtt nemesítették. Közép-Amerika után az édesburgonya más trópusi és szubtrópusi régiókban is megjelent, népszerűvé vált a Csendes-óceán szigetein (Bovell-Benjamin, 2007). Régészek radiokarbon kormeghatározás segítségével édesburgonya őskori maradványait találták meg Polinéziában idősámításunk előtt 1000-1100 körülről. Azt feltételezik és kutatási eredményeik alátámasztják, hogy az ókori polinéziaiak kapcsolatba léptek a nyugati emberekkel Dél-Amerika partjainál, akik édesburgonyát vittek a Csendes-óceán szigeteire, már jóval azelőtt, hogy az európaiak betették volna a kontinensre a lábukat (Roullier és munkatársai, 2013). Az Élelmezésügyi és Mezőgazdasági Világszervezet (FAO) adatai szerint a világon közel 110 millió tonna édesburgonyát termesztnek, s bár az édesburgonya-termesztés széles körben elterjedt, a termelés nem oszlik el egyenletesen a világon (Mu és Li, 2019). Az ázsiai édesburgonya termelés jelentősen megelőzi a többi kontinenst, öt követi sorban Afrika, Dél-Amerika, a Karib-térség, Észak- és Közép-Amerika, Európa és végül Óceánia (Mu és Singh, 2019). Az európai édesburgonya termelés rendkívül kicsi, amelyet legfőképpen Portugáliában végeznek (Mu és Li, 2019). Az édesburgonya a világ élelmiszerellátásában már régóta jelentős szerepet tölt be, azonban hazánkban csak néhány éve került be a köztudatba és terjedt el (Irinyné és Irinyi, 2020).

3.2. Az édesburgonya általános jellemzése és beltartalmi értékei

Az édesburgonya hosszú és elvékonyodott gyökerekkel rendelkezik, héja sima, melynek színe lehet sárga, narancssárga, piros, barna, lila és bézs is. Húsának a színe is széles kiterjedésben változik, a bézstől egészen a fehéren át lehet akár piros, rózsaszín, ibolya, sárga, narancssárga és lila is (Mu és Li, 2019).



1. ábra Különböző édesburgonya fajták (Internet 1.)

Az édesburgonyát föld alatti gumós gyökereért termesztik. A levelek formája, mérete és színe rendkívül széles skálán változik. Virága általában tölcser alakú, színe lehet fehér, rózsaszín vagy akár lila is. Azon a ponton, ahol a szár csomópontjai érintkeznek a talajjal, ott fejlődnek ki az ehető tárológyökerek, általában négy-tíz darab tárológyökér jellemző növényenként (Hill és munkatársai, 1992).

Az édesburgonya tárológyökere nagy mennyiségben tartalmaz keményítőt, melyet az emberi szervezet képes energiává átalakítani, így a gyökér fogyasztható alapélelmiszerként más alapvető élelmiszernövények helyett, mint például: rizs, búza és kukorica. Az édesburgonyáknak a gyökerei, a levelei és a szárai is ehetőek és táplálóak, így az édesburgonya termesztése létfontosságú szerepet játszik számos fejlődő ország élelmiszerellátásának biztosításában. Ezekben az országokban az emberek táplálkozási szükségletei a teljes növény megfelelő fogyasztásával kivitelezhetők. 100 g friss gyökér 85 kcal energiaszükségletet biztosít, ami viszonyításképpen nagyobb, mint a burgonyáé, de kisebb, mint a gabonaféléké. Az édesburgonyagyökér fehérjetartalma kisebb, viszont vitamin- és ásványianyag-tartalma nagyobb, mint a gabonaféléké. Az édesburgonya egyes fajtái nagyon nagy mennyiségű β -

karotint tartalmaznak, amely az emberi szervezetben A-vitaminná tud alakulni, így ezeknek a fajtáknak a termesztése és fogyasztása egy alkalmazott eljárási forma sok fejlődő országban az A-vitamin hiány okozta megbetegedések megelőzésére. A fiatal növény zöld részei kiváló élelmi rost forrásként szolgálnak, valamint számos vitamint, ásványianyagot és antioxidáns molekulát tartalmaznak, mely által az édesburgonya egy kiváló zöldség (Mu és Li, 2019).

Wang és munkatársai (2016) tanulmánya szerint az édesburgonya az utóbbi években egyedülálló tápanyagtartalmának és funkcionális tulajdonságainak következtében egyre több kutatás középpontjába került. Az édesburgonya különböző részeiben, mint a gumók, levelek, szárak és levélgyekek rendkívül sokoldalú és hasznos tápanyagok vannak: bioaktív szénhidrátok, fehérjék, lipidek, karotinoidok, antocianinok, konjugált fenolsavak és ásványi anyagok.

Az édesburgonya gyökerében megtalálható szénhidrát jelentős részét a keményítő adja, ebből kifolyólag a szárazanyagtartalmának körülbelül 80%-át a keményítő teszi ki (Zhu és Wang, 2014). A keményítőszemcsék két fő polimerből épülnek fel: amilózból és amilopektinből, amelyek lineárisan vagy elágazó formában egymáshoz kapcsolódó glükózmolekulákból állnak. Általában a növénytől függően a keményítőtartalom 20-25%-a amilóz és 75-80%-a amilopektin (Tester és munkatársai, 2004). Mindkét polimer szerkezete és relatív mennyisége nagyon fontos szerepet játszik a keményítő tulajdonságainak meghatározásában (Mu és Zhang, 2019/a). Az édesburgonya keményítőszemcséinek formája rendkívül változatos: a sokszögtől, a kerekén át, egészen a csésze/harang alakúig bármilyen formájú lehet, a szemcseméret általában 2-42 μm közötti érték (Chen és munkatársai, 2003). A keményítőszemcsék fizikai és kémiai úton módosulhatnak, melynek következtében fizikai-kémiai tulajdonságaik és ellenállóképességük az emésztőenzimekkel szemben, melyek fontos szerepet töltenek be a keményítő emésztése során, javulhat és mindez elősegítheti, hogy az édesburgonya funkcionális adalékanyagként szolgáljon bizonyos élelmiszerek előállításában (Yu és munkatársai, 2015; Yu és munkatársai, 2016).

Az édesburgonya körülbelül 1,73-9,14%-át teszi ki a fehérje, amennyiben száraz tömegre számítva adjuk meg (Mu és munkatársai, 2009). Fehérjetartalmának körülbelül 80%-a sporamin, ami jelentős hatással rendelkezik biológiai és funkcionális tulajdonságainak köszönhetően (Senthilkumar és Yeh, 2012). Az édesburgonya fehérjetartalmát tekintve esszenciális aminosavakban gazdag és magasabb a tápértéke, mint a legtöbb más növényi fehérjének (Mu és munkatársai, 2019). Az édesburgonya fehérjéinek esszenciális aminosav összetételét összehasonlítva más növényi fehérjékkel azt figyelhetjük meg, hogy 18 darab

különböző aminosavat tartalmaz, amelyek közül 8 darab emberi esszenciális aminosav, amely az összes aminosav tartalom 39%-át teszi ki, ami így lényegesen magasabb, mint például a szójában, a földimogyoróban és a szezámfehérjékben (Xu, 2006; Mu és munkatársai, 2009).

Az édesburgonyában megtalálható élelmi rost kivonható az édesburgonya pépéből, ami egy dehidratált mellékterméke az édesburgonya-keményítő gyártásnak. A pép 49,7%-a élelmi rost, ami gazdag pektinben (39,5%), cellulózban, hemicellulózból és ligninben (Takamine és munkatársai, 2000). Az édesburgonya élelmi rostjainak vizsgálatára vonatkozó eredmények kimutatták, hogy a rostok nagy tisztaságúak, jó fizikai-kémiai és funkcionális tulajdonságokkal rendelkeznek, valamint jobb zsír- és glükózsabályozást mutattak, így ebből kifolyólag a pépje rostban gazdag összetevőként használható fel az élelmiszer- és egészségügyi termékek iparában (Mu és munkatársai, 2017).

Az édesburgonya a lipideket tekintve glikolipidekben és foszfolipidekben gazdag, illetve jó forrása lehet alapvető glikolipideknek és foszfolipideknek. Az édesburgonya lipidek telítetlen zsírsav-tartalma nagyobb, mint a telített zsírsav-tartalma, aminek következtében potenciálisan használható szív- és érrendszeri betegségek megelőzésében, valamint az agy és az idegrendszer védelmében. Ezenkívül az édesburgonya lipidjei bizonyos rákellenes betegségekkel szemben is ellenállást mutatnak, különösen a monogalaktozil-diacilglicerinnel és a digalaktozil-diglicerinnel közreműködésével működő glikolipidek. Ezekből kifolyólag az édesburgonya lipidjei potenciálisan felhasználhatók lesznek funkcionális élelmiszerekben, egészségügyi termékekben és gyógyszerekben is a közeljövőben (Mu és Zhang, 2019/b).

A polifenolok sokféle összetevőből épülnek fel, és egészségügyi okokból történő fogyasztásuk jelenleg széles körben javasolt a legtöbb fejlett országban. Az édesburgonya polifenolgyűletei egymástól elkülönülve két fő kategóriába sorolhatók: flavonoidok és fenolsavak. A flavonoidok főleg az édesburgonya gumós gyökerében találhatók, tartalmaznak antocianinokat, rutint és kvercetin, de az édesburgonya felső részeiben (levelek és levélgyekek) megtalálhatók például kvercetin-glikozidok is. Az édesburgonyában előforduló fenolsavak kávéssav- és koffeoilkinsav-származékok, amelyek mind az édesburgonya leveleiben, levélgyekekben, száraiban és gumós gyökereiben jelen vannak (Mu és Singh, 2019).

Az édesburgonyában a karotinoidok legfőképpen a narancssárga- és sárga húsú édesburgonyák gyökereiben, illetve a leveleikben fordulnak elő. A narancssárga húsú édesburgonyában a karotinoidok körülbelül 90%-a β -karotin (Kimura és munkatársai, 2007). A lutein a

karotinoidok xantofill családjába tartozik, megtalálható az édesburgonya felső alkotórészeiben, azaz a levelekben és a levélnyelekben (Mu és Singh, 2019).

A lila édesburgonya gazdag antocianin pigmentekben, amelyek értékes alkotóelemei az emberi táplálkozásnak (Hu és munkatársai, 2016). A lila édesburgonyában található antocianinok többnyire 3,5-diglükozidok cianidin vagy peonidin származékai, további variásként koffeoil-, feruloil- és p-hidroxi-benzoil-maradékokkal (Kim és munkatársai, 2012). A lila édesburgonyában található antocianinok felelősek a mély lila hússzínért, illetve antioxidáns, gyulladáscsökkentő, rákellenes, hipurikémiás, májvédő, hipolipidémiás, hipoglikémiás és neuroprotektív hatásúak (Tang és munkatársai, 2023).

Az édesburgonya fontos magnéziumforrás, amiről kimutatták, hogy minimálisra csökkenti a II-es típusú cukorbetegség kialakulásának kockázatát (Gurmu és munkatársai, 2014).



2. ábra Az édesburgonya levele (Internet 2.)

Az édesburgonya levelei is létfontosságú fehérjék-, rostok- és ásványi anyagok-, különösen kalcium, magnézium, foszfor és kálium forrásai (Hossain és munkatársai, 2022). Taira és munkatársai (2013) tanulmányukban megállapították, hogy az édesburgonya levelében az esszenciális ásványi anyagok, mint a vas, a kalcium és a magnézium, illetve a nyomelemek, mint a króm, a kobalt, a nikkell, a réz és a cink mennyisége hasonló a többi zöld leveles zöldséghez (például: spenót). Ezzel szemben azonban az antioxidáns enzimeket tartalmazó szelén és mangán mennyisége sokkal magasabb az édesburgonya levelében. Sun és munkatársai (2014) kutatásukban 40 különböző édesburgonya fajta leveleinek táplálkozási összetételét

vizsgálták és értékelték. Vizsgálatukban antioxidáns aktivitást, nyersfehérje-, nyerszsír-, nyersrost-, szénhidrát-, illetve polifenol tartalmat határoztak meg. Eredményeik a következőket mutatták: a nyersfehérje tartalom 16,69-31,08 g/100 g, a nyersrost tartalom 9,15-14,26 g/100 g, a nyerszsír tartalom 2,08-5,28 g/100 g, a szénhidrát tartalom 42,03-61,36 g/100 g, a hamutartalom 7,39-14,66 g/100 g eredményeket hozott száraz tömegre viszonyítva. Kísérleteik eredményeként az antioxidáns aktivitás és az összes polifenol tartalom közötti korrelációs együttható volt a legmagasabb, ami azt mutatja meg, hogy a polifenolok fontos antioxidánsok az édesburgonyák leveleiben. Tanulmányuk következtetesként elmondható, hogy az édesburgonya leveleit, mivel számos tápanyagot és biokatív vegyületet tartalmaznak, levélzöldséggként érdemes fogyasztani az alultápláltság csökkentése érdekében, különösen a fejlődő országokban.

1. táblázat Édesburgonya főbb beltartalmi értékeinek összehasonlító táblázata (Souci és munkatársai, 2008; valamint USDA Internet 3. nyomán)

	Souci és munkatársai, 2008	USDA Internet 3.
Energia (kJ)	459	359
Energia (kcal)	108	86
Víz (g)	69,2	77,3
Összes nitrogén (g)	0,26	-
Fehérje (g)	1,63	1,57
Zsír (g)	0,60	0,05
Elérhető szénhidrátok (g)	24,1	20,1
Teljes ételmi rost (g)	3,14	3
Ásványok (g)	1,12	-

2. táblázat Édesburgonya ásványi anyag- és nyomelem-tartalmának összehasonlító táblázata (Souci és munkatársai, 2008; valamint USDA Internet 3. nyomán)

	Souci és munkatársai, 2008	USDA Internet 3.
Nátrium (mg)	4,0	55
Kálium (mg)	360	337
Magnézium (mg)	18	25
Kalcium (mg)	22	30
Mangán (µg)	240	258
Vas (µg)	664	610
Réz (µg)	130	151
Cink (µg)	385	300
Foszfor (mg)	39	47
Klorid (mg)	46	-
Jodid (µg)	2,4	-
Szelén (µg)	1,8	0,6
Szilícium (µg)	990	-

3. táblázat Édesburgonya vitamin-tartalmának összehasonlító táblázata (Souci és munkatársai, 2008; valamint USDA Internet 3. nyomán)

	Souci és munkatársai, 2008	USDA Internet 3.
Retinolekvivalens (mg)	1,3	0
Összes karotinoid (mg)	7,9	-
α-karotin (µg)	nyomokban	7
β-karotin (mg)	7,9	8,51

Kriptoxantin	nyomokban	0
B₁-vitamin (µg)	64	-
B₂-vitamin (µg)	50	-
Nikotinamid (µg)	600	-
Pantoténsav (µg)	830	800
B₆-vitamin (µg)	270	209
Biotin (µg)	4,3	-
Folsav (µg)	12	0
C-vitamin (mg)	30	2,4

4. táblázat Édesburgonya aminosav- és gyümölessav-tartalmának összehasonlító táblázata (Souci és munkatársai, 2008; valamint USDA Internet 3. nyomán)

	Souci és munkatársai, 2008	USDA Internet 3.
Arginin (mg)	65	55
Cisztin (mg)	25	22
Hisztidin (mg)	29	31
Izoleucin (mg)	68	55
Leucin (mg)	84	92
Lizin (mg)	66	66
Metionin (mg)	28	29
Fenilalanin (mg)	79	89
Treonin (mg)	68	83
Triptofán (mg)	28	31
Tirozin (mg)	71	34

Valin (mg)	110	86
Szalicilsav (µg)	490	-

5. táblázat Édesburgonya szénhidrát-tartalmának és egyéb összetevőinek összehasonlító táblázata (Souci és munkatársai, 2008; valamint USDA Internet 3. nyomán)

	Souci és munkatársai, 2008	USDA Internet 3.
Glükóz (mg)	786	960
Fruktóz (mg)	655	700
Szacharóz (mg)	3176	2520
Keményítő (g)	19,5	12,6
Élelmi rost, vízben oldódó (mg)	1630	-
Élelmi rost, vízben oldhatatlan (mg)	1510	-
Lignin (mg)	260	-

3.3. Az édesburgonya feldolgozási és felhasználási lehetőségei

A világon megtermelt édesburgonya növény 60%-át takarmányként használják fel. A fennmaradó 40% emberi fogyasztásra vagy ipari felhasználásra kerül. Abból kifolyólag, hogy a világ édesburgonya termelésének 80%-át Kína végzi, nem meglepő, hogy több felhasználási lehetőség kifejlesztésében előljáró az ország (Padmaja és munkatársai, 2012).

3.3.1. Az édesburgonya emberi fogyasztásának és felhasználásának lehetőségei

Az édesburgonya különböző módon használható fel az élelmiszeriparban. Padmaja (2009) írásában nagyon sok felhasználási módot állapított meg az édesburgonyával kapcsolatban az élelmiszeriparban, például: szárítás (liszt, chips), konzerválás, fagyasztás, sütés, püré készítés, pehely készítés, tészta készítés, cukorszirup előállítás, stb.

Padmaja (2009) abból kifolyólag, hogy számos felhasználási módja van az édesburgonyának, illetve három egymástól elkülönülő élelmiszertípus hasznos beltartalmi tulajdonságaival rendelkezik, „három-az-egyben” terméknek nevezte. Hasonlóságot mutat a gabonafélékkel magas keményítőtartalmával, a gyümölcsökkel magas vitamin- és pektin tartalmával, illetve a zöldségekkel magas vitamin- és ásványi anyag tartalmával.

Az édesburgonya gyökerét leggyakrabban főzés, sütés vagy szárítás után használják. Keményítővé, lisztté vagy pürévé is feldolgozzák másodlagos élelmiszertermékek előállításához (Padmaja, 2009).

Elsődleges élelmiszertermékként az édesburgonyát otthon fogyasztják főként főzés, sütés vagy chips készítés után. A gyökerét gyakran konzervvé vagy pürésített formává alakítják át, így növelve az eltarthatóságát. Jó minőségű édesburgonya pürét a fehér és a narancssárga húsú fajtákból lehet készíteni. Sok országban előnyben részesítik az édesburgonya alapú bébiételeket, mint az első szilárd táplálékot csecsemők számára (Padmaja, 2009).

Szárítás

Az édesburgonya esetében a szárítást végezhetik hámozott formában vagy hámozás nélkül is, viszont minden esetben felszeletelik a gumókat. A szárítást követően keletkezett szárítmányoknál előforduló elszíneződés problémát jelent, főképp azoknál a fajtáknál, amelyekben magas a polifenol-oxidáz aktivitás és magasabb a fenolos vegyületek mennyisége (Padmaja, 2009). Onwude és munkatársai (2019) az édesburgonyák szárításával kapcsolatos publikációja alapján az optimális szárítási módszer a szárítási idő, méretcsökkenés és a

felhasznált energia szempontjából a meleg levegős és az infravörös szárítási technikák váltakozó használata. Szárítást követően az édesburgonyából liszt vagy chips készül.

Liszt készítés esetén meleg levegős szárítási módszert alkalmaznak vagy dob szárító berendezést. Vizsgálatok kimutatták, hogy a forró levegőn szárított lisztben csökkent az amidotartalom és nőtt a keményítő emészthetősége a natív amidáz hatásának köszönhetően (Padmaja, 2009). Az édesburgonyából készült lisztet használják sűrítőanyagként levesekben, mártásokban, rágcsálnivalókban és péksüteményekben, illetve felhasználják az élelmiszerek színének, ízének, természetes édességének és kiegészített tápanyagtartalmának javítására (Ahmed és munkatársai, 2010).

A chipsek két csoportba sorolhatók, ugyanis vannak a hagyományos vagy általános chipsek és a szimulációs chipsek. Az általános chipsek készítése során az alapanyagok szeletelésen, tisztításon, vékonyra szeletekre vágáson és sütésen mennek keresztül; amíg a szimulációs chipsek lisztből készülnek, és keverési, vékony rétegfőmázási, főmázási és sütési folyamatokon mennek keresztül. Az általános chipsekhez képest a szimulációs chipseknek van néhány előnye, például formájuk és méretük egységes módon kialakítható, könnyebben fűszerezhetők és nagyobb a hozamuk (Elisabeth, 2015). Számos termékfejlesztési kísérlet zajlott az utóbbi évtizedekben, és zajlik mind a mai napig is, édesburgonya chipsek készítésével kapcsolatban. Bovell–Benjamin (2007) tanulmányában például sült krumpli jellegű terméket készítettek Jewel és Centennial édesburgonya fajtákból. A folyamat során az édesburgonyák gyökereit megmosták, lúggal meghámozták, csíkokra szeletelték és 1% nátriumot tartalmazó forró vízben blansírozták savas pirofoszfáttal. A blansírozott csíkokat azután 121 °C-on részben megszáritották, majd a dehidratált csíkokat lefagyasztották a 175 °C-on történő sütésig. A legújabb kutatások közé tartozik Xie és munkatársai (2023) tanulmánya, amelyben egy új technikát használtak lila édesburgonya chips készítésére. Az új alkalmazott technológia a szárításra és puffasztásra a rádiófrekvenciás fűtés. Jelen kutatásuk arra terjedt ki, hogy a kezelési módszer és az alkalmazott hőmérséklet milyen hatással van a termék minőségére, fizikai-kémiai tulajdonságaira és keményítőszerkezetére. Következtetésként megállapították, hogy a kezelési hőmérséklet emelkedésével a minták fehérje-, keményítő- és antocianintartalma csökkent, viszont a redukáló cukortartalom, a kocsonyásodás foka, a vízabszorpciós index és a vízdoldható index jelentősen javult. Tanulmányuk elméleti alapot adott arra, hogy a rádiófrekvenciás fűtés alkalmazható keményítőtartalmú élelmiszerek szárításához és puffasztásához. Oke és Workneh (2013) publikációja szerint a fogyasztók nagyon szeretik az

édesburgonyából készült chipseket, illetve a fogyasztók különböző elvárásokat támasztanak a chipsek ízével szemben, ebből kifolyólag jöttek létre a szimulációs édesburgonya chipsek.



3. ábra Édesburgonya chips (Internet 4.)

Konzerválás

Az édesburgonya-konzerv előkészítő lépései: osztályozás, tisztítás, előmelegítés, hámozás és méretre formálás. Az osztályozás alatt kiválasztásra kerülnek a sértetlen és kellően hasonló alakú gumók. Az előmelegítés során meleg vízben vagy gőzzel kezelik az édesburgonyákat rövid ideig, ezzel kihajtva a sejtközi gázokat, hogy megfelelő vákuum/légnyomás alakulhasson ki a konzervben (Bouwkamp, 1985). Scott (1952) tanulmányában megállapította, hogy mindössze 40 másodperces gőzzel történő előmelegítés megakadályozhatja az enzimekhez köthető barnulási folyamatokat az édesburgonyában. A konzervkészítés során a hámozás átlagosan 15-60%-os veszteséggel jár (Bouwkamp, 1985). Az édesburgonya konzer gyártása során az előkészített terméket konzervdobozba töltik és felöntőlevet öntenek hozzá, majd vákuummal lezárják, hőkezelik és hűtik (Padmaja, 2009). Nagyon sok vizsgálatot végeztek arra vonatkozóan, hogy a befőzés hogyan változtatja meg az édesburgonya beltartalmi összetételét. Bengtsson és munkatársai (2008) például többek között megállapította, hogy a narancssárga húsú édesburgonya egyes fajtái esetében az összes transz- β -karotin tartalom 90%-ra csökken a feldolgozás következtében, a nyers egyedhez viszonyítva.

Fagyasztás

Az édesburgonya fagyasztása különféle formákban történhet, például: egész gumóként, félbe vagy negyedekre vágva, felszeletelve darabokra, felkockázva vagy püré formájában. A fagyasztás lépései közé tartozik a hámozás, méretezés, darabolás, blansírozás vagy főzés, csomagolás és fagyasztás (Truong és munkatársai, 2018). A jobb minőség érdekében az édesburgonya gyökereit gyakran blansírozzák. A szeleteket/kockákat műanyag tasakba csomagolják, és így -40 °C -on gyorsfagyasztással lefagyasztják. Az egész gumókat mosást követően néha megpárolják, összetörik, 35 tömeg%-os cukorral összekeverik, majd nyomás alatt műanyag tasakba töltik és -40 °C -on gyorsfagyasztják. A fagyasztott édesburgonya termékek széles körben elterjedtek és népszerűek Japánban (Padmaja, 2009).

Sütés

Az édesburgonya sütésének folyamata három lépésből áll: hámozás, szeletelés, sütés (Padmaja, 2009). Az optimális sütési hőmérséklet $143\text{-}154\text{ °C}$. A sütés alatt a magas hőmérséklet miatt Maillard-reakció megy végbe az édesburgonyában (Martins és munkatársai, 2000). Elsősorban a reakció következtében színeződik el az édesburgonya sütés közben (Qiu és munkatársai, 2018). Az elszíneződéshez hozzájárul a karamellizáció és a kémiai oxidáció is, mindez nem enzim alapú barnulást eredményez. Az édesburgonya alacsony fehérjetartalma miatt, a Maillard-reakció negatív hatása az édesburgonya beltartalmi értékeire minimális. A végtermék összetételéhez viszont a sütéshez használt olaj nagyban hozzájárul, mivel az édesburgonya szeletek magas nedvességtartalma és alacsony szárazanyag-tartalma miatt magas az olaj megtartása. A sült édesburgonya felületén hólyagok alakulnak ki, amik könnyen magukban tartják a sütéshez használt olajat (Padmaja, 2009). A magas nedvességtartalom a sült édesburgonya csomagolására is kihat. A sült terméket páramentesen kell csomagolni, hogy elkerüljük a végtermék esetében, hogy rágós és nyúlós legyen. A végtermék keménységén segíthet, ha a felszeletelt édesburgonyát sütés előtt 1 (tömeg/térfogat) %-os aszkorbinsav oldatba áztatjuk (Martin, 1987). Népszerű termék a sütésre szánt fagyasztott (hasáb) édesburgonya. Ennek a terméknek a keménysége szintén növelhető, ha a felszeletelés után 1 (tömeg/térfogat) %-os citromsav oldatban áztatják 30 percen keresztül. Az előállítása során a -34 °C -os gyorsfagyasztást követően csomagolják a terméket, és közvetlenül a fogyasztás előtt kerül kisütésre, ajánlottan 20 percig 180 °C -on étkezési olajban (Padmaja, 2009).

Édesburgonya pehely

Az édesburgonya pehely előállításának folyamata technológiai szempontból egy több lépéses finomításon megy végbe (Padmaja, 2009). Taubenhauz (1923) volt az első, aki könyvében az édesburgonya pehely előállítására szolgáló eljárást először leírta. A folyamatban az édesburgonyákat először megmosták, majd főzésen és összezúzáson estek keresztül, végül pedig gőzfűtött dobszáritókban szárították őket. A dehidratált pehelyből édesburgonyapürét készítenek, vagy különböző élelmiszerek készítésénél használják fel őket, például: sütemények, kenyerek, kekszek (Padmaja, 2009).

Köztes élelmiszeripari termékek

Az édesburgonya „három-az-egyben” termék tulajdonságait kihasználva számos köztes élelmiszeripari termék készíthető belőle, például: lekvár, zselé, üdítő, savanyúság, szósz, cukorka, stb. Ezen termékeket csak néhány országban, mint a Fülöp-szigeteken és Bangladesben gyártják kereskedelmi szinten (Padmaja, 2009).



4. ábra Édesburgonya lekvár (Internet 5.)

Az édesburgonyából készült liszt vagy keményítő az egyik alapanyaga számos másodlagos élelmiszeripari terméknek, például: tészta, cukorszirup, nem alkoholos és alkoholos italok, stb.

A Magyar Élelmiszerkönyvben foglaltak szerint, az édesburgonya ehető részei lekvárok, ízek és gyümölcsajtok készítésekor elsődleges összetevőként felhasználhatók (Internet 6.).

Friss konyhakész termékek

Napjainkban a társadalom széles körének életmódja egyre növekvő keresletet mutat az azonnal fogyasztható, vagy a nagyon kevés energia- vagy időbefektetéssel készült élelmiszerek iránt (Plasek és munkatársai, 2018). A frissen vágott gyümölcsök és zöldségek iránti kereslet az elmúlt években nőtt (Beltrán és munkatársai, 2005). A friss konyhakész termékek eltarthatósági ideje csupán pár nap, és általában vákuumcsomagolásban találjuk meg őket a boltok polcain. A frissen vágott feldolgozás magában foglal olyan egységműveleteket, mint a hámozás, vágás vagy darabolás, amelyek megváltoztatják a termék szöveteinek integritását és sebzési stresszt okozhatnak (Saltveit, 2003). Ezen stresszfolyamatok közé tartozik például a frissen vágott burgonyában az enzimes barnulás kialakulása, ami színváltozáshoz és tápértékvesztéshez is vezet (Tudela és munkatársai, 2002). Számos kutatásban foglalkoznak a barnulási folyamatok gátlásával burgonya, illetve sárgarépa esetében, melyek a zöldségek közül a legközelebb állnak az édesburgonyához. Beltrán és munkatársai (2005) tanulmányukban különböző hagyományos és nem hagyományos fertőtlenítőszer (pl. nátrium-szulfit, nátrium-hipoklorit, stb.) érzékszervi és mikrobiális hatását vizsgálták passzív módosított atmoszférás csomagolásban és vákuumcsomagolásban tárolt frissen vágott burgonya esetében. Eredményeik alapján elmondható, hogy a vákuumcsomagolás bizonyult a két csomagolási mód közül hatékonyabbnak. Rocculi és munkatársai (2007) kutatása arra irányult, hogy a barnulást gátló anyagok alkalmazásának milyen lehetséges élettani hatásai vannak a metabolikusan aktív burgonyaszövetekre. A vizsgált anyagok a citromsav, az aszkorbinsav és az l-cisztein voltak. A friss konyhakész termékek esetében fontos megemlíteni, hogy mivel az 1129/2011/EU rendelet szabályozza, hogy milyen engedélyezett élelmiszer-adalékanyagok, és ahhoz kapcsolódó felhasználási feltételek vannak élelmiszerkategóriánként, így az is szabályozott, hogy milyen anyagok felhasználásával lehet a termékek színét rögzíteni. A friss konyhakész termékek a hámozott, darabolt és aprított gyümölcs és zöldség kategóriába tartoznak, így a hozzáadható adalékanyagok: aszkorbinsav, nátrium-aszkorbát, kalcium-aszkorbát, citromsav, nátrium-citrátok, kálium-citrátok és kalcium-citrát. Említésre méltó, hogy amíg a burgonya esetében az almasav és a kén-dioxid a megengedett anyagok közé tartozik, addig édesburgonya esetében ezen szerek alkalmazása nincs megengedve (Internet 7.).

3.3.2. Az édesburgonya felhasználása takarmányként

Az édesburgonya gyökereit és hajtásait évek óta használják takarmányként Kínában, Japánban és Tajvanon. Mindemellett az édesburgonyából előállított keményítőt és alkoholt termelő gyárak hulladékait is állati takarmányként hasznosítják. Számos kutatási tanulmány készült már arra vonatkozóan, hogy az édesburgonya gyökerét felhasználják a szarvasmarhák-, sertések-, baromfik- és halak takarmányaként (Padmaja, 2009). Megállapításra került, hogy az édesburgonya gyökerei nagyon ízletesek és emészthetőek a sertések számára friss, főtt, silózott vagy szárított takarmányként. Az édesburgonya tartalmú takarmányok jól emészthetőek és jó tápanyag felhasználást biztosítanak a sertések számára (Dom és munkatársai, 2017).

3.4. Az édesburgonya mikrobiótája

Az egészséges növényi szövetek, szervek általában nem tartalmaznak mikroorganizmusokat, viszont a növényi részek a termesztés során is szennyeződnek, valamint a különböző folyamatok, mint a szedés, szállítás, tárolás és feldolgozás is további szennyezések forrásai lehetnek. A növényi nyersanyagok, amilyen az édesburgonya is, elsődleges mikrobiótája a talajból, vízből, levegőből, csapadékból, rovarokból és állatokból származik elsősorban. Az édesburgonya gumója, mivel a talajban fejlődik, az erősen szennyezett növényi részek közé tartozik, mikrobiótájának összetétele gyakorlatilag megegyezik a talajéval, amelyben fejlődött (Deák és munkatársai, 2006). A feldolgozási technikák, beleértve a hámozást, a darabolást, a mosást és a víztelenítést, szintén befolyásolják a frissen vágott gyümölcsök és zöldségek, így az édesburgonya mikrobiológiai érzékenységét és romlását (Saranraj és munkatársai, 2012). A minimális feldolgozási lépések, mint a hámozás és vágás is növeli a frissen vágott termékek mikrobiális romlását, mivel a vágott felületek jelenléte támadási felületet biztosít a baktériumok számára (Brackett, 1994). A friss zöldségekben/zöldségeken gyakran kimutatható élelmiszer eredetű kórokozók a coliform baktériumok egyes fajtái, az *Escherichia coli*, a *Staphylococcus aureus* és a *Salmonella sp.* (Tournas, 2005). Számos Gram-pozitív baktérium, legfőképpen a tejsavbaktériumok, hozhatók összefüggésbe a frissen vágott gyümölcsök és zöldségek romlásával. A tejsavbaktériumok Gram-pozitív, általában nem mozgékony, nem spóráképző pálcák és coccusok (Saranraj és munkatársai, 2012). A tejsavbaktérium nemzetségek közé tartoznak többek között a *Lactobacillus*, a *Leuconostoc*, a *Pediococcus*, a *Lactococcus* és az *Enterococcus* nemzetségek. A tejsavas bakteriális fermentáció a tejsavtermelés miatt csökkenti a termék pH-ját, valamint acetil, metil-karbinol és diacetil képződik, amelyek az íróhoz hasonló mellékízért felelősek (Jacxsens és munkatársai, 2003). A hűtött, frissen vágott zöldségek

esetében a legerjedtebb és legfontosabb romlást okozó mikroorganizmusok a fluoreszcens *Pseudomonas* fajok, például a *Pseudomonas marginalis*. A *Pseudomonas* fajok Gram-negatív pálcák, szigorúan aerobok, képesek sokféle szerves vegyület hasznosítására és savak előállítására glükózból és maltózból (Saranraj és munkatársai, 2012). Az *Erwinia* egy másik gyakori Gram-negatív romlást okozó baktérium nemzetség, amely kapcsolatba hozható frissen vágott zöldségekkel. Az *Erwinia* nemzetség az Enterobacteriaceae családba tartozik. A rövid pálcá alakú sejtek fakuktatív anaerobok, optimális növekedési hőmérsékletük 30 °C, illetve képesek savakat képezve a szacharózt anaerob módon erjeszteni (Liao és Wells , 1987). Sokféle mikroorganizmus megtalálható a vágott gyümölcsökön és zöldségeken, beleértve Gram-negatív és Gram-pozitív baktériumokat, illetve élesztőket és penész gombákat is. Azonosítottak egyes vírusokat is növényi termékek kórokozójaként, amelyek feltehetően a frissen vágott gyökérszöldségek vagy gumós zöldségek minőségének romlását okozzák. Bár a paraziták élelmiszerbiztonsági problémát jelenthetnek, nem befolyásolják a gyümölcsök és zöldségek érzékszervi tulajdonságait és romlását sem egészben, sem frissen vágott formában (Saranraj és munkatársai, 2012).



5. ábra Romlott édesburgonya (Internet 8.)

A friss gyümölcsökön és zöldségeken lévő mikrobák kimutatására és izolálására szolgáló módszerek nagymértékben függenek attól, hogy a kérdéses terméken látható-e léziós fertőzöttség vagy a mintán nincsenek látható elváltozások. Abban az esetben, ha a mintán nincsenek látható jelei betegségnek, akkor feltételehetően a romlást okozó mikrobák a minta felületén vagy annak közelében helyezkednek el. Ebben az esetben a minta-előkészítés célja,

hogy a lehető legtöbb életképes mikroorganizmust eltávolítsuk a minta felületéről a későbbi kimutatáshoz és izoláláshoz (Saranraj és munkatársai, 2012).

Tanulmányok foglalkoznak azzal, hogy az édesburgonya mikrobiológiai összetétele hogyan változik meg különböző tárolási körülmények, illetve különböző kezelési módok hatására. Erturk és Picha (2006) tanulmányukban például az édesburgonya gyökereit különböző koncentrációjú klórba mártották 5 percre 1 °C-on és 20 °C-on szeletelés előtt és után, majd 2 °C-on és 8 °C-on 14 napig tárolták, és vizsgálták, hogy a különböző klórkezelések és tárolási hőmérsékletek milyen hatással vannak mikrobiológiailag a frissen vágott édesburgonya szeletek minőségére. A szeletek mikrobiótáját kezdetben a mezofil baktériumok (közepes hőmérsékletet kedvelők) uralták, majd a tárolás közben a pszichrotrof baktériumok (hidegkedvelők) és a gombák.

A hatályos jogszabály értelmében, mivel az édesburgonya a növényi eredtű nyers termékek közé tartozik, azon belül is a zöldség, gyümölcs, dió, mogyoró, stb. kategóriába, így a mikrobiológiai vizsgálatoknak az alábbi három mikrobára feltétlenül ki kell terjedniük, illetve az adott határértékeknek is meg kell felelniük: *Salmonella*, *E. coli*, és penészgomba (Internet 9.).

4. Anyagok és módszerek

4.1. Kísérletek helye

A diplomamunkámhoz szükséges méréseket a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Élelmiszertudományi és Technológiai Intézetén belül az Élelmiszer-mikrobiológia, -higiénia és -biztonság Tanszéken, és a Gyümölcs- és Zöldségfeldolgozás Technológiai Tanszéken végeztem.

4.2. Kísérleti anyagok

Dolgozatomban először négy különböző édesburgonya fajtát vizsgáltam, majd ezek közül kettőt kezeltem négy különböző kivonattal, és a kezelt mintákkal végeztem a további méréseket.

A négy vizsgált édesburgonya fajta:

- Bonita: fehér húsú édesburgonya
- Bayou Belle: világos narancssárga húsú édesburgonya
- Covington: sötét narancssárga húsú édesburgonya
- Purple: lila húsú édesburgonya



6. ábra A vizsgált édesburgonya fajták (Saját kép)

A négy kezelésre használt kivonat:

- AT: almatörkölyös kivonat (Gonelimali és munkatársai (2021) által készített és rendelkezésemre bocsátott)
- BT: berkenyétörkölyös kivonat (Kavela és munkatársai (2023) által készített és rendelkezésemre bocsátott)
- AS: aszkorbinsavas kivonat
- CS: citromsavas kivonat

4.3. Kísérleti munka menete

4.3.1. Romlást okozó mikrobák kimutatása

A mérések során először a négy különböző édesburgonya fajta romlást okozó mikrobáinak vizsgálatára vonatkozó kísérleteket végeztem el. A romlást okozó mikrobák kimutatására vonatkozó mérésekből két párhuzamost végeztem, hogy minél pontosabb eredményekkel tudjak a későbbiekben tovább dolgozni. A mérésekhez az édesburgonya fajtákat előkészítettem, azaz mosáson, hámozáson és felkockázáson estek keresztül. Az előkészített édesburgonya kockákból egy-egy adagot vizsgáltam meg még aznap, két-két adagot pedig lezárt vákuumtasakokba raktam, majd hűtőben 5 °C-on tároltam egészen a következő mérésekig, azaz 5 napig. Ezt a folyamatot kétszer végeztem el, vagyis mégegyszer előkészítettem mind a négy fajtát, egy-egy adagot lemértem belőlük még aznap, két-két adagot pedig hasonló módon tároltam és 5 nap után mértem.

A mikrobiológiai vizsgálatok elsősorban azt a célt szolgálták, hogy meghatározásra kerüljenek mind a négy fajta édesburgonya esetében a romlást okozó mikroba csoportok, majd vizsgálni kívántam ezeknek a mikrobáknak a szaporodását, illetve túlélését a tárolás során.

4.3.2. Kezelés kivonatokkal

A mikrobák kimutatását követően a kiválasztott két édesburgonya fajtát (Bonita fehér és Covington sötét narancssárga húsu) kezelésnek vettem alá, hogy megvizsgáljam mennyire képesek a kezelő oldatok a mikrobák szaporodását gátolni. A kezelésekhöz a két édesburgonya fajtát előkészítettem, tehát mosáson, hámozáson és felkockázáson estek keresztül. A kezeléseknél, a mintaelőkészítést követően a négy kezeléshez használt kivonatot készítettem el. Az almatörkölyös és a berkenyetörkölyös kivonatok esetében 1000 ml vízhez hozzáadtam 9 ml előre elkészített extraktumot. Az aszkorbinsavas és a citromsavas kivonatok esetében pedig 1000 ml vízhez hozzákevertem 30 g aszkorbinsavat/citromsavat. Az édesburgonyamintákat mind a négy kivonatban 10-10 percig áztattam. Az áztatást követően a kezelőoldatból kivett mintákat egy kis ideig szűrőn hagytam lecsepegni. A minták egy részét, amelyeket még aznap beltartalmi és mikrobiológiai méréseknek vettem alá, műanyag tégelyekbe raktam. A maradék mintákat pedig két-két részre osztottam, vákuummal lezárt tasakokba helyeztem és így tároltam őket hűtőben 5 °C-on a következő mérésekig, a Bonita fajtát 7 napig, a Covington fajtát pedig 5 napig. A kísérlet során összehasonlításként kezeletlen, kontroll mintát is tároltam és vizsgáltam.

A tárolási idő leteltével a kontroll és a kezelt minták esetében is beltartalmi és mikrobiológiai méréseket végeztem.

A kezelést követően a mikrobiológiai kísérletek arra irányultak, hogy a romlást okozó mikroba csoportok jelenléte kimutatásra kerüljön, amennyiben a kezelést túléltek, valamint, hogy az adott kezelések milyen mértékben képesek ezeknek a mikrobáknak a szaporodását gátolni, és ezáltal a romlási folyamatokat lelassítani vagy megakadályozni.



7. ábra Az édesburgonya kezelés (Saját kép)

A beltartalmi vizsgálatok esetén a kezelésen átesett mintákat, illetve a hozzájuk tartozó kontroll mintákat vizsgáltam. Az édesburgonya kockákat felületi színmérésnek vettem alá, majd a kockákat ledaráltam és refrakció (vizoldható szárazanyag tartalom), illetve pH mérésen estek át. A darálmányokból ezután extraktumokat készítettem és így mértem meg a minták összes polifenol tartalmát és antioxidáns kapacitását.

A beltartalmi vizsgálatok azt a célt szolgálták, hogy megállapításra kerüljön, hogy az édesburgonya kezelésekor használt kivonatok mennyire változtatják meg a minták beltartalmi értékeit.

4.4. Vizsgálati módszerek

4.4.1. Mikrobiológiai vizsgálatok

Az édesburgonyákban előforduló mikrobák kimutatásakor első lépésként az előkészített édesburgonya kockákból kb. 10-10 g mennyiségeket bemérem steril Stomacher-zacskókba, majd annak érdekében, hogy 1:10 arányú hígítást kapjak, pontosan kilencszeres mennyiségű hígító folyadékot adtam hozzájuk. A hígító folyadék összetételét tekintve, amennyiben 1000 ml-t készítettem belőle, 1 g peptonból, 8,5 g nátrium-kloridból és 1000 ml desztillált vízből állt. A bemérést követően 2 percen keresztül BagMixer® Stomacher készülék (7. ábra) segítségével homogenizáltam a mintáimat. A homogenizálást követően tizedelő hígítási sorokat készítettem a mintáimból, a hígítási tagok száma változó volt, amelyet mindig az adott vizsgálat/vizsgált csoport határozott meg. A homogenizált mintákból 5-5 ml-t 85 °C-os vízfürdőben 15 percen keresztül hőkezelttem. Ezekre a hőkezelt mintákra a spóráképző mikrobák meghatározásakor volt szükség, ugyanis ezeknél a vizsgálatoknál a meghatározás nem az eredeti hígítási tagokból, hanem a hőkezelt mintákból, illetve azok hígításaiból történt.

A hígítási tagokból 1-1 ml-t automata pipetta segítségével petricsészékbe bemérem, majd az előre elkészített, folyékony halmazállapotú (50 °C-os) táptalajok felhasználásával lemezöntést végeztem. A lemezöntés során TGE (tripton-glükóz-élesztőkivonat) táptalajt használtam az aerob összes mikrobaszám, az anaerob összes mikrobaszám és a spóráképző mikrobák meghatározásoknál. A TGE táptalaj pontos összetételét tekintve 0,5% peptonból, 0,25% élesztőkivonatból, 0,1% glükózból és 1,5% bakteriológiai agarból, valamint akkora mennyiségű desztillált vízből tevődött össze, amekkora térfogatú táptalajt készítettem. Az *Enterobacteriaceae* családba tartozó mikrobák kimutatásakor a fedett lemezöntést VRBG (kristályibolya-neutrálvörös-epe-glükóz) táptalajjal végeztem. A tejsavbaktériumok közül a *Lactobacillus* nemzetség detektálásához MRS táptalajt, míg a *Lactococcus*-ok jelenlétének vizsgálatához M17 táptalajt használtam a fedett lemezöntésénél. Az élesztőgombák és penészgombák kimutatásakor előre elkészített PDA (burgonya dextróz agar) táptalajra 0,1 ml-t pipettáztam a hígított mintáimból, majd steril szélesztőbot segítségével eloszlattam a mintamennyiséget a táptalajon (felületi szélesztés). A vizsgálatokhoz alkalmazott VRBG, MRS, M17 és PDA táptalajok készítésekor felhasznált agarakat a Biolab Zrt. gyártja és forgalmazza. A lemezöntés esetén a táptalajok megszilárdulását követően a petricsészéket fejjel lefelé fordítottam, majd a szükséges hőmérsékleteken 1-2 napig inkubáltam, és ezután értékeltem ki őket. Az aerob összes mikrobaszám meghatározásához 5 °C-on és 30 °C-on is inkubáltam a csészéket. Az anaerob összes mikrobaszám meghatározásakor szintén 5 °C-on és 30 °C-on

történt a minták inkubálása, viszont ezeknél a mintáknál egy megfelelő anaerob edényben történt a petricsészék elhelyezése, a szükséges anaerob légkört pedig egyszerhasználatos gázfejlesztő tasakokkal hoztam bennük létre. A spróráképző mikrobák tenyésztéséhez a petricsészéket 30 °C-on, az MRS és M17 táptalajos mintákat szintén 30 °C-on inkubáltam. A VRBG táptalajra kioltott mintákat 37 °C-on, míg a PDA táptalajos minták 25 °C-on inkubáltam. A tenyészetek kiértékelésekor telepszámlálást alkalmaztam.



8. ábra Interscience BagMixer 400 ml-es mikrobiológiai homogenizátor (Internet 10.)

Az első mikrobiológiai vizsgálat során valamennyi fent említett táptalajon elvégeztem a kimutatásokat két párhuzamban. A kezelt édesburgonya minták esetében azonban már csak azon vizsgálatokat végeztem el, amelyeknél a kezeletlen minták esetében megfigyelhető volt a változás.

4.4.2. Színmérés

A kezelésen átesett édesburgonya mintákat, illetve a hozzájuk tartozó kontroll mintákat színmérésnek vettem alá. A szinkordináták meghatározásához Konica Minolta-CR-400 kézi digitális színmérőt (8. ábra) használtam. A készülék kijelzőjén olvasható értékek az L^* , az a^* és a b^* , amelyek CIELAB színingertér összetevői. A CIELAB színtér a színt három értéként fejezi ki: az L^* az észlelt világosság, másnéven a világossági tényező; az a^* és a b^* az emberi látás négy egyedi színe: vörös, zöld, kék és sárga. A CIELAB tér háromdimenziós, és lefedi az emberi színérzékelés teljes tartományát. Az emberi látás ellenfél színmodelljén alapul, ahol a piros és a zöld, illetve a kék és a sárga egymás ellenfélpárjaik. Az L^* világossági érték megmutatja, hogy a vizsgált minta a megvilágító fény hány százalékát veri vissza, a feketét 0-nál, a fehéret pedig 100-nál határozza meg. Az a^* tengely a zöld-bíbor ellenfél színeket jelöli, negatív értékkel a zöld felé, pozitív értékkel a bíborvörös felé. A b^* tengely a kék-sárga ellenfeleket jelöli, negatív számokkal a kék felé, pozitív számokkal a sárga felé. A

színmérésekből mindegyik minta esetében három párhuzamos mérést végeztem, ezek átlagértékei szolgáltak eredményül.



9. ábra Konica Minolta-CR-400 kézi digitális színmérő (Internet 11.)

A CIELAB színekoordináták segítségével számítható az úgynevezett színingerkülönbség (ΔE^*) az alábbi képlettel:

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

Az eredmények értékelése az alábbi táblázat alapján történt:

6. táblázat A vizuális érzékelés és ΔE^* színkülönbség kapcsolata

ΔE^*	Szemmel érzékelt különbség
$\Delta E^* \leq 0,5$	Nem észrevehető
$0,5 < \Delta E^* \leq 1,5$	Alig észrevehető
$1,5 < \Delta E^* \leq 3,0$	Észrevehető
$3,0 < \Delta E^* \leq 6,0$	Jól látható
$6,0 < \Delta E^*$	Nagyon jól látható

4.4.3. Refrakció (vízoldható szárazanyag tartalom) meghatározása

A kezelésen átesett édesburgonya mintákból, illetve a hozzájuk tartozó kontroll mintákból készített daralmányok vízoldható szárazanyag tartalmát ATAGO DBX-55 típusú digitális

refraktométerrel (9. ábra) határoztam meg Brix%-ban. Minden minta esetében három párhuzamos mérést végeztem, ezek átlagértékei szolgáltak eredményül.



10. ábra ATAGO DBX-55 típusú digitális refraktométer (Internet 12.)

4.4.4. pH mérés

A kezelésen átesett édesburgonya mintákból, illetve a hozzájuk tartozó kontroll mintákból készített darálmányok pH-ját TESTO 206 típusú digitális pH-mérővel (10. ábra) határoztam meg. Minden minta esetében három párhuzamos mérést végeztem, ezek átlagértékei szolgáltak eredményül.



11. ábra TESTO 206 típusú digitális pH-mérő (Internet 13.)

4.4.5. Extraktum készítés

A további mérésekhez a mintákból készített darálmányok felhasználásával extraktumokat készítettem. Az extraktum oldatok készítése során mindegyik minta esetében kb. 2-2 g darálmányhoz adtam hozzá az előre elkészített extraháló oldatból 10-10 ml-t. Az extraháló oldat 60%-ban desztillált vizet és 40%-ban metanolt tartalmazott. A beméréseket követően kb. másfél órán keresztül állni hagytam az extraktum oldatokat, néha megrázogattam őket, majd az idő

letelte után 5 percig 4500 1/perc fordulatszámom történő centrifugáláson estek át. Az így kapott extraktumokkal végeztem a további méréseket.

4.4.6. Összes polifenol tartalom meghatározása

Az összes polifenol tartalom meghatározást Folin-Ciocalteu reagenssel végeztem Singleton és Rossi (1965) módszere alapján. A minták mérése előtt kalibrációs egyenest vettem fel galluszsav segítségével. A mintaoldatok összeállításakor 1250 µl Folin-Ciocalteu reagens, változó mennyiségű metanol-víz elegyet és szintén változó mennyiségű extraktum oldatot kevertem össze, majd egy perc után 1000 µl nátrium-karbonát oldatot adtam még hozzájuk. A mintaoldatok esetében a metanol-víz elegy és az extraktum oldat mennyisége összesen minden esetben 2500 µl kellett, hogy legyen, a pontos arányuk mintánként változott. Az elkészített mintaoldatokat 5 percre 50 °C-os vízfürdőbe helyeztem a mérések előtt. Az oldatok abszorbanciáját a kalibrációnál és a mintaoldatok esetében is 760 nm-en Hitachi U-2000 spektrofotométeren (11. ábra) mértem meg. Az eredményeket µgGSE/ml-ben kaptam meg. Minden mintaoldat esetében három párhuzamos mérést végeztem, ezek átlagértékei szolgáltak eredményül.

Az összes polifenol tartalmat (µgGSE/ml) a kalibrációs egyenesből kapott meredekség érték felhasználásával az alábbi képlet alkalmazásával számoltam:

$$TPC = \frac{A}{tg\alpha} \times \frac{V_{\text{összes}}}{V_{\text{minta}}} \times H$$

TPC = összes polifenol tartalom

A = abszorbancia

tgα = a kalibrációs egyenes meredeksége

V_{összes} = végtérfogat (= 2500 µl)

V_{minta} = bemért minta térfogata

H = a mérés során alkalmazott hígítás

4.4.7. Antioxidáns kapacitás meghatározása

Az antioxidáns kapacitás meghatározását a Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) módszerrel végeztem, amelyet Benzie és Strain (1996) fejlesztett ki. A módszer alapja, hogy az antioxidáns hatású vegyületek hatására a ferri-ionok (Fe³⁺) ferro-ionokká (Fe²⁺) redukálódnak, melyek alacsony pH-n képesek komplexet képezni a tripiridil-tiazinnal (TPTZ), s ennek

hatására egy színes termék képződik, a ferro-tripiridil triazin. A keletkezett termék intenzív kék színű, ennek köszönhetően fotometriásan 593 nm-en mérhető. A minták mérése előtt kalibrációs egyenest vettem fel aszkorbinsav segítségével. A mintaoldatok összeállításakor FRAP reagenst alkalmaztam, amely acetát pufferből, vas(III)-kloridból és triazon oldatból tevődik össze. A mintaoldatok estében a végtérfogat minden esetben 1550 µl volt, a reagens és az extraktum oldat aránya mintánként változott. A mintaoldatok elkészítése után, vagyis a reagens és az extraktum oldat összeöntése után 5 percet vártam, mielőtt megkezdtem volna az abszorbancia méréseket. Az oldatok abszorbanciáját a kalibrációnál és a mintaoldatok esetében is 593 nm-en Hitachi U-2000 spektrofotométeren (11. ábra) mértem meg. Az eredményeket µgASE/ml-ben kaptam meg. Minden mintaoldat esetében három párhuzamos mérést végeztem, ezek átlagértékei szolgáltak eredményül.

Az antioxidáns kapacitást (µgASE/ml) a kalibrációs egyenesből kapott meredekség érték felhasználásával az alábbi képlet alkalmazásával számoltam:

$$\text{Antioxidáns kapacitás} = \frac{A}{\text{tg}\alpha} \times \frac{V_{\text{összes}}}{V_{\text{minta}}} \times H$$

A = abszorbancia

tgα = a kalibrációs egyenes meredeksége

V_{összes} = végtérfogat (= 1550 µl)

V_{minta} = bemért minta térfogata

H = a mérés során alkalmazott hígítás

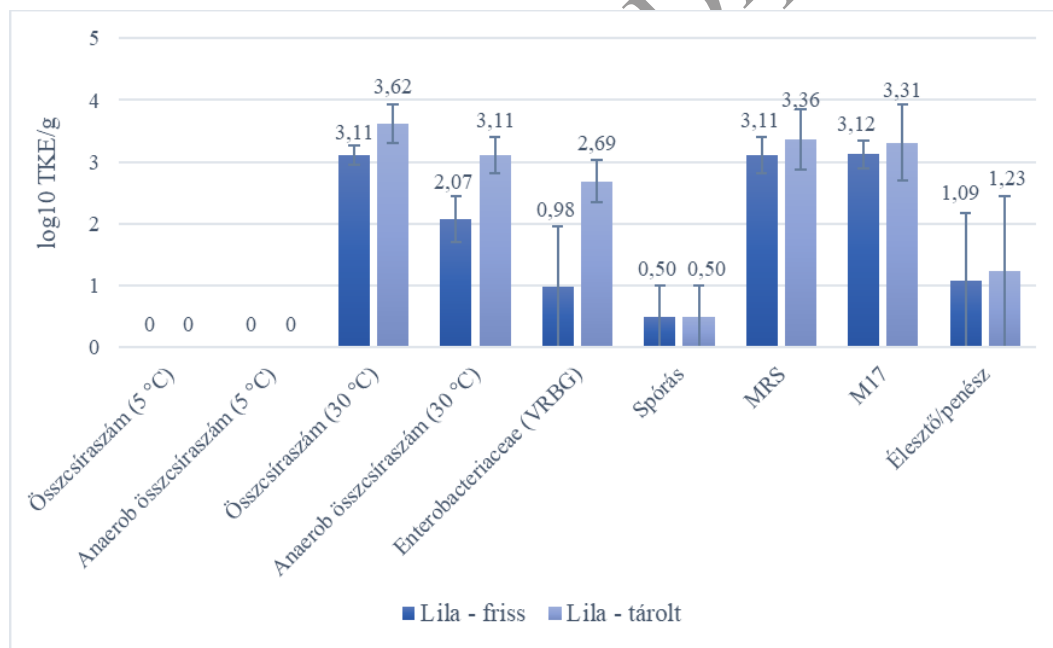


12. ábra Hitachi U-2000 spektrofotométer (Internet 14.)

5. Kísérleti eredmények és értékelésük

5.1. Az édesburgonya minták mikrobiológiai vizsgálata

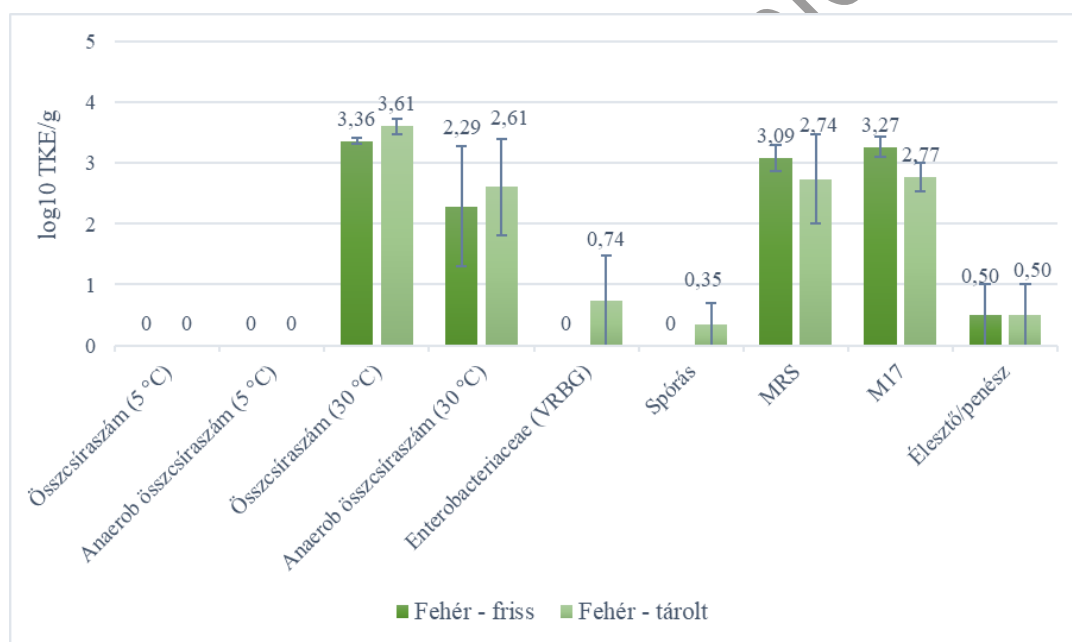
A lila húsú édesburgonya esetében kapott eredményekből (13. ábra) megállapítható, hogy 5 °C-on nem voltak kimutatható mikrobák sem az első vizsgálati napon, sem a tárolást követően. 30 °C-on a friss minták esetében 3,11 log₁₀ TKE/g volt az aerob összes sejtszám és 2,07 log₁₀ TKE/g az anaerob összcsíraszám, amelyek a tárolás közben 3,62 log₁₀ TKE/g, illetve 3,11 log₁₀ TKE/g értékekre nőttek. Ez az anaerob esetben egy nagyságrendnyi növekedést jelentett. A friss minták esetében kimutatható volt még *Enterobacteriaceae* családba tartozó baktérium (0,98 log₁₀ TKE/g), spóráképző baktérium (0,50 log₁₀ TKE/g), *Lactobacillus* (3,11 log₁₀ TKE/g) és *Lactococcus* (3,12 log₁₀ TKE/g) nemzetség, illetve élesztő- és penészgombák (1,09 log₁₀ TKE/g). A spóráképző mikrobák kivételével mindegyik csoport esetében megnövekedett értékeket tapasztaltam a tárolás közben, a legnagyobb növekedést az *Enterobacteriaceae* család (2,69 log₁₀ TKE/g) mutatta.



13. ábra Lila húsú édesburgonya mintákból kimutatható mikrobák (log₁₀ TKE/g) számának alakulása vákuumcsomagolás hatására

Összességében megállapítható, hogy a lilahúsú édesburgonya esetében a tejsavbaktériumok a domináns mikrobák, amelyek szerves sav termelésük révén érzékszervi változásokat idézhetnek elő a tárolt termékeken, továbbá jelen vannak az *Enterobacteriaceae* családba tartozó baktériumok és gombák is, amelyek minőség szempontból szintén problémát jelenthetnek.

A fehér húsú édesburgonya esetében megállapítható, hogy 5 °C-on történő inkubálás során nem voltak kimutatható mikrobák (14. ábra). 30 °C-on a friss minták esetében 3,36 log₁₀ TKE/g volt az aerob összcsíraszám és 2,29 log₁₀ TKE/g az anaerob összcsíraszám, amelyek a tárolás közben kismértékben, 3,61 log₁₀ TKE/g, illetve 2,61 log₁₀ TKE/g értékekre növekedtek. A friss minták esetében kimutatható volt *Lactobacillus* (3,09 log₁₀ TKE/g) és *Lactococcus* (3,27 log₁₀ TKE/g) nemzetségbe tartozó baktériumok, illetve élesztőgombák és penészgombák (0,50 log₁₀ TKE/g) jelenléte, ugyanakkor a kimutathatósági határ alatt volt az *Enterobacteriaceae* családba tartozó és spóráképző baktériumok száma. Az élesztő- és penészgombák (0,50 log₁₀ TKE/g) esetében stagnálás, a *Lactobacillus* (2,74 log₁₀ TKE/g) és *Lactococcus* (2,77 log₁₀ TKE/g) nemzetség esetében csökkenés volt tapasztalható tárolás közben, míg szaporodásnak indultak az *Enterobacteriaceae* család (0,74 log₁₀ TKE/g) és a spóráképző baktériumok (0,35 log₁₀ TKE/g) sejtjei.

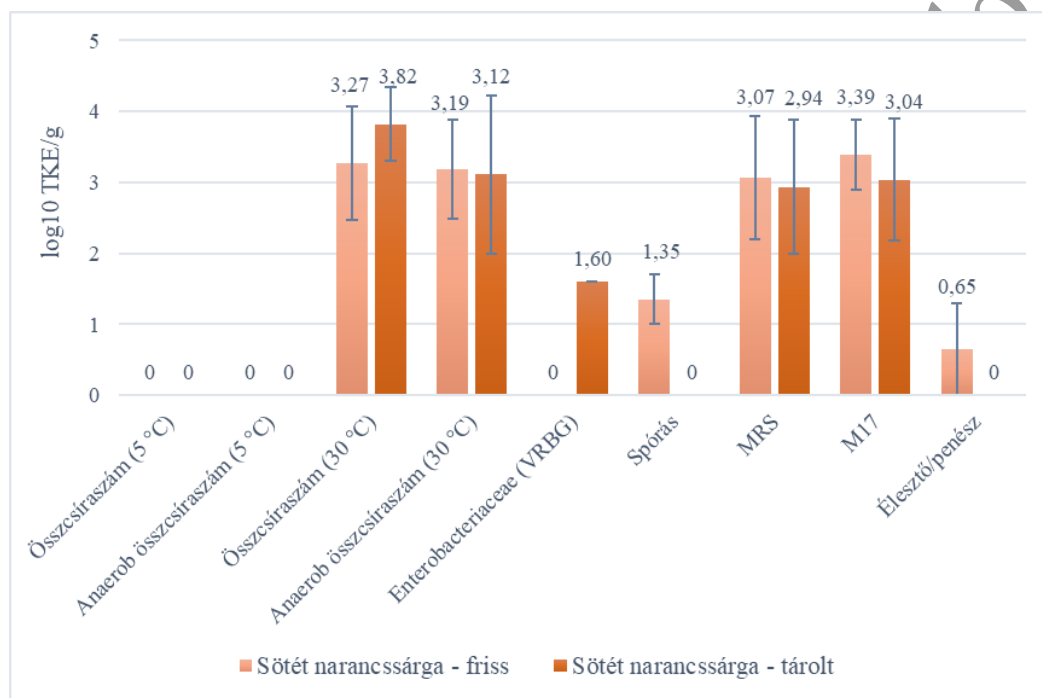


14. ábra Fehér húsú édesburgonya mintákból kimutatható mikrobák (log₁₀ TKE/g) számának alakulása vákuumcsomagolás hatására

Ebben az esetben is megállapítható, hogy a tejsavbaktériumok voltak a domináns mikrobák.

A sötét narancssárga húsú édesburgonya minták esetében megállapítható, hogy 5 °C-on történő inkubálás során nem voltak kimutatható mikrobák sem a kezdeti napon, sem a tárolást követően (15. ábra). 30 °C-on a friss minták esetében 3,27 log₁₀ TKE/g volt az aerob összcsíraszám és 3,19 log₁₀ TKE/g az anaerob összcsíraszám, amelyek a tárolás közben 3,82 log₁₀ TKE/g, illetve 3,12 log₁₀ TKE/g értékekre változtak. A friss minták esetében kimutatható volt spórás

baktériumok ($1,35 \log_{10}$ TKE/g), *Lactobacillus* ($3,07 \log_{10}$ TKE/g) és *Lactococcus* ($3,39 \log_{10}$ TKE/g) nemzetségek jelenléte, illetve élesztőgombák és penészgombák ($0,65 \log_{10}$ TKE/g), ugyanakkor nem volt kimutatható a detekciós limit fölötti Enterobacteriaceae családba tartozó baktériumszám. A tárolás közben azonban ezen baktériumok száma elérte a kimutatási határt, mert értékük öt nap elteltével $1,60 \log_{10}$ TKE/g volt. A *Lactobacillus*-ok ($2,94 \log_{10}$ TKE/g) és a *Lactococcus*-ok ($3,04 \log_{10}$ TKE/g) értéke enyhén csökkent, miközben a spóráképző baktériumok, valamint az élesztő- és penészgombák mennyisége azonban a kimutathatósági határ alá esett.

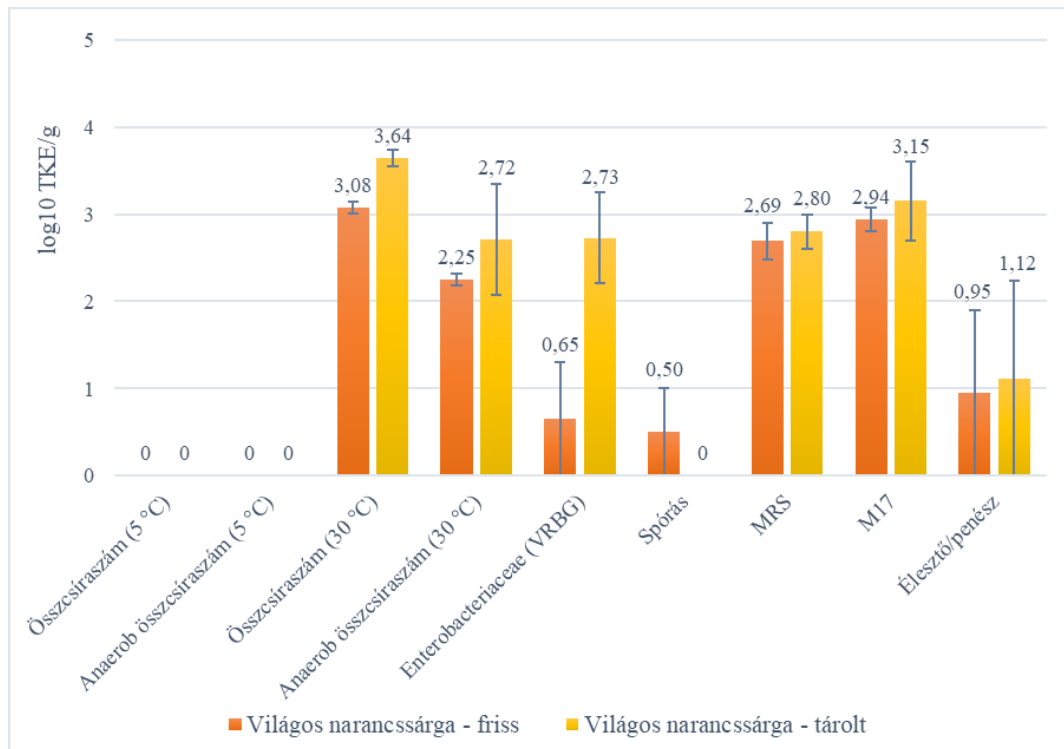


15. ábra Sötét narancssárga húsu édesburgonya mintákból kimutatható mikrobák (\log_{10} TKE/g) számának alakulása vákuumcsomagolás hatására

Hasonlóan az előző két édesburgonyához, ez esetben is azt tapasztaltam, hogy a tejsavbaktériumok voltak a domináns mikrobák.

A világos narancssárga húsu édesburgonya esetében kapott eredmények alapján megfigyelhető volt, hogy az 5 °C -on történő inkubálás során nem voltak kimutatható mikrobák (16. ábra). 30 °C -on a friss minták esetében $3,08 \log_{10}$ TKE/g volt az aerob összes sejtszám és $2,25 \log_{10}$ TKE/g az anaerob összesírászám, amelyek a tárolás közben $3,64 \log_{10}$ TKE/g, illetve $2,72 \log_{10}$ TKE/g értékekre nőttek. A friss minták esetében kimutatható volt Enterobacteriaceae család ($0,65 \log_{10}$ TKE/g), spóráképző baktérium ($0,50 \log_{10}$ TKE/g), *Lactobacillus* ($2,69 \log_{10}$ TKE/g) és *Lactococcus* ($2,94 \log_{10}$ TKE/g) nemzetség, illetve élesztőgombák és penészgombák

(0,95 log₁₀ TKE/g) jelenléte. A spróráképző baktériumok kivételével, mert az ő értékük a kimutathatósági határ alá került, mindegyik vizsgált csoport esetében megnövekedett értékeket tapasztaltam a tárolás közben. A legnagyobb növekedést az *Enterobacteriaceae* család (2,73 log₁₀ TKE/g) mutatta, két nagyságrendi változás volt erre a csoportra jellemző.



16. ábra Világos narancssárga húsú édesburgonya mintákból kimutatható mikrobák (log₁₀ TKE/g) számának alakulása vákuumcsomagolás hatására

A világos narancssárga húsú édesburgonyára is a korábbi megfigyelések voltak jellemzők, azaz ebben az esetben is azt tapasztaltam, hogy a tejsavbaktériumok voltak a domináns mikrobák, azonban a tárolás során a VRBG agaron jelentősen megnőtt az *Enterobacteriaceae* családba tartozó baktériumok száma, amely akár élelmiszerbiztonsági kockázatot is rejthet magában.

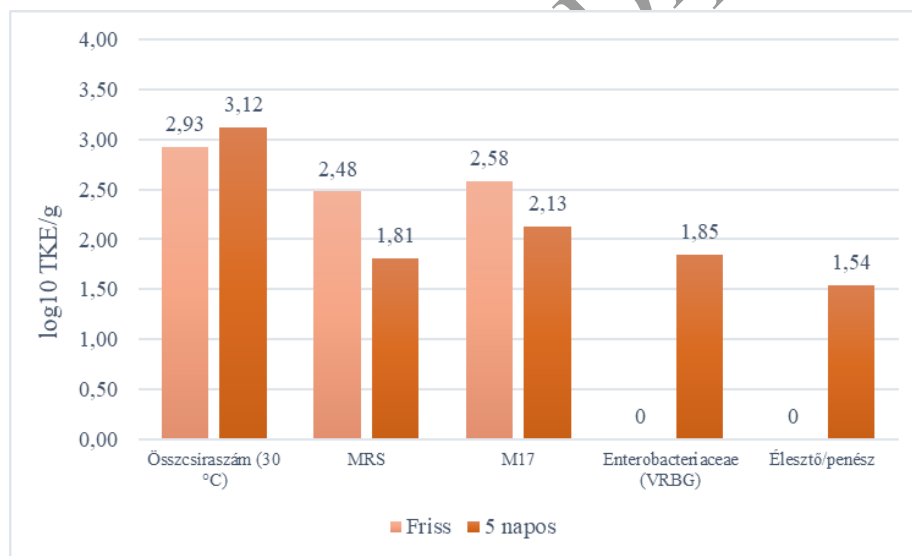
Erturk és Picha (2006) kimutatták tanulmányukban, hogy a frissen vágott édesburgonya szeletekben jelen vannak mezofil baktériumok, tárolás után pedig pszichrotrof baktériumok és gombák jellemezték mintáikat. Az általam kapott mérési eredményekben is megfigyelhető, hogy tárolás után, a sötét narancssárga húsú édesburgonya kivételével, mindegyikben voltak kimutatható élesztő- és penészgombák.

5.2. A kezelések hatása az édesburgonya mintákra

5.2.1. Mikrobiológiai vizsgálatok

A friss és tárolt édesburgonyák vizsgálati eredményei, valamint korábbi tapasztalatok, és megfigyelések alapján a kezeléseket csak kétféle édesburgonya mintával, a fehér és a sötét narancssárga húsuakkal végeztem el.

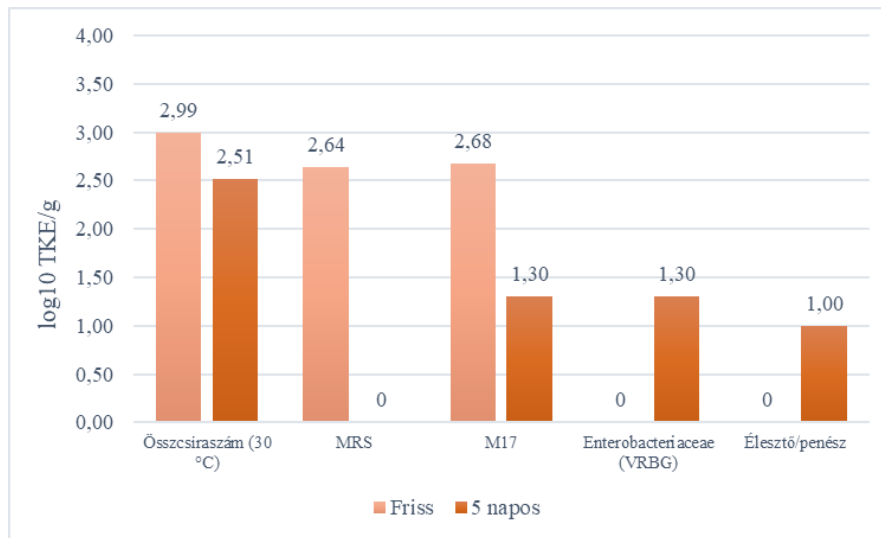
A kezelések során kontroll mintaként alkalmazott kezeletlen sötét narancssárga húsu édesburgonya mintából kimutatható mikrobák esetében megfigyelhető, hogy a 30 °C-on történő inkubálás során az aerob összcsíraszám 2,93 log₁₀ TKE/g volt, amely a tárolás során 3,12 log₁₀ TKE/g-ra nőtt (17. ábra). Friss állapotban *Lactobacillus* (2,48 log₁₀ TKE/g) és *Lactococcus* (2,58 log₁₀ TKE/g) nemzetségek jelen voltak a friss mintában, tárolás közben azonban csökkent a mennyiségük. Friss állapotban az *Enterobacteriaceae* család tagjai, illetve élesztők és penészek a kimutatási határ alatt voltak, azonban tárolás közben számuk megnőtt, 1,85 és 1,54 log₁₀ TKE/g-re.



17. ábra Kezeletlen sötét narancssárga húsu édesburgonya mintákból kimutatható mikrobák számának alakulása tárolás hatására (log₁₀ TKE/g)

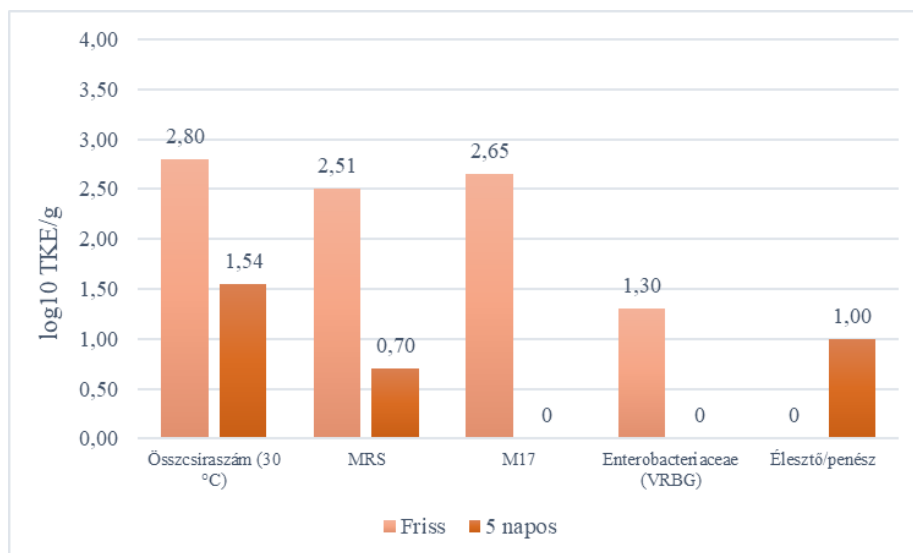
Az almatörkölyel kezelt sötét narancssárga húsu édesburgonya mintákból kimutatható mikrobák esetében megfigyelhető, hogy a 30 °C-on történő inkubálás során az aerob összcsíraszám 2,99 log₁₀ TKE/g volt, amely a tárolás során 2,51 log₁₀ TKE/g-ra csökkent (18. ábra). Friss állapotban *Lactobacillus* (2,64 log₁₀ TKE/g) és *Lactococcus* (2,68 log₁₀ TKE/g) nemzetségek jelen voltak a friss mintában, tárolás közben azonban csökkent a mennyiségük, sőt a *Lactobacillus*-ok száma a kimutathatósági határ alá került. Friss állapotban az

Enterobacteriaceae család tagjai, illetve élesztők és penészek a kimutatási határ alatt voltak, azonban tárolás közben számuk megnőtt, 1,30 és 1,00 log₁₀ TKE/g-re.



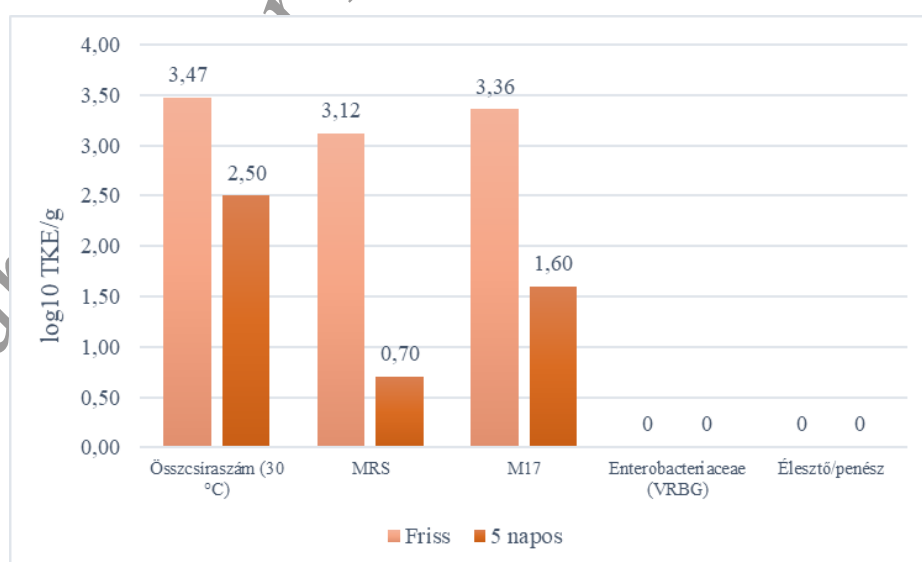
18. ábra Almatörkölyvel kezelt sötét narancssárga húsu édesburgonya mintákból kimutatható mikrobák számának alakulása tárolás hatására (log₁₀ TKE/g)

Az aszkorbinsavval kezelt sötét narancssárga húsu édesburgonya mintákból kimutatható mikrobák esetében megfigyelhető, hogy a 30 °C-on történő inkubálás során az aerob összcsíraszám 2,80 log₁₀ TKE/g volt, amely a tárolás során 1,54 log₁₀ TKE/g-ra csökkent (19. ábra). Friss állapotban *Lactobacillus* (2,51 log₁₀ TKE/g) és *Lactococcus* (2,65 log₁₀ TKE/g) nemzetségek, illetve az *Enterobacteriaceae* család (1,30 log₁₀ TKE/g) tagjai jelen voltak a friss mintában, tárolás közben azonban csökkent a mennyiségük, sőt a *Lactococcus*-ok és az *Enterobacteriaceae* család tagjainak száma a kimutathatósági határ alá került. Friss állapotban az élesztők és penészek a kimutatási határ alatt voltak, azonban tárolás közben számuk megnőtt 1,00 TKE/g-re.



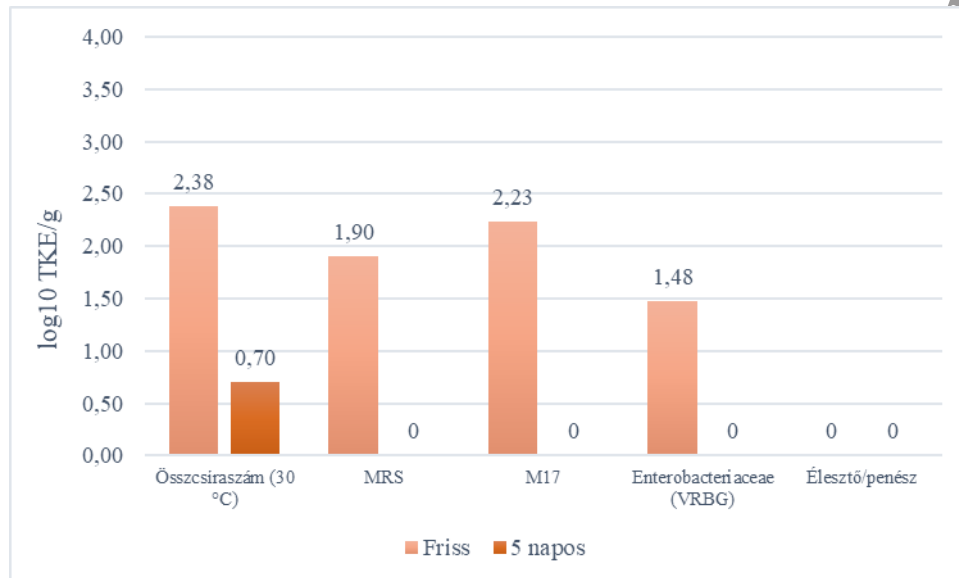
19. ábra Aszkorbinsavval kezelt sötét narancssárga húsu édesburgonya mintákból kimutatható mikrobák számának alakulása tárolás hatására (log₁₀ TKE/g)

A berkenyetörkölyvel kezelt sötét narancssárga húsu édesburgonya mintákból kimutatható mikrobák esetében megfigyelhető, hogy a 30 °C-on történő inkubálás során az aerob összcsiszászám 3,47 log₁₀ TKE/g volt, amely a tárolás során 2,50 log₁₀ TKE/g-ra csökkent (20. ábra). Friss állapotban a *Lactobacillus* (3,12 log₁₀ TKE/g) és *Lactococcus* (3,36 log₁₀ TKE/g) nemzetségek tagjai jelen voltak a friss mintában, tárolás közben azonban csökkent a mennyiségük, 0,70 és 1,60 TKE/g-re. Friss állapotban és a tárolást követően is az élesztők és penészek, valamint az *Enterobacteriaceae* család tagjai kimutatási határ alatt voltak.



20. ábra Berkenyetörkölyvel kezelt sötét narancssárga húsu édesburgonya mintákból kimutatható mikrobák számának alakulása tárolás hatására (log₁₀ TKE/g)

A citromsavval kezelt sötét narancssárga húsú édesburgonya mintákból kimutatható mikrobák esetében megfigyelhető, hogy a 30 °C-on történő inkubálás során az aerob összcsíraszám 2,38 log₁₀ TKE/g volt, amely a tárolás során 0,70 log₁₀ TKE/g-ra csökkent (21. ábra). Friss állapotban a *Lactobacillus* (1,90 log₁₀ TKE/g) és *Lactococcus* (2,23 log₁₀ TKE/g) nemzetségek, valamint az *Enterobacteriaceae* család (1,48 log₁₀ TKE/g) tagjai jelen voltak a friss mintában, tárolás közben azonban mennyiségük a kimutatási határ alá csökkent. Friss állapotban és a tárolást követően is az élesztők és penészek kimutatási határ alatt voltak.



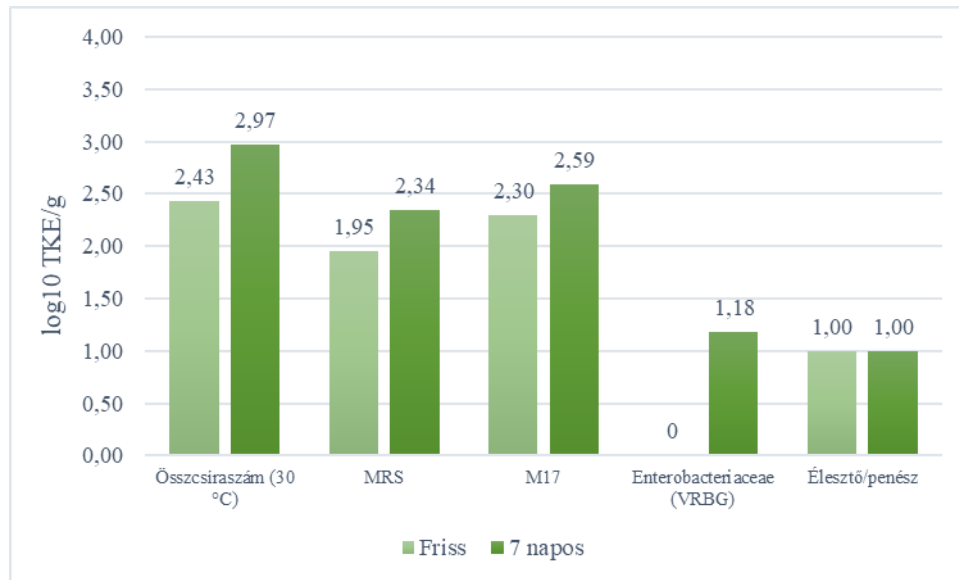
21. ábra Citromsavval kezelt sötét narancssárga húsú édesburgonya mintákból kimutatható mikrobák számának alakulása tárolás hatására (log₁₀ TKE/g)

A kezelések eredményeit összevetve elmondható, hogy sötét narancssárga édesburgonya esetében a citromsav bizonyult a leghatásosabbnak, mivel ezzel a szerves savval lehetett elérni azt, hogy a domináns csoportok tagjai a kimutatási határ alá csökkenjenek.

A kezelések során kontroll mintaként alkalmazott kezeletlen fehér húsú édesburgonya mintákból kimutatható mikrobák esetében megfigyelhető, hogy a 30 °C-on történő inkubálás során az aerob összcsíraszám 2,43 log₁₀ TKE/g volt, amely a tárolás során 2,97 log₁₀ TKE/g-ra nőtt (22. ábra). Friss állapotban *Lactobacillus* (1,95 log₁₀ TKE/g) és *Lactococcus* (2,30 log₁₀ TKE/g) nemzetségek, valamint élesztők és penészek (1,00 log₁₀ TKE/g) voltak jelen a mintában. Tárolás közben a *Lactobacillus*-ok (2,34 log₁₀ TKE/g) és *Lactococcus*-ok (2,59 log₁₀ TKE/g) száma növekedett, míg az élesztők és penészek száma stagnált. Friss állapotban az

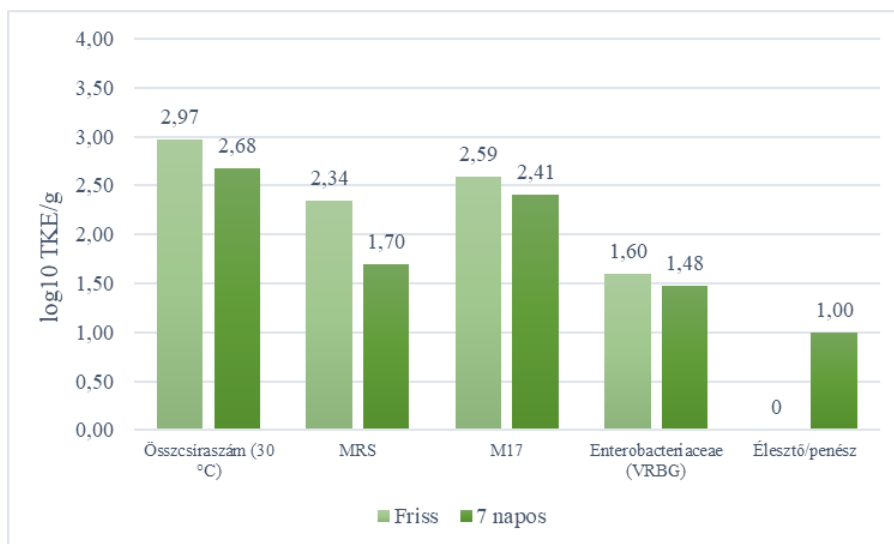
Enterobacteriaceae család tagjai a kimutatási határ alatt voltak, azonban tárolás közben számuk megnőtt 1,18 log₁₀ TKE/g-re.

A kezeletlen fehér húsú édesburgonya esetében hasonló tendencia volt megfigyelhető a kontroll mintánál ebben a vizsgálatban, mint a tárolási kísérlet során.



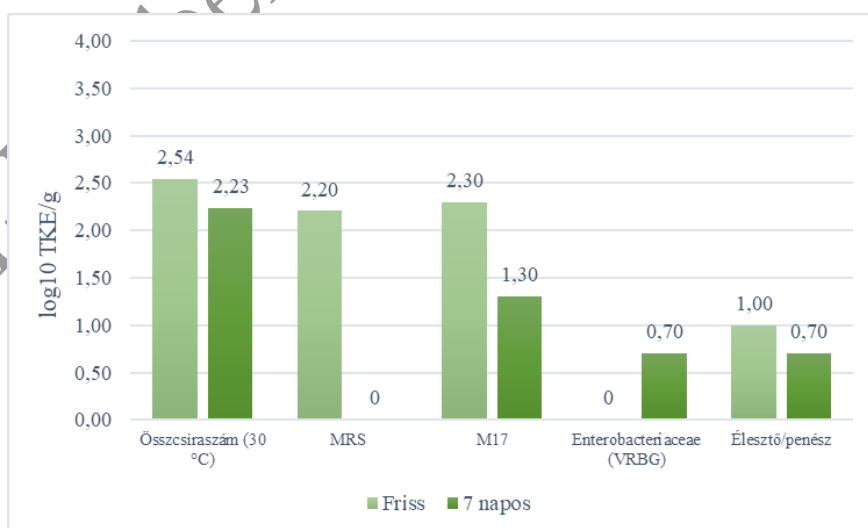
22. ábra Kezeletlen fehér húsú édesburgonya mintákból kimutatható mikrobák számának alakulása tárolás hatására (log₁₀ TKE/g)

Az almatörkölyrel kezelt fehér húsú édesburgonya mintákból kimutatható mikrobák esetében megfigyelhető, hogy a 30 °C-on történő inkubálás során az aerob összcsiszírszám 2,97 log₁₀ TKE/g volt, amely a tárolás során 2,68 log₁₀ TKE/g-ra csökkent (23. ábra). Friss állapotban *Lactobacillus* (2,34 log₁₀ TKE/g) és *Lactococcus* (2,59 log₁₀ TKE/g) nemzetségek, valamint az *Enterobacteriaceae* család (1,60 log₁₀ TKE/g) tagjai jelen voltak a mintában. Tárolás közben mind a három kimutatható csoport tagjainak száma csökkent. Friss állapotban az élesztők és penészek a kimutatási határ alatt voltak, azonban tárolás közben számuk enyhén megnőtt 1,00 log₁₀ TKE/g-re.



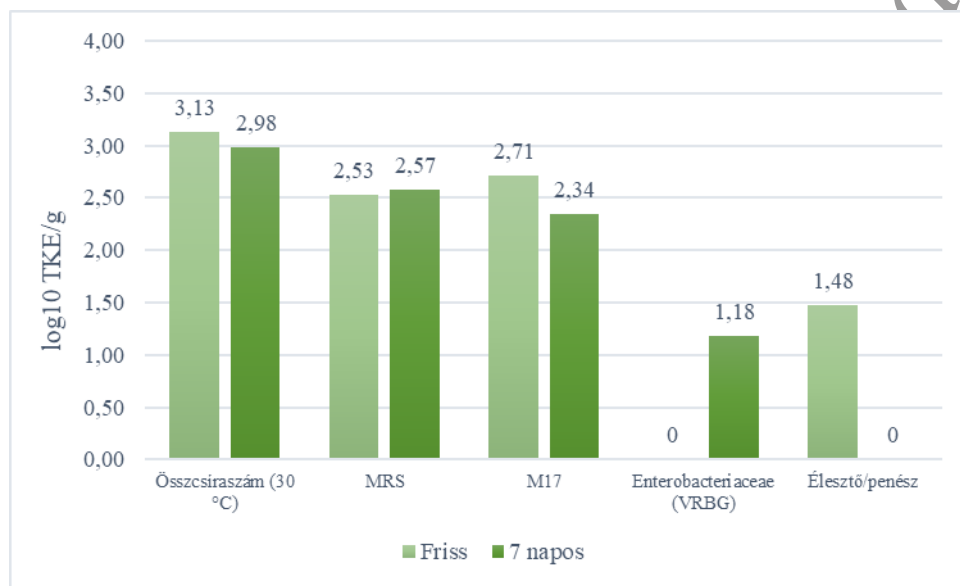
23. ábra Almatörkölyvel kezelt fehér húsú édesburgonya mintákból kimutatható mikrobák számának alakulása tárolás hatására (log₁₀ TKE/g)

Az aszkorbinsavval kezelt fehér húsú édesburgonya minták esetében megfigyelhető, hogy a 30 °C-on történő inkubálás során az aerob összcsiszám 2,54 log₁₀ TKE/g volt, amely a tárolás során 2,23 log₁₀ TKE/g-ra csökkent (24. ábra). Friss állapotban *Lactobacillus* (2,20 log₁₀ TKE/g) és *Lactococcus* (2,30 log₁₀ TKE/g) nemzetségek, valamint élesztők és penészek (1,00 log₁₀ TKE/g) jelen voltak a mintában. Tárolás közben mind a három kimutatható csoport tagjainak száma csökkent, sőt a *Lactobacillus*-ok száma a kimutatási határ alá került. Friss állapotban az *Enterobacteriaceae* család tagjai a kimutatási határ alatt voltak, azonban tárolás közben számuk enyhén megnőtt 0,70 log₁₀ TKE/g-re.



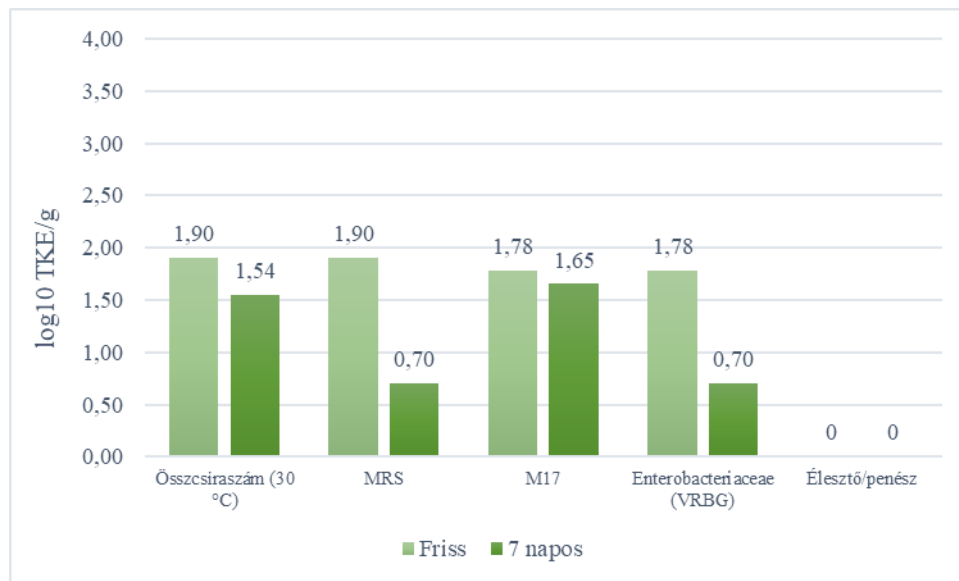
24. ábra Aszkorbinsavval kezelt fehér édesburgonya mintákból kimutatható mikrobák számának alakulása tárolás hatására (log₁₀ TKE/g)

A berkenyetörkölyvel kezelt fehér húsú édesburgonya mintákból kimutatható mikrobák esetében megfigyelhető, hogy a 30 °C-on történő inkubálás során az aerob összcsíraszám 3,13 log₁₀ TKE/g volt, amely a tárolás során kismértékben csökkent 2,98 log₁₀ TKE/g-ra (25. ábra). Friss állapotban *Lactobacillus* (2,53 log₁₀ TKE/g) és *Lactococcus* (2,71 log₁₀ TKE/g) nemzetségek, valamint élesztők és penészek (1,48 log₁₀ TKE/g) jelen voltak a mintában. Tárolás közben mind a három kimutatható csoport tagjainak száma csökkent, sőt az élesztők és penészek száma a kimutatási határ alá került. Friss állapotban az *Enterobacteriaceae* család tagjai a kimutatási határ alatt voltak, azonban tárolás közben számuk megnőtt 1,18 log₁₀ TKE/g-re.



25. ábra Berkenyetörkölyvel kezelt fehér édesburgonya mintákból kimutatható mikrobák számának alakulása tárolás hatására (log₁₀ TKE/g)

A citromsavval kezelt fehér húsú édesburgonya mintákból kimutatható mikrobák esetében megfigyelhető, hogy a 30 °C-on történő inkubálás során az aerob összcsíraszám 1,90 log₁₀ TKE/g volt, amely a tárolás során kismértékben csökkent 1,54 log₁₀ TKE/g-ra (26. ábra). Friss állapotban *Lactobacillus* (1,90 log₁₀ TKE/g) és *Lactococcus* (1,78 log₁₀ TKE/g) nemzetségek, valamint az *Enterobacteriaceae* család (1,78 log₁₀ TKE/g) tagjai jelen voltak a mintában. Tárolás közben mind a három kimutatható csoport tagjainak száma csökkent. Friss állapotban és a tárolást követően is az élesztők és penészek kimutatási határ alatt voltak.



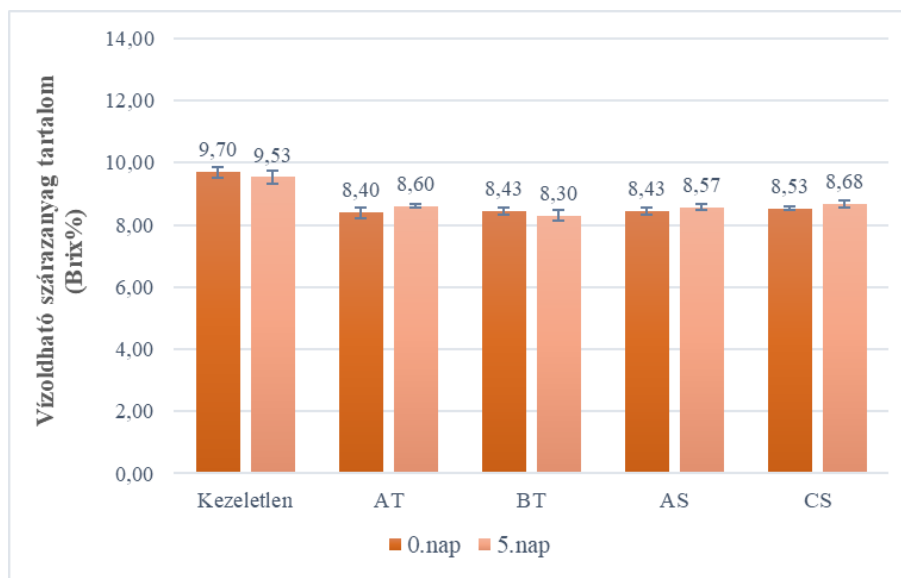
26. ábra Citromsavval kezelt fehér édesburgonya mintákból kimutatható mikrobák számának alakulása tárolás hatására (log₁₀ TKE/g)

Összességében megállapítható tehát, hogy a fehér édesburgonya esetében is a citromsav bizonyult a leghatékonyabb vegyületnek a mikrobák szaporodás gátlásának szempontjából, azonban hatása nem volt olyan jelentős, mint a sötét narancssárga édesburgonyánál.

Eredményeim alapján a citromsavas kezelést javasolnám az édesburgonya fajták mikrobiológiai stabilitásának fenntartása és éltarthatóságuk növelése érdekében, azonban a fehér típusnál érdemes lenne kombinálni az egyes vegyületeket, mint például a citromsavat és az aszkorbinsavat egy még hatékonyabb kezelés érdekében.

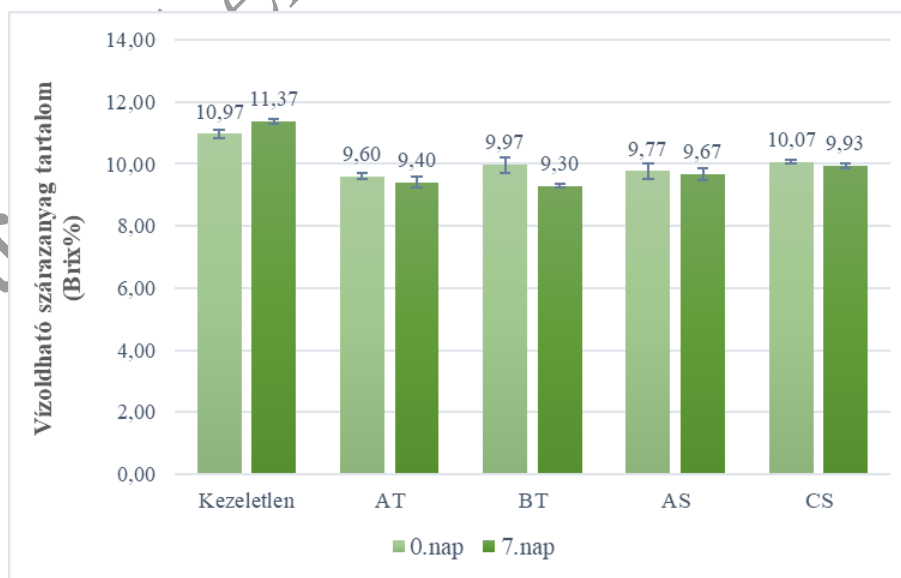
5.2.2. Szárazanyag tartalom és pH-mérés eredményei

A sötét narancssárga húsu édesburgonya minták esetében mért szárazanyag tartalom értékekből látható (27. ábra), hogy a kezeletlen minta friss állapotban mért refrakciója (9,70 Brix%) nagyobb, mint a kezelt mintáké (8,30 – 8,68 Brix%), illetve tárolás közben kis mértékben csökkent az értéke (9,53 Brix%). Az almatörkölyös (8,40 Brix%), az aszkorbinsavas (8,43 Brix%) és a citromsavas (8,53 Brix%) minták friss állapotban mért értékei a tárolás közben kis mértékben növekedtek (8,60; 8,57 és 8,68 Brix%-ra). A berkenyetörkölyös minta kezdeti értékéhez képest (8,43 Brix%) a tárolás közben enyhe csökkenés tapasztalható (8,30 Brix%). Mindezek ellenére jelentős különbség nem tapasztalható a mért szárazanyag tartalom értékek, különösen a kezelt minták között.



27. ábra Sötét narancssárga húsú édesburgonya minták szárazanyag tartalma (Brix%)

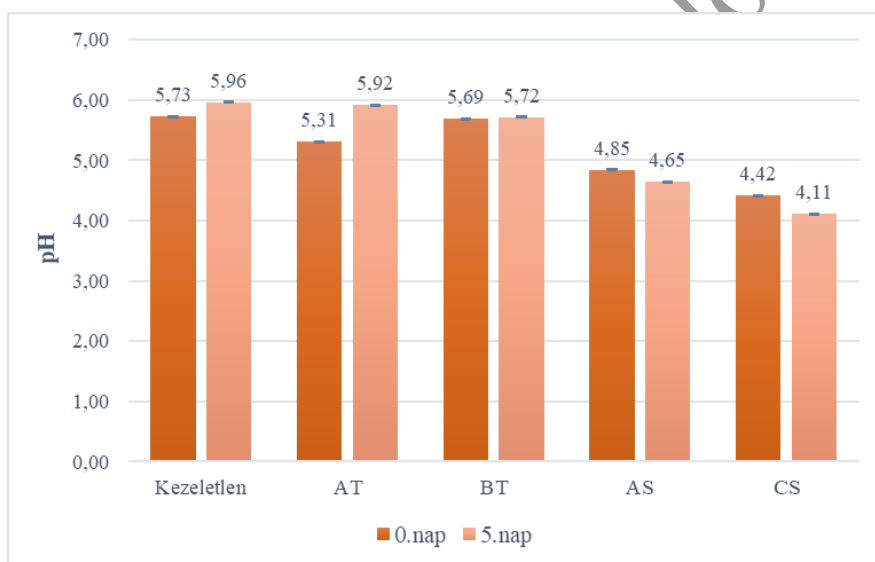
A fehér húsú édesburgonya minták esetében mért szárazanyag tartalom értékekből látható (28. ábra), hogy a kezeletlen minta friss állapotban mért refrakciója (10,97 Brix%) nagyobb, mint a kezelt mintáké, illetve tárolás közben kis mértékben növekedett az értéke (11,37 Brix%). Az almatörkölyös (9,60 Brix%), a berkenyetörkölyös (9,97 Brix%), az aszkorbinsavas (9,77 Brix%) és a citromsavas (10,07 Brix%) minták friss állapotban mért értékei a tárolás közben kis mértékben csökkentek (9,40; 9,30; 9,67 és 9,33 Brix%-ra). Mindezek ellenére jelentős különbség nem tapasztalható a mért szárazanyag tartalom értékek, különösen a kezelt minták értékei között.



28. ábra Fehér húsú édesburgonya minták szárazanyag tartalma (Brix%)

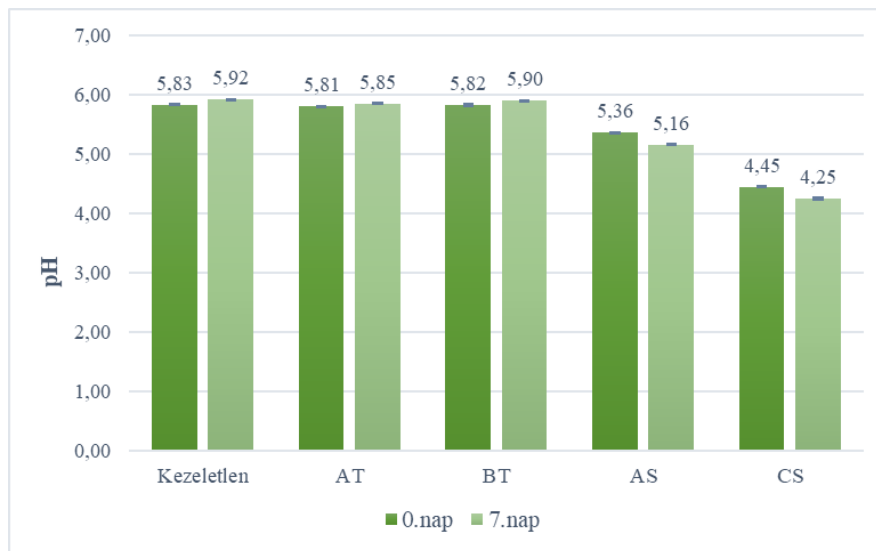
Összességében megállapítható tehát, hogy a kezelések hatására az édesburgonya minták szárazanyag tartalma kis mértékben csökkent, illetve a tárolás alatt a sötét narancssárga húsú édesburgonya mintáknál a kezeletlen minta esetében csökkenés, míg a kezelték esetében, a berkenyetörköly kivételével, inkább növekedés volt tapasztalható, viszont a fehér húsú édesburgonya esetében éppen ezzel ellentétes tendencia volt megfigyelhető.

A sötét narancssárga húsú édesburgonya minták esetében mért pH értékekből látható (29. ábra), hogy a kezeletlen (pH=5,73), az almatörkölyös (pH=5,31) és a berkenyetörkölyös (pH=5,69) minták értékei a tárolás közben növekedtek (pH=5,96; 5,92 és 5,72). Az aszkorbinsavas (pH=4,85) és a citromsavas (pH=4,42) minták pedig a tárolás közben csökkentek (pH=4,65 és 4,11).



29. ábra Sötét narancssárga húsú édesburgonya minták pH értékei

A fehér húsú édesburgonya minták esetében mért pH értékekből látható (30. ábra), hogy a kezeletlen (pH=5,83), az almatörkölyös (pH=5,81) és a berkenyetörkölyös (pH=5,82) minták értékei a tárolás közben kis mértékben növekedtek (pH=5,92; 5,85 és 5,90). Az aszkorbinsavas (pH=5,36) és a citromsavas (pH=4,45) minták pedig a tárolás közben csökkentek (pH=5,16 és 4,25).

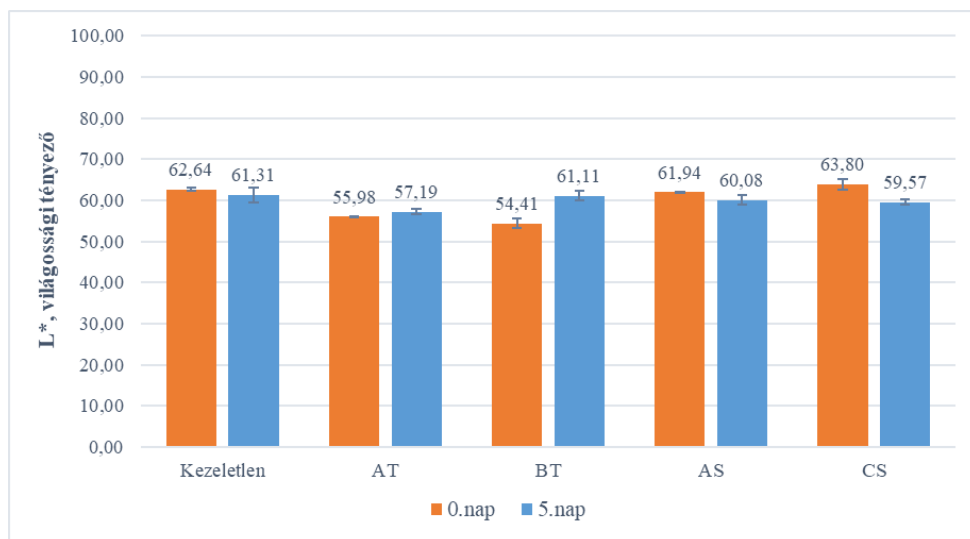


30. ábra Fehér húsú édesburgonya minták pH értékei

Összességében elmondható, hogy mindkét fajta minta esetében a kezeletlen, az almatörkölyös és a berkenyetörkölyös minták pH értékei nagyobbak, mint az aszkorbinsavasoké és a citromsavasoké, ez a különbséget azonban a savval történt kezelések okozták. Látható még, hogy a fehér húsú édesburgonya mintáknál a különböző kezeléseket összehasonlítva, kisebb a különbség, illetve a tárolás közbeni változás is kevésbé jelentős, mint a sötét narancssárga húsú édesburgonya minták esetében.

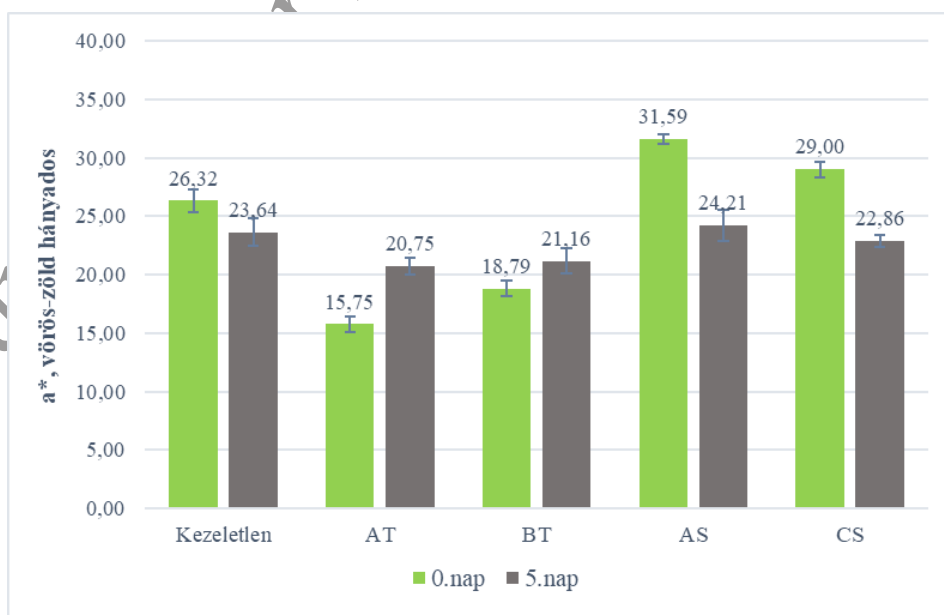
5.2.3. Színmérés eredményei

A sötét narancssárga húsú édesburgonya minták esetében az L^* színekoordináta értékek azt mutatják (31. ábra), hogy a kezeletlen és a kezelt minták között nincs nagy eltérés, illetve a friss és a tárolt minták értékei sem térnek el egymástól jelentősen. Ez alapján arra lehet következtetni, hogy a kezeléseknak nem volt hatása a minták világossági tényezőjére. Kis mértékű növekedést a berkenyetörkölyvel kezelt minta esetében lehet megfigyelni, ugyanis 54,41-ről 61,11-re nőtt az L^* értéke, vagyis világosabb lett a minta.



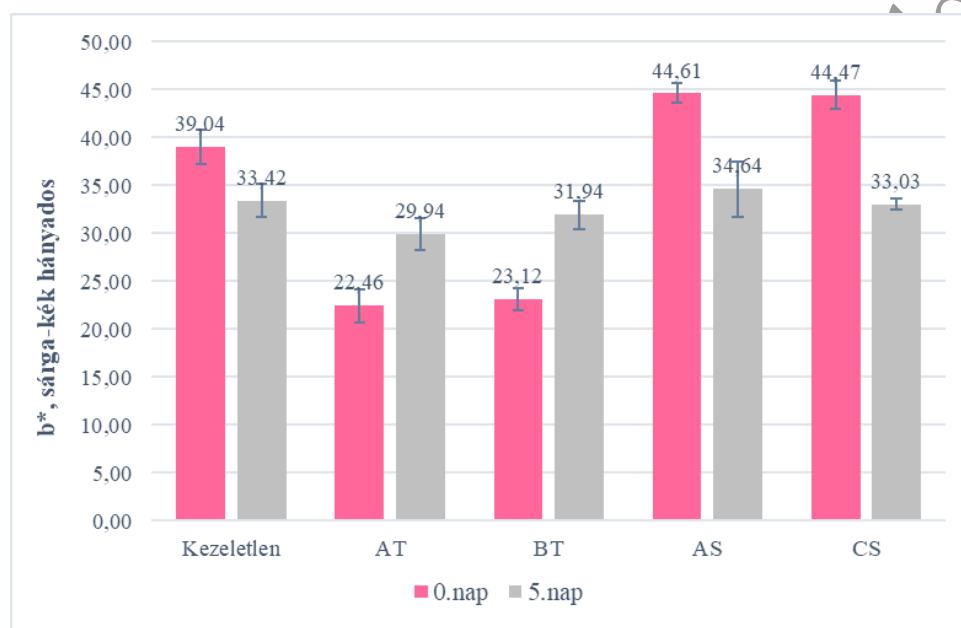
31. ábra Sötét narancssárga húsú édesburgonya minták L^* színekoordináta értékei

A sötét narancssárga húsú édesburgonya minták esetében az a^* színekoordináta értékek azt mutatják (32. ábra), hogy a bíborvörös szín jelenléte megfigyelhető a kezeletlen és a kezelt minták esetében is, összehasonlítva őket viszont nem jellemző a különbség. A kezeletlen mintához (26,32) viszonyítva az almatörkölyös (15,75) és a berkenyetörkölyös (18,79) mintákban kisebb, míg az aszkorbinsavas (31,59) és a citromsavas (29,00) mintákban nagyobb a bíborvörös szín jelenléte. A kezeletlen (23,64) és a berkenyetörkölyös (21,16) tárolt mintáknál nem jelentős a különbség a friss mintákhoz viszonyítva, viszont az almatörkölyös (20,75), az aszkorbinsavas (24,21) és a citromsavas (22,86) tárolt minták esetében már igen.



32. ábra Sötét narancssárga húsú édesburgonya minták a^* színekoordináta értékei

A sötét narancssárga húsú édesburgonya minták esetében a b^* színkoordináta értékek azt mutatják (33. ábra), hogy a sárga szín jelenléte megfigyelhető a kezeletlen és a kezelt minták esetében is. A kezeletlen mintához (39,04) viszonyítva az almatörkölyös (22,46) és a berkenyetörkölyös (23,12) mintákban kisebb, míg az aszkorbinsavas (44,61) és a citromsavas (44,47) mintákban nagyobb a sárga szín jelenléte. A kezeletlen tárolt (33,42) mintánál nem jelentős a különbség a friss mintához viszonyítva, viszont az almatörkölyös (29,94) és a berkenyetörkölyös (31,94) tárolt mintáknál jelentősebb növekedés, illetve az aszkorbinsavas (33,64) és a citromsavas (33,03) tárolt minták esetében jelentősebb csökkenés tapasztalható.



33. ábra Sötét narancssárga húsú édesburgonya minták b^* színkoordináta értékei

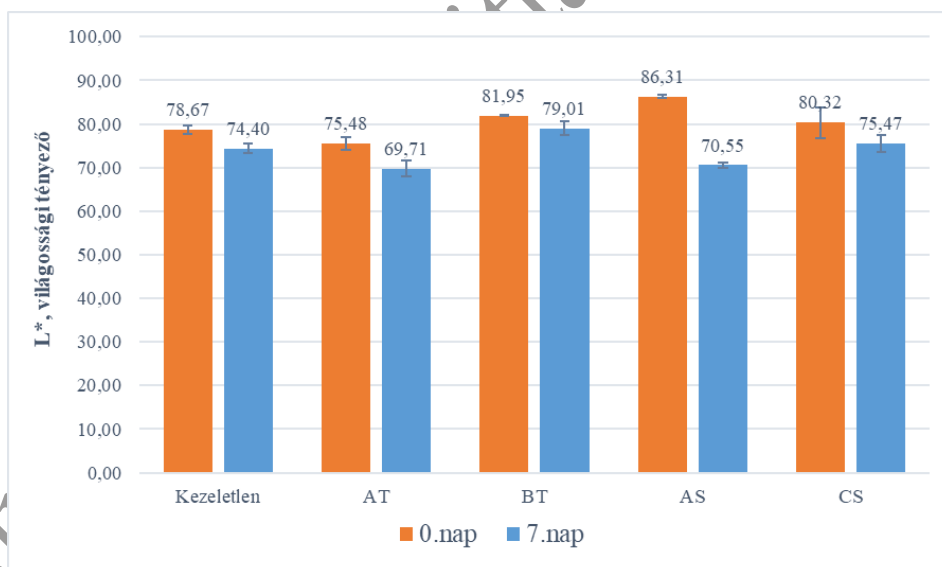
Összességében elmondható, hogy a sötét narancssárga húsú édesburgonya esetében a kezelések és a tárolás is okozott színváltozást, az a^* és a b^* színkoordináta értékek esetében is megfigyelhetők a változások, vagyis a kezelőanyagok színrögztítő tulajdonsága nem annyira hatékony a sötét narancssárga minták esetében.

7. táblázat ΔE^* értékek a sötét narancssárga húsú édesburgonya minták esetében

	kezeletlen	AT	BT	AS	CS
ΔE^* 0-5. nap	6,37	9,08	11,33	12,55	13,66
5. napon a kezeletlen mintához képest		6,12	2,89	1,82	1,94

A sötét narancssárga húsú édesburgonya minták esetében a ΔE^* értékek azt mutatják (7. táblázat), hogy a 0. és az 5. napos mintákat összehasonlítva, mind a kezeletlen, mind pedig a különböző kezelt minták esetében a szemmel érzékelt különbség nagyon jól látható. A tárolt kezeletlen mintához viszonyítva a kezelt mintákat pedig elmondható, hogy a szemmel érzékelt különbség az almatörkölyös minta esetében nagyon jól látható, a berkenyetörkölyös, az aszkorbinsavas és a citromsavas minták esetében észrevehető. Ez alapján elmondható, hogy a tárolás során minden minta (a kezeletlen és a kezelt is) jelentős színváltozáson ment át, azonban a kezelések közül, az almatörkölyös kivételével, mindegyik kivonat színrögztítő tulajdonsága kis mértékben kifejtette hatását az édesburgonyákon.

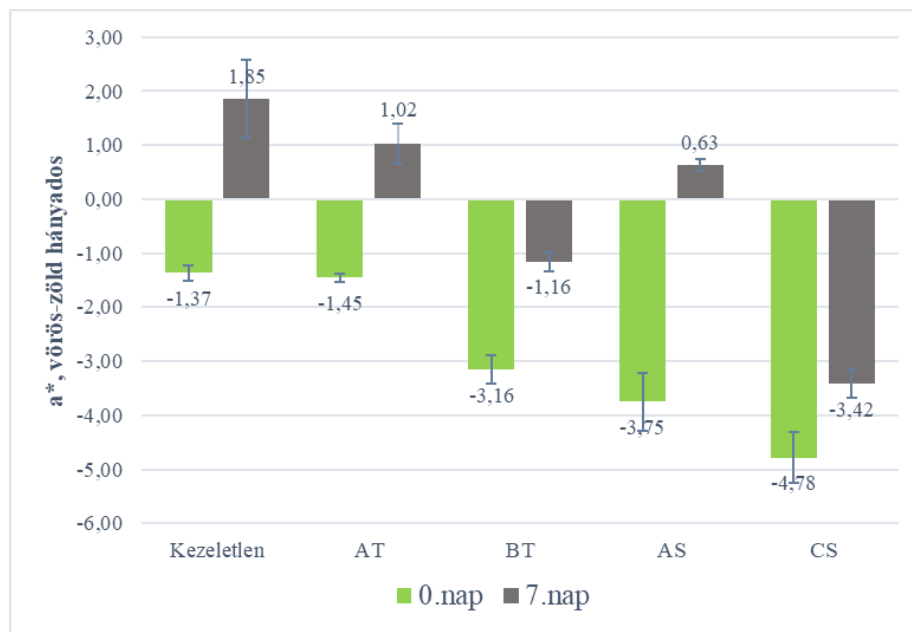
A fehér húsú édesburgonya minták esetében az L^* színkoordináta értékek azt mutatják (34. ábra), hogy a kezeletlen és a kezelt minták között nincs jelentős eltérés, illetve a friss és a tárolt minták értékei sem térnek el egymástól jelentősen. Kis mértékű csökkenést az aszkorbinsavval kezelt minta esetében lehet megfigyelni, ugyanis 86,31-ről 70,55-re csökkent az L^* értéke, vagyis sötétebb lett a minta.



34. ábra Fehér húsú édesburgonya minták L^* színkoordináta értékei

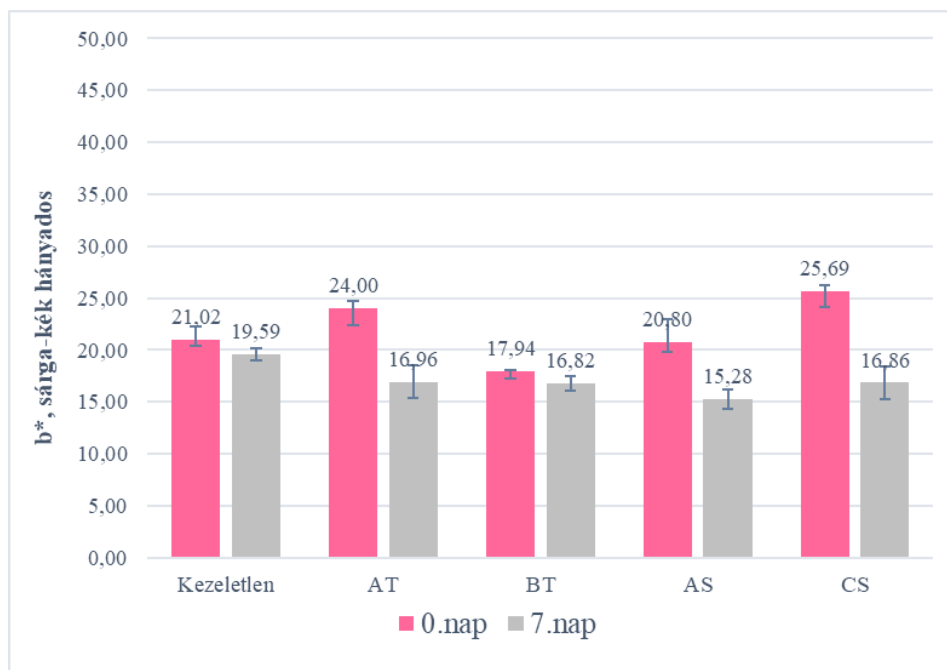
A fehér húsú édesburgonya minták esetében az a^* színkoordináta értékek azt mutatják (35. ábra), hogy a bíborvörös árnyalat megfigyelhető a kezeletlen, az almatörkölyös és az aszkorbinsavas minták esetében. A kezeletlen (-1,37), az almatörkölyös (-1,45) és az aszkorbinsavas (-3,75) friss minták esetében jelentős változás történt az a^* értékkel a tárolás alatt, ugyanis 7 nap után az előbbi értékek 1,85; 1,02 és 0,63-ra változtak. A berkenyetörkölyös

és a citromsavas mintáknál nem ment végbe ekkora mértékű változás, mindkettőnél a friss (-3,16 és -4,78) és a tárolás utáni (-1,16 és -3,42) állapotban is a színárnyalat inkább a zöldecs irányba tolódott el.



35. ábra Fehér húsú édesburgonya minták a* színkoordináta értékei

A fehér húsú édesburgonya minták esetében a b* színkoordináta értékek azt mutatják (36. ábra), hogy a sárga szín jelenléte megfigyelhető a kezeletlen és a kezelt minták esetében is, összehasonlítva őket viszont nem jellemző a különbség. A kezeletlen mintához (21,02) viszonyítva az almatörkölyös (24,00) és a citromsavas (25,69) mintákban nagyobb, míg a berkenyetörkölyös (17,94) és az aszkorbinsavas (20,80) mintákban kisebb a sárga szín jelenléte. A kezeletlen tárolt (19,59) mintánál nem jelentős a különbség a friss mintához viszonyítva, viszont az almatörkölyös (16,96), a berkenyetörkölyös (16,82), az aszkorbinsavas (15,28) és a citromsavas (16,86) tárolt minták esetében csökkenés tapasztalható, amely a berkenyetörkölyös esetében kicsi, a többi mintánál viszont jelentősebb.



36. ábra Fehér húsú édesburgonya minták b* színkoordináta értékei

Összességében elmondható, hogy a fehér húsú édesburgonya esetében a kezelések és a tárolás is okozott színváltozást, főleg az a* színkoordináta értékekben, vagyis a kezelőanyagok színrögzítő tulajdonsága nem annyira hatékony a fehér minták esetében.

8. táblázat ΔE^* értékek a fehér húsú édesburgonya minták esetében

	kezeletlen	AT	BT	AS	CS
ΔE^* 0-7. nap	5,54	9,44	3,72	17,26	10,17
7. napon a kezeletlen mintához képest		5,44	6,16	5,91	6,03

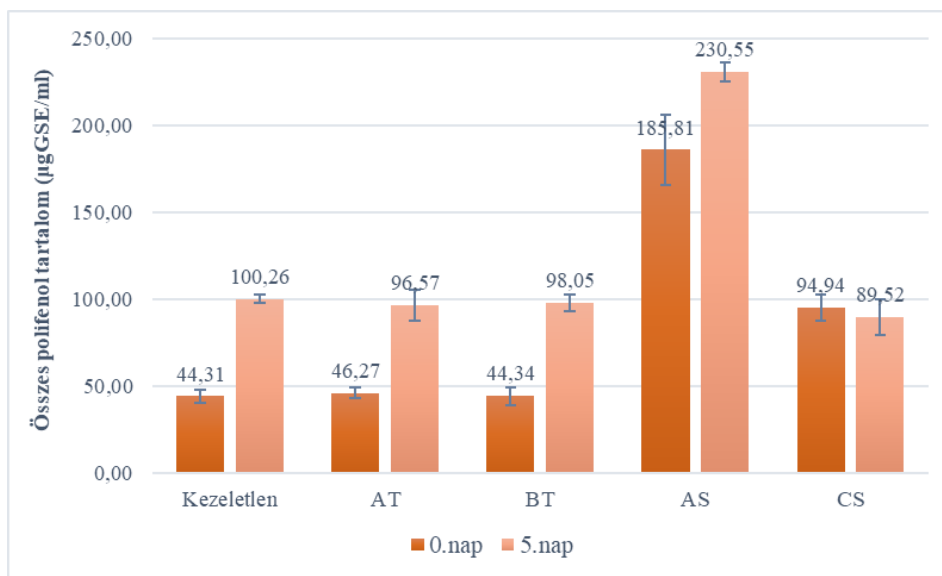
A fehér húsú édesburgonya minták esetében a ΔE^* értékek azt mutatják (8. táblázat), hogy a 0. és az 5. napos mintákat összehasonlítva, a kezeletlen és a berkenyetörkölyös minták esetében a szemmel érzékelt különbség jól látható, míg az almatörkölyös, az aszkorbinsavas és a citromsavas minták esetében nagyon jól látható. A tárolt kezeletlen mintához viszonyítva a kezelt mintáknál pedig elmondható, hogy a szemmel érzékelt különbség az almatörkölyös és az aszkorbinsavas minták esetében jól látható, a berkenyetörkölyös és a citromsavas minták esetében nagyon jól látható. Ez alapján elmondható, hogy a tárolás során minden minta (a kezeletlen és a kezelt is) jelentős színváltozáson esett át, illetve a kezelések közül egyik kivonat színrögzítő tulajdonsága sem fejtette ki jelentősen hatását.

Összességében elmondható, hogy a kezeléshez használt kivonatok színrögztő hatása a sötét narancssárga húsú édesburgonya minták esetében jobban érvényesült, mint a fehér húsú édesburgonya mintáknál.

Rocculi és munkatársai (2007) tanulmányukban foglalkoztak többek között azzal is, hogy a frissen vágott burgonya szeletek színkoordináta értékei hogyan változnak meg a barnulást gátló anyagok alkalmazásakor. Megállapították, hogy az L^* és az a^* értékek az aszkorbinsav és a citromsav koncentrációjának növelésével megnövekednek, illetve a nagyon magas koncentrációban alkalmazott aszkorbinsav és citromsav a minták kifehéredéséhez vezet. Az általam végzett méréseknél a sötét narancssárga húsú édesburgonya esetében az L^* értékeknél nem, viszont az a^* értékeknél megfigyelhető, hogy az aszkorbinsavas és a citromsavas kezelés megnövelte a színkoordináta értékeket, illetve a fehér húsú édesburgonya esetében kis mértékben megfigyelhető a növekedés az L^* értékeknél, az a^* értékei pedig jelentősen változtak.

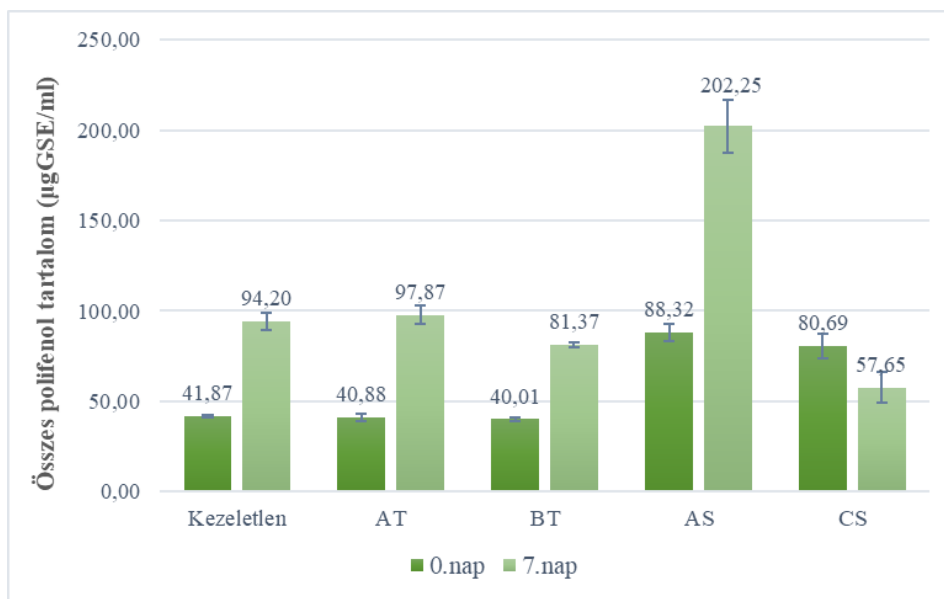
5.2.4. Összes polifenol tartalom eredményei

A sötét narancssárga húsú édesburgonya minták esetében mért összes polifenol tartalomból látható (37. ábra), hogy a friss minták esetében a kezeletlen (44,31 $\mu\text{gGSE/ml}$), az almatörkölyös (46,27 $\mu\text{gGSE/ml}$) és a berkenyetörkölyös (44,34 $\mu\text{gGSE/ml}$) minták között nincs számottevő különbség. Azonban a friss citromsavas (94,94 $\mu\text{gGSE/ml}$) és a friss aszkorbinsavas (185,81 $\mu\text{gGSE/ml}$) minták esetében jóval magasabb az összes polifenol tartalmak. A tárolt minták esetében megfigyelhető, hogy a kezeletlen (100,26 $\mu\text{gGSE/ml}$), az almatörkölyös (96,57 $\mu\text{gGSE/ml}$), a berkenyetörkölyös (98,05 $\mu\text{gGSE/ml}$) és az aszkorbinsavas (230,55 $\mu\text{gGSE/ml}$) minták esetében növekedés, míg a citromsavas (89,52 $\mu\text{gGSE/ml}$) minta esetében kis mértékű csökkenés tapasztalható az értékekben. A legjelentősebb összes polifenol tartalom az aszkorbinsavas minták esetében figyelhető meg, aminek fő okozója a kezelőoldatban lévő aszkorbinsav polifenolos vegyületekre gyakorolt védőhatása.



37. ábra Sötét narancssárga húsú édesburgonya minták összes polifenol tartalma (µgGSE/ml)

A fehér húsú édesburgonya minták esetében mért összes polifenol tartalomból látható (38. ábra), hogy a friss minták esetében a kezeletlen (41,87 µgGSE/ml), az almatörkölyös (40,88 µgGSE/ml) és a berkenyetörkölyös (40,01 µgGSE/ml) minták között nincs jelentős különbség, azonban hozzájuk viszonyítva a friss citromsavas (80,69 µgGSE/ml) és a friss aszkorbinsavas (88,32 µgGSE/ml) minták esetében jóval magasabb az összes polifenol tartalom. A tárolt minták esetében megfigyelhető, hogy a kezeletlen (94,20 µgGSE/ml), az almatörkölyös (97,87 µgGSE/ml), a berkenyetörkölyös (81,37 µgGSE/ml) és az aszkorbinsavas (202,25 µgGSE/ml) minták esetében növekedés, míg a citromsavas (57,65 µgGSE/ml) minta esetében csökkenés tapasztalható az értékekben. A legjelentősebb összes polifenol tartalom az aszkorbinsavas minták esetében figyelhető meg, aminek fő okozója a kezelőoldatban lévő aszkorbinsav védőhatása.

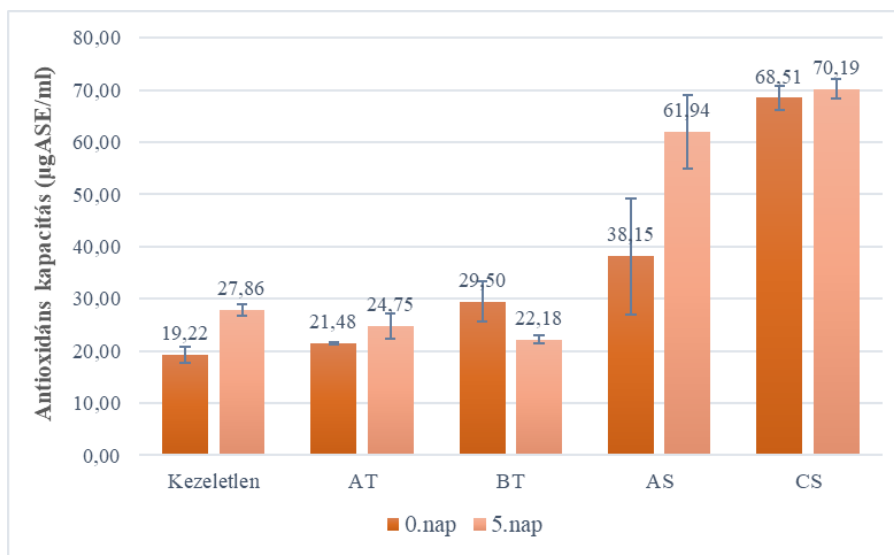


38. ábra Fehér húsú édesburgonya minták összes polifenol tartalma (µgGSE/ml)

Összességében elmondható, hogy a két édesburgonya fajta összes polifenol tartalma között sem kezeletlen állapotban, sem a kezelések után nincs jelentős különbség, illetve a kezelőanyagok hatására mindkét fajta hasonlóan viselkedik közvetlenül a kezelés után, illetve a tárolás után is, körülbelül megegyező összes polifenol tartalom határozható meg belőlük, annyi különbséggel, hogy az aszkorbinsav a fehér húsú édesburgonya esetében nem fejtette ki hatását azonnal.

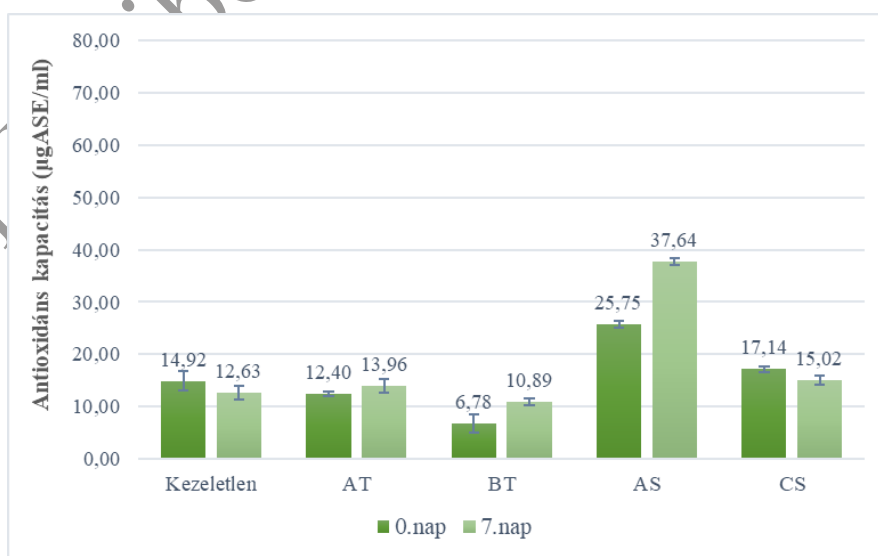
5.2.5. Antioxidáns kapacitás eredményei

A sötét narancssárga húsú édesburgonya minták esetében mért antioxidáns kapacitás eredményekből látható (39. ábra), hogy a friss minták esetében a kezeletlen (19,22 µgASE/ml) és az almatörkölyös (21,48 µgASE/ml) minták értékei hasonlóak. A friss kezeletlen mintához viszonyítva a friss berkenyetörkölyös (29,50 µgASE/ml) és aszkorbinsavas (38,15 µgASE/ml) minták értékeiben egy kis mértékű, míg a citromsavas (68,51 µgASE/ml) minta esetében nagy mértékű növekedés figyelhető meg. A tárolás után az értékeket tekintve a kezeletlen (27,86 µgASE/ml), az almatörkölyös (24,75 µgASE/ml) és a citromsavas (70,19 µgASE/ml) minták esetében kis mértékű növekedés, míg az aszkorbinsavas minta (61,94 µgASE/ml) esetében nagy mértékű növekedés tapasztalható. Ezekkel szemben a berkenyetörkölyös minta esetében (22,18 µgASE/ml) kis mértékű csökkenés figyelhető meg.



39. ábra Sötét narancssárga húsú édesburgonya minták antioxidáns kapacitása (µgASE/ml)

A fehér húsú édesburgonya minták esetében mért antioxidáns kapacitás eredményekből látható (40. ábra), hogy a friss minták esetében a kezeletlen (14,92 µgASE/ml), az almatörkölyös (12,40 µgASE/ml) és a citromsavas (17,14 µgASE/ml) minták között nincs jelentős különbség, azonban hozzájuk viszonyítva a friss berkenyetörkölyös (6,78 µgASE/ml) minta kevesebb, míg a friss aszkorbinsavas (25,75 µgASE/ml) minta több antioxidáns kapacitás értéket mutat. A tárolás után az értékeket tekintve a kezeletlen (12,63 µgASE/ml) és a citromsavas (15,02 µgASE/ml) minták kis mértékű csökkenést, az almatörkölyös (13,96 µgASE/ml) és a berkenyetörkölyös (10,89 µgASE/ml) minták kis mértékű növekedést, míg az aszkorbinsavas (37,64 µgASE/ml) minta nagyobb mértékű növekedést mutatott.



40. ábra Fehér húsú édesburgonya minták antioxidáns kapacitása (µgASE/ml)

Összességében elmondható, hogy a két édesburgonya fajta antioxidáns kapacitás értékei között kis mértékű különbség figyelhető meg kezeletlen állapotban, azonban a különböző kezelések között már van releváns különbség. A kezelt mintákat tekintve a fehér húsú édesburgonya esetében kisebb antioxidáns kapacitás értékek tapasztalhatók, mint a sötét narancssárga húsú édesburgonya esetében.

5.3. Következtetések és javaslatok

Az általam vizsgált négy édesburgonya fajta esetében megállapítható, hogy a kimutatható domináns mikrobák a tejsavbaktériumok, melyek mind friss állapotban, mind tárolás után jelen voltak a mintákban. Ezeknek a tejsavbaktériumoknak a jelenlétével összefüggésbe hozható, hogy a kezelések során a kontroll mintáim pH értékei azt mutatták, hogy az édesburgonya enyhén savas. A sötét narancssárga húsú édesburgonya esetében a kezelések hatására csökkent a tárolás alatt a tejsavbaktériumok száma és az almatörkölyös és a berkenyetrörkölyös kivonatokkal történő kezeléseknél kis mértékű növekedés tapasztalható a pH értékekben. Látható, hogy ezen fajta esetében az aszkorbinsavval és a citromsavval történő kezelés is csökkentette a tejsavbaktériumok számát, azonban a savval történő kezelés miatt a pH értékekben csökkenés tapasztalható. A fehér húsú édesburgonya esetében is megfigyelhető, hogy a kezelések következtében csökkent a tejsavbaktériumok száma, azonban nincs akkora mértékű csökkenés, így ebből kifolyólag a pH értékekben sem történt nagy változás.

A kezelések hatását vizsgálva a két édesburgonya fajta mikrobiológiai összetételére megállapítható, hogy a citromsavas kezelés bizonyul a leghatékonyabb kezelőkivonatnak.

A vízdoldható szervesanyag tartalom értékek esetében nem figyelhető meg nagy mértékű változás, ebből kifolyólag megállapítható, hogy a kimutatható mikrobák és a különböző kezelések nincsenek hatással az édesburgonyák refrakciójára.

A két kezelt édesburgonya fajta esetében elvégzett színmérési eredmények alapján megállapítható, hogy a kezelések hatására is történt színváltozás a mintákon, a sötét narancssárga húsú édesburgonya esetében, az almatörkölyös kivételével, mindegyik kivonat kis mértékben igen, míg a fehér húsú édesburgonya esetében egyik kivonat sem fejtette ki a színrögztető hatását.

A sötét narancssárga- és a fehér húsú édesburgonya minták esetében mért összes polifenol tartalom értékek azt mutatják, hogy sem a fajták, sem a kezelőanyagok között nincs megfigyelhető különbség, mindegyik minta esetében hasonló eredményeket kaptam.

A kezelt édesburgonya fajták vizsgálata során az antioxidáns kapacitás értékek alapján az látható, hogy a különböző kivonatok hatással vannak a minták ezen beltartalmi értékére illetve, hogy a fehér húsú édesburgonya esetében kisebb antioxidáns kapacitás értékek tapasztalhatók, mint a sötét narancssárga húsú esetében.

A téma folytatásaként a további két édesburgonya fajta esetében is el lehetne végezni a kezeléseket és a hozzájuk tartozó vizsgálatokat, valamint egyéb más kezelő kivonatok is be lehetne vonni a kísérletbe, vagy az eddigi kivonatokat lehetne különböző koncentrációkban alkalmazni és így végezni az összehasonlításokat. A beltartalmi vizsgálatok esetében is még több vizsgálatot el lehetne végezni, mint például fehérjetartalom, A- és C-vitamin tartalom méréseket.

6. Összefoglalás

Az egészségtudatos táplálkozás napjainkban egyre népszerűbb téma, ebből kifolyólag előtérbe kerül a nagy mennyiségű gyümölcs- és zöldségfogyasztás. Ezek közé a zöldségek közé tartozik az utóbbi évtizedekben közkedvelté vált édesburgonya, ami beltartalmi értékeit tekintve pozitív tulajdonságokkal rendelkezik, vitamin- és ásványi anyag tartalma jelentős.

Az egyre inkább rohanó világban a társadalom széles köre keresi és ezáltal részesíti előnyben az azonnal fogyasztható, vagy legalábbis kevesebb előkészítést igénylő élelmiszereket, amelyek mindemellett tartalmazzák a megfelelő tápanyagokat, valamint vitaminokat és ásványi anyagokat. A fogyasztók igényeit figyelembe véve a gyártók elkezdtek kevesebb idő- és energia-befektetést igénylő zöldség készítményeket, úgynevezett friss konyhakész termékeket készíteni, például burgonya és sárgarépa esetében, amelyhez különböző kezeléseket alkalmaznak.

Dolgozatomban azzal foglalkoztam, hogy édesburgonya esetében hogyan lehet friss konyhakész termékeket készíteni, ugyanis amíg burgonya esetében a kén-dioxiddal történő kezelés megengedett, addig az édesburgonyánál tilos. Ebből kifolyólag más, engedélyezett szerek (almatörköly, berkenyetörköly, aszkorbinsav, citromsav) használatával vizsgáltam az édesburgonya fajták esetében a konyhakész termékek előállítását, illetve ezen szerek hatását a mikrobiológiai és a beltartalmi tulajdonságok változására.

Munkám során először négy különböző édesburgonya fajta (lila, fehér, sötét narancssárga és világos narancssárga húsú) esetében vizsgáltam a romlást okozó mikroba csoportokat friss állapotban, majd tárolást követően. Ezután a négy fajtából kettőt (fehér és sötét narancssárga húsú) kezeltem almatörkölyös, berkenyetörkölyös, aszkorbinsavas és citromsavas kivonatokkal. A kezeléseket követően megvizsgáltam, hogy a különböző kivonatok milyen hatással vannak közvetlenül a kezelés után, illetve tárolást követően az édesburgonyák mikrobiológiai és beltartalmi paramétereire.

Az általam kezdetben vizsgált négy édesburgonya fajta esetében megállapítható, hogy a kimutatható domináns mikrobák a tejsavbaktériumok, melyek mind friss állapotban, mind tárolás után jelen voltak a mintákban. Ezeknek a tejsavbaktériumoknak a jelenlétével összefüggésbe hoztam, hogy a kezeléseik során a kontroll mintáim pH értékei azt mutatták, hogy az édesburgonya enyhén savas. A sötét narancssárga húsú édesburgonya esetében a kezeléseik hatására csökkent a tárolás alatt a tejsavbaktériumok száma, amely arra enged következtetni, hogy az almatörkölyös és a berkenyetörkölyös kivonatokkal történő kezeléseik elpusztítják a

tejsavbaktériumokat, így kismértékű növekedés tapasztalható a pH értékekben. Ezen fajta esetében az aszkorbinsavval és a citromsavval történő kezelés is csökkentette a tejsavbaktériumok számát, azonban a savval történő kezelés miatt a pH értékekben csökkenést tapasztaltam. A fehér húsú édesburgonya esetében is megfigyeltem, hogy a kezelések következtében csökkent a tejsavbaktériumok száma, azonban nem volt akkora mértékű csökkenés, így a pH értékekben sem történt nagy változás.

A kezelések hatását vizsgálva a két édesburgonya fajta mikrobiológiai összetételére megállapítható, hogy a citromsavas kezelés bizonyul a leghatékonyabb kezelőkivonatnak.

A vízdoldható szárazanyag tartalom értékek esetében nem figyeltem meg nagy mértékű változást, ebből kifolyólag a kimutatható mikrobák és a különböző kezelések nincsenek hatással az édesburgonyák refrakciójára.

A két kezelt édesburgonya fajta esetében elvégzett színmérési eredmények alapján megállapítottam, hogy a kezelések hatására is történt színváltozás a mintákon, a sötét narancssárga húsú édesburgonya esetében, az almatörkölyös kivételével, mindegyik kivonat kis mértékben igen, míg a fehér húsú édesburgonya esetében egyik kivonat sem fejtette ki színrögztető hatását.

A sötét narancssárga- és a fehér húsú édesburgonya minták esetében mért összes polifenol tartalom értékek azt mutatják, hogy sem a fajták, sem a kezelőanyagok között nincs megfigyelhető különbség, mindegyik minta esetében hasonló eredményeket kaptam.

A kezelt édesburgonya fajták vizsgálata során az antioxidáns kapacitás értékek alapján az látható, hogy a különböző kivonatok hatással vannak a minták ezen beltartalmi értékére illetve, hogy a fehér húsú édesburgonya esetében kisebb antioxidáns kapacitás értékek tapasztalhatók, mint a sötét narancssárga húsú esetében.

Vizsgálataim alapján megállapítható, hogy a használt kivonatok közül a citromsav alkalmazható édesburgonya esetében a mikrobiológiai folyamatok gátlására, illetve bár a kezelőanyagok hatással voltak az édesburgonya beltartalmi értékeire, alkalmazásuk nem okozott nagy mértékű változást a mintákon.

Irodalomjegyzék

1. Ahmed, M., Akter, M. S., & Eun, J. B. (2010). Peeling, drying temperatures, and sulphite-treatment affect physicochemical properties and nutritional quality of sweet potato flour. *Food chemistry*, 121(1), 112-118.
2. Austin, D. F. (1988). The taxonomy, evolution and genetic diversity of sweet potatoes and related wild species. *Exploration, maintenance, and utilization of sweetpotato genetic resources*, 27-60.
3. Beltrán, D., Selma, M. V., Tudela, J. A., & Gil, M. I. (2005). Effect of different sanitizers on microbial and sensory quality of fresh-cut potato strips stored under modified atmosphere or vacuum packaging. *Postharvest Biology and Technology*, 37(1), 37-46.
4. Bengtsson, A., Namutebi, A., Alminger, M. L., & Svanberg, U. (2008). Effects of various traditional processing methods on the all-trans- β -carotene content of orange-fleshed sweet potato. *Journal of food composition and analysis*, 21(2), 134-143.
5. Benzie, I. F., & Strain, J. J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. *Analytical biochemistry*, 239(1), 70-76.
6. Bouwkamp, J. C. (1985). Sweet potato products: a natural resource for the tropics. In *Florida: Library of Congress cataloging, Parte I: Production* (pp. 3-133).
7. Bovell-Benjamin, A. C. (2007). Sweet potato: a review of its past, present, and future role in human nutrition. *Advances in food and nutrition research*, 52, 1-59.
8. Brackett, R. E. (1994). Microbiological spoilage and pathogens in minimally processed refrigerated fruits and vegetables. In *Minimally processed refrigerated fruits & vegetables* (pp. 269-312). Boston, MA: Springer US.
9. Chen, Z., Schols, H. A., & Voragen, A. G. J. (2003). Physicochemical properties of starches obtained from three varieties of Chinese sweet potatoes. *Journal of Food Science*, 68(2), 431-437.
10. Deák, T., Kiskó, G., Maráz, A., & Mohácsiné, F. (2006). *Élelmiszer-mikrobiológia*. Budapest: Mezőgazda Kiadó.
11. Dom, M. T., Ayalew, W. K., Glatz, P. C., Kirkwood, R. N., & Hughes, P. E. (2017). Nutrient utilization in grower pigs fed boiled, ensiled or milled sweet potato roots blended with a wheat-based protein concentrate. *Animal Feed Science and Technology*, 223, 82-89.

12. Elisabeth, D. A. A. (2015). Added value improvement of taro and sweet potato commodities by doing snack processing activity. *Procedia Food Science*, 3, 262-273.
13. Erturk, E., & Picha, D. H. (2006). Microbiological quality of fresh-cut sweet potatoes. *International journal of food science & technology*, 41(4), 366-374.
14. Gonelimali, F. D., Szabó-Nótin, B., Szalóki-Dorkó, L., Ribárszki, Á., & Máté, M. (2021). Evaluation of polyphenol extraction from apple pomace. *AGROFOR*, 6(3): 103-110.
15. Gurmu, F., Hussein, S., & Laing, M. (2014). The potential of orange-fleshed sweet potato to prevent vitamin A deficiency in Africa. *Int J Vitam Nutr Res*, 84(1-2), 65-78.
16. Heywood, V. (1985). *Flowering plants of the world*. London: Croom Helm Publishers.
17. Hill, W. A., Bonsi, C. K., & Loretam, P. A. (1992). Sweetpotato research: Current status and future needs. *Sweetpotato technology for the 21st century*. Tuskegee, Alabama Tuskegee University.
18. Hossain, M. M., Rahim, M. A., Moutosi, H. N., & Das, L. (2022). Evaluation of the growth, storage root yield, proximate composition, and mineral content of colored sweet potato genotypes. *Journal of Agriculture and Food Research*, 8, 100289.
19. Hu, Y., Deng, L., Chen, J., Zhou, S., Liu, S., Fu, Y., ... & Chen, M. (2016). An analytical pipeline to compare and characterise the anthocyanin antioxidant activities of purple sweet potato cultivars. *Food Chemistry*, 194, 46-54.
20. Irinyiné Oláh, K., & Irinyi, B. (2020. április 2020. április 01.). Egy nyírségi termesztő tapasztalatai az édesburgonya termesztéséről. *Agrofórum*.
21. Jacxsens, L., Devlieghere, F., Ragaert, P., Vanneste, E., & Debevere, J. (2003). Relation between microbiological quality, metabolite production and sensory quality of equilibrium modified atmosphere packaged fresh-cut produce. *International Journal of Food Microbiology*, 83(3), 263-280.
22. Kim, H. W., Kim, J. B., Cho, S. M., Chung, M. N., Lee, Y. M., Chu, S. M., ... & Lee, D. J. (2012). Anthocyanin changes in the Korean purple-fleshed sweet potato, Shinzami, as affected by steaming and baking. *Food chemistry*, 130(4), 966-972.
23. Kavela, E. T. A., Szalóki-Dorkó, L., & Máté, M. (2023). The Efficiency of Selected Green Solvents and Parameters for Polyphenol Extraction from Chokeberry (*Aronia melanocarpa* (Michx)) Pomace. *Foods*, 12(19), 3639.

24. Kimura, M., Kobori, C. N., Rodriguez-Amaya, D. B., & Nestel, P. (2007). Screening and HPLC methods for carotenoids in sweetpotato, cassava and maize for plant breeding trials. *Food Chemistry*, 100(4), 1734-1746.
25. Lebot, V. (2010). Sweet potato. *Root and tuber crops*, 97-125.
26. Liao, C., & Wells, J. (1987). Diversity of pectolytic, fluorescent pseudomonads causing soft rots of fresh vegetables at produce markets. *Phytopathology*, 673-677.
27. Loebenstein, G., & Thottappilly, G. (Eds.). (2009). *The sweetpotato*. Springer Science & Business Media.
28. Martin, F. W. (1987). Fried chips from staple-type sweet potatoes. *The Journal of agriculture of the University of Puerto Rico (USA)*.
29. Martins, S. I., Jongen, W. M., & Van Boekel, M. A. (2000). A review of Maillard reaction in food and implications to kinetic modelling. *Trends in food science & technology*, 11(9-10), 364-373.
30. Mu, T., Sun, H., Zhang, M., & Wang, C. (2017). Chapter 3 – Sweet Potato Dietary Fiber. In T. Mu, H. Sun, M. Zhang, & C. Wang, *Sweet Potato Processing Technology* (pp. 121-181). Academic Press.
31. Mu, T. H., & Li, P. G. (2019). Sweet potato: origin and production. In *Sweet Potato* (pp. 5-25). Academic Press.
32. Mu, T. H., & Singh, J. (2019). Sweet potato: Chemistry, processing, and nutrition—An introduction. In *Sweet Potato* (pp. 1-4). Academic Press.
33. Mu, T.-H., & Zhang, M. (2019)/b Chapter 6 - Sweet potato lipids. In T.-H. Mu, & J. Singh, *Sweet Potato-Chemistry, Processing and Nutrition* (pp. 149-175). Academic Press.
34. Mu, T.-H., & Zhang, M. (2019)/a Sweet potato starch. In T.-H. Mu, & J. Singh, *Sweet Potato: Chemistry, Processing and Nutrition* (pp. 27-68). Academic Press.
35. Mu, T. H., Tan, S. S., & Xue, Y. L. (2009). The amino acid composition, solubility and emulsifying properties of sweet potato protein. *Food Chemistry*, 112(4), 1002-1005.
36. Mu, T. H., Zhang, M., Arogundade, L. A., & Khan, N. M. (2019). Sweet potato protein and its hydrolysates. In *Sweet Potato* (pp. 69-115). Academic Press.
37. Oke, M. O., & Workneh, T. S. (2013). A review on sweet potato postharvest processing and preservation technology. *African Journal of Agricultural Research*, 8(40), 4990-5003.

38. Onwude, D. I., Hashim, N., Abdan, K., Janius, R., & Chen, G. (2019). The effectiveness of combined infrared and hot-air drying strategies for sweet potato. *Journal of Food Engineering*, 241, 75-87.
39. Padmaja, G. (2009). Uses and nutritional data of sweetpotato. In *The sweetpotato* (pp. 189-234). Dordrecht: Springer Netherlands.
40. Padmaja, G., Sheriff, J. T., & Sajeev, M. S. (2012). Food uses and nutritional benefits of sweet potato. *Fruit, Vegetable and Cereal Science and Biotechnology*, 6(1), 115-123.
41. Plasek, B., Nagy, E., & Temesi, Á. (2018). Kényelmiélelmiszer-fogyasztási szokások és-fogyasztói csoportok= Convenience Food Consumption Patterns and Consumer Groups. *Élelmiszer, Táplálkozás és Marketing*, 14(2), 3-9.
42. Qiu, L., Zhang, M., Wang, Y., & Bhandari, B. (2018). Effects of ultrasound pretreatments on the quality of fried sweet potato (*Ipomea batatas*) chips during microwave-assisted vacuum frying. *Journal of Food Process Engineering*, 41(8), e12879.
43. Rocculi, P., Galindo, F. G., Mendoza, F., Wadsö, L., Romani, S., Dalla Rosa, M., & Sjöholm, I. (2007). Effects of the application of anti-browning substances on the metabolic activity and sugar composition of fresh-cut potatoes. *Postharvest Biology and Technology*, 43(1), 151-157.
44. Roullier, C., Benoit, L., McKey, D. B., & Lebot, V. (2013). Historical collections reveal patterns of diffusion of sweet potato in Oceania obscured by modern plant movements and recombination. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(6), 2205-2210.
45. Saltveit, M. (2003). Fresh-cut vegetables. In J. Bartz, & J. Brecht, *Postharvest Physiology and Pathology of Vegetables* (pp. 691–712.). Marcel Dekker Inc.
46. Saranraj, P., Stella, D., & Reetha, D. (2012). Microbial spoilage of vegetables and its control measures: a review. *Int. J. Nat. Prod. Sci*, 2(2), 1-12.
47. Scott, L. E. (1952). Sweet potato discoloration in relation to HP steam peeling. *Food Packer*, 33(3), 38-39.
48. Senthilkumar, R., & Yeh, K. W. (2012). Multiple biological functions of sporamin related to stress tolerance in sweet potato (*Ipomoea batatas* Lam). *Biotechnology Advances*, 30(6), 1309-1317.
49. Singleton, V. L., & Rossi, J. A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdc-phosphotungstic acid reagents. *American journal of Enology and Viticulture*, 16(3), 144-158.

50. Souci, S., Fachmann, W., & Kraut, H. (2008). Batate-Sweet potato. In S. W. Souci, W. Fachmann, & H. Kraut, *Food Composition and Nutrition Tables.: Die Zusammensetzung der Lebensmittel, Nährwert-Tabellen.* (pp. 745-746). Stuttgart: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft.
51. Sun, H., Mu, T., Xi, L., Zhang, M., & Chen, J. (2014). Sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) leaves as nutritional and functional foods. *Food chemistry*, 156, 380-389.
52. Taira, J., Taira, K., Ohmine, W., & Nagata, J. (2013). Mineral determination and anti-LDL oxidation activity of sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) leaves. *Journal of Food Composition and Analysis*, 29(2), 117-125.
53. Takamine, K., Abe, J. I., Iwaya, A., Maseda, S., & Hizukuri, S. (2000). A new manufacturing process for dietary fiber from sweetpotato residue and its physical characteristics. *Journal of Applied Glycoscience*, 47(1), 67-72.
54. Tang, C., Han, J., Chen, D., Zong, S., Liu, J., Kan, J., ... & Jin, C. (2023). Recent advances on the biological activities of purple sweet potato anthocyanins. *Food Bioscience*, 102670.
55. Taubenhaus, J. J. (1923). *The Culture and diseases of the sweet potato.* EP Dutton.
56. Tester, R. F., Karkalas, J., & Qi, X. (2004). Starch—composition, fine structure and architecture. *Journal of cereal science*, 39(2), 151-165.
57. Tournas, V. H. (2005). Moulds and yeasts in fresh and minimally processed vegetables, and spórút. *International journal of food microbiology*, 99(1), 71-77.
58. Truong, V. D., Avula, R. Y., Pecota, K. V., & Yencho, G. C. (2018). Sweetpotato production, processing, and nutritional quality. *Handbook of vegetables and vegetable processing*, 811-838.
59. Tudela, J. A., Cantos, E., Espín, J. C., Tomás-Barberán, F. A., & Gil, M. I. (2002). Induction of antioxidant flavonol biosynthesis in fresh-cut potatoes. Effect of domestic cooking. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(21), 5925-5931.
60. Wang, S., Nie, S., & Zhu, F. (2016). Chemical constituents and health effects of sweet potato. *Food Research International*, 89, 90-116.
61. Xie, Y., Liu, Q., Mao, C., Pang, H., Ye, P., Cui, B., ... & Wang, Y. (2023). Radio frequency drying and puffing of composite purple sweet potato chips. *Journal of Food Composition and Analysis*, 125, 105736.
62. Xu, Y. (2006). *Functional properties and antioxidant activity of soluble protein in sweet potato.* China: Shenyang Agricultural University.

63. Yu, S. X., Mu, T. H., Zhang, M., & Zhao, Z. K. (2016). Effects of inorganic salts on the structural and physicochemical properties of high-hydrostatic-pressure-gelatinized sweet potato starch. *Starch-Stärke*, 68(9-10), 980-988.
64. Yu, S. X., Mu, T. H., Zhang, M., Ma, M. M., & Zhao, Z. K. (2015). Effects of retrogradation and further acetylation on the digestibility and physicochemical properties of purple sweet potato flour and starch. *Starch-Stärke*, 67(9-10), 892-902.
65. Zhu, F., & Wang, S. (2014). Physicochemical properties, molecular structure, and uses of sweetpotato starch. *Trends in Food Science & Technology*, 36(2), 68-78.
66. Internet 1. Különböző édesburgonya fajták: <https://www.seattletimes.com/life/food-drink/a-guide-to-sweet-potato-varieties-how-to-choose-prep-and-store-them/>
67. Internet 2. Az édesburgonya levele: <https://kertlap.hu/edesburgonya-fuggokosarban-verandan-es-konyhaban/>
68. Internet 3. Édesburgonya beltartalmi értékeinek összehasonlító táblázata – weboldal: <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/168482/nutrients>
69. Internet 4. Édesburgonya chips: <https://www.mindmegette.hu/durvan-ropogos-fuszeres-chips-hazilag-ez-a-titka-55161/>
70. Internet 5. Édesburgonya lekvár: <https://mapetiteconfiture.com/en/products/confiture-patate-douce-pandan-pot-de-45g>
71. Internet 6. MAGYAR ÉLELMISZERKÖNYV (Codex Alimentarius Hungaricus) 2-601 számú irányelv – Hőkezeléssel tartósított élelmiszerek: https://elelmiszerlanc.kormany.hu/download/6/4b/a2000/2-601_2016-06-09.pdf
72. Internet 7. 1129/2011/EU rendelet: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:32013R1152>
73. Internet 8. Romlott édesburgonya: <https://www.doesitgobad.com/how-to-tell-if-a-sweet-potato-is-bad/>
74. Internet 9. 4/1998. (XI. 11.) EüM rendelet - az élelmiszerekben előforduló mikrobiológiai szennyeződések megengedhető mértékéről: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=99800004.eum>
75. Internet 10. Interscience BagMixer 400 ml-es mikrobiológiai homogenizátor: <https://vlpkft.hu/prod.php?id=homogenizator-bagmixer>
76. Internet 11. Konica Minolta-CR-400 kézi digitális színmérő: <https://geneq.com/biotechnology/en/product/konica-minolta/chroma-meter-11967>

77. Internet 12. ATAGO DBX-55 típusú digitális refraktométer: <https://konzerv.etk.szie.hu/bemutakozas/infrastruktura/konzervtechnologiai-hallgatoi-laboratorium>
78. Internet 13. TESTO 206 típusú digitális pH-mérő: <https://www.laboreszkozkatalogus.hu/termek/testo-206-tipusu-zseb-ph-mero-cserelhető-meroszondával/>
79. Internet 14. Hitachi U-2000 spektrofotométer: <https://item.rakuten.co.jp/denta/03155-0002/>

Köszönetnyilvánítás

Szeretnék köszönetet mondani a két konzulensemnek, Dr. Máté Mónika Zsuzsannának és Dr. Belák Ágnesnek, hogy a diplomadolgozatom készítését mindvégig segítették, mind a gyakorlati feladatok elvégzésekor és kiértékelésekor, mind pedig a dolgozat megírásakor nagyon sok jó tanáccsal láttak el.

Köszönettel tartozom a családomnak, legfőképpen a férjemnek, hogy a dolgozatom megírása alatt mindvégig megértőek és türelmesek voltak, s támogatták munkámat.

NYILATKOZAT

a diplomadolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve:	Molnár-Kleiber Brigitta
A Hallgató Neptun kódja:	DPCROA
A dolgozat címe:	Konyhakész termék előállításai lehetőségei édesburgonya fajtákból
A megjelenés éve:	2023
A konzulens intézetének neve:	Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet
A konzulens tanszékének a neve:	Gyümölcs- és Zöldségfeldolgozás Technológia Tanszék Élelmiszer-mikrobiológia,-higiéna és -biztonság Tanszék

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

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

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

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkori szellemitulajdon-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 eltelté után nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitori rendszerében.

Kelt: Budapest, 2023.11.12.

Molnár-Kleiber Brigitta
Hallgató aláírása


NYILATKOZAT

Molnár-Kleiber Brigitta (hallgató Neptun azonosítója: DPCR0A) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a diplomadolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A diplomadolgozatot a záróvizsgán történő védésre javaslom / nem javaslom¹.

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

Kelt: Budapest, november 12.



Dr. Máté Mónika
belső konzulens



Dr. Belák Ágnes
belső konzulens

¹ A megfelelő aláhúzendó.

² A megfelelő aláhúzendó.