



ORSZÁGOS TUDOMÁNYOS DIÁKKÖRI KONFERENCIA

2023. április 4-6.

**GYÜMÖLCSNEKTÁROK CUKORTARTALMÁNAK
CSÖKKENTÉSE SZUKRALÓZ ÉS STEVIA
ALKALMAZÁSÁVAL**

Reducing the sugar content of fruit nectars using sucralose and stevia

Készítette: **Béres Csenge Réka**
ZZCW6Z
Élelmiszer-mérnöki alapképzés
nappali tagozat
Budai Campus

Témavezető: Dr. Máté Mónika, egyetemi docens
Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet
Gyümölcs- és zöldségfeldolgozás Technológia Tanszék
Budai Campus

Lehetséges OTDK szekció: „Agrártudományi szekció”

**Budapest
2022.**

Tartalom

1. BEVEZETÉS	1
2. CÉLKITŰZÉS.....	2
3. IRODALMI ÁTTEKINTÉS.....	3
3.1. Cukorfogyasztási szokások	3
3.2. Édesítési lehetőségek	6
3.2.1. Mesterséges, energiamentes édesítőszerek	6
3.2.2. Stevia, mint természetes édesítő anyag.....	7
3.2.3. Szukralóz.....	8
3.3. A gyümölcsök jelentősége	10
3.3.1. Meggy (<i>Prunus cerasus</i> L.)	11
3.3.2. Málna (<i>Rubus idaeus</i> L.)	12
4. ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK.....	14
4.1. Minták előkészítése	14
4.1.1. Sűrítmények előkészítése	14
4.1.2. Receptúra összeállítása	14
4.1.3. Minták elkészítése	15
4.2. pH mérés	16
4.3. Zavarosság (NTU=Nephelometric Turbidity Unit)	16
4.4. Vízoldható szárazanyagtartalom	17
4.5. Szín mérés	17
4.6. Összes monomer antocianin tartalom meghatározása.....	18
4.7. Összes polifenol meghatározása Folin-Ciocalteu reagenssel	19
4.8. Antioxidáns kapacitás meghatározása, FRAP (=Ferric Reducing Ability of Palsma)	20
4.9. Érzékszervi bírálat.....	22
5. KÍSÉRLETI EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK	23
5.1. pH mérés eredményei	23
5.2. NTU (zavarosság) eredményei.....	24
5.3. Vízoldható szárazanyag-tartalom eredményei.....	26
5.4. Szín mérés eredményei	27
5.4.1. Málna nektárok eredményei	27
5.4.2. Meggy nektárok eredményei	29
5.4.3. A színíngerkülönbség eredményei	31
5.5. Összes antocianin tartalom eredményei.....	33
5.6. Összes polifenol tartalom eredményei	35
5.7. Antioxidáns kapacitás eredményei	36

5.8. Érzékszervi bírálat eredményei	38
6. ÖSSZEFOGLALÁS	41
7. IRODALMI JEGYZÉK	43
8. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	47

1. BEVEZETÉS

Az élelmiszerekhez hozzáadott cukor mennyisége világszerte, így hazánkban is számos megbetegedés okozója. A cukortartalom csökkentésére különböző kezdeményezések történtek. A Népegészségügyi Termékadó (NETA) bevezetése Magyarországon 2011-ben történt meg. A törvény értelmében a tételiesen nevesített termékek után adót kell fizetni a vállalkozónak vagy az importőrnek. Ezen fogyasztási adót a termékek árába beépítik, így az alapvetően egészségtelennek tartott áruk ára növekszik. A törvény legfrissebb változatát 2022. július 1-én vezették be. A kiírás magába foglalja az alábbi termékeket: üdítőital, energiatital, előre csomagolt cukrozott készítmény, sós snack, ételízesítő, ízesített sör, alkoholos frissítő, gyümölcsíz, alkoholos ital, szörp.

Az élelmiszerek cukorcsökkentési programjához a Felelős Élelmiszerfeldolgozók Szövetsége (FÉSZ) is csatlakozott és 2014-ben indította útjának kezdeményezését, melynek célja, hogy a hazai vállalkozások a felelős termékfejlesztési politikájukkal járuljanak hozzá a belföldi lakosság egészségügyi állapotának javulásához. A résztvevő cégek önkéntes alapon vállalták a só-, energia-, transzzsír-sav-tartalom és hozzáadott cukor mennyiségének csökkentését.

A FÉSZ cukorcsökkentő programjának legfőbb támogatója a Magyar Ásványvíz, Gyümölcslé és Üdítőital Szövetség. Fő céljuk volt, hogy 2010-hez képest 2020-ra felére csökkentsék a Magyarországon forgalomba hozott alkoholmentes italok átlagos cukor- és kalóriatartalmát. Ezzel végül 43%-os csökkenést értek el. 2021-ben a sikerre tekintettel tovább folytatták az önkéntes vállalkozást. A 2010-es évhez viszonyítva az üdítőitalok átlagos cukor- és kalóriatartalma 45%-kal, az energiatartalma 22 kalóriára csökkent. A csökkentett kalóriatartalmú, illetve kalóriamentes alkoholos italok aránya 23%-ról 61%-ra emelkedett.

A megfogalmazott célok és vállalások eléréséhez a vállalkozók a cukrot édesítőszerekkel kezdték helyettesíteni. A fogyasztók idővel tudatosabbak lettek az édesítőszerekkel kapcsolatban, ezért ma már a természetes eredetűeket preferálják a szintetikus édesítő anyagokkal szemben. Az egyik ígéretes, energiamentes, természetes édesítőanyag a stevia. Azonban a 2011-es engedélyezése óta nyilvánvalóvá vált, hogy önmagában alkalmazva a felhasználása korlátozott, kombinációkban azonban kedvelt. Az új édesítőszer közül népszerű a szukralóz, bevezetéséről, használatáról azonban még kevés a tapasztalat. A fogyasztói kedveltség eléréséhez kutatások, fejlesztések szükségesek. Ezért is választottam a dolgozatomban témájaként a stevia és a szukralóz kombinált alkalmazásának vizsgálatát meggy- és málna nektárok esetében.

2. CÉLKITŰZÉS

A dolgozatomban legfőbb célkitűzése, hogy málna- és meggy nektárok esetében vizsgáljam a stevia és a szukralóz édesítésre való alkalmazhatóságát.

A kísérleti munkám során a két édesítő anyag különböző arányú kombinációit a szacharózhhoz hasonlítottam.

A célom volt, hogy megvizsgáljam az élelmiszeriparban eddig kevésbé elterjedt szukralóz felhasználási lehetőségeit, és viselkedését steviával kombinálva hőkezelt gyümölcsnektárok tárolása során. Célom volt továbbá, hogy javaslatot tudjak tenni az optimális édesítőszer arányra a meggy- és málna nektárok esetében. Ennek eléréséhez hat hónapon keresztül, összesen négy időpontban mértem a különböző édesítőanyagokkal készült málna- és meggy nektárok pH értékét, zavarosságát, vízdoldható szárazanyag tartalmát, színét, atocianin- és polifenol tartalmát, antioxidáns kapacitását, valamint az érzékszervi tulajdonságait.

3. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

Ezen fejezetben bemutatom a cukorfogyasztás szokásait, hatásait és adatokon keresztül igyekszem érzékelhetővé tenni mértékének fontosságát. Továbbá ismertetem az édesítő anyagok csoportosítását, amiből a fókuszban a kísérlethez felhasznált szukralóz és sztevia állnak, valamint bemutatásra kerülnek a kísérleti gyümölcs alapanyagok is, mint a málna és a meggy.

3.1. Cukorfogyasztási szokások

Az édes íz érzékelése egy veleszületett tudás minden embernél. Ezen okból kifolyólag a preferálása is természetes dolog (Das és Chakraborty, 2016). A cukorbevitel egy hedonikus, élvezeti cselekmény, amihez hozzá járul, hogy gyakorta egy jutalmazási forma is, ami miatt még inkább pozitívnak érzékeljük az ízlelését. Ezen tényekből kifolyólag túlzott cukorbevitt követhetünk el, ami káros a szervezetünkre nézve.

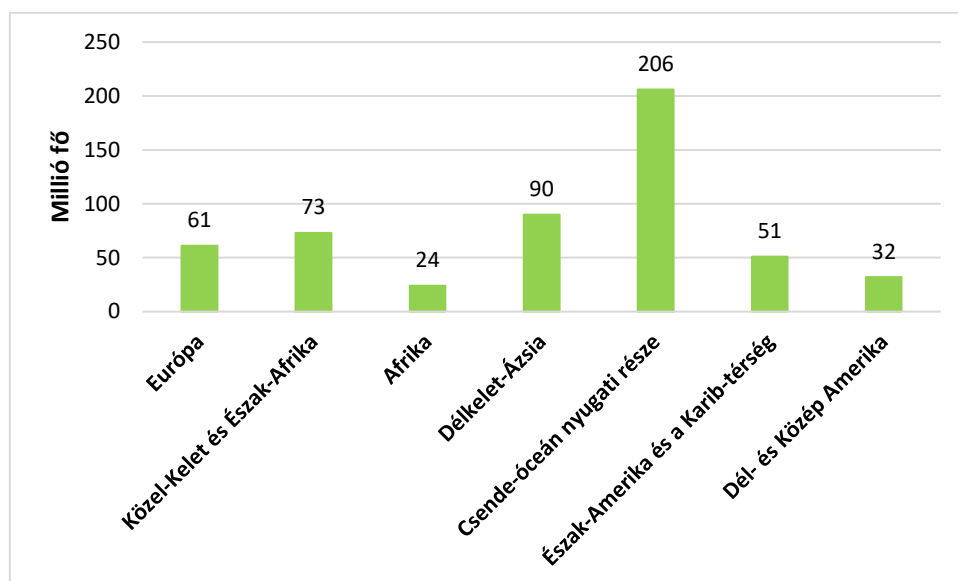
Egyre több különféle kutatás támasztja alá napjainkban a tényt, miszerint a túlzott cukor bevitel nem egyszerűen a kalóriabevitelre hat az emberi testen belül. Lényeges még megjegyezni, hogy ez indukálja az összes olyan betegséget, ami kapcsolódik a metabolikus szindrómával. Ide tartoznak többek között a magasvérnyomás és trigliceridszint, inzulinrezisztencia, diabétesz. Mivel az agyra is hat, így ösztönzi a későbbi újra bevitelt, azaz akár függőséget okozhat egyes embereknél. Végül még elengedhetetlen megjegyezni, hogy a társadalomra egyfajta negatív hatást gyakorol, ami a gazdaságban és az egészségügyben mutatkozik meg (Lustig és munkatársai, 2012).

Magyarországon a leggyakrabban előforduló betegségek, amiket a cukorbevitel okozhat a szív- és érrendszeri - ami hazánkban a halálozások több mint felét okozzák -, a daganatos és a magasvérnyomásos megbetegedések. Továbbá ide tartozik még az elhízás, ami a túltápláltságból ered, amikor is a táplálkozás során az energia felvétel tartósan meghaladja a szükséges szintet, illetve a cukorbetegség (Szabó, 2012).

Az I-es típusú cukorbetegség egy krónikus anyagcsere betegség. Az inzulin hiányában jön létre, amit inzulinkezeléssel az életben maradás érdekében pótolni kell. A hasnyálmirigyben, a béta-sejtek pusztulásából eredeztethető (Thompson és Bhushan, 2021). A gyermekek körében az egyik leggyakoribb krónikus betegségnek számít. Megfelelő diétával szabályozható, lényeges, hogy a vércukor szint ingadozását minimalizáljuk.

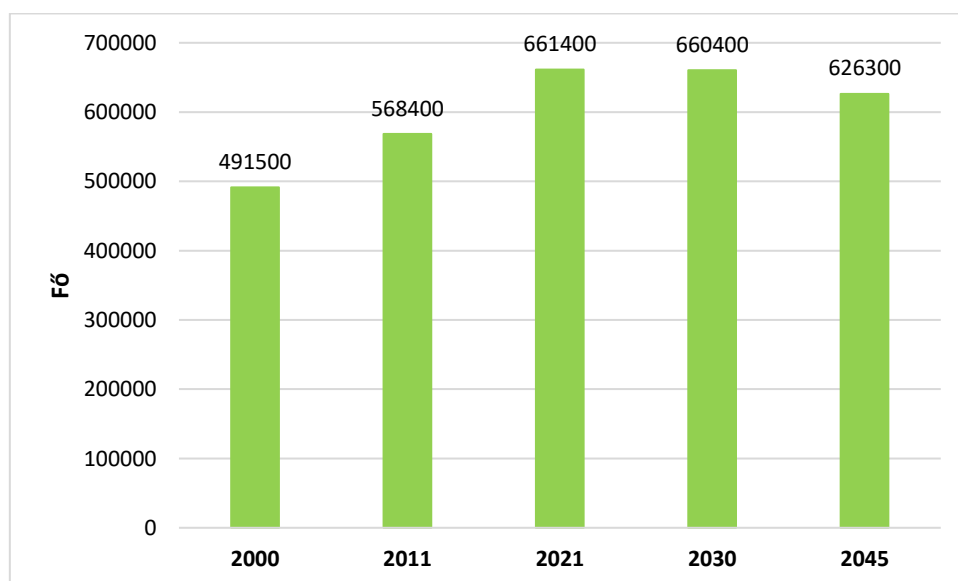
A II-es típusú cukorbetegség a hasnyálmirigyben fellelhető béta-sejtek nem rendeltetésszerű működése és a inzulinrezisztens célszervek okozta relatív inzulinhiány jellemzi. Ez lassan

alakul ki, főleg a túlsúlyos, idős embereknél és a cukorbetegségben szenvedők több mint 90%-át teszik ki (Chatterjee és munkatársai, 2017). Megfelelő diétával ugyancsak kontrollálható.



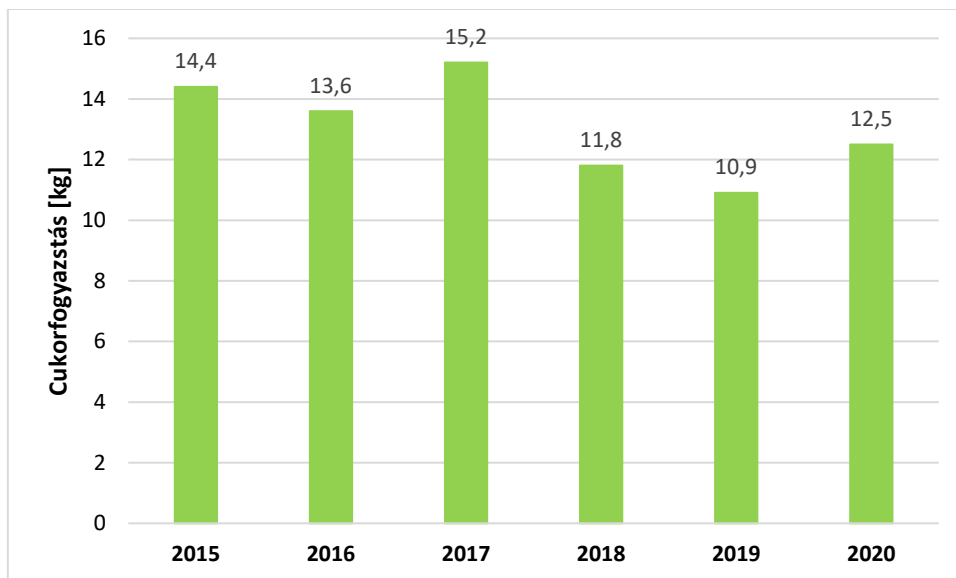
1. ábra: Cukorbetegek száma a világon 2021-ben az IDF (International Diabetes Federation) szerint (Internet 1)

A világon 537 millió felnőtt (20-79 éves) él diabéteszsel, ami azt jelenti, hogy 10-ből 1 személyt érint. 2021-ben 6,7 millióan haltak meg a betegségben, valamint 966 milliárdos egészségügyi kiadást hozott magával. (Internet 1)



2. ábra: Magyarországon a diabéteszesek száma az IDF adatai alapján (Internet 2)

Európában a diabéteszesek száma 61 millió fő (1. ábra), ebből 661400 fő Magyarországon él. A 2. ábra szerint a 2021-es évet követően a jövőre tekintve csökkenni fog a cukorbetegség száma hazánkban.



3. ábra: Az egy főre jutó éves cukorfogyasztás mennyisége kilogrammban (Internet 3)

A 3. ábrán a KSH adatai alapján jól látható, hogy Magyarországon 2018 után a cukorbevitel éves szinten szignifikánsan csökkent.

Az emberek által bevitt mennyiséghez képest a WHO (World Health Organization) (Internet 4) ajánlása szerint egy átlagos felnőttnek maximum 50 g szabad cukorra van szüksége. A kötetlen cukor bevitelét csökkenteni kell az elfogyasztott fizikai kalóriának a 10%-a alá, ezzel redukálva az egészségtelen súlygyarapodást és a fogszuvasodás lehetőségeit. Ezen felül a szervezet úgy véli, hogy célszerűbb lenne ezt a százalékot még lejjebb, egészen 5% alá levinni.

Élelmiszereink cukortartalmának csökkentése érdekében Magyarországon a Felelős Élelmiszergyártók Szövetsége (FÉSZ) kezdeményezte tagjai körében az önkéntes cukortartalom csökkentését (Internet 5). Elsőként a Magyar Ásványvíz, Gyümölcslé és Üdítőital Szövetség csatlakozott a programhoz, vállalásuk alapján az alkoholmentes italok átlagos cukor- és kalóriatartalmát 2020. év végéig jelentősen csökkentik a 2010-es értékekhez képest. A program sikeres volt és a szövetség 2022-es közlése alapján (Internet 6) a tagok önkéntes vállalásai által 2021-ben tovább csökkent a hazai üdítőitalok és gyümölcslevek átlagos cukor- és kalóriatartalma, 2010-hez képest a csökkenés már 45%-os. A csökkentett kalóriatartalmú és kalóriamentes italok aránya 23%-ról 61%-ra emelkedett az alkoholmentes

italkategórián belül. 2010-ben az üdítőitalok 100 milliliterre vetített átlagos energiatartalma 40 kalória volt, ma már csupán 22 kalória.

3.2. Édesítési lehetőségek

Az édesítő anyagokat a következőképpen tudjuk négy csoportra osztani: mesterséges vagy természetes, energiát adó vagy nem adó édesítő anyagok. Ezen alpont hangsúlya a méréshez felhasználható szukralózon és stevián lesz, továbbá az energiamentes megoldásokon, mivel a dolgozatom fő témája ezen csoportba tartozik.

3.2.1. Mesterséges, energiamentes édesítőszer

Jellegzetességük, hogy a fogyasztással nem viszünk be energiát, emellett E-számmal is rendelkeznek, valamint adalékanyagoknak számítanak.

A kalóriamentes édesítőszer az édes vegyületek változatos csoportját alkotják. Ezekből csak kisebb mennyiséget ajánlott fogyasztani. A felesleges kalória kiszorítására kiválóan hasznosítható, ezzel elkerülve a túlzott energiabevitelt, a testsúly gyarapodását. Állatkísérletek során arra a feltételezésre jutottak, hogy hatással van a bélrendszerre, valamint a glükóz kontrollra, de ezt emberek esetén nem tudták még bizonyítani. Különböző vizsgálatok kimutatták, hogy ha nem az előírt mennyiségben fogyasztjuk, hanem annál többet, akkor a cukorhelyettesítő jótékony hatása a visszájára fordul, ezzel anyagcseréből kifolyó betegségeket okozva, mint a cukor-, szív- és érrendszeri betegségek (Chatterjee és munkatársai, 2017).

Az adalékanyag fogalmát a 1333/2008/EK rendeletet úgy fogalmazta meg, hogy: „bármely olyan anyag, amelyet – tekintet nélkül arra, hogy van-e tápértéke vagy sem – élelmiszerként önmagában általában nem fogyasztanak és nem használnak élelmiszerek jellemző összetevőjeként, továbbá amelynek az élelmiszer gyártása, feldolgozása, elkészítése, kezelése, csomagolása, szállítása vagy tárolása során az élelmiszerhez technológiai célból történő szándékos hozzáadása azt eredményezi vagy ésszerűen elvárhatóan azt eredményezheti, hogy önmaga vagy származékai közvetlenül vagy közvetve az élelmiszer összetevőjévé válnak”

Az élelmiszeripari felhasználásukat meghatározza a 1333/2008/EK rendelet, mely „rendelkezik az élelmiszerekben való használatra jóváhagyott élelmiszer-adalékok uniós jegyzékének létrehozásáról és az adalékok használati feltételeinek megállapításáról.”

Ezenfelül az 1129/2011/EU rendeletet is figyelembe kell venni, ami az 1333/2008/EK európai parlamenti és tanácsi rendelet II. mellékletének az élelmiszer-adalékok uniós jegyzékének létrehozásával történő módosításáról értekezik.

A kategória képviselői: szacharin, ciklamát, aszpartám, aceszulfám-K, szukralóz, neotám.(1. táblázat) Az édesítő erejük eltér egymástól, ahogyan az ADI értékük is, azaz az a mennyiség, amely naponta, egy életen át történő bevitele esetén még nem jelent egészségügyi kockázatot.

1. táblázat: A szintetikus előállított, kalóriamentes édesítőszer jellemzői (1333/2008/EK alapján)

Megnevezés	E-szám	Édesítő ereje	ADI (mg/kg)
szacharin	E954	300-400	2,5
ciklamát	E952	40-50	7
aszpartám	E951	180-200	40
aceszulfám-K	E950	150-200	9
szukralóz	E955	600	15

3.2.2. Stevia, mint természetes édesítő anyag

A Stevia nemzetségbe megközelítően 150-300 faj tartozik. Közülük a legismertebb a *Stevia rebaudiana* Bertoni (jázminpakóca, édesfű, édes levél), amely a fészkesek családjába tartozik (4. ábra). Dél-Amerikában őshonos, ahol már több száz éve felhasználják a gyógyászati célokra, italok édesítésére, mint a zöld gyógytea és a maté tea készítésénél. Az Egyesült Államok déli, Paraguay északkeleti, Brazília délkeleti részén, Mexikóban, Közép-Amerikában, a dél-amerikai Andokban és a brazil felvidéken is gyakori napjainkban (Kemenczei és munkatársai, 2016).

Annak ellenére, hogy az őslakosok már az írott történelem előtt is felhasználták a növény leveleit, maga a stevia tudományos felfedezése az 1500-as évek környékén történt egy spanyol tudós, Petrus Jacobus Stevus személyében. Ismerté az 1800-as években vált egy Paraguayba vándorló természettudós végett, aki először írt a növényről egy botanikai szaklapban. Azonban élelmiszeripari célokra mindössze 1970-es évek óta kezdték el hasznosítani Japánban, ahol a mai napig a legnagyobb mennyiségben használják fel világszerte. Európában az 1970-es és 1980-as években tört be a köztudatba a gyógynövényboltok által. Jelenleg a Föld több részén is termelik, mint Paraguay, Mexikó, Közép-Amerika, Japán, Kína, Malajzia, Dél-Korea, Spanyolország, Belgium, Egyesült Királyság (Kemenczei és munkatársai, 2016).

A stevia kivonat (5. ábra) nagy mennyiségben tartalmaz szteviol-glikozidokat, amik édesítő hatásúak, továbbá úgy tartják, hogy antioxidáns, gomba- és mikroba pusztító befolyással is rendelkeznek. Mindezek mellett terápiás tulajdonságokkal is bír. Tartalmaz még folsavat, C-vitamint, valamint az összes nélkülözhetetlen aminosavat, kivéve a triptofánt. 200 °C-ig hőstabilak jellemzően (Lemus-Mondaca és munkatársai, 2012). Kissé kellemetlen,

édesgyökérre emlékeztető íze van kesernyés vagy édeskés utóízzel, amiért részben a jelen lévő illóolajok, tanninok (csersav) és flavonoidok felelnek. Tisztítással a nem kívánt ízek eltávolíthatók (Samuel és munkatársai, 2018).



4. ábra: *Stevia rebaudiana* Bertoni növény
(Internet 7)



5. ábra: Stevia (Internet 8)

Ezen anyag a természetes eredetű, energiamentes édesítőszer-csoportjába tartozik. Nagy intenzitású, körülbelül háromszázszor édesebb, mint a szacharóz. Alapjában véve egy fehér, kristályos, szagtalan por (Kroyer, 2010). A JECFA (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives) (Internet 9) legfrissebb, 2019-es adata szerint az ADI értéke 4 mg/kg. A szteviol glikozidok (E960), mint adalékanyag megjelent már a 1333/2008/EK rendeletben is, azonban az igazi áttörést az élelmiszeripari feldolgozhatóságában a 2011. november 11.-én kiadott 1131/2011/EU rendelet hozta, ami az 1333/2008/EK európai parlamenti és tanácsi rendelet II. mellékletének a szteviol glikozidok tekintetében történő módosításáról értekezik. Itt kategóriákba foglalva meghatározzák, hogy mely élelmiszerekhez milyen mennyiségben adható.

A fogyasztók által a stevia, mint édesítőszer elfogadottabb, mivel természetes eredetű. Valójában a természetes és mesterséges anyagok kockázat becslése között nincs szignifikáns eltérés, mégis a laikus vásárlók a szintetikus anyagokkal szemben sokkal ellenszenvesebbek, gyanakvóbbak (Kemenczei és munkatársai, 2016).

3.2.3. Szukralóz

A felfedezésének a története visszanyúlik egészen az 1960-as évekbe, amikor a Tate & Lyle és más cégek összedolgoztak, hogy elkezdjék feltárni a cukornak más, nem mindennapi felhasználásának a lehetőségeit. Ezen kezdeményezéshez később, az 1980-as évek végén

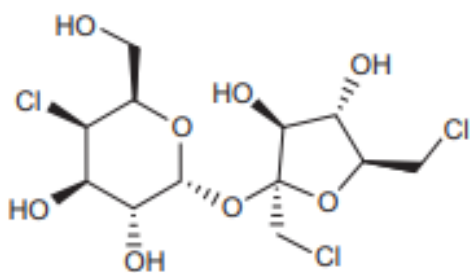
csatlakozott a University of London-hoz tartozó Queen Elizabeth Collage. A tervük az volt, hogy a különböző szacharóz származékoknak az édesítő hatásukra kísérleteket, vizsgálatokat végezzenek. Különös figyelmet fordítottak a halogénezett formátumokra. Arra a következtetésre jutottak, hogy a molekula szelektív halogénezése képes megváltoztatni az édes íz érzetének az intenzitását. A halogének közül a leghatékonyabbaknak a klór és a bróm bizonyult. A fluorral is próbálkoztak, de az nem aratott nagy sikert, mivel nehéz kezelni, ezért nem praktikus és kevésbé is hatékony, mint a klór (Knight, 1994).

A fejlesztés legígéretesebb vegyülete szukralóz lett, aminek az alapja a szacharóz, melyből többlépcsős szintézissel és szelektív klorinálással szintetizálták. A molekula a szerkezete alapján 1,4,6-triklór-galakto-szacharóz nevet kapta (Lugasi, 2016). Az újdonnal felfedezett vegyületnek hétköznapi névként eredetileg a galaktoszacharóz gondolták.

Mivel az új édesítőszer emberi fogyasztásra szánták, így maga a termék kifejlesztése csak a kezdet volt. Egy új termék tesztelésére szigorú sztenderdek vannak, amiket teljesítve kerülhetett kizárólag forgalomba. Indítványoztak is egy programot, melynek keretében adatokat gyűjtöttek, hogy megállapíthassák mennyire biztonságos az adott anyag, illetve emberi fogyasztásra valóban alkalmas-e. Természetesen ezen kutatásban az állatkísérletek nagy segítséggel voltak. Végül 1991-ben Kanada elsőként elfogadta a használatát 13 étel és ital csoportban, majd 1998-ban a WHO is jóváhagyta. Az EU 2003-ban engedélyeztette, napjainkban már világszerte elfogadott (Knight, 1994).

A szukralóz (6. ábra) egy mesterséges, kalóriamentes édesítőszer. E-száma 995, ízprofilja a cukoréra emlékeztet. 600-szoros az édesítő ereje. Fehér (tört fehér), szagtalan, kristályos por (7. ábra). ADI értéke 0-15 mg/kg között ingadozik. A kedvező tulajdonságai miatt az élelmiszeriparban széles körben hasznosítják, például sült termékekben, jégkrémekben, tejtermékekben, italokban, édességekben, desszertekben, lekvárokból vagy konzervekben. Ezekon felül háztartási édesítőszerként is forgalmazzák fogyasztói kiszerelésben (Lugasi, 2016).

Vízben jól, az alkoholos oldatokban, mint például metanolban vagy etanolban kevésbé, valamint etil-acetátban enyhén oldódik. Alacsony és magas hőmérsékleten is stabil, olvadás pontja 129-130 °C körülire esik. Mivel széles pH és hő tartományban is stabilitást mutat, ezért kitűnően alkalmazható sütéshez, illetve olyan termékekhez, melyek hosszabb eltarthatóságot igényelnek. Egyéb pozitív tulajdonságai, mint az íze, a biztonságossága, az energia tartalma, miatt kedvezőbb megítélése van egyes, hasonlóan alacsony kalóriatartalmú társaival szemben (AlDeeb és munkatársai, 2013).



6. ábra: 1,4,6-triklór-galakto-szacharóz
(Internet 10)



7. ábra: Szukralóz (Internet 11)

Az emberi szervezetbe jutva, az nem cukorként ismeri fel, ezért nem metabolizálódik. Csekély része, közel 15%-a szívódik fel a bélrendszerből. Ennek jelentős része változatlanul távozik a testből, azonban egy kisebb hányada átalakuláson megy keresztül, ami által a vesén át fog kiválni glükuronid konjugátumok formájában és vizelettel kiürül (Lugasi, 2016).

3.3. A gyümölcsök jelentősége

A gyümölcsfajokat 5 csoportba tudjuk sorolni: almatermésűek (alma, körte, birs, naspolya), csonthéjasok (szilva, meggy, cseresznye, őszibarack, kajszibarack), bogyósok (málna, szeder, szamóca, piros ribiszke, fekete ribiszke, egres, áfonya), héjasok (dió, mandula, mogyoró, gesztenye) és vadon termők (csipkebogyó, feketebodza, homoktövis, berkenye, kökény, húsos som).

A piros színű pigmenteket tartalmazó gyümölcsök egy kifejezetten változatos csoport. Lehetnek pirosak, kékek vagy lilák, kicsik vagy nagyok. Kedveltségük főleg az intenzív színükből, kellemes textúrájukból és egyedi ízükből ered. Kényes gyümölcsök, ebből következően megfelelő fokozatú odafigyelés kell a betakarításukhoz, tárolásukhoz és szállításukhoz. Epidemiológiai tanulmányok kimutatták, hogy befolyásuk van a krónikus betegségekre, fokozzák a kognitív funkciókat (pl: javítja az idősök memóriáját) (Manganaris és munkatársai, 2014).

A helytelen életmódból következő betegségek kockázatát csökkenthetik, mint a szív- és érrendszeri betegségeket, a rák, valamint ráhatással vannak a reumás ízületi gyulladásokra, tüdőgyulladásra, szürkehályogra, Parkinson-kórra és az Alzheimer-kórra. Ezen hatásokért a kutatók úgy vélik, hogy főleg a fitokémikáliák, illetve az antioxidáns hatású E- és C-vitaminok, antocianinok, fenolsavak, tanninok a felelősek. Eredményességük abból ered, hogy oxigén kötő

képességgel rendelkeznek, aminek következtében megkötik a nemkívánatos gyököket, gátolják az enzim aktivitást, a fémekkel képzett komplex képződését, melyek katalizálnák az oxidációs folyamatokat. Ezekre a gyümölcsökre gyakran úgy is hivatkoznak, mint természetes funkcionális élelmiszerek, a magas természetes antioxidáns tartalmuk miatt (Szajdek és Borowska, 2008).

A gyümölcsökben található polifenolok közül különleges helyet foglalnak el a vízzoldható antocianinok. Kiemelkedően magas antocianin koncentrációval rendelkeznek többek között az arónia, fekete áfonya, a szőlő, a fekete bodza és a szeder. Főleg a termések külső rétegeiben, sejt szinten a sejtnedvüregben változó méretű granulátumként találhatók, azonban a sejtfalak és a gyümölcs hús sok esetben kevesebb színyanyagot tartalmaznak. Az antocianinok összetétele és mennyisége a fajtától függ (Szajdek és Borowska, 2008).

A szakdolgozatom kísérletéhez a gyümölcsök közül a meggyet és a málnát használtam, így a továbbiakban ezeket ismertetem részletesebben.

3.3.1. Meggy (*Prunus cerasus* L.)

A meggy (8. ábra) őshonos gyümölcs Délkelet Európában és Nyugat-Ázsiában. Eredetileg a Fekete-tenger és a Kaszpi-tenger térségéből származhat, de már az ősi időkben elterjedt Európában. A cseresznyével szoros rokonságban van, aminek az egyik bizonyítéka, hogy a vadcsersznye (*Prunus avium* L.) és a csepleszmeggy (*Prunus fruticosa* Pall) keresztezéséből jött létre (Loescher, 2016).

2. táblázat: A meggy beltartalmi értékei 100 grammra vetítve (Rodler, 2005)

Energia (kJ/kcal)	Fehérje (g)	Zsír (g)	Szénhidrát (g)	Kálium (mg)	Foszfor (g)	Kalcium (mg)	Nátrium (mg)
218/52	0,8	1,4	11	186	50	31	4,7

A meggyet két csoportra szokás osztani a héjuk, a levük színe, valamint az alakjuk alapján: amarellok, amik lapított formájúak, halvány színű héjjal és színtelen lével, illetve morellok, melyek gömb vagy szív alakúak, sötétvörös héjjal és lével rendelkeznek (Serradilla és munkatársai, 2016).



8. ábra: Meggy gyümölcs (Internet 12)



9. ábra: Meggyfa (Internet 13)

Ezen gyümölcs lombhullató fákon (9. ábra) terem, melyek a mérsékelt övi éghajlatot és a vele járó elkülönülő több évszakot preferálják, ahol érvényesül a téli fagy és a nyári aszály hatásai. A legmeghatározóbb klimatikus tényezők a faj számára a hőmérséklet, a szél, a csapadék. A hirtelen, szokatlan környezeti változásokra érzékeny (Serradilla és munkatársai, 2016).

Az Amerikai Egyesült Államokban és Nyugat-Európában termesztett meggyet rendszerint gépi úton takarítják be, feldolgozási céllal értékesítik őket. Az élelmiszeriparban elsősorban fagyasztják vagy konzervet gyártanak belőle, de jellemzőn feldolgozzák, mint szárított gyümölcs, lé, alkoholos italok, lekvár vagy joghurt formájában is (Loescher, 2003).

Napjainkban a legjelentősebb termesztő területek: Lengyelország, Oroszország, Törökország, Ukrajna, USA (Loescher, 2003).

A meggy pirosas színe a benne található antocianinnak köszönheti. A legkiterjedtebb értelmezés szerint 6 eltérő antocianint tartalmaz, cianidin-3-glukozilrutinozidot, cianidin-3-soforozidot, cianidin-3-glükózidot, cianidin-3-rutinozidot, cianidin-3-ciklosil-rutinozidot és peonidin-3-rutinozidot. A fő komponens a cianidin-3-glukozilrutinozid. Az összes antocianin tartalma előzetes vizsgálatok alapján 278 és 804 mg/l közé tehető. Ezen érték változó, mivel fajtákon belül eltérő a teljes antocianin tartalom, valamint a frakciók száma (Damar és Eksi, 2012).

3.3.2. Málna (*Rubus idaeus* L.)

A málna (10. ábra) napjainkban a mindennapi élet része, főleg a diétázók preferálják az étrendjük részeként. Számos táplálék kiegészítő elérhető a piacon, amelyik málna kivonatot tartalmaznak az immunrendszer támogatására, valamint a felső légúti fertőzések időtartalmának a csökkentésére (Krauze-Baranowska és munkatársai, 2014).

3. táblázat: A málna beltartalmi értékei 100 grammra vetítve (Rodler, 2005)

Energia (kJ/kcal)	Fehérje (g)	Zsír (g)	Szénhidrát (g)	Kálium (mg)	Foszfor (g)	Kalcium (mg)	Nátrium (mg)
122/29	1,2	0,8	5,4	172	45	27	4

A *Rubus* nemzetségbe tartozó fajokat a világ számos kontinensén termesztik. A mérsékelt övi erdőktől a trópusi éghajlatig a különböző fajok képesek megélni, azonban nem mindegyik alkalmas emberi fogyasztásra. Létezik szelíd és vad málna is (10-11. ábra), mindkettő hatalmas genetikai változatossággal bír. A növény különböző részeit dolgozzák fel, a szerint, hogy milyen hatást szeretnének elérni (Moreno-Medina és munkatársai, 2018).



10. ábra Vadmálna (*Rubus idaeus*)
(Internet 14)



11. ábra: Málna (*Rubus idaeus* L.)
(Internet 15)

A nemesítési folyamatok alatt a *Rubus idaeus* (10. ábra) kulcsfontosságú tényező volt. A fejlesztések során lényeges tulajdonságok voltak a keménység, szilárdság, a betegségekkel szembeni ellenállás, a méret és a termelékenység (Patamsyté és munkatársai, 2004).

Értékes vegyületekben gazdag növény, mint például aminosavak, egyszerű cukrok, polimerek, nukleotidok, zsírsavak. A másodlagos anyagcseretermékek kisebb mennyiségben képződnek (Moreno-Medina és munkatársai, 2018), azonban a kutatások kimutatták, hogy ezeknek antimikrobiális hatása van, sőt a málnának kiemelkedően magas ezen mechanizmusa. Továbbá gazdagon tartalmaz fenolos vegyületeket, főleg antocianinokat és ellagsavat (Krauze-Baranowska és munkatársai, 2014).

A jelentősebb pigmentjei a cianidin 3-glükózid, cianidin 3-sophorozid, cianidin 3-rutinozid, pelargonidin 3-glükózid és a pelargonidin 3-rutinozid, melyek az antocianinok közé sorolhatók.

4. ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK

4.1. Minták előkészítése

A minták elkészítéséhez alapul „A Magyar Élelmiszerkönyv 1-3-2001/112 számú előírása a gyümölcslevekről és egyes hasonló, emberi fogyasztásra szánt termékekről” című szabályozást használtam fel, mivel gyümölcsnektárokat készítettem.

4.1.1. Sűrítmények előkészítése

A gyümölcssűrítményeket a SIÓ ECKES Kft. bocsátotta rendelkezésre (12. ábra). A málna sűrítmény vízdoldható szárazanyag tartalma 61,2 ref% volt, amit 8 ref%-ra hígítottam vissza. A meggy-sűrítmény 66,2 ref%-os volt, ezt 13,5 ref%-ra hígítottam csapvízzel, majd refraktométerrel ellenőriztem (13. ábra).



12. ábra: Sűrítmények



13. ábra: Hígítása

4.1.2. Receptúra összeállítása

A sűrítmenyből visszahígított 100%-os levekből különböző összetételű nektárokat állítottam elő, ami az MÉ 1-3-2001/112 számú előírás szerint a málnánál 40%, meggy-nél 35% gyümölcstartalmat jelent. A mintajelölések a gyümölcsök első két betűjéből (MA és ME), valamint sorszámokból állnak.

A recepteket (4. táblázat) 1 liter kész mintára számítottam. Például a kontroll málna minta, azaz a MA1: 400 g lé+68 g cukor+532 g csapvíz.

4.1.3. Minták elkészítése

Miután kimértem a meggy-, illetve a málna levet, a megfelelő mennyiségű vizet hozzáadtam, és indukciós főzőlapon rozsdamentes edényben felmelegítettem 80 °C-ra, amit hőmérővel folyamatosan ellenőriztem. Az édesítőanyagokat a felfőzést követően adagoltam.

4. táblázat: A minták receptúrái

MA	Lé (g)	Édesítő anyag (g)	Víz (g)	MA (g)	Minta összetétele
MA1	400	68	532	68	cukor (kontroll)
MA2	400	0,0068	599,9932	0,0068	stevia
MA3	400	0,00625	599,9938	0,00625	szukralóz
MA4	400	0,09859	599,9014	0,098-0,00059	10 %stevia - 90% szukralóz
MA5	400	0,095	599,905	0,019-0,076	30% stevia – 70 %szukralóz
MA6	400	0,0572	599,9428	0,054-0,032	50% stevia – 50 %szukralóz
MA7	400	0,077	599,923	0,032-0,045	70% stevia - 30% szukralóz
MA8	400	0,0674	599,9326	0,058-0,0094	90% stevia - 10% szukralóz

ME	Lé (g)	Édesítő anyag (g)	Víz (g)	ME (g)	Minta összetétele
ME1	350	68	582	68	cukor (kontroll)
ME2	350	0,05275	649,9473	0,05275	stevia
ME3	350	0,00484	649,9952	0,00484	szukralóz
ME4	350	0,0838	649,9162	0,0833-0,0005	10 %stevia - 90% szukralóz
ME5	350	0,08	649,92	0,016-0,064	30% stevia – 70 %szukralóz
ME6	350	0,073	649,927	0,027-0,046	50% stevia – 50 %szukralóz
ME7	350	0,066	649,934	0,0275-0,0385	70% stevia - 30% szukralóz
ME8	350	0,0569	649,9431	0,049-0,0079	90% stevia - 10% szukralóz



14. ábra: Kész minták



15. ábra: 2100P TURBIDIMETER

A minták összeállítását követően 105 ml-es befőttes üvegekbe töltöttem a leveket a tárolási kísérlethez, illetve 220 ml-es üvegekbe az érzékszervi bírálatokhoz. Az üvegeket lezártam, majd a megfelelő kóddal láttam el.

Zárás után 10 percig 90-92 °C-on hőkezelttem a mintákat. A hőkezelési idő leteltével a mintákat fokozatosan lehűtöttem. A tárolás szobahőmérsékleten történt (14. ábra).

4.2. pH mérés

A pH mérést Testo 206 típusú automata pH mérővel végeztem.

A tok eltávolítása után bekapcsoltam, lemostam desztillált vízzel az elektródát és szárazra töröltem. A mintába helyezve az „ON” gomb megnyomásával elkezdtem a mérést. Mindegyik esetben három párhuzamos mérést végeztem.

4.3. Zavarosság (NTU=Nephelometric Turbidity Unit)

A zavarosság a folyadékok egyik optikai tulajdonsága. Az adott folyadék a rajta áthaladó fény egy részét a benne lévő vízben fel nem oldódott anyagok miatt nem enged át, hanem szétszórja, megtöri, illetve elnyeli. Az ISO (International Standards Organization) szabványa szerint a zavarosság egy minőség mutató, ami a folyadékban fellépő oldatlan anyagok és az áttetszőség összefüggését mutatja meg (Lambrou és munkatársai, 2009).

A zavarosság méréséhez a 2100P TURBIDIMETER (15. ábra) használtam. A hozzá tartozó üvegcsébe beletöltöttem az adott mintát, ráraktam a kupakját. A gépbe bekapcsolást követően úgy helyeztem bele, hogy a felületén lévő rombusz a foglalatban jelzett irány felé legyen, majd lecsuktam a készüléket. A „READ” gomb lenyomásával elindítottam mérést három ismétléssel, a kiírt eredményt feljegyeztem.

4.4. Vízoldható szárazanyagtartalom

A mérést egy digitális ATAGO DBX-55 refraktométerrel hajtottam végre. Előkészítésként a műszert desztillált vízzel nulláztam. Egy vegyszeres kanál segítségével a prizmat feltöltöttem a mintával, a start gomb segítségével elindítottam a mérést, aminek az értékét felírtam. Minden minta esetében 3 párhuzamos mérést végeztem.

4.5. Színmérés

Az élelmiszeripari termék színe a fogyasztók által először értékelt minőségi paraméter, ez alapján döntenek el, hogy elfogadják-e a terméket. A gyártók ezen paramétert gépekkel ellenőrzik. A sokféle színmeghatározás közül az élelmiszeripar leggyakrabban a CIE színrendszert használja, mivel ezen rendszer áll a legközelebb az emberi szemhez. A CIE színtere az alábbi három tényezőből áll össze: L^* a világossági tényező, a^* a vörös-zöld hányados és b^* a sárga-kék hányados (Markovic és munkatársai, 2013).

A színmérést Konica Minolta CR-400 digitális színmérővel (16. ábra) végeztem. A lével jelig felöntött küvettát a fehér lapka elé helyeztem és három egymás utáni mérést végeztem. Az L^* , az a^* és a b^* értékeit jegyeztem fel minden esetben.



16. ábra: Konica Minolta CR-400

A kapott értékekből színínger különbséget számítottam az alábbi képlet alapján (Klimczak, 2017):

$$\Delta E^* = \sqrt{(L_2^* - L_1^*)^2 + (a_2^* - a_1^*)^2 + (b_2^* - b_1^*)^2}$$

A kiértékelés az 5. táblázat alapján történt:

5. táblázat: A vizuális érzékelés és ΔE^* színekülönbség kapcsolata

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

4.6. Összes monomer antocianin tartalom meghatározása

Az összes antocianin tartalom meghatározását Giusti és Wrolstad (2001) pH differenciális módszere alapján végeztem. A módszer elve, hogy a monomer antocianin komponensek színe reverzibilisen változik a pH érték változásával. A szíнем oxónium forma pH 1,0, a színtelen hemiketál forma pH 4,5 értéken van jelen. A pigmentek 520 nm-en mért abszorbanciájának különbsége arányos a koncentrációjukkal. A polimer alakban lévő degradálódott antocianinok ellenállnak a színváltozásnak, függetlenek a pH értéktől, így mérni sem lehet őket, hiszen abszorbeálnak a két adott pH értéken.

A méréshez 2 reagens szükséges, a pH 1,0 puffer, ami egy 0,025 M kálium-klorid oldat, illetve a pH 4,5 puffer, ami 0,4 M Na-acetát oldat.

A pufferrel hígított minták (17. ábra) abszorbanciáját 520 nm és 700 nm is lemértem a vak mintával (desztillált víz) szemben, HITACHI U-2900 spektrofotométerrel.

Az antocianin pigmentek koncentrációját az alábbi képlettel határoztam meg, cianidin-3-glükózid egyenértékben kifejezve:

Antocianin koncentráció (cianidin-3-glükózid egyenérték, mg/l): $\frac{A * MW * DF * 10^3}{\epsilon * l}$, ahol

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

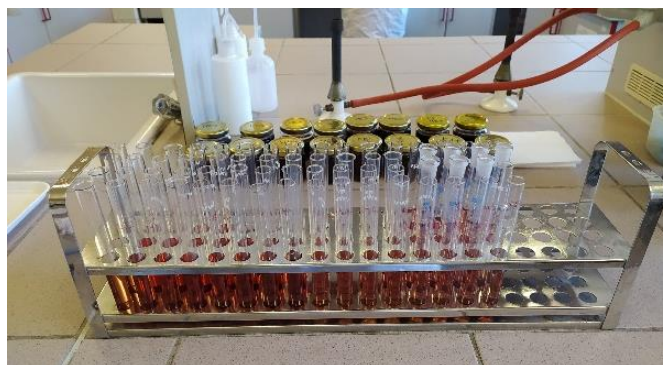
MW (cianidin-3-glükózid molekulatömege) = 449,2 g/mol

DF = hígítási faktor

10^3 = grammról miligrammra történő átváltás

ϵ (moláris extinciókoefficiens) = $26900 L * mol^{-1} * cm^{-1}$

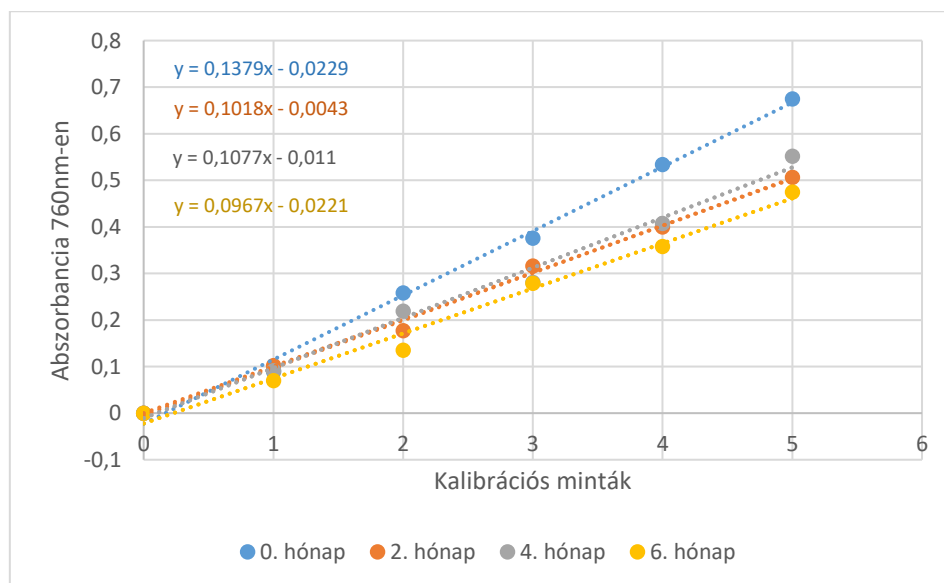
l = úthossz (cm)



17. ábra: Kész minták

4.7 Összes polifenol meghatározása Folin-Ciocalteu reagenssel

Az összes polifenol tartalom meghatározását Singleton és Rossi (1965) módszerével végeztem. A méréshez szükséges oldatok: Folin reagens (10 ml Folin+90 ml desztillált víz), MeOH:DV 80:20 arányú keveréke (40 ml metanol+10 ml deszt. víz), Na_2CO_3 oldat (7,42 g Na_2CO_3 +100 ml deszt. víz). A kalibrációs görbéhez (18. ábra) galluszsav standard segítségével hígítási sort (6. táblázat) készítettem (100 μl galluszsav standart+900 μl MeOH:DV).



18. ábra: Összes polifenol meghatározásához felhasznált kalibrációs egyenesek

A vakmintával szembe lemértem az öt kalibrációs pontot abszorbanciáját 760 nm-en HITACHI U-2900 spektrofotométerrel. Ezt követően került sor a minták mérésére. A reagens hatására keletkező vegyületek kék színűek, amelyek abszorpciós maximuma 760 nm-en van. A mért abszorbancia érték arányos a minta összes fenoltartalmával.

6. táblázat: Kalibráció és vakminta

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

A kapott adatokból az összes polifenol tartalmat az alábbi képlet alapján számítottam:

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

TPC: összes polifenol tartalom

A: abszorbancia

tgα: kalibrációs egyenes meredeksége

V_{összes}: végtérfogat

V_{minta}: bemért minta térfogata

H: alkalmazott hígítás

Az eredményt mg GE/l-ben adtam meg.

4.8. Antioxidáns kapacitás meghatározása, FRAP (=Ferric Reducing Ability of Palsma)

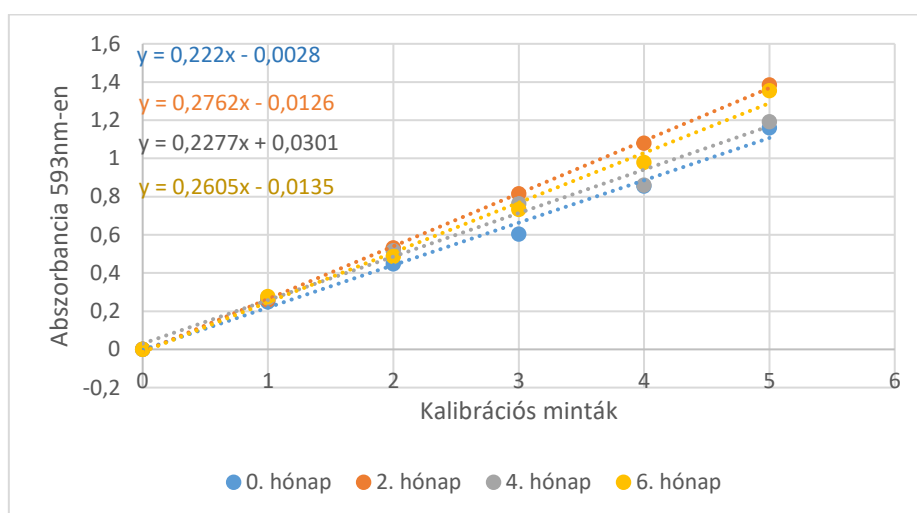
Az antioxidáns kapacitás meghatározása Benzie és Strain (1996) módszerével történt. A módszer elve, hogy a ferri-(Fe²⁺)-ionok az antioxidáns hatású vegyületek hatására ferro-(Fe²⁺)-ionokká redukálódnak, melyek alacsony pH-n a tripiridil-triazinnal komplexet képezve színes termékeket adnak. A Fe²⁺-TPTZ intenzív kék színű, így fotometriásan 593 nm-en mérhető. A FRAP értéket úgy kaphatjuk meg, hogy összehasonlítjuk a mintaextinció értékét 593 nm-en olyan reakcióeleggyével, aminek ismert a Fe²⁺ koncentrációja.

A méréshez szükséges reagensek: Na-acetát-puffer, FeCl₃ oldat (0,108 g FeCl₃*6 H₂O+20 ml deszt. víz), triazin oldat, azaz TPTZ. Ezekből állítottam össze pipettával a FRAP reagenst, ami 25 ml Na-acetát-puffer+2,5 ml FeCl₃ oldat+2,5 ml TPTZ. Ezt fóliával körbetekert, fénytől védett főzőpohárban tároltam.

Ezt követően aszkorbinsav segítségével kalibrációs görbét vettem fel a 7. táblázat alapján.

7. táblázat: Kalibráció és vakminta

	FRAP reagens (μl)	Aszkorbinsav (μl)	Desztillált víz (μl)
1	1500	-	50
2	1500	-	50
3	1500	10	40
4	1500	20	30
5	1500	30	20
6	1500	40	10
7	1500	50	-



19. ábra: Antioxidáns kapacitás meghatározásához felhasznált kalibrációs egyenesek

A kalibrációs pontok felvétele után (19. ábra), meghatároztam a megfelelő arányú összetételt: 10 μl minta+40 μl deszt. víz+1500 μl FRAP. Fontos figyelembe venni, hogy a végtérfogatnak mindig 1550 μl-t kell adnia. A mintákat HITACHI U-2900 spektrofotométerrel 593 nm-en mértem.

A kapott adatokból antioxidáns kapacitást számítottam minden egyes mintára az alábbi képlet alapján:

$$\frac{A}{tga} * \frac{V_{összes}}{V_{minta}} * H, \text{ ahol}$$

A: abszorbancia

tga: kalibrációs egyenes meredeksége

V_{összes}: végtérfogat

V_{minta}: bemért minta térfogata

H: alkalmazott hígítás

Az eredményt μg AS/100 ml-ben adtam meg.

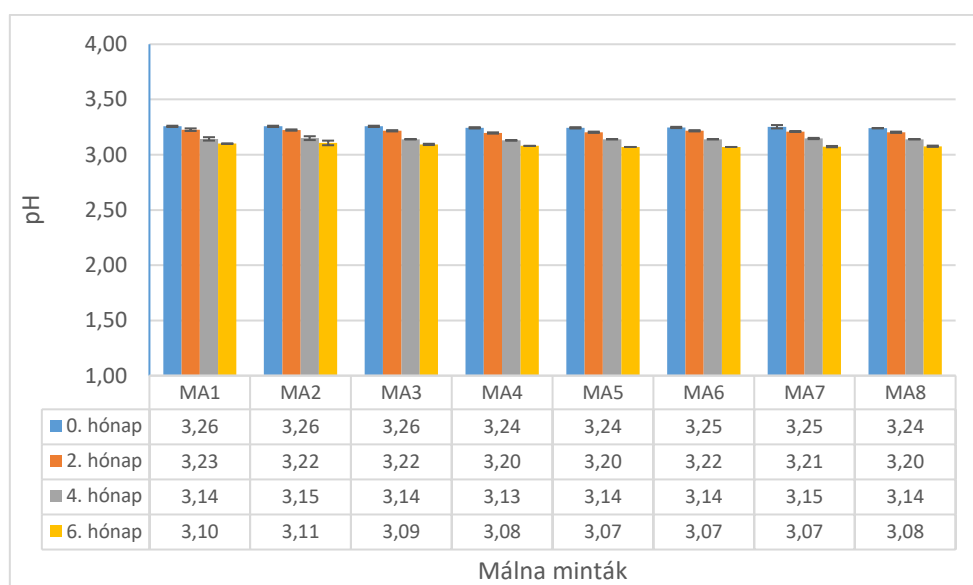
4.9. Érzékszervi bírálat

Érzékszervi vizsgálatot közvetlenül az elkészítés után és a hatodik tárolási hónap után végeztem. A laikus bírálókat 5 pontos rendszerben teszteltem, azaz egytől ötig lehetett pontot adni. Az egy a legrosszabb, az öt a legjobb értékelés. A figyelembe vett szempontok az alábbiak voltak: szín, illat, íz, állomány, illetve összbenyomás.

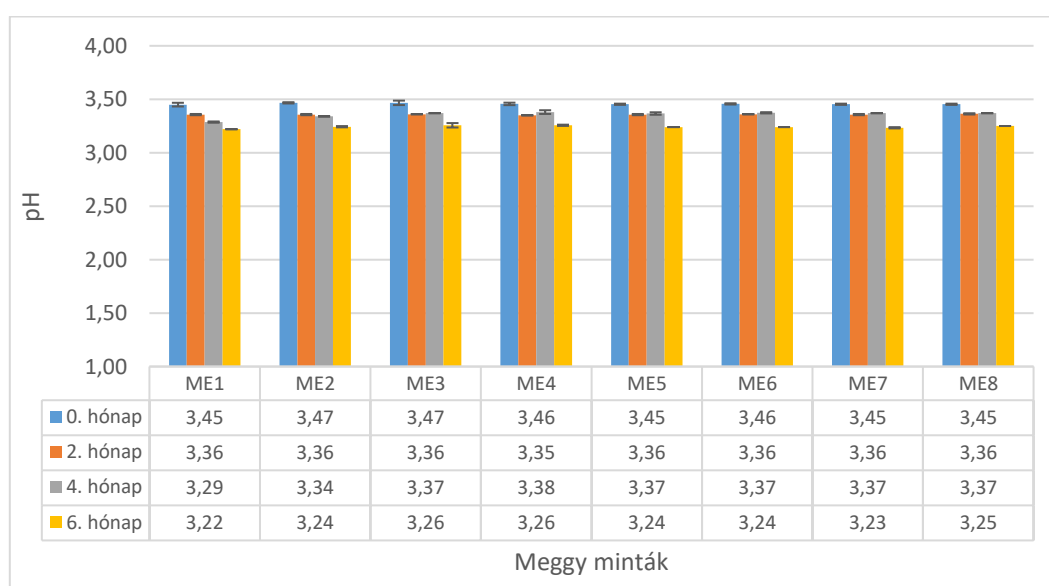
5. KÍSÉRLETI EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

5.1. pH mérés eredményei

A málna nektárok pH értékeinek tárolás alatti változásait a 20. ábrán láthatjuk. A vizsgált időintervallumban az értékek 3,26 és 3,07 között mozogtak, azaz savas tartományban. Az idő előrehaladtával folyamatos pH csökkenést tapasztaltam valamennyi minta esetében, mely kismértékű volt. A legnagyobb változás az MA5 esetén történt, 5,25%-kal csökkent a pH-ja, míg a legkisebb az MA2-nél következett be 4,6%-kal. a pH mérés aránylag egységes értékeket ad.



20. ábra: A pH érték változása málna nektárok tárolása során



21. ábra: A pH érték változása meggy nektárok tárolása során

A meggy minták esetében (21. ábra) a pH értékek a vizsgált időintervallum alatt 3,47 és 3,22 között mozogtak. A kiindulási és 2. hónapos adatok között csökkenés tapasztalható, míg a 2. és 4. hónapos adatok közel megegyeznek, a 6. hónapra újabb csökkenés lépett fel.

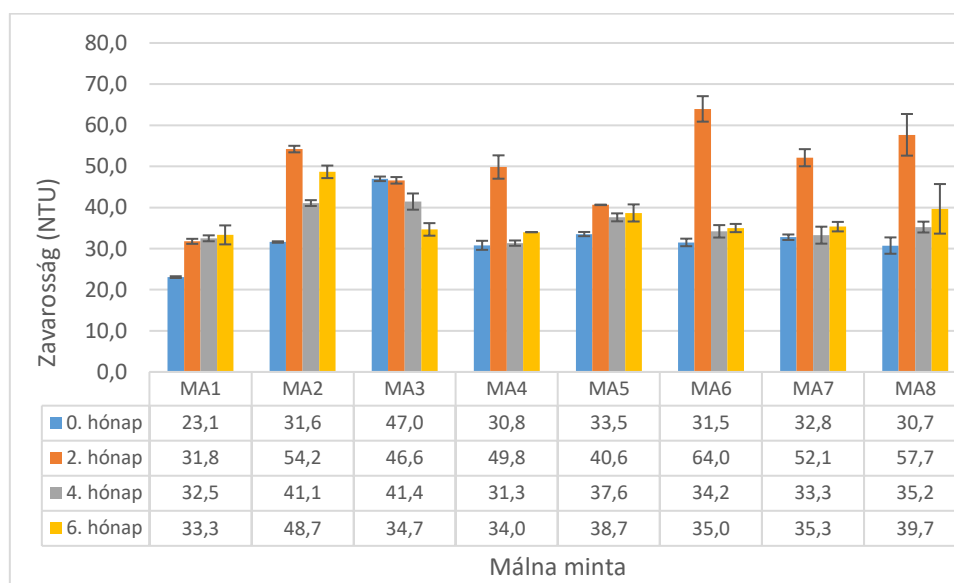
A meggy minták értékei magasabbak voltak a málna mintákhoz képest. A legnagyobb változást a ME1 mutatta 6,67%-kal, a legkisebbet 5,8%-kal az ME4 és ME8.

Összességében megállapítható, hogy valamennyi minta esetében a tárolás során csökkenés mutatkozott a pH értékekben. A málna nektárok esetében a csökkenés egyenletes, a meggy nektároknál lépcsőzetes a csökkenés tendenciája.

5.2. NTU (zavarosság) eredményei

A 22. ábra a zavarosság (NTU) értékeit szemlélteti a tárolás során málna nektárok esetében. Jól látható, hogy a tárolási idő előrehaladtával az értékek növekvő tendenciát mutatnak az MA3 (szukralóz) minta kivételével, melynél az értékek kezdetben kisebb mértékű, majd a 4. hónaptól intenzívebben csökkenő tendenciát mutatnak.

Az MA1 (kontroll minta) értéke a 2. hónapra emelkedett, de ezt követően stagnáló tendenciát mutatott.

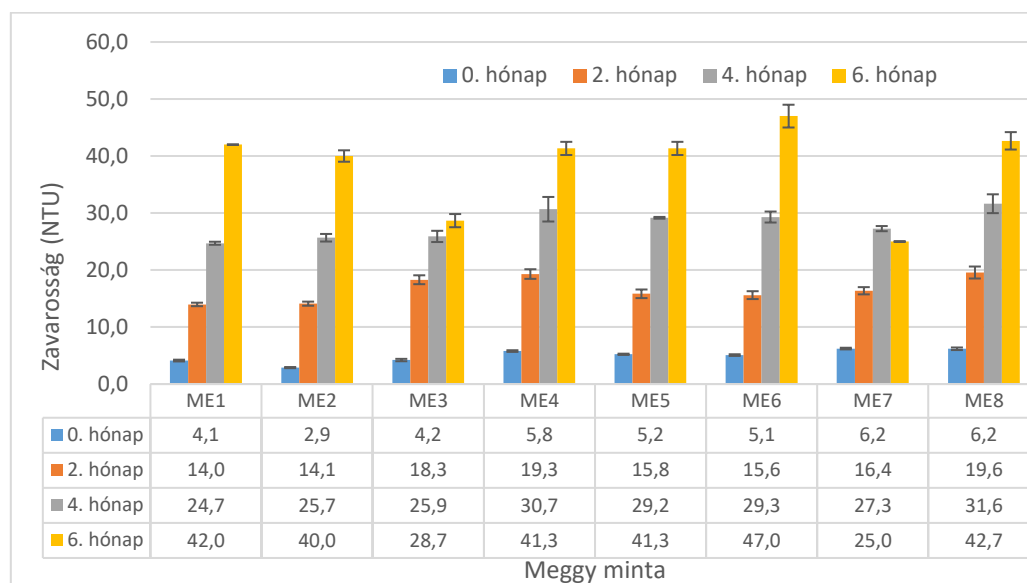


22. ábra: Málna minták NTU értékének változása a tárolás során

A legnagyobb kiugrást a második hónapban az MA6 minta mutatta 31,5-ről 64-re való ugrásával, ami több, mint a kétszerese. A legkisebb változás az MA3 mintánál volt tapasztalható, az értékek 47-ről 46,6-re csökkent, mely 0,85%-os változás.

A két hónap tárolás után jelentkező rendhagyó kiugró értéket követő csökkenés kizárólag a stevia tartalmú termékeknel jelenik meg. Mivel a meggy nektárok esetében ilyen változás nem lépett fel, az ok a málna egy olyan összetevőjében keresendő, ami a meggyben nincs jelen, vagy kisebb mértékben, pl. valamelyik sav-összetevő vagy színanyag komponens.

Az MA3 minta ellentétes változást mutatott, mivel itt csökkenés következett be. Azaz a számok alapján a kizárólag szukralózt tartalmazó minta a tárolás során egyre tisztább lett.



23. ábra: Meggy minták NTU értékének változása a tárolás során

A meggy minták (23. ábra) a málnával ellentétben minden esetben növekvő NTU értékeket mutattak. Itt kivétel az ME7, ahol a negyedik hónap 27,3-as értékéhez képest a hatodik hónapra minimális visszaesése történt.

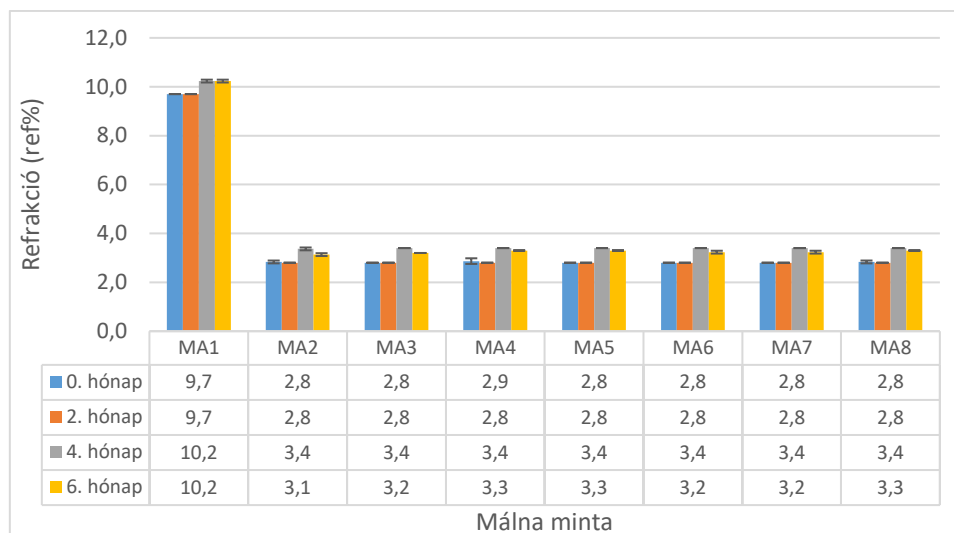
Legkevesbé az ME7 (25) és az ME3 (28,7) zavarosodott be, míg legjobban az ME6-os (47). A többi minta 6. hónapos értéke 40 és 42,7 közé tehető. A legnagyobb változás a ME6 mintánál történt, ahol a 9-szeresére nőtt az érték, míg a legkisebb az ME7, ahol 4-szeres a változás.

A legkedvezőbb a kiindulási minták értékei voltak, az ME2 mutatta a legkisebb értéket (2,9). Az tárolási idő múlásával azonban az ME7 minta (70% stevia – 30% szukralóz) a legkedvezőbb, ami a végezetül a legkisebb értéket, illetve változást mutatta.

Összességében a kiindulási értékek a meggy nektárok esetében kedvezőbbek (2,9-6,2), míg a málna nektárok esetében magasabb 23,1-47 közötti. Az édesítőszer használata a málna minták esetében nagyobb hatást mutatott az értékek tárolás alatti változására.

5.3. Vízoldható szárazanyag-tartalom eredményei

A málna nektárok eredményei a 24. ábrán láthatók. Az MA1-es minta mutatta a legmagasabb értékeket (9,7-10,2), mivel ez a minta tartalmazott hozzáadott cukrot. A tárolás alatt az első két hónapban az értékek nem változtak, majd a 4. hónapra növekedés tapasztalható, ami a 6. hónapra enyhén visszaz esik.



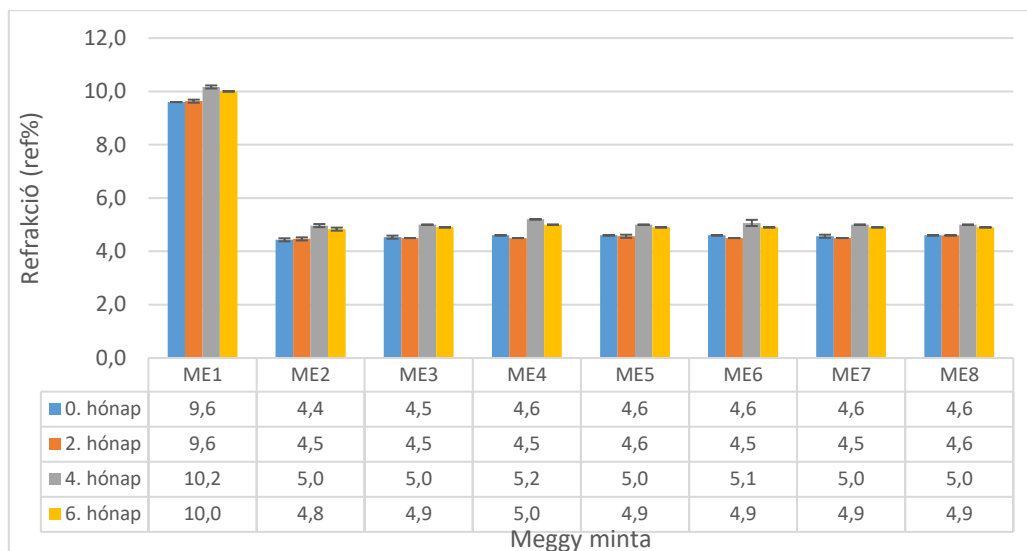
24. ábra: Málna minták vízoldható szárazanyag tartalmának változása a tárolás során

Az édesítőszerrel készült minták a kiindulási és a második hónapban jellemzően azonos értékeket vesznek fel. Növekedés a 2. és 4. hónap között történt, az MA2-estől az MA8-as mintáig 2,8-ról 3,4-re emelkedtek az értékek, ami 21,43%-os változás, majd a 6. hónapra nagyon kismértékű csökkenés (0,1-03 csökkenés) tapasztalható.

Tehát a változás tendenciája azonos a cukorral és az édesítőszerekkel készült mintáknál is, így a változás okát feltehetőleg a felhasznált málnalé összetevőiben kell keresni.

A meggy nektárok (25. ábra) esetében is hasonló változások voltak megfigyelhetők.

Az MA1 és ME1 közel azonos értékeket vesznek fel egyazon időponton belül. Az ME2-től az ME8-ig 4,4 és 4,6 ref% közötti értékeket mutattak a minták a kiinduláskor, ami magasabb, mint a málna esetében volt, ez a vízoldható szárazanyag tartalom magasabb értékével magyarázható. A sűrítmények visszahígításának szabályait az Magyar Élelmiszerkönyv 1-3-2001/112 számú előírása tartalmazza, melyet a kísérleteim során követtem. Ez alapul veszi a gyümölcsök friss állapotú refrakcióját, mely a meggy esetében magasabb.



25. ábra: Meggy minták vízdoldható szárazanyag tartalmának változása a tárolás során

5.4. Színmérés eredményei

5.4.1. Málna nektárok eredményei

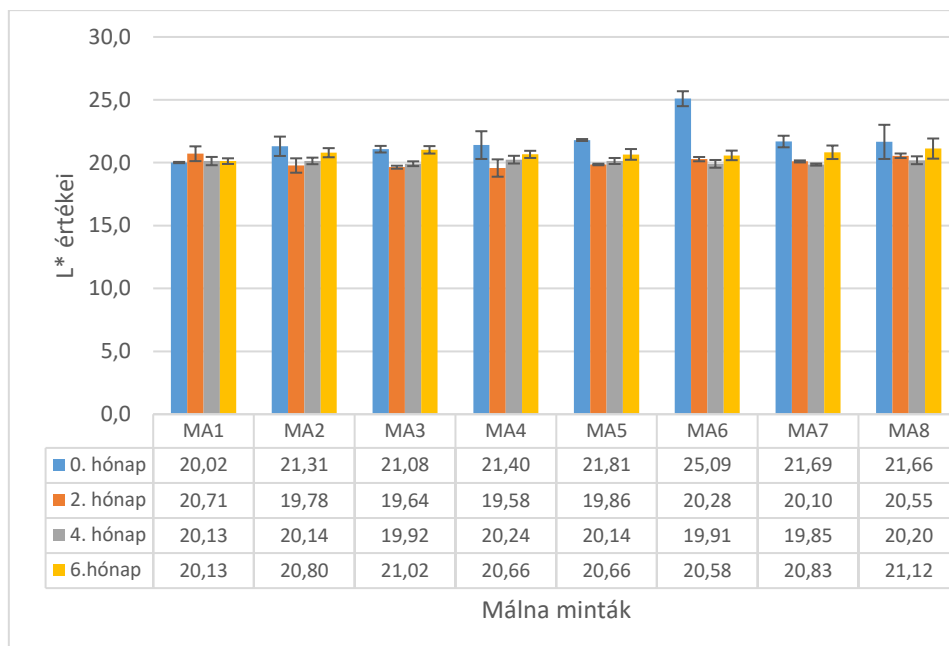
A 26. ábra a málna nektárok világossági tényezőjének (L^*) a változását mutatja az idő függvényében. A kiindulási adatok 20,02 és 25,09 értékeket mutattak, míg a második hónapra csökkenés, ezt követően újabb növekedés volt tapasztalható.

Kivétel az MA1, ahol a 2. hónapra növekedés történt, illetve az MA6, MA7 és MA8, ahol a negyedik hónapban visszaesés volt jellemző.

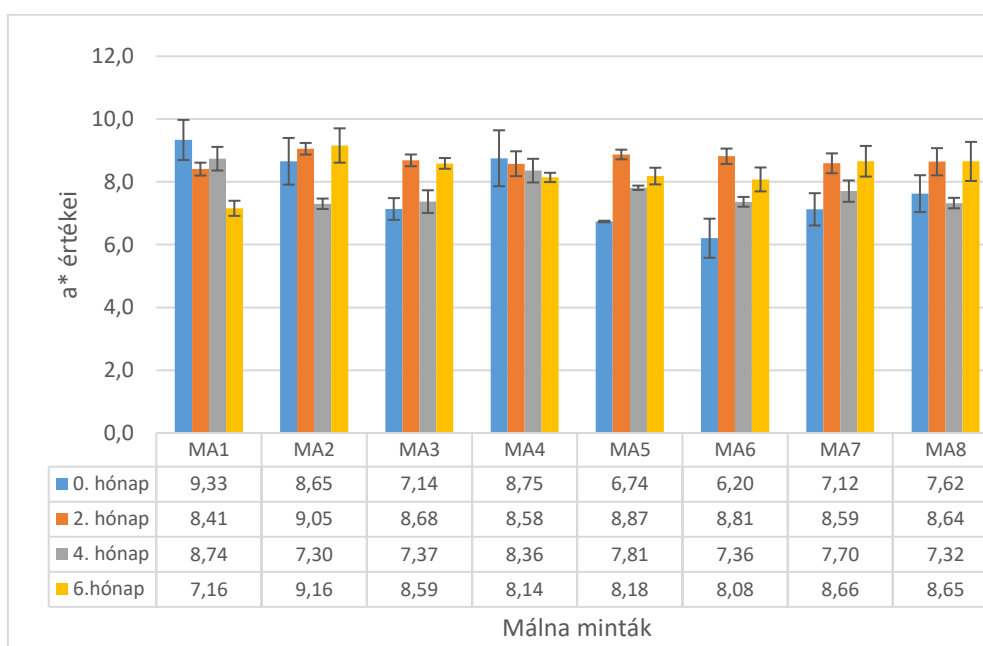
A negyedik havi mérésnél mutatták a minták értékei a legnagyobb hasonlóságot. Elmondható, hogy a kezdeti változatosabb értékek az idő előrehaladtával egyre közelítettek egymáshoz.

A legnagyobb csökkenést az MA6 mutatta 12,5%-os változással, míg a legkisebbet az MA3 2,5%-kal.

Mint, ahogyan elvárható a pirosas színű málnától az a^* értékei (27. ábra) pozitív tartományban voltak, azaz vörös árnyalatot mutattak. A b^* értékei (28. ábra) szintén pozitívak, azaz sárgás irányba hajlanak. Az a^* értékei 6 és 10 között mozognak, míg a b^* 1 és 3. Ebből adódóan a vörös árnyalat sokkal hangsúlyosabb, mint a sárga.

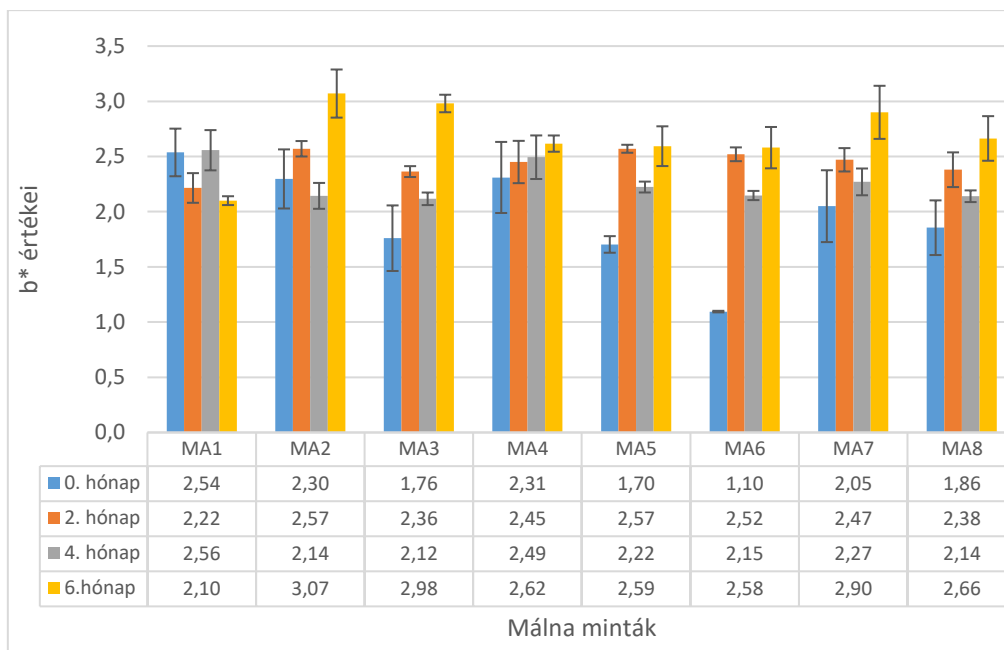


26. ábra: Málna minták L* értékei a tárolás során



27. ábra: Málna minták a* értékei a tárolás során

A 27. ábrán látható, hogy a kezdeti méréshez viszonyítva az a* hatodik havi értékei nőttek, kivéve az MA1 esetben, ahol csökkent. Jellemzően a kiindulási értékhez képest a 2. hónap értékei emelkedtek kivéve az MA1 cukorral és MA3 szukralózzal készült mintákat.



28. ábra: Málna minták b* értékei a tárolás során

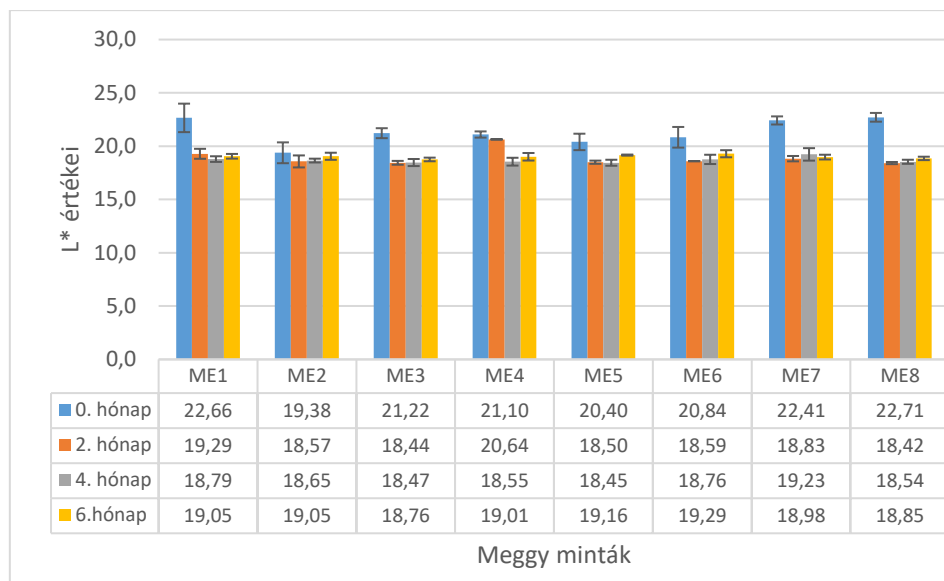
A 4. hónapra visszaesés, majd újbóli emelkedés volt tapasztalható. Ez a tendencia a b*-nál is jelen van. A hatodik hónapban az MA1-en és MA4-en kívül mindegyik mintának nőtt az értéke a kiindulásihoz viszonyítva, azaz valamilyen szinten a vörösebb szín felé tartanak az idő előrehaladtával.

A b* (28. ábra) esetében az MA1 szintén csökkenést mutat a többi mintával szemben a második hónapra. A legnagyobb változást az első és utolsó mérés között az MA6 mutatta 134,55%-kal, a legkisebbet az MA4 13,42%-kal.

Összességben a* és b* esetében is kitűnt az MA1 minta, ami cukorral készült. Az L* esetében ezen minta értékei nőttek kizárólag a tárolási idő folyamán, azaz ez sötétedett, azonban ennek is volt a legalacsonyabb értéke a tárolás végén. Az a*, b* és L* adatainál is igaz a kontroll mintához képest, hogy az édesítőszeres termékek értékei minden esetben magasabban az utolsó mérésnél.

5.4.2. Meggy nektárok eredményei

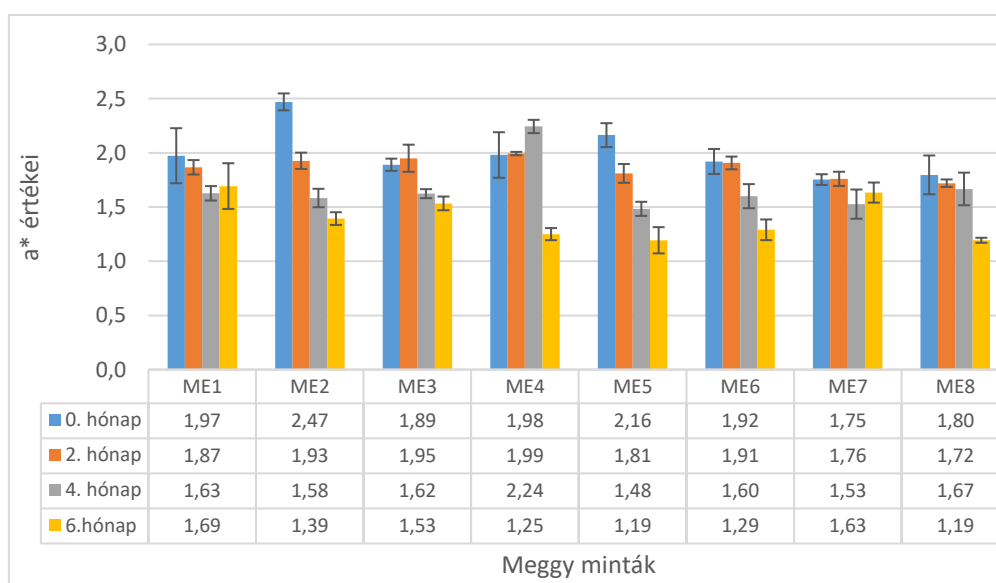
A 29. ábrán láthatjuk, hogy az L* kiindulási értékei 19,38 és 22,71 közé esnek. Az utolsó méréssel kapott adatok 18 és 20 között változtak. Ezen adatok között csökkenés történt, azaz a termék kis mértékben világosodott az idő folyamán. A legkisebb változás az ME2 esetén következett be 1,7%-kal, míg a legnagyobb ME8-nál 17%-kal.



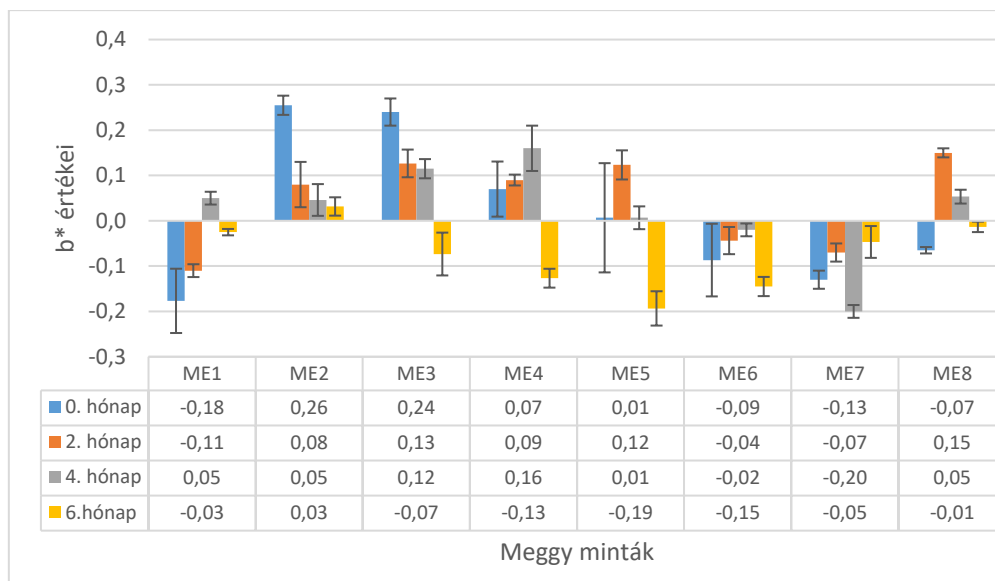
29. ábra: Meggy minták L* értékei a tárolás során

Összességében L* értéket tekintve a málna és meggy minták között elhanyagolható a különbség.

A meggy minták a* értékei a 30. ábrán láthatók. Az értékek a málnához hasonlóan a pozitív, azaz a vörös árnyalatban vannak. Azonban az értékek kisebbek, mint a málnánál, pl. a meggy legnagyobb kezdeti értéke 2,47, a málnaé 9,33, ami közel a 4-szorosa a meggy értékének.



30. ábra: Meggy minták a* értékei a tárolás során



31. ábra: Meggy minták b* értékei a tárolás során

A b* esetében (31. ábra) már észrevehetünk egy fontos különbséget. Láthatjuk, hogy az értékek egy része a negatív tartományban van, a pozitív számok közül is a legmagasabb a 0,26. A pozitív számok a sárgás árnyalatot képviselik, a negatív a megjelenő kékes árnyalatokat. Míg a málna esetében a vörös mellett az élénksárga árnyalatok dominálnak, addig a meggyenél inkább már a sötétebb színt adó kékes árnyalat figyelhető meg. Ez várható is volt, hiszen a málna egy élénkebb színű már-mér rózsaszínesbe hajló gyümölcs, ellenben a meggy bordós, sötétebb tónusaival.

Az ME2 (steviás) minta b* értékei (31. ábra) nem vettek fel egyszer sem negatív értéket. A legkisebb b* eredménye az ME5 mintának volt az utolsó hónapban (-0,19), a legnagyobb értéke az ME2 mintának volt (0,03). Kezdetben az ME2 volt a legnagyobb (0,26) és ME1 a legkisebb (-0,18).

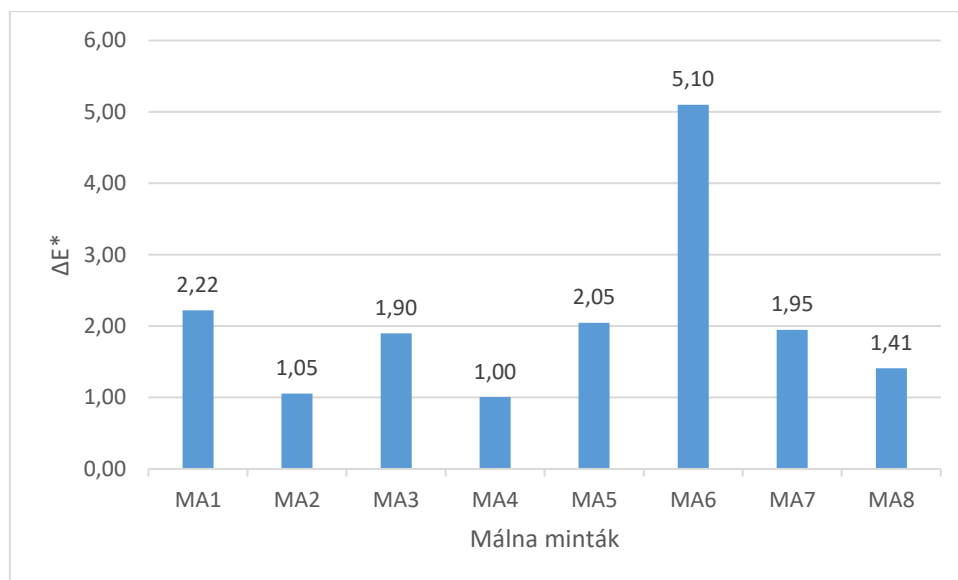
Az a*, b* és L* értékeket együttesen értelmezhetőek legjobban. A három adat megmutatta, hogy a málna világosabb, élénkebb, míg a meggy sötétebb, bordóbb színvilágba tartozik.

5.4.3. A színíngerkülönbség eredményei

A színíngerkülönbséget a 6. hónap adatainak a kezdeti értékkel való összehasonlítása alapján számoltam ki.

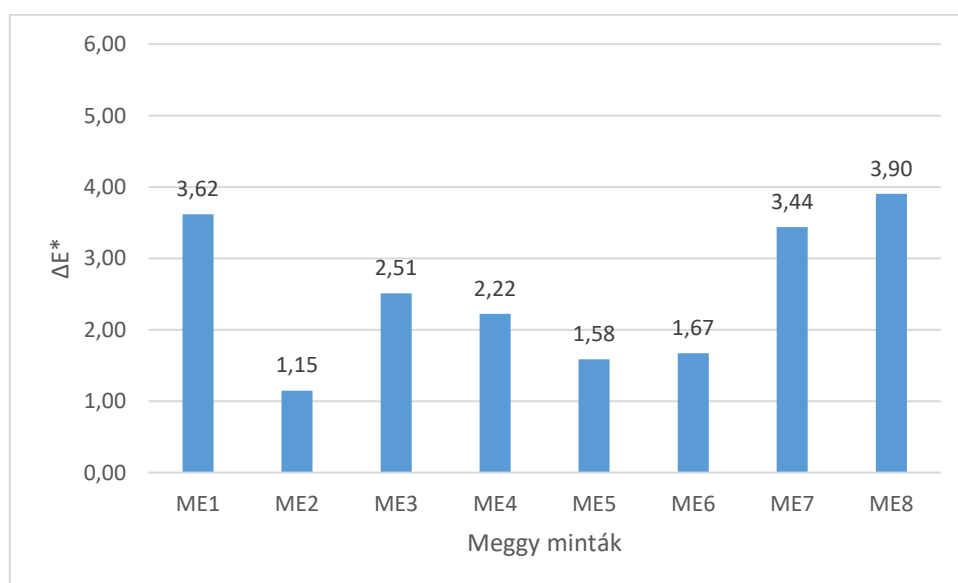
A 32. ábrán a málna nektárok eredményei láthatók. A legkisebb értéket az MA4 (1,05) minta mutatta, míg a legnagyobbat, az MA6 (5,1). Ez alapján a nem érzékelhető különbség kategóriába ($\Delta E^* \leq 0,5$) egyik minta sem sorolható be. Alig észrevehető változás ($0,5 < \Delta E^* \leq 1,5$) tapasztalható az MA2 (1,05), MA4 és MA8 (1,41) mintáknál. Érzékelhető kategóriának

($1,5 < \Delta E^* \leq 3,0$) megfelelő az MA1 (2,22), MA3 (1,9), MA5 (2,05) és az MA7 (1,95) minta változása. A jól látható intervallumba ($3,0 < \Delta E^* \leq 6,0$) egyedül az MA6 tartozik. Nagy érzékelhető különbséget ($6,0 < \Delta E^*$) egyik minta sem mutatott.



32. ábra: Málna minták ΔE^* értékei a kiindulási és a 6. hónap adatai alapján

A nyolc termékből négy esett hat hónapnyi tárolás során az érzékelhető változást mutató kategóriába. Azonban a változás nem a „jól látható” kategóriába esett, így egy átlagfogyasztó nem feltétlen veszi észre a különbséget, ha nem lát mellette egy kontroll mintát. Az édesítőszer szintelenítő képességéről ez alapján biztosat nem lehet mondani, mivel az MA1 (cukor) minta is az „érzékelhető” intervallumba esett.

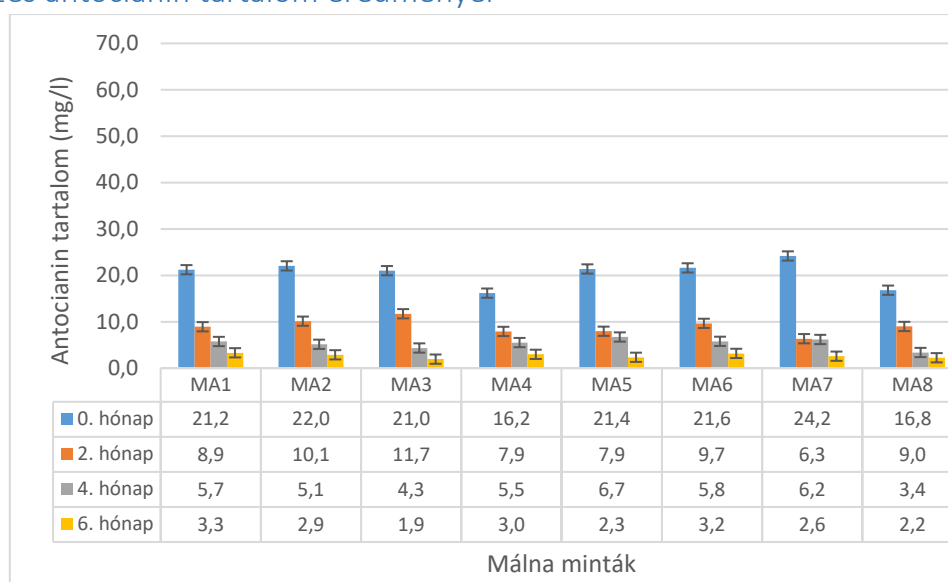


33. ábra: Meggy minták ΔE^* értékei a kiindulási és a 6. hónap adatai alapján

A meggy mintáknál (33. ábra) láthatjuk, hogy magasabb értékeket vesznek fel, mint a málna minták. A minimális értéket az ME2 (1,15) mutatta, a maximálisat az ME8 (3,9). A nem érzékelhető kategóriába ($\Delta E \leq 0,5$) egyik minta sem tartozott, illetve az alig észrevehetőbe ($0,5 < \Delta E \leq 1,5$) egyedül az ME2 minta volt besorolható. Az érzékelhető kategóriába ($1,5 < \Delta E \leq 3,0$) tehető az ME3 (2,51), ME4 (2,22), ME5 (1,58), ME6 (1,67) minták. Jól látható intervallumba ($3,0 < \Delta E \leq 6,0$) az ME1 (3,62), ME7 (3,44) és ME8 (3,9) esik. Nagy érzékelhető különbséget egyik minta sem mutatott.

Érzékelhető kategóriába, mint ahogy a málnánál, itt is nyolc mintából négy jutott. Összevetve a 32-es és 33-as ábrát láthatjuk, hogy a 2-es minta, azaz a steviát tartalmazó, mindkét esetben az alig érzékelhető kategóriába tartozik. Azaz a csak steviával készült termékek jobban megtartották a színüket.

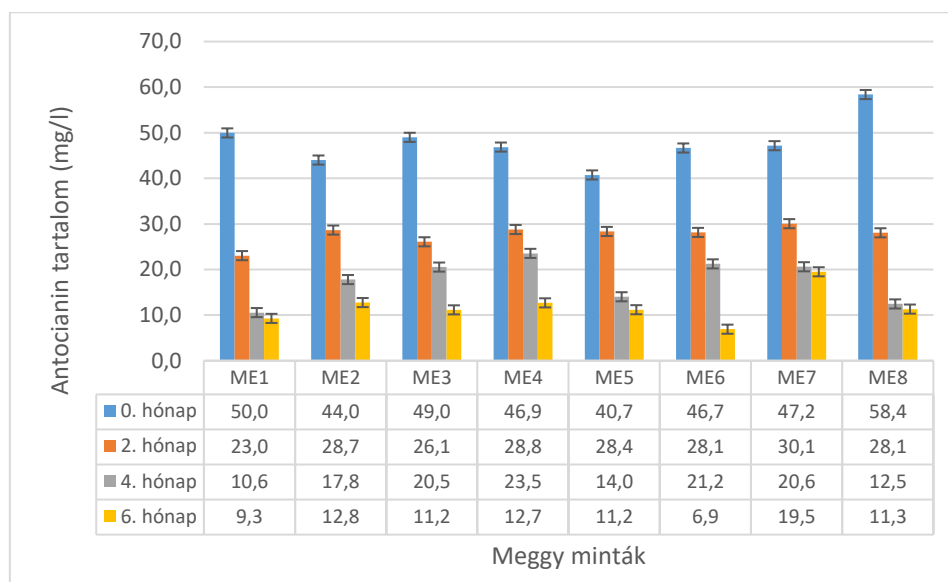
5.5. Összes antocianin tartalom eredményei



34. ábra: Málna minták monomer antocianin tartalma a tárolás során

A 34. ábrán a málna nektárok összes antocianin tartalmának változása látható. Szembetűnő a 6 hónapos tárolás alatti jelentős csökkenés. A kezdeti értékek 16,2 - 24,2 mg/l között mozogtak, míg a tárolás végén 1,9 – 3,3 mg/l közötti értékeket mértem. Átlagosan a kezdeti és a második hónap között 56,44%-ot, második és negyedik hónap között 40,25%-ot, valamint a negyedik és hatodik hónap között 50%-ot csökkent az értékük. Az MA5 és MA7 mintáknál a második és negyedik hónap közötti változás csekély. Átlagosan összesen 87%-ot veszített a mennyiségéből az antocianin tartalom. Elmondható, hogy az antocianin tartalom csökkenése az első két hónapban a legnagyobb mértékű, a csökkenés mértéke ezután lassul, de folyamatos marad.

A legnagyobb változás az MA7 mintánál ment végbe, 89,26%-os csökkenéssel, a legkisebb az MA4-nél történt 81,95%-kal. Látható, hogy még a legalacsonyabb változás is 80% felett van. Összességében elmondható, hogy a legmagasabb koncentrációban az MA1 mintában (cukorral készült) (3,3), míg a legalacsonyabb mennyiségben (1,9) az MA3 (szukralózzal készült) mintában maradt meg az antocianin.



35. ábra: Meggy minták monomer antocianin tartalma a tárolás során

Mint láthatjuk a 35. ábrán a meggy nektárok antocianin tartalma magasabb a málna mintákhoz képest, ami a gyümölcs jellegéből adódik. A kezdeti értékek 40,7 - 58,4 mg/l, míg a tárolás végén 6,9 - 19,5 mg/l között voltak az adatok. A málnához hasonlóan itt is jelentkezik a csökkenő tendencia az egy időponton belül mért különböző minták között.

A hónapok közötti átlagos koncentráció csökkenés 42,22% (kiindulási és 2. hónap), 36,35% (2. és 4. hónap), 32,64% (4. és 6. hónap), tehát a csökkenés mértéke közel azonos volt a tárolási idő során.

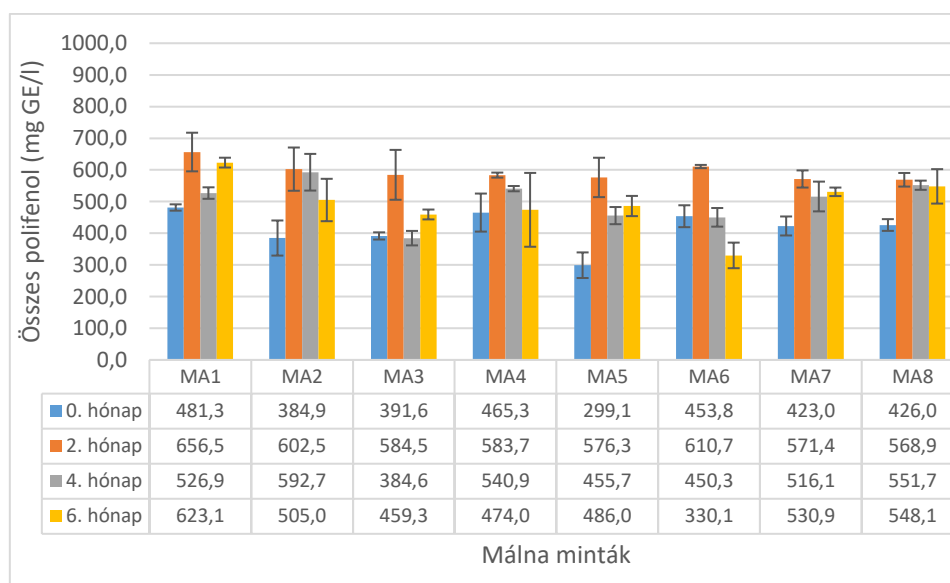
A legnagyobb antocianin koncentráció csökkenés az ME8 mintánál következett be 80,61%-kal, míg a legalacsonyabb az ME7-nél 58,69%-kal. A málna mintával összehasonlítva a meggyénél, a legmagasabb változás volt annyi, mint a málnánál a legkisebb. Szintén érdekes, hogy az MA7-tet 89,26%, míg az ME7-tet csupán 58,69% változás jellemezte, pedig ugyanazzal a 70%stevia - 30%szukralóz kombinációval készültek. Azaz ezen összetétel a meggyénél kedvezőbb az antocianin koncentráció szempontjából, mint a málnánál.

Összeségében elmondható, hogy a hozzáadott cukrot tartalmazó minta antocianin tartalma is ugyanúgy csökkent az idő előrehaladtával, sőt esetenként jobban, mint az édesítőszer

tartalmazó minták. Így ebben az esetben nincs kimutatható összefüggés az antocianin koncentráció és az édesítőszerek között.

5.6. Összes polifenol tartalom eredményei

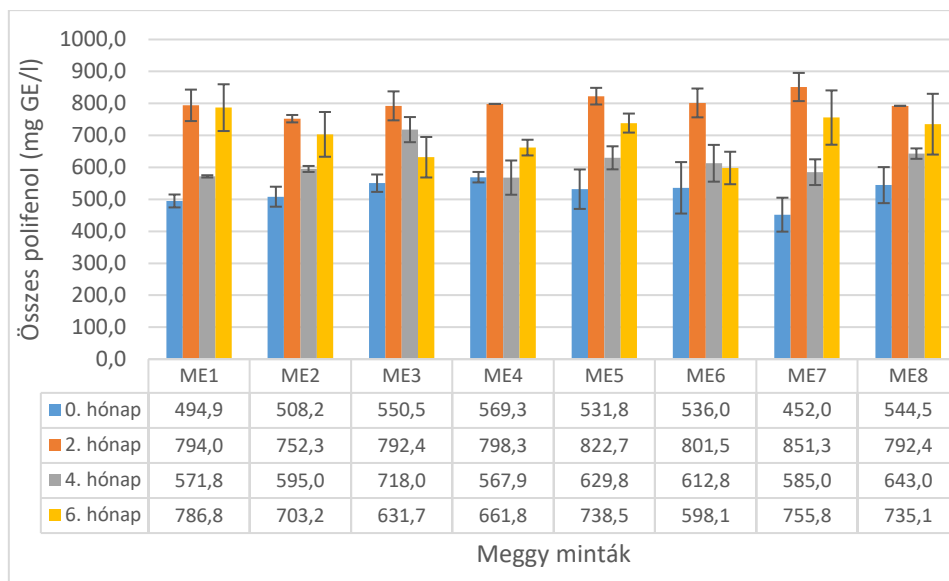
A 36. ábra szemlélteti a málna nektárok összes polifenol tartalmának változását az tárolási idő során. A változás tendenciája eltérő a minták között. A kiindulási értékhez képest a 2. hónapra emelkedtek az értékek, majd csökkenés tapasztalható. A 6. hónapra bizonyos mintáknál növekedés, egyes esetekben csökkenés volt kimutatható.



36. ábra: Málna minták összes polifenol tartalma a tárolás során

A kezdeti és második havi mérés között a legnagyobb növekedés az MA5 mintánál következett be 118,73%-kal, a legkisebb az MA4 25,38%-kal. A másodikról a negyedik hónapra az MA3 42,64%-ot csökkent, míg az MA2 mindössze 1,63%-ot. Az utolsó mérésnél nőtt az MA1, MA3, MA5 minták összes polifenol tartalma, míg csökkent az MA2, MA4, MA5, MA6, MA8 mintáké. A kiindulási és a 6. hónapos vizsgálat között a legnagyobb változást az MA5 minta mutatta 68,12%-kal, a legkisebbet az MA4 minta 1,86%-kal. A legalacsonyabb felvett érték az egész vizsgálat során az MA6 mintánál volt mérhető 299,1 mg/l, míg a legmagasabb értéke az MA1 mintának volt, 656,5 mg/l.

A málna mintákhoz képest átlagosan nézve a meggy minták polifenol tartalma magasabb (37. ábra). A meggy minták a málnához hasonló tendenciát vettek fel, először növekvő, aztán csökkentő tendenciát mutattak, majd az MA3 és MA6 kivételével mindegyik mintánál növekedés volt tapasztalható az összes polifenol mennyiségében.



37. ábra: Meggy minták összes polifenol tartalma a tárolás során

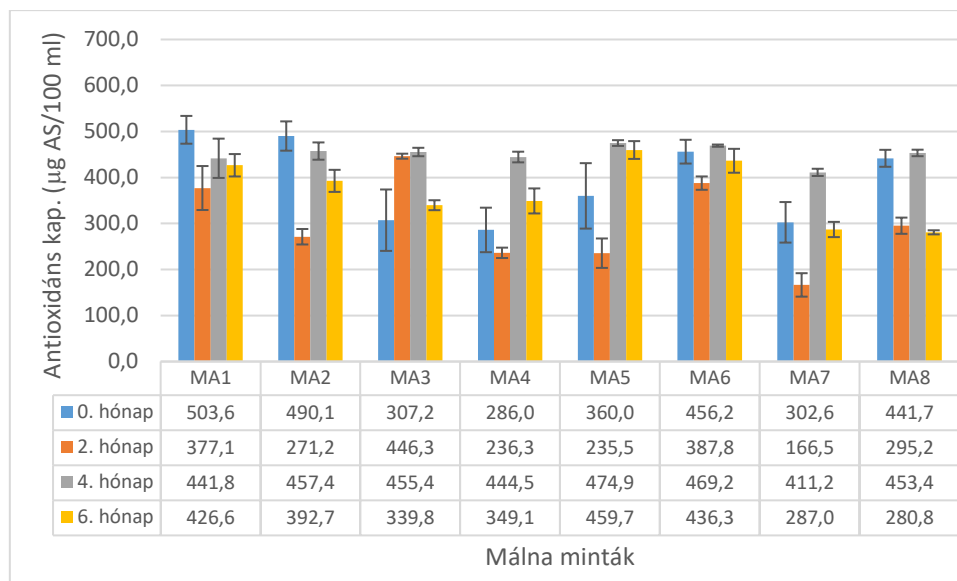
A legalacsonyabb értéke az ME7 mintának volt, 452,0 mg/l, a legmagasabb szintén az ME7 mintának, 851,3 mg/l. Az első és utolsó mérés esetében a legnagyobb változást az ME7 minta mutatta, 40,19%-os növekedéssel, a legkisebbet ME6 minta 11,58%-os növekedéssel.

A kontroll és az édesítőszeres mintákat összevetve nem található egyik gyümölcs esetében sem jelentős különbség, hasonló tendenciákat vesznek fel. Így a polifenol értékeket tekintve nem jelenthetjük ki biztosan, hogy az édesítőszereknek van meghatározható hatása az összes polifenol tartalomra.

5.7. Antioxidáns kapacitás eredményei

A 38. ábrán a málna nektárok antioxidáns kapacitásának alakulás látható a tárolás során. A változás tendenciája ellentétes az összes polifenol tartalom változásával néhány kivételtől eltekintve. A kiindulási értékekhez képest először csökkenő, majd növekvő, ezután ismét csökkenő tendencia figyelhető meg, kivéve az MA3 (szukralóz) mintát. A rendelkezésre álló adatok alapján következhetünk arra, hogy valamilyen fordított arányosság van jelen a málna esetében az antioxidáns kapacitás, illetve a polifenol tartalom között.

A maximális felvett érték a mérés során az MA1 minta adata volt, 503,6 mg/l, a minimális az MA7 minta esetében volt mérhető, 166,5 mg/l. Az összes adatot elemezve az MA1 és az MA6 minták mutatták a tárolás alatt a legmagasabb értékeket, míg a legalacsonyabbat az MA7 minta. Ezen adatok között 51,07%-os a különbség.



38. ábra: Málna minták antioxidáns kapacitása a tárolás során

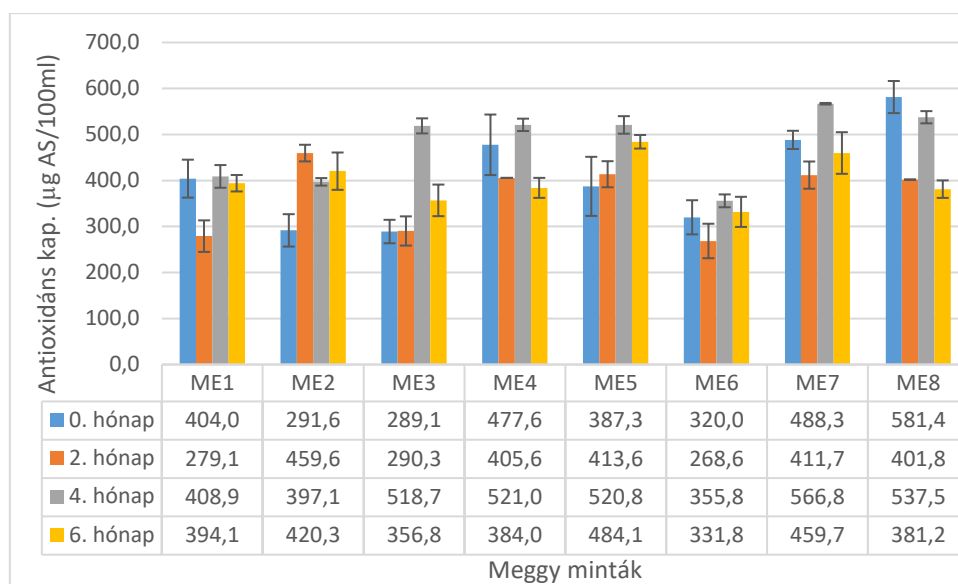
Átlagosan a legelőnyösebb értéket a negyedik havi mérés eredményezte. Egyedül az MA2-nek és az MA1-nak nem ebben az időszakban van a csúcs értéke, azonban nincs jelentős eltérés közöttük. A legkedvezőtlenebb a második hónap adatai, az MA3 és MA8 kivételével ekkor mértem a legalacsonyabb értékeket.

A 38. ábra alapján a málna számára az optimális tárolási idő az antioxidáns kapacitás szempontjából a 4 hónapos időtartam, ezt követően átlagosan csökkenő tendenciát vesznek fel az értékek.

A meggy nektárok esetében (39. ábra) nehezebb meghatározni tendenciát, mivel kevésbé egységesek a változások.

A mérés során felvett minimális érték az ME6 mintánál volt mérhető, 268,6 mg/l, míg a maximális az ME8 minta esetében, 581,4 mg/l. A legkisebb érték a málna ugyanezen értékével összehasonlítva 61,32%-os növekedés, a legmagasabb értéket összehasonlítva 15,45%-os növekedés, azaz a meggy értékei magasabbak. Amennyiben a négy mérési időpont eredményeit átlagosan vesszük mintákon belül, akkor nincs közöttük jelentős különbség. A legkiemelkedőbb az MA7, MA8 minták.

A minták maximálisan felvett értékeikben, mint a málnánál, itt is a 4. hónap volt a legdominánsabb. Ekkor érte el az ME2 és ME8-en kívül az összes minta a legmagasabb értékét. A hat hónapos mérésre a visszaesés mértéke átlagosan hasonló a málnához, közel azonosak. Összességében az antioxidáns kapacitás és az édesítőszerek között az alábbi adatok alapján nem mutatható ki összefüggés.



39. ábra: Meggy minták antioxidáns kapacitása a tárolás során

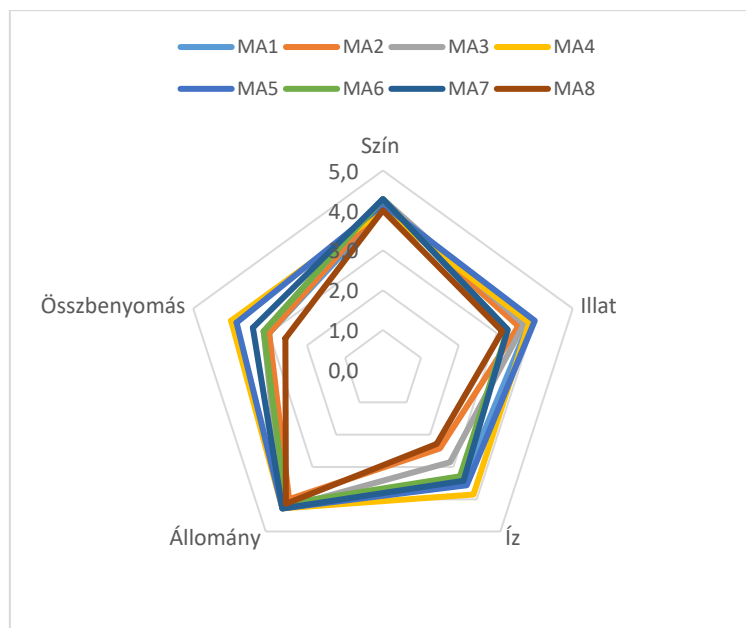
5.8. Érzékszervi bírálat eredményei

Érzékszervi teszt a mérés kezdetén és a tárolás végén, a 6. hónapban történt. A málna esetében a kiinduláskor (40. ábra) az íz és illat pontok, valamint az összbenyomás pontjai voltak az alacsonyabbak, míg a tárolás végén (41. ábra) inkább az íz okozott drasztikus problémát. Összbenyomás esetét figyelembe véve a termék minősége romlott 9%-kal. Minden kategóriában kijelenthető, hogy összességében csökkentek a pontszámok a hat hónapos tárolási idő alatt.

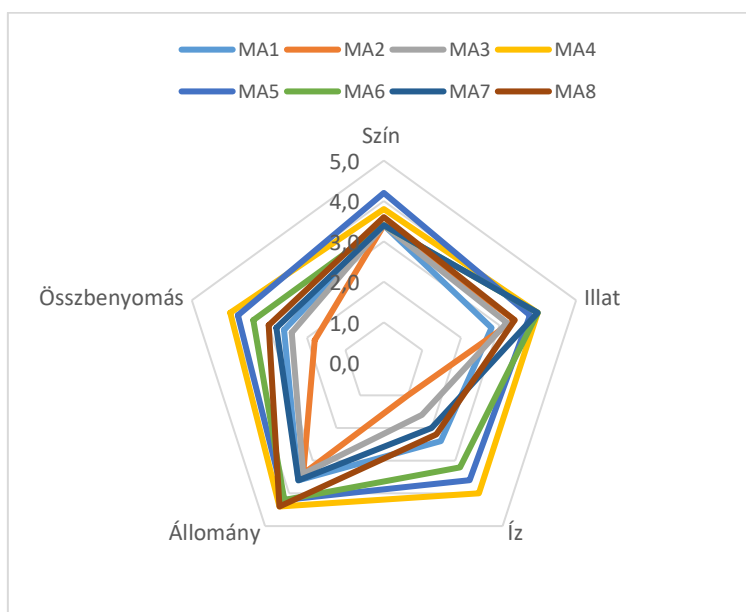
Külön-külön véve a málna mintákat a kiinduláskor a legkedveltebb összbenyomás alapján az MA4 (10%stevia - 90%szukralóz) minta volt (4 pont), a legkevésbé preferált pedig a MA8 (90% stevia – 10% szukralóz) mintat (2,57 pont). Meglepő volt, hogy a cukrral készült minta mindössze 3 pontot kapott. A hatodik hónapnál az utolsó helyen az MA2 (stevia) minta volt 1,8 ponttal, míg legkedveltebb az MA4 (10 %stevia - 90% szukralóz) minta volt 4 ponttal, sőt ízben is ez a legkedveltebb minden esetben.

Összességében kijelenthető, hogy málna esetében a legkedvezőbb megítélése az MA4 (10%stevia - 90% szukralóz) mintának volt.

A meggy nektárok kedveltebbek a pontszámok alapján (42. ábra). Összesítve tekintve a mintákat, a kezdeti és 6. hónap között (43. ábra) az összbenyomásban 16,24%-os csökkenés következett be, ami jelentősebb, mint a málnánál. A legkevésbé preferált jellemző mindkét esetben az íz volt, ami egy élelmiszeripari cikknél problémás, de még így is magasabbak az értékei, mint a másik málnának.

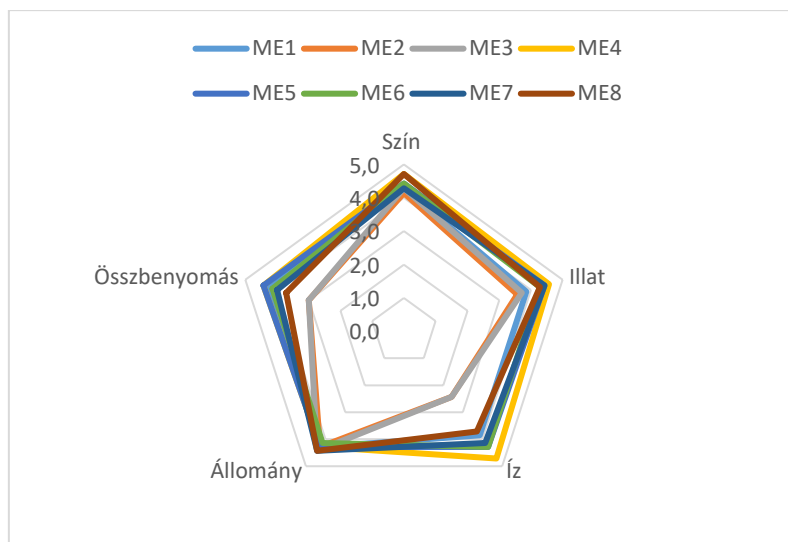


40. ábra: Málna minták érzékszervi eredményei a minták elkészítésekor



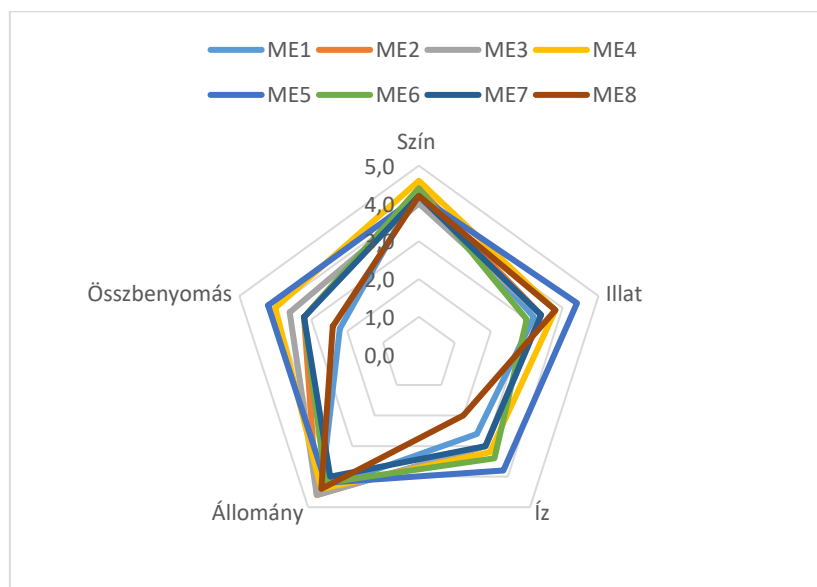
41. ábra: Málna minták érzékszervi eredményei a 6. hónapban

Mintánként nézve az összbenyomási pontokat kiinduláskor az ME5 (30% stevia – 70% szukralóz) és ME4 minták a legjobbak (4,34 pont), az utolsók pedig az ME2 (stevia) és ME3 (szukralóz) (3 pont) minták voltak. A 6. hónapban az első az ME5 (30% stevia – 70 %szukralóz) minta volt 4,2 ponttal, a második szorosan az ME4 (10 % stevia - 90% szukralóz) 4 ponttal, az utolsó az ME1 (cukros) minta 2,2 ponttal.



42. ábra: Meggy minták érzékszervi eredményei a minták elkészítésekor

A meggynél a legkedveltebb minták az ME5 (30% stevia – 70 %szukralóz), illetve ME4 (10 % stevia - 90% szukralóz) voltak. Ha a két gyümölcsöt együtt vesszük figyelembe, akkor a négyes aránypár működő képes mindegyiknél.



43. ábra: Meggy minták érzékszervi eredményei a 6. hónapban

Az édesítőszerek egyik fő problémája a fakító képességük, ami érzékszervi szinten a málnánál jelentkezett hangsúlyosabban, ami átlagosan 13,65%-kal romlott a két időpont között, míg a meggynél ez 2,5%. A másik fő szempont az ízben, a kombinációban jelentkezik. Itt már a fentiekben említett 10% stevia - 90% szukralóz volt a legmegfelelőbb kombináció.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

A hozzáadott cukrot nem tartalmazó termékek előállítása, fejlesztése napjaink fontos népegészségügyi kérdése. TDK munkám során a célom az volt, hogy megvizsgáljam az élelmiszeriparban eddig kevésbé elterjedt szukralóz felhasználási lehetőségeit, és viselkedését steviával kombinálva hőkezelt málna- és meggy nektárok hat hónapos tárolása során.

A tárolási kísérlet alatt összesen négy időpontban végeztem el az alábbi méréseket: pH, zavarosság (NTU), vízzoldható szárazanyagtartalom, szín, összes antocianin tartalom, összes polifenol tartalom, antioxidáns kapacitás meghatározása. Valamint a mérés kezdetével és befejeztével érzékszervi tesztet is végeztettem.

Az eredményeim alapján azt tapasztaltam, hogy a pH értékek (3-3,5) csökkentek a tárolás alatt, a málna nektárok esetében egyenletesen, míg a meggy nektároknál lépcsőzetesen. A zavarosság (NTU) értékei ingadoztak, melyet a gyümölcsök eltérő savösszetétele vagy szín komponense okozhatott. A refrakció értékei mindkét kontroll minta esetében növekedtek, a többi minta esetében nem voltak nagy eltérések.

A színmérés a^* és b^* értékeiből kiindulva a málna nektároknál (27-28. ábra) a vörös-sárga árnyalatok dominálnak, míg a meggyénél a vörös-sárga (ME2) mellett, a kékes (ME6, ME7) árnyalat is szerepet játszik. A színíngert különbségnél az érzékelhető kategóriába 4-4 minta tartozott, míg az alig érzékelhetőbe mindkét esetben bekerült a 2-es számú, csak steviával készült minta.

Az antocianin tartalom értelemszerűen a meggy nektárok esetében határozottan magasabb, mint a málna mintáknál. Mind a két mérésnél folyamatosan csökkenő tendenciát figyelhetünk meg az idő előrehaladtával. Azonos gyümölcsön belüli minták között nincsen jelentős eltérés.

Összes polifenol tartalom során a meggy minták értékei átlagosan magasabbak, mint a málna adatai. A kontroll és az édesítőszeres mintákat összevetve nem található egyik gyümölcs esetében sem jelentős különbség.

Az antioxidáns kapacitás mérési adataiból kiindulva a málna és a meggy nektár esetében is a az ideális a 4 hónapos tárolás.

Az érzékszervi teszt során megfigyelhető volt, hogy az összbenyomást tekintve a 10% stevia - 90% szukralóz kombináció alkalmazása kiemelkedő mindkét gyümölcs esetében. Az édesítőszer színtelenítő hatása málna nektároknál jelentősebben (13,65%), mint a meggy mintáknál (2,5%).

Összességében elmondható, hogy jelentős különbséget a zavarosság mérése során tapasztaltam. Az antioxidáns kapacitás, antocianin- és polifenol tartalom minden esetben a meggy mintáknál

átlagosan magasabb volt. Az érzékszervi bírálat során a meggy nektárokat egyértelműen jobban preferálták a bírálók, közülük is leginkább az édesítőszeres megoldásokat.

A téma további folytatása során szeretném vizsgálni a tárolási hőmérséklet és a csomagolási módok, valamint a stevia és szukralóz kombinációnak hatását préselt levek esetében is.

7. IRODALMI JEGYZÉK

1. AlDeeb, O. A., Mahgoub, H., és Foda, N. H. (2013): Sucralose. *Profiles of Drug Substances, Excipients and Related Methodology*, 38, 423-462.
2. Benzie, I. F., és 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.
3. Chatterjee, S., Khunti, K., és Davies, M. J. (2017): Type 2 diabetes. *The lancet*, 389(10085), 2239-2251.
4. Damar, İ., és Ekşi, A. (2012): Antioxidant capacity and anthocyanin profile of sour cherry (*Prunus cerasus* L.) juice. *Food chemistry*, 135(4), 2910-2914.
5. Das, A., és Chakraborty, R. (2016): Sweeteners: Classification, Sensory and Health Effects, In: B. Caballero, P. M. Finglas, F. Toldra (ed.), *Encyclopedia of Food and Health*, Academic Press, Cambridge, 234-240.
6. Giusti, M. M., és Wrolstad, R. E. (2001): Characterization and measurement of anthocyanins by UV-visible spectroscopy. *Current protocols in food analytical chemistry*, (1), F1-2.
7. Kemenczei, Á., Izsó, T., Csáki, K., Maczó, A., Bognár, L. és Kasza, Gy. (2016): Stevia: beyond the sweetener, *Journal of Food Investigation*, 62 (3), 1230-1233.
8. Klimczak, I., Gliszczyńska-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.
9. Knight, I. (1994): The development and applications of sucralose, a new high-intensity sweetener. *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology*, 72(4), 435-439.
10. Krauze-Baranowska, M., Majdan, M., Hałasa, R., Głód, D., Kula, M., Fecka, I., és Orzeł, A. (2014): The antimicrobial activity of fruits from some cultivar varieties of *Rubus idaeus* and *Rubus occidentalis*. *Food & Function*, 5(10), 2536-2541.
11. Kroyer, G. (2010): Stevioside and Stevia-sweetener in food: application, stability and interaction with food ingredients. *Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit*, 5(2), 225-229.
12. Lambrou, T. P., Anastasiou, C. C., & Panayiotou, C. G. (2009): A nephelometric turbidity system for monitoring residential drinking water quality. In *International Conference on Sensor Applications, Experimentation and Logistics* (pp. 43-55). Springer, Berlin, Heidelberg.
13. Lemus-Mondaca, R., Vega-Gálvez, A., Zura-Bravo, L., és Ah-Hen, K. (2012): Stevia rebaudiana Bertoni, source of a high-potency natural sweetener: A comprehensive review on the biochemical, nutritional and functional aspects. *Food Chemistry*, 132(3), 1121-1132.

14. Loescher W. (2003): CHERRIES, In: B. Caballero (ed.), *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition* (Second Edition), Academic Press, Cambridge, 1135-1140.
15. Loescher W. (2016): Cherries (*Prunus* spp.): The Fruit and Its Importance, In: B. Caballero, P. M. Finglas, F. Toldra (ed.), *Encyclopedia of Food and Health*, Academic Press, Cambridge, 10-13.
16. Lugasi, A. (2016): Az intenzív édesítőszerek biztonságossága. *Orvosi Hetilap*, 157(Supplement-1), 14-28.
17. Lustig, R. H., Schmidt, L. A., és Brindis, C. D. (2012): The toxic truth about sugar. *Nature*, 482(7383), 27-29.
18. Manganaris, G. A., Goulas, V., Vicente, A. R., és Terry, L. A. (2014): Berry antioxidants: small fruits providing large benefits. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94(5), 825-833.
19. Markovic, I., Ilic, J., Markovic, D., Simonovic, V., & Kosanic, N. (2013): Color measurement of food products using CIE L* a* b* and RGB color space. *Journal of hygienic Engineering and Design*, 4(1), 50-53.
20. Moreno-Medina, B. L., Casierra-Posada, F., és Cutler, J. (2018): Phytochemical composition and potential use of *Rubus* species. *Gesunde Pflanzen*, 70(2), 65-74.
21. Patamsytė, J., Žvingila, D., Labokas, J., Baliuckas, V., Kleizaitė, V., Balčiunienė, L., és Rančelis, V. (2004): Assessment of diversity of wild raspberries (*Rubus idaeus* L.) in Lithuania. *J Fruit Ornam Plant Res*, 12, 195-206.
22. Rodler, I. (2005): Új tápanyagtáblázat, Medicina Könyvkiadó ZRt., Budapest
23. Samuel, P., Ayoob, K. T., Magnuson, B. A., Wölwer-Rieck, U., Jeppesen, P. B., Rogers, P. J. és Mathews, R. (2018): Stevia leaf to stevia sweetener: exploring its science, benefits, and future potential. *The Journal of Nutrition*, 148(7), 1186S-1205S.
24. Serradilla, M. J., Hernández, A., López-Corrales, M., Ruiz-Moyano, S., de Guía Córdoba, M., és Martín, A. (2016): Composition of the Cherry (*Prunus avium* L. and *Prunus cerasus* L.; Rosaceae). In *Nutritional composition of fruit cultivars* (pp. 127-147). Academic Press.
25. Singleton, V. L., és Rossi, J. A. (1965): Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16(3), 144-158.
26. Szabó P. B. (2012): Élelmiszerek és az egészséges táplálkozás. Szegedi Tudományegyetem, Élelmiszerbiztonság és gasztronómia vonatkozású egyetemi együttműködés, 7-76.
27. Szajdek, A., és Borowska, E. J. (2008): Bioactive compounds and health-promoting properties of berry fruits: a review. *Plant Foods for Human Nutrition*, 63(4), 147-156.

28. Thompson, P. J., és Bhushan, A. (2022): Diabetes: senescence in type 1 diabetes. Cellular Senescence in Disease (pp. 269-288). Academic Press.

Jogszabályi hivatkozások:

29. 1333/2008/EK: Az Európai parlament és a Tanács 1333/2008/EK rendelete (2008. december 16.) az élelmiszer-adalékanyagokról. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008R1333&from=FR>
30. 1129/2011/EU: A Bizottság 1129/2011/EU rendelete (2011. november 11.) az 1333/2008/EK európai parlamenti és tanácsi rendelet II. mellékletének az élelmiszer-adalékok uniós jegyzékének létrehozásával történő módosításáról. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:32011R1129&from=LV>

Elektronikus források:

31. Internet 1: Cukorbetegség száma a világon 2021-ben az IDF (International Diabetes Federation) szerint. Megtekintés: 2022. 10. 26. <https://diabetesatlas.org/>
32. Internet 2: Magyarországon a diabéteszesek száma az IDF adatai alapján. Megtekintés: 2022. 10. 26. <https://diabetesatlas.org/data/en/country/91/hu.html>
33. Internet 3: Az egy főre jutó éves cukorfogyasztás mennyisége kilogrammban. Megtekintés: 2022. 10. 26. https://www.ksh.hu/stadat_files/jov/hu/jov0051.html
34. Internet 4: WHO ajánlása szerinti cukor bevitel. Megtekintés: 2022. 10. 26. <https://www.who.int/news/item/04-03-2015-who-calls-on-countries-to-reduce-sugars-intake-among-adults-and-children>
35. Internet 5: FÉSZ Megtekintés: 2022. 10. 26. <http://elelmiszeripar.hu/2019/04/22/fesz-vallalasok/>
36. Internet 6: Magyar Ásványvíz, Gyümölcsle és Üdítőital Szövetség Megtekintés: 2022. 10. 26. <http://egyuttafogyasztokert.hu/cukorcsökkentesi-vallalasokat-tettek-a-hazai-uditoital-gyartok/>
37. Internet 7: Stevia Rebaudiana Bertoni növény. Megtekintés: 2022. 10. 26. <https://www.britannica.com/plant/stevia-plant>
38. Internet 8: Stevia. Megtekintés: 2022. 10. 26. <https://cleaneating.hu/taplalkozas/a-stevia-edesitoszer/>
39. Internet 9: JECFA (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives). Megtekintés: 2022. 10. 26. <https://apps.who.int/food-additives-contaminants-jecfa-database/Home/Chemical/267>

40. Internet 10: 1,4,6-triklór-galakto-szacharóz. Megtekintés: 2022. 10. 26.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780124076914000101>
41. Internet 11: Szukralóz. Megtekintés: 2022. 10. 26. https://www.tenyek-tevhitek.hu/a_szukraloz_valoban_elhizast_es_diabeteszt_okozhat.htm
42. Internet 12: Meggy gyümölcs. Megtekintés: 2022. 10. 26.
<https://www.molnarfaiskola.hu/hu/gyumolcsfak/gyumolcsfak/meggyfa/>
43. Internet 13: Meggyfa. Megtekintés: 2022. 10. 26. <https://kertlap.hu/kiskerti-meggy-termesztes/>
44. Internet 14: Vadmálna (*Rubus idaeus*). Megtekintés: 2022. 10. 26.
<http://csodautak.blogspot.com/2011/08/vadmalna-rubus-idaeus.html>
45. Internet 15: Málna (*Rubus idaeus* L.). Megtekintés: 2022. 10. 26.
<https://www.grupatopex.com/hu/valjononisszakemberre/kerteszkes/malna-ultetese-mikor-es-hogyan-ultessunk-malnat-ertekes-tanacsok/>

8. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Szeretném megköszönni a konzulensemnek Dr. Máté Mónika egyetemi docensnek, hogy segített megvalósítani a kutatási munkát.

Köszönet illeti Komlós Gábor technikust, hogy segített a felhasznált módszerek megértésében, valamint mindenkinek, aki hozzájárult a munkámhoz.