

# SZAKDOLGOZAT

HADI PANNA SZAKDOLGOZAT

Hadi Panna

2022

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem  
Élelmiszertudományi Kar  
Gyümölcs-és Zöldségfeldolgozás Technológia Tanszék

*Fenolos extraktumokkal bevont dióminták eltarthatóságának vizsgálata*

Hadi Panna

Budapest

2022

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

**Szak neve: BSc Élelmiszermérnöki  
Tartósítóipari technológiák és minőségügy**

**Szakkolgozat készítés helye: Gyümölcs- és Zöldségfeldolgozás Technológia Tanszék**


**Hallgató: Hadi Panna**

**A szakkolgozat címe: Fenolos extraktumokkal bevont dióminták eltarthatóságának vizsgálata**

Konzulens: Dr. Székely Dóra

Beadás dátuma: 2022.11.02.

  
szakkolgozat készítés helyének vezetője  
(Dr. Máté Mónika)

  
konzulens  
(Dr. Székely Dóra)

  
Dr. Máté Mónika  
Tartósítóipari technológiák specializáció felelőse

## Tartalom

1. Bevezetés.....	1
2. Célkitűzés .....	2
3. Irodalmi áttekintés .....	3
3.1. A dió származása és termesztése .....	3
3.2. A diófa termésének felépítése .....	6
3.3. A dió beltartalmi jellemzői .....	7
3.4. A dió tárolási lehetőségei: .....	10
3.5. Miért van szükség ehető bevonatra? .....	11
4. Anyagok és módszerek.....	15
4.1. Az antioxidáns kapacitás meghatározása FRAP módszerrel .....	19
4.2. Az összes polifenol tartalom meghatározása TPC módszerrel.....	22
5. Kísérleti eredmények és értékelésük.....	25
5.1. Alsószentiváni dióminták antioxidáns kapacitás meghatározása .....	25
5.1.1. A 6 °C-on tárolt minták antioxidáns kapacitás meghatározása.....	25
5.1.2. A 25 °C-on tárolt minták antioxidáns kapacitás meghatározása.....	25
5.1.3. A 60 °C-on tárolt minták antioxidáns kapacitás meghatározása.....	26
5.2. Milotai dióminták antioxidáns kapacitás meghatározása .....	28
5.2.1. A 6 °C-on tárolt minták antioxidáns kapacitás meghatározása.....	28
5.2.2. A 25 °C-on tárolt minták antioxidáns kapacitás meghatározása.....	28
5.2.3. A 60 °C-on tárolt minták antioxidáns kapacitás meghatározása.....	28
5.3. Alsószentiváni dióminták összes polifenol tartalom meghatározása .....	30
5.3.1. A 6 °C-on tárolt minták összes polifenol tartalom meghatározása.....	30
5.3.2. A 25 °C-on tárolt minták összes polifenol tartalom meghatározása.....	31
5.3.3. A 60 °C-on tárolt minták összes polifenol tartalom meghatározása.....	31
5.4. Milotai dióminták összes polifenol tartalmának meghatározása.....	33
5.4.1. A 6 °C-on tárolt minták összes polifenol tartalmának meghatározása .....	33
5.4.2. A 25 °C-on tárolt minták összes polifenol tartalmának meghatározása .....	33
5.4.3. A 60 °C-on tárolt minták összes polifenol tartalmának meghatározása .....	33
6. Összefoglalás .....	36
7. Irodalmi hivatkozás .....	38

## 1. Bevezetés

A mai rohanó világunkban az élelmiszer-biztonság kérdése nagy érdeklődést vált ki mind az Európai Unióban, mind a fogyasztói társadalom körében. Alap elvárás, hogy az elfogyasztott ételek az egészségre ártalmatlanok, káros hatásoktól mentesek legyenek, amelyek veszélyeztetnék az egészséget. Az eltarthatóság növelése érdekében fontos, hogy az adott élelmiszer kórokozómentes, vegyszermentes legyen, beleértve a növényvédőszereket, állatgyógyszer maradványokat, adalékanyagokat, illetve az elszennyeződött környezetből származó káros anyagokat ne tartsa magában. Az eltarthatóság kérdése magával vonzza az egészséges táplálkozással és életmóddal kapcsolatos kérdéseket is.

Ez a két kérdés együtt értelmezendő. Ahhoz, hogy jól eltartható legyen az élelmiszer, megfelelő csomagolásra, esetlegesen ehhez bevonatra van szükség. Dolgozatomban a dió eltarthatóságának növelése céljából olyan csomagolási módszereket, csomagolóanyagokat vizsgálom, amelyek megőrzik a dió legfontosabb és legértékesebb tulajdonságait, anyagait fogyasztás szempontjából. Így az egészséges táplálkozás és életmód szerepet játszik kutatásomban is.

Táplálkozási szempontból a diónak számos jó tulajdonsága van. Ma talán az egyik legértékesebb csonthéjas gyümölcsünk. Ízletes, emellett értékes tápanyagforrás is. Mangánt, rezet, magnéziumot, rostokat, fehérjét, cinket, káliumot, vasat és még számos értékes tápanyagot tartalmaz. Ezt az is bizonyítja, hogy sok táplálkozási elmélet közül az élelmiszerpiramisban előkelő helyet foglal el a dió. A legszélesebb körbe, a naponta fogyasztandó élelmiszerek közé sorolják. A dió sokoldalú gyümölcs. Nemcsak a dióbél, de a héja is.

## 2. Célkitűzés

Kutatásom célja a tisztított dió eltarthatóságának növelése annak érdekében, hogy értékes tápanyagait hosszabb ideig megőrizze. Olyan csomagolások, illetve élelmiszeripari technológiák, tárolási módszerek tesztelésével, amelyek elősegítik a tápanyagok megőrzését. A tápanyagok megőrzésén kívül fokozottan ügyelni kell az eltartandó élelmiszer mikrobiológiai és érzékszervi minőségének megőrzésére is. Ez mind élelmiszer-biztonsági célból fontos, illetve ügyelni kell a fogyasztók számára biztosított élelmiszerek biztonságos és megfelelő minőségének megőrzésében.

Célul tűztem ki, hogy a dióhéjtól megtisztított dióbelet dióolaj gyártása során keletkezett fenolos extraktummal vonjam be, és összehasonlítsam a bevonat nélküli mintákkal. A mintákat három különböző hőmérsékleten (6 °C, 25 °C, 60 °C) tároltam 8 héten keresztül kéthetente történő mintavételezés mellett.

A tárolt dióminták összehasonlítás érdekében antioxidáns kapacitás és összes polifenol tartalom meghatározást terveztem.

### 3. Irodalmi áttekintés

Dolgozatom irodalmi áttekintésében részletesebben szeretném bemutatni magát a diót, mint csonthéjas gyümölcs. A dió származását, felépítését, fontos beltartalmi értékeit, milyen vitaminokat, ásványi anyagokat tartalmaz, illetve tárolásának lehetőségeit szeretném megismertetni. Az ehető bevonatok fontosságáról, szerepéről is olvasható lesz egy áttekintés. Választ fogunk kapni, hogy miért olyan fontos, hogy ehető bevonat kerüljön a dióra, illetve milyen jótékony, pozitív élettani hatásai vannak a diónak.

#### 3.1. A dió származása és termesztése

A dió már az ősidőkben fontos szerepet játszott az emberek életében. A dió ősi táplálék, a magyarság igen kedvelt tápláléka. Honfoglaló őseink hozták be a Kárpát-medencébe.

A magyar dió a hazai és a külföldi piacon is egyaránt értékesíthető prémium terméknek, sikergyümölcsnek számít. A magyar fajták azok, amelyek a legkorábban és a legnagyobb gyümölcsmérettel rendelkezők az északi féltekén. A 80-90-es években jelentősen csökkent a termesztése iránti igény a nagyarányú diófa kivágás miatt. Az elmúlt években viszont újra felfelé ívelő tendenciát mutat termesztése.

A dió a héjas gyümölcsök csoportjába tartozik a termésének alakulása szerint. A csonthéjas gyümölcsök terméséhez hasonlít termésük, de ezeken a gyümölcshéj összeszárad és a csonthéjban lévő magok fogyasztjuk el. Ebbe a kategóriába sorolható még a mandula, a mogyoró és a szelídgesztenye is.

A testalakulás, azaz a föld feletti részek alakulása szerinti csoportosítás alapján a fákhoz sorolhatjuk a diót. Olyan évelő fás szárú növények, amelyek lehetnek központi tengelyesek, vagy tengely nélküliek. Ágai a törzs felett helyezkednek el, amelyek koronát képeznek. A jellemző koronaformája a természetes gömb az üzemi ültetvényekben vagy akár a szórványokban is. Ebbe a csoportba tartozik még a dió mellett az alma, a körte, a cseresznye, a meggy, az őszibarack, a szilva, a kajszi, a mandula és a gesztenye is.

Virágzási és termékenyülési viszonyait tekintve a szélporozta gyümölcsfajokhoz sorolható. A diófa hímvirágú, porzós barkarügyei kúpos alakúak, sok, spirálisan, tobozszerűen elhelyezkedő pikkelylevél borítja őket. Ezen barkarügyei kezdeményei az előző nyár első felében (májusban, júniusban) alakulnak ki. Az egyes diófajták barkájának kifejlődése között fellelhető némi különbség a rendkívüli időjárási viszonyokra való reagálásuk miatt. Ezt befolyásolhatja az eltérő mennyiségű csapadék. A nagymértékű eső a pollenszórás idején

leverheti a pollent a földre, így kevés jut el a nővirágokhoz. A hímvirágzáskori nagymértékű eső termésökkenéshez vezethet. A terméshozás szempontjából a diófák mind a saját, vagy más diófák virágporával kölcsönösen jól termékenyülnek (Gonda és Csihon, 2018).

A virágzási időben a széllel szállított pollenszemektől megtermékenyült nővirágból fejlődik termés. Vannak olyan diófák is, amelyek képesek a saját pollenjétől is megtermékenyülni. Ezt a folyamatot önmeddőségnek nevezik. Ezt az önmeddőséget a dichogámia okozza, amely azt jelenti, hogy egy növényen belül nem egy időben funkcióképesek a női és a hím ivarszervek (Szalay, 2017).

A gyümölcsfajok, de a különböző fajták számára más-más környezeti adottságok teszik lehetővé a növények megfelelő fejlődését, növekedését és terméshozamukat. Egy növény számára az tekinthető megfelelő termőhelynek, ahol a növény számára szükséges feltételek az optimumot minél jobban eléri. Ezért van szükség arra, hogy a különböző gyümölcsfajok és fajták hő, víz, fény és talajigényéről minél több információt és ismerete szerezzünk. A természet helyi környezeti tényezőinek, vagyis az éghajlati, a talaj-, a domborzati és a biotikus tényezőknek termesztés szempontjából is fontos befolyással rendelkeznek.

A dió hőigény szempontjából a közepesen melegigényesek növények közé sorolható. Rendkívül víz- és fényigényű. A talajvíz maximális magassága a dió esetén 150 cm lehetséges.

A dió termesztéséhez, a dióültvények előállításához diómagoncokat alkalmaznak. Ezzel lehetővé teszik, hogy a fák mérsékeltebb növekedésűek, korábban fordulnak termőre, rendszeresebben teremnek, mint a „magnemes”, vagyis a magvetés útján kikelt és nevelkedett diófajta. Alkalmaznak még fekete diómagoncot is kisebb mennyiségben, amelyek gyengébb növekedésűek.

A dióültvények telepítésekor 11 m x 11 m, 10 m x 10 m, esetleg 9 m x 9 m sor- és tőtávolságot részesítik előnyben gépi rázással. Lehetséges ezek kombinációi is (pl. 10 m x 8 m). A diófák maximális távolsága a pollenadó fajtától 50-100 méter lehetséges. (Soltész, 1997)



A közönséges dió tudományos nevén *Juglas regia*. A dió nemzetség tagjai közül ezt a fajtát termesztik a legnagyobb mennyiségben ízletes termésért. Legjelentősebb áruajtáink közé sorolhatjuk a Milotai 10, az Alsószentiváni 117 és a Tiszacsécsi 83 fajtákat, amelyek a termesztésünk 90 %-át adják, így a dolgozatomban kísérleti alapanyagként a Milotai és az Alsószentiváni fajták szolgáltak.

Petesné Horváth Anna megállapítása szerint (2003) a Milotai diófajta a legjobb, a legtermékenyebb magyar diófajta. Könnyen törhető és tisztítható nagyméretű gyümölcsei. Szeptember végén érik, igen bőtermő fajta. Viszonylag fagyűrő, mert részben a fagyok után fakad. A gömb alakú termésátlag átmérője körülbelül 34-35 mm, amelynek bétartalma 47-52 %. A dió sárgásbarna színű, sima felületű, amit a 1. ábra mutat be. Olajtartalma rendkívül magasnak számít, 68,4 %. Illetve 17,7 %-ban tartalmaz fehérjét. Mindezek alapján elmondható, hogy az egyik legjobb gyümölcsminőségű magyar dió. A mélyrétegű, jó termőtalajú termőhelyeket igényli, de a gyengébb termőhelyeken is jó minőségű kisebb termése van.



**1. ábra:** Milotai dió

(Forrás: Internet 1.)

Az Alsószentiváni fajta Szentiványi Péter érdi diónemesítő által szelektált fajta. Különböző termőhelyi viszonyokhoz jól alkalmazkodik. Viszonylag a gyengébb termőföldeken is megfelelő minőségű terméseket fejlesztenek. Kiemelkedő növekedési erélyű, edzett diófajta. Termékbiztonsága jó, a tavaszi fagyoktól kevésbé veszélyeztetett. Egyetlen hibájaként sűrű koronája miatt ritkító beavatkozásra van szükség a termőkorban.

Virágzása hímelőző, termőre fordulása korai, bőtermő típusú. Betakarításának ideje szeptember közepétől október elejéig tart. Jó ellenálló képessége lehetővé teszi, hogy a

betegségeknek jól ellenáll magas juglontartalma miatt. Azonban napégésre a leghajlamosabb a hazai fajták közül. Az egyik vezető magyar alapfajta.

Általánosságban a gyümölcsre jellemző átmérő körülbelül 36 mm. A 2. ábrán látható, hogy a dió héja kissé barázdált, világosbarna színű, a bélszíne sárgásbarna. Bértartalma 48-51 %. Magas olajtartalommal rendelkezik, amely 65 %. Fehérjetartalma azonban kissé alacsonynak mondható, mindössze 18 %. (Orosz, 2015)

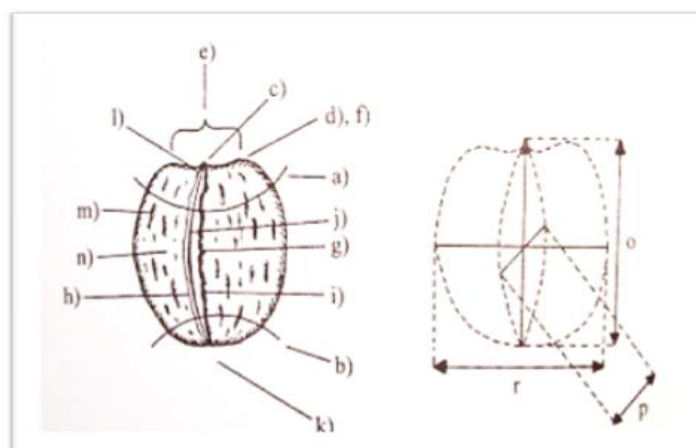


**2. ábra:** Alsószentiváni dió

(Forrás: Internet 2.)

### 3.2. A diófa termésének felépítése

A diófa termése száraz, csonthéjas termés, mely átermésnek tekinthető. Háromrétegű héja van. Az külső rétege vékony, élénkzöld színű bőrke, amely a termés érésével sima felületűvé válik a kezdeti szőrös külsőből. A középső rétege egy vastag húsos- szivacsos réteget jelent, amely sok illóolajat és cseranyagot tartalmaz. A belső rétegeként magát a csonthéjat értjük, amely kősejtekből képződött. A mag hosszanti varrata bizonyítja, hogy a termés két termőlevélből fejlődött ki. A dió termésének morfológiai felépítését a következő ábra (3. ábra) szemlélteti:



**3. ábra:** A dió felépítése (Orosz Péter – Könyv a dióról)

a) csúcsi és; b) alapi tájék; c) csúcs; d) váll; e) vállszélesség f) vállmagasság; g) karima; h) varrat; i) alapi nyílás; j) nyereghajlat; k) erezet; l) héjfelület; m) magasság; n) szélesség; o) vastagság

A dióbél a dió tömegének 38-50 %-át adja. A nagyobb térfogatú termékek esetében, amelyek nagyobbak, mint  $26 \text{ cm}^3$ , azok beltartalmi értékei és annak minősége romlani fog.

### 3.3. A dió beltartalmi jellemzői

A dió kétségtelenül az egészség és a termékenység jelképe. Az ünnepi ételek nélkülözhetetlen étele volt. Héja, a dió zöld burka levele fontos gyógy- és festőnövény. Fáját a legértékesebb hazai bútorfának tartják. (Magyar Néprajz II.: Gyümölcs kultúra)

Számos jótékony hatása ismert. Magas tápértékkel, energiatartalommal rendelkezik, teljesítőképeséget élénkítő hatása van. (Nagy-Tóth, 2006)

A legegészségesebb élvezeti cikk az összes közül. Orosz Péter megállapítása szerint (2015), a dióbél tartalmazza az emberi szervezet számára hasznosítható és egészséges olajat. Ez a megállapítás kissé túlzó lehet, mert előfordulhat, hogy más olajos magvak több olajat tartalmaznak. Azonban az ismert és felhasznált olajos magvak közül a dió tartalmazza a legtöbbet belőle.

Szentiványi Péter vizsgálatai bebizonyították (2006), hogy az olajtartalom fajtánként eltérő lehet. Ennek mennyisége 45-72 között lehetséges. A magas olajtartalommal rendelkező diók sokkal ízletesebbek, mint a kevés olajat tartalmazók.

A dió azonban koleszterint nem tartalmaz. Fajtától függően változhatnak a beltartalmi értékei. Általános értékek a következők (1. táblázat): (Nagy-Tóth: 2006)

**1. táblázat:** A dió beltartalmi értékei

<b>Beltartalmi érték</b>	<b>Mértékegység [%]</b>
Víztartalom	3,3-8,0 %
Zsirtartalom	64,4-77,5 %
Fehérje	15-25,0 %
Cukrok	13-20,0 %
Rostanyagok	2,1 %
Hamu	1,7 %
A-vitamin	30,0 mg %
C-vitamin	3,0 mg %
B6-vitamin	1,2 mg %
B1-vitamin	0,48 mg %
B2-vitamin	0,13 mg %
Foszfor	380,0 mg %
Kalcium	83,0 mg %
Vas	2,1 mg %
Kalóriaérték	654

Számos vitamin is megtalálható a dióban, mint például (2. táblázat):

**2. táblázat:** A dió vitamintartalma

<b>Vitamintartalom</b>	<b>mg/100 g egységben</b>
C-vitamin tartalma	25 mg/100 g
B1 vitamin tartalma	0,4 mg/100 g
Aszkorbinsav tartalma	25 mg/100g
E-vitamin tartalma	24-25 mg/100g

A legjobb cinkforrások közül a dió az egyik kiemelkedő az élelmiszerek közül.

Ásványi anyagtartalom 10 dkg dióbélben (3. táblázat):

**3. táblázat:** A dió ásványi anyagtartalma (Kelemen, 2014)

Ásványi anyag	Mértékegység [mg]
Kálium	440-550 mg
Foszfor	350-500 mg
Magnézium	130-160 mg
Kalcium	90-200 mg

Érdemes megemlíteni a dióból kinyert olaj összetételét is (4. táblázat).

**4. táblázat:** A dióolaj zsírösszetétele (Zimányi, 1979 nyomán)

Zsírösszetétel	Mértékegység [%]
Telített zsírsav:	16 %
Egyszeresen telítetlen zsírsav:	28 %
Többszörösen telítetlen zsírsav:	56 %

A dióbél olaja az emberi szervezet konzisztenciájú zsír felépítésében játszik nagy szerepet. Ezek a nélkülözhetetlen olajsavak koncentráltan találhatóak meg benne. Ezt az bizonyítja, hogy sokkal nagyobb mennyiségben találhatóak meg benne a telítetlen zsírsavak, mint a telítettek. Számos szakirodalomban olvasható, hogy napi 10 db dióbél, - vagy akár elég napi 5 db - elfogyasztása megfelelően kielégíti az emberi szervezet számára kielégítendő telítetlen zsírsavak mennyiségét.

Értékes összetevője még a dióbél fehérjéi. 100 g dióbélben 15-16 g fehérje található meg. Ezen fehérjék összetétele rendkívül kedvező, mivel megfelel más magvak vagy a halhús fehérjetartalmának, illetve meghaladja más húsok, a tej és a tojás fehérjetartalmát is.

A fehérjék aminosavakból épülnek fel, amelyeket az emberi szervezet lebont, majd emberi fehérjéket állt elő belőle. Az aminosavak lehetnek esszenciális aminosavak, amelyek az emberi szervezet számára csak a táplálékból tud hozzájutni. Vannak azonban olyan aminosavak is, amelyeket maga a szervezet állt elő más aminosavakból. Az aminosavak közül felsorolnék párat, mely elengedhetetlen összetevője a diónak: leucin, izoleucin, valin, treonin, lizin. Vannak olyan aminosavak is, melyek félig nélkülözhetetlen (szemiesszenciális) aminosavak, ilyen például a tirozin, cisztin, arginin, hisztidin, glicin és a szerin is.

Továbbá triptofánt és fenilalanint is tartalmaz. A fenilalanin kulcsszerepet játszik a nem esszenciális aminosavak előállításában, illetve a bioszintézisben is.

A dió fehérjéi tehát szinte teljes értékűnek tekinthetők. A dióbél kiváló flavonoidforrás is, más növényi tápanyagokkal összehasonlítva. (Orosz, 2015)

### **3.4. A dió tárolási lehetőségei:**

A dió tárolása során az avasodás jelensége jelenti a legnagyobb veszélyt. Az avasodás a zsírok megromlására utaló, jól felismerhető romlás. Az olajos vagy zsíros élelmiszerek kellemetlenül savanykás, fanyar illatáról lehet felismerni, esetleg megsárgult színéről, szúrós mellékízéről. Az avasodás mértékét nagyban befolyásolja az élelmiszer tisztaságától, valamint a tárolás körülményeitől, mint például, a nem megfelelő hőmérséklet, páratartalom és a fényhatás. Az avasodás megelőzése érdekében hideg, száraz, sötét helyen, gondosan lezárt csomagolásban érdemes tárolni a diót. Az élelmiszergyártók citromsavat vagy antioxidánsokat adnak hozzá a feldolgozott élelmiszerekhez az avasodás megelőzése céljából.

A dió gyakorlatilag egy évig is eltárolható károsodás, ízromlás vagy avasodás nélkül, ha 8 % víztartalomig le van szárítva. Fagyasztással ez az időtartam még hosszabb tarolási időt biztosít. A legideálisabb tárolási módja a héjas diónak, ha hűtőházban tárolják el 5-10 °C-on, 60 %-os relatív páratartalom, szellőztetési rendszerrel ellátva. Azonban ez a tárolási mód drága, még a legfejlettebb vidékeken környezeti levegőn tárolják a diót, mint például Kaliforniában. Ömlesztett formában, betonpadozatos gabonátárolókban. Az ömlesztett tárolás a legegyszerűbb és legköltséghatékonyabb formája a tárolásnak. Így a teljes tárolótér teljesen ki van használva, nincs szükség rekeszekre, tároló berendezésekre. A legtöbbször a későbbi munkálatokhoz van szükség mégis munkaerőre, hogy rekeszekbe töltsék a diókat.

Szokványos fogyasztói csomagolások közül a dióbelet különböző méretű fa vagy műanyag rekeszekbe, esetleg kartonpapír dobozokba vagy raschel, ritka szövetű juta zsákokba

csomagolják. A legnagyobb szokványos csomagoló eszköz (göngyöleg) a 10-es rekesz, 11-12 kg-os befogadóképességével.

A minőség megóvása érdekében 0,5 kg befogadóképességű műanyag vagy papír tálcában hoznak forgalomba fogyasztásra dióbél feleket. Ezeket a fogyasztói csomagolási egységeket mindig valamilyen nagyobb gyűjtőcsomagolásba teszik az anyagmozgatás, szállítás során.

Ugyancsak a minőség megóvását szolgálják a különböző vákuumos vagy védőgázos csomagolások. Ezen technológiai folyamatok segítségével meggátolhatók az oxidációs és enzimes folyamatok. A zsír nem fog tudni megavasodni, a gyümölcs nem fog megbarnulni, a hús nem színeződik el, hanem megmaradnak a termékre jellemző fizikai és beltartalmi tulajdonságai. Illetve a mikroorganizmusok szaporodásának ellehetetlenítése érdekében is alkalmazzák ezeket a technológiákat.

Úgy gondolom, fontos megemlíteni a csomagolóanyagok megfelelő gázzáró tulajdonságát is, mely elengedhetetlen az élelmiszerek csomagolásánál. Több szempontból is jelentősége van, mint például az aerob mikrobák gátlása mellett, az élelmiszerek színének megtartása és az avasodás megakadályozása. Az elszíneződés és az avasodás negatív érzékszervi következményei az élelmiszer romlásának. (Pintér, 2014)

### **3.5. Miért van szükség ehető bevonatra?**

Az ehető bevonatok számos terméknel előnyt jelenthet csomagolástechnológiai szempontból. Míg egyes termékek eredeti formájába fogyaszthatók, az esetek többségében a felhasználásukhoz valamilyen darabolási, szeletelési technikát kell alkalmazni. Ezeknek a folyamatoknak az elvégzése az adott gyárban történik, ahol a terméket csomagolják, hamarabb kiszáradna, megromlana, illetve elvesztené tápértékét és ízét. Megfelelő védelem nélkül könnyen sérülékennyé válhatnak így az élelmiszerek. Ennek megelőzése érdekében a nyersanyag felhasználása után egy természetes, ehető bevonatot szükséges készíteni rá. Ezen bevonatok használata lehető teszik a fontos gázok, mint az oxigén, a szén-dioxid és etilén szabályozott cseréjét, áramlását, amelyek a légzési folyamatokban részt vesznek (Theeranun J., és munkatársai, 2016).

Az esetek többségében meg kell hámozni, ki kell magozni, fel kell szeletelni a gyümölcsöt-zöldséget fogyasztás előtt – és ez fáradsággal, idővesztéssel jár. Ha ezt jó előre elvégzik helyettünk egy feldolgozó üzemben, akkor viszont a friss termék elindul a fonyadás és

romlás útján, elveszti vonzó külsejét, zamatát és tápértékét. A károsodás órák alatt vagy napok alatt bekövetkezik, még ha a romlás jelei közvetlenül nem láthatók, akkor is. Ezt lehet megelőzni azzal, hogy a gyümölcs héját ehető filmréteggel helyettesítik.

“A gyümölcsöknek és zöldségféléknek héjuk van, amely természetes védelmet nyújt a kiszáradás, elszíneződés és a romlás más formái ellen. Ha meghámozzuk és felvagdadjuk a gyümölcsöt, zöldséget, eltávolítjuk ezt a természetes védelmet, kezdetét veszi a romlás. Perceken belül látható lesz az almánál vagy a banánnál, de más gyümölcsöknél, zöldségféléknél is megindul a romlás, még ha látható jele nincs is. A természet nagyon jó vegyész, meg kell tanulnunk ezt tőle – és néha javítani rajta. Kitalálni új, ehető bevonatokat, amelyek megvédik az élelem minőségét és tápértékét” – mondja Attila E. Pavlath, az USA Mezőgazdasági Minisztériumának kaliforniai kutatóközpontjában dolgozik.

Az ehető bevonat az 1980-as évek közepétől létező fogalom. Akkoriban csupán 10 cég foglalkozott ilyen jellegű csomagolással. Azonban ma már több mint 1000 cég van, mely ezzel a csomagolási technológiával dolgozik. És ez még csak a kezdet...

Ezeket a bevonatokat ehető anyagok képezik, amelyeket vékony rétegben visznek fel a gyümölcs vagy zöldség felszínére annak érdekében, hogy megőrizzék annak frissességét. Az almát, ha a szüretelés után megmossák, azonnal elveszti természetes viaszrétegének egy részét, ezért carnauba-viaszba mártják, amit a pálmafa leveleiből nyernek.

Pavlath és munkatársai olyan bevonatot találtak fel az almaszeletekre, amittől 2 – 3 hétig megőrzik színüket és ropogósságukat, hűtve, csomagolva. Pedig az alma – felvágva vagy hámozva – 30 perc után megbarnul, elveszti természetes, szép sárgás színét. Pavlath módszere alapján az almát először C-vitaminba kell mártani, majd csak ez után szabad bevonatozni.

Sokféle ehető bevonatot használnak az iparban. Ezek közül megemlítenék párat, mint például a keményítőt, alginátot (algakivonatot), carragént, glutént, tejsavót és a méhviaszt. Ezeket az anyagokat egyenként vagy keverék formájában viszik fel az adott termék felületére vagy belemártják.

A mai bevonatoknak kifejlesztésével fontos, hogy a termék frissességét, ízét, zamatát, textúráját (állagát) és tápértékét mindenképpen meg kell őriznie, hogy a fogyasztók számára értékes tápanyagokkal teli terméket értékesítsenek. Ugyanúgy védeniük kell a baktériumok



ellen, mint a gyümölcs vagy zöldségféle természetes héjának, ha steril körülmények között dolgozzák fel.

Azonban még mindig létezik kihívás a filmbevonat-iparban. A felkarikázott banánnak kellene ehető bevonatot készíteni – mondja Pavlath doktor. A másik megoldásra váró gyümölcs az avokádó, amely hamar színét veszti hámozás után.

A nem ehető csomagolóanyagok tulajdonképpen bármilyen egészségre nem ártalmas (adalék) anyagot tartalmazhatnak, mint pl. oxigén-és vízgőz abszorberek, szerves savak és sóik, alkoholok, antioxidánsok, stb. Ehető fóliák és bevonatok esetén azonban ezen adalékanyagok felhasználható mennyisége korlátozott, mert ezeket egyrészt be kell dolgozni a fólia alapanyagába (kompaundálás) másrészt, mivel az ételmiszerrel együtt megesszük, ez hatással van az adalékanyag mértékére.

Ehető csomagolás új perspektívaként szolgál az ételmiszeriparban. Egy olyan korszerű csomagolóanyag, mely mikrobiológiai védelmet nyújt, ezzel hosszabbá téve az eltarthatóságot. A különféle bevonatok megakadályozzák a CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, aromakomponensek kiáramlását és az O<sub>2</sub> beáramlását, továbbá mechanikai szilárdságot biztosítanak. Fontos, hogy a bevonat ne ragadjon az egyéb csomagolóanyaghoz, kézhez, továbbá, hogy a szájban oldódjon fel, ne a kézben.

Ehető bevonatok lehetnek:

- poliszacharidok (cellulóz, keményítő, karragének, pektin, alginátok, természetes gumifélék)
- fehérjék (zselatin, kazein, albumin+zselatin, szója fehérje, savófehérje)
- lipidek (felületaktív lipoprotein, lecitin, viaszok – méhviasz, paraffin, karnauba)
- gyanták (fenyőbalzsam, gyümölcsfa gyanta, mézga)
- és különféle kompozitok

Az ehető bevonatok „adalékanyagai” lehetnek: antimikrobás anyagok, antioxidánsok (E-vitamin, C-vitamin), íz, illat-, és aroma anyagok, pigmentek, színyanyagok, tartósítószerke, vitaminok, probiotikumok (Bifidobacterium lactis) és ásványi anyagok lehetnek.

A csomagolástechnológia fejlődése nem csak az ehető bevonatok kifejlesztését tette lehetővé, hanem a Wikicell nevezetű csomagolási formának is. Kétrétegű csomagolást jelent.

Az első réteg egy vízzáró réteg, amely 3 fő részből áll. Az első részt az élelmiszer-részecskék teszik ki, mint a csokoládé, gyümölcs, mag, vagy akár a dió. A második része a kalcium, a harmadik pedig valamilyen természetes anyag. Ilyen anyag lehet például a kitozán, ami megtalálható a szervezetben, vagy az alginát, amely az algából származik. E három részből álló gél szerkezetű anyag a vizet az ételben, vagy az ital belsejében tartja.

A csomagolás második rétege egy védő réteg, ami teljesen ehető izomaltit (egyfajta édesítőszer). Az izomalt főként két diszacharidból felépülő keverékkristály. Két lépésben állítják elő szacharózból. Elsőként egy enzimatis transzglukozidáción formálódik át. A szacharózból két diszacharid keletkezik. Az előállítás második lépéseként egy katalitikus hidrogénezésen esik át. Fehér vagy csaknem fehér színű por. Vízen megfelelő mértékben oldódik, de etanolban gyakorlatilag nem oldódik fel. A cukrokkal ellentétben alacsony higroszkopicitása van. Hő- és saválló, nem redukáló anyag. Édesítő értéke a szacharóz édesítő értékének 50-60 %-a. Az élelmiszeriparban elsősorban a csökkentett energiatartalmú élelmiszerekhez használják fel az izomaltot. Vitaminok és aromák hordozóanyagaként is alkalmazzák. (Sáska, 2012)

## 4. Anyagok és módszerek

A kísérletem során felhasznált két diófajtát - a Milotait és az Alsószentivánit - elsősorban megtisztítottam, külső héjától megszabadítva a dióbelet. A művelet elvégzéséhez diótörőt, kalapácsot és fogót használtam fel, amelyek teljes mértékben megfeleltek erre a célra. A dióbelet megfelelő minőségben, egész darabokban sikerült megszabadítanom külső héjrétegétől. Egy tálba gyűjtöttem össze a már meghámozott diót, amit a későbbiekben felhasználtam a kísérlethez. Következő lépésként 15-15 grammos kis egységekre osztottam szét a diót és egy tálcára helyeztem el, mint ahogy az 4. ábrán látható. Ezt a folyamatot mind a két fajtájú dióra elvégeztem.



4. ábra: A 15 grammos dió egységek

(Forrás: Saját kép)

A kapott kis mennyiségű dióbelet az előre elkészített extraktumba mártottam bele egy szűrő segítségével (5. ábra).

Az extraktum maga a dióolaj gyártása során kinyert fenolos extraktum, amit a dióbélből nyertek ki.

Ezt a műveletet megismételtem minden egyes kis dióbél egységgel. Az extraktumba mártás során ügyeltem arra, hogy teljes mértékben, mindenhol jól elfedje a diót a kísérlet sikeressége érdekében. Az extraktumba való bemártás után egy tálcára raktam, hogy rászáradjon ez a bevonat. Száradás után következett a kis dióegységek csomagolása fóliákba (6. ábra), majd eltárolása szobahőmérsékleten (25 °C), 60 °C-ban, illetve 6°C-ban.



**5. ábra:** Az elkészített extraktum

(Forrás: Saját kép)



**6. ábra:** A becsomagolt dió

(Forrás: Saját kép)

A tárolási időszak után a kis diócsomagokat felbontottam egy olló segítségével. Az egyes csomagokból egy negyed darabot vettem ki, amit egy mozsár segítségével összemorzoltam. Ebből a morzsolt dióból pontosan 1 grammot mértem ki egy mérleg segítségével, amely a további mérésekhez szükségesek. Az 1 grammnyi morzsolt diót egy kis műanyag 45 ml-es centrifugacsőbe mértem ki, amelyeket előtte felcímkéztem. Ezt a folyamatot a 7. ábra szemlélteti. Minden egyes mintára elvégeztem ezt a műveletet, majd egy kémcsőállványba helyeztem azokat.



**7. ábra:** Az összemorzolt dió és a mérlegen kimért 1 gramm

(Forrás: Saját kép)

Készítettem egy extraktumot, amely metanol és desztillált víz 80:20 aránnyal készült. Az elkészült extraktumból 20 ml-t mértem ki egy kisebb mérőhengerbe, majd ezt elvegyítettem, összeráztam a kimért 1 gramm dióval (8. ábra). A mérés elején bekapcsoltam a vízfürdő kádat, amit körülbelül 40 °C-ra állítottam (9. ábra). A felcímkézett mintákat ebbe a kádba helyeztem bele a víz felmelegedése után a fázisok elkülönítése céljából.



**8. ábra:** Az 1 gramm dió és az extraktum elegye

(Forrás: Saját kép)



**9. ábra:** Vízfürdő kád

(Forrás: Saját kép)

Az 1 óra letelte után kivettem a mintákat, majd üvegtölcsér és szűrőpapír segítségével leszűrtem az oldatot egy 15 ml-es műanyag centrifugacsőbe, ami a 10. ábrán látható. Szépen látható volt, ahogy elkülönült a két fázis. Az alsó része adta a dió darabokat, mivel nehezebb súlyú. A felső fázisa az extraktum volt. Az így kapott mintákból végeztem el a további méréseket.



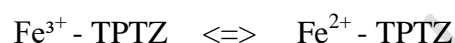
**10. ábra:** A minták szűrése üvegtölcsérral és szűrőpapírral, illetve az így kinyert minták

(Forrás: Saját kép)

## 4.1. Az antioxidáns kapacitás meghatározása FRAP módszerrel

Az első mérés, amit elvégeztem az antioxidáns kapacitás mérése volt FRAP módszerrel.

A FRAP értékek meghatározása Benzie és Strain módszere (1996) alapján történt spektrofotometriásan ( $\lambda=593$  nm). A FRAP módszer lényege, hogy a ferri-( $\text{Fe}^{3+}$ )-ionok az antioxidáns aktivitású vegyületek hatására ferro-( $\text{Fe}^{2+}$ )-ionokká redukálódnak, melyek alacsony pH-n a tripiridil-triazinnal (TPTZ= 2,4,6 tripiridil-S-triazin) komplexet képezve színes termékeket adnak (ferro-tripiridil triazin). Ezt a folyamatot az 1. képlet reakcióegyenlete támasztja alá. A FRAP értéket úgy kapjuk meg, hogy az összehasonlítjuk a minta extinció értékét 593 nm-en olyan reakcióelegyével, aminek ismert a  $\text{Fe}^{2+}$  koncentrációja. (Dr. Papp, 2004-2007)



Színtelen

Kék

### 1. képlet: Komplexképződés

Ennek a terméknek a spektrofotometriásan,  $\lambda = 593$  nm-en mért abszorbanciájából, aszkorbinsavval készített kalibrációs görbe segítségével értékeltem ki az adatokat, így azokat mg aszkorbinsav/g szárazanyagban adtam meg. (Balogh, 2010)

A mérés elvégzéséhez használt berendezés a Hitachi U-2900 Spektrofotométer volt (11. ábra). Ezzel a műszerrel az egykomponensű oldatok koncentrációját tudjuk meghatározni, amellyel számos élelmiszer-összetevő mennyisége meghatározható. Ilyen például a C-vitamin, antocianinok, polifenolok vagy akár a béta-karotin meghatározása. A mintaoldat abszorbanciáját, illetve transzmittanciáját tudjuk megmérni a kétutas spektrofotométer segítségével 190-1100 nm tartományban egy vagy több hullámhosszon.



11. ábra: Hitachi U-2900 Spektrofotométer (Forrás: Saját kép)



Elsőként a méréshez három oldatot készítettem el. Az első oldat 500 ml acetát-puffer oldat volt. A következő oldatként 270 gramm vas-kloridot oldottam fel 50 ml desztillált vízben. Illetve készítettem még egy triazin oldatot (TPTZ), amelyhez 156,15 mg triazint mértem ki és ezt 50 ml desztillált vízben oldottam fel. Ehhez az elegyhez fülke alatt hozzáadtam még 168  $\mu$ l HCl-t is. Az így kapott három oldatot egy nagy főzőpohárba öntöttem össze, amit a FRAP oldatot jelenti. Ezt követően alufólia segítségével teljesen elfedtem a főzőpoharat, hogy ne legyen zavaros, tiszta legyen az oldat a további mérések elvégzéséhez (12. ábra).

FRAP oldat:

- 500 ml Acetát-puffer
- 50 ml  $\text{FeCl}_3 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$
- 50 ml Triazin



**12. ábra:** FRAP oldat

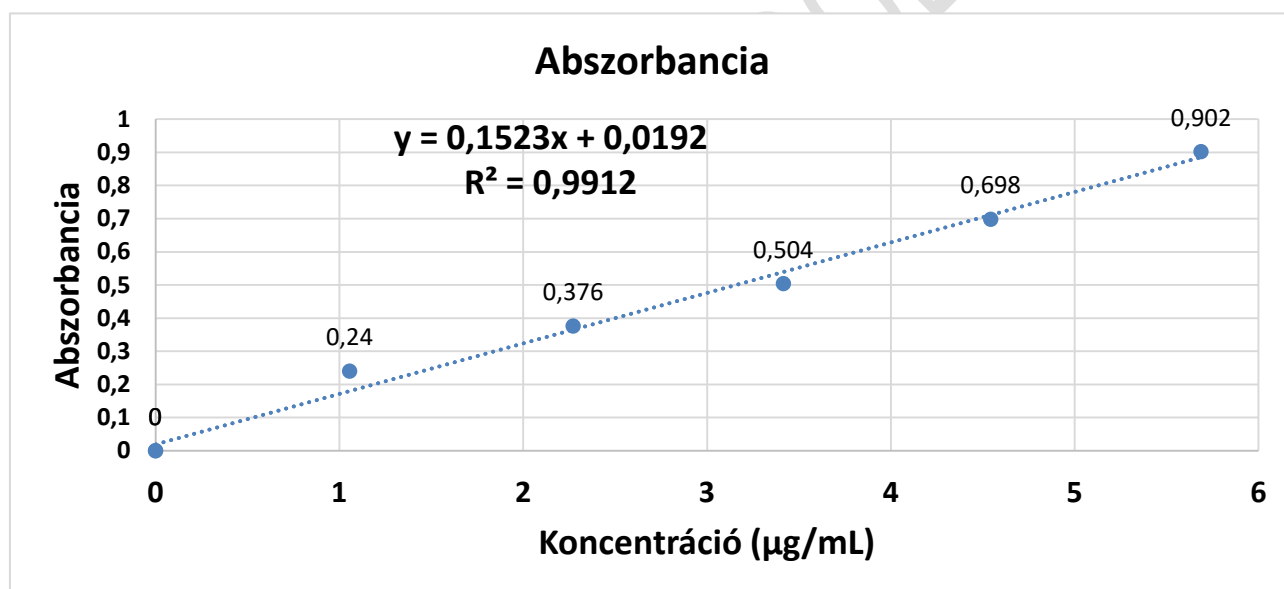
(Forrás: Saját kép)

A mérés megkezdése előtt be kellett kalibrálni a Spektrofotométert. Az 5. táblázat mutatja be, hogy a kalibrációhoz szükséges mintaoldatokat milyen arányban kellett elkészíteni. Amint látható, szükség volt a FRAP reagensre, desztillált vízre, illetve aszkorbinsav oldatra. A kalibráció során mér abszorbancia értékeket a 13. ábra mutatja be.



**5. táblázat:** Aszkorbinsav kalibrációhoz szükséges adatok

	FRAP	Desztillált	AS	AS koncentráció	
	reagens	víz	(1 mM/L)	( $\mu$ M/L)	( $\mu$ g/mL)
	(ml)	( $\mu$ L)	( $\mu$ L)		
1	1,5	50	-	0	0
2	1,5	50	-	0	0
3	1,5	40	10	6,451	1,056
4	1,5	30	20	12,903	2,272
5	1,5	20	30	19,354	3,416
6	1,5	10	40	25,806	4,544
7	1,5	-	50	32,258	5,688



**13. ábra:** Abszorbancia értékek a koncentráció függvényében kalibráláskor (FRAP)

A mérés során néhány minta abszorbancia értékét nem tudtam meghatározni az adott koncentrációval, így hígításra volt szükség. Ez ötszörös hígítást jelentett. A dió mintákból 1 ml-t pipettáztam ki az automata pipetta segítségével, majd ehhez 4 ml desztillált vizet adtam hozzá egy kémcsőbe. Ezt az oldatot használtam fel a további méréshez, úgy hogy, 10  $\mu$ L-t pipettáztam ki ebből a hígított mintából. Ehhez adtam hozzá 40  $\mu$ L desztillált vizet és 1,5 ml FRAP oldatot. Három párhuzamos mérést végeztem el az egyes mintákra, azokból átlagot és szórást számoltam.

A mérendő minta esetében fontos volt, hogy az össztérfogat 1550 ml legyen. Az előre kikészített kémcsövekbe elegyítettem a reagenseket, majd 5 perc letelte után következhetett a mérés 593 nm-en.

#### 4.2. Az összes polifenol tartalom meghatározása TPC módszerrel

A TPC módszer kidolgozása Singleton és Rossi (1965) nevéhez fűződik. A Folin-Ciocalteu reagens sárga színű  $\text{Mo}^{6+}$  ionja a vizsgált mintában található antioxidánsoktól elektront vesz fel, és kék színű  $\text{Mo}^{5+}$  ionná redukálódik. A keletkező kék színű termék spektrofotométerrel ( $\lambda=765$  nm-en) detektálható. A technika elnevezése nem teljesen pontos, mivel nemcsak a fenolok, hanem a vízdoldható, elektronleadásra képes antioxidánsok (az aszkorbinsav és a  $\text{Cu}^+$ -ionok) is képesek redukálni a reagenst. Előnye, hogy egyszerű, olcsó, reprodukálható, és nem igényel drága laboratóriumi felszerelést (Huang és mts., 2005). Hátránya többek között, hogy lúgos (nem fiziológiás) pH-n zajlik a reakció (Frankel és Meyer, 2000) és nem szelektív a polifenolokra (Apak és mts., 2007).

A mérés elvégzéséhez négyféle oldatot kellett elkészíteni. Az első oldat 50 ml folinból és 500 ml desztillált vízből állt. A következő reagensként használt oldat 80:20 arányban metanolt és desztillált vizet tartalmazott. Harmadik oldatként 22,26 gramm nátrium-karbonátot oldottam fel 300 ml desztillált vízben. Az utolsó reagenst a Galluszsav adta.

Az oldatok elkészítése után kémcsöveket helyeztem bele a kémcsőállványba, amelyekbe elelegyítettem a reagenseket (14. ábra). Elsősorban 1,25 ml folin oldatot pipettáztam bele automata pipetta segítségével a kémcsövekbe, majd 50 ml mintát, 200 ml metanol-desztillált víz elegyet és 1 ml nátrium-karbonát oldatot. Egy dió mintából 2 párhuzamos mérést végeztem el, így egy mintához két kémcső tartozott. Az így kapott összes oldatot 5 percre vízfürdőbe helyeztem 50 °C-os hőmérsékleten.



14. ábra: A kémcsőállványba, majd a vízfürdőbe helyezett minták (Forrás: Saját kép)

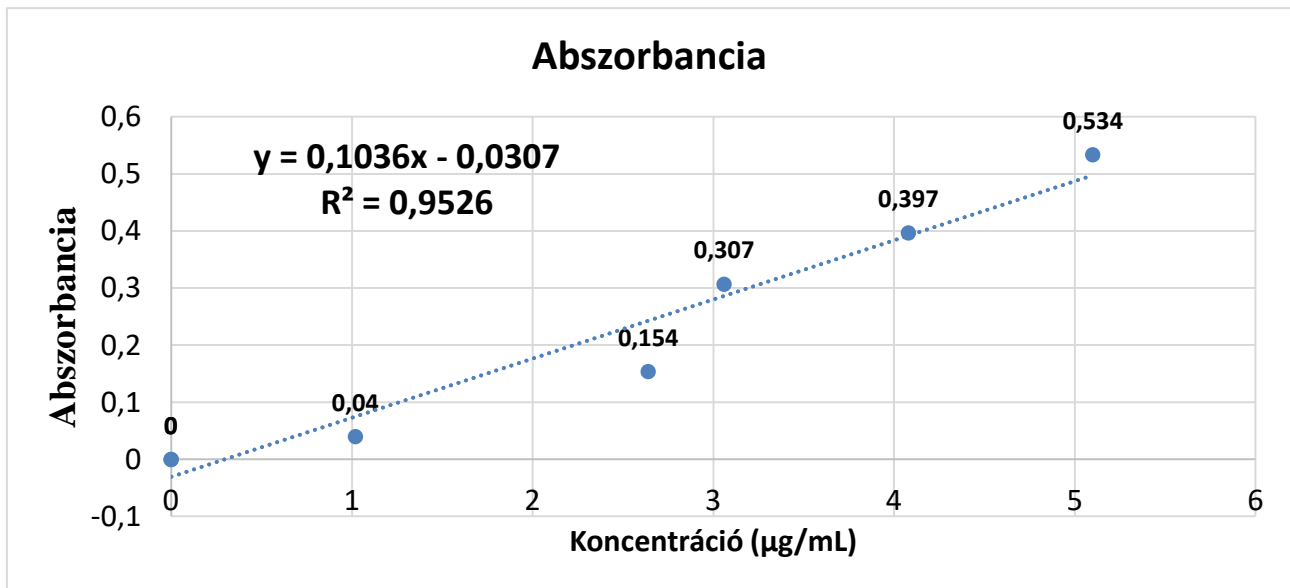
Mindeközben bekapcsoltam a méréshez használt mérőberendezést, amely a Hitachi U-2900 Spektrofotométer szolgált. Ezt a berendezést használtam az összes polifenol meghatározása során is. Ehhez a méréshez használt hullámhossz a 760 volt.

A méréshez szükség volt először kalibrálni a műszert. Ehhez egy kalibrációs sort kellett elkészíteni, amelyhez a 6. táblázat mutatja be a szükséges hozzávalókat a megfelelő arányokban.

**6. táblázat:** Aszkorbinsav kalibrációhoz szükséges adatok

	<b>Folin</b>	<b>MeOH:DV</b>	<b>Galluszsav</b>	<b>Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub></b> <b>1 perc után</b>	<b>μM</b>	<b>mg/ml</b>
	(μl)	(μL)	(μL)	(μ/L)	(μg/mL)	
<b>1</b>	1250	250	-	1000	0	0
<b>2</b>	1250	250	-	1000	0	0
<b>3</b>	1250	200	50	1000	6	1,02
<b>4</b>	1250	150	100	1000	12	2,64
<b>5</b>	1250	100	150	1000	18	3,06
<b>6</b>	1250	50	200	1000	24	4,08
<b>7</b>	1250	-	250	1000	30	5,1

A műszer kalibrálása során mért abszorbancia értékeket egy görbén ábrázoltam (15. ábra). A kalibrációt követően a minták abszorbanciáját mértem meg a Spektrofotométer segítségével. A kapott eredményeket rögzítettem, majd ezekkel az értékekkel számoltam tovább. Átlagot és szórást számoltam.



15. ábra: Abszorbancia értékek a koncentráció függvényében kalibráláskor (TPC)

Az antioxidáns kapacitás és összes polifenol tartalom meghatározása során a mérésekhez számos eszközt használtam fel. Elsősorban a vizsgálatokhoz szükséges mérőberendezést emelném ki, amely a már említett Hitachi U-2900 kétutas Spektrofotométer volt.

A FRAP módszerrel meghatározott antioxidáns kapacitásméréshez szükséges FRAP oldat elkészítéséhez a reagenseket főzőpoharakba mértem ki analitikai mérleg segítségével. A triazin és a vas-klorid oldatot 50 ml-es főzőpoharakba, az acetát-puffer oldatot egy 500 ml-es főzőpohárba mértem ki. Az oldatokat üvegbot segítségével elkevertem, hogy teljes mértékben feloldódjon az egyes oldatokhoz használt oldott anyag. A kiméréshez használtam még vegyszeres kanalat, illetve a desztillált víz mennyiségének kiméréséhez mérőhengert. A reagensek összeöntése egy 500 ml-es mérőhengerbe történt, amit alufóliával tekertem be.

A polifenol tartalom meghatározásához szükséges oldatokat is 500 ml-es főzőpoharakba készítettem el. A kiméréshez itt is felhasználtam vegyszeres kanalat, a megfelelő elegyítéshez üvegbotot.

Mindkét mérés esetében a minták kémcsövekbe való kiméréséhez automata pipettákat használtam. Szükségem volt ehhez kémcsőállványokra is, ahova a kémcsöveket helyeztem bele. A Spektrofotométerben való méréskor a mintákat küvettába töltöttem bele.

## 5. Kísérleti eredmények és értékelésük

Egy héten belül a három hőmérsékleti értéken – 6 °C-on, szobahőmérsékleten (25 °C-on) és 60 °C-on - vizsgált minták láthatóak, azon belül is megkülönböztetjük a nem bevonatos (NB) és bevonatos (B) mintákat. Ezt a felosztást alkalmazom az összes polifenol tartalom és az antioxidáns kapacitás meghatározás ábrázolása során is.

Az antioxidáns kapacitás meghatározása során mért három párhuzamos mérés során kapott abszorbancia értékekből számolt átlag értékeket szemléltetik a következő diagramok az Alsószentiváni (16. és 17. ábra) és a Milotai (18. és 19. ábra) diófajta esetében is.

Az Alsószentiváni dió vizsgálatának eredményeképp elmondható, hogy a különböző hőmérsékleten tárolt mintáknak eltérő mennyiségben tartalmazott antioxidánst.

### 5.1. Alsószentiváni dióminták antioxidáns kapacitás meghatározása

#### 5.1.1. A 6 °C-on tárolt minták antioxidáns kapacitás meghatározása

A 6 °C-on tárolt, nem bevonatos minták esetében kezdetben alacsony antioxidáns tartalommal rendelkezett. A kezdeti antioxidáns tartalom 10470,66 µg/g volt. Két hét múlva, azaz a 4. héten vizsgált mintánál a második héthez képest kevesebb antioxidánst tudtam kimutatni a mintából. A 6. héten volt tapasztalható, hogy intenzíven megnövekedett az antioxidáns tartalma, egészen 38172,95 µg/g mennyiségben. A 8. hétre körülbelül a felére csökkent a mennyisége az előző héthez képest. A 10. hétre ismét megemelkedett az antioxidáns tartalma a mintának. Azonban az utolsó kétheti ellenőrzésnél fokozatosan csökkent az antioxidáns tartalma.

A bevonatos minták esetében az antioxidáns tartalom közel azonos mennyiségben volt jelen a 4., 8., 10., 12. és 14. héten. 8600-12.000 µg/g mennyiségben volt jelen. Az első vizsgálat során kimutatott antioxidáns tartalom 28334,91 µg/g volt. Ezen a héten volt tapasztalható a legnagyobb mennyiségben jelen a mintában. Illetve a 6. héten is kiemelkedően magas antioxidáns tartalma volt a mintának, 24522,09 µg/g mennyiségben.

#### 5.1.2. A 25 °C-on tárolt minták antioxidáns kapacitás meghatározása

A szobahőmérsékleten tárolt, nem bevonatos minták esetében viszonylag alacsony antioxidáns tartalommal rendelkeztek a minták. Kiemelkedően magas antioxidáns tartalom jellemezte a 6. héten vizsgált mintát. Ebben az esetben 38342,57 µg/g mennyiségben

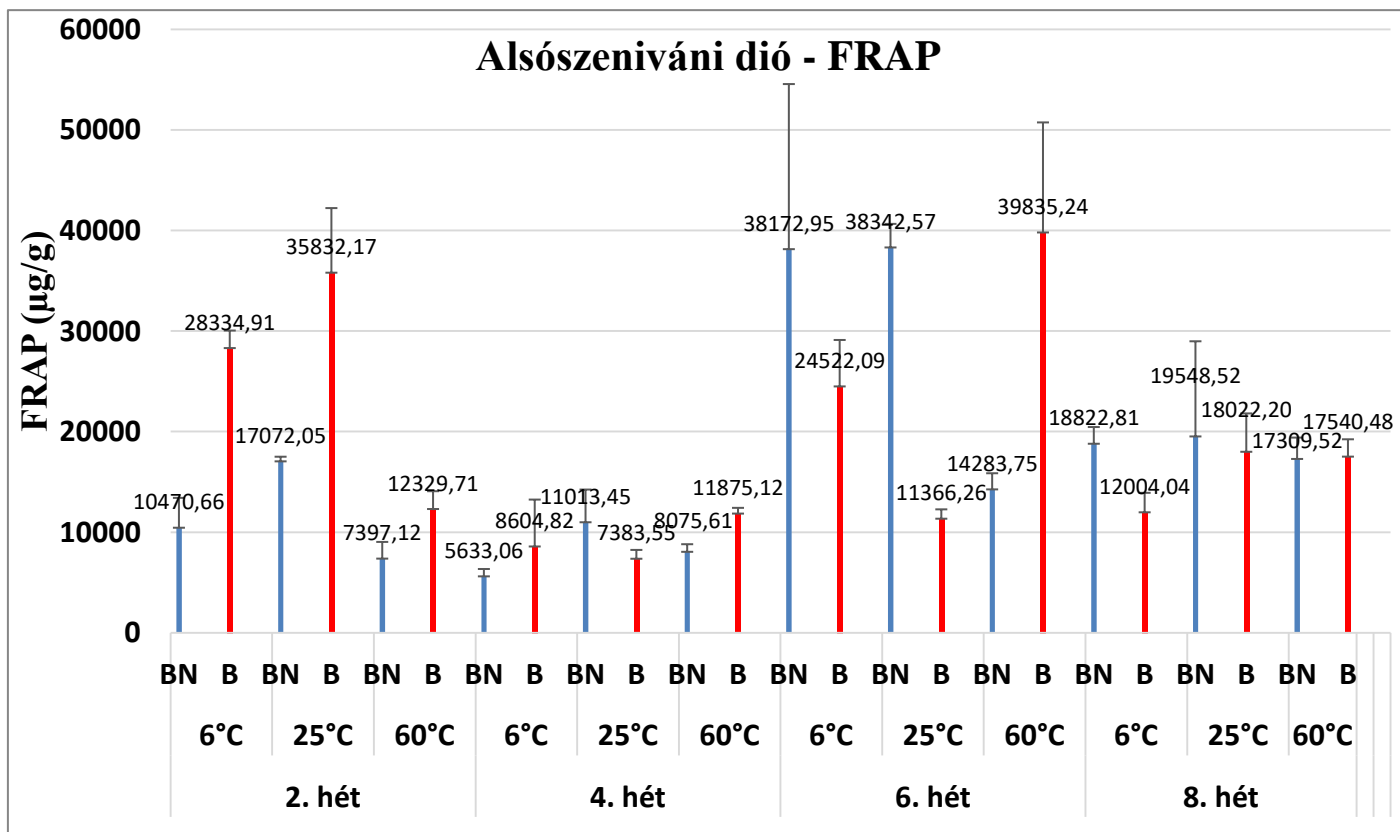
tartalmazott antioxidánst a minta. Ezen a hőmérsékleten tárolt nem bevonatos minták közül a 14. héten vizsgált minta tartalmazta a legkevesebb antioxidánst, 5164,63  $\mu\text{g/g}$  mennyiségben.

A bevonatos dióminták, amik 25 °C-on voltak tárolva, azok antioxidáns tartalma viszonylag alacsony volt. 7300–20.000  $\mu\text{g/g}$  mennyiségben volt jelen a mintákban. Kiemelkedően magas antioxidáns tartalommal a 2. héten rendelkezett a dióminta. A 6 °C-on tárolt minták antioxidáns tartalmával szemben nagyobb mennyiségben tartalmaztak a 25 °C-on tárolt minták antioxidánst.

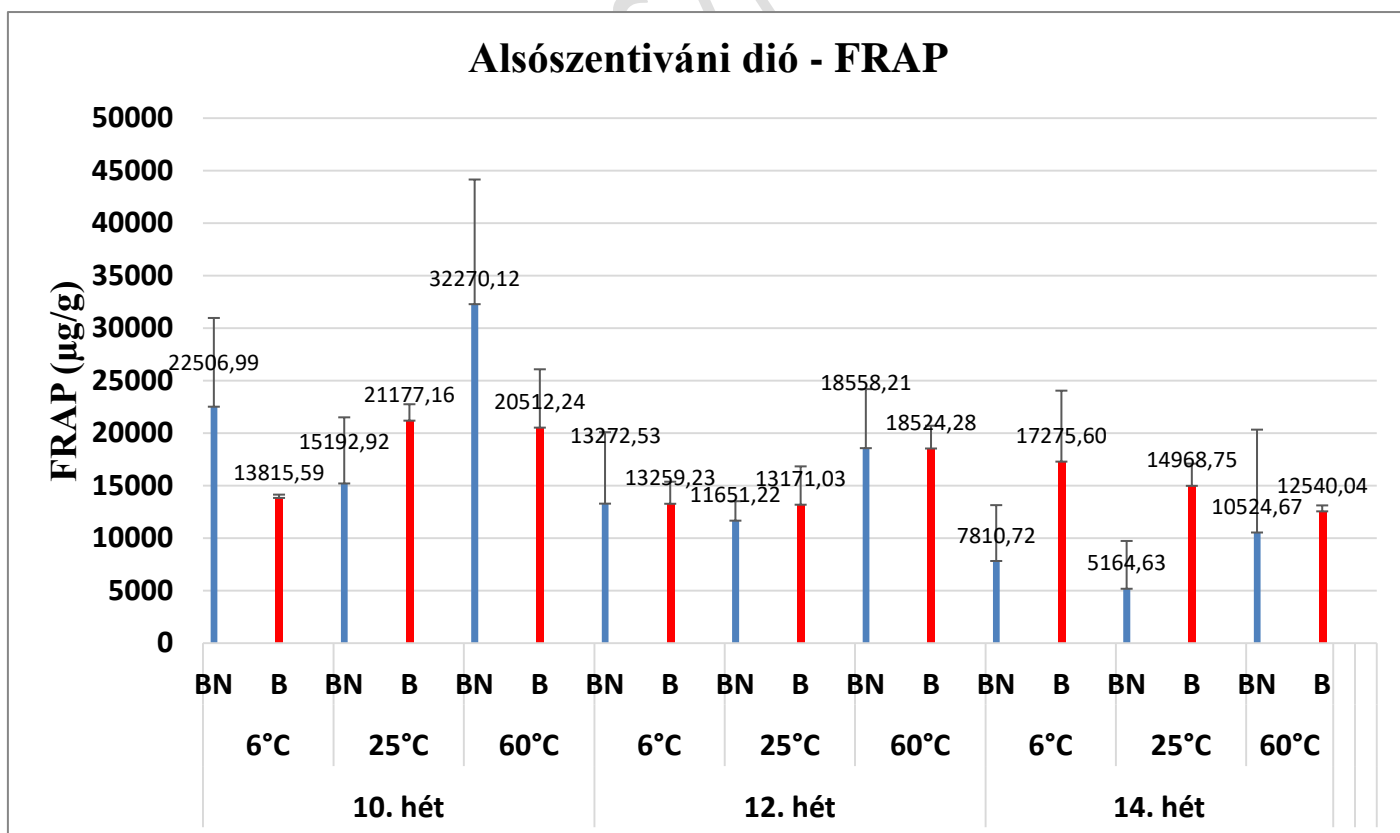
### **5.1.3. A 60 °C-on tárolt minták antioxidáns kapacitás meghatározása**

A 60 °C-on tárolt dióminták vizsgálata során a nem bevonatos dióminták antioxidáns tartalma közel azonosnak mondhatók. 7300-18.000  $\mu\text{g/g}$  közötti mennyiségben volt mérhető az antioxidáns tartalom. A legtöbb mennyiségű antioxidánst a 10. héten vizsgált minta tartalmazta, 32270,12  $\mu\text{g/g}$  mennyiségben.

A bevonatos minták közül a 6. héten vizsgált minta tartalmazta a legtöbb mennyiségű antioxidánst. Ez a mennyiség 39835,24  $\mu\text{g/g}$  volt. A többi héten 11.000 – 20.000  $\mu\text{g/g}$  közötti mennyiségben tartalmaztak a minták antioxidánst.



16. ábra: Az Alsószentiváni dióminták antioxidáns kapacitás átlagértékei



17. ábra: Az Alsószentiváni dióminták antioxidáns kapacitás átlagértékei

A Milotai diófajta mintáinak vizsgálata során mért antioxidáns kapacitás értékeket a 18. és 19. ábra mutatja be.

## **5.2. Milotai dióminták antioxidáns kapacitás meghatározása**

### **5.2.1. A 6 °C-on tárolt minták antioxidáns kapacitás meghatározása**

A 6 °C-on tárolt, nem bevonatos minták antioxidáns tartalma a 2. és 4. héten közel azonos volt. 13.000-15.000 µg/g mennyiségű antioxidánst tartalmaztak. A hetek múlásával egyre növekedő tendenciát mutatott ez az érték. A legmagasabb antioxidáns tartalom a 6. héten volt megfigyelhető, 28572,38 µg/g mennyiségben volt jelen a mintában.

A bevonatos minták esetében ezen a hőmérsékleten tárolva 12.000 µg/g körüli mennyiségben tartalmaztak antioxidánst a minták. A 14. héten 29725,8 µg/g mennyiségű antioxidáns tartalom volt a mintában. A bevonatos minták közül ez volt az, amelyiknél a legmagasabb volt az antioxidáns tartalom mennyisége.

### **5.2.2. A 25 °C-on tárolt minták antioxidáns kapacitás meghatározása**

A szobahőmérsékleten tárolt, nem bevonatos minták közel azonos antioxidáns tartalommal rendelkeztek. Az első négy hétben az antioxidáns tartalom 6700-12.000 µg/g közötti mennyiségben volt jelen a mintákban. A következő hetekben vizsgált mintáknál ennek mennyisége egy kicsit megnövekedett. A 10. héten közel 14.000 µg/g antioxidáns volt megtalálható a mintában. A 12. hétre 17703,31 µg/g, míg a 14. hétre 18021,93 µg/g mennyiségben tartalmazták a minták az antioxidánst.

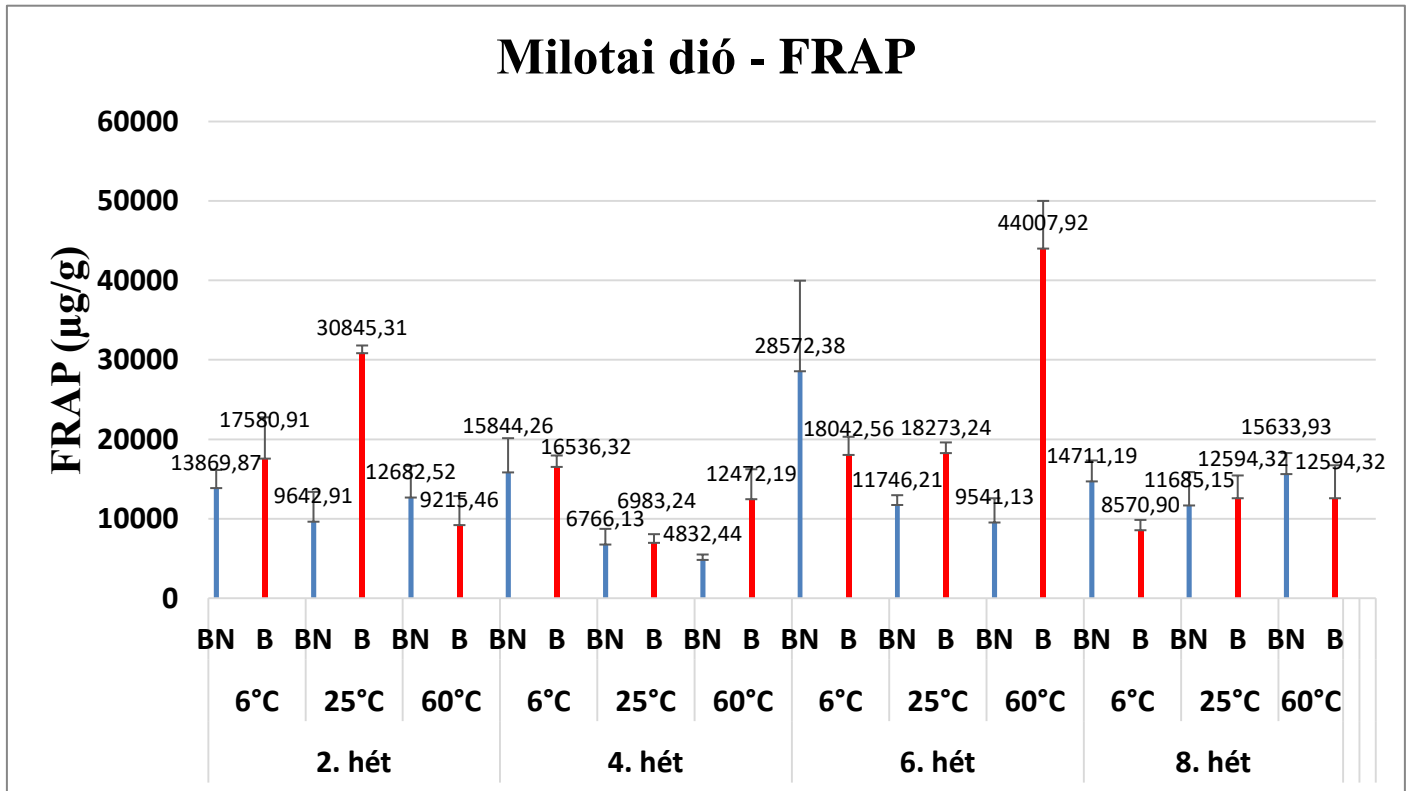
A bevonatos mintáknál a 2. héten tartalmazta a legtöbb antioxidánst a minta. 30845,31 µg/g mennyiségben volt jelen a mintában. A következő hetekben vizsgált mintákban ennél kevesebb antioxidáns tartalom volt. A legkevesebb mennyiségben a 2. héten vizsgált mintában volt jelen az antioxidáns. Ekkor mindösszesen 4832,44 µg/g volt.

### **5.2.3. A 60 °C-on tárolt minták antioxidáns kapacitás meghatározása**

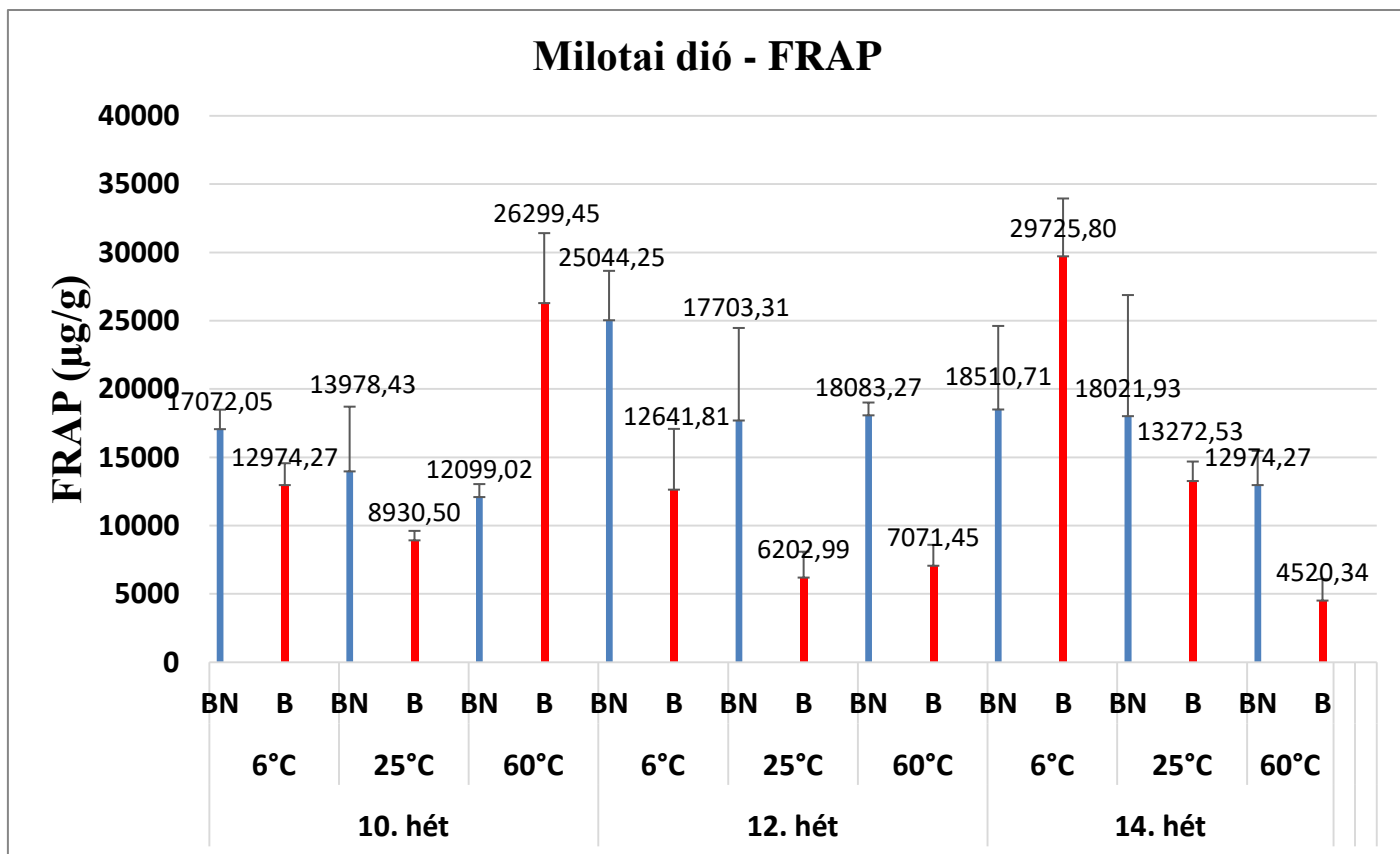
A 60 °C-on tárolt minták esetében a nem bevonatos dióminták alacsonynak mondható antioxidáns tartalommal rendelkeztek, 10.000 µg/g körüli mennyiségben. Azonban a legtöbb mennyiségben a 12. héten kiugróan magas mennyiségben, 18083,27 µg/g antioxidáns tartalommal rendelkezett a minta a többihez képest.



Ezen a hőmérsékleten a bevonatos minták 4500-13.000  $\mu\text{g/g}$  mennyiségű antioxidánst tartalmaztak. Kiemelkedően magas antioxidáns tartalma a 6. és a 10. héten vizsgált mintákban volt. A 6. héten közel 44.000  $\mu\text{g/g}$ , míg a 10. héten 26299,45  $\mu\text{g/g}$  mennyiségben tartalmaztak antioxidánsokat.



18. ábra: A Milotai dióminták antioxidáns kapacitás átlag abszorbancia értékei



19. ábra: A Milotai dióminták antioxidáns kapacitás átlag abszorbancia értékei

### 5.3. Alsószentiváni dióminták összes polifenol tartalom meghatározása

Az Alsószentiváni dióminták vizsgálata során az összes polifenol tartalom meghatározása során kapott átlag abszorbancia értékeket a 20. és 21. ábrák mutatják be.

#### 5.3.1. A 6 °C-on tárolt minták összes polifenol tartalom meghatározása

A nem bevonatos minták összes polifenol tartalmának meghatározása során a legmagasabb mennyiségben a 6. héten volt mérhető. Ez a mennyiség 14990,67 µg/g volt. A többi héten megmért polifenol tartalom mennyisége a 6. héten kapott eredményhez képest nagyon alacsonynak mondható. 3000-6000 µg/g mennyiségű polifenolt tartalmaztak ezek a minták.

A bevonatos minták esetében a legtöbb polifenolt a 2. héten tartalmazta a mint, 9810,49 µg/g volt. A 4. és a 6. héten volt mérhető a legkevesebb polifenol tartalom a mintákban. A 8. héttől egy növekedő tendenciát mutatott az összes polifenol tartalom mennyiségének változása. A 14. hétre elérte a 7773,81 µg/g-nyi mennyiséget.

### 5.3.2. A 25 °C-on tárolt minták összes polifenol tartalom meghatározása

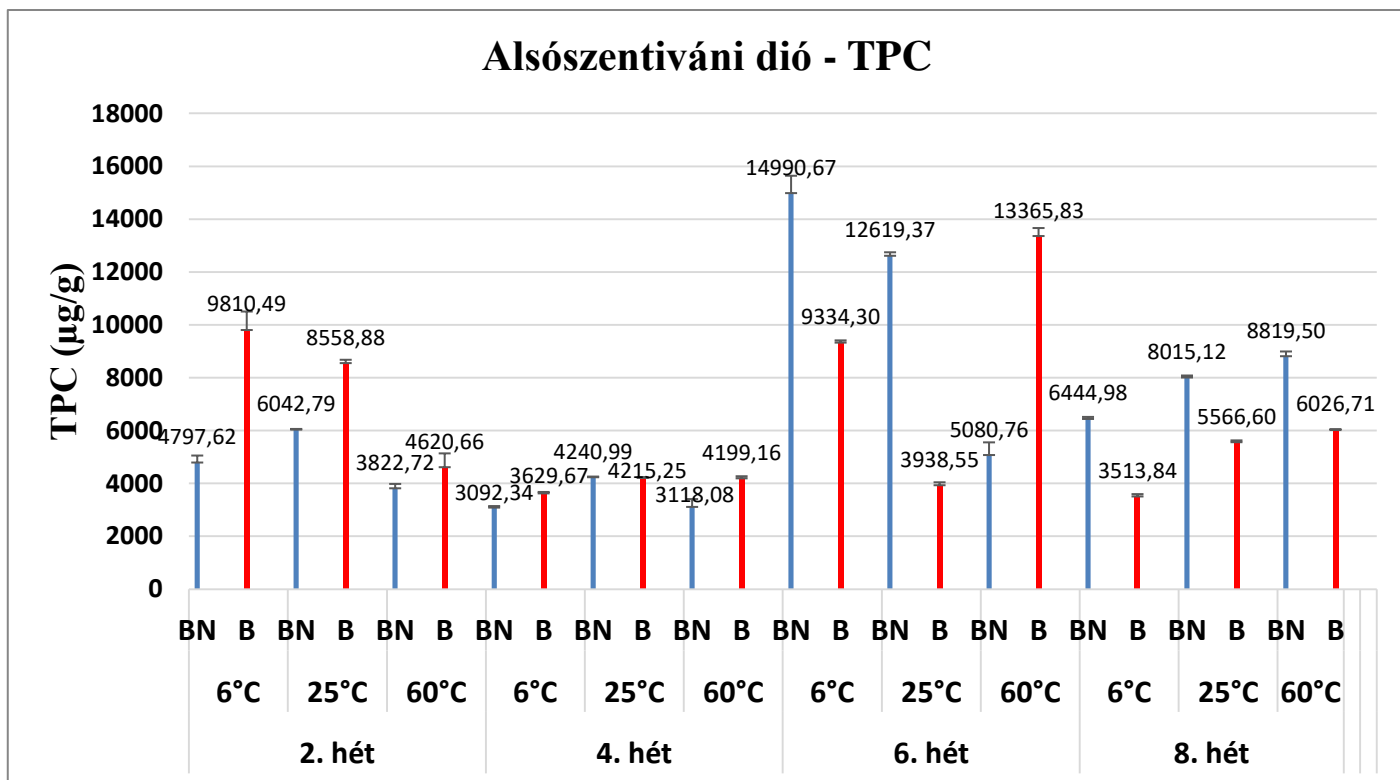
A szobahőmérsékleten tárolt nem bevonatos minták kezdeti polifenol tartalma 6000 µg/g-ban volt jelen. A 4. hétre az előző héthez képest körülbelül a felére csökkent a minta polifenol tartalma. A 6. hétre ugrásszerűen megnőtt a polifenol tartalom mennyisége a mintában, 12619,37 µg/g mennyiségben volt jelen. A következő hetekben jelentősen csökkent a polifenol tartalma a mintáknak. 3700 µg/g körüli mennyiség volt a mintákban. A 14. hétre 5600 µg/g-ra megnövekedett a polifenol mennyisége.

A bevonatos mintákban a kezdeti átlag abszorbancia érték 8558,88 µg/g volt. A második héthez képest a következő hetekben csökkent az átlag abszorbancia érték egészen a tizedik hétig. A 12. héten növekedő tendenciát mutatott az antioxidáns tartalom mennyisége. A 14. héten mért polifenol tartalom 7773,81 µg/g volt, ami majdnem megközelítette a 2. heti vizsgálatnak az eredményét.

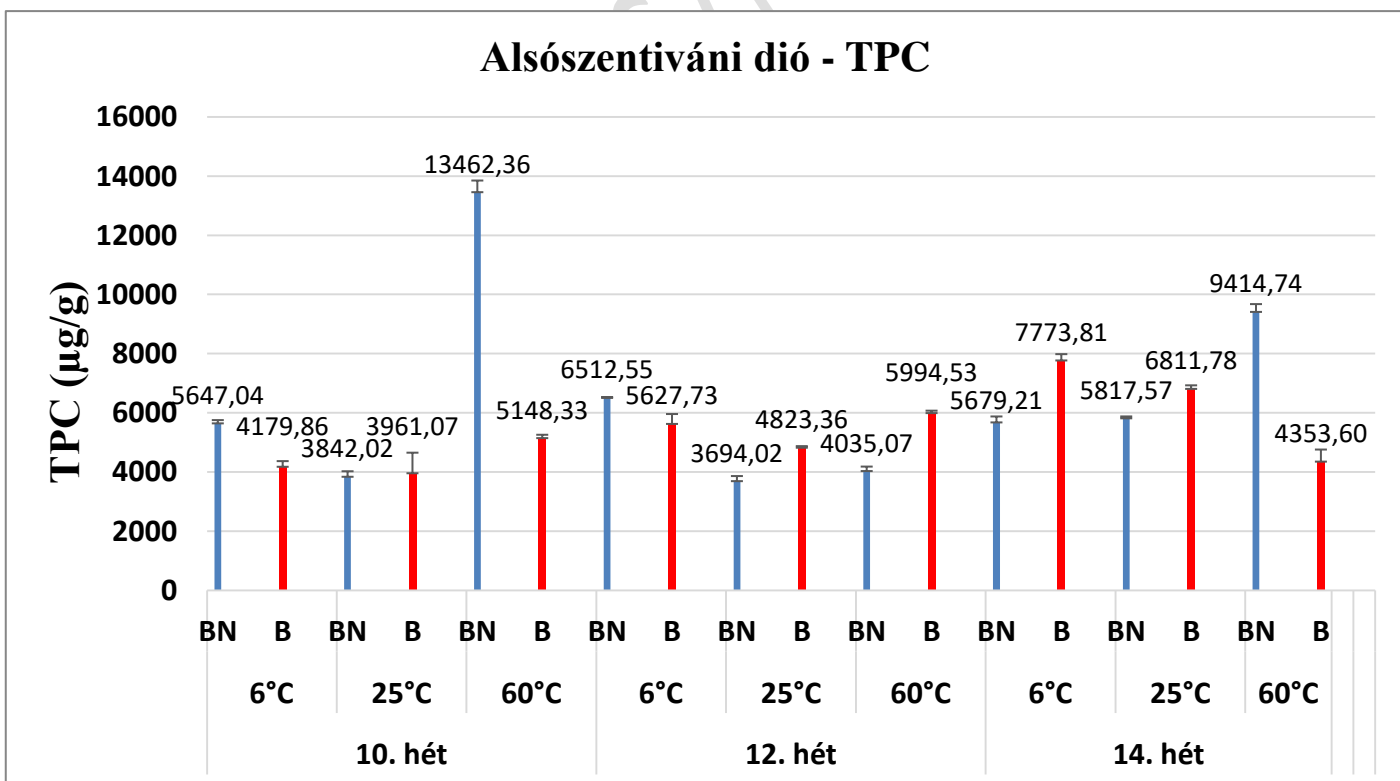
### 5.3.3. A 60 °C-on tárolt minták összes polifenol tartalom meghatározása

A 60 °C-on tárolt nem bevonatos minták összes polifenol tartalma alacsonynak mondható. 3100-9000 µg/g között volt mérhető a polifenol mennyisége a mintákban. A legkiemelkedőbb mennyiségben a 10. héten vizsgált mintában volt 13462,36 µg/g mennyiségben.

A bevonatos minták esetébe a 6. héten tartalmazta a legtöbb polifenolt a minta. Ez a mennyiség 13365,37 µg/g volt. A többi héten megmért összes polifenol tartalom a mintákban 4300-6450 µg/g között volt.



20. ábra: Az Alsószentiváni dióminták összes polifenol tartalmának átlag abszorbancia értékei



21. ábra: Az Alsószentiváni dióminták összes polifenol tartalmának átlag abszorbancia értékei

## 5.4. Milotai dióminták összes polifenol tartalmának meghatározása

Milotai diófajta összes polifenol tartalmának meghatározása során kapott átlag abszorbancia értékek a 22. és 23. ábrán láthatóak.

### 5.4.1. A 6 °C-on tárolt minták összes polifenol tartalmának meghatározása

A 6 °C-on tárolt, nem bevonatos dióminták összes polifenol tartalma nagymértékben változott a hetek múlásával. Legmagasabb polifenol tartalommal rendelkező minta a 6. és a 12. héten voltak. A 6. héten 15647,04 µg/g, a 12. héten 16457,85 µg/g mennyiségben volt jelen a polifenol.

A bevonatos mintákat vizsgálva elmondható, hogy a 6 °C-on tárolt minták esetében a 14. héten volt a legmagasabb polifenol tartalma a mintának. Ez a mennyiség 16486,81 µg/g volt. Mindaddig, a többi héten vizsgált mintákban 4800-9100 µg/g mennyiségben volt jelen.

### 5.4.2. A 25 °C-on tárolt minták összes polifenol tartalmának meghatározása

A szobahőmérsékleten tárolt nem bevonatos dióminták esetében közel azonos polifenol tartalommal rendelkeztek a minták. A 2. és 4. héten volt tapasztalható a legkevesebb polifenol tartalom a mintákban, amik rendkívül alacsonynak mondhatók a többihez képest. Ez a mennyiség 2100-3640 µg/g közötti érték volt. A következő hetekben növekedő tendenciát mutatott a polifenol tartalmának változása a mintákban. A 14. hétre 10544,08 µg/g mennyiségű polifenol volt mérhető a mintában.

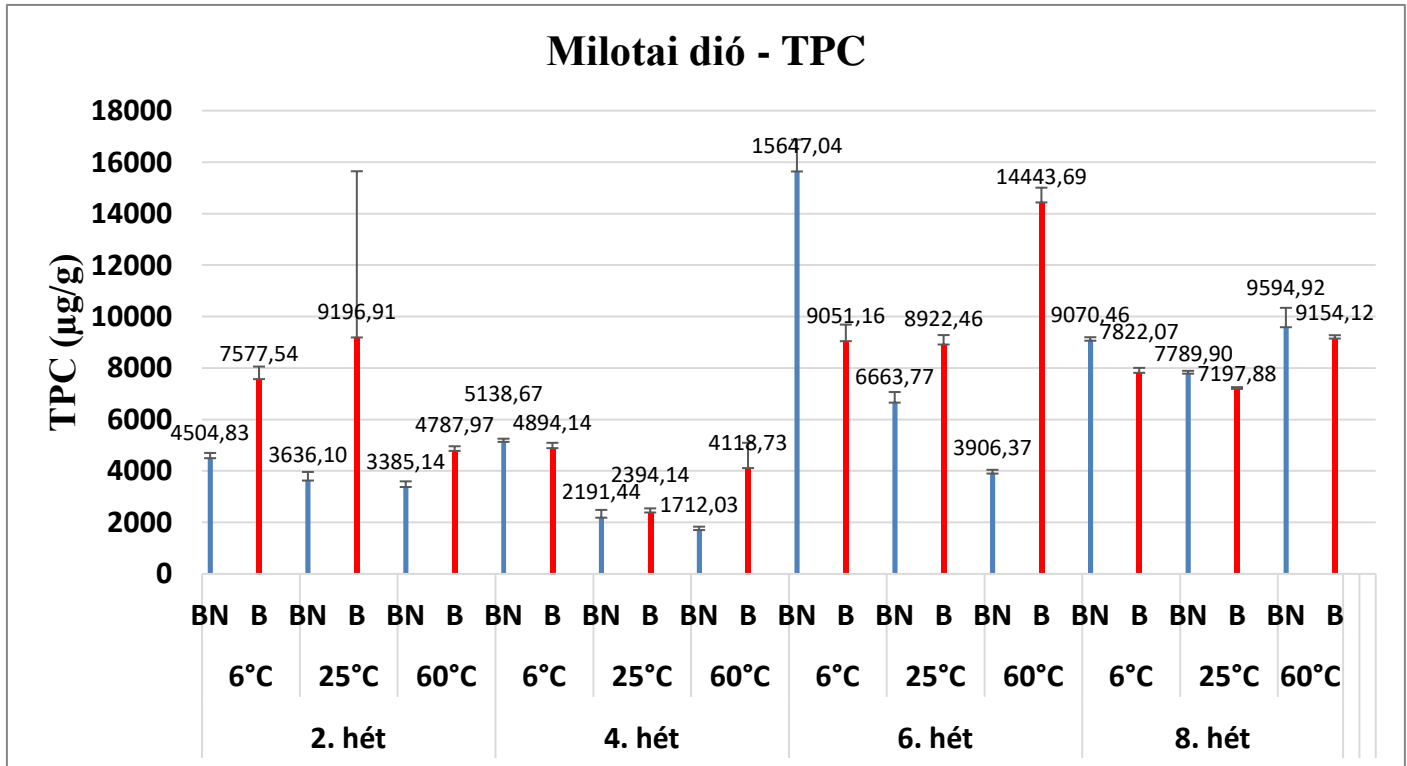
A bevonatos minták esetében eltérő mennyiségben volt kimutatható a polifenol mennyisége. A 4. és 12. héten volt a legkevesebb mennyiségben, 2300-3700 µg/g mennyiségben. A többi héten 7000-9000 µg/g körüli mennyiségben volt jelen a mintákban.

### 5.4.3. A 60 °C-on tárolt minták összes polifenol tartalmának meghatározása

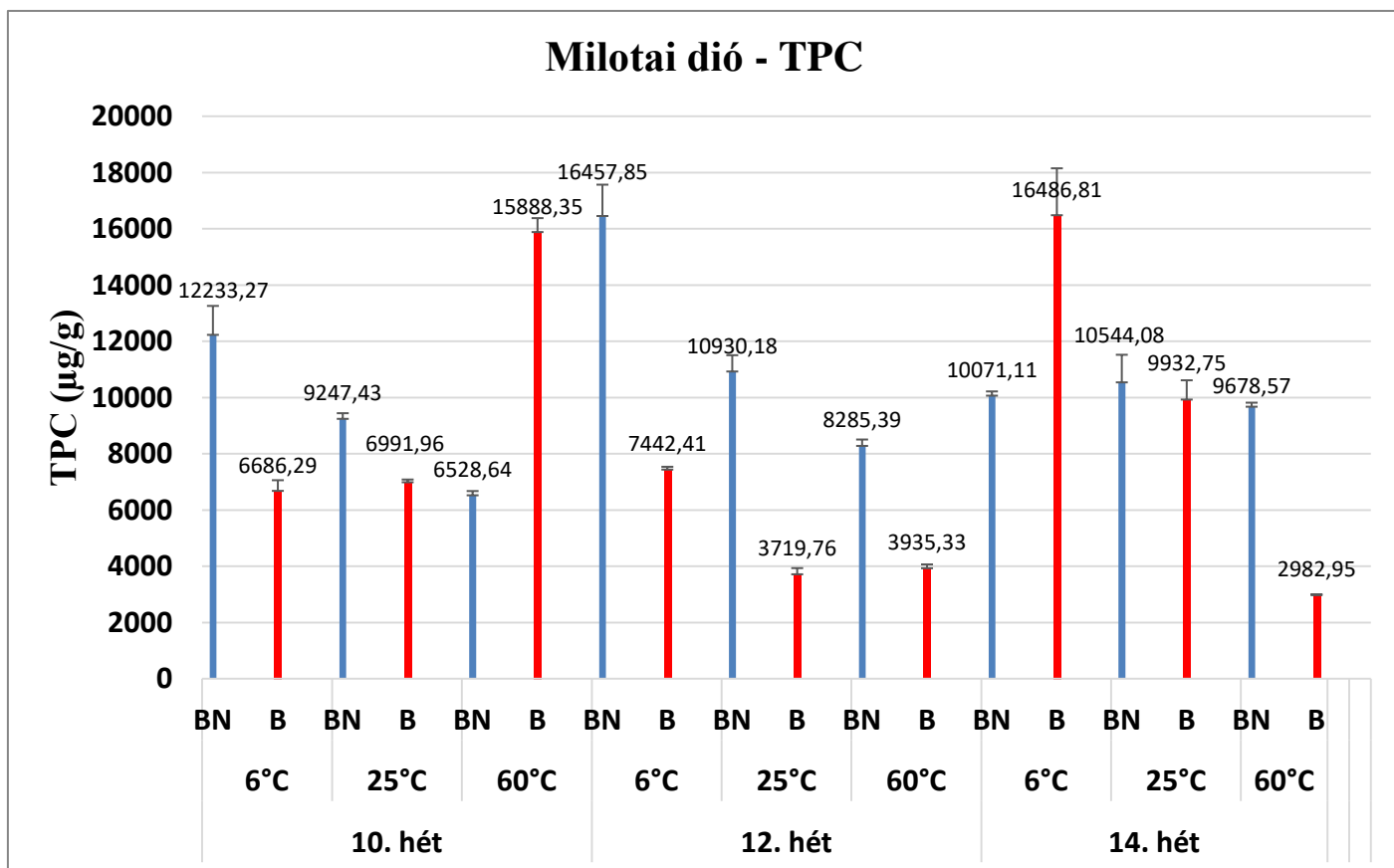
A 60 °C-on tárolt minták esetében a 10. héten volt a legmagasabb értéke, illetve a 6. héten is jóval magasabb mennyiségben volt jelen a polifenol, mint az összes többi héten. A 10. héten 15888,35 µg/g, a 6. héten 14443,69 µg/g mennyiségben.

A 60 °C-on tárolt nem bevonatos minták összes polifenol tartalma sokkal alacsonyabb volt, mint a másik két hőmérsékleten tárolt mintáké. Azonban a 8. héten kiemelkedően magas értéket mutatott, 9154,12 µg/g-ot.

Kezdetben, a második héten az összes polifenol tartalma 47087,97  $\mu\text{g/g}$  volt. Ez a mennyiség a 4. héten csökkent, azonban a 6. héten kiemelkedően magas polifenol tartalommal rendelkezett ez a minta. A legtöbb mennyiségben 15888,35  $\mu\text{g/g}$ -ot tartalmazott a 10. héten, majd ez a mennyiség drasztikusan lecsökkent a 14. hétre. Összességében elmondható, hogy a hetek múlásával változó mennyiségű polifenolt tartalmaztak a minták.



22. ábra: A Milotai dióminták összes polifenol tartalmának átlag abszorbancia értékei



23. ábra: A Milotai dióminták összes polifenol tartalmának átlag abszorbancia értékei

## 6. Összefoglalás

Dolgozatom célja a fenolos extraktumokkal bevont dióminták eltarthatóságának növelése. Az eltarthatósági idő növelhető megfelelő csomagolás használatával, esetlegesen ehető bevonat készítésével.

A dió eltarthatóságának növelése céljából olyan csomagolási módszereket, csomagolóanyagokat vizsgálok élelmiszeripari technológiák, tárolási módszerek tesztelésével, amelyek elősegítik a tápanyagok megőrzését, illetve a dió legfontosabb és legértékesebb tulajdonságait, anyagait fogyasztás szempontjából.

A dióhéjtól megtisztított dióbelet olyan extraktummal vontam be, mely a dió beltartalmi értékeit minőségromlás nélkül megtartja arra ügyelve, hogy érzékszervi tulajdonságait megőrizze. Az élelmiszer-biztonság legfontosabb célja, hogy a fogyasztók számára biztosított élelmiszerek biztonságosak és megfelelő minőségűek legyenek.

Kutatásomhoz kísérleti alapanyagaként a Milotai és az Alsószentiváni diófajták szolgáltak. A dióhéjtól megszabadított dióbeleket 15 grammos egységekre osztottam fel, majd ezeket a kis egységeket vontam be az előre elkészített extraktummal. Ez az extraktum a dióhéjtól megtisztított dióbélből készült dióolaj gyártása során nyert fenolos extraktum volt.

Az extraktummal való bevonás után olyan tárolási módok elsajátításával, használatával dolgoztam, amelyek megfelelően tudják biztosítani a minőségmegőrzést. Három hőmérsékleten történt a tárolás:- Szobahőmérsékleten (25 °C), 6 °C-on és 60 °C-on.

A tárolást követően a diócsomagokból 1 grammot mértem ki egy mérleg segítségével, majd metanol és desztillált víz (80:20 aránnyal) elegyből 20 ml-t adtam hozzá ehhez az 1 grammnyi dióőrleményhez. Az így elkészült mintákat 40 °C-os vízfürdőbe helyeztem, majd leszűrtem azokat. A szűrt mintákat használtam fel a további mérésekhez.

Kétféle vizsgálatot végeztem el az egyes mintákon. A mérések elvégzéséhez használt berendezés a Hitachi U-2900 kétutas Spektrofotométer szolgált.

Az egyik mérés az antioxidáns kapacitás tartalom meghatározása FRAP módszer alapján. A vizsgálat eredményeként az Alsószentiváni diófajta mintái tartalmaztak több antioxidánst a mérés során, mint a Milotai diófajtánál. Különösen a 6 °C-on tárolt nem bevonatos minták és a 60 °C-on tárolt bevonatos minták esetében. Ehhez a méréshez szükség volt egy FRAP oldatot készíteni, amely fő összetevői 500 ml Acetát-puffer, 50 ml vas-klorid oldat és 50 ml



Triazin oldat volt. Egy mintára három párhuzamos mérést végeztem el. Az így kapott értékekből átlagot és szórást számoltam, majd diagramon ábrázoltam azokat.

A másik mérés az össze polifenol tartalom meghatározása volt TPC módszer alapján. A két diófajta közül a Milotai diófajta mintáiban volt több polifenol a vizsgálat eredményeinek kiértékelésével. Különösen a bevonatos mintákban. A mérés elvégzéséhez négyféle oldatot készítettem el és használtam fel. Az első oldat 50 ml folinból és 500 ml desztillált vízből állt. A következő reagensként használt oldat 80:20 arányban metanolt és desztillált vizet tartalmazott. Harmadik oldatként nátrium-karbonátot oldottam fel desztillált vízben. Az utolsó reagenst a Galluszsav adta. Egy mintára három párhuzamos mérést végeztem el ennél a mérésnél is. Az így kapott értékekből átlagot és szórást számoltam, majd diagramon ábrázoltam azokat.

## 7. Irodalmi hivatkozás

1. Apak, R., Guclu, K., Demirata, B., Ozyurek, M., Celik, S. E., Bektasoglu, B., Berker, K. I. Ozyurt, D. (2007): Comparative evaluation of various total antioxidant capacity assays applied to phenolic compounds with the CUPRAC assay. *Molecules*, 12: 1496-1547
2. Balogh Emőke: Antioxidáns kapacitás meghatározása és ennek kialakításában szerepet játszó vegyületek vizsgálata bogyós gyümölcsök esetében, Budapest, 2010
3. Demjén Krisztián: PVC alapú lágy fóliagyártás technológiájának megismerése (2020)
4. Frankel, E. N., Meyer, A. S. (2000): The problems of using one-dimensional methods to evaluate multifunctional food and biological antioxidants. *J. Sci. Food Agr.*, 80: 1925- 1941.
5. Gonda István, Csihon Ádám: A gyümölcsstermesztés alapjai (2018)
6. Huang, D. J., Ou, B. X., Prior, R. L. (2005): The chemistry behind antioxidant capacity assays. *J. Agr. Food Chem.*, 53: 1841-1856
7. Internet 1. Milotai dió
8. Internet 2. Alsószentiváni dió
9. Kelemen János (2014): Vitaminok, A dió vitamintartalma és ásványi anyagtartalma, 2. és 3. táblázat
10. Magyar Néprajz II.: Gyümölcskultúra, 505-506 (2001)
11. Nagy-Tóth Ferenc: Régi erdélyi körték és egyéb gyümölcsök (2006), 255
12. Nagy-Tóth Ferenc (2006): Régi Erdélyi körték és egyéb gyümölcsök, A dió beltartalmi értékei, 257
13. Orosz Péter: Könyv a dióról (2015), 2-12
14. Orosz Péter (2015): Könyv a dióról, A dió felépítése
15. Papp János: Bogyósgyümölcsök antioxidáns anyagainak vizsgálata, összefüggésben a fajtahasználattal, termőhelyi adottságokkal és a nitrogénellátottsággal, 2004-2007, 4
16. Petesné Horváth Anna (2003): Héjas gyümölcsök környezeti igényei
17. Pukánszky Béla, Móczó János (2011): Műanyagok
18. Sáska Zsófia Éva: Izomalt segédanyag alkalmazása granulátum és tablettá előállítás céljából, Budapest, 2012
19. Soltész, M. (1998): Gyümölcsfajta- ismeret és -használat, Mezőgazda Kiadó, Budapest, 513
20. Szalay László (2017): Fajtatársítás, 76

21. Szedmák Péter: Önerősített polipropilén kompozitok vizsgálata Raman spektroszkópiai módszerrel (2014)
22. Szentiványi Péter: Dió (2006)
23. Tabajdiné dr. Pintér Vera: A csomagolóanyagok jelentősége az élelmiszerek minőségének megőrzésében, 2014, 5-7
24. Theeranun J., Rungsinee S., Tara M., (2016): Edible coatings for ready-to-eat fresh fruits and vegetables, Fresh-Cut Fruits and Vegetables, 70
25. Zimányi: A dióolaj zsírösszetétele (1979)

HADI PANNA SZAKDOLGOZAT

## KONZULTÁCIÓS NYILATKOZAT

A Hadi Panna (hallgató Neptun azonosítója: CXWR9T) 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 védelemre javaslom.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz:      igen    nem<sup>\*1</sup>

Kelt: 2022 év 10 hó 26 nap



Belső konzulens

---

<sup>1</sup> A megfelelő aláhúzendő.