

SZAKDOLGOZAT

Jakab Réka

2024



MAGYAR AGRÁR- ÉS
ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM

Élelmiszertudományi és
Technológiai Intézet

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Budai Campus

Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet

Élelmiszermérnök BSc

GYÜMÖLCSPOROK ELŐÁLLÍTÁSÁNAK VIZSGÁLATA A HORDOZÓANYAG MENNYISÉGÉNEK FÜGGVÉNYÉBEN

Belső konzulens:	Dr. Máté Mónika Zsuzsanna tanszékvezető egyetemi docens
Belső konzulens:	Dr. Nagy Anna Mária PhD hallgató
intézete/tanszéke:	Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet/ Gyümölcs- és Zöldségfeldolgozás Technológia Tanszék
Külső konzulens:	-
Készítette:	Jakab Réka

Budapest

2024

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés és célkitűzések.....	1
2. Irodalmi feldolgozás/szakirodalmi áttekintés	2
2.1 Vizsgált termékek beltartalmi tulajdonságai	2
2.1.1. Fekete bodza (<i>Sambucus nigra</i> L.)	2
2.1.2. Fekete ribiszke (<i>Ribes nigrum</i> L.).....	4
2.1.3. Meggy (<i>Prunus cerasus</i> L.)	6
2.2 Szárítás.....	8
2.2.1 Vákuumszárítás.....	9
2.2.2. Gyümölcsök szárítása	9
2.3 Maltodextrin	10
2.3.1 Vákuumszárítás egyéb segédanyagai.....	11
3. Anyagok és módszerek.....	12
3.1 A kísérleti munka menete, a vákuumszárítás megvalósítása.....	12
3.2 Vizsgálati módszerek.....	13
3.2.1 Oldhatóság vizsgálat.....	13
3.2.2 Színmérés.....	14
3.2.3 Vízáktivitás mérés	15
3.2.4 Nedvességtartalom meghatározás.....	15
3.2.5 Összes polifenol meghatározás Folin Ciocalteu reagenssel.....	15
3.2.6 Összes monomer antocianin tartalom meghatározása	17
3.2.7 Antioxidáns kapacitás meghatározás	19
4. Eredmények és értékelésük	21
4.1 Vízáktivitás és nedvességtartalom.....	21
4.2 Oldhatóság és színmérés.....	23
4.3 Polifenol és antocianin tartalom	28
4.4 Antioxidáns kapacitás.....	30
5. Következtetések és javaslatok.....	32
6. Összefoglalás	34
Irodalomjegyzék.....	35
Ábrák és táblázatok jegyzéke.....	37
Ábrák jegyzéke	37
Táblázatok jegyzéke	38

1. Bevezetés és célkitűzések

Dolgozatomban gyümölcs-sűrítvényből készült vákuumszáritott porok vizsgálatát végeztem, amelyek napjainkban jelentős szerepet játszanak az élelmiszeriparban. Az így készült termékek instant italporként funkcionálnak, általában különleges diétát követők étkezésébe illeszthetők bele, például fogyás céljából, vegán életmód, sportolói diéta, illetve emésztést segítő készítmények fogyasztása. A vákuumszáritás nagy előnye a többi száritási eljárással szemben, hogy az alacsonyabb hőmérsékletnek köszönhetően kíméletes és használatával a gyümölcsök íze, színe és tápanyagtartalma is megőrizhető. Viszont a megfelelő késztermék elérése érdekében különböző segédanyagokat adnak a sűrítvényekhez, például maltodextrint, amely fontos szerepet játszik a száritáshoz szükséges habképzés kialakításában, valamint védi az érzékeny komponenseket, például polifenolokat és antocianinokat az oxidációtól. Viszont használata negatív tulajdonságokat is magával hordoz: a maltodextrin egy poliszacharid, szénhidrát, így jelenléte a termék cukor- és kalóriatartalmát jelentősen megemeli és emellett az érzékszervi tulajdonságokra is hatással lehet. E termékek célközönsége általában az egészségtudatos életmódot folytatók, így a magas szénhidrát tartalom csökkentheti a termék népszerűségét köreikben. Ennek elkerülése érdekében a maltodextrin mennyiségének csökkentése, illetve egyéb hordozóanyag használata megoldást jelentene a problémára.

A szakdolgozatom kutatásának célja vákuumszáritott gyümölcsporok előállítása gyümölcs-sűrítvényekből különböző maltodextrin koncentrációk alkalmazásával az optimális arány megtalálása céljából. Kétféle maltodextrin típussal dolgoztam, a jelenleg ipari körülmények között alkalmazott maltodextrin helyett egy rezisztens maltodextrin típust is szeretnék kipróbálni és eredményeiket összehasonlítani egymással. Az ipari maltodextrin gazdaságosabb és elterjedtebb, míg a rezisztensnek olyan előnyei vannak, mint a stabil szerkezet és alacsony vércukorszint-emelő hatás. A mérések során különböző minőségi paramétereket értékelek, mint szín, oldhatóság, vízaktivitás, nedvességtartalom, valamint a bioaktív komponensek – antocianin, polifenol és antioxidáns – mennyiségének változását. A kísérleteim célja, hogy megállapítsam, hogy milyen mértékben csökkenthető a maltodextrin mennyisége anélkül, hogy a késztermék fontos paraméterei, tápanyagtartalma jelentősen romlana.

2. Irodalmi feldolgozás/szakirodalmi áttekintés

2.1 Vizsgált termékek beltartalmi tulajdonságai

2.1.1. Fekete bodza (*Sambucus nigra* L.)

Európa, Ázsia, USA és Észak-Afrika napos térségeiről származó fekete bodza (*Sambucus nigra* L.) növény akár 6 méteres magasságra is nőhet. A legelterjedtebb növényi nyersanyagokkal ellentétben a fekete bodzát nem fogyasztják frissen, viszont gyümölcséből préselt lé nagy mennyiségben tartalmaz elsődleges és másodlagos anyagcseretermékeket, cukrokat és szerves savakat. Az antocianinok felelnek a bodza bogyójának kékes színéért, ezáltal ételszínezékek alapanyagaként is hasznosítják (Veberic et al., 2009).

1. táblázat: Fekete bodza beltartalmi jellemzői

(Forrás: saját szerkesztés Souci et al., (2008) és USDA (2019) alapján)

Összetevők:	Souci et al, 2008	USDA, 2019
Energia kJ (kcal)	229 (54)	305 (73)
Víz (g)	80,9	79,8
Fehérje (g)	1,7	0,66
Élelmirost (g)	na	7
Szénhidrát (g)	6,52	18,4
Hamu (g)	na	0,64
Zsírok (g)	1,7	0,5

Az 1. táblázat összehasonlítja a Souci és az USDA által feljegyzett beltartalmi adatokat, amelyből leolvasható, hogy a fekete bodza különösen magas energia tartalommal rendelkezik, emellett fehérjében gazdag. Több kutatás is kimutatta, hogy a fekete bodza az antioxidánsok mellett ásványi anyagokban (2. táblázat) is gazdag, mint például kálium és kalcium található meg a legnagyobb mennyiségben, magnéziumból és nátriumból már kevesebbet tartalmaz. (Vujanović et al., 2020).

2. táblázat: Fekete bodza ásványi anyag tartalma*(Forrás: saját szerkesztés Souci et al., (2008) és USDA (2019) alapján)*

Ásványi anyagok	Souci et al, 2008	USDA, 2019
Kalcium, Ca (mg)	35	38
Vas, Fe (mg)	na	1,6
Magnézium, Mg (mg)	na	5
Foszfor, P (mg)	57	39
Kálium, K (mg)	305	280
Cink, Zn (mg)	na	0,11
Réz, Cu (mg)	na	0,061
Nátrium, Na (mg)	5	6

A fekete bodza nagy mennyiségben tartalmaz magas biológiai aktivitású vegyületeket (3. táblázat) és fogyasztása pozitív hatással lehet az egészségre és különböző betegségek megelőzésére. Gazdag antioxidánsokban, polifenolokban, vitaminokban és megfelelő fehérje és aminosav forrás. Étrendünkbe beépítve csökkentheti a cukorbetegség megjelenését, az elhízást, emellett gyógyító hatással bír az influenza ellen is. Leginkább B-vitaminok találhatóak benne, de C-vitamin tartalma is említésre méltó: 6-35 mg/100g. Karakteres sötét lila színét magas antocianin tartama adja (Sidor and Gramza-Michałowska, 2015).

3. táblázat: Fekete bodzában fellelhető vitaminok*(Forrás: saját szerkesztés Souci et al., (2008) és USDA (2019) alapján)*

Vitaminok	Souci et al, 2008	USDA, 2019
C-vitamin (aszcorbinsav) (mg)	18	36
B₁-vitamin (tiamin) (μg)	65	70
B₂-vitamin (riboflavin) (μg)	78	60
β-karotin (μg)	360	na
B₇-vitamin (biotin) (μg)	1.8	na
B₆-vitamin (piridoxin) (μg)	250	230

2.1.2. Fekete ribiszke (*Ribes nigrum* L.)

A sötét lila bogyóiról és fanyar ízéről ismert fekete ribiszke (*Ribes nigrum* L.) Európa és Ázsia északi hidegebb éghajlatú területein őshonos (Cortez és Gonzalez de Mejia, 2019). Magas antioxidáns-, flavonoid- és ásványianyagtartalma miatt (6. táblázat) a gyümölcséből készült lé gyógyszerek és étrendkiegészítők alapanyaga. Neurológiai kutatások kimutatták, hogy a bogyós gyümölcsök jó hatással vannak a felnőttek kognitív képességére, mint például a figyelemre, az éberségre és a szorongásra is (Watson et al., 2020). Mezőgazdasági termékek minőségét és érettségének szintjét gyakran összefüggésbe hozzuk a termék színének változásával: fekete ribiszke esetében is bizonyított, hogy a túlrett gyümölcs magasabb, színanyagkoncentrációval rendelkezik, tehát a bogyók színét biztosító antocianin mennyisége növekszik (Rubinskiene et al., 2005). A 4. táblázatban bemutatásra kerülnek a Souci és USDA által közölt beltartalmi adatai.

4. táblázat: Fekete ribiszke beltartalmi jellemzői

(Forrás: saját szerkesztés Souci et al., (2008) és USDA (2019) alapján)

Összetevők:	Souci et al, 2008	USDA, 2019
Energia kJ (kcal)	168 (39)	264 (63)
Víz (g)	81.3	82
Fehérje (g)	1.28	1.4
Élelmirost (g)	6.78	na
Szénhidrát (g)	6.11	15.4
Hamu (g)	na	0.86
Zsírok (g)	0.22	0,41

A fekete ribiszke csak kis mennyiségben érhető el friss fogyasztás céljából, leginkább ipari felhasználás érdekében termesztik, hogy különféle gyümölcsleveket, kivonatokat, szirupokat és dzsemeket készíthessenek belőle. Az élelmiszergyártás szempontjából ennek azért is van nagy jelentősége, mert az elmúlt évtizedben egyre többen kezdtek felfigyelni a növényi alapú étkezés fontosságára és pozitív mellékhatásaira. Más gyümölcsökkel összehasonlítva fekete ribiszke különösen magas antioxidáns-, aszkorbinsav- és mikrotápanyag-tartalommal (5. táblázat) rendelkezik (Krüger et al, 2012).

5. táblázat: Fekete ribiszke ásványi anyag tartalma*(Forrás: saját szerkesztés Souci et al., (2008) és USDA (2019) alapján)*

Ásványi anyagok	Souci et al, 2008	USDA, 2019
Kalcium, Ca (mg)	46	55
Vas, Fe (mg)	1.3	1.54
Magnézium, Mg (mg)	17	24
Foszfor, P (mg)	40	59
Kálium, K (mg)	290	322
Cink, Zn (mg)	0.258	0.27
Réz, Cu (mg)	0.1	0.086
Nátrium, Na (mg)	1.7	2

6. táblázat: Fekete ribiszkében fellelhető vitaminok*(Forrás: saját szerkesztés Souci et al., (2008) és USDA (2019) alapján)*

Vitaminok	Souci et al, 2008	USDA, 2019
C-vitamin (aszcorbinsav) (mg)	177	181
B1-vitamin (tiamin) (μg)	51	50
B2-vitamin (riboflavin) (μg)	44	50
β-karotin (μg)	81	na
B7-vitamin (Biotin) (μg)	2.4	na
B6-vitamin (piridoxin) (μg)	80	66

Igaz, még tudományos szinten nem bizonyított, de a népi gyógyászatban a fekete ribiszke bogyóin kívül a leveleit is nagy mértékben használják magas polifenol tartalma miatt, amely gyulladáscsökkentőként működik. Emellett víz- és vizelethajtó tulajdonsággal is rendelkezik, ezáltal elősegíti a reumás betegségekben szenvedők gyógyulását (Raudsepp et al., 2010).

2.1.3. Meggy (*Prunus cerasus* L.)

Rosaceae család *Prumoideae* alcsaládjába tartozó meggy (Szabó, 2007), eredetileg a Kaszpi- és a Fekete-tenger térségéből származik, ennek ellenére Európában csak a 16. században kezdték meg nagymértékű termesztését (Wünsch és Hormaza, 2002). Magyarországon az egyik legnépszerűbb alapanyag befőttekhez és dzsemekhez, ezen felül az édes- és szeszipar is nagy mértékben hasznosítja. A 9. táblázat bemutatja magas antioxidáns és polifenol tartalmát, amelynek köszönhetően gyógyszer- és kozmetikakészítmények is tartalmazzák (Szabó, 2007).

7. táblázat: Meggy beltartalmi jellemzői

(Forrás: saját szerkesztés Souci et al., (2008) és USDA (2019) alapján)

Összetevők:	Souci et al, 2008	USDA, 2019
Energia kJ (kcal)	225 (53)	325
Víz (g)	84.8	na
Fehérje (g)	0.9	2.5
Élelmirost (g)	1.04	na
Szénhidrát (g)	9.88	72.5
Hamu (g)	na	na
Zsírok (g)	0.5	1.25

A Magyarországról származó meggynek különlegesen magas antocianin tartalma van (100-220 mg/100g), amely jól ismert az egészségre gyakorolt jótékony hatásairól. Több megfigyelés is kimutatta, hogy a meggyben és egyéb piros bogyós gyümölcsökben található polifenolok pozitív hatással vannak a cukorbetegségekre, valamint a szív-és érrendszeri problémákkal szenvedők egészségére (Homoki et al., 2016).

8. táblázat: Meggy ásványi anyag tartalma*(Forrás: saját szerkesztés Souci et al., (2008) és USDA (2019) alapján)*

Ásványi anyagok	Souci et al, 2008	USDA, 2019
Kalcium, Ca (mg)	8	na
Vas, Fe (mg)	0.6	na
Magnézium, Mg (mg)	8	na
Foszfor, P (mg)	19	na
Kálium, K (mg)	114	na
Cink, Zn (mg)	na	na
Réz, Cu (mg)	na	na
Nátrium, Na (mg)	2	na

A 8. táblázat által tartalmazott ásványi anyagok és egyéb bioaktív vegyületek nagy mennyiségben raktározódnak a gyümölcshéjban és egészségre gyakorolt hatásuk mellett hozzájárulnak a gyümölcs érzékszervi tulajdonságaihoz, például vöröses színéhez és fanyar ízéhez (Ferretti et al., 2010).

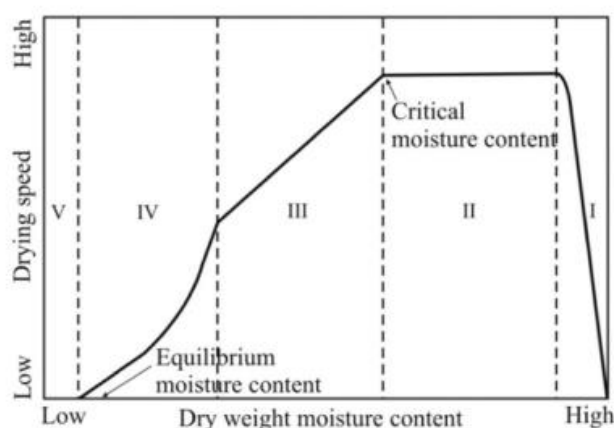
9. táblázat: Meggyben fellelhető vitaminok*(Forrás: saját szerkesztés Souci et al., (2008) és USDA (2019) alapján)*

Vitaminok	Souci et al, 2008	USDA, 2019
C-vitamin (aszcorbinsav) (mg)	12	na
B1-vitamin (tiamin) (μg)	50	na
B2-vitamin (riboflavin) (μg)	60	na
β -karotin (μg)	240	na
B7-vitamin (Biotin) (μg)	na	na
B6-vitamin (piridoxin) (μg)	na	na

2.2 Szárítás

A szárítás az egyik legrégebbi tartósítási eljárás, már az őskorban is hasznát vették, amikor még a nap vagy a tűz melegét használva távolították el a gyümölcsökben, húsokban, magvakban található vizet. A folyamat célja tehát a termék nedvességtartalmának csökkentése, így elkerülhető, illetve lelassítható a mikrobiológiai romlás és az enzimatisz folyamatok. A szárított termékek előnye, hogy a hosszú tartósság mellett könnyebbek, szállításuk egyszerűbb és még így is megmaradnak az alapanyagban fellelhető fontos tápanyagok (Ahmed et al., 2013). Megfelelően szabályozott szárítási technológiával a tápanyagok mellett a szín és illat is megőrizhető, ez pozitív tulajdonság a gyümölcsök és zöldségek feldolgozásakor, így a termékek még szezonon kívül is elérhetővé válnak a vásárlók számára. Ahogy az 1. ábrán is megfigyelhetjük a mezőgazdasági termékek szárítási folyamata több szakaszra bontható. A rövid előmelegítő szakasz (I.) végeztével még csak minimális csökkenést mérhetünk a termék nedvességtartalmában, viszont utána egy állandó párolgási sebességű szakaszt figyelhetünk meg (II.), ekkor a párolgás az anyag felületén zajlik, eltávolítva a nem kötött nedvességet. Elérve a kritikus nedvességtartalmat (*critical moisture content*), a következő szakaszokban (III-IV) csökkenő szárítási sebességet tapasztalhatunk, a termék belsejében lévő víz lassan megjelenik a felszínen, majd folyamatosan elpárolog (Babu et al., 2018).

1. ábra: Szárítás kinetikája
(Forrás: Babu et al., 2018)



A szárítás tehát fizikai értelemben egy összetett diffúziós folyamat, amelyben a szárítási sebességet az anyag belsejéből a felszínre áramló nedvesség diffúziójának sebessége határozza meg. A folyamat során hőátadás és tömegátadás történik. Változatainak széles skálája ismert, függően attól, hogy a szárítás, légköri nyomáson történik-e, mint például a konvektív, kontakt,

infravörös sugárzásos és a dielektromos szárítás során. Ha a szárítást a legköri körülményekhez képest alacsonyabb nyomáson végezzük, vákuumkamra alkalmazásával, akkor vákuumszárításról beszélünk. Ebbe a kategóriába sorolható még a fagyasztva szárítás, amely során a termék fagyasztott állapotban kerül vákuum alá (Burova et al., 2017). A különböző szárítóberendezések széles körben elterjedtek a vegyipar, gyógyszeripar, műanyagipar és faipar körében, hiszen a nedvesség eltávolítása nélkülözhetetlen a feldolgozási technológiák egyes területein. A legtöbb hagyományos szárítóberendezések konvektív szárítóként működnek, forró levegő használatával, viszont egyes hőérzékeny termékek esetében minőségbeli romlás következhet be a magas hőmérséklet hatására (Parikh, 2015).

2.2.1 Vákuumszárítás

A vákuumszárítók bevezetése megoldást nyújtott az egyéb szárítási módszerek során megjelenő problémákra. Magas hőmérsékletű szárítás során néhány termék megkeményedik, állománya megsérül és ezáltal értéktelenné válik. Vákuumban történő szárítás kevésbé okoz kárt a kezelt termékekben, emellett gazdaságosabb módszer és akár gyorsabban is elérhetjük a kívánt eredményt (Parikh, 2015). Egyéb iparágak mellett, az élelmiszeriparban is nagy mértékben használják a vízelvonásos műveleteket az élelmiszerek tartósítása során. Az említett eljárások lényege a termék víztartalmának csökkentése, annak érdekében, hogy a romlást okozó mikroorganizmusok szaporodására alkalmas közeget eltávolítsák (Drouzas et al, 1996). Az élelmiszerek esetében is hatásosabbnak bizonyult a vákuumszárítás a hagyományos konvektív eljárással ellentétben, mert gyorsabb és oxigénhiányos közegben történik, amely nem befolyásolja a termények tápanyagtartalmát és érzékszervi tulajdonságait (Wu et al., 2007). Ennek köszönhetően, étrendkiegészítők gyártásához megfelelő módszer, megőrizve az alapanyagok, például gyümölcsök, fontos összetevőit. Gyümölcsössűrítmények vákuumszárítása során, ahogy a nedvesség távozik, habképződést tapasztalhatunk, amely a megfelelő szárazanyagtartalmat elérve megkeményedik és a szárítás után ledarálásra kerül, így készülhet belőle instant italpor (Sinha et al, 2012).

2.2.2. Gyümölcsök szárítása

A különböző mezőgazdasági termékek nagy sikernek örvendenek a társadalom minden rétegében, de főleg az egészséges életmódot követők körében. Az amerikaiaknak szóló 2010 évi étrendi irányelv és a myplate.com együttesen javasolja, hogy napi étkezésünk felét gyümölcsök és zöldségek tegyék ki. A kiegyensúlyozott táplálkozás alapvető összetevői, hiszen cukrokat, sókat, szerves savakat, ásványi anyagokat és vitaminokat tartalmaznak (Slavin and

Lloyd, 2012). Annak érdekében, hogy egész évben fogyaszthassunk gyümölcsöket különböző tartósítási technológiákat kell alkalmaznunk, hiszen tömegük körülbelül 75-90%-át víz alkotja, amely előnyös környezet a romlást okozó mikrobák szaporodásához. Az élelmiszerek egyik fontos jellemzője a vízaktivitás (a_w), amely a termékekben megtalálható nem kötött víz rendelkezésre állását fejezi ki, amelyet megállapíthatunk az élelmiszerben található víz parciális nyomásából (p_1) és a víz gőznyomásából (p_2) azonos hőmérsékleten:

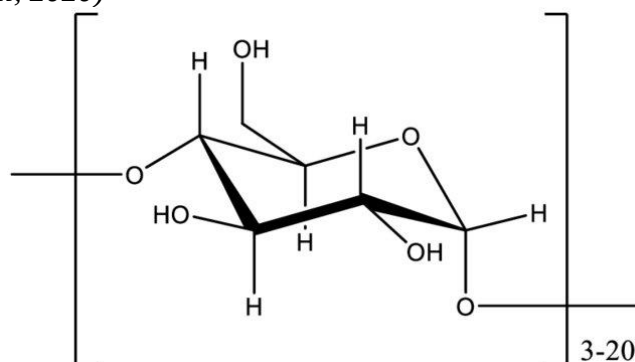
$$a_w = \frac{p_1}{p_2}$$

A mikroorganizmusok szaporodása csak megfelelő mennyiségű hozzáférhető víz jelenlétében lehetséges és többségük optimális szaporodásához nagy vízaktivitás szükséges, körülbelül 0,91. A szárítás az egyik legismertebb tartósítási technológia, amikor a víz kötött és nem kötött formáit is elvonjuk a termékből. A szabad, nem kötött víz eltávolításához nem szükséges nagyon energia befektetés, így a folyamat nem befolyásolja nagy mértékben az szövetek szerkezetét, míg a kötött víz esetében nagyobb energiára és speciális eljárásokra is szükség van, mert magasabb kötési energiájú kötésekkel kell felbontani (Sinha et al, 2012).

2.3 Maltodextrin

A maltodextrin (2. ábra) egy természetben nem előforduló, vízben oldódó poliszacharid, amelyet növényi keményítőből állítanak elő főzéssel, enzimatis és savas hidrolízis segítségével.

2. ábra: Maltodextrin szerkezeti képlete
(Forrás: Guntero et al, 2020)



A keményítő az egyik legnagyobb mennyiségben előforduló szénhidrát, nagy számú glükóz egységekből épül fel, amelyeket glikozidos kötések tartanak össze. Nagy mennyiségben fordul elő kukoricában, burgonyában, búzában és rizsben. Szervezetünk a maltodextrint egyszerű

szénhidrátként képes megemészteni és gyorsan felszívódó tulajdonságának köszönhetően rövid idő alatt átalakul energiává, ezáltal sportitalok és táplálékiegésztők alapanyagaként is használják. Felhasználási szempontból fontos a dextrózegyenértéke, hiszen alacsony érték esetében szirupok és dzsemek összetevője, míg a magas egyenértékűek jól bírják a fagyasztást, ezáltal jó alapanyaga jégkrémeknek (Parikh, et al, 2014). Minél magasabb egy szénhidrát dextróz egyenértéke, annál magasabb az előállítás során a keményítő hidrolízisének a mértéke. Az alábbi egyenlet megmutatja a kiszámítását, amelyben a redukáló cukrok mennyisége dextrózban kifejezve, 100 g szárazanyagra vetítve (Hofman et al, 2016).

$$DE = 100 * \frac{\text{Reduced sugar}}{\text{Total carbohydrate}}$$

Megkülönböztetünk emészthető és nem emészthető (rezisztens) maltodextrint. Rezisztens formáját célzottan állítják elő a keményítő hidrolízise során, azáltal, hogy a szerkezet számára lebontható alfa-1,4-glükóz kötések átalakítják egyéb alfa (-1,2- ; -1,6-) és béta kötéseké, amelyeket emésztőrendszerünk nem képes feldolgozni (Whelan, 2008). Több kutatás kimutatta, hogy a rezisztens maltodextrint élelmi rostként azonosítják, mert fogyasztása jótékony hatással van a vércukorszint csökkentésére és a belek működését is segíti. Különböző élelmiszerekbe beépítve, azok rosttartalmát növelve és kalóriadús szénhidrátok és cukrok helyett alkalmazva, az egészséges életmódot követő vásárlók körében népszerű adalékanyagként funkcionál (Buck, 2012).

2.3.1 Vákuumszárítás egyéb segédanyagai

Jaya és Das kutatásukban mangópüré vákuumszárításával kísérleteztek, amely során céljuk a különböző szárítási segédanyagok értékelése volt. Maltodextrint, glicerín-monosztearátot (GMS) és trikálcium-foszfátot (TCP) használtak. A vizsgálatok végeztével elmondható, hogy a GMS megfelelően stabilizálta a képződő hab szerkezetét, míg a TPC a többi hordozóanyaggal ellentétben könnyen feloldódott a gyümölcscsel való keverés során. A maltodextrin megszüntette a por ragacsosságát és csökkentette annak higroszkóposágát, amely az étrendkiegészítő porok esetében elengedhetetlen szempont. Így a kutatás eredményeként a maltodextrin hozzáadása nyújtotta a legtöbb pozitív tulajdonságot a porok szempontjából, viszont érdemes lehet még próbálkozni különböző dextróz-egyenértékű típusaival is (Jaya and Das, 2004).

3. Anyagok és módszerek

3.1 A kísérleti munka menete, a vákuumszárítás megvalósítása

Az iparban a vákuumszárításra szánt sűrítményekhez szükség van bizonyos segédanyagok hozzáadására, ilyen például a maltodextrin, amely kedvező hatással van a végtermék különböző paramétereire. A dolgozat témájaként két különböző maltodextrint hasonlítottam össze, különböző koncentrációkban bekeverve (10. táblázat). Az 1-es mintasor az iparban jelenleg is alkalmazott maltodextrint (DE=15,2), míg a 2-es mintasor rezisztens maltodextrint (DE=3,5-6,5) tartalmazott, mindkettő a Cargill Company terméke. A kísérleteim megkezdéseként meggy, fekete bodza és fekete ribiszke sűrítményeket kevertem össze 40-40-20%-ban, majd azt melegítve főzőpoharakba kimértem és összekevertem az előre meghatározott sűrítmény-maltodextrin összetételeket. A könnyebb elkeverés és a csomósodás elkerülése érdekében a 1/6, 1/7, illetve 2/6, 2/7 minták esetében a maltodextrin egy részét vízben feloldva adtam hozzá a sűrítményhez.

10. táblázat: Kísérleti minták kódjai és összetétele
(Forrás: saját szerkesztés)

Minta kódja (ipari maltodextrin esetében)	Minta kódja (rezisztens maltodextrin esetében)	Sűrítmény	Maltodextrin
1/1	2/1	95 g	5 g
1/2	2/2	90 g	10 g
1/3	2/3	85 g	15 g
1/4	2/4	80 g	20 g
1/5	2/5	70 g	30 g
1/6	2/6	60 g	40 g
1/7	2/7	50 g	50 g

A mintáinkat egy tálcán egységesen elosztatva behelyeztem a vákuumkamrába (3. ábra), amelyben -0,93 bar nyomáson, 65°C-on, körülbelül 4 órát szárítottam a mintákat. A folyamat során a nyomás és hőmérséklet folyamatos ellenőrzése elengedhetetlen a megfelelő termék előállításához. A mintákat akkor tekinthetjük késznek, ha a nyomás csökkenésével nem esik össze a keletkezett hab. A szárítás végeztével a mintákat manuálisan összetörtük és légmentesen zártuk, hogy a későbbiekben a további vizsgálatok elvégzéséhez is megfelelő minőségűek legyenek.

3. ábra: Vákuumkamra
(Forrás: saját fénykép)



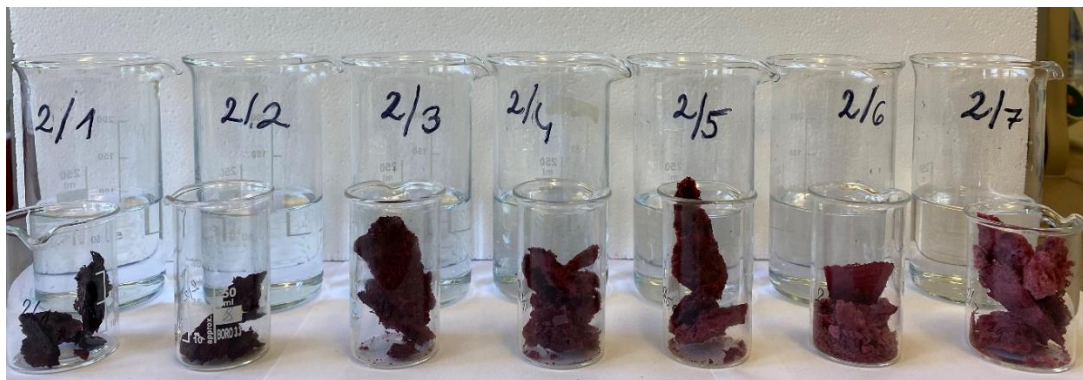
3.2 Vizsgálati módszerek

Egyes mérésekhez 2-2 g mintát mértem ki, melyeket a felhasználáshoz mérten mérőpoharakba, illetve műanyag csészékbe helyeztem. Az összes polifenol, összes monomer antocianin és az antioxidáns kapacitás méréséhez extrahált oldatot készítettem a mintákból, annak érdekében, hogy a kötött állapotban lévő, illetve a sejtfal által gátolt vegyületek felszabaduljanak. Az extrahált minták elkészítéséhez 2-2 g-ot mértem ki minden mintából és 20 ml extraháló oldatot adtam hozzájuk, mely 60%-a desztillált víz, 39,9%-a metanol és 0,1 %-a hangyasav keveréke volt.

3.2.1 Oldhatóság vizsgálat

A kísérleteim során előállított instant porok étrendkiegészítő italporként funkcionálhatnak a vásárlók számára, ezeket ízlés szerint hozzáadhatják joghurthoz, tejhez, üdítőhöz, de elsősorban vízben oldják fel őket. A porok oldhatóság vizsgálatának méréséhez 2-2 grammot mértem ki az összes mintából (4. ábra), majd nagyjából egyszerre beleöntöttem őket 100 ml vízbe. Az oldódás folyamatát a 0. percben és elkeverés után az 1. percben vizsgáltam. A homogenizálás után a minták színmérését Konica Minolta színmérő készülékkel végeztem.

4. ábra: Oldhatósági vizsgálat előkészületei
(Forrás: saját fénykép)



3.2.2 Színmérés

A mintáink színmérésénél a CIE (Comission Internationale d'Eclairage) által elismert színínger rendszert vettem alapul. Az eredeti RGB rendszerből XYZ rendszerré fejlődött színmérési módszerek még 3 színt határoztak meg, amelyekben R és X a vörös, G és Y a zöld és B és Z a kék színt jelentették. A rendszert továbbfejlesztve jött létre a CieLab színmérő rendszer, amely a színek meghatározása mellett, úgynevezett világossági tényezőt is megad, így az eddigieknél pontosabb eredményeket kaphatunk. A mérést az 5. ábrán láttak alapján, Konica Minolta CR 410 kézi digitális színmérő készüléket használtam. A műszer 3 színkoordináta meghatározására alkalmas: L^* - világossági tényező, a^* - vörös/zöld hányados és b^* - sárga/kék hányados. A méréshez az oldhatósági vizsgálat során készített italokat küvettékba töltöttem és 3-3 párhuzamos mérést végeztem.

5. ábra: Színmérés Konica Minolta színmérő készülékkel
(Forrás: saját fénykép)



A mérések során kapott L^* , a^* és b^* értékekből színíngerkülönbséget (ΔE^*) számoltam az alábbi képlet segítségével (Klimczak és Gliszczyńska-Świgło, 2017):

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

Mindkét mintasor esetében kiszámoltam az első mintához viszonyított színeltérést, azaz az 1/1 és a 2/1 mintához képest. Ezt követően a kétféle maltodextrin hatását vizsgáltam, ahol a két mintasor azonos maltodextrin tartalmú mintáit hasonlítottam össze. A különbségeket a 11. táblázat szerint állapítottam meg.

11. táblázat: A színíngerkülönbség nagyság szerinti kategóriái
(Forrás: saját szerkesztés Klimczak és Gliszczyńska-Świgło (2017) munkája alapján)

$\Delta E^* < 0,5$	nem érzékelhető különbség
$0,5 \leq \Delta E^* < 1,5$	alig észrevehető különbség
$1,5 \leq \Delta E^* < 3$	észrevehető különbség
$3 \leq \Delta E^* < 6$	jól látható különbség
$6 \leq \Delta E^*$	nagy különbség

3.2.3 Vízáktivitás mérés

A vízáktivitás kifejezi a termékekben rendelkezésre álló nem kötött víz mennyiségét. E paraméter fontos a különböző tartósítási eljárásokon átesett termékek esetében, annak érdekében, hogy megtudjuk milyen mértékben sikerült eltávolítani a mikroorganizmusok szaporodásához alkalmas közeget. A mérés elvégzéséhez a mintákat kis műanyag tégelyekbe helyeztem és LabMaster Novasina vízáktivitás-mérő segítségével 3-3 párhuzamos mérést végeztem.

3.2.4 Nedvességtartalom meghatározás

A szárítási eljárások célja, a termék nedvességtartalmának lecsökkentése, eltávolítása mechanikai úton, illetve párologtatással. A sikeresség ellenőrzésének érdekében a mintáink nedvességtartalmát RADWAG MAC 50 típusú digitális készülékkel határoztam meg. A szárítmányokat kis műanyag tégelyekbe helyezve 3-3 párhuzamos mérést végeztem.

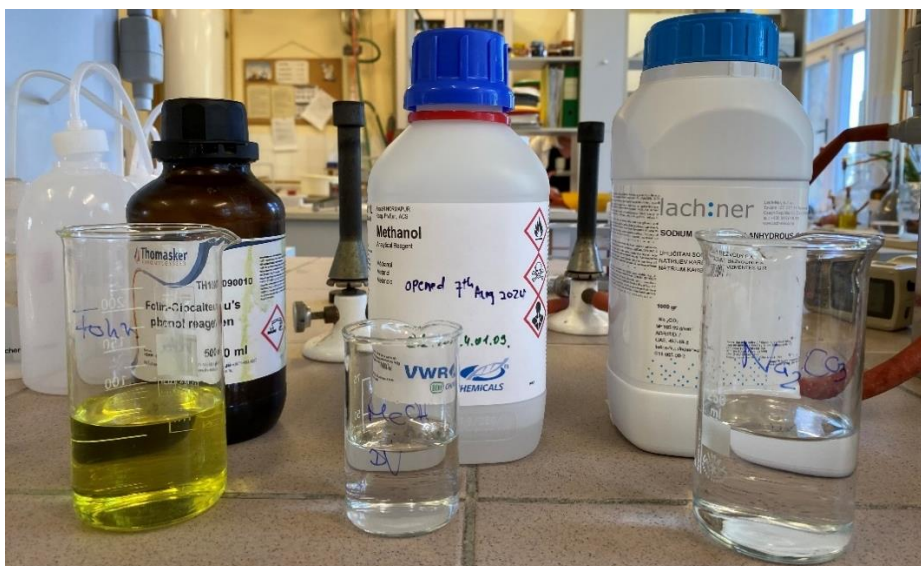
3.2.5 Összes polifenol meghatározás Folin Ciocalteu reagenssel

A minták összes polifenol tartalmának meghatározását Singleton & Rossi (1965) módszere szerint végeztem el.

A kísérlethez szükséges reagensek (6. ábra) és összetételük:

- Folin reagens: 50 ml Folin + 500 ml desztillált víz
- Metanol + desztillált víz 80:20 arányban keverve
- Na_2CO_3 (nátrium-karbonát): 7,42g/100 ml DV koncentrációban
- Galluszsav: 3 mmol galluszsavat 10-szeresére hígítunk, majd ebből 100 μl -t 900 μl metanol + desztillált víz elegyébe pipettáztunk

6. ábra: Összes polifenol meghatározáshoz szükséges reagensek
(Forrás: saját fénykép)



A tényleges vizsgálat előtt kalibrációt kell végeznünk, mert a minta polifenol tartalmától függően változik a bemérés összetétele is, mert fontos, hogy az abszorbancia értéke mindig bele essen a kalibrációba. A bemérendő összetételt a 12. táblázat mutatja, fontos, hogy a bemért végtérfogat mindig 2500 μl legyen. Az összetevők kémcsövekbe pipetázása után, azokat 5 percre 50°C-os vízfürdőbe helyeztem, majd 760 nm-en mértem az abszorbanciájukat.

12. táblázat: A mintabemérés lehetséges módjai
(Forrás: Singleton és Rossi, 1965)

Folin reagens	Metanol + DV	Minta	Na_2CO_3
1250 μl	200 μl	50 μl	1000 μl
1250 μl	150 μl	100 μl	1000 μl
1250 μl	100 μl	150 μl	1000 μl
1250 μl	50 μl	200 μl	1000 μl

Az abszorbancia eredményeket feljegyezve, a polifenol tartalmat a következő képlettel határoztam meg:

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

ahol,

TPC = összes polifenol tartalom

A = abszorbancia

$tg\alpha$ = kalibrációs egyenes meredeksége

$V_{összes}$ = végtérfogat (2500 μ l)

V_{minta} = bemért minta térfogata

H = hígítási faktor

A méréshez készített kalibrációs egyenes egyenlete a következő volt: $y = 0,1248x - 0,0111$

Az eredményeket galluszsav egyenértékre (GSE) vonatkoztatva mgGSE/g szárazanyagban adtam meg.

3.2.6 Összes monomer antocianin tartalom meghatározása

Az antocianinok a gyümölcsök vörös, lila és kék színéért felelős vízben oldódó flavonoid vegyületek. A meghatározásukhoz használt pH differenciális módszer azon alapszik, hogy ezen vegyületek eltérő pH hatására reverzibilisen megváltoztatják színüket. A vizsgálat során a mintákat erősen savas pH 1-es és közepesen savas pH 4,5-es pufferoldathoz adjuk (7. ábra) és abszorbancia mérésével meghatározzuk a színváltozást. Erősen savas közegben az antocianinok színes állapotban vannak jelen, míg magasabb pH-n elszíneződnek (Giusti & Wrolstad, 2001).

A pH 1-es puffer elkészítéséhez 0,93 g KCl-t mértem ki, amit 960 ml-re hígítottam desztillált vízzel, a pH beállítását pedig nagyjából 3 ml HCl hozzáadásával végeztem. Egy 1000 ml-es mérőlombikba áttöltve jelig töltöttem desztillált vízzel.

A pH 4,5-es pufferoldathoz 16,4 g vízmentes CH_3COONa -t mértem ki majd maradék nélkül átmostam egy 1000 ml-es főzőpohárba, ezután 960 ml-re felöntöttem desztillált vízzel.

Körülbelül 0,05 ml HCl hozzáadásával beállítottam a megfelelő pH-t és egy 1000 ml-es mérőlombikba átöntve, abban jelig töltöttem desztillált vízzel az oldatot.

7. ábra: Az összes monomer antocianin meghatározása
(Forrás: saját fénykép)



Az elkészítését követően 20-50 perc elteltével mindkét pufferoldattal 2-2 párhuzamos mérést végeztem, úgy, hogy a kémcsövekbe 1 rész extrahált minta, 4 rész puffer került, és minden hígított minta abszorbanciáját 520 nm és 700 nm-en is meghatároztam. A mérések megkezdéseként vakmintával kalibrációt végeztem, amelybe desztillált víz került.

Az antocianin koncentrációt a mérések befejeztével cianidin-3-glükózid egyenértékben határoztam meg a következő képlet segítségével:

$$\frac{A * MW * DF * 10^3}{\epsilon * l}$$

ahol,

$$A = (A_{520nm} - A_{700nm})_{pH1} - (A_{520nm} - A_{700nm})_{pH4,5}$$

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

DF = hígítási faktor

$$10^3 = \text{g-ról mg-ra történő átváltás}$$

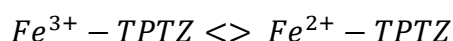
$$\epsilon \text{ (moláris extinciókoefficiens)} = 26900 \text{ L/mol}^{-1}\text{/cm}^{-1}$$

$$l = \text{úthossz (cm)}$$

Az eredményeket cianidin glikozid egyenértékre (CGE) vonatkoztatva mgCGE/g szárazanyagban adtam meg.

3.2.7 Antioxidáns kapacitás meghatározás

A mintáink antioxidáns kapacitását a vas redukáló képességén alapuló FRAP (Ferric Reducing Ability of Plasma) módszerrel vizsgáltam. A kísérlet azon alapul, hogy az antioxidánsok képesek redukálni a Fe^{3+} ionokat Fe^{2+} ionokká. A redukált ionok alacsony pH-n TPTZ (tripiridil-triazin) hozzáadásával színes komplexet (ferro-tripiridil triazin) képeznek. A létrejött komplex kék színű, így az antioxidánsok jelenlétét fotometriás vizsgálatokkal 593 nm-en határozhatjuk meg, minél erősebb a minta színe, annál nagyobb mennyiségben tartalmaz antioxidánsokat (Benzie és Strain, 1996).



színtelen

kék

A kísérlethez szükséges oldatok:

1. Acetát puffer, amely megteremti az alacsony, 3,6-os pH-t.
2. $FeCl_3 \cdot 6 H_2O$ (vas(III)-klorid 6-hidrát) oldat
3. Triazin oldat (TPTZ)

8. ábra: Az antioxidáns kapacitás meghatározásához szükséges reagensek
(Forrás: saját fénykép)



A FRAP reagens elkészítéséhez szükségünk van:

- 25 ml acetát puffer oldatra,
- 2,5 ml FeCl₃-oldatra,
- 2,5 ml TPTZ-oldatra.

A puffer oldatot 3,1 g Na-acetát, 3 H₂O-ból és 16 ml ecetsavból állítjuk elő. A FeCl₃-ból 108 mg-ot oldottam fel 20 ml desztillált vízben az oldat elkészítéséhez. 62,46 mg TPTZ-t 20 ml desztillált vízzel feloldódásig kevertem, majd 67,2 µl tömény sósavat adtam hozzá. A FRAP reagensnek szánt poharat alufóliával vontam be a zavarosság elkerülése érdekében, majd pipetta segítségével belemértem az előírt mennyiségeket. Ezután elkészítettem az aszkorbinsav kalibrációt, amelyhez egy 17,613mg/10 ml DV koncentrációjú aszkorbinsav oldatot használtam. Első lépésként az oldatból 1 mM-ra hígítottam (100 µl aszkorbinsav + 900 µl DV), majd elkészítettem a kalibrációs mintasort. Az antioxidáns kapacitást a következő képlet segítségével állapítottam meg:

$$FRAP = \frac{A}{tg\alpha} * \frac{V_{összes}}{V_{minta}}$$

ahol,

A = abszorbanancia

$tg\alpha$ = kalibrációs egyenes meredeksége

$V_{összes}$ = végtérfogat (1550 µl)

V_{minta} = bemért minta térfogata

A méréshez készített kalibrációs egyenes egyenlete a következő volt: $y = 0,251x + 0,0002$

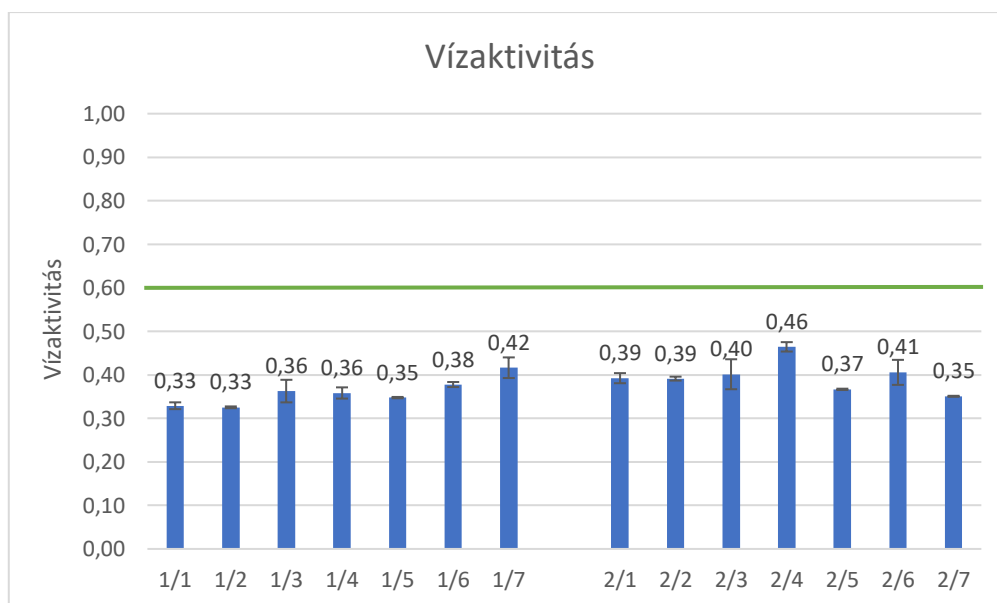
Az eredményeket aszkorbinsav egyenértékre (ASE) vonatkoztatva mgASE/g szárazanyagban adtam meg.

4. Eredmények és értékelésük

4.1 Vízáktívítás és nedvességtartalom

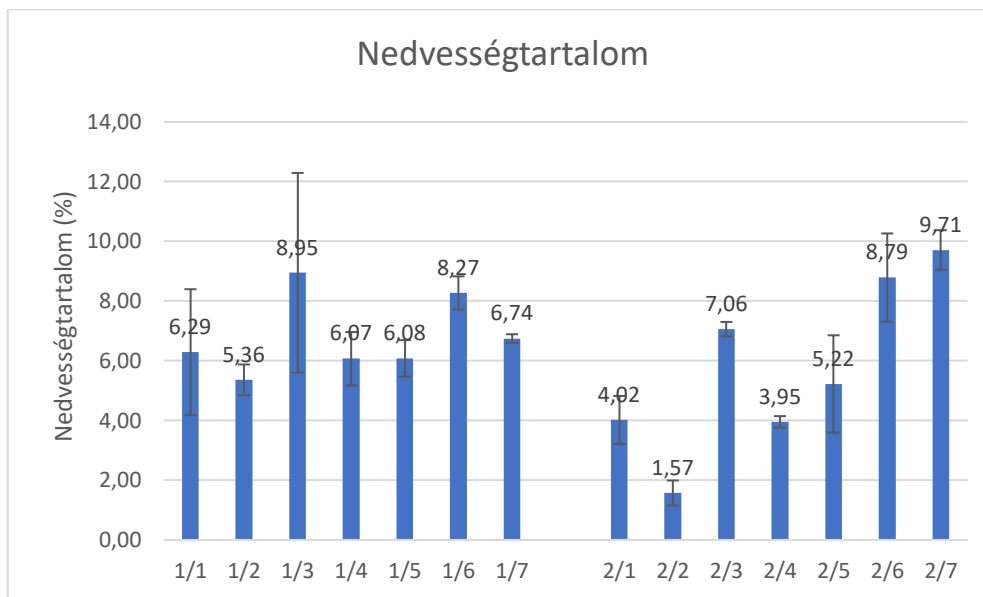
Ugyanannál a szárítási paramétereknél, ugyanazzal a beállítással 0,33 és 0,46 között változtak a vízáktívítási értékek (9.ábra). Megfigyelhető, hogy az 1-es mintasor esetében az értékek minimális növekedést mutatnak 0,33 és 0,42 között mozognak. A 2-es mintasornál ingadozást figyelhetünk meg a vízáktívítási értékekben: a legkevesebb maltodextrinnel rendelkező minták értéke 0,39, míg legtöbb maltodextrint tartalmazó 0,35. A 2/4-es minta esetében kiemelkedő eredményt kaptam, a vízáktívítási értéke 0,46. Összességében ez az eredmény pozitív, hiszen minden minta esetében az érték 0,6 alatt volt, amely a biztonsági érték, amelyet az ábrán zöld vonal jelöl. Ez mikrobiológiai szempontból nagy jelentőségű, hiszen a termékek nem tartalmaznak annyi szabad vizet, hogy előnyös közeget teremtsenek a mikroorganizmusok szaporodásához.

9. ábra: Vízáktívítási mérési eredményei
(Forrás: saját mérés)



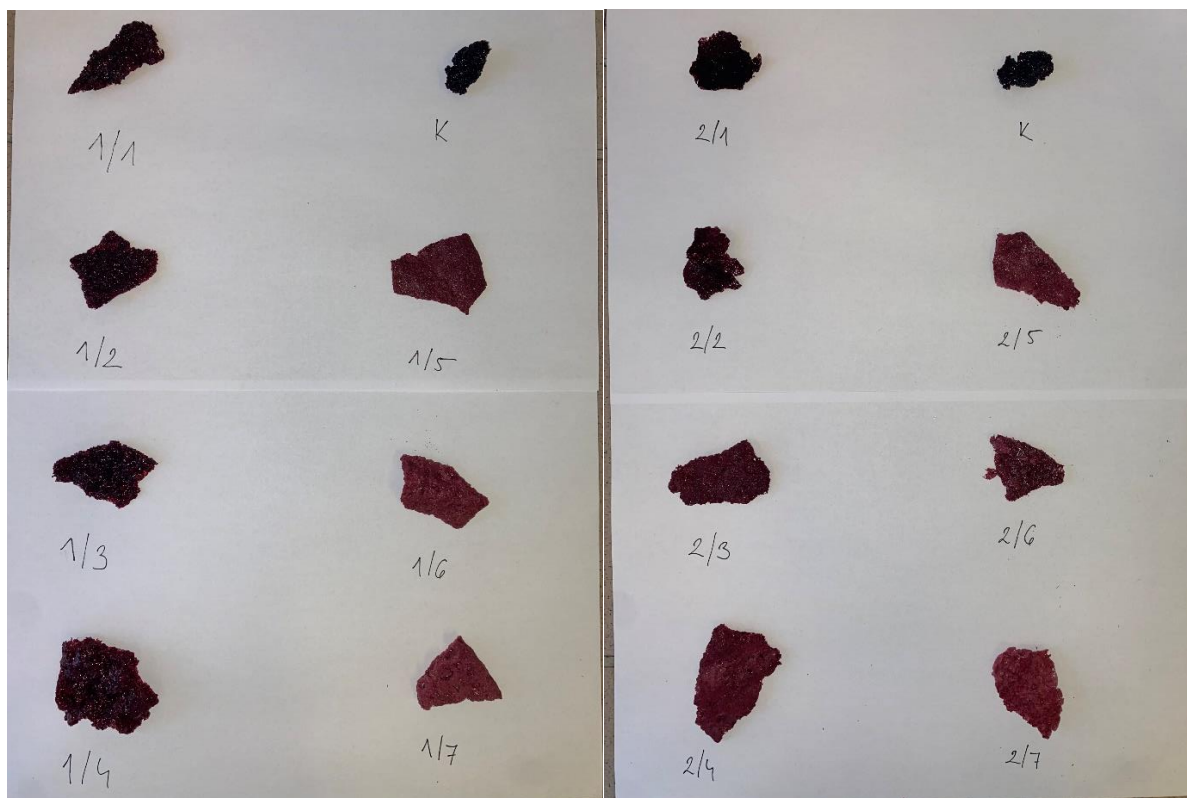
A 10. ábráról leolvasható, hogy a minták nedvességtartalma 1,57 és 9,71 között mozgott. A 10. ábra alapján az értékek a maltodextrin tartalom növelésével ingadoztak, így nem tudunk összefüggést levonni a koncentráció és a szárítás utáni nedvességtartalom között. Az ingadozás ellenére az értékek megfelelően alacsonyak voltak ahhoz, hogy a mikrobiológiai stabilitás fennmaradjon.

10. ábra: Nedvességtartalom mérés eredményei
(Forrás: saját mérés)



Az oldatok színmérése előtt az elkészült porokat egymással összehasonlítva is dokumentáltam, amely a 11. ábrán látható. A képen megfigyelhető, hogy mindkét mintasor esetében több maltodextrin hozzáadása és a sűrítmény mennyiségének csökkentése a minták vörös színének csökkenését eredményezte. A kontroll mintáról nem készült oldhatóság és vízáktivitás vizsgálat, mert a szárítás során nagyon kevés mennyiségű minta maradt, hiszen a kontroll mintánk nem tartalmazott maltodextrin, így nem képzett habot a vákuumkamrában.

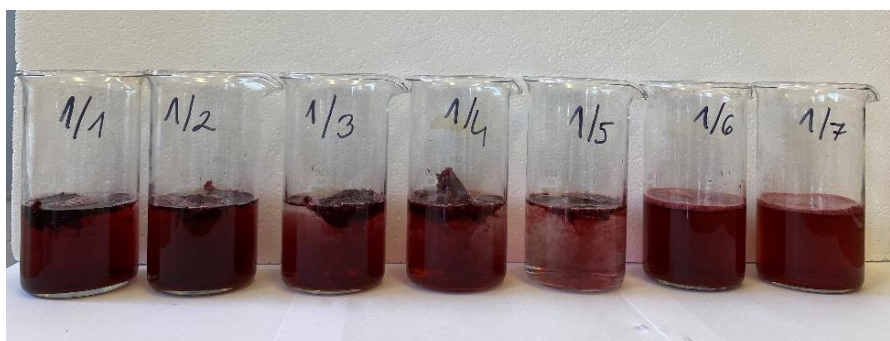
11. ábra: Vákuumszáritott minták
(Forrás: saját fénykép)



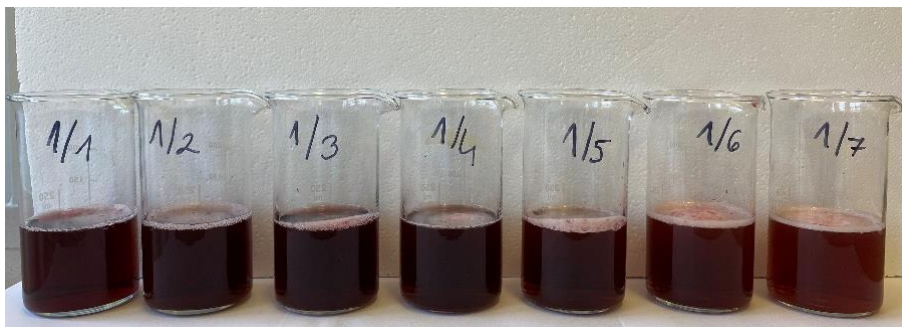
4.2 Oldhatóság és színmérés

A színmérést az oldhatósági vizsgálat során készített oldatokon végeztem el, 1 perc oldódási idő elteltével és manuális elkeverés után. Az 1-es mintasor esetében megfigyelhető, hogy már a vízzel érintkezés pillanatában (12. ábra) erőteljes piros szín oldódott ki a mintákból. Az 1/1-1/5 minták keverés nélkül nem oldódtak volna fel, viszont az 1/6 és 1/7 már az 1 percet elérve teljesen feloldódott vízben (13. ábra).

12. ábra: 1-es mintasor oldhatósági vizsgálat (0. perc)
(Forrás: saját fénykép)



13. ábra: 1-es mintasor oldhatósági vizsgálat (1. perc)
(Forrás: saját fénykép)



A rezisztens maltodextrinnel szárított minták oldhatóságát a 14. és 15. ábrán figyelhetjük meg. A 0. percben csak a magasabb maltodextrin tartalmú mintáknál figyelhető meg azonnali oldódás, a 2/1, 2/2 és 2/3 minták esetében keverés nélkül csak kis mennyiségben sikerült feloldani a port. E mintasor esetében is 1 perc elteltével és összekeverés segítségével a porok teljes egészét sikerült feloldani vízben. Összességében a maltodextrin növelése pozitív hatással van a vákuumszáritott porok oldhatóságára, így növeli a vásárlói elfogadottságot.

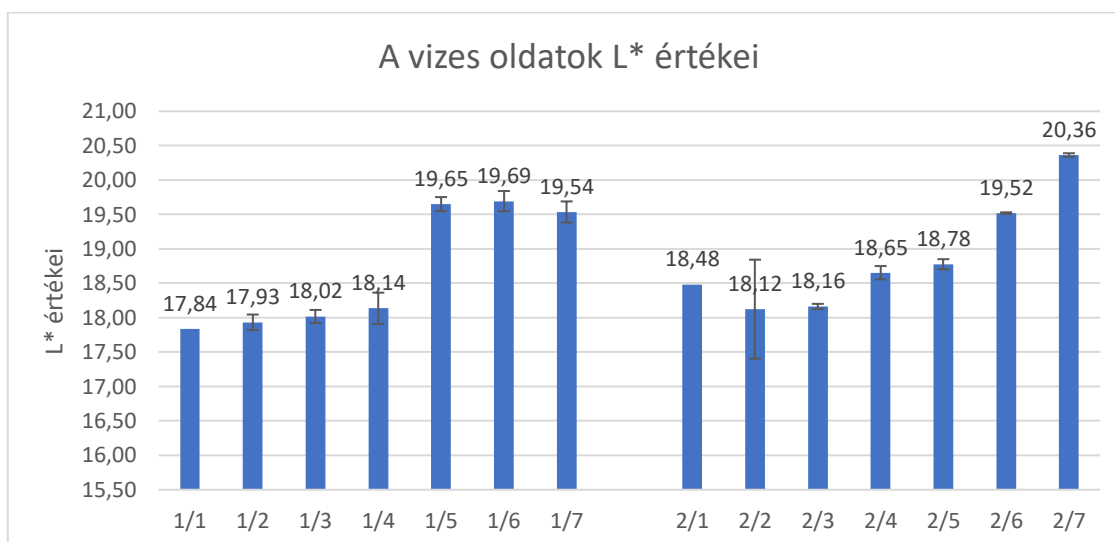
14. ábra: 2-es mintasor oldhatósági vizsgálat (0. perc)
(Forrás: saját fénykép)



15. ábra: 2-es mintasor oldhatósági vizsgálat (1. perc)
(Forrás: saját fénykép)

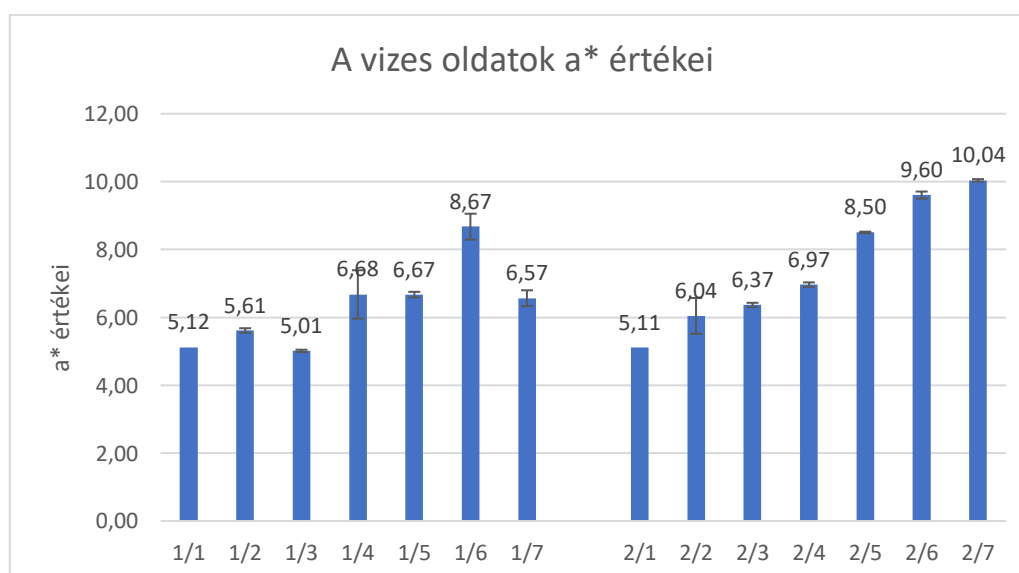


16. ábra: A vizes oldatok L* értékei
(Forrás: saját mérés)



A 16. ábrán a vízben feloldott porok világossági tényezőit megfigyelve megállapíthatjuk, hogy mindkét mintasor esetében a sűrítmény mennyiségének csökkentésével és a maltodextrin növelésével, a termékek világossági tényezője növekszik, a sűrítmények mély bordó színe halványul, világosabbá válik. Az ipari maltodextrinnel szárított minták (1-es mintasor) világossági tényezője 17,84 és 19,69 között mozgott, míg a rezisztens maltodextrin (2-es mintasor) esetében a legalacsonyabb érték 18,12, a legmagasabb pedig 20,36. Ebből megállapítható, hogy az ipari maltodextrin használatakor kevésbé veszít az eredeti színéből a termék.

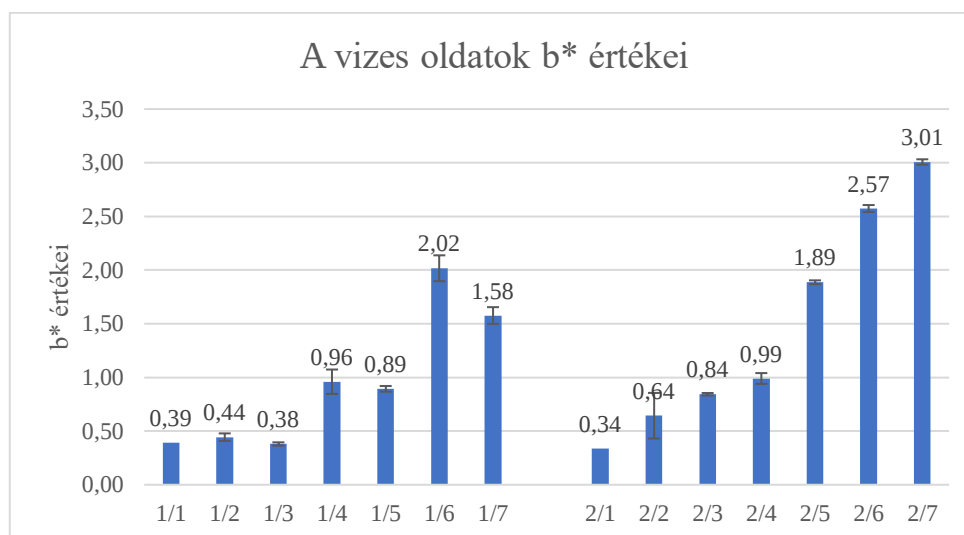
17. ábra: A vizes oldatok a* értékei
(Forrás: saját mérés)



A 17. ábrán az a^* (vörös-zöld) és a 18. ábrán a b^* (sárga-kék) színekoordináták értékei láthatóak, amelyek esetében is növekedés figyelhető meg. Ez azt mutatja, hogy a gyümölcsstartalom csökkenésével a termékek színe a vörös és sárga színtartományba mozdul el.

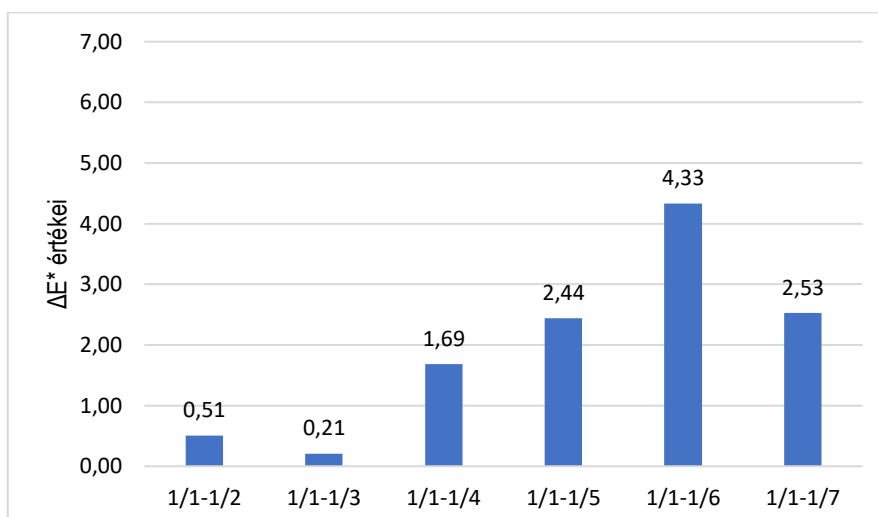
A termékek színének változása összefüggésbe hozható azok antocianin és poli fenol tartalmával. Az antocianinok a gyümölcsök, különösen a piros bogyós gyümölcsök jellegzetes színét adják, így a gyümölcsstartalom csökkentésével arányosan csökken az antocianinok koncentrációja, így a termékek színe is halványul.

18. ábra: A vizes oldatok b^* értékei
(Forrás: saját mérés)



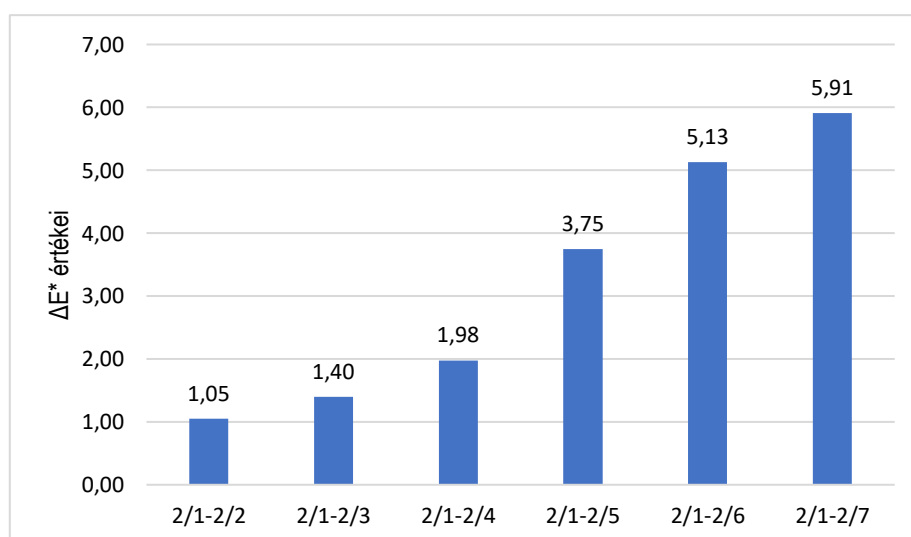
A mérések során kapott L^* , a^* és b^* értékekből színingerkülönbséget számoltam, majd összehasonlítottam mindkét mintasor első mintájának ΔE^* értékeit a többi minta értékével a 11. táblázatban feltüntetett kategóriák alapján. A 19. ábrán az ipari maltodextrint tartalmazó minták értékelése látható. Az 1/1 mintát az 1/2 és 1/3 mintához hasonlítva csak alig észrevehető, illetve nem érzékelhető különbséget tapasztalhattunk, ΔE^* értékük mindössze 0,51 és 0,21. Ezután a maltodextrin tartalom növekedésével a színingerkülönbség értéke növekszik. Az 1/4-es (1,69) és 1/5-ös (2,44) minták esetében, színeik már észrevehetően különböznek az 1/1-es mintához hasonlítva. Az 1/6-os minta esetében jegyezhetjük fel a legmagasabb ΔE^* értéket, 4,33-at, amely már a „jól látható különbség” kategóriába tartozik, viszont a legtöbb maltodextrint tartalmazó minta (1/7) esetében alacsonyabb eredményt kaptam: az 1/1 és 1/7 minta között a különbség észrevehető (2,53). Az 1-es mintasor esetében a maltodextrin mennyiségének növelésével folyamatosan növekszik a színingerkülönbség, kivéve az 1/7-es mintát, mely az 1/5-ös mintához hasonló eredményt adott.

19. ábra: A ΔE^* értékei az ipari maltodextrin alkalmazása esetén az 1/1 mintához viszonyítva
(Forrás: saját szerkesztés)



A 20. ábráról olvashatjuk le a 2. mintasor ΔE^* értékeit az első taggal (2/1) összehasonlítva. A diagramon jól látható az eredmények folytonos növekedése a maltodextrin mennyiségének növekedésével arányosan. A 2/2 és 2/3 minták színét vizsgálva, azok különbsége a 2/1 mintával szemben alig észrevehető, színingerkülönbség értékük 1,05 és 1,40. A 2/4-es minta ΔE^* értéke 1,98, így különbsége észrevehető. A további minták színeinek különbségét vizsgálva, színingerkülönbségük egyre növekvő értéket vesz fel. A 2/5-ös 3,75, 2/6-os 5,13 és a 2/7-es értéke 5,91, így mindhárom minta esetében a színük különbsége jól látható. A 2/7-es minta értéke kimagasló a többi közül, majdnem eléri a „nagy különbség” kategóriát.

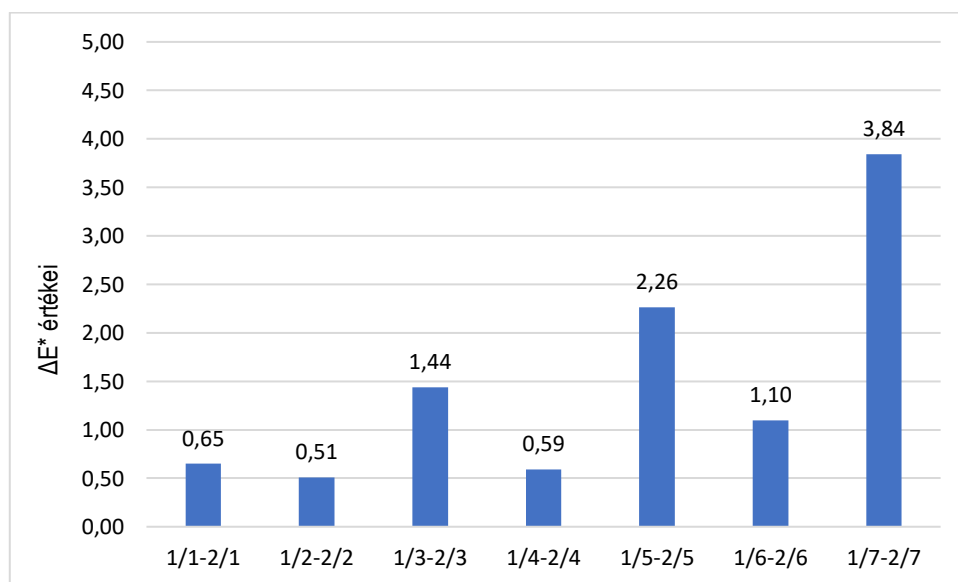
20. ábra: A ΔE^* értékei a rezisztens maltodextrin alkalmazása esetén az 2/1 mintához viszonyítva
(Forrás: saját szerkesztés)



A 19. és 20. ábrát összehasonlítva elmondható, hogy az ipari maltodextrin esetében a minták színeinek különbsége minden esetben alacsonyabb volt, mint a 2. mintasor értékei, amelyek előállítására reziszenst maltodextrint használtunk.

E felvetést tovább vizsgálva, elkészítettem a 21. ábrát, ahol a két mintasor azonos maltodextrin tartalmú mintáit hasonlítottam össze. Több helyen is viszonylag alacsony a színingerkülönbségük értéke, például az 1/1-2/1 (0,65), az 1/2-2/2 (0,51) és az 1/4-2/4 (0,59). Valamennyivel magasabb értéket állapíthatunk meg az 1/6-2/6-os minta esetében is, ahol az érték 1,1 és az 1/3-2/3 mintánál is, ahol pedig 1,44. A 11. táblázat alapján e minták színei közti különbség alig észrevehető. Az 5-ös mintákat megfigyelve, azok színingerkülönbsége már az észrevehető kategóriába tartozik, értéke 2,26. A legmagasabb különbség az 1/7 és 2/7 minták között figyelhető meg, itt már jól láthatóan elkülönül a különböző maltodextrin felhasználásával készült porok közti különbség.

21. ábra: A ΔE^* értékei az ipari és reziszenst maltodextrint összehasonlítva ugyanolyan koncentráció alkalmazása esetén
(Forrás: saját szerkesztés)

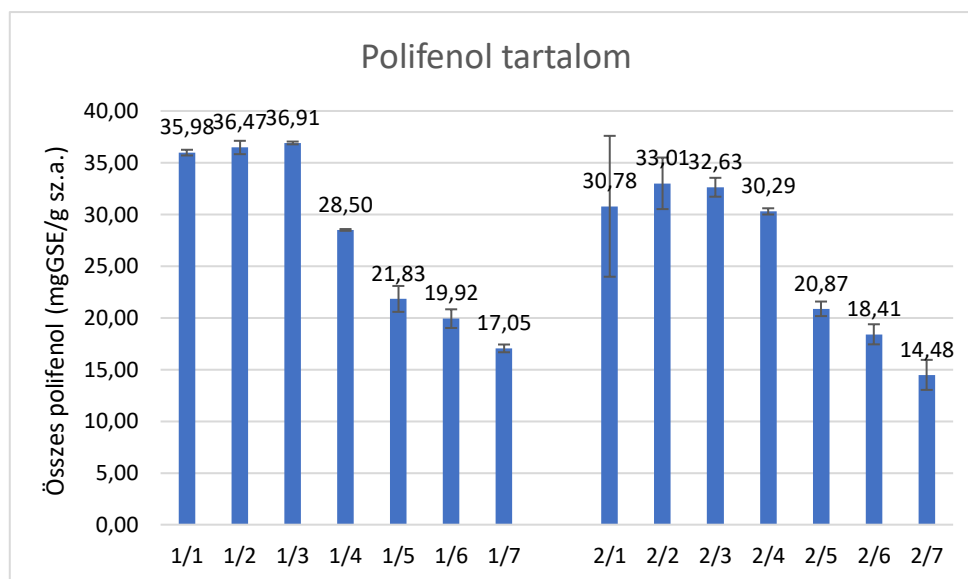


4.3 Polifenol és antocianin tartalom

A 22. ábrán található a minták összes polifenol tartalma galluszsav egyenértékben (GSE) megadva 1 g szárazanyagra vonatkoztatva. A polifenol értéke a maltodextrin mennyiségének növelésével és a gyümölcstartalom csökkentésével arányosan csökken mindkét mintasor esetében. A polifenol tartalom értékei 14,48 és 36,91 mgGSE/100g sz.a között mozogtak és

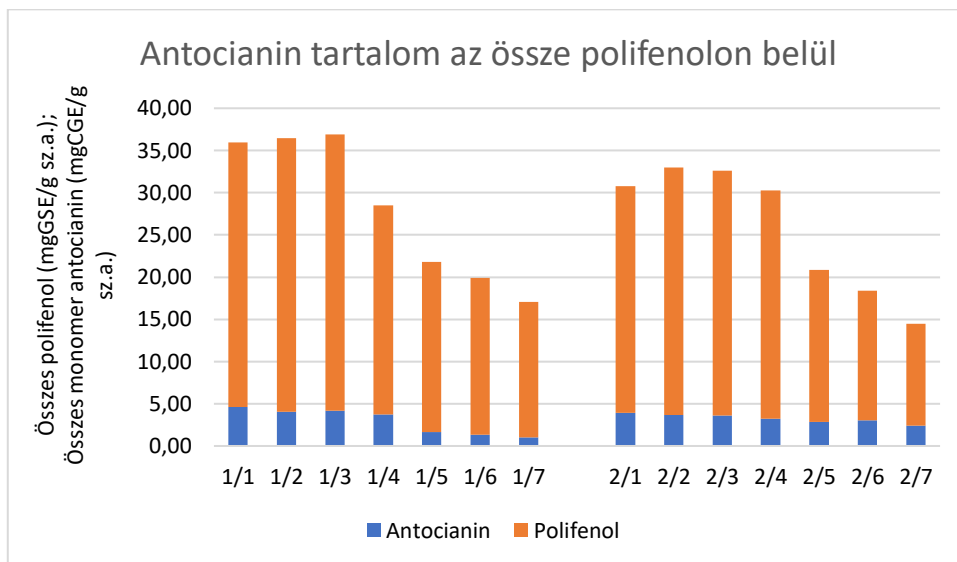
megfigyelhető, hogy az értékek az ipari maltodextrin esetében (1-es mintasor) végig magasabbak voltak, mint a rezisztens maltodextrinnel szárított mintáknál (2-es mintasor).

22. ábra: Összes polifenol tartalom meghatározás eredményei
(Forrás: saját mérés)

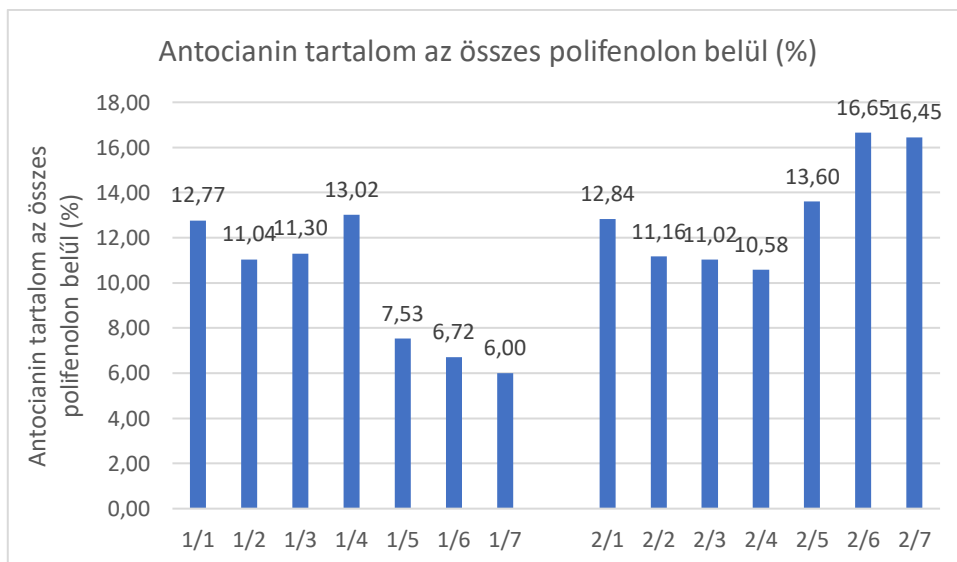


Az összes polifenol mennyiségén belül fontos megemlíteni a többi flavonoid mellett az antocianin tartalmat, amely értékét a 23. és a 24. ábra mutatja. A két ábra megmutatja, hogy a maltodextrin mennyiségének növekedésével mind a polifenol, mind az antocianin mennyisége is csökken. A 23. ábra szerint az antocianin aránya a polifenol tartalomon belül mindkét mintasor esetében ingadozó eredményeket mutat, de kimutatható csökkenő és növekedő tendencia. Az ipari maltodextrin esetében az antocianin tartalma polifenolon belül 12,77% volt az 1/1 minta esetében, míg a maltodextrin növelésével a 1/7-es mintánál, ez az érték 6%-ra csökkent. Ennek ellenére a rezisztens maltodextrint használva az antocianinok százalékos arányában növekedés figyelhető meg. A 2/1 minta esetében 12,85% volt, míg a 2/7-es mintánál 16,45%. A 24. ábráról ezen kívül azt is leolvashatjuk, hogy a 2-es mintasor esetében magasabb értékeket kaptunk, mint az 1-es mintasor esetében, amiből arra lehet következtetni, hogy a rezisztens maltodextrin nagyobb mértékben gátolja a bioaktív vegyületek oxidációját, mint az ipari maltodextrin, így a szárítási folyamat után is nagyobb arányban megtalálhatók a termékekben. Az antocianinok mennyiségét érdemes összehasonlítani a színmérés során kapott világossági tényező és vörös/zöld színekoordináta eredményével: a maltodextrin mennyiségét növelve az oldatok színe világosodott, mély vörösről élénk pirossá vált. Ezt bizonyítja, hogy antocianinok mennyiségének csökkenése a termékekben hatással van a termék színének változására.

23. ábra: Antocianin tartalom az összes polifenolon belül
(Forrás: saját mérés)



24. ábra: Antocianin aránya az összes polifenolon belül
(Forrás: saját mérés)

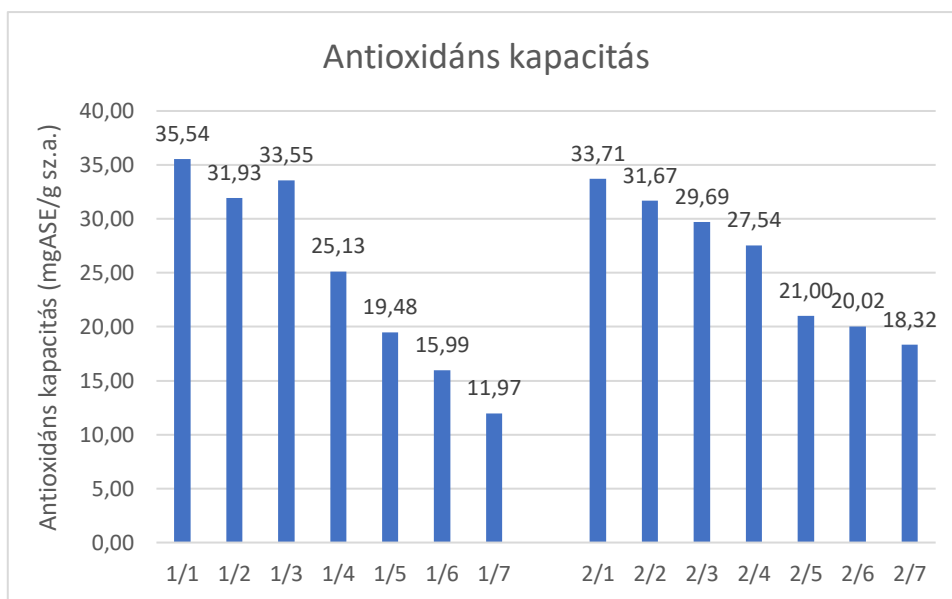


4.4 Antioxidáns kapacitás

A 25. ábra megmutatja a vákuumszárítás után a porok antioxidáns kapacitását aszkorbinsav egyenértékben. Leolvasható, hogy mindkét mintasor esetében csökken az antioxidáns tartalom azzal arányosan, ahogy a gyümölcssűrítmény mennyiségét csökkentjük. Az 1-es mintasor esetében az antioxidáns kapacitás értékei 35,54 mgASE/g sz.a. és 11,97 mgASE/g sz.a. között voltak. Az értékek nem mutatnak folyamatos csökkenést, mert az 1/3 minta kiemelkedik a többi mintához képest. A 2-es mintasor legmagasabb eredménye 33,71 mgASE/g sz.a. és a

legalacsonyabb eredmény pedig 18,32 mgASE/g sz.a., itt folytonos csökkenést figyelhetünk meg. Az 1-es mintasor eredményei nagyobb tartományban oszlanak el, mint a 2-es mintasoré.

25. ábra: Antioxidáns kapacitás meghatározás eredményei
(Forrás: saját mérés)



5. Következtetések és javaslatok

A szakdolgozatom kutatásának céljaként vákuumszárított gyümölcsporok előállítását végeztem, úgy, hogy különböző mennyiségű és típusú maltodextrint adtam a gyümölcs-sűrítmenyekhez a szárítási folyamat megfelelő elvégzéséhez. A kísérleteim során arra voltam kíváncsi, hogy e változtatások milyen hatással vannak az italporok különböző minőségi paramétereire. A minták vízaktivitását és nedvességtartalmát vizsgálva mindkét mintasor esetében minimális növekedés figyelhető meg, viszont az eredmények ingadoznak, amelyről arra tudunk következtetni, hogy a maltodextrin mennyisége a vákuumszárított porok esetében nem befolyásolja e két paraméter értékét. Ennek ellenére a vizsgálati eredményeket pozitívnak tekinthetjük, hiszen minden vízaktivitás érték a 0,6-os biztonsági érték alatt volt, így a mintáim nem biztosítanak előnyös közeget a mikrobák szaporodásához, ezáltal a termékek hosszabb ideig eltarthatók maradnak. Az italporok esetében fontosnak tartottam elvégezni az oldhatósági vizsgálatot, amely során a mintákat 100 ml vízbe dobtam és megfigyeltem, hogy képesek-e önállóan, keverés nélkül feloldódni 1 perces intervallum alatt. Mindegyik minta esetében erőteljes piros színű oldódás figyelhető meg már a vízzel való érintkezés pillanatában, viszont 1 perc elteltével, keverés nélkül csak a 1/6, 1/7, 2/5, 2/6 és 2/7 minták oldódtak fel maradék nélkül. A többi minta oldódásához keverés volt szükséges, így mindegyik teljes egészében feloldódott a vízben. Az oldhatósági vizsgálat során előállított vizes mintákkal végeztem el a színmérést, ahol az oldatok L^* , a^* és b^* értékeit hasonlítottam össze. A világossági tényező (L^*) értéke mindkét mintasor esetében növekszik, amely a gyümölcsstartalom csökkenésével magyarázható. Az értékek az 1-es mintasornál 17,84 és 19,69 között, míg a 2-es mintasornál 18,12 és 20,36 között mozognak, ebből az is megállapítható, hogy a rezisztens maltodextrint használva a minták világosabb színűek lettek, mint az ipari maltodextrint tartalmazó porok. Az 1-es mintasor esetében a vörös/zöld hányados (a^*) értéke a gyümölcs-sűrítmeny mennyiségének csökkenésével növekszik, viszont néhány esetben ingadozik. Értéke 5,01 és 8,67 között mozgott, amelyek közül a legalacsonyabb érték az 1/3 esetében volt, legmagasabb pedig az 1/6 esetében. A 2-es mintasort vizsgálva az értékek folyamatos növekedést mutatnak 5,11 és 10,04 között. A 1-es mintasor sárga-kék hányadosát (b^*) megfigyelve is hasonlóan ingadozóak az értékek, ugyanúgy az 1/3-as minta rendelkezik a legalacsonyabb értékkel (0,38) és az 1/6-os minta pedig a legmagasabbal (2,02). A 2-es mintasor eredményei a sűrítmeny csökkenésével növekednek, 0,34 és 3,01 között volt. A minták színingerkülönbségét vizsgálva megállapítottam, hogy a rezisztens maltodextrint használva nagyobb különbség volt a két mintasor megegyező koncentrációjú mintái között, mint az ipari maltodextrin esetében. A

további vizsgálatokhoz extrahált oldatot készítettem, annak érdekében, hogy a vizsgálandó vegyületek kimutathatóvá váljanak. Az összes polifenol és antocianin tartalmat együtt érdemes értékelni. A polifenoltartalom a gyümölcssűrítmény mennyiségének csökkentésével csökken, viszont azon belül az antocianinok aránya ingadozik és a két maltodextrin esetében különböző irányba változik. Az ipari maltodextrin esetében az antocianinok mennyisége csökken, viszont az 1/4-es minta kimagasló értéket vett fel (13,02%). A rezisztens maltodextrint használva, az ingadozás mellett az antocianinok százalékos arányában növekedés figyelhető meg. Ebből arra tudunk következtetni, hogy a rezisztens maltodextrin használata magasabb értékeket eredményezett a vizsgálatok során, ezáltal pozitívan hat az antocianinok mennyiségének változására. Fontosnak tartottam az antioxidánsok kapacitásának vizsgálatát is, hiszen étrendkiegészítők esetében meghatározó paraméter, hogy az előállítási folyamatok, jelen esetben a szárítás, milyen mértékben befolyásolta mennyiségüket. A FRAP mérés eredményeként megállapíthatjuk, hogy minták antioxidáns tartalma csökken arányosan a gyümölcstartalmuk csökkenésével. Az 1-es mintasor értékei 35,54 és 11,97 mgASE/g sz.a között mozogtak, míg a 2-es mintasor esetében 33,71 és 18,32 mgASE/g sz.a között voltak az értékek. Ezek alapján megállapítható, hogy a maltodextrint magasabb koncentrációban tartalmazó minták esetében a rezisztens maltodextrint használva előnyösebb eredményt érhetünk el.

6. Összefoglalás

A gyümölcsök fogyasztása nagy népszerűségnek örvend napjainkban, különösen az egészséges életmódot követő fogyasztók körében, a magas tápanyag- ásványi anyag- és antioxidánstartalmuk miatt. Annak érdekében, hogy egész évben fogyaszthassuk ezeket a növényi eredetű termékeket, különböző tartósítási eljárásokat kell alkalmaznunk. A vákuumszárítás egy innovatív technológia, amely a felhasználási/eltarthatósági idő növelése mellett, megőrzi a fontos bioaktív vegyületeket is. E folyamathoz azonban szükség van segédanyagokra, például maltodextrinre, amely segíti a habképzést és stabilizálja a késztermék állományát, ugyanakkor alkalmazása növeli a termék cukor- és kalóriaértékét, ami kedvezőtlenül hat a kedveltségre. Szakdolgozatom kutatásaként ezen összetevő hatását vizsgáltam különböző koncentrációkban a vákuumszárított gyümölcsporok esetében és összehasonlítottam egy iparban kevésbe ismert változatával, a rezisztens maltodextrinnel.

Eredményeim alapján megállapítottam, hogy a mennyiségek változtatása a vízaktivitás és nedvességtartalom értékét nem befolyásolták, és minden minta a biztonságos 0,6 vízaktivitás érték alatt volt, így nem veszélyezteti őket a mikrobiológiai romlás. Az oldhatóság és a szín szempontjából különösen fontos az optimális egyensúly megtalálása. Vizsgálataim alapján a vízben való oldhatóságra pozitív hatással van a maltodextrin mennyiségének növelése, míg a szín szempontjából a gyümölcs eredeti, mély bordó színhez képest világos, élénk piros terméket kaptam a magas maltodextrin koncentrációjú mintáknál. A bioaktív komponensek esetében az egyre csökkenő gyümölcstartalom mellett a polifenolok, antocianinok és antioxidánsok jelenléte is csökkent. A kísérletek alapján a legkedvezőbb maltodextrin koncentráció a 20-30%, hiszen ezek a minták már megfelelően, gyorsan oldódtak, még megőrizték a gyümölcs eredeti színét is és megfelelő mennyiségű bioaktív komponens is fellelhető bennük. A két maltodextrint tekintve hasonló eredményeket kaptam, viszont oldhatóság, szín és az összes polifenoltartalom szempontjából az ipari maltodextrin kedvezőbb értékeket mutatott.

Irodalomjegyzék

1. Ahmed, N., Singh, J., Chauhan, H., Anjum, P.G.A., Kour, H. (2013): Different Drying Methods: Their Applications and Recent Advances *International Journal of food nutrition and safety*, 4(1), 34–42.
2. Babu, A.K., Kumaresan, G., Raj, V.A.A., Velraj, R. (2018): Review of leaf drying: Mechanism and influencing parameters, drying methods, nutrient preservation, and mathematical models. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 90, 536–556. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.04.002>
3. Buck, A. W. (2012): Resistant Maltodextrin Overview. *Dietary fiber and health*, 279.
4. 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.
5. Burova, N., Kislitsina, N., Gryazina, F., Pashkova, Kuzminykh, A. (2017): A review of techniques for drying food products in vacuum drying plants and methods for quality control of dried samples. *Revista Espacios*, 38(52).
6. Cortez, R.E., Gonzalez de Mejia, E. (2019): Blackcurrants (*Ribes nigrum*): A Review on Chemistry, Processing, and Health Benefits. *J. Food Sci.* 84, 2387–2401. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.14781>
7. Drouzas, A. E., Schubert, H. (1996): Microwave application in vacuum drying of fruits. *Journal of food Engineering*, 28(2), 203–209.
8. Ferretti, G., Bacchetti, T., Belleggia, A., Neri, D. (2010): Cherry Antioxidants: From Farm to Table. *Molecules* 15, 6993–7005. <https://doi.org/10.3390/molecules15106993>
9. Giusti, M.M., Wrolstad, R.E. (2001): Characterization and Measurement of Anthocyanins by UVVisible Spectroscopy. *Current Protocols in Food Analytical Chemistry* 00, F1.2.1-F1.2.13. <https://doi.org/10.1002/0471142913.faf0102s00>
10. Guntero, V. A., Peralta, M., Noriega, P., Kneeteman, M. N., & Ferretti, C. A. (2020): One-pot selective functionalization of polysaccharides with urea. *Chemistry Proceedings*, 3(1), 74.
11. Hofman, L., Van Buul, J., & Brouns, F. J. (2016): Nutrition, health, and regulatory aspects of digestible maltodextrins. *Critical reviews in food science and nutrition*, 56(12), 2091–2100.
12. Homoki, J.R., Nemes, A., Fazekas, E., Gyémánt, G., Balogh, P., Gál, F., Al-Asri, J., Mortier, J., Wolber, G., Babinszky, L., Remenyik, J. (2016): Anthocyanin composition, antioxidant efficiency, and α -amylase inhibitor activity of different Hungarian sour cherry varieties (*Prunus cerasus* L.). *Food Chem.* 194, 222–229. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.07.130>
13. Jaya, S., Das, H. (2004): Effect of maltodextrin, glycerol monostearate and tricalcium phosphate on vacuum dried mango powder properties. *J. Food Eng.* 63, 125–134. [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(03\)00135-3](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(03)00135-3)
14. Krüger, E., Dietrich, H., Hey, M., & Patz, C. D. (2012): Effects of cultivar, yield, berry weight, temperature and ripening stage on bioactive compounds of black currants. *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 84(1), 40.
15. Klimczak, I., Gliszczynska-Świgło, A. (2017): Green tea extract as an anti-browning agent for cloudy apple juice. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97(5), 1420–1426.
16. Parikh, A., Agarwal, S., & Raut, K. (2014): A review on applications of maltodextrin in pharmaceutical industry. *International Journal of Pharmacy an Biological Science*, 4(6).

17. Parikh, D. M. (2015): Vacuum drying: basics and application. *Chemical Engineering*, 122(4), 48-54.
18. Raudsepp, P., Kaldmäe, H., Kikas, A., Libek, A.-V., Püssa, T. (2010): Nutritional quality of berries and bioactive compounds in the leaves of black currant (*Ribes nigrum* L.) cultivars evaluated in Estonia. *J. Berry Res.* 1, 53–59. <https://doi.org/10.3233/BR-2010-006>
19. Rubinskiene, M., Viskelis, P., Jasutiene, I., Viskeliene, R., Bobinas, C. (2005): Impact of various factors on the composition and stability of black currant anthocyanins. *Food Res. Int.*, Third International Congress on Pigments in Food 38, 867–871. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2005.02.027>
20. Sidor, A., Gramza-Michałowska, A. (2015): Advanced research on the antioxidant and health benefit of elderberry (*Sambucus nigra*) in food – a review. *J. Funct. Foods*, Natural Antioxidants 18, 941–958. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2014.07.012>
21. Singleton, V. L., & Rossi, J. A. (1965): Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American journal of Enology and Viticulture*, 16(3), 144-158.
22. Sinha, N. K., Sidhu, J., Barta, J., Wu, J., & Cano, M. P. (Eds.). (2012): *Handbook of fruits and fruit processing*. John Wiley & Sons.
23. Slavin, J.L., Lloyd, B., (2012): Health Benefits of Fruits and Vegetables. *Adv. Nutr.* 3, 506–516. <https://doi.org/10.3945/an.112.00215>
24. 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.
25. Szabó, T. (2008): Az északkelet-magyarországi meggy tájfajta szelekció eredményei és gazdasági jelentősége (Doctoral dissertation, Budapesti Corvinus Egyetem).
26. USDA: United States Department of Agriculture <https://www.usda.gov/>
27. Veberic, R., Jakopic, J., Stampar, F., Schmitzer, V. (2009): European elderberry (*Sambucus nigra* L.) rich in sugars, organic acids, anthocyanins and selected polyphenols. *Food Chem.* 114, 511–515. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.09.080>
28. Vujanović, M., Majkić, T., Zengin, G., Beara, I., Tomović, V., Šojić, B., Đurović, S., Radojković, M. (2020): Elderberry (*Sambucus nigra* L.) juice as a novel functional product rich in health-promoting compounds. *RSC Adv.* 10, 44805–44814. <https://doi.org/10.1039/D0RA09129D>
29. Watson, A.W., Scheepens, A., Kennedy, D.O., Cooney, J.M., Trower, T.M., Haskell-Ramsay, C.F. (2020): The pharmacodynamic profile of “Blackadder” blackcurrant juice effects upon the monoamine axis in humans: A randomised controlled trial. *Nutr. Neurosci.* 23, 516–525. <https://doi.org/10.1080/1028415X.2018.1525950>
30. Whelan, W. J. (2008): The wars of the carbohydrates, Part 6: What a name!. *IUBMB life*, 60(8), 555-556.
31. Wu, L., Orikasa, T., Ogawa, Y., Tagawa, A. (2007): Vacuum drying characteristics of eggplants. *J. Food Eng.* 83, 422–429. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2007.03.030>
32. Wünsch, A., & Hormaza, J. I. (2002): Molecular characterisation of sweet cherry (*Prunus avium* L.) genotypes using peach [*Prunus persica* (L.) Batsch] SSR sequences. *Heredity*, 89(1), 56-63.

Ábrák és táblázatok jegyzéke

Ábrák jegyzéke

1. ábra: Szárítás kinetikája (Forrás: Babu et al., 2018).....	8
2. ábra: Maltodextrin szerkezeti képlete (Forrás: Guntero et al, 2020).....	10
3. ábra: Vákuumkamra (Forrás: saját fénykép).....	13
4. ábra: Oldhatósági vizsgálat előkészületei (Forrás: saját fénykép).....	14
5. ábra: Színmérés Konica Minolta színmérő készülékkel (Forrás: saját fénykép).....	14
6. ábra: Összes polifenol meghatározáshoz szükséges reagensek (Forrás: saját fénykép).....	16
7. ábra: Az összes monomer antocianin meghatározása (Forrás: saját fénykép).....	18
8. ábra: Az antioxidáns kapacitás meghatározásához szükséges reagensek (Forrás: saját fénykép).....	19
9. ábra: Vízáktivitás mérés eredményei (Forrás: saját mérés).....	21
10. ábra: Nedvességtartalom mérés eredményei (Forrás: saját mérés).....	22
11. ábra: Vákuumszárított minták (Forrás: saját fénykép).....	23
12. ábra: 1-es mintasor oldhatósági vizsgálat (0.perc) (Forrás: saját fénykép).....	23
13. ábra: 1-es mintasor oldhatósági vizsgálat (1. perc) (Forrás: saját fénykép).....	24
14. ábra: 2-es mintasor oldhatósági vizsgálat (0. perc) (Forrás: saját fénykép).....	24
15. ábra: 2-es mintasor oldhatósági vizsgálat (1. perc) (Forrás: saját fénykép).....	24
16. ábra: A vizes oldatok L^* értékei (Forrás: saját mérés).....	25
17. ábra: A vizes oldatok a^* értékei (Forrás: saját mérés).....	25
18. ábra: A vizes oldatok b^* értékei (Forrás: saját mérés).....	26
19. ábra: A ΔE^* értékei az ipari maltodextrin alkalmazása esetén az 1/1 mintához viszonyítva (Forrás: saját szerkesztés).....	27
20. ábra: A ΔE^* értékei a rezisztens maltodextrin alkalmazása esetén az 2/1 mintához viszonyítva (Forrás: saját szerkesztés).....	27
21. ábra: A ΔE^* értékei az ipari és rezisztens maltodextrint összehasonlítva ugyanolyan koncentráció alkalmazása esetén (Forrás: saját szerkesztés).....	28
22. ábra: Összes polifenol tartalom meghatározás eredményei (Forrás: saját mérés).....	29
23. ábra: Antocianin tartalom az összes polifenolon belül (Forrás: saját mérés).....	30
24. ábra: Antocianin aránya az összes polifenolon belül (Forrás: saját mérés).....	30
25. ábra: Antioxidáns kapacitás meghatározás eredményei (Forrás: saját mérés).....	31

Táblázatok jegyzéke

1. táblázat: Fekete bodza beltartalmi jellemzői (Forrás: saját szerkesztés Souci et al., (2008) és USDA (2019) alapján)	2
2. táblázat: Fekete bodza ásványi anyag tartalma (Forrás: saját szerkesztés Souci et al., (2008) és USDA (2019) alapján)	3
3. táblázat: Fekete bodzában fellelhető vitaminok (Forrás: saját szerkesztés Souci et al., (2008) és USDA (2019) alapján)	3
4. táblázat: Fekete ribiszke beltartalmi jellemzői (Forrás: saját szerkesztés Souci et al., (2008) és USDA (2019) alapján)	4
5. táblázat: Fekete ribiszke ásványi anyag tartalma (Forrás: saját szerkesztés Souci et al., (2008) és USDA (2019) alapján)	5
6. táblázat: Fekete ribiszkében fellelhető vitaminok (Forrás: saját szerkesztés Souci et al., (2008) és USDA (2019) alapján)	5
7. táblázat: Meggy beltartalmi jellemzői (Forrás: saját szerkesztés Souci et al., (2008) és USDA (2019) alapján)	6
8. táblázat: Meggy ásványi anyag tartalma (Forrás: saját szerkesztés Souci et al., (2008) és USDA (2019) alapján)	7
9. táblázat: Meggyben fellelhető vitaminok (Forrás: saját szerkesztés Souci et al., (2008) és USDA (2019) alapján)	7
10. táblázat: Kísérleti minták kódjai és összetétele (Forrás: saját szerkesztés)	12
11. táblázat: A színíngerkülönbség nagyság szerinti kategóriái (Forrás: saját szerkesztés Klimczak és Gliszczyńska-Świgło (2017) munkája alapján)	15

NYILATKOZAT

a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Jakab Réka
A Hallgató Neptun kódja: B95VUS
A dolgozat címe: Étrendkiegészítők biológiai értékes és hordozóanyagainak meghatározási lehetőségei
A megjelenés éve: 2024
A konzulens intézetének neve: Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet
A konzulens tanszékének a neve: Gyümölcs- és Zöldségfeldolgozás Technológiai Tanszék

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

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

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

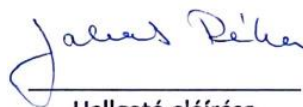
Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkor szellemi tulajdonkezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumba. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után

nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumban.

Kelt: Budapest, 2024. november 04.



Hallgató aláírása

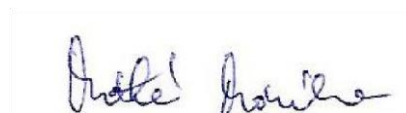
NYILATKOZAT

Jakab Réka (Neptun azonosítója: B95VUS) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A szakdolgozatot a záróvizsgán történő védeésre javaslom / nem javaslom¹.

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

Kelt: Budapest, november 04.



belső konzulens

¹ A megfelelő aláhúzendó.

² A megfelelő aláhúzendó.