



SZEGEDI TUDOMÁNYEGYETEM
UNIVERSITAS SCIENTIARUM SZEGEDIENSIS
MÉRNÖKI KAR

Száritott szőlővel dúsított keksz készítése

TDK dolgozat

Rác Tamás

IV. évfolyamos élelmiszermérnök

hallgató

Témavezető:

Dr. Krisch Judit

egyetemi docens

SZEGED

2013.

TARTALOMJEGYZÉK

BEVEZETÉS	3
1. IRODALMI ÁTTEKINTÉS.....	4
1.1. Oxidatív stressz	4
1.2. Antioxidáns védelem.....	6
1.2.1. Enzimes védelmi rendszer.....	7
1.2.2. Nem enzimes védelmi rendszer	8
1.3. Polifenolok.....	9
1.4. A szőlő.....	12
1.4.1. A szőlő „fenolos” érettsége	13
1.4.2. A szőlőbogyó fenolos vegyületei	14
1.5. Az Othello szőlő.....	17
1.6. A szőlőtörköly.....	18
1.7. A szőlőben található élelmi rost.....	20
2.1. Kísérleti célkitűzés	22
2.2. A vizsgálatok helye	22
2.3. Vizsgálati anyagok	22
2.4. Termékfejlesztés	22
2.5. Antioxidáns mérések	24
2.5.1. Összes fenol tartalom meghatározása	24
2.5.2. Vasredukáló képesség meghatározása	25
2.5.3. Gyökfogó képesség meghatározása	25
2.6. Nyersrost tartalom meghatározása	26
2.7. Mikrobiológiai vizsgálat.....	28
2.8. Érzékszervi vizsgálat.....	28
3. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK	30
3.1. Termékfejlesztés	30

3.2. Összes fenol meghatározása	31
3.3. Vasredukáló kapacitás meghatározása	33
3.4. A gyökfogó képesség meghatározása	35
3.5. Összes fenol tartalom és a vasredukáló képesség összehasonlítása.....	36
3.6. Nyersanyagok vizsgálata	36
3.7. Nyersrost tartalom meghatározása	37
3.8. Határhígításos módszer élőcsíraszám megállapítására	37
3.9. Penészsám meghatározása szélesztéssel.....	38
3.10. Érzékszervi vizsgálat.....	38
4. ÖSSZEFOGLALÁS	41

BEVEZETÉS

A direkttermő szőlők értékes összetevőiről, tudomásunk szerint eddig nem jelent meg publikáció. A direkttermő szőlők ellenállóak és könnyen, oltás nélkül termesztethetők. Az Othello szőlőt hazánkban 1700 hektáron termesztik (Zanathy, 2006). A sötét színű szőlők gazdagok a polifenolos vegyületekben, ezért feldolgozott állapotban érdemes őket kipróbálni élelmiszerek dúsítására és megvizsgálni ezen vegyületek jelenlétét, hatását.

A mesterséges antioxidánsokat régóta használja az élelmiszeripar, de a fogyasztók negatív megítélése miatt újabban az élelmiszeripari melléktermékek ilyen irányú felhasználását szorgalmazzák (Venskutonis, 2013). A szőlőtörköly, mint a bor és az üdítőipar mellékterméke gazdag antioxidánsokban és élelmi rostban. Antioxidáns hatás tekintetében gyökfogó, lipid oxidációs termékek, és avas íz kialakulását gátló hatással bír. Ezért fontos alapanyag lehet, hiszen az élelmiszerek eltarthatóságát néhány kutatás során növelte (Yu, Ahmedna, 2013).

Táplálkozás-élettani szempontból fontos a gyümölcsök fogyasztása, mert gazdagok vitaminokban, rostban és fitokemikáliákban, amelyek pozitívan hatnak az egészségre (Stavric, 1944). A gyümölcsnél azonban jobban szeretjük az édességeket. Ezért megpróbáltunk olyan kekszeket készíteni, amelyekben megtalálható a gyümölcsök néhány előnyös tulajdonsága anélkül, hogy megváltoztatná a keksz jellegét.

A vezető halálokok között a civilizációs betegségek szerepelnek. Ezek kórfolyamata ugyan nem minden elemében ismert, de bizonyított, hogy a sejteket felépítő molekulák oxidatív károsodása szerepet játszik (Hegedűs és Stefanovitsné, 2012). Kutatások alapján a növényi alapú élelmiszerek fogyasztásával megerősíthetjük szervezetünket az oxidatív stresszel szemben (Bíró, 2003).

Ezért munkánk során Othello szőlővel dúsított kekszeket készítettünk, amelyeket megvizsgáltunk antioxidáns- és rosttartalom, mikrobiológiai megfelelésség és érzékszervi szempontból. A kekszeket tárolási kísérletnek is alávetettük.

1. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

1.1. Oxidatív stressz

A Föld atmoszférájában oxigénalapú (aerob) élet található. Az aerob élőlények a légköri oxigén használatával égetik el a tápanyagokat, valamint szükséges a működési és tartalék energiaforrások megteremtéséhez (Juhász, 2012). Az aerob energiefelszabadítás alapja az oxigén vízzé történő redukálása, amely gyakran nem teljes, és így toxikus reaktív oxigénformák keletkezhetnek (ROS) (Hegedűs és Stefanovitsné, 2012). A reaktív oxigén fajták endogén vagy exogén úton képződnek az aerob szervezetben, keletkezésük elsősorban a mitokondriumokban zajló oxidatív foszforiláció és a normális celluláris aerob metabolizmushoz kötött (Hracskó, 2009). Az anyagcsere folyamatok során sok ROS keletkezik (Bíró, 2003). Ezek erőteljes oxidatív tulajdonsággal rendelkező intermedierek, melyek képződése patológiás körülmények között fokozottabb. A következménye az *endogén oxidatív stressz*, mely a sejtek pro- és antioxidáns egyensúlyának megbomlását jelenti, növelve azok sérülékenységet, érzékenységet (Hracskó, 2009). Bizonyos mennyiségű ROS szükséges a normál sejtműködés szabályozásához, a sejten belüli jelzések továbbításához, a sejtek szaporodásához, a védekezést szolgáló gyulladásos folyamatokhoz és a programozott sejthalálhoz. A reaktív oxigénformák lehetnek szabadgyökök vagy nem gyökös speciesek, amelyek reakciói során szabadgyökök keletkezhetnek (1. táblázat) (Bíró, 2003, Hegedűs és Stefanovitsné 2012).

1. táblázat Néhány fontos reaktív oxigénfajta (ROS). Forrás: Bíró, 2003

Szabadgyökök	Nem gyökök
Hidroxilgyökök	Hidrogén-peroxid
Szuperoxidgyökök	Szinglet oxigén
Nitrogénoxid-gyökök	Hipoklórossav
Lipidperoxil-gyökök	Ózon

A szabadgyökök rövid életidejű, reaktív oxigén vagy nitrogén központú molekulák vagy molekularészletek, legkülső elektronhéjukon párosítatlan elektront tartalmaznak. Az elektronpályák akkor stabilak, ha az elektronok párokban helyezkednek el, ezért a magányos elektront tartalmazó molekulák könnyen reakcióba lépnek és egy másik molekula (elektron donor) után kutatnak, amelytől elektront rabolhatnak el. Szabó Csaba „kamikáze molekuláknak” nevezi a szabadgyököket, hiszen a környezetükkel azonnal reakcióba lépve

megsemmisülnek, miközben károsodást okoznak az óriásmolekulákban (Hegedűs és Stefanovitsné, 2012, Juhász, 2012).

A szabadgyökök képződhetnek enzimatis (oxidázok, reduktázok tevékenységének eredményeként) vagy nem enzimatis úton, általában vas közreműködésével. A ROS és szabadgyökök képződését az életmóddal összefüggő és környezeti tényezők is elősegíthetik: a dohányzás, egyes gyógyszerek, gyulladásos folyamatok, a kimerítő edzés és a sok telítetlen zsírsav, közülük is az n-6 család tagjai, továbbá a levegőszennyező anyagok (pl. ózon, nitrogén-dioxid), a radioaktív sugárzás és az oxido-redukciós jelenségeket befolyásoló fémionok (pl. a vas). Ezt nevezzük *exogén oxidatív stressznek* (Bíró, 2003).

A fokozottabban képződő szabadgyököket a közömbösítő mechanizmusok már nem képesek semlegesíteni, károsítják a sejteket, ezáltal számos betegség kialakulásában szerepük lehet, pl. daganatos betegségek, cukorbetegség, ischaemiás szívbetegségek, gyulladásos folyamatok (Bíró, 2003, Hracskó, 2009).

A szabadgyökök először a lipideket alkotó telítetlen zsírsavmolekulákat támadják meg, mivel a bennük lévő kettős kötések nagyon érzékenyek az oxidációra. Ez a lipidperoxidáció (LPO), egy láncreakciós folyamat, melynek sajátosságából következik, hogy már néhány szabadgyök is nagy kárt tud okozni (Hegedűs és Stefanovitsné, 2012). A folyamat három lépésből áll. Az első lépés az iniciáció, melyet külső vagy belső hatás indít el. Ennek során a szabadgyök a lipidet lipidgyökké alakítja hidrogén elvonás közben és a keletkezett lipidgyök a molekuláris oxigénnel reakcióba lépve lipidperoxil gyökké alakul (Ficzek, 2012). A második lépés a propagáció, melyben újabb szabadgyökök, lipidhidroperoxidok képződnek. Az utolsó fázis a termináció, mely során két gyök reagál egymással vagy az antioxidáns védelmi rendszernek köszönhetően nem gyök jellegű vegyületek (aldehidek, alkenalok) képződésével végződik (Hracskó 2009, Hegedűs és Stefanovitsné, 2012, Márquez-Ruiz et al., 2013). A lipidperoxidációt a vas és a réz katalizálja.

A lipidperoxidáció folyamata nem korlátozódik a lipidekre, a képződő szabad gyökök környezetében lévő összes alapvető biomolekulát képes károsítani. A LPO okozott károsodás fő helyszínei a membránok, amely következménye lehet a sejtek nekrotikus pusztulása, illetve a szövetkárosodás (Hracskó, 2009, Balogh, 2010). A lipidperoxidációban keletkezett aldehidek károsítják a DNS-t, ami mutációhoz vezethet. Az oxidatív folyamatok kihatnak a szénhidrátokra (sejtreceptorok változása), a fehérjékre (sejmembrán működési zavar) és a kis sűrűségű lipoproteinekre (fontos szerep az érlelmeszesedésben). Ezen oxidatív hatások következtében az öregedési folyamatok is felgyorsulnak (Bíró, 2003).

Az élelmiszerekben a szabadgyökök által okozott károsodás legismertebb formája az avasodás. A kémiai reakciók során keletkező molekulák károsak lehetnek az emberi szervezetre, valamint kellemetlen íz, szín és illatváltozást okoznak. Az élelmiszerekben előforduló vitaminok és a fehérjék építőkövei az aminosavak is károsodnak, ezért tápértékük jelentősen csökken (Hegedűs és Stefanovitsné, 2012).

1.2. Antioxidáns védelem

Az oxidatív stressz a megnövekedett oxidatív folyamatoknak és az antioxidáns védelem hiányának következtében alakulhat ki a szervezetben (Cornelli, 2009). A fokozott mértékben keletkező reaktív oxigén intermedierek gyors eltávolítására van szükség (Ficzek, 2012). A szervezet az oxidatív károsodással szemben az antioxidáns védekező rendszer által védi a sejteket (Ficzek, 2012, Hegedűs, 2012).

Az antioxidáns szó görög/latin eredetű és oxidációt gátló a jelentése (Dalmadi, 2009). Definíció szerint antioxidánsoknak nevezzük azokat a molekulákat, amelyek csak csekély mértékben vannak jelen az oxidálandó szubsztráthoz képest, de képesek szignifikánsan csökkenteni vagy gátolni is annak oxidációját (Balogh, 2010). Redukáló tulajdonságuknál fogva képesek oxidálódni más molekulák helyett, vagy az oxidált termékeket át tudják alakítani nem toxikus vegyületekké (Hegedűs, 2012).

Az antioxidánsokat csoportosíthatjuk lipofil (E-vitamin, β -karotin, A-vitamin), hidrofil (C-vitamin, aminosavak, polifenolok), citoszol (Q10-koenzim), és szerkezeti antioxidánsokra (nyomelemek, szelén, cink, aminosavak, szelenocisztein) (Cornelli, 2009).

Az antioxidáns védelem első vonalát a szervezet által termelt biomolekulák adják (enzimek, húgysav stb.), másik részük külső forrásból (táplálkozásból) származó molekulák (Dalmadi, 2009). A rövid felezési idejű reaktív oxigénfajták (pl. hidroxilgyökök) nem állnak enzimatis ellenőrzés alatt, hatástalanításukat étrendi antioxidánsok végzik, míg a hosszú felezési idejű ROS-ok (pl. hidrogén-peroxid) mennyisége enzimatis úton szabályozott (Hracskó, 2009, Ficzek, 2012).

Az antioxidánsok hatása annál erősebb minél később következik be a szubsztrát oxidációja. Az antioxidánsokat hatásmechanizmusuk szerint csoportosíthatjuk elsőrendű (láncmegszakító) vagy másodrendű (preventív) antioxidánsokra. Az elsőrendű antioxidánsok (pl. kvercetin, rutin) hidrogén átadásával semlegesíteni tudják a lipid szabadgyököket, ezért a láncreakció megszakad. A másodrendű antioxidánsok (pl. polifenol vegyületek) a lipid molekula helyett oxidálódnak, így késleltetve az iniciációt, vagy a reakció során keletkező végterméket alakítják át nem toxikus vegyületté (Ficzek, 2012). A fémion kelátorok az ún.

Fenton-reakció gátlásával fejtik ki hatásukat, amely végeredményeként rendkívül reaktív hidroxilgyök keletkezne (Balogh, 2010). Az emberi szervezetben az antioxidánsok egymást erősítő, regeneráló hatással rendelkeznek, ezáltal az antioxidánsok együtt jóval hatékonyabbak a szabadgyökökkel szemben, mint külön-külön (Balogh, 2010). Például az E-vitamin gátolja az iniciációt miközben tokoferilgyökké alakul, az aszkorbinsav pedig láncmegszakító és segít regenerálni a tokoferolt (Hracsó, 2009).

Ha egy adott tápanyagból a szükséges mennyiséget a napi bevittel nem tudjuk fedezni, az adott komponensből hiány alakulhat ki, következményeként működési és szabályozási zavarok léphetnek fel, ugyanakkor túlzott mennyiség bevitele is káros, ugyanez vonatkozik az antioxidánsokra. A nem megfelelő dózisban alkalmazott antioxidánsokat tartalmazó étrend-kiegészítők szedésénél számolni kell azzal, hogy az antioxidánsok maguk is prooxidánssá válhatnak és a szabad gyökökhöz hasonlóan fejtik ki károsító hatásukat (Balogh, 2010).

1.2.1. Enzimes védelmi rendszer

A szervezetben számos enzim hozzájárul a szabadgyökök semlegesítéséhez, kevésbé káros molekulává való átalakításukhoz, vagy a káros végtermékek (alkohol, aldehidek, alkánok) lebontásához. Fontos szerepe van a DNS és egyéb, már károsodott molekulák „kijavítását” végző (ún. repair) enzimrendszernek (DNS-javító enzimek, aldózreduktázok, aldehydreduktázok stb.) (Balogh, 2010).

A három fő antioxidáns enzim a szuperoxid-dizmutáz, a glutation-peroxidáz és a kataláz. Működésük során reaktív oxigén intermediereket használnak fel szubsztrátként (Szaleczky, 2000). Az aktív oxigén speciesek elleni védelem első vonalát a szuperoxid-dizmutázok jelentik, a reakció terméke a hidrogén-peroxid, melyet például a kataláz és a glutation-peroxidáz enzim bont (2. táblázat) (Hegedűs, 2012).

2. táblázat Az enzimes védelem leghatásosabb tagjai. Forrás: Valko et al., 2006, Hegedűs, 2012

Enzimek	Reakciók
Szuperoxid-dizmutáz (SOD)	$2 O_2^{\cdot -} + 2 H^+ \rightarrow O_2 + H_2O_2$
Kataláz (CAT)	$2 H_2O_2 \rightarrow O_2 + 2 H_2O$
Glutation-peroxidáz (GPx)	$2 GSH + H_2O_2 \rightarrow GSSG + 2 H_2O$ $2 GSH + ROOH \rightarrow GSSG + ROH + H_2O$

Ahol $O_2^{\cdot -}$: szuperoxidgyök, GSH: redukált glutation, GSSG: oxidált glutation

1.2.2. Nem enzimes védelmi rendszer

A plazmában jelentős antioxidánsok a húgysav, a bilirubin és az albumin. Ezeknek nem elsődleges funkciójuk a szabadgyökök semlegesítése, ugyanakkor a plazma teljes antioxidáns kapacitását vizsgáló módszerek szerint annak 50-80%-át ezek a vegyületek adják (Szaleczky, 2000).

A nem enzimes védelmi rendszer munkáját a kis molekulatömegű vegyületek, úgymint a flavonoidok (kvercetin), a vitaminok (A-, C-, E-, K-vitamin), a karotinoidok, a tioltartalmú vegyületek (cisztein) és a nyomelemek (vas, cink) stb. támogatják (Dalmadi, 2009, Balogh, 2010).

C-vitamin (aszcorbinsav)

1928-ban Szent-Györgyi Albert redukáló ágenst izolált tiszta formában mellékvesékből, majd 1931-ben a paprikából, akkor még hexauronsavnak nevezte el a molekulát (Szaleczky, 2000, Balogh, 2010). Elsőrendű antioxidánsként hat, megvédi a sejtmembránokat a szabadgyökök káros hatásaitól. Képes semlegesíteni például a szuperoxid-, a hidroperoxid- és a hidroxilgyököket (Balogh, 2010). Az ember nem tudja szintetizálni az aszcorbinsavat, szükség van a bevitelére (Benzie, 2000). Közismert hiánybetegsége a skorbut, valamint az emberi kötőszövetek képzéséhez is nélkülözhetetlen. Fontos forrása a zöldpaprika, a paradicsom, a káposzta, a déli- és bogyósgyümölcsök (Dalmadi, 2009).

E-vitamin (tokoferol)

Evans és Bishop amerikai kutatók 1922-ben szárított búzacsírából kivont olajjal vizsgáldtak, az olajban lévő pozitív élettani hatásokat mutató anyagot Evans tokoferolnak nevezte el (Hegedűs, 2012). A funkciója, hogy véd a lipidperoxidációtól a membránok foszfolipid kettős rétegében (Chaudé, Ferrari-Iliou, 1999, Valko et al., 2006). A reakciója során tokoferoxilgyökké alakul, amit az aszcorbinsav és a glutation redukál (Hegedűs és Stefanovitsné, 2012). Több tanulmányban is bizonyítást nyert, hogy az E-vitamin fogyasztása csökkenti a szívinfarktus kockázatát (Langseth, 1995). Az E-vitamin előfordul a hüvelyesek magvaiban, a gabona magvak csíraolajában és a levélzölkségekből (Kovács, 2011).

Karotinoidok és az A-vitamin

Az A-vitamin provitaminjából, a béta-karotinból képződik a bélhámsejt enzimeinek hatására (Hegedűs, 2012). A karotinoidok, mint elsőrendű antioxidánsok védenek a reaktív oxigénfajtákkal szemben, közömbösítik a peroxidgyököket, valamint képesek hatástalanítani az UV-sugárzás hatására képződött szabadgyököket, elősegítve bőrünk védelmét (Balogh, 2010, Hegedűs és Stefanovitsné, 2012). A béta-karotin a lipidperoxidáció kivédésében a tokoferollal szinergizál (Szalecky, 2000). Megtalálható többek között a sárgarépaiban, citrusfélékben, a sütőtökben és a kukoricában (Hegedűs, 2012).

1.3. Polifenolok

A polifenolok a növények másodlagos anyagcseretermékei. Szerkezetük szerint egy vagy több hidroxil csoporttal rendelkező aromás gyűrűk (Andrés-Lacueva et al., 2010). A polifenol vegyületek képződését befolyásolják a növények genetikai tulajdonságai, a klimatikus körülmények és a termesztés technológiai tényezői (Ficzek, 2012). Ezen felül a gyümölcsökben előforduló mennyiségük függ az érettségi fokuktól, a fajtától, a talaj összetételétől, a földrajzi elhelyezkedéstől és a tárolás körülményeitől (Haminiuk et al., 2012). Fontos szerepe van a növényekben, hiszen megvédi őket a különböző stresszhatásoktól (pl. UV-fény, mikroorganizmusok). Továbbá a növényi színanyagok nagy része (kék, ibolya, piros, narancssárga, sárga) is ide tartozik (Dalmadi, 2009). A polifenoloknak köszönhető a növényi alapú élelmiszerek fő érzékszervi tulajdonságai, leginkább a szín és az íz. Ezen élelmiszerek valamint a gyümölcsök és zöldségek fogyasztása pozitív hatással vannak az egészségre (Cheynier, 2005).

A polifenolok számos osztályba sorolhatóak (Manach et al., 2004):

fenolsavak, flavonoidok, stilbének, lignánok.

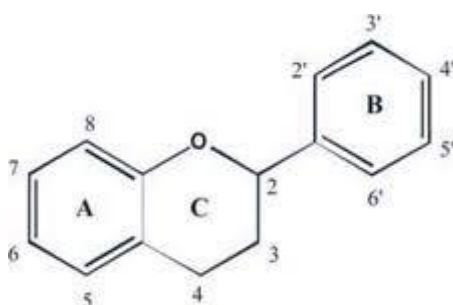
Kémiai csoportosítás szerint (Kiss, 2006):

- I. nem flavonoid-fenolok
 - hidroxibenzoesav és származékai
 - hidroxifahéjsav és származékai
 - egyéb nem flavonoid-polifenolok
- II. flavonoid-fenolok
 - katechinek

- leukoantocianinok
- antocianinok
- flavonok és flavonolok

III. tanninok

Flavonoidok



1. ábra A flavonoidok molekuláris szerkezete. Forrás: <http://ucanr.edu/>, 2013

A flavonoidoknak C₆-C₃-C₆ (difenilpropán) alapvázuk van (1. ábra). „A két benzolgyűrű (A, B) egy oxigénatomot tartalmazó heterociklusos pirán vagy pirongyűrűn keresztül kapcsolódik” (Dalmadi, 2009). Szerkezetük rendkívül változatos, jelenleg 4000-féle flavonoid ismert (Hegedűs, 2012). Az alapvázhoz (aglikon) különböző cukormolekulák kapcsolódhatnak, a növényekben főként glükózzal vagy ramnózzal glikolizált formában található meg (Tsao, McCallum, 2010, Hegedűs, 2012).

A flavonoidok antioxidáns tulajdonsága szerkezetüktől függ (Lugasi, 2001):

- 1) „o-difenol csoport jelenléte többnyire a B gyűrűn
- 2) kettős kötés a 2-3 szénatom között és a 4-oxo csoport jelenléte
- 3) hidroxil csoportok 3 és 5 szénatomon”

A flavonoidok antioxidáns hatása alatt a C-vitamin oxidációtól védő hatását, könnyen oxidálódó szubsztátok, membránlipidek védelmét és kelátképző tulajdonságát értjük (Hegedűs, 2012). Az antioxidáns hatás erősségét tekintve pozitív összefüggés van a hidroxiláció mértékével és negatív a cukor oldalláncok számával (Lugasi, 2001).

Flavonolok

Az élelmiszerekben leggyakrabban flavonolok találhatóak, fő képviselői a kvercetin és a kempeferol. Leginkább a levél és a bőr szöveteiben található, mivel bioszintézisük a fény hatására történik, ezért egy adott fán termő gyümölcsök flavonoltartalma is különbözhet.

Flavonolokban leggazdagabb növények: a vöröshagyma, a póréhagyma, a fodros kel, a brokkoli és a fekete áfonya (Manach, 2004, Hegedűs, 2012). A vörösbor és a tea is tartalmazza (Hegedűs, 2012).

Flavonok

A zöldségekben és a gyümölcsökben kevésbé gyakoriak, mint a flavonolok (Manach, 2004). Fémionokkal képzett komplexeiknek egyes növényi szövetek színének és ízének kialakításában van szerepe (Hegedűs, 2012). A flavonokat főképp a luteolin (petrezselyem) és apigenin (paprika) glükozidjai alkotják (Manach, 2004).

Flavanonok

Megtalálható a paradicsomban és a mentában, de magas koncentrációban csak a citrusfélékben fordul elő. Fő aglikonjaik: naringenin a grapefruitban, az eriodiktiol a citromban és a heszperetin a narancsban (Manach, 2004). A grapefruit keserű íze a naringeninnek köszönhető (Hegedűs, 2012).

Izoflavonok

A szerkezetük hasonlóságot mutat az ösztrogénnel, ami lehetővé teszi az ösztrogén receptorokhoz való kapcsolódásukat. Az ilyen típusú vegyületeket fitoösztrogéneknek nevezzük. Kizárólag a hüvelyes növényekben található meg, fő forrása a szója.

Flavanolok (flavan-3-olok)

Létezhetnek monomer (katechinek) és polimer (proantocianidinek) formában is (Manach, 2004). Legegyszerűbb flavanolok a katechin és az epikatechin, csak térbeli orientációjukban különböznek (Hegedűs, 2012). Katechinekben leggazdagabbak a csokoládé, a vörösbor és a zöld tea (Manach, 2004). A katechin, az epikatechin polimerjei, továbbá a hozzájuk kapcsolódó fahéjsav és galluszsav alkotják a kondenzált tanninokat (proantocianidinek) (Hegedűs, 2012). A proantocianidinek felelősek a gyümölcsök (szőlő, alma, körte, bogyós gyümölcsök) és italok (bor, sör, tea) fanyar íz hatásáért, a csokoládé keserűségéért. Ez a fanyar íz a gyümölcsök érése során megváltozhat, vagy eltűnhet (Manach, 2004).

Antocianidinek

Az antocianinok (antociánok) növényi vízoldható pigmentek, az élelmiszeripar festékanyagként hasznosítja (E 163) (Antal, Garban, Garban, 2003). A gyümölcsök érése során antociántartalmuk növekszik, legnagyobb mennyiségben a héjukban halmozódik fel (Hegedűs, 2012). Fő képviselőik cianidin (málna), delphinidin (fekete szőlő), pelargonidin (eper), peonidin (áfonya) (Antal, Garban, Garban, 2003, Manach et al., 2004).

Flavanonolok (3-OH flavanonok)

Glikozidjai a gyümölcsök héjában fordulnak elő, fungisztatikus és gombaölő hatásúak. A legfőbb képviselői közé tartozik a dihidrokempeferol, a dihidromiricetin és a dihirokvercetin (taxifolin) (Hegedűs, 2012). A taxifolin a citrusfélékben található (Tsao, McCallum, 2010).

1.4. A szőlő

A szőlő az egyik legrégebben termesztett, legkedveltebb kultúrnövényünk. A belőle készült bor egyidős a történelemmel. Hazánk éghajlata kiválóan alkalmas a szőlőművelésre. A szőlőtermesztésnek kedvez a száraz, meleg nyár és a hosszú, napfényben gazdag ősz. A középhegységeink déli, délkeleti elhelyezkedésű területei, vulkanikus talajai minőségjavító tényezők a minőségi szőlőtermesztésben és bortermelésben. Ugyanakkor a Duna-Tisza közére és az Alföld más vidékeire telepített szőlőből is jó minőségű bor készíthető. A hazai szőlőtermés mintegy 80-90%-át borkészítésre használják fel és csak a maradék kerül fogyasztásra.

A szőlő bogyós termésű gyümölcs. Teljes érett állapotában fajtánként eltérő a bogyó nagysága, alakja, színe, íze, a fürt formája és tömörsége. Valamennyi termesztett faj vagy fajta rendszertanilag a szőlőfélék (Vitaceae) családjába tartozik. A leginkább elterjedtebb, legértékesebb faj az eurázsiai szőlőfaj a *Vitis vinifera* L., ill. a belőle kinemesített szőlőfajták. Ezenkívül léteznek észak-amerikai és kelet-ázsiai fajok is.

Az állandó helyére kiültetett és metszéssel kialakított szőlőtőt nevezzük szőlőtőkének. Részei a földben elágazó gyökérzet, valamint a föld felett kialakított törzs, azon fejlődő termőalap, cser és vesszők. A mindennapi gyakorlatban ivartalanul szaporítják a termőterületre kiültetett szőlőt.

A szőlőt nagy ökológiai plasztikussága miatt forma- és alakgazdaság jellemzi, fajtagazdagsága is igen nagy. A feldolgozás és felhasználás alapján a szőlők csoportosíthatók fehérborszőlő, vörösborszőlő és csemege-szőlő fajtákra.

Fehérborszőlőfajták pl.: Olaszrizling B. 20, Ezerjő, Cserszegi fűszeres, Chardonnay, Mátrai muskotály

Vörösborszőlőfajták pl.: Cabernet franc E. 11, Cabernet sauvignon E. 153, Kékfrankos, Merlot Rubintos

A bortörvény tartalmazza az adott termőhelyre telepíthető fajtákat. A borszőlőtermesztésnél figyelembe veszik az értékesítési és fogyasztási igényeket.

Direkttermő (amerikai eredetű) pl.: Othello, Noah, Izabella

Csemegeszőlő pl.: Pannónia kincse, Favorit, Cardinal, Irsai Olivér K. 11, Pölöskei muskotály

(Tanács, 2005)

1.4.1. A szőlő „fenolos” érettsége

A szőlőbogyó érése során morfológiai, növekedési és kémiai változások következnek be (Zsófi et al., 2011). A szőlő érésének három fokozata: zsendülés, teljes érés, túlérés. Az érés kezdeti fokozata a zsendülés. A zsendülés az elvirágzás után 60-90 nap múlva kezdődik borszőlők esetén. Az érés látható jelei: a bogyóhéj elveszti sötétzöld színét, áttetszővé válik és felületén viaszréteg jön létre. A bogyó egyre puhábbá, rugalmassá és a fajtára jellemző színűvé válik. Ebben az időszakban a cukorban gazdag oldatok bevándorlása rendkívül gyors. A teljes érés periódusában a cukorbeáramlás üteme fokozatosan lassul. A teljes érettség akkor valósul meg, amikor a levelekből és a zöld hajtásokból már nem áramlik több cukor a bogyókba. Túlérés során vízleadás és töppedés következtében a bogyók levének cukortartalma koncentrálódik (Kádár, 1973).

A fenolos érettség alatt a kékszőlők esetében a fenolos komponensek megfelelő mennyiségében és minőségében való jelenlétét értjük. A vörösborok érzékszervi tulajdonságát leginkább befolyásoló fenolos komponensek az antocianinok és a tanninok. Mivel ezek az anyagok alapvetően meghatározzák a borok színintenzitását, struktúráját, fanyarságát, kesernyességét, érlelési potenciálját és színtabilitását, fontos tudni, hogy a szőlő a szüret időpontjában elérte-e a fenolos érettségi állapotot. Az alábbi tényezőkből tevődik össze a fenolos érettség:

1. A fenolos komponensek mennyisége

A bogyóhéjban a színanyagok koncentrációja zsendüléstől kezdődően meredeken emelkedik. A tannin monomerek mennyisége, a tanninkoncentráció a kötődéstől zsendülésig folyamatosan növekszik, a későbbi érés során közel azonos szinten marad.

2. Fenolos komponensek kivonhatósága és polimerizáltsági foka

A vörösborok készítésénél jelentős a héjon tartás időtartama és technológiája. A héjon tartás ideje alatt kerülnek a borba a színanyagok és a tanninok, a tannin monomerek. A tanninokat a mag és a héj, a színanyagokat a héj tartalmazza. A magban és a héjban található tanninok polimerizáltsági fokukban térnek el egymástól. A héjban található tanninok nagyobb polimer molekulák, mint a magban lévők. Ezek a jellemzők meghatározó szerepet játszanak az érzékszervi tulajdonságok kialakításában. A kevésbé polimerizált tanninok, ill. tannin monomerek kesernyésebb ízt és szártó hatást, a magasabb polimerizáltsági fokkal rendelkezők pedig bársonyosságot és megfelelő struktúrát adnak a bornak. A szőlőmagvak az érés során folyamatosan keményednek, mivel a mag külső részébe folyamatosan épül be a lignin. Ez a réteg megakadályozza, hogy a héjon tartás során a kevésbé polimerizált tanninok és monomerjeik a magból a borba oldódjanak. Ebből is következik, hogy az megfelelő érettségi állapot mennyire fontos a bor minősége miatt (Zsófi et al., 2011).

1.4.2. A szőlőbogyó fenolos vegyületei

A szőlő rendkívül gazdag fenolos vegyületekben (3. táblázat) (Leskó, 2011). A szőlőbogyóban és a magjában leggyakrabban előforduló polifenolok a tanninok, antocianinok, flavanolok és a flavonolok (Vislocky, Fernandez, 2010, Hegedűs és Stefanovitsné, 2012). A szőlő összes polifenol tartalma nagyban függ a fajtától és a földrajzi eredettől, mennyisége 500-4900 mg/kg körüli (Hegedűs, 2012). A szőlő egyes részei különböző mennyiségben tartalmazzák a fenolos vegyületeket. Zoecklin és munkatársai (1990) mérései alapján az összes fenol (GAE mg/kg) a vörös szőlő egyes részei között a következőképp oszlik meg: mag 62%, héj 33%, lé 4 %, gyümölcshús 1% (Ioana, Vasile, 2010). A szőlőben található fenolos vegyületek bizonyítottan csökkentik a kis sűrűségű lipoproteinek mennyiségét és gátolják az oxidációját, tehát fontos szerepet játszanak a szív- és érrendszeri betegségek megelőzésében (Yahia, 2010, Leskó, 2011). Az ún. francia paradoxon a borfogyasztásra vezethető vissza, ugyanis a bor is tartalmazza ezen fenolos vegyületeket (Leskó, 2011).

3. táblázat A szőlőbogyóban előforduló fenolos anyagok és csoportosításuk. Forrás: Zsófi et al., 2011

Fenolos komponensek csoportosítása		Példák	Elhelyezkedés a bogyóban
Nem flavonoid fenolok	Fenolsavak	Pl. oxifahéjsav-származékok, benzoésavak	Elsősorban a bogyóhéj és némely esetben a bogyóhús
	Stilbének	Pl. rezveratrol	Elsősorban a bogyóhéj és némely esetben a bogyóhús
Flavonoid fenolok	Antocianinok	malvidin, cianidin, peonidin, petunidin, delfinidin	Elsősorban a bogyóhéj és némely esetben a bogyóhús
	Tanninok	monomerek: pl. katechin, epikatechin	Elsősorban a bogyómag és a héj
		oligomerek és polimerek (procianidinek)	
	Flavonolok	quercetin, miricetin stb.	Bogyóhéj
	Flavanonolok	engeletin, astilbin	Bogyóhéj

Nem flavonoid fenolok

Fenolsavak

Két csoportra oszthatók: hixroxibenzoesavakra (C6-C1 alapváz) és hidroxifahéjsavakra (C6-C3 alapváz) (Haminiuk, 2012). A hidroxibenzoesavak közül: galluszsavat, 3,4-dihidroxibenzoesavat, vaniliasav, sziringisavat; a hidroxifahéjsavak közül: kávéssavat, p-kumarinsavat és származékait találták fekete szőlőlében fluoreszcenciás detektálással (Obón et al., 2011).

Stilbének

A stilbének C6-C2-C6 alapvázal rendelkeznek (Andrés-Lacueva et al., 2010). A szőlő héjában található a transz-rezveratrol, amely a növényben szintetizálódik, ezáltal képes kivédeni a környezeti stressz ártalmas hatásait, valamint védőanyagot fejt ki a szőlő patogén fertőzéseivel szemben (Balgá, Kállay, 2009). Többnyire glikozidja, a piceid fordul elő a szőlőben (Yahia et al., 2010, Leskő, 2011). Mennyisége függ az évről, a fajától és a szürkerothadás-fertőzéstől. Eder osztrák kutató megállapította, hogy az Othello átlagosan 0,4

mg/l rezveratrol-tartalommal bír (Zanathy, 2006). Számos tanulmány szerint a rezveratrol képes megelőzni a rákot, szívkoszorúér és a neurológiai betegségeket (Haminiuk, 2012).

Flavonoid fenolok

Antocianinok

A vörös szőlő héjában az érés során csökken a klorofill tartalom és nő az antocianin tartalom (Kádár, 1973, Cheynier, 2005). A vörös szőlő húzában általában nem találhatóak színanyagok, ez alól pl. az Othello kivétel. Az Othello az alábbi diglükozidokat tartalmazza: delfinidin-3,5-diglükozid, petunidin-3,5-diglükozid, malvidin-3,5-diglükozid, peonidin-3,5-diglükozid. A monoglükozidok színe a piros felé, a diglükozidok színe pedig a kék felé hajlik (Kádár, 1973). Az európai szőlőfajtákban csak antocián monoglükozidok találhatóak, ezért egy vörösbor nem európai eredetét kromatográfiás (HPLC) módszerrel könnyen lehet igazolni (Hajós, 2008). A fehér szőlők jellemzően nem tartalmazznak antocianidinokat (Vislocky és Fernandez, 2010). Az antocianinok képesek meggátolni a trombocita aggregációt (Yahia et al., 2010).

Tanninok (csersavak)

Ebbe a csoportba a polihidroxi-flavan-3-ol oligomerek és polimerek tartoznak, amelyek flavanol alegységei között C-C kötések találhatóak. Két fő típusa a kondenzált (proantocianidinek) és a hidrolizálható tanninok. A kondenzált tanninok a szőlők fő fenolos összetevői (Haminiuk, 2012). A szőlő magja a monomer formák közül a katechin, az epikatechin és az epikatechin-3-O-gallát, illetve dimer, trimer, tetramer procianidinok találhatóak (Yu, Ahmedna, 2013). A hidrolizálható tanninok (galluszsav, digalluszsav, ellagsav) például tölgyfahordós tárolás során kerülnek a borba, a szőlő nem tartalmazza (Leskó, 2011). A tanninok a nyál fehérjéit kicsapják, amit bor kóstonlásakor az ízlelő személy összehúzó (adsztringens) hatásként érzékel (Hajós, 2008).

Flavonolok

A flavonolok közül kvercetin, miricetin és kempeferol izoláltak Muscadine szőlőtörköly extraktumban (Yu, Ahmedna, 2013). Ezeken kívül rutint is detektáltak vörös szőlők héjában (Rockenbach et al., 2011).

Flavanonolok

A flavanonolok két képviselőjét az astilbint (dihirokvercetin 3-ramnozid) és engeletint (dihirokempeferol 3-ramnozid) fehér szőlő héjából és fehér borból mutatták ki (Trousdale, Singleton, 1982).

1.5. Az Othello szőlő

Egyéb elnevezései: Arnold 1, Otelo, Canadien Hamburg (Tóth, Pernes, 2001). Direkttermő szőlőfajta, melyet Arnold hozott létre 1859-ben, Kanadában (Zanathy, 2006). A direkttermő kifejezés arra utal, hogy oltás nélkül, közvetlenül (direkt) telepíthető a szőlő (Zanathy, 2004). Jellegzetes a labruszka (róka) mellékíz, de léteznek mellékízmentes fajták is. A direkttermő fajták közös jellemzői: filoxérának ellenállnak, vesszőjüknek, rügyüknek téli védelemre nincs szüksége, mert a téli fagynak ellenállnak, peronoszpóra alig vagy egyáltalán nem tudja őket megtámadni (Prohászka, 1977). Ezeket a fajtákat árutermelő ültetvénybe nem telepítik (Tanács, 2005).

Az Othello a Clinton és a Kék trollingi keresztezéséből jött létre. Felmenői közt szerepel a kerti szőlő (*Vitis Vinifera*), a rókaszőlő (*Vitis labrusca*) és a fagyálló szőlő (*Vitis riparia*). A filoxéravészt követően termesztették Magyarországon és a környező országokban. Hazai termesztésének központja Gyöngyös vidéke lett. Kevesebb telepítési és művelési költséggel nagyobb jövedelmet adott, mint a nemes fajták. A régi direkttermők közül az Othello terjedt el legjobban. A hazai felmérések szerint ezt a fajtát közel 1700 hektáron termesztik (Zanathy, 2006).

A fürt átlagtömege 105 g, vállas, tömött, kicsi vagy középnagy. A bogyó átlagtömege 2,1 g, kissé megnyúlt gömbölyűek, középnagyok, kékesfekete színűek, nagyon hamvasak, vastag, szívós héjúak. Húsa kocsonya állagú, nyálkás, kékespiros valamint labruszka ízű (Tóth, Pernes, 2001, Zanathy, 2006).

Szeptember végén, október elején szüretelhető, bőtermő. Rosszul fejlődik száraz, erősen meszes és kötött talajokon. Jellemző, hogy fagyűrő képessége kifejezetten jó, filoxérát jól tűri, gombás betegségekre kevésbé fogékony. Kocsánybénulásra hajlamos (Zanathy, 2006).

Az Othello bora rubinpiros, amelyet kisebb mennyiségben festőborként gyengébb színű vörösborok borok színének javítására használtak (Prohászka, 1977, Zanathy, 2006). Jellemző színanyagai a malvidin- és petunidin diglükozidok. Enyhén labruszka ízű és illatú, csersavban gazdag, kemény bor. A kellemetlen rókaízét az antranilsav etil- és metilészterei

okozzák. Az erjedést követően még friss szamóca- vagy málnaíz az uralkodó, később jön elő jellegzetes mellékíze (Tóth, Pernes, 2001, Zsathy, 2006).

Kettős hasznosítású fajta, októberben és november elején, mint kései étkezési szőlő értékesítik (Prohászka, 1977, Zsathy, 2006).

1.6. A szőlőtörköly

„A szőlő feldolgozása után a présben maradó, növényi részekből álló anyag. A bogyózatlan szőlő törkölyében 20-25% a kocsány, 50-65% a héj, 20-30% pedig a mag.” A bor, gyümölcsle és üdítőital feldolgozás mellékterméke a gyümölcstörköly, mely 25%-a a nyers gyümölcsnek (Békési, Pándi, 2005). Az élelmiszertermelés számára olcsó nyersanyagot jelenthet (Sun-Waterhouse, 2011). A szőlőtörköly gazdag extrahálható fenolos antioxidáns vegyületekben. A szőlő törköly egyes részeiben különbözőek a fenolos vegyületek. „A szőlőtörkölyök antocianin tartalma függ a borkészítés módjától és a héjjal történő érintkezés idejétől.” Minél nagyobb az érintkezési idő annál kevesebb a törköly antocianin tartalma.

A szőlőtörkölyből származó polifenolok tulajdonságai:

1. *Biológiai hatás*

A szőlőmagban található fenolos vegyületek, különösen a procianidinok igen jelentős egészségügyi előnyökkel rendelkeznek, amit számos tanulmány igazolt:

- antimutagén és antikarcinogén hatás (apoptózis indukálás, erőteljes sejtnövekedés gátlása),
- antioxidáns hatás (lipid oxidáció gátlás, gyökfogó hatás, hidrogén-peroxid képződésének csökkentése),
- gyulladáscsökkentő hatás (ciklooxygenáz enzim működésének gátlása) (Sárány, 2011),
- megelőzi és késlelteti a szív- és érrendszeri betegségeket (zsírsav anyagcsere és túlzott lipidperoxidáció módosítása),
- élettartam növekedés (módosítja a korral járó oxidatív DNS károsodást és a lipidperoxidációt a központi idegrendszerben) (Yu, Ahmedna, 2013).

2. *Antimikrobiális hatás*

A szőlőmag polifenoljait elektronmikroszkóp alatt megfigyelve tapasztalták, hogy megzavarják a baktérium sejtfalát, ezáltal baktericid hatással rendelkeznek. A nyers szőlőtörköly extraktumot 10%-ban alkalmazva gátolta az *Enterobacteriaceae* és coliform baktériumok, *Salmonella* és *Staphylococcus aureus* szaporodását marhából készült húspogácsák tárolása során. 5%-ban alkalmazva a húspogácsákban gátolta az élesztők,

penészgombák és zsírbontó baktériumok szaporodását. A rezveratrol, mely a szőlő héjában található bakteriosztatikus hatással rendelkezik. Antimikrobiális hatást tapasztaltak Gram-pozitív baktériumokkal szemben.

3. *Hőstabilitás*

A polifenol tartalom és az antioxidáns aktivitás csökkenhet a hosszú távú tárolás és a termikus oxidáció során. Például almalé szobahőmérsékleten történő tárolása során csökkent a polifenol tartalom, szőlőmagok 100°C és 140°C-on történő szárításakor 12,6% és 32,6% csökkenést tapasztaltak az extrahálható összes polifenolokban, továbbá fagyasztva szárításhoz hasonlítva csökkent az antioxidáns hatása. Ennek ellentmondó eredmények is születtek, amik szerint a termikusan kezelt szőlőmagokból nyert fenolos vegyületek kivonatának nagyobb volt az *in vitro* antioxidáns hatása, mint a kezeletleneknek (Yu, Ahmedna, 2013). Sütés során az antioxidánsok oxidálódnak, termikusan bomlanak, másodlagos oxidációs termékek polimerizálódnak, valamint nagymértékben csökken a C-vitamin (Grajek, Olejnik, 2010). Fehér szőlővel dúsított kekszek fenolos vegyületeit vizsgálva a sütés során a legstabilabb vegyületek a γ -resorcylic és a galluszsav volt általánosan 11% és 18% veszteséggel. A katechinek jelenlétét 20%- és 30%-os dúsításnál tapasztalták, 31%-os volt a sütés során a veszteség (Mildner-Szkudlarz et al., 2013).

4. *Antioxidáns hatás*

A szőlőtörkölyből származó polifenolok gyökfogó, lipid oxidációt gátló és hidrogén-peroxid képződését csökkentő hatással rendelkeznek. A szőlőmag fenoljai marhahúsból készült termékekben gátolták a lipid oxidációt és az ún. felmelegített íz (hús hőkezelése során a hús lipidjeiben lévő többszörösen telítetlen zsírsavak oxidálódnak, kellemetlen ízű melléktermékek keletkeznek) kialakulását (Zsarnóczay, 2010, Yu, Ahmedna, 2013). Csökkentette az avas íz kialakulását, valamint az elsődleges és másodlagos lipid oxidációs termékek kialakulását húskészítményekben. Úgy találták, hogy az antioxidáns hatáshoz szükséges minimum koncentráció 400 $\mu\text{g/g}$ főtt sertéshúsban és 0,1% (w/w) darált csirkehúsban.

5. *Polifenolok alkalmazása élelmiszerekben*

Az elmúlt évtizedben erőteljesen kutatták a szőlőtörköly funkcionális összetevőinek (természetes antioxidáns, szőlőmagolaj, ételmi rost) felhasználhatóságát (Yu, Ahmedna, 2013). GRAS (Generally Recognized As Safe) minősítést kapott a szőlőmag és a szőlőtörköly

extraktum, használható antioxidánsként gyümölcslevekben, ízesített italokban, gyümölcsízű ital keverékekben és szénsavas gyümölcsízű italokban 210 ppm koncentrációban, ezt az FDA (Food and Drug Administration) hagyta jóvá 2003-ban (<http://www.fda.gov/>, 2013). Szőlőtörköly és szőlőmag extraktumot használtak már kenyérben az antioxidáns hatás növelésére. A szőlőtörköly alkalmas nyers és sült csirkében lipid oxidáció gátlásra, valamint kekszekben rost és hamutartalom növelésére. A kekszek sötétebb színűek lettek, de ez nem befolyásolta elfogadásukat. Szőlőmagliszt 0,5-5%-ban alkalmazva csökkentette virslikben az oxidációs szintet (Yu, Ahmedna, 2013).

1.7. A szőlőben található élelmi rost

Az AOAC (Association of Official Analytical Chemists) definíciója szerint „az élelmi rostok az emberi emésztőenzimek hidrolízisének ellenálló poliszacharidok és növényi maradványok” (Yu, Ahmedna, 2013). Számos tanulmány szerint fontos szerepük van az egészség megőrzésben és különböző betegségek megelőzésében (szív- és érrendszeri betegségek, rák, elhízás és cukorbetegség). Az ajánlott napi bevitel 25-30g. A szőlőben 0,89-2,20g/100g élelmi rost található (Saura-Calixto et al., 2010). A fehér szőlő törkölyének rostkoncentrációját sokkal kevesebbnek találták (17,3-28,0%), mint a vörös szőlőét (51,1-56,3%). A szőlőtörköly élelmi rostjai: pektin, cellulóz, hemicellulóz és lignin (Mildner-Szkudlarz et al., 2012, Yu, Ahmedna, 2013). Oldható és oldhatatlan frakciók léteznek, melyek 1:3 aránya az ideális (Yu, Ahmedna, 2013). Az oldható rostok: a pektin, a béta-glükán, az arabinoxilánok, a galaktomannánok és egyéb emészthetetlen poli- és oligoszacharidok. Gyümölcsök, zöldségek és hüvelyesek tartalmazzák. Az oldható rostokra jellemző a viszkozitás növelő kapacitásuk, csökkentik a glikémiás választ és a plazma koleszterint, védnek a gyulladásos bélbetegségek ellen és prebiotikumként viselkednek. Oldhatatlan rostok: a cellulóz, a lignin és egyéb sejtfalkomponensek, amelyeket nagyrészt gabonafélék és hüvelyesek tartalmaznak (Saura-Calixto et al., 2010). Az oldhatatlan rostoknak nagy a porozitása, alacsony a sűrűsége, képesek növelni a széklet mennyiségét és csökkenteni a béltranszítot (Yu, Ahmedna, 2013).

Az élelmi rostok gyakran szoros kapcsolatban állnak más szerves vegyületekkel, mit például vitaminokkal, fitokemikáliákkal. A nem extrahálható polifenolok a szőlő rostjaihoz kötötten találhatóak, ezért a vékonybélben biológiailag nem hozzáférhetőek, de a vastagbél baktériumainak hatására képes részlegesen kiszabadulni a rost mátrixból (Yu, Ahmedna, 2013). Ezek a polifenolok főképp nagy molekulásúlyú proantocianidinok, majd ezt követi az epikatechin, az antocianidinok és a benzoésav. A szőlő antioxidánst tartalmazó rostjaival

végzett tanulmány szerint étrend-kiegészítőként szedve 3,5 hónap elteltével csökkentette a vérnyomást és a plazma lipid profilját a normál és magas koleszterinszintű alanyoknál. Élelmiszeradalékként gátolja a lipidperoxidációt hús és hal termékek esetén (Saura-Calixto et al., 2010).

2. ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK

2.1. Kísérleti célkitűzés

A célunk olyan kekszek készítése volt, amelyekben megtalálható az Othello szőlő néhány előnyös tulajdonsága: antioxidáns hatás, nyersrost. Fontosnak tartottuk, hogy a kekszek biztonságosak legyenek, ezért mikrobiológia vizsgálatot is végeztünk. A kekszek érzékszervi profilját bírálók segítségével állapítottuk meg.

2.2. A vizsgálatok helye

A méréseket a Szegedi Tudományegyetem Mérnöki Karának Élelmiszer-mérnöki Intézetében folytattuk, a kekszek a Kar Sütőipari műhelyében készültek.

2.3. Vizsgálati anyagok

Munkám során az általunk elkészített kontroll (gyümölcs nélküli), csokoládés, szőlővel dúsított és csokoládéba mártott szőlős kekszek minőségét vizsgáltam. Összetevők származása: az Othello szőlő a helyi piacról, a kekszekhez a nyersanyagok (BL 55 liszt, vaj, porcukor, 12%-os tejföl, só, vanília kivonat, gyömbér) egy helyi szupermarketből származnak. A 60%-os étcsokoládé massa a Bonbonetti Choco Kft.-től származott.

Az antioxidáns mérésekhez felhasznált anyagok: 96%-os etanol, desztillált víz, tömény sósav, Folin-Ciocalteu reagens, nátrium-karbonát, 2,2'-dipiridil reagens, aszkorbinsav, galluszsav, Fe(III) reagens, 1,1-dipiridil-2-pikrilhidrazil.

Nyersrost méréséhez felhasznált anyagok: 0,640 N kénsav, 0,556 N kálium-hidroxid, n-oktanol, aceton.

Mikrobiológiai mérésekhez: TGE tápleves: pepton (5g/l), glükóz (10 g/l), élesztőkivonat (2,5 g/l), brómkrezolbíbor indikátor (20 µl/l); malátás táptalaj: pepton (10g/l), glükóz (20g/l), malátakivonat (20g/l), agar-agar (30g/l), sztreptomycin (50 mg/l).

A mérésekhez használt anyagok a Sigma-Aldrich Hungary Kft.-től származtak.

2.4. Termékfejlesztés

A szőlő előkészítése

A szőlőt megmostuk, lebogyóztuk és manuálisan kipréseltük a levét. A maradékot egy fémtálcára raktuk és 60°C-on, Memmert UNE 500 szárító készülék segítségével 48 órán át

kiszárítottuk. A szárított szőlőt kávédarálón ledaráltuk. Ezután egy műanyag fedővel lezárt pohárba raktuk és -20°C -on mélyhűtőben tároltuk a vizsgálatokig.

Kekszgyártás

A kekszek fejlesztése során több receptet próbáltunk ki, csökkentettük illetve növeltük az anyagok mennyiségét annak érdekében, hogy megtaláljuk a megfelelő összetételi arányt, amely biztosítja az érzékszervi és állagbeli megfelelőséget. A kekszek élvezeti értékével kapcsolatban volt néhány elvárás. Az illatnál főként a sült, a vaníliás és kissé gyömbéres illatot tartottuk fontosnak. Az íznel fontos volt, hogy harmonikus legyen a keksz tésztájával, továbbá legyen édes, érződjön a vaj és a vanília. Az állománynál fontos volt, hogy ropogós és omlós legyen. Az alak és a szín szempontjából nem volt elvárás, ezért a kekszeknél általános, korong formát választottuk, a sütés során kialakult szín pedig barna lett. A recept szerint a liszt és a szőlő örlemény keverékének 9%-át tette ki a szőlő. Kísérletenként 30 db terméket készítettünk.

Tésztakészítés

Az anyagokat kimérés után kézzel összedolgoztuk. Nyújtófával kinyújtottuk a tésztát 7 mm vastagságra, végül keksz kiszúróval kiszúrtuk.

Sütés

A sütés háztartási elektromos, előmelegített sütőben 180°C -on, 12 percig történt. Alsó és felső fűtést alkalmaztunk a sütőben.

Csokoládéba mártás

Az étcsokoládé masszát temperáltuk. A cél, hogy a folyamat során a csokoládémassza teljes kakaóvaj-tartalma a stabil módosulatban kristályosodjék, és túlnyomó többségben kisméretű, homogén kristályokat tartalmazzon (Biczó-Kabai Veronika, 2011).

A temperálást az alábbiak szerint végeztük:

1. Felmelegítettük (THERMO QUIC csokoládé melegítővel) a csokoládét 55°C -ra
2. 55°C -ról lehűtés 32°C -ra.
3. 32°C -ról lehűtés 28°C -ra.
4. 28°C -ról felmelegítés $29\text{-}32^{\circ}\text{C}$ -ra.

Ezt követően a kekszek talpát mártottuk, a felületüket sávokkal díszítettük nyomózsák segítségével.

Tárolási kísérlet

A kekszek tárolása szobahőmérsékleten, sötét helyen, műanyag dobozokban történt. A tárolás időtartama több mint 1 hónap (35 nap) és félév (188 nap) volt.

2.5. Antioxidáns mérések

Kivonat készítése

A kekszeket kávédarálón ledaráltuk. A lisztből, a ledarált szőlőből és a ledarált kekszekből egy-egy grammot kimértünk, mindegyikből három párhuzamost. A kimért mennyiségeket 20 ml desztillált víz és 96 %-os etanol (1:1) eleggyel, valamint 0,1 ml tömény sósavval extraháltunk egy éjszakán át sötét helyen, szobahőmérsékleten, lezárt üvegedényben. Ezután szűrőpapíron leszűrtük a kivonatokat. A kivonatokat jól záródó műanyag edénybe helyeztük és -20°C-on tároltuk a vizsgálatokig.

A kekszek antioxidáns kapacitásának mérése

Az általunk használt módszerek elektronátmeneten alapulnak, az oldatok redukáló képességét mérik. „Színváltozással járnak, melynek mértékéből lehet következtetni az antioxidáns kapacitásra” (Hegedűs et al., 2012). A spektrofotometriás méréseket az alábbi spektrofotométeren végeztük el: PHILIPS PU 8740 UV/V. A készülék látható és ultraibolya tartományban használható ($\lambda=190-900$ nm).

Az eredmények statisztikai értékelésére egy utas varianciaanalízist ($p<0,05$) végeztünk LSD (Least Significant Difference) utótesztel, SPSS 9.0 programmal. A szignifikánsan különböző eredményeket az oszlopdiagramok tetején különböző betűvel jeleztük.

2.5.1. Összes fenol tartalom meghatározása

Az eljárás kidolgozása Singleton és Rossi (1965) nevéhez fűződik. A lényege, hogy a Folin-Ciocalteu reagens sárga színű Mo(IV) ionja a mintában található antioxidánsoktól elektront vesz fel és kék színű Mo(V) ionná redukálódik. A módszer alkalmas fenolok illetve vízzoldható, elektronátadásra képes antioxidánsok vizsgálatára (Hegedűs et al., 2012).

Az eredményesség érdekében néhol változtatni kellett a minták hígításán (desztillált vízzel): a szőlőt tízszeres hígításban, a csokoládés, a szőlős, a szőlős és csokoládés kekszeket kétszeres hígításban mértük, a többi mintát nem kellett hígítani.

A módszer alapján a következő lépésekben állítottuk össze a mintaoldatot: a hígított mintából kivettünk 1 ml-t, amihez még 1 ml 96%-os etanolt, 5 ml desztillált vizet és 0,5 ml

50% Folin-Ciocalteu reagenst adtunk, majd 5 perc elteltével még 2 ml 5%-os nátrium-karbonát oldatot is hozzáadtunk. Ezután sötétben, szobahőmérsékleten 60 percig állni hagytuk, majd 725 nm-en megmértem az oldat abszorbanciáját. A keletkező kék színű vegyület mennyisége fotometriásan meghatározható ezen a hullámhosszban. Az eredményeket mg galluszsav egyenérték/100 g kekszben adtuk meg a kalibrációs egyenes alapján.

Galluszsav kalibráció: 10 mg galluszsavat 100 ml 96%-os etanolban oldottunk. Ebből a törzsoldatból 0-100 µg/ml-es koncentráció sort készítettünk.

2.5.2. Vasredukáló képesség meghatározása

A módszer kidolgozása Benzie és Strain (1996) nevéhez kötődik. A lényege, hogy a Fe(III) ionokat az antioxidánsok Fe(II) ionokká redukálják. A TPTZ (2,4,6-tripiridil-S-tirazin) komplexképző használatával oldatba tartott Fe (II) ionok jönnek létre, ami kék színű terméket képez. Az általunk használt módosított módszerhez a TPTZ helyett 2,2'-dipiridil reagenst használtunk. A módszer nem érzékeny a tiol típusú antioxidánsokra, a karotinoidokra és egyes komponensekre (pl. kávésav, ferulasav) (Hegedűs et al., 2012).

A minták hígítása desztillált vízzel a következők szerint történt: szőlőt tízszeres hígításban, a többi mintát nem kellett hígítani.

A módszer alapján a következő lépésekben történt a mintaoldat összeállítása: a hígított mintából 2 ml-t kivettünk, amihez még 6 ml 50%-os etanolt, 1 ml 2,2'-dipiridil reagenst és 1 ml Fe (III) reagenst adtunk. A Fe (III) reagenst hozzáadásától számítva pontosan 2 perc elteltével történt a fotometriás mérés 520 nm-en. Az eredményeket mg aszkorbinsav egyenérték/100 g kekszben adtuk meg.

Aszkorbinsav kalibráció: 17,5 mg aszkorbinsavat 100 ml 96%-os etanolban oldottunk. A törzsoldatból 0-70 µg/ml-es koncentráció sort készítettünk.

2.5.3. Gyökfogó képesség meghatározása

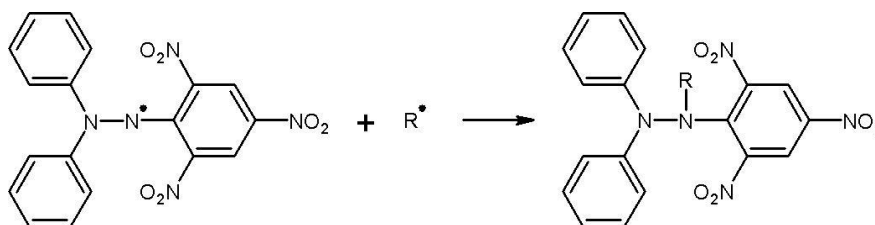
A DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil) stabil gyök megkötésén alapuló antioxidáns kapacitást mérő módszer (2. ábra). A reakció során a sötétlila színű gyök elveszti a színét. A reakció elektronátmeneten alapul. A DPPH gyök szerkezetéből adódóan a kis molekulák jobban odaférnek a DPPH gyökhöz, ezért nagyobb antioxidáns kapacitást mutatnak (Hegedűs et al., 2012).

A minták hígítása a következők szerint történt (desztillált vízzel): a szőlő tízszeres hígítás, a csokoládés, a szőlős, a szőlős és csokoládés kekszeket kétszeres hígítás, a többit nem kellett hígítani.

A módszer alapján a következőképp állítottuk össze a mintaoldatot: a hígított mintából 1 ml-t kivettünk, amihez 6 ml 400 μ M DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil) oldatot adtunk. Kontrollra is szükség volt, ezért a minta helyett 1 ml desztillált vizet tettünk a kémcsőbe, amihez 6 ml 400 μ M DPPH oldatot adtunk. Összekeverés után 30 percig sötét helyen tároltuk az elegyet. A fotometriás mérés 517 nm-en történt. A gyökfogó kapacitás meghatározására a következő egyenlet szolgált:

$$\text{Gyökfogó kapacitás (\%)} = ((\text{kontroll A} - \text{minta A}) / \text{kontroll A}) \times 100$$

A=abszorbancia



2. ábra A DPPH gyök megkötésén alapuló módszer elvi alapja. Forrás: Balogh, 2010

2.6. Nyersrost tartalom meghatározása

A nyersrost definíciója: forró H₂SO₄ (1,25 % konc.) és NaOH vagy KOH (1,25 % konc.) egymás utáni kezelése után nyert maradvány. A maradvány összetevői: 50-80% cellulóz, megközelítőleg 20 % hemicellulóz és 10-50 % lignin. A kísérlet során gravimetriásan meghatároztuk a kekszek nyersrost tartalmát. A kekszek nyersrost meghatározását FIBERTEC 2010 & M6 készülékkel, a gyártó utasításának megfelelően (Application Note ASN 304 és Application Sub Note ASN 3432) végeztük.

Előkészítés

Forgóképes daráló segítségével megaprítottuk a kekszeket és kimértünk száraz üvegtégelyekbe minden mintából 1-1 g-ot analitikai mérlegen (W1). Mivel a kekszek zsírtartalma 10% fölötti, ezért a vizsgálat előtt aceton segítségével zsírtalanítottuk a mintákat.

Nyersrost meghatározás

Hideg extrakció

Az üvegtégelyeket a Fibertec hideg extraháló egységébe helyeztük és megtöltöttük 25 ml acetonnal. 5 percig vártunk, majd vízszugárszivattyú segítségével leszűrtük. Ezt háromszor megismételtük.

Meleg extrakció

Az üvegtégelyeket a meleg extraháló egységbe helyeztük és hozzáadtunk 150 ml forró 0,640 N kénsavat (3. ábra). Ezt követően 2-4 csepp n-oktanolt adtunk a habzás megakadályozására és hagytuk forrni 30 percig. A kénsavas kezelés után háromszor 30 ml forró, ioncserélt vízzel mostuk át a mintákat. Vákuum szivattyú segítségével szívattuk szárazra a mintákat átmosásuk közben. Ugyanezt megismételtük 150 ml 0,556 N kálium-hidroxiddal és 2-4 csepp n-oktanollal.

Ezután megismételtük a hideg extrakciós eljárást.

Száritás és hamvasztás

Az üvegtégelyeket 130°C-on 2 órán át szárítottuk, azután lehűtöttük szobahőmérsékletre exsziátorban és megmértük a tömegüket (W2). A mintákat izzító kemencében elhamvasztottuk 525°C-on 3 órán keresztül, majd exsziátorban lehűtöttük szobahőmérsékletre és megmértük a tömegüket (W3).

Számítás: Nyersrost (%) = $((W2 - W3) / W1) \times 100$



3. ábra FIBERTEC 2010 & M6 hideg (balra) és meleg extraháló egység (jobbra)

2.7. Mikrobiológiai vizsgálat

Mintavétel, előkészítés

A mintavétel és a kekszek aprítása steril eszközökkel történt. A kekszekből 10 g-ot 90 ml sterilizált csapvízben elszuszpendáltunk. A jól összekevert törzsoldatból automata pipettával 1 ml-t pipettáztunk 9 ml sterilizált csapvízbe és továbboltva elkészítettük az ötlépcsős hígítási sort.

2.6.1. Határhígítási módszer élőcsíraszám megállapítására

A kekszek élőcsíraszám meghatározásához határhígítási módszert használtunk. Ennél a vizsgálatnál a mikroorganizmusokat folyékony táptalajban szaporítjuk el és a mikrobaszaporodást mutató csövek száma alapján, statisztikai alapon következtetünk a keresett mikroorganizmusok számára. A hígítási sor minden tagjából átoltottunk 1-1 ml-t TGE táplevest tartalmazó kémcsőbe. A kémcsöveket termosztátba helyezve 24 órát inkubáltuk, 37°C-on. A szaporodást a brómkrezolbórból indikátor sárga színváltozása, zavarosodás, hártvaképződés jelzi. Az értékelés a Hoskins-féle táblázat alapján történt, mely alapján megkaptuk legvalószínűbb csíraszámot (MPN=most probably number). Ez az alap szuszpenzió csíraszám, amely megegyezik a minta (kekszek) élőcsíraszámával (MPN/g).

2.6.2. Penészsám meghatározása szélesztéssel

A kekszek penészsámának meghatározását szélesztési módszerrel végeztük. Ennél a vizsgálatnál a mikrobaszaporodás a táptalaj felszínén történik és telepszámlálással adjuk meg az eredményt. A táptalaj antibiotikumot tartalmaz a baktériumok visszaszorítására. A Petri-csészéket termosztátba helyezve 72 órát inkubáltuk, 30°C-on. A penésztelepek száma alapján megkaptuk a telepképző egységek számát (cfu/g) (Maráz, 2000).

2.8. Érzékszervi vizsgálat

Az egyszerű leíró módszert használtuk a kekszek érzékszervi vizsgálatához. „Ezt a módszert az ismeretlen, pl. konkurens termékek érzékszervi vizsgálatánál használják” (Molnár, 1991). A módszer lényege, hogy a jellemző tulajdonságokat pozitív vagy negatív „leíró kifejezésekkel” megfogalmazzuk, ezt követően a pozitív és negatív kifejezéseket mennyiségi arányuk alapján értékeljük (Horváthné, 2003). A vizsgálat érzékszervi vizsgálatokban jártas bírálókkal történt. A kezdetben 14 fős bírálói panel ún. „brainstorming”, nyílt vita során összeállította a kekszeknél előforduló pozitív és negatív érzékszervi

tulajdonságokat. A bírálóknak vizsgálati lapon kellett rögzítenie az általuk észlelt pozitív vagy negatív tulajdonságokat. Négy tulajdonságot vizsgáltunk: szín, illat, íz, állomány. A vizsgálat a következő sorrendben történt: először a kontroll kekszek, utoljára a csokoládéval borított szőlős kekszek vizsgálata történt. Az félévig tárolt kekszek érzékszervi vizsgálata a kontroll és a csokoládéba mártott szőlős kekszekkel történt.

3. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKEKELÉSÜK

3.1. Termékfejlesztés

Tapasztalataink szerint a kekszek vajtartalmát az eredeti recepthez képest csökkenteni kellett, a túl omlós, széteső állomány miatt. Ez abból adódik, hogy a zsiradék arány növelésével nő a szabad víz mennyisége, a tészta lágyul (Markovics, Paczolay, 1991). A magasabb cukortartalom ugyanakkor keményebbé tette a keksz tésztáját, ezért ennek a mennyiségét egy másik kemény tésztát adó receptben csökkentettük. A magyarázata, hogy a cukor dehidratáló hatást fejt ki a keksz tésztájára (Markovics, Paczolay, 1991). A keksz tésztájához nem adtunk vizet viszont szükség volt a vanília kivonaton kívül valamilyen folyékony fázisra a tészta könnyebb formázásához, ezért tejfölt tettünk a receptbe. A sót eleinte nem oldottuk fel folyékony fázisban, csak elmorzsoltuk a keksz tésztájával és azt tapasztaltuk, hogy lenyelés után sós utóíz maradt a szájban. Ezért tejfölben oldottuk fel a sót (4. táblázat).

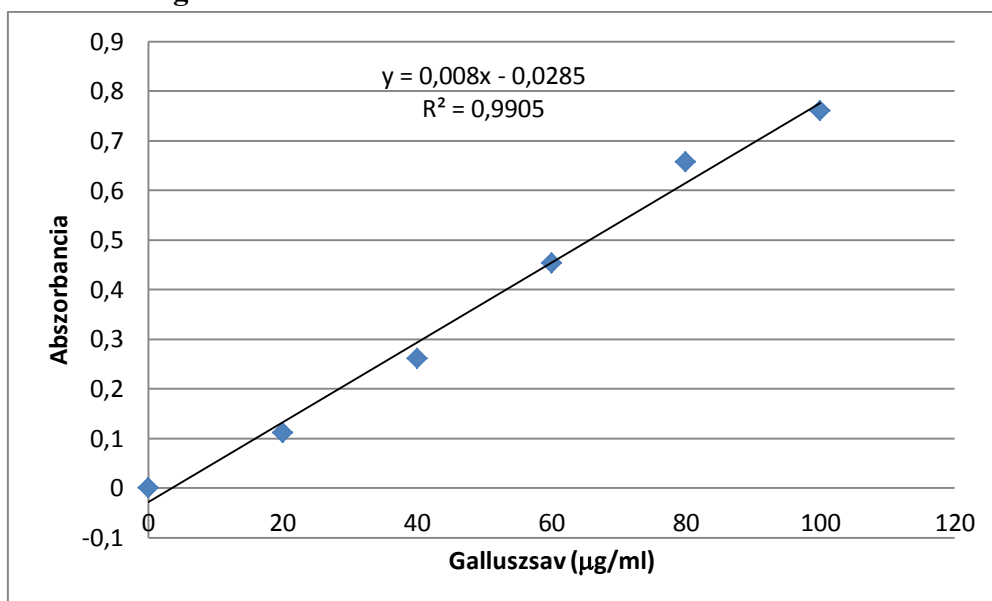
Négyféle kekszet készítettünk: kontroll (szőlő és csokoládé nélküli), csokoládés, szőlős és csokoládéba mártott szőlős keksz (4. ábra).

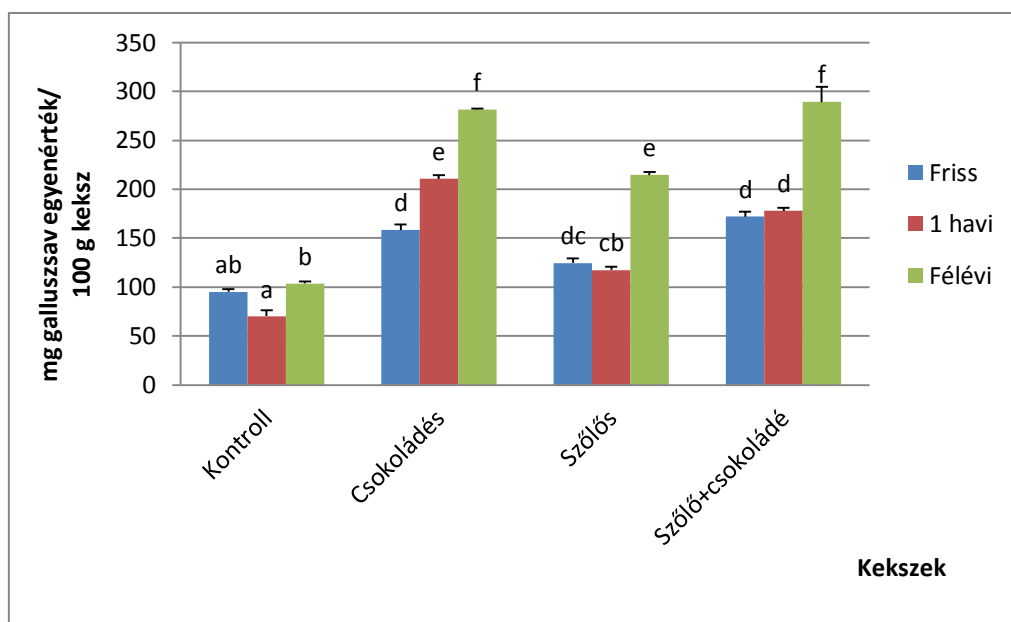


4. ábra A szőlős (sötétbarna) és a kontroll kekszek (aranybarna) csokoládéval díszítése

4. táblázat 30 db keksz elkészítéséhez szükséges anyagok mennyisége

Anyag	Kontroll keksz, g (%)	Szőlős keksz, g (%)
BL 55 liszt	100,0 (50,94)	100,0 (46,23)
Vaj	60,0 (30,57)	60,0 (27,74)
Porcukor	30,0 (15,28)	40,0 (18,49)
Tejföl (12%-os)	5,0 (2,55)	5,0 (2,31)
Só	0,3 (0,15)	0,3 (0,14)
Vanília kivonat	0,5 (0,25)	0,5 (0,23)
Gyömbér	0,5 (0,25)	0,5 (0,23)
Száritott fekete szőlő	0	10,0 (4,62)
Összesen (g)	196,3	216,3

3.2. Összes fenol meghatározása**5. ábra** Galluszsav kalibráció összes polifenol tartalom méréshez



6. ábra A kekszminták összes fenol tartalma. Az oszlopok tetején az átlagtól való eltérést ábrázoltuk. Az oszlopok színe a kekszek tárolási állapotát jelöli. Az azonos betűjelek között nincs szignifikáns különbség.

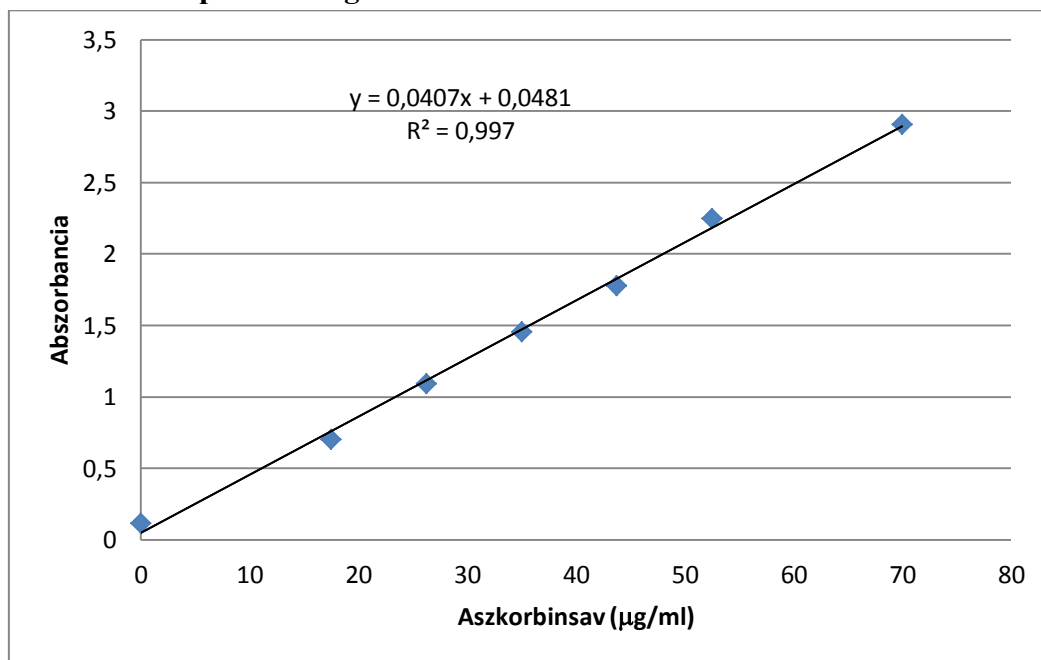
A legtöbb polifenolos vegyületet csokoládéval borított szőlős kekszekben (172,00 mg GAE/100g), a legkevesebbet a kontroll kekszekben (95,00 mg GAE/100 g) találtuk. A fekete szőlő 31%-kal növelte az összes fenol tartalmat a kontrollhoz képest (6. ábra). Mildner-Szkudlarz és munkatársai szerint fehér szőlőtörköly (10% szőlő) nagyobb mértékben, 148%-kal növelte a polifenol tartalmat, azonban kevesebb 85 mg/100g keksz volt a kontrol kekszek polifenol tartalma (Mildner, Szkudlarz et al., 2012). A csokoládés, a szőlős és a csokoládéba mártott szőlős csokoládé összes fenol tartalma között nem volt szignifikáns különbség. A csokoládés kekszeknél már 1 hónap múlva növekedett a polifenol tartalom, valószínűleg proantocianidinek polimerizálódása miatt. A szőlős és a csokoládéba mártott szőlős kekszekben is növekedés tapasztalható, de csak a féléves tárolás után.

A kapott sorrend a kekszek között a következőképpen alakult:

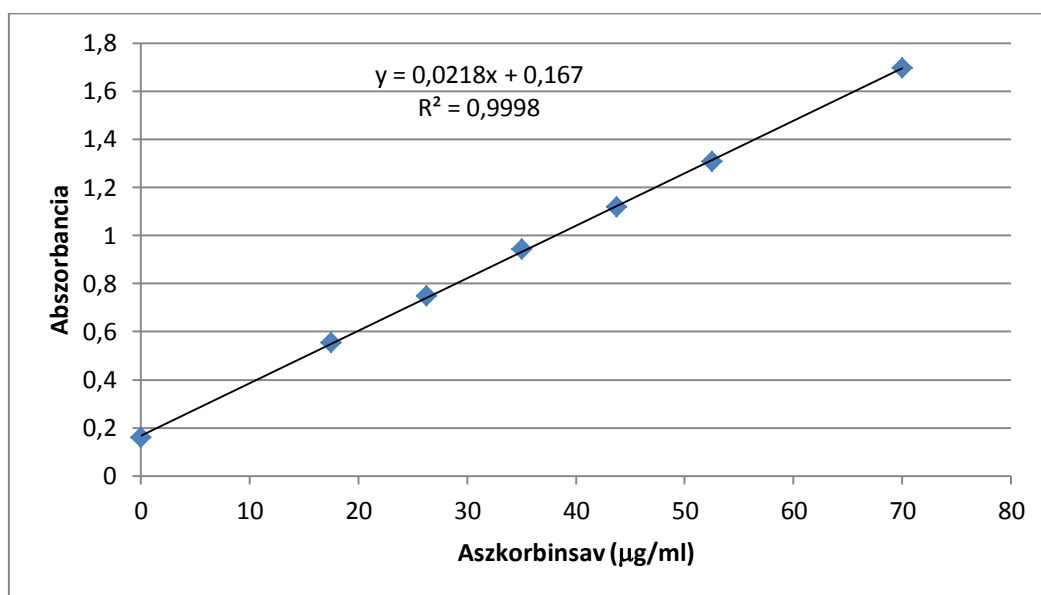
csokoládé + szőlős > csokoládés > szőlős > kontroll

Az értékelésnél fontos megemlíteni, hogy a kekszek a szőlőn kívül is tartalmaztak antioxidáns hatású anyagokat, közülük jelentős antioxidáns hatással a csokoládé és a gyömbér rendelkezik. A csokoládé fontos forrása a katechineknek és oligomerjeinek a procianidineknek (Wan et al., 2001). A gyömbér (*Zingiber officinale*) gyöktörzse tartalmaz polifenolokat (6-gingerol és származékai), amelyek nagy antioxidáns hatással rendelkeznek (Stoilova et al., 2007).

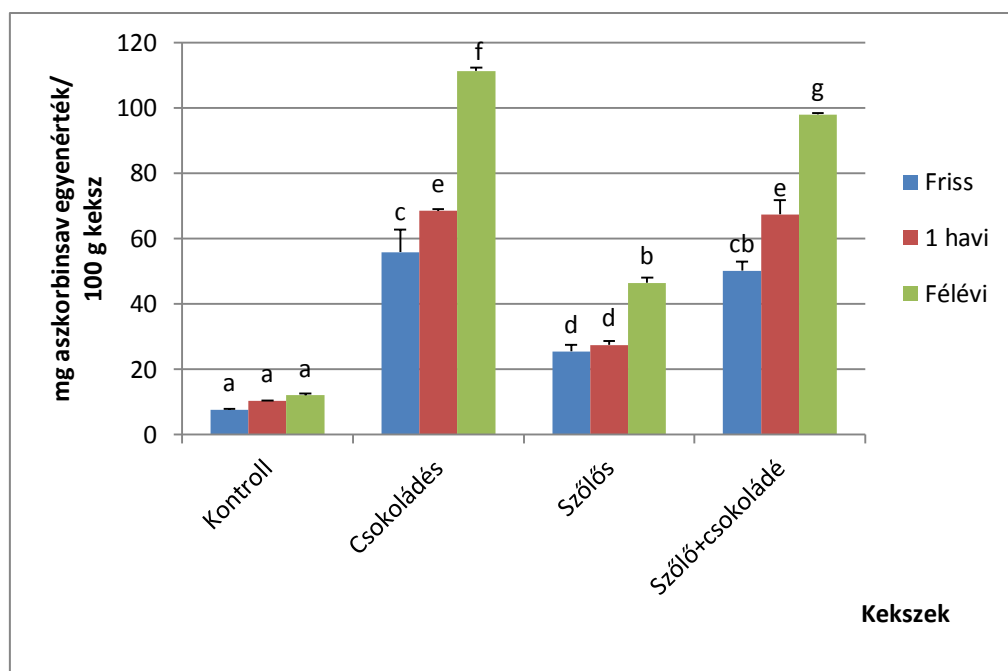
3.3. Vasredukáló kapacitás meghatározása



7. ábra Aszkorbinsav kalibráció vasredukáló képesség méréséhez



8. ábra Aszkorbinsav kalibráció vasredukáló képesség méréséhez (a félévi méréséhez szükséges volt újat készíteni, a kalibrációs görbe alapján történt a félévi eredmények kiértékelése)



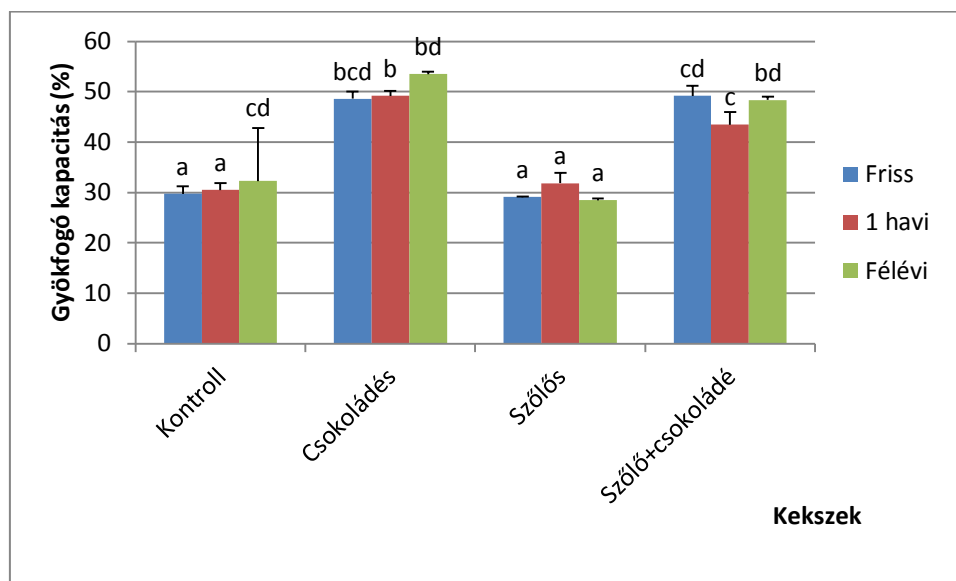
9. ábra A kekszminták vasredukáló képessége. Az oszlopok tetején az átlagtól való eltérést ábrázoltuk. Az oszlopok színe a kekszek tárolási állapotát jelöli. Az azonos betűjelek között nincs szignifikáns különbség.

Legnagyobb antioxidáns kapacitást a csokoládéval borított kekszekenél (55,83 mg AAE/100g), míg a legkisebb a kontroll keksznél (7,71 mg AAE/100 g) találtunk. A csokoládéval borított keksz hétszer, a csokoládéval borított szőlős kekszek hat és félszer nagyobb értéket mutattak a kontrollhoz képest. A csokoládés és a csokoládéba mártott szőlős kekszekenél már 1 hónap múlva, a szőlős kekszekenél fél év múlva történt szignifikáns növekedés. A csokoládés és csokoládéba mártott szőlős kekszek szignifikánsan nem különböztek (9. ábra).

A kapott sorrend a kekszek között a következőképp alakult:

csokoládés > csokoládé + szőlős > szőlős > kontroll

3.4. A gyökfogó képesség meghatározása



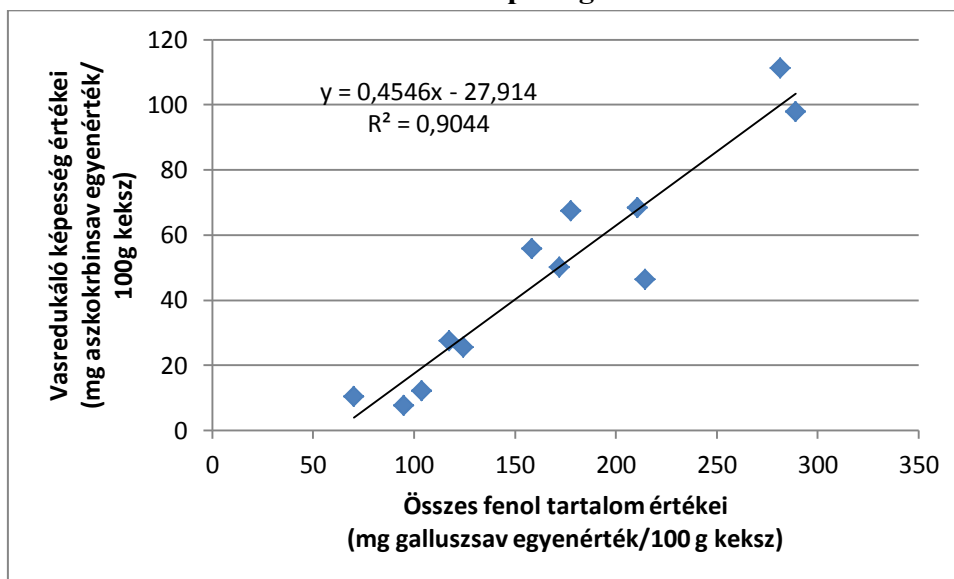
10. ábra A kekszminták DDPH módszerrel kapott eredményei. Az oszlopok tetején az átlagtól való eltérést ábrázoltuk. Az oszlopok színe a kekszek tárolási állapotát jelöli. Az azonos betűjelek között nincs szignifikáns különbség.

A legmagasabb gyökfogó kapacitással a csokoládéba mártott szőlős kekszek (49,17%), a legkisebbel a szőlős kekszek rendelkeztek (29,11%). A szőlővel dúsított kekszek nem növelték meg a gyökfogó képességet. Mildner-Szkudlarz eredményei szerint fehér szőlőtörkölyvel (10% szőlő) dúsított kekszek troloxra vonatkoztatott antioxidáns kapacitása viszont 167%-kal növekedett, a kontrollhoz képest (Mildner.Szkudlarz et al., 2012) . A kontroll kekszek gyökfogó képessége nőtt meg szignifikánsan fél év múlva, a többi keksznél nem történt változás. A csokoládés és csokoládéba mártott szőlős kekszek szignifikánsan nem különböztek. A kontroll és a szőlős kekszek szignifikánsan nem különböztek (10. ábra).

A kapott sorrend a kekszek között a következőképp alakult:

szőlő + csokoládés > csokoládés > kontroll > szőlős

3.5. Összes fenol tartalom és a vasredukáló képesség összehasonlítása



11. ábra Összefüggés az össze fenol tartalom és a vasredukáló képesség között

A vasredukáló képesség és az összes fenol tartalom között szoros összefüggést lehetett kimutatni $r^2=0,9044$, ami alátámasztja azt a megállapítást, hogy elsősorban a fenolos vegyületek a felelősök a redukción alapuló antioxidáns hatásért (11. ábra).

3.6. Nyersanyagok vizsgálata

5. táblázat Nyersanyagok antioxidáns kapacitása

Minta	Liszt	Szőlő
Módszer		
Összes fenol tartalom (mg GAE/100 g)	113,875	1027,083
Vasredukáló kapacitás (mg AAE/ 100 g)	7,464	432,220
Gyökfogó kapacitás (%)	38,257	54,584

A búzában többnyire különböző fenolsavak és származékaik, a csírában a tokoferolok találhatóak, továbbá a színanyag karotinoidokból áll (<http://www.m.innoteka.hu/>, 2013). Ebből következően a lisztben is ezek az anyagok jelennek meg, illetve az általunk használt liszt L-aszkorbinsavat is tartalmazott. Az L-aszkorbinsavat oxidálószerként adják (1%-os vizes oldat formájában) a liszthez, amely növeli a tészta rugalmasságát és csökkenti az ellágyulását (Véha, Markovics, 2010).

A szőlőben sok polifenol található a 1.4.2. fejezetben leírtaknak megfelelően. Az eredmények szerint ezek jelentős gyökfogó és vasredukáló képességgel rendelkeznek (5. táblázat).

3.7. Nyersrost tartalom meghatározása

6. táblázat A kekszek nyersrost tartalma

Kekszminták	Nyersrost tartalom (%)
Kontroll keksz	0,570
Szőlős keksz	0,815

A dúsítás hatására 43%-kal növekedett a szőlős kekszek nyersrost tartalma (6. táblázat). Mildner-Szkudlarz és munkatársai eredményei szerint fehér szőlőtörköly (10% szőlő) 88%-kal növelte az összes élelmi rost tartalmat.

3.8. Határhígítási módszer élőcsíraszám megállapítására

7. táblázat A kekszek határhígítási módszerrel kapott élőcsíraszám (MPN/g)

Tárolási idő Minta	Friss	1 hónap	Félév
Kontroll (MPN/g)	<10	6	$6,2 \times 10^1$
Csokoládés (MPN/g)	<10	$2,3 \times 10^1$	<10
Szőlős (MPN/g)	<10	6	<10
Szőlő+csokoládé (MPN/g)	<10	<10	<10

A kekszekben a tárolás során nem találtunk csíraszám növekedést. A félévi tárolásnál minden keksz csíraszám 10 MPN/g alatti, ezért valószínű, hogy a csokoládés kekszeknél a levegőből kerültek a baktériumok a táptalajra. Az eredmény szerint a kekszek összes csíraszám nagyon alacsony, ezért biztonságosnak mondhatók (7. táblázat).

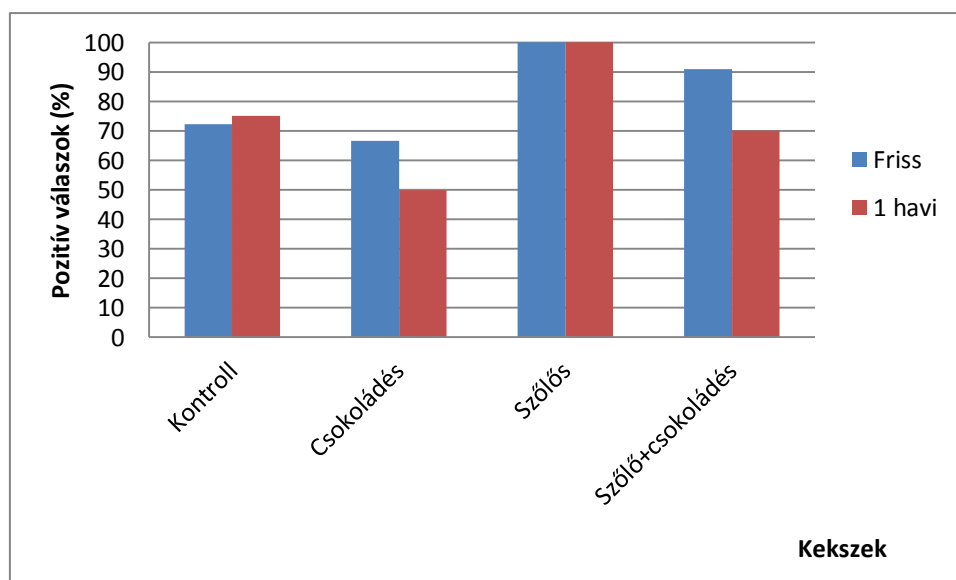
3.9. Penészsám meghatározása szélesztéssel

8. táblázat A kekszek szélesztési módszerrel kapott penészszáma (cfu/g)

Tárolási idő Minta	Friss	1 hónap	Félév
Kontroll (cfu/g)	<10	$5,7 \times 10^1$	<10
Csokoládés (cfu/g)	<10	$1,5 \times 10^1$	<10
Szőlős (cfu/g)	<10	<10	<10
Szőlő+csokoládé (cfu/g)	<10	<10	<10

A kekszek tárolása során nem tapasztaltunk penészsaporodást. A félévi tárolásnál minden keksz csíraszám 10 cfu/g alatti, ezért valószínű, hogy a kontroll és a csokoládés kekszeknél a levegőből kerültek a gomba spórák a táptalajra. Az eredmény szerint a kekszek penészszáma nagyon alacsony, ezért biztonságosnak mondhatók (8. táblázat).

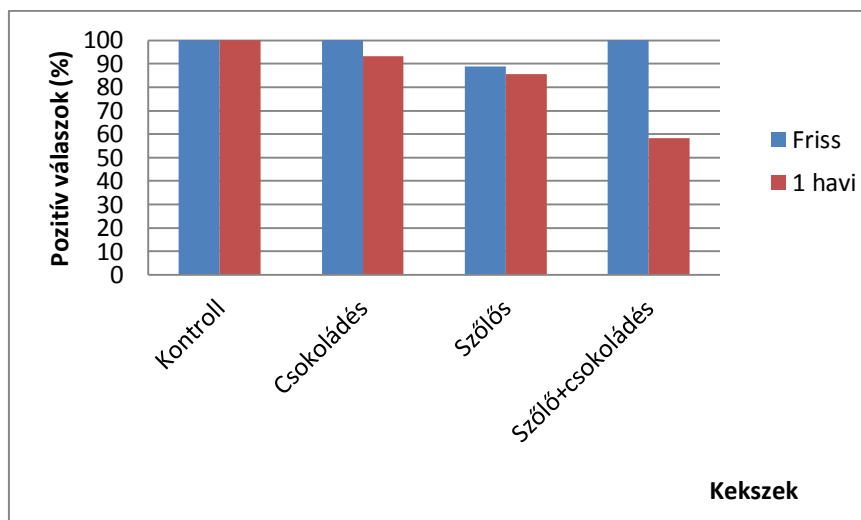
3.10. Érzékszervi vizsgálat



12. ábra A kekszek színére adott pozitív válaszok (%)

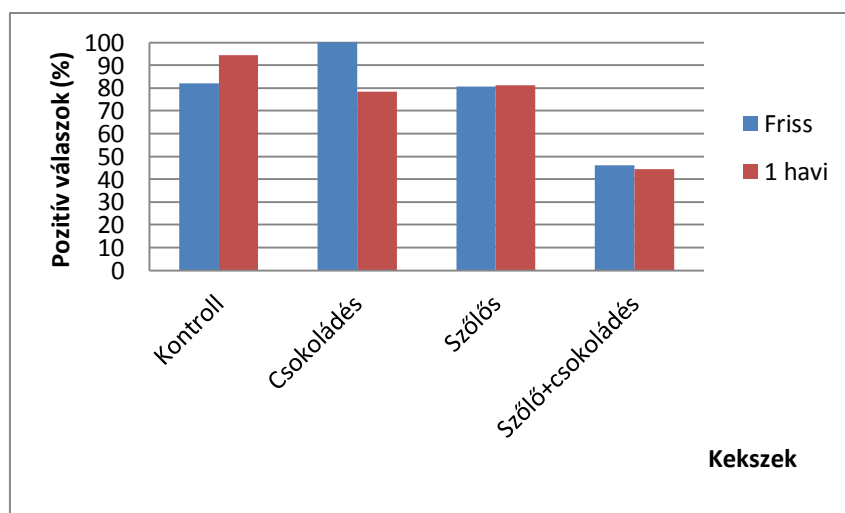
A kontroll kekszek aranybarna, a szőlős kekszek sötétbarna színűek. A bírálók szerint a szőlős keksz színe tetszett a legjobban. A tárolás során a csokoládés és a csokoládéval

borított szőlős kekszek megítélése rosszabbodott, a bírálók fakóbbnak találták, ami valószínűleg a színyanyagok oxidálódásának köszönhető (12. ábra). A kontroll kekszek színe félévi tárolás után romlott.



13. ábra A kekszek illatára adott pozitív válaszok (%)

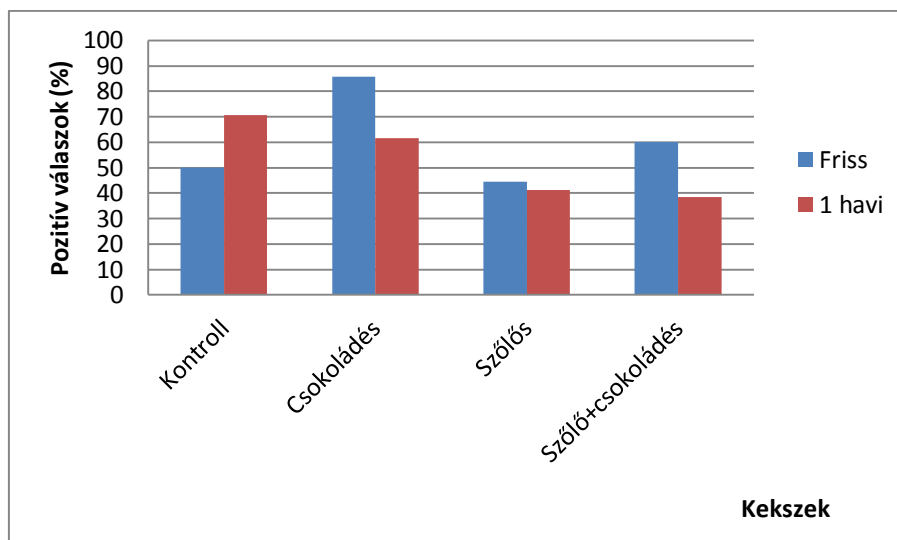
A kontroll és a szőlős kekszek illata döntően édes, vaníliás és vajas. A bírálók szerint a szőlős keksz illata kevésbé volt jó a többihez képest. A csokoládés és a csokoládéba mártott szőlős kekszekenél jól látható csökkenés tapasztalható 1 hónap után (13. ábra). Ehhez képest a félévi tárolás során nem történt változás.



14. ábra A kekszek ízére adott pozitív válaszok (%)

A kontroll és a szőlős kekszekenél az édes és a vanília íz volt a domináns. A bírálók szerint a csokoládés kekszek íze volt a legjobb, a szőlős kekszeké a legrosszabb. A kontroll

kekszeknél növekedés, a csokoládés kekszeknél csökkenés következett be 1 hónapos tárolás során (14. ábra). Féléves tárolás során a csokoládéba mártott szőlős kekszek csokoládé mártása kesernyés ízű lett, valószínű, hogy a kakaóvaj oxidálódott a tárolás során.



15. ábra A kekszek állományára adott pozitív válaszok (%)

A bírálók szerint a csokoládés kekszek állománya volt a legjobb, a szőlős kekszeké a legrosszabb (15. ábra). Néhány szőlős keksznél lehetett érezni a magokat, ezért a szőlő őrlemény átszítálása ajánlott. A kontroll kekszek döntően omlósak, a szőlős kekszek pedig ropogósak. A többi tulajdonsághoz képest ebben az esetben több negatív tulajdonságot észleltek a bírálók. A bírálók egy része a kontroll kekszeket morzsálódónak, a szőlős kekszeket keménynek érezte. Egy havi tárolás után a kontroll kekszeknél növekedés, a csokoládés és a csokoládéba mártott szőlős kekszeknél csökkenés volt tapasztalható. Ehhez képest a féléves tárolás során nem történt változás.

Mivel a kekszeknél a fogyasztók számára legmeghatározóbb tulajdonság az íz és az állomány, ezért a következő sorrendet alakítottuk ki a kekszek kedveltségében:

csokoládés > kontroll > szőlős > csokoládé+szőlős

4. ÖSSZEFOGLALÁS

Munkám során négyféle kekszet (kontroll, csokoládéba mártott, szőlővel dúsított, csokoládéba mártott szőlős) készítettünk és vetettünk alá tárolási kísérletnek. A kekszek polifenol tartalmát, antioxidáns hatását vizsgáltunk spektrofotometriás mérésekkel.

Az összes polifenol tartalom meghatározása során megállapítottuk, hogy a legtöbb polifenolos vegyület a csokoládéba mártott szőlős kekszekben található 172,00 mg galluszsav egyenérték/100g keksz. A legkisebb értéket a kontroll keksz mutatta: 95,00 mg galluszsav egyenérték/100g keksz.

A kapott sorrend a kekszek között a következőképpen alakult:

csokoládé + szőlős > csokoládés > szőlős > kontroll

A vasredukáló képességen alapuló módszerrel kapott eredmények szerint a csokoládéba mártott kekszek voltak a legjobbak 55,83 mg aszkorbinsav egyenérték/100 g keksz. A legkisebb értéket a kontroll keksz mutatta 7,71 mg aszkorbinsav egyenérték/100 g keksz.

A kapott sorrend a kekszek között a következőképp alakult:

csokoládés > csokoládé+szőlős > szőlős > kontroll

A DDPH gyök megkötésén alapuló módszerrel kapott eredmények alapján a csokoládéval borított szőlős kekszek adták a legjobb eredményt 49,17% gyökfogó képesség.

A kapott sorrend a kekszek között a következőképp alakult:

csokoládé+szőlős > csokoládés > kontroll > szőlős

Az összes fenol tartalom és a vasredukáló képesség között szoros összefüggést lehet felfedezni ($r^2=0,9044$). ami alátámasztja azt a megállapítást, hogy elsősorban a fenolos vegyületek a felelősök a redukción alapuló antioxidáns hatásért.

A kontroll és a szőlős kekszek nyersrost tartalmát forró kénsavas és kálium-hidroxidos kezelés után gravimetriásan határoztuk meg. A dúsítás hatására 43%-kal növekedett a szőlős kekszek nyersrost tartalma.

A kekszekben félévi tárolás után sem tapasztaltunk csíraszám vagy penészsám növekedést, minden keksz értéke 10 MPN/g és 10 cfu/g alatt maradt. Tehát mikrobiológiailag biztonságosak.

Az érzékszervi vizsgálat során a kekszekre adott pozitív válaszok alapján az alábbi sorrendet állítottuk fel: **csokoládés > kontroll > szőlős > csokoládé+szőlős**. Az eredmények alapján a csokoládés és csokoládéba mártott szőlős kekszeknek tárolás során csökken, a

kontroll kekszeknek azonban nő a kedveltsége. A szőlős kekszek kedveltségében tárolás során nem történt változás.

Összegezve a dolgozatomat egyértelművé vált, hogy a csokoládéba mártott kekszek mutatják a legjobb eredményt, illetve a szőlős kekszek főleg nyersrost szempontjából igen kedvezőek. A csokoládé hatására nagyobb mértékben növekedett, mint a szőlő hatására és tárolás során is nőtt az polifenolok mennyisége és a vasredukáló képesség, ezért fogyasztása segíthet a szervezet oxidatív stressz elleni védelmében. Megfelelő tárolás mellett a kekszek hosszú ideig eltarthatók szobahőmérsékleten. Ezért javasoljuk a csokoládés és a szőlővel dúsított kekszek gyártását, fogyasztását.

IRODALOMJEGYZÉK

- Andrés-Lacueva C., Medina-Remon A., Llorach R., Urpi-Sarda M., Khan N., Chiva-Blanch G., Zamora-Ros R., Rotches-Ribalta M., Lamuela-Raventós M. R. (2010): Phenolic Compounds: Chemistry and Occurrence in Fruits and Vegetables, In: De la Rosa L. A., Alvarez-Parilla E., González-Aguilar A. G. (eds), *Fruit and Vegetable Phytochemicals: Chemistry, Nutritional Value and Stability*, Wiley-Blackwell, Iowa, 53.; 56.
- Antal D., Garban G., Garban Z. (2003): The anthocyanins: biologically-active substances of food and pharmaceutical interest, *The Annals of the University Dunărea de Jos of Galați - Food Technology*. Fascicule VI, 106-115.
- Application Note, ASN 304 (2003): Fibre determination using the Fibertec 2010 & M 6, FOSS Analytical AB
- Application Sub Note, ASN 3432 (2003): The determination of crude fibre (cf) in feed, Wijkström fast method, FOSS Analytical AB
- Balga I., Kállay M. (2009): Vizsgálatok szőlőfajták élettanilag aktív vegyületeinek összetételére, *LI. Georgikon Napok*, Összefoglaló, Keszthely, 56-61.
- Balogh E. (2010): Antioxidáns kapacitás meghatározása és ennek kialakításában szerepet játszó vegyületek vizsgálata bogyós gyümölcsök esetében, Doktori értekezés, Budapest, 16-21.; 40.
- Békési Z., Pándi F. (2005): *Pálinkafőzés*, Mezőgazda Kiadó, Budapest, 114.
- Benzie I. F. F. (2000): Evolution of antioxidant defence mechanisms, *European Journal of Nutrition* 39, 53-61.
- Biacs P. (2003): Új típusú élelmiszerek az egészségmegőrzés szolgálatában, *Élelmezési Ipar*, 57(6), 175-177.
- Biczó-Kabai Veronika (2011): Kakaóvaj-egyenértékű növényi zsírok és a tárolási körülmények hatása csokoládé modellrendszerek reológiai és érzékszervi jellemzőire, Doktori (PhD) értekezés, Budapest, 19-20.
- Bíró Gy. (2003): Funkcionális élelmiszerek, természetes antioxidánsok szerepe az egészségmegőrzésben, *Élelmezési ipar* 57(4), 117-123.

- Chaudiere J., Ferrari-Iliou R. (1999): Intracellular antioxidants: from chemical to biochemical mechanisms, *Food and Chemical Toxicology* 37, 949-962.
- Cheynier V. (2005): Polyphenols in foods are more complex than often thought, *The American Journal of Clinical Nutrition* 81, 223-229.
- Cornelli U. (2009): Antioxidant use in nutraceuticals, *Clinics in Dermatology* 27(2), 175-194.
- Dalmadi I. (2009): Hőkezeléssel és nagy hidrosztatikus nyomással pasztörözött bogyósgyümölcs-pürék minőségjellemzőinek alakulása a tárolási hőmérsékkel függvényében, Doktori értekezés, Budapest, 10-12.
- Erdőss T. (1973): A szőlő és a must kémiai összetétele, In: Kádár Gy. (szerk.), Borászat, Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 71-83; 176-178.
- Ficzek G. (2012): Hazai alma- és meggyfajták humán egészségvédő és felhasználhatósági értékei gyümölcsanalízis alapján, Doktori (PhD) értekezés, Budapest, 10-12.
- Grajek W., Olejnik A. (2010): The influence of food processing and home cooking on the antioxidant stability in foods, In: Smith J., Edward C. (eds), *Functional Food Product Development*, Wiley-Blackwell, Iowa, 180.
- Hajós Gy. (2008): A bor kémiája, In: Hajós Gy. (szerk.), Élelmiszer-kémia, Akadémiai Kiadó, Budapest, 488.
- Haminiuk W. I. C., Maciel M. G., Plata-Oviedo V. S. M., Peralta M. R. (2012): Polyphenolic compounds in fruits - an overview, *International Journal of Food Science and Technology* 47, 2023-2044.
- Hegedűs A. (2012): Az oxidációval szembeni védőrendszer elemei, In: Hegedűs A., Stefanovitsné B. É. (szerk.), Természetes antioxidáns forrásunk: a gyümölcs, Debreceni Egyetem, AGTC, Kertészettudományi Intézet, Debrecen, 47.; 60.; 62-64.; 69-73.; 85.; 92-93.
- Hegedűs A., Papp N., Szabó Z., Pfeiffer P., Stefanovitsné B. É. (2012): A gyümölcsök antioxidáns kapacitásának jellemzése, In: Hegedűs A., Stefanovitsné B. É. (szerk.), Természetes antioxidáns forrásunk: a gyümölcs, Debreceni Egyetem, AGTC, Kertészettudományi Intézet, Debrecen, 127-130.

- Hegedűs A., Stefanovitsné B. É. (2012): A szabadgyök reakciók felismerése a biológia, orvostudomány nagy felfedezése, In: Hegedűs A., Stefanovitsné B. É. (szerk), Természetes antioxidáns forrásunk: a gyümölcs, Debreceni Egyetem, AGTC, Kertészettudományi Intézet, Debrecen, 23.; 26.; 31-35.
- Horváthné A. K. (2003): Az élelmiszerminősítés technikái *“ESZA-típusú kísérleti projekt a képzésből a munka világába történő átmenet támogatására” Phare HU0008-02-01-0022 program jegyzete*, 64-65.
- Hracskó Zs. (2009): Szabad gyökök szerepe neonatológiai kórképekben, Doktori (PhD) értekezés, Szeged, 4.; 7.; 9.; 11.; 14.
- Ioana S. V., Vasile L. (2010): Recovery of total polyphenolic compounds from different grape skins varieties, under enzymatic treatment, *University of Oradea*, Faculty of Environmental Protection
- Juhász M. (2012): Harc a szabadgyökök ellen antioxidáns növényekkel, *A biológia tanítása: módszertani folyóirat* 20(3), 25-32.
- Kiss István (2006): Borászati termékek alternatív hasznosítása membrántechnika segítségével, Doktori (PhD) értekezés, Budapest, 12.
- Kovács E. (2011): Élelmiszerek aktuális kérdései, Oktatási segédlet, Szeged, 6.; 72.
- Langseth L. (1995): *Oxidants, antioxidants and disease prevention*, International Life Sciences Institute Press, Washington, 14-15.
- Leskó A. (2011): A töketerhelés hatása a szőlőbogyó, a must és a bor összetételére, Doktori értekezés, Budapest, 16-18.
- Lugasi A. (2001): Élelmiszer eredetű antioxidánsok hatása primer és szekunder prevencióban: Állatkísérletes és humán tanulmányok, Doktori értekezés, Budapest, 21.
- Manach C., Scalbert A., Morand C, Rémésy C, Jiménez L. (2004): Polyphenols: food sources and bioavailability, *American Journal of Clinical Nutrition* 79, 727-747.
- Manach C., Williamson G., Morand C., Scalbert A., Rémésy C. (2005): Bioavailability and bioefficacy of polyphenols in humans. I. Review of 97 bioavailability studies, *American Journal of Clinical Nutrition* 81, 230-242.

- Maráz A. (2000): Élősejtszám meghatározása tenyésztési módszerekkel, In: Maráz A., Mohácsiné F. CS. (szerk), Mikrobiológiai gyakorlatok, Agrárszakoktatási Intézet, Budapest, 77-83.
- Markovics E., Paloczay M. (1991): *Édesipari technológiai gyakorlatok II.*, Főiskolai jegyzet, KÉE Élelmiszeripari Főiskolai Kar, Szeged, 112-113.
- Márquez-Ruiz G., Holgado F., Valesco J. (2013): Mechanisms of Oxidation i Food Lipids, In: Bartosz G. (ed), Food Oxidants and Antioxidants, Chemical, Biological, and Functional Properties, CRC Press, Boca Raton, 81.
- Mildner-Szkudlarz S., Bajerska J., Zawirska-Wojtasiak R., Górecka D. (2013): White grape pomace as a source of dietary fibre and polyphenols and its effect on physical and nutraceutical characteristics of wheat biscuits, *Journal of the Science of Food and Agriculture* 93, 389–395.
- Molnár P. (1991): *Élelmiszerek érzékszervi vizsgálata*, Akadémiai Kiadó, Budapest, 146.
- Obón M. J., Díaz-García M. C., Castellar R. M. (2011): Red fruit juice quality and authenticity control by HPLC, *Journal of Food Composition and Analysis* 24, 760-771.
- Prohászka F. (1977): *Szőlő és bor*, Mezőgazda Kiadó, Budapest, 244-245.
- Rockenbach I. I., Gonzaga V. L., Rizelio M. V., Gonçalves S. S. E. A., Genovese M. I., Fett R. (2011): Phenolic compounds and antioxidant activity of seed and skin extracts of red grape (*Vitis vinifera* and *Vitis labrusca*) pomace from Brazilian winemaking, *Food Research International* 44(4), 897–901.
- Sárkány P. (2011): Szőlőmagban az egészség?, *Magyar Kémikusok Lapja* LXVI. évfolyam, 365.
- Saura-Calixto F., Pérez-Jiménez J., Goni I. (2010): Dietary Fiber and Associated Antioxidants in Fruit and Vegetables, In: De la Rosa L. A., Alvarez-Parilla E., González-Aguilar A. G. (eds), Fruit and Vegetable Phytochemicals: Chemistry, Nutritional Value and Stability, Wiley-Blackwell, Iowa, 224.; 230.
- Stavric B. (1994): Role of chemopreventers in human diet. *Clinical Biochemistry* 27 (5), 319-332.
- Stoilova I., Krastanov A., Stoyanova A., Denev P., Gargova S. (2007): Antioxidant activity of a ginger extract (*Zingiber officinale*), *Food Chemistry* 102, 764-770.

- Sun-Waterhouse D. (2011): The development of fruit-based functional foods targeting the health and wellness market: a review, *International Journal of Food Science and Technology* 46, 899-920.
- Szaleczky E. (2000): Szabad-gyök reakciók és az antioxidáns rendszer gasztroenterológiai betegségekben és diabetes mellitusban, Doktori értekezés, Budapest, 13-14.; 16.
- Tanács L. (2005): *Élelmiszer-ipari nyersanyagismeret*, Szaktudás Kiadó Ház, Budapest, 166-168.
- Tóth I., Perneszy Gy. (2001): *Szőlőfajták*, Mezőgazda Kiadó, Budapest, 128.
- Trousdale E. K., Singleton L. V. (1982): Astilbin and engeletin in grapes and wine, *Phytochemistry* 22(2), 619-620.
- Tsao R., McCallum J. (2010): Chemistry of flavonoids, In: De la Rosa L. A., Alvarez-Parilla E., González-Aguilar A. G. (eds), *Fruit and Vegetable Phytochemicals: Chemistry, Nutritional Value and Stability*, Wiley-Blackwell, Iowa, 137.
- Valko M., Rhodes C. J., Moncol J., Izakovic M., Mazur M. (2006): Free radicals, metals and antioxidants in oxidative stress-induced cancer, *Chemico-Biological Interactions* 160, 1-40.
- Véha A., Markovics E. (2010): A búzakenyér, In: Biacs P., Szabó G., Szendrő P., Véha A. (szerk.) *Élelmiszer-technológia mérnököknek*, Szegedi Tudományegyetem, Mérnöki Kar, 90.
- Venskutonis R. P. (2013): Natural Antioxinants in Foods Systems, In: Bartosz G. (ed), *Food Oxidants and Antioxidants, Chemical, Biological, and Functional Properties*, CRC Press, Boca Raton, 266.
- Vislocky M. L., Fernandez L. M. (2010): Biomedical effects of grape products, *Nutrition Reviews* 68(11), 656-670.
- Wan Y., Vinson A. J., Etherton D. T., Proch J., Lazarus A. S., Kris-Etherton M. P. (2001): Effects of cocoa powder and dark chocolate on LDL oxidative susceptibility and prostaglandin concentrations in humans, *The American Journal of Clinical Nutrition* 74(5), 596-602.
- Yahia M. E. (2010): The Contribution of Fruit and Vegetable Consumption to Human Health, In: De la Rosa L. A., Alvarez-Parilla E., González-Aguilar A. G. (eds), *Fruit and Vegetable Phytochemicals: Chemistry, Nutritional Value and Stability*, Wiley-Blackwell, Iowa, 24.

- Yu J., Ahmedna M. (2013): Functional components of grape pomace: their composition, biological properties and potential applications, *International Journal of Food Science and Technology* 48, 221-237.
- Zanathy G. (2004): A rezisztens, toleráns szőlőfajtákról, *Agro Napló* 8(12), 52-53.
- Zanathy G. (2006): Az Othello szakmai szemmel, *Kertészet és Szőlészet* 44, 12-13.
- Zsarnóczy G. (2010): Biohúskészítményekben felhasználható adalékanyagok, *LII. Georgikon Napok, Összefoglaló, Keszthely*
- Zsófi Zs., Balga I., Szűcs E., Tóth E., Báló B. (2011): A szőlő „fenolos” érettségének termőhelyi vonatkozásai, *Agrofórum* 22, 84-87.
- http://m.innoteka.hu/cikk/elelmiszerek_es_funkcionalis_elelmiszerek_termeszetes_eredetu_antioxidans-tartalommal.69.html (2013.10.19.)
- <http://ucanr.edu/repository/cao/landingpage.cfm?article=ca.v054n05p33&fulltext=yes> (2013.04.12.)
- <http://www.fda.gov/Food/IngredientsPackagingLabeling/GRAS/NoticeInventory/ucm153942.htm> (2013.10.19)