

SZEGEDI TUDOMÁNYEGYETEM
MEZŐGAZDASÁGI KAR
NÖVÉNYTUDOMÁNYI ÉS KÖRNYEZETVÉDELMI INTÉZET

**A FEHÉR FAGYÖNGY (*VISNUM ALBUM L.*) VEGETATÍV RÉSZÉINEK
ANTIOXIDÁNS-KAPACITÁS MEGHATÁROZÁSA**

TUDOMÁNYOS DIÁKKÖRI DOLGOZAT

Készítette:
ORMÓDI BÉLA MÁRTON
IV. évfolyam

Konzulens:
Dr. habil. Lantos Ferenc
egyetemi docens

HÓDMEZŐVÁSÁRHELY
2021

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés.....	2
2. Célkitűzés	4
3. Irodalmi áttekintés.....	5
3.1. A fehér fagyöngy botanikája és biológiája	5
3.1.1. Rendszertani besorolás	5
3.1.2 Alaktana.....	7
3.2. A fehér fagyöngy bioaktív vegyületei	9
3.3. Az oxidánsok és hatásmechanizmusuk	10
3.4. Az antioxidánsok és hatásmechanizmusuk	14
4. Anyag és módszer	17
4.1. Kísérletek, mérések helye	17
4.2. Növényanyag.....	17
4.3. Fehér fagyöngyöt tartalmazó teák	18
4.4. Felhasznált vegyszerek, reagensek	19
4.5. A mérések során használt készülékek.....	20
4.6. Minta előkészítések és vizsgálati módszerek	20
4.7. Alkalmazott statisztikai módszerek	23
5. Eredmények	25
5.1. A fehér fagyöngy (<i>Viscum album</i> L.) fákról szedett mintáinak eredményei	25
5.2. A fehér fagyöngy (<i>Viscum album</i> L.) teák eredményei	29
6. Következtetések és javaslatok	34
7. Összefoglalás	35
8. Irodalomjegyzék	36
9. Köszönetnyilvánítás	41

1. Bevezetés

A botanikai ismereteink gyarapítása során gyakran találkozunk azzal a problémával, hogy a vizsgált növény milyen kategóriába tartozik. Arany igazság, hogy ne mondjuk egy növényre azt, hogy haszontalan gyom mindaddig, amíg nem tudjuk, hogy milyen gyógyhatása lehet. A természetgyógyászatban nélkülözhetetlen szerepük van a gyógynövényeknek, melyek alkalmazását fitoterápiának nevezzük. A fitoterápia számos országban a nyugati, modern orvoslás kiegészítője is (Horváth, 2009).

A növényélettani ismereteim bővítése során keltette fel figyelmem egy igen furcsa életvitelű, külsejű, bizonyos fák lombkoronái közt élőködő gömb alakú növény a fehér fagyöngy (*Viscum album* L.). A fehér fagyöngy nem virágos ún. vegetatív részeinek, vagyis a hajtásoknak (*Visci albae stipes*) és a leveleknek (*Visci folium*) a gyógyhatása már régóta ismert a természetgyógyászat területén. A hagyományos természetgyógyászat általában gyógyteaként alkalmazza krónikus görcsök oldására, továbbá epilepszia, illetve a szív- és vérkeringési zavarok ellen (Isépy, 2003).

A fehér fagyöngy a magasabban elhelyezkedő területeken élő útsorfákon, az agresszíven terjeszkedő cserjéken, mint pl. az akác, de akár a 80 m tengerszint feletti magasságra telepített gyümölcsfákon is előfordulhat. Élőködő életmódja következtében a gyümölcsfák állaga leromlik, a termés hozam csökken, s a termés íze általában keserűvé válik. Ebből kiindulva a virágos élőködő botanikai rendszerbe sorolt *Viscum album* L., egy nem kívánatos, mihamarabb megsemmisítendő kárt okozónak tekintendő, a gyümölcskertészet szemében. Az útsorfákon leginkább élőködik, ugyanakkor nem okoz komolyabb károkat pl. a nyárfa, vagy az akác lombzatában. Terjedését a madarak az ürülékükkel nagyban elősegítik.

Nemrég, egy Balaton-felvidéki ismerősöm értesített arról, hogy az almáskertje egyik fáján fehér fagyöngy virágzik. Azonnal felvetődött bennem a kérdés, hogy növényvédelmet vagy begyűjtést alkalmazzak. Úgy döntöttem, hogy a begyűjtéshez folyamodom, melynek az lesz a célja, hogy laboratóriumi körülmények között megvizsgáljam a fehér fagyöngy tulajdonságait, alapozva ezt, az eddigi tudományos szakismeretre (Szepessy, 1977). Ugyanis számos doktori értekezés, tudományos publikáció jelent meg a hazai és nemzetközi szakirodalomban, melyek a fehér fagyöngy klinikai hatásait bizonyítják. A hazai irodalmak között azonban nem találtunk a fehér fagyöngy ún. szabadgyökfogó képességét (antioxidáns/redukáló kapacitás) vizsgáló tanulmányokat.

A tudományos diákköri dolgozatom tárgyköre, a szóban forgó virágos élősködő antioxidáns kapacitásának vizsgálata és meghatározása. Ennek érdekében, több egymástól eltérő fajú fáról (akác, kőris, juhar, fekete dió, nyár), Magyarország öt különböző mintavételi helyéről, az év azonos időszakában begyűjtött *Viscum album* L. (fehér fagyöngy) mintákat vizsgáltam. Megfelelő bizonyítás esetén, olyan támpontot szolgáltatathatunk a természetgyógyászat, valamint a gyógyszerész- és orvostudomány számára, amely alátámaszthatja a fehér fagyöngy további humán terápiás alkalmazásának lehetőségeit.

2. Célkitűzés

Munkám során a következő célkitűzéseket fogalmaztam meg:

- A szervezetünket érintő stressz hatásokra képződő oxidánsok és az ellenük való védelemben szerepet játszó antioxidánsok tanulmányozása, irodalmi adatok alapján.
- A fehér fagyöngy (*Viscum album* L.) morfológiai, élettani sajátosságainak tanulmányozása.
- A különböző fajokhoz tartozó fákról (akác, kőris, nyár, fekete dió, juhar) begyűjtött fehér fagyöngy vegetatív részeinek antioxidáns-kapacitás műszeres vizsgálata és azok kiértékelése.
- Az egészségvédelem szempontjából a kereskedelmi forgalomban kapható fehér fagyöngy teák hasonló jellegű vizsgálatai.
- A kapott eredmények összehasonlítása, statisztikai elemzése és felhasználhatóságának lehetőségei.

3. Irodalmi áttekintés

3.1. A fehér fagyöngy botanikája és biológiája

Az európai fehér fagyöngy (*Viscum album* L.) örökzöld, virágos élősködő, amely különböző növényi családba tartozó fákra – tűlevelű fenyők, nyár, alma, akác, nyír – élősködik. Botanikai rendszerében három fajt különböztetünk meg, az amerikai (*Phoradendron serotinum*), a koreai (*Viscum album* L. *coloratum*), valamint az európai géjcentrumú (*Viscum album* L.) fagyöngyöt (Barney et al., 1998). A magvai terjesztésében Európában a rigók (*Turdus visciorus*, *Turdus pilaris*, *Turdus iliacus*) és a barátposzáta (*Sylvia atricapilla*) vesz részt, míg hazánkban a léprigó (*Turdus viscivorus*) az egyetlen madárfaj, mely kiemelkedő szerepet játszik fehér fagyöngy terjesztésében (Magyar Madártani Egyesület, 2013; Varga, 2013). Hazánkban a fehér fagyönggyel fertőzött területek kiterjedése egyre növekszik. Tömegesen fordul elő a Felső-Tisza-vidéken, továbbá a Bakony, Zalai-dombság, a Belső-Somogy és az Őrség területein, de a kirándulásaink során is számos helyen találkozhatunk vele.

Élősködő életviteléből adódóan, számos növényélettani problémát, jelentős szerkezeti leromlást okoz a gazdanövényben. Megtelepedése nyomán szignifikánsan csökken a gazdafajok magassága, törzsátmérője és a termés mennyisége. A fák élettartama jelentősen megrövidül, a faanyag minősége romlik és ipari célokra felhasználhatatlanná válik. Egy olyan gyengültségi állapot jön létre, ami utat nyit különböző kártevők és másodlagos kórokozók megtelepedésének is (Varga, 2013).

3.1.1. Rendszertani besorolás

A fehér fagyöngynek Európában három alfaját ismerjük, melyeket az alapján különíthetünk el, hogy mely gazdanövényen található meg. Hatóanyagtartalmuk változatos (Pászthory, 2012).

- *Viscum album* ssp. *austriacum* – fenyves fagyöngy (1a ábra)

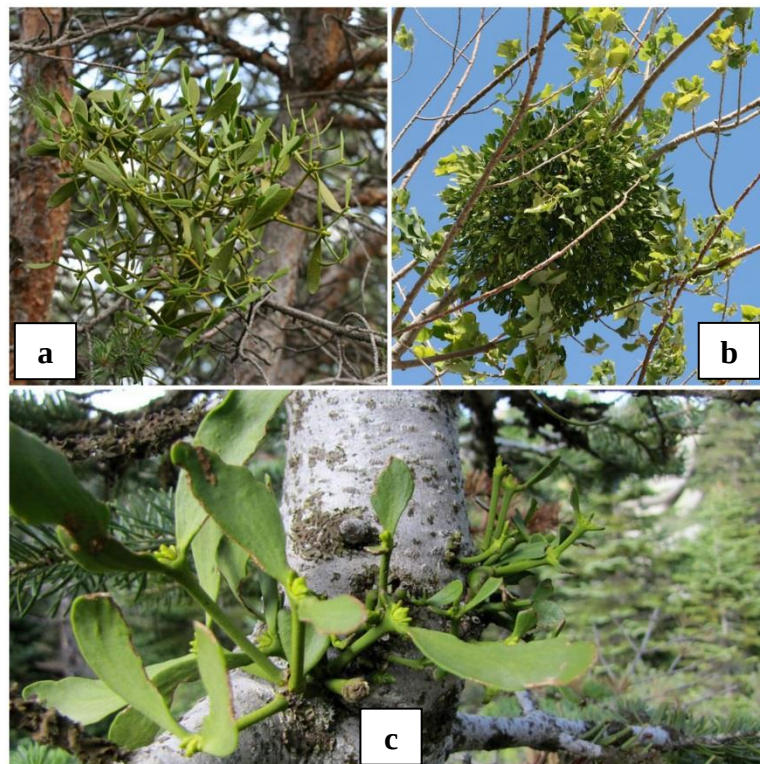
Leggyakrabban erdei fenyőn található, ritkán előfordul más Pinus fajokon, mint a luc-, fekete-, törpe- vagy vörösfenyő (Schönfelder és Schönfelder, 1992). Álbogyója sárga színű, kissé ovális formájú. Hajtásai hosszúkasak, levelei lándzsás alakúak.

- *Viscum album* ssp. *album* – fehér fagyöngy (**1b ábra**)

Főként almatermésűeken (alma, körte, birs), akácon, hársan, fűzfákon, égeren, nyárfákon, nyírfákon, juharon, szilfákon, galagonyán, kőriseken fordul elő, de számos más gazdanövénye is lehet. Álbogyója fehér színű, a magok lapítottak, ezüstös fehér színűek, felső végükön kiszélesedők.

- *Viscum album* ssp. *abietis* – jegenyefenyő fagyöngy (**1c ábra**)

Abies fajokon található meg, főként jegenye-és lucfenyőkön (Gencsi és Vancsura, 1992). Ez az alfaj nagyon ritka. Az álbogyó fehér színű, ovális alakú. Magja tojásdad alakú, zöld színű fehér rajzolattal, alakja oldalt lapított. Levelei igen hosszúak.



1. ábra: A fehér fagyöngy (*Viscum album* L.) európai alfajai. a: fenyves fagyöngy; b: fehér fagyöngy; c: jegenyefenyő fagyöngy (Pászthory, 2012).

A kísérleteim során a fehér fagyöngy alfajai közül a *Viscum album* ssp. *album* L. vizsgálatára került sor.

1. táblázat: A fehér fagyöngy (*Viscum album* L.) rendszertani besorolása
(Flora Europaea, 2014)

Rendszertani besorolás
Ország: Növények (<i>Plantae</i>)
Törzs: Zárvatermők (<i>Magnoliophyta</i>)
Osztály: Valódi kétszikűek (<i>Eudicots</i>)
Rend: Szantálfavirágúak (<i>Santales</i>)
Család: Szantálfafélék (<i>Santalaceae</i>)
Nemzetség: Fagyöngy (<i>Viscum</i>)
Faj: Fehér fagyöngy (<i>Viscum album</i> L.)
Tudományos név
<i>Viscum album</i> L.
Alfajok
<i>V. album</i> ssp. <i>abietis</i>
<i>V. album</i> ssp. <i>album</i>
<i>V. album</i> ssp. <i>austriacum</i>
<i>V. album</i> ssp. <i>meridianum</i>

3.1.2 Alaktana

Ha igazi kuriózumnak számító növényt keresünk a növényvilágban, elég csak a hemiparazita fehér fagyöngyre gondolnunk. Télen, lombtalan fákon zöldellő „bokrocska” (Csupor, 2004) többnyire fényigényes, javarészt gyér lombosított fákon jelenik meg tömegesen, zárt állományokban. Az összeállítás (2. táblázat) jól mutatja, hogy nem csak az erdőszetben előforduló fákon, de a mindennapi gyümölcsstermesztésben jelen levő értékes fajokon is előfordulhat (Hirka és Janik, 2009).

2. táblázat: A fehér fagyöngy (*Viscum album* L.) gazdafái Magyarországon
(Hirka és Janik, 2009)

Körte (<i>Pyrus</i>)	Alma (<i>Malus</i>)
Akác (<i>Robinia</i>)	Nyárfa (<i>Populus</i>)
Fűzfa (<i>Salix</i>)	Hársfa (<i>Tilia</i>)
Éger (<i>Alnus</i>)	Nyírfa (<i>Betula</i>)
Mogyoró (<i>Corylus</i>)	Cseresznye (<i>Prunus</i>)
Kőris (<i>Fraxinus</i>)	Juhar (<i>Acer</i>)
Szil (<i>Ulmus</i>)	Berkenye (<i>Sorbus</i>)
Fekete dió (<i>Juglans nigra</i>)	Galagonya (<i>Crataegus</i>)

A gömb alakú **örökzöld (2d ábra)** átlagosan 30-100 cm átmérőjű. A bokrok alakja úgy jön létre, hogy a szár villás elágazásai először legyezőt, majd az idő elteltével lassan gömb alakot formálnak (Varga, 2013). Relatíve rövid életű (15-30 év) és lassan növekvő faj (Bartha, 2012), de kedvező körülmények között akár 70 évig is élhet (Schmidt és Hecker, 2009; Grundmann et al., 2012).

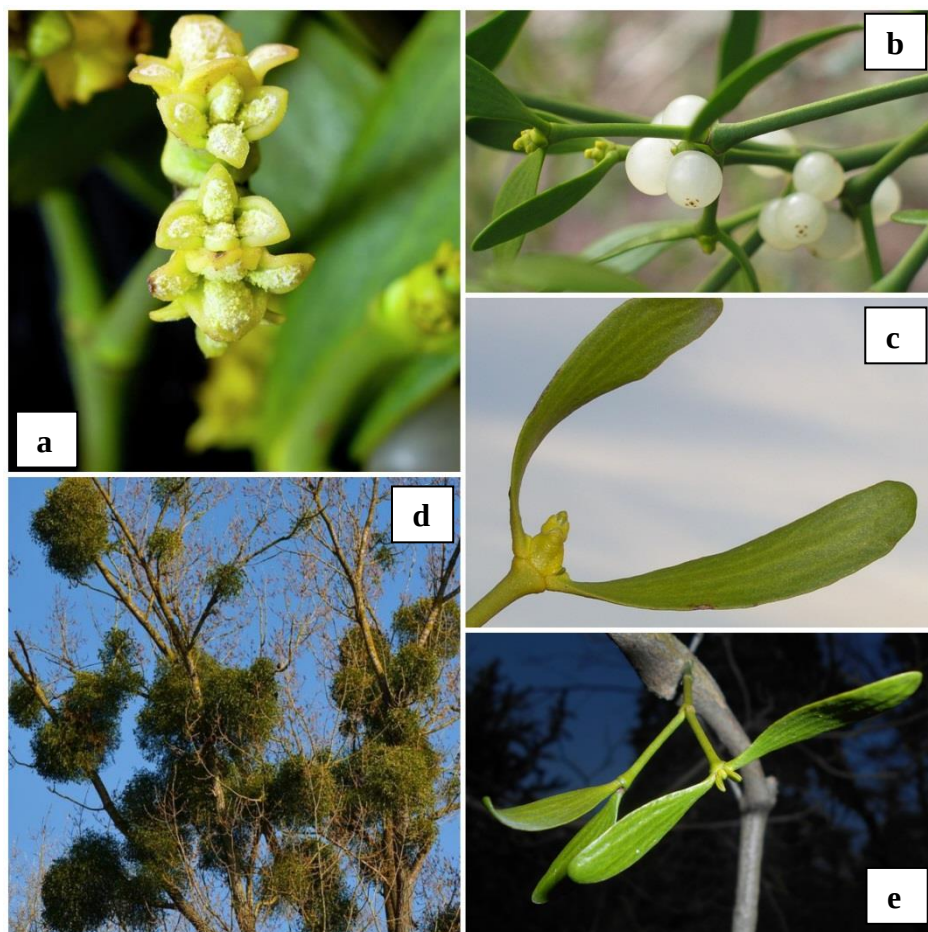
A **hajtásai (2e ábra)** zöldek, hengeres felépítésűek és álvillás elágazásúak. Legtöbbször alapjuknál megvastagodnak, befűződésekké izeltek. A hajtások többnyire csúcsban végződnek, melyeken virágzatot és leveleket találunk. Kezdetben monopodiálisak, álvillás elágazásuk csupán a harmadik évtől jelenik meg (Troll, 1937).

A **levelek (2c ábra)** világoszöld színűek, szélük ép. Hatásuk borszerű és többnyire öt erőiek, átellenes állásúak (Gencsi és Vancsura, 1992).

Álbogyótermései (2b ábra) éretten fehérek, késő ősszel érnek, és télen is fent maradnak a cserjén. Egy, vagy két lapos magot tartalmaznak, amelyekben 1-3 hengeres, zöld embrió található (Gencsi és Vancsura, 1992). A ragacsos termést azért hívják álbogyónak, mert a termőn kívül szár eredetű szövetet is tartalmaz. Az álbogyók, melyek a hajtás villás elágazásai közt ülnek, borsó nagyságúak (Wangerin, 1937).

A kétlaki **virágai (2a ábra)** sárgászöld színűek, aprók és legtöbbször alig észrevehetőek, többnyire az apró fellevelek hónaljában, hármassával képződnek. Mind a termős, mind a porzós virágzatok termelnek nektárt; a különbség köztük, hogy a termős virágok nektártermelése jóval nagyobb (Walldén, 1961; Luther és Becker, 1986).

A virágok a virágzás előtti év nyarán képződnek, szabadon telelnek, már február végén nyílnak, így csak a tél végén, kora tavasszal aktív rovarok tudják azokat beporozni. Ilyen rovarok pl. a hangyák, legyek, zengőlegyek, szúnyogok és dongók (Gencsi és Vancsura, 1992).



2. ábra: Fehér fagyöngy (*Viscum album* L.). a: virág; b: termés; c: levél; d:bokrok; e: hajtás
(Fotó: Ormódi Béla Márton)

3.2. A fehér fagyöngy bioaktív vegyületei

A Nagyváradai Tudományegyetem kutatói, eltérő fafajokról begyűjtött, fehér fagyöngyök leveles hajtásainak teljes körű analitikai vizsgálata során, összesen 17 bioaktív vegyületet határoztak meg. Ezek között a pentaciklikus terpének, a fenolossavak, a flavonoidok, valamint a polifenolok voltak kimutathatók (3. táblázat).

A HPLC kromatográf anyagvizsgálat eredményei viszont azt igazolták, hogy a különböző fákön élősködő, de ugyanazon családba tartozó fehér fagyöngyökben eltérőek a domináns vegyületek. Az útsorfákban a fenolsav vegyületek voltak leginkább meghatározóak. A levelekben a kávéssav, a hajtásokban a kávé- és szirinsav volt jelen a legnagyobb koncentrációban (Condrat et al., 2009; Vicas et al., 2011). Az almafákön élősködőkben viszont a klorogénsav és egy polifenol vegyület, a rozmarinsav volt a leginkább domináns (Luczkiewicz et al., 2001).

3. táblázat: A fehér fagyöngy (*Viscum album* L.) leveles hajtásainak bioaktív vegyületei
(Vicas et al., 2011)

BIOAKTÍV KOMPONENESEK	
pentaciklusos triterpén	betulinsav
fenolosavak	gallussav
	protokatechuinsav
	gentisav
	klorogénsav
	para-hidrixi benzoessav
	kávéssav
	szirinsav
	szalicilsav
	para-kumarinsav
	ferulinsav
	szinapinsav
	fahéjsav
flavonoidok	naringenin
	kvercetin
	kampherol
polifenol	rozmarinsav

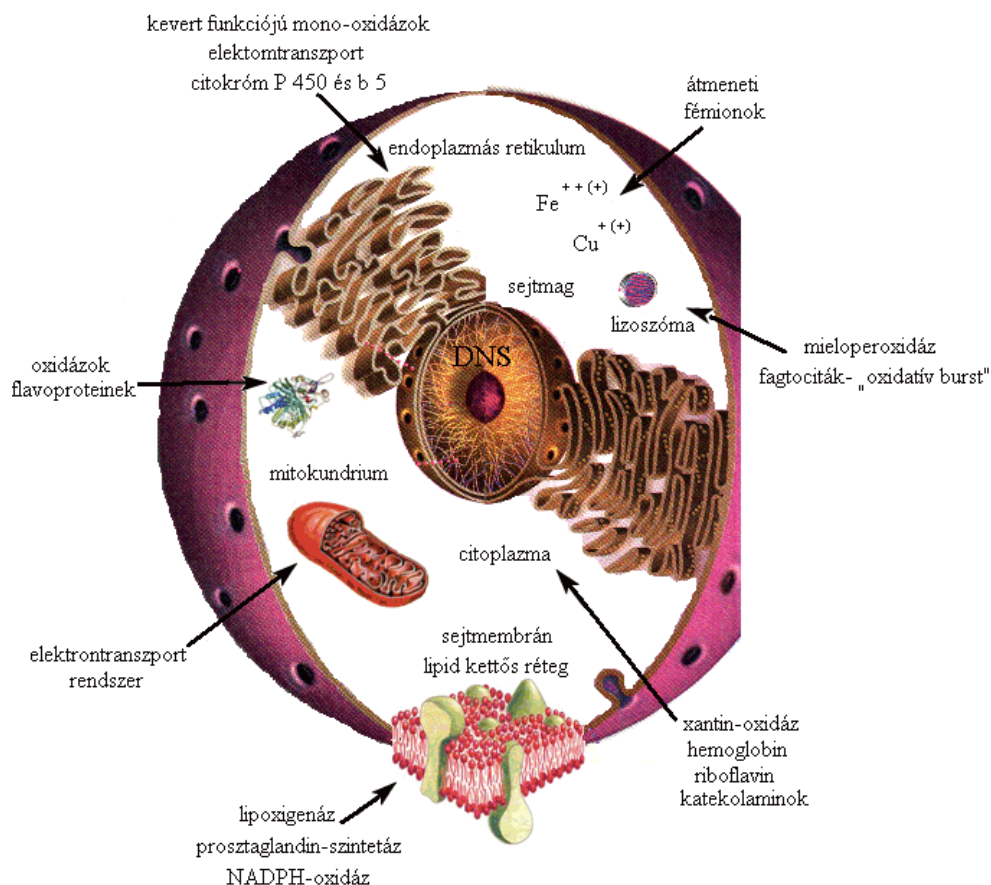
Ezen felsorolt vegyületeken kívül természetesen egyéb endogén komponens is előfordul a fehér fagyöngyben, de miután a dolgozatomban, a polifenolos vegyületekre és azok hatására lett kihegyezve, ezért róluk itt nem esik szó.

3.3. Az oxidánsok és hatásmechanizmusuk

A biológiai rendszerekben, az oxidációs folyamatok szabadgyököket termelnek. Szükséges is, hogy keletkezzenek, hiszen feladatuk van a biokémiai folyamatokban. Anyagcsere során, természetes úton is keletkeznek szabadgyökök, ezért a szervezetünkben az erre a feladatra szakosodott anti-gyökök, azaz antioxidánsok is előfordulnak.

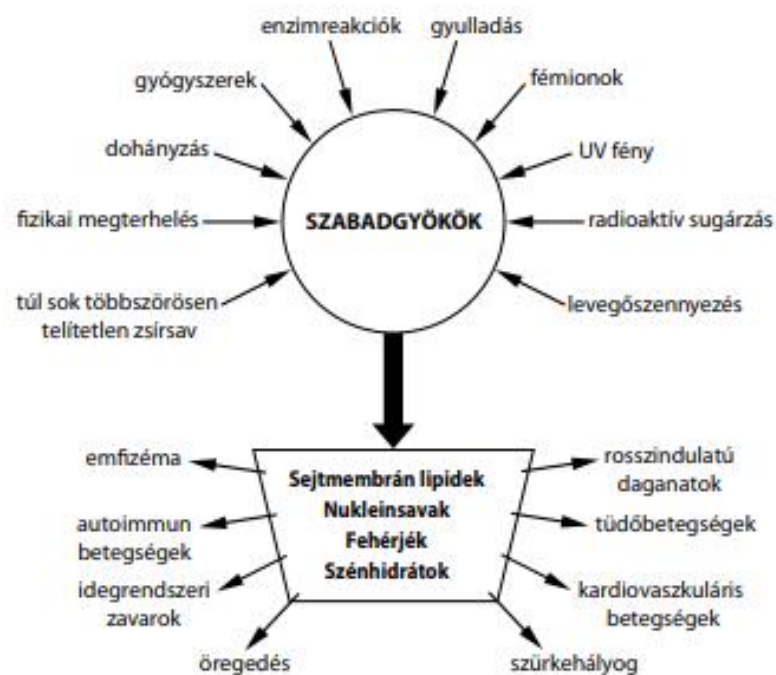
A mitokondriumokban az energiatermelő folyamat során, amelyet oxidatív foszforilációnak is nevezünk, természetes úton keletkeznek peroxid- és szuperoxid-szabadgyökök. Ezeket a sejtek, a saját endogén oxidánsaikkal hatástalanítják (Nemes et al., 2015).

Így a terminális oxidációban, a növényekben, a fotoszintézis során is keletkeznek ezek a gyökök, de a sejtek különböző részeiben is fellelhetők szabad gyökképződési lehetőségek (Kehrer és Lund, 1994) (3. ábra).



3. ábra: A szabadgyökök celluláris forrásai (Kehrer és Lund, 1994)

A szabadgyökök olyan reaktív oxigén-, vagy nitrogénközpontú molekulák vagy molekularészletek, amelyek párosítatlan elektront tartalmaznak a legkülső elektronhéjukon. Mivel az elektronok párképzésre hajlamosak, a magányos elektront tartalmazó molekulák nagy intenzitással keresnek más molekulákat, amelyektől elektronokat vonhatnak el (Jancsó, 2015). A szabadgyökök keletkezésének lehetőségeit a (4. ábra) jól szemlélteti.



4. ábra: A szabadgyökök keletkezésének vázlata és károsító hatásai (Juhász, 2012)

Felmerülhet a kérdés, hogy mi okozhat gondot az élő szervezetben. Ha a szabadgyökök mennyisége megnövekszik, akkor káros folyamatok indulhatnak be a szervezetben. A szervezetet ért biotikus és abiotikus stresszhatások szabadgyököket indukálnak. Megnövekedett mennyiségük tönkreteszi a lipideket, fehérjéket, szénhidrátokat és végül a DNS-t, ami a sejt halálát okozza. Az orvostudomány és a biológia nagy felfedezésként említi a szabadgyökös reakciók felismerését és azok szerepének bizonyítását a különböző betegségek kialakulásában (McCord és Fridovich, 1969).

A szabadgyökök nagy reaktivitású, rövid élettartamú kémiai részecskék, amelyek képesek a szervezet biomolekuláit károsítani. Ilyen szabadgyökök a következők lehetnek (**4. táblázat**). Ezek olyan instabil és reaktív részecskék, amelyek egy elektron felvételével új elektronpár kialakítására képesek. Bizonyos fizikai és kémiai behatásokra, a testünket felépítő makromolekulákból kémiai aktív szabad kötőhelyek, szabadgyökök jönnek létre. Az így létrejött oxidánsok, a környezetükkel azonnal reakcióba lépnek és a makromolekulák sérülését, átrendeződését váltják ki. Szervezetünk, az oxigén szabadgyökök káros hatására is fel van készítve. A felhalmozódó szabadgyökök megkötése, az antioxidáns enzimszisztéma feladata (Juhász, 2012).

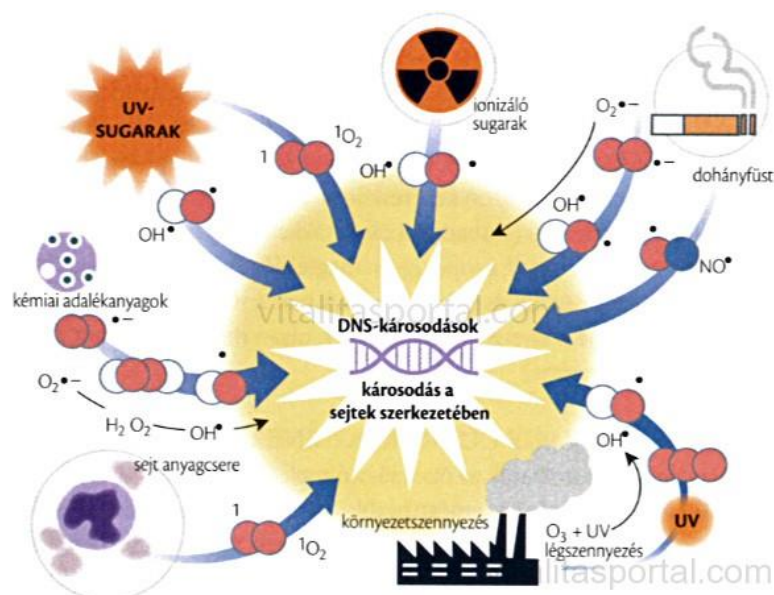
4. táblázat: A legjelentősebb szabadgyökök és reaktív formák (Balogh, 2010) összeállítása alapján

Oxigén - O ₂	Klór - Cl ₂
Szinglet oxigén - ¹ O ₂	Atomos klór - Cl [•]
Ózon - O ₃	Hipoklórossav - HOCl
Szuperoxid gyök - O ₂ ^{•-}	Szerves peroxidok - ROOH
Hidrogén peroxid - H ₂ O ₂	Nitrogénmonoxid - NO
Hidroxil gyök - OH [•]	Salétromossav - HNO ₂
Peroxil gyök - RO ₂ [•]	Peroxinitrit - ONOO ⁻
Alkoxil gyök - RO [•]	Peroxinitrites sav - ONOOH

A szervezetben képződő oxidánsok mennyisége és eltávolítása jól szabályozott folyamatokon keresztül történik. Amennyiben szervezetünk megszabadul az összes szabadgyöktől, akár szepszis és halál is beállhat, mert az oxidánsok nélkülözhetetlen szerepet töltenek be a szervezet baktériumok és vírusok elleni védekezésében (Kollárné, 2005).

Oxidatív stresszről beszélünk, amikor az oxidáns és antioxidáns rendszerek egyensúlya felbomlik, a redox állapot pedig az oxidáció irányába eltolódik. Fennállhat olyan állapot is, amikor az antioxidáns kapacitás értéke kisebb az oxidáns kapacitásnál, ekkor a reaktív oxigén intermedierek valamekkora hányada mentesülni fog az antioxidáns rendszer hatása alól. Ebben az állapotban némely szövetek és szervek biomolekulái roncsolódnak. Az oxidált termékek mennyisége jelzi az oxidációs és javító rendszerek között fennálló kapcsolatot (Toldy, 2006).

A szervezetünkben indukálódhatnak olyan mechanizmusok, amely során a szabadgyök termelődése fokozódik, ekkor különböző patológiás folyamatok jöhetnek létre. A normál működéshez szükséges a gyöktermelő és elimináló folyamatok egyensúlyának megőrzése (5. ábra).



5. ábra: A szabadgyökök hatásai (Griffel, 2008)

A szabadgyökök külső és belső tényezők, biotikus és abiotikus stresszhatások következményeiként is indukálódhatnak (Benzie, 2000). Sejten belüli források lehetnek a hemoglobin, riboflavin, flavoproteinek, mono-oxidázok, és átmeneti fémionok. Külső tényezők (Toporcov et al., 2004) közül megemlíthető többek között:

- az ultraibolya és radioaktív sugárzás,
- a dohányfüst, szmog,
- a túlzott alkoholfogyasztás,
- a stressz,
- a vegyi anyagok,
- környezetszennyezés és
- toxinok.

3.4. Az antioxidánsok és hatásmechanizmusuk

Az emberi szervezet védekezőképességét nemcsak a vitaminok kúraszerű elfogyasztása befolyásolja, hanem a természetes forrásokból, mint pl. gyümölcsökből és zöldségekből származó antioxidánsok mennyisége is. A tudományban, antioxidáns alatt leggyakrabban az élő szervezetben, illetve a táplálékban található, természetes vagy mesterséges vegyületeket értjük, amelyek feladata a kémiai oxidációs folyamatok gátlása, vagy késleltetése (Gillich és Krüzselyi, 2014). Más megközelítésben az antioxidáns az a molekula, amely az oxidálandó szubsztát molekulához képest kis koncentrációban van jelen a rendszerben és szignifikánsan lassítja vagy teljesen meggátolja annak oxidációját. Magát az oxidációs folyamatot redoxifolyamatnak hívjuk, amely során az oxidáció foka megváltozik.

A szervezet antioxidáns kapacitása a káros oxidációs hatásokkal szembeni védekező képességet jelenti. Az antioxidáns-kapacitás egyrészt a rendelkezésre álló antioxidáns vegyületek mennyiségének, másrészt a szervezetet ért oxidatív terhelés mértékének a függvénye (Hornsby, 1983). Az antioxidánsoknak több fajtáját különíthetjük el. Közös jellemzőjük, hogy egy folyamat során egymás szinergistái is lehetnek, sőt energiát is biztosíthatnak egymásnak. Az antioxidáns folyamatokért a szervezetben számos anyag felelős. Ennek kapcsán enzimatikus (**5. táblázat**) és nem enzimatikus védelmi rendszerről beszélhetünk.

5. táblázat: Biológiai védelem az oxidatív stresszel szemben (Toldy, 2006)

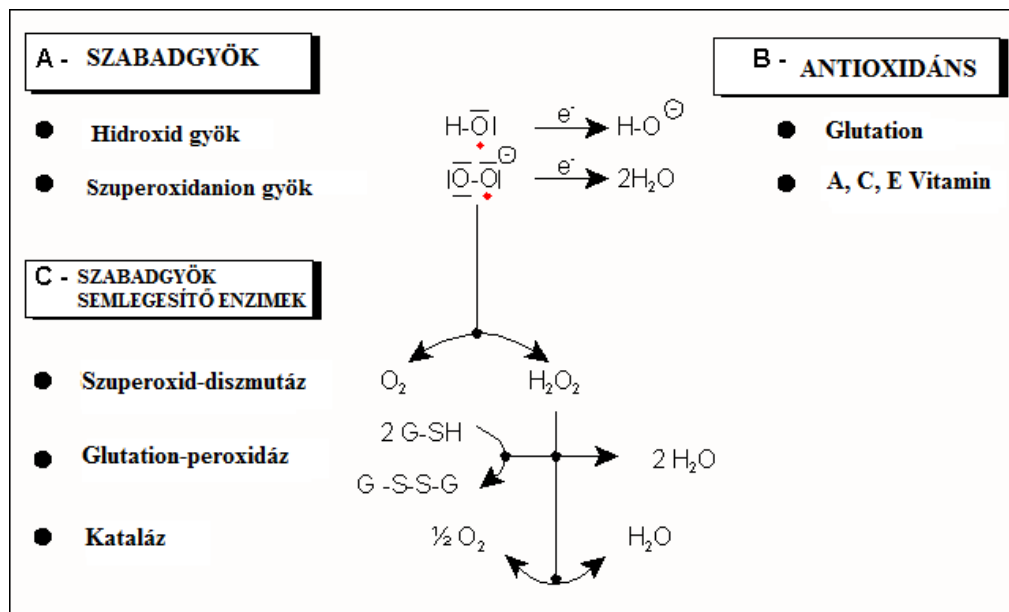
Antioxidáns védelem	Előfordulás
Védekező antioxidáns enzimek	
CuZn-SOD	citoszol
Ec-SOD	extracelluláris tér
Mn-SOD	mitokondrium
Fe-SOD	citoszol, növények
kataláz	peroxisómák
glutation peroxidáz	citoszol, extracelluláris tér, biomembránok
Természetes antioxidánsok	
E-vitamin	biomembránok, lipoproteinek
C-vitamin	citoszol, extracelluláris tér
karotinoidok	biomembránok, lipoproteinek
redukált glutation	citoszol, extracelluláris tér

Az enzimek és koenzimek biokémiai katalizátorként segítik a sejteket a szabad oxigén hatástalanításában. Az endogén antioxidánsokat a szervezetünk maga termeli. A táplálkozás során a szervezetbe jutó antioxidánsokat exogén antioxidánsoknak nevezzük. Az antioxidáns-rendszer az egész szervezetben megtalálható. Az A-, C- és E-vitamin, továbbá a béta-karotin a mérgező szabadgyökök befogását végzik a sejtek intra- és extracelluláris terében. Az E-vitamin a felszívódása során a sejtplazmában, a vérben és a sejthártyákon is kifejti a hatását. A glutation is jelentős antioxidáns, ami az oxidánsok hatására károsodik, de a glutation-reduktáz enzim helyreállítja (Juhász, 2012).

Antioxidáns hatás:

Antioxidáns hatásukat az alábbi módon fejthetik ki (6. ábra):

- gátló hatással vannak az oxidációs folyamatokat gyorsító katalizátorokra;
- oxigént megkötve oxidálódhatnak;
- az önként végbemenő oxidációs folyamatokat megakadályozva, gátolják a sejt szintű oxidatív folyamatok lejártszódását, reakcióba lépve megszakítják az oxidációs láncreakciót (pl. az E-vitamin a peroxid gyökökkel stabil végterméket képez) (Kovacsics, 2019).



6. ábra: Antioxidáns hatásmechanizmus (saját ábra)

4. Anyag és módszer

4.1. Kísérletek, mérések helye

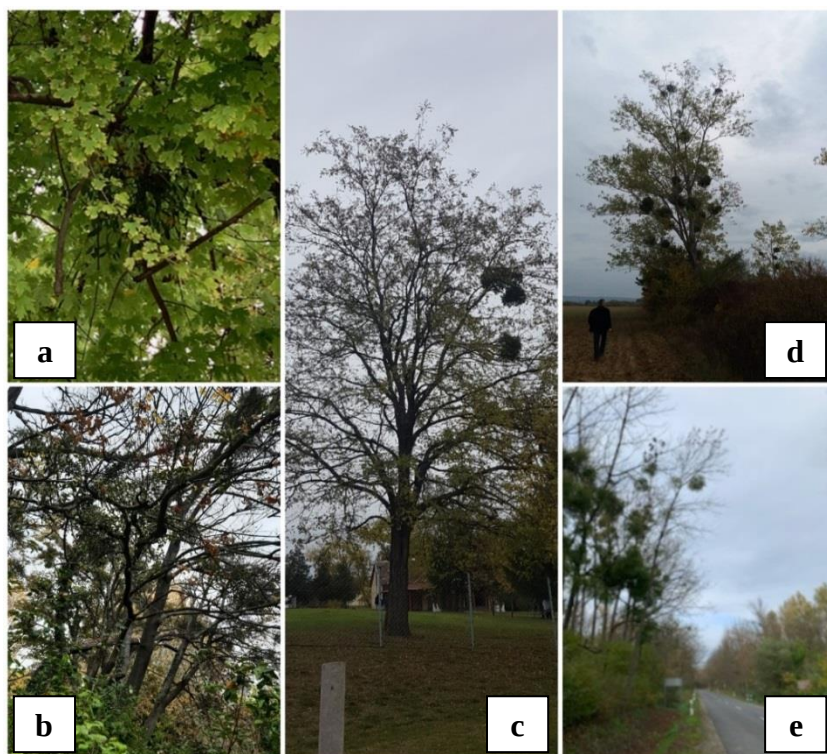
A tudományos kísérlet minta előkészítése a Szegedi Tudományegyetem Mezőgazdasági Kar Növénytudományi és Környezetvédelmi Intézetében történt, a műszeres meghatározást a Szegedi Tudományegyetem Mérnöki Kar Élelmiszer-mérnöki Intézetében hajtottam végre.

4.2. Növényanyag

A kísérlet elvégzéséhez Magyarország több pontjáról gyűjtöttem be a fehér fagyöngy (*Viscum album* L.) mintákat. A fehér nyárfáról (*Populus alba* L.), magas kőrisről (*Fraxinus excelsior* L.), fekete dióról (*Juglans nigra* L.), közönséges akácról (*Robinia pseudoacacia* L.) és a mezei juharról (*Acer campestre* L.) szedett mintákat vizsgáltam, ezek eredetét a (7. táblázat) tartalmazza és a (7. ábra) mutatja be.

7. táblázat: A minták származása

Növény	Lelőhely	Tengerszint feletti magasság
Mezei juhar (<i>Acer campestre</i> L.)	Nagybaracska	90-95 m
Magas kőris (<i>Fraxinus excelsior</i> L.)	Keszthely	>240 m
Közönséges akác (<i>Robinia pseudoacacia</i> L.)	Bátmonostor	80-85 m
Fehér nyárfa (<i>Populus alba</i> L.)	Zalacsány	>240 m
Fekete dió (<i>Juglans nigra</i> L.)	Dunafalva	90-95 m



7. ábra: A minták még begyűjtés előtt. a: Mezei juhar (*Acer campestre* L.); b: Magas kőris (*Fraxinus excelsior* L.); c: Közönséges akác (*Robinia pseudoacacia* L.); d: Fehér nyárfa (*Populus alba* L.); e: Fekete dió (*Juglans nigra* L.) (Fotó: Ormódi Béla Márton)

Növényi mintavétel: A fehér fagyöngy mintavételezése az ország öt különböző pontjáról egy alkalommal azonos időszakban ősszel, október végén történt.

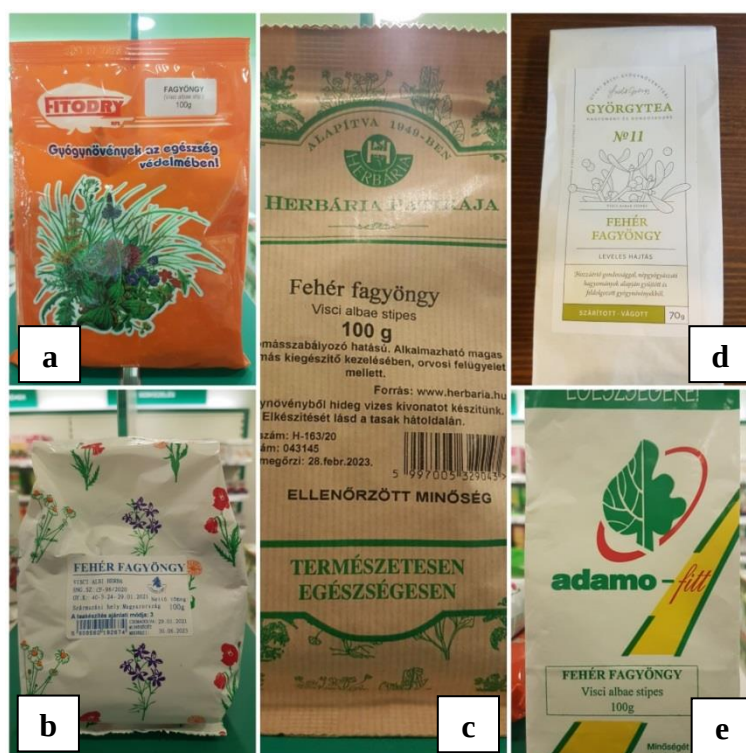
A növényanyag feldolgozása: A friss fagyöngy azonnal feldolgozásra került. Első lépésben, szárítószekrényben 24 óráig szárítottam a mintákat. A hőmérsékletet úgy állítottam be, hogy ne emelkedjen 60°C hőmérséklet fölé, majd a szárított mintákat dörzsmozsár segítségével porítottam.

4.3. Fehér fagyöngyöt tartalmazó teák

Kereskedelmi forgalomban kapható teakeveréket is vizsgáltam. A kísérlet elvégzéséhez Magyarországon forgalomban lévő, különböző gyártók által készített fehér fagyöngy (*Viscum album* L.) teákat használtam fel. A Fitodry Kft., Gyógyfű Kft., Adamo-fitt, Herbária és a Györgytea tasakos fehér fagyöngy teájával végeztem el a spektrofotometriás méréseket, ezek eredetét a (8. táblázat) tartalmazza és a (8. ábra) mutatja be.

8. táblázat: A vizsgált teák gyártói és kiszerelésük

Tea	Gyártó	Kiszerelés
Gyógyfű	Gyógyfű Kft., 2038. Sósút Liget utca 4.	100 g
Fitodry	Fitodry Kft., 5430. Tiszaföldvár, Hunyadi út 12.	100 g
Adamo – fitt	Reflex Kft., 2151. Fót, Vörösmarty tér 2.	100 g
Herbária	Herbária Zrt., 6821. Székkutas, Kamilla utca 2.	100 g
Györgytea	Pharmaherb Kft., 3557. Bükkszentkereszt, Őz utca 7.	70 g



8. ábra: A vizsgált fagyöngy teák. a: Fitodry; b: Gyógyfű; c: Herbária; d: Györgytea; e: Adamo-fitt. (Fotó: Ormódi Béla Márton)

4.4. Felhasznált vegyszerek, reagensek

A Folin-Ciocalteu reagenst, a DPPH-t (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil), a nátrium karbonátot, a TPTZ-t (2,4,6-tripiridil-Striazin) a Sigma (Sigma-Aldrich, Budapest, Magyarország) cégtől került beszerzésre. Az összes fenol tartalom meghatározásánál a kalibrációhoz galluszsavat használtam. A FRAP módszer esetében szükségem volt acetát pufferre, HCl oldatra, vas (III) klorid oldatra, valamint FRAP reagensre, ami az acetát puffer, TPTZ oldat, vas (III) klorid oldat és desztillált víz megfelelő arányú elegye. A kalibrációhoz ebben az esetben vas (II) szulfátot alkalmaztam.

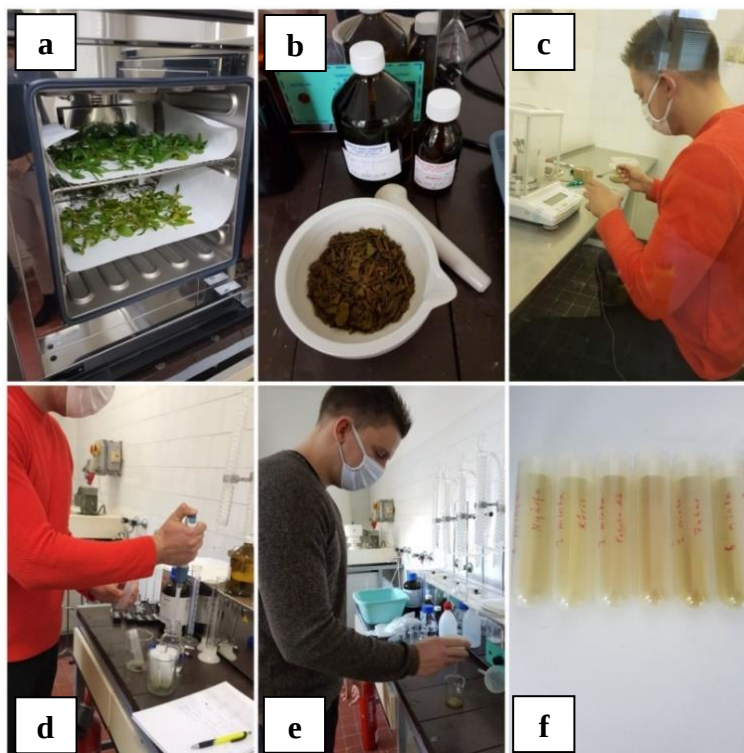
4.5. A mérések során használt készülékek

A minta előkészítése során a szárítás fázisánál nélkülözhetetlen volt a Memmert UN55 szárítószekrény. A FRAP, DPPH és a TPC módszert a biológiai minták microplate alapú mérésére alkalmas műszerrel BMG Labtech Clariostar spektrofotométerrel végeztem el.

4.6. Minta előkészítések és vizsgálati módszerek

- *Extrahálás*

3 g porított fehér fagyöngyöt 60 ml 50%-os etanolban feloldottuk (50 mg/ml). Alaposan összeráztuk, majd állni hagytuk 24 órán keresztül. Ezután szűrőpapír segítségével leszűrtük és a további kísérleteket a szűrlettel végeztük, amelyet fagyaszttóba helyeztünk az analitikai mérések elvégzéséig (**9. ábra**). (A szűrést többször elvégeztük a minél tisztább szűrlet elérése érdekében.).



9. ábra: Minta előkészítés. a: szárítás; b: porítás; c: kimérés; d: extrahálás; e: szűrés; f: kész minta (Fotó: Ormódi Béla Márton)

- **Összes polifenol tartalom – TPC módszer (Total Phenolic Content)**

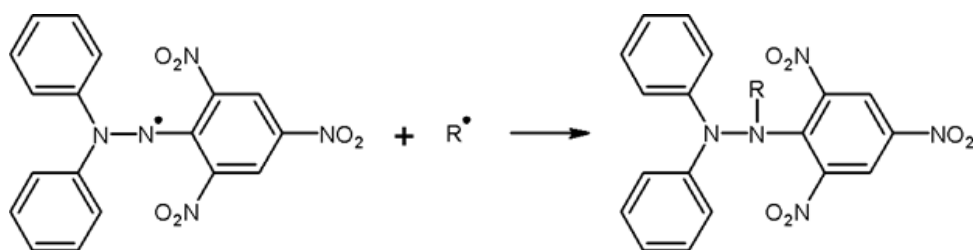
Az eredeti metodikát Singleton és Rossi (1965) fejlesztették ki. A módszer nevével ellentétben redukálóképességen alapuló antioxidáns kapacitás meghatározás. A mérés pH=10,0 történik. A keletkező kék szín spektrometriásan nyomon követhető 765 nm-en.



Olcsó, egyszerű, reprodukálható, nem igényel drága laboratóriumi felszerelést, rutinszerű mérésekre alkalmas (Huang et al., 2005). Az alkalmazott hullámhosszon egyéb interferáló komponensek fényelnyelése elhanyagolható (Apak et al., 2007). Lúgos pH-n történik a mérés, amely a fiziológiai pH-hoz képest nem reális (Frankel és Meyer, 2000). A teljes kémiai háttér nem ismert. Nem szelektív a polifenolos komponensekre, független a szerkezetüktől (Apak et al., 2007; Balogh, 2010). A kalibrációs görbe alapján az eredményeket mg/g szárazanyagra vonatkoztatva adtam meg.

- **Gyökfogó kapacitás – DPPH módszer**

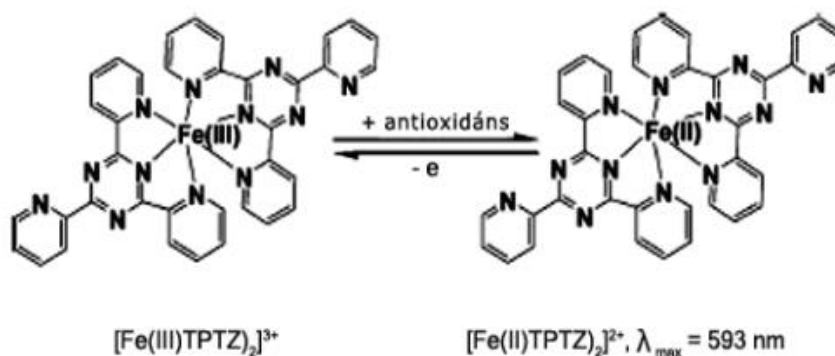
DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil) gyökmegkötésén alapuló antioxidáns kapacitás mérés. A módszer kidolgozása Blois (1958) nevéhez fűződik. A DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil) egy stabil szabadgyök, melynek lila színe az antioxidánsokkal lezajlott reakció után elhalványul (**10. ábra**). Ezt a szín intenzitás csökkenést lehet mérni spektrofotométerrel. A módszer előnye, hogy a DPPH kereskedelmi forgalomban is kapható stabil gyök, valamint, hogy a mérés egyszerűen kivitelezhető. Számos hátrányai közé tartozik, hogy a gyök a normál anyagcsere során nem keletkezik, az élő szervezetben nem található meg, tehát nehéz demonstrálni, hogy a minta antioxidánsai a biológiai gyökökkel szemben mennyire reaktívak. További jellemző, hogy pH-, oldószer-, fény- és oxigénfüggő, valamint a gyöknek rossz a hozzáférhetősége (a kis molekulák jobban odaférnek a gyökhöz), illetve a karotinoidok interferálnak az alkalmazott hullámhosszon (Huang et al., 2005; Frankel és Meyer, 2000; Balogh, 2010). Az eredményeket a DPPH gyök gátlásának százalékában adtam meg.



10. ábra: A DPPH gyök megkötésén alapuló módszer elvi alapja (Balogh, 2010).

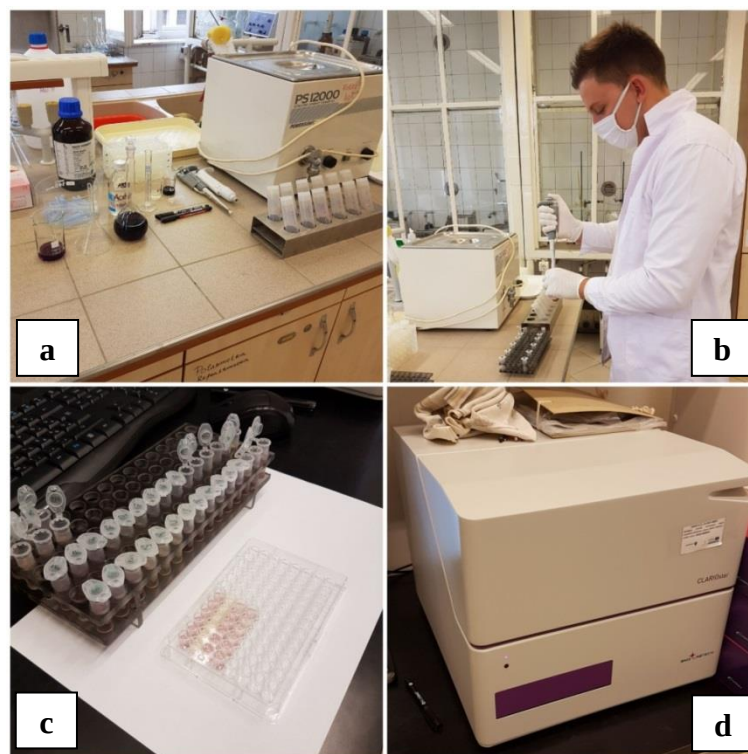
- **Vasredukálóképességen alapuló – FRAP módszer (Ferric Reducing Ability of Plasma)**

A módszer kidolgozása Benzie és Strain (1996) nevéhez köthető. A mérési elv értelmében a vas-2,4,6-tripiridil-S-triazin (TPTZ) komplexet az antioxidánsok redukálják (**11. ábra**), mely reakció színváltozással jár (Huang et al., 2005), mely spektrofotometriásan nyomon követhető, 593 nm-en. A reakcióidő 5 perc, amely a tapasztalatok alapján lett meghatározva.



11. ábra: A FRAP módszer mérési elve (Balogh, 2010)

A módszer olcsó, egyszerű, gyors, reprodukálható, nem igényel drága laboratóriumi felszerelést. A legerterjedtebb és a legtöbb laboratóriumban használatos mérési módszerek közé tartozik (Apak et al., 2007; Perez-Jimenez et al., 2008). A mérés jóval kisebb pH-n (3,6) történik, mint a fiziológiai pH. A módszer nem érzékeny a tiol típusú (SH csoportot tartalmazó) antioxidánsokra, mint például a glutation (Kranl et al., 2005). A karotinoidoknak nincs vasredukálóképességük. Más komponensek is okozhatnak interferenciát az alkalmazott hullámhosszon. Minden komponens, amely redoxpotenciálja 0,77 V-nál kisebb redukálhatja a vasiont, tehát a módszer nem csak antioxidánsokat detektál (Cao és Prior, 1998). Vannak komponensek, amelyek reakcióideje a módszerben meghatározottnál (5 percnél) jóval hosszabb pl. kávésav, ferulasav, akár néhány óra is lehet, ezért e komponensek antioxidáns kapacitása nem járul hozzá a kapott értékhez (Apak et al., 2007; Balogh, 2010). A vas (II) szulfátból készült kalibrációs görbe segítségével az eredményeket mg/g szárazanyagban adtam meg. Az analitikai mérések néhány fázisa a (**12. ábrán**) szerepel.



12. ábra: Antioxidáns kapacitás mérések. a: mérési előkészületek; b: oldat készítés; c: higítás; d: műszeres vizsgálat (Fotó: Ormódi Béla Márton)

4.7. Alkalmazott statisztikai módszerek

A vizsgált fajokkal kapcsolatos fehér fagyöngy abszorbeáló képességére, valamint antioxidáns kapacitására különböző módszerek segítségével végzett mérési sorozatok fajok szerinti középértékei eltéréseinek szignifikancia vizsgálatára, az egyszempontos varianciaanalízist (ANOVA) alkalmazzuk. Az ANOVA végrehajtásának szükséges és elegendő feltétele (1) az összehasonlítandó minták szórásának azonossága, amit F-próbával ellenőrizzük, továbbá (2) a minták (adatsorok) normális eloszlása. A minták normalitását a Kolmogorov-Szmirnov teszt és a χ^2 -próba becsléses illeszkedésvizsgálat segítségével ellenőrizzük (Makra et al., 2002; Makra, 2005; Mika et al., 2005). Miután mindegyik vizsgált minta esetében teljesültek a fenti kritériumok, az ANOVA végrehajtásának nincsen akadálya. Az egyszempontos varianciaanalízist (ANOVA) alkalmazzuk annak eldöntésére, hogy a vizsgált fajokról származó fehér fagyöngy abszorbeáló képességét, valamint antioxidáns kapacitását jellemző, különböző módszerek segítségével végzett mérési sorozatok fajok szerinti középértékei szignifikánsan különböznek-e egymástól.

Egy ilyen célú vizsgálat feltárhatja a fehér fagyöngy abszorbeáló képessége, illetve antioxidáns kapacitása szignifikáns eltéréseit az egyes fajok szerinti páronkénti összehasonlításokban (Bolla és Krámlí, 2012).

F-próbát hajtottunk végre annak ellenőrzésére, hogy vajon a vizsgált fajokról származó fehér fagyöngy abszorbeáló képességére, valamint antioxidáns kapacitására különböző módszerek segítségével végzett mérési sorozatok fajok szerinti átlagos értékei szignifikánsan térnek-e egymástól. Ha az eltérés szignifikáns, akkor az átlagok egyezőségére vonatkozó 0-hipotézisünket elvetjük. Ekkor és csak ekkor alkalmazhatjuk a Tukey-próbát annak eldöntésére, hogy konkrétan mely fajok között tapasztalható szignifikáns eltérés a fehér fagyöngy vizsgált paramétereiben (abszorbeáló képesség, és antioxidáns kapacitás (Tukey, 1953). A Tukey-próba jól viselkedik mind az elsőfajú hiba felhalmozódása, mind pedig a próba erőssége szempontjából. (Ha az egyszempontos ANOVA végrhajásával teljesül a 0-hipotézis, akkor nincs értelme elvégezni a Tukey-próbát.) Amikor elvégezzük a post hoc Tukey-próbát, először megkapjuk a fehér fagyöngy fenti paramétereinek a vizsgált fajok szerinti összes lehetséges csoportpárjai átlagai közötti eltéréseit. Ezután összevetjük ezeket az eltéréseket egy kritikus értékkel azon célból, hogy megállapíthassuk, vajon ezen eltérések túllépnek-e egy kritikus szintet, azaz szignifikánsak-e.

Ha a fajok páronkénti átlagai közötti eltérés túllépi a küszöbértéket, akkor azt mondjuk hogy a tényleges eltérés szignifikáns. Amikor a Tukey-próbával összehasonlítjuk a fehér fagyöngy vizsgált fajok szerinti fenti paramétereinek páronkénti csoportátlagait, akkor a páronkénti csoportátlagok eltéréseiben nemcsak az egyedi hatást (az aktuális két faj hatását), hanem a közös hatást (a többi faj hatását) is figyelembe vesszük.

A Tukey-próba végrehajtásakor először meghatározzuk az összes lehetséges csoportpár átlagai közötti eltéréseket, majd összevetjük őket a következő statisztikával:

$$HSD = q \sqrt{\frac{MS_w}{n}}, \quad (1)$$

ahol q a megfelelő szabadsági fokú studentizált értékkészlet statisztika, melynek aktuális értéke táblázatból kikereshető. MS_w a csoporton belüli átlagos négyzetes eltérés, mely az ANOVA végrehajtásakor már ismert, míg n a csoporton belüli mintaelemek száma (Tukey, 1985; Makra et al., 2010, 2011; Matyasovszky et al., 2011; Makra et al., 2013, 2016).

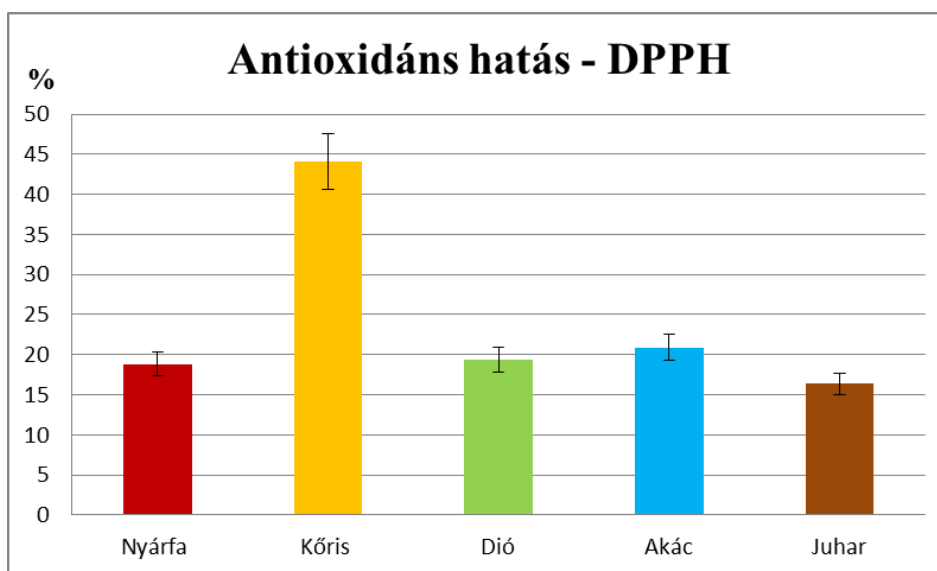
5. Eredmények

5.1. A fehér fagyöngy (*Viscum album* L.) fákról szedett mintáinak eredményei

Az eredmények tárgyalásánál az azonos fákról gyűjtött minták mérési eredményeit a könnyebb áttekinthetőség kedvéért azonos színnel jelöltem. A fehér fagyöngy levélhajtások antioxidáns kapacitását tanulmányoztuk és összehasonlítottuk (1) a vizsgált öt fafaj és (2) a különbözőképpen kezelt, feldolgozott és forgalmazott fagyöngy levélhajtások, mint öt különböző márkájú teák páronkénti összehasonlításával, a DPPH módszert és FRAP módszert alkalmazva. Ezenkívül az (1) és (2) polifenol koncentrációit páros összehasonlításokban elemeztem.

- **Gyökfogó kapacitás – DPPH módszer**

A mesterséges gyök elimináláson alapuló módszer antioxidáns kapacitás értékeit, a DPPH gyök gátlásának százalékában adtam meg (**13. ábra**). A legjobb gyökfogó kapacitása a magas kőrísről szedett fehér fagyöngy (*Viscum album* L.) leveles hajtásainak volt (44,06%). Mögötte végzett a sorban a közönséges akác (20,89%), a fekete dió (19,37%), a fehér nyárfa (18,83%) és a mezei juharról (16,35%) szedett minta.



13. ábra: A fákról szedett minták eredményei DPPH módszer alkalmazása esetén

Először a fehér fagyöngy levélhajtások antioxidáns kapacitását vizsgáltam a tanulmányozott fajok páronkénti összehasonlításában a DPPH módszerrel. Megállapítottam, hogy a fehér fagyöngy levélhajtások antioxidáns kapacitása, az alábbi fajok szerinti páronkénti összehasonlításokban mutatott szignifikáns eltérést: fehér nyárfa és magas kőris; magas kőris és fekete dió; magas kőris és közönséges akác, valamint magas kőris és mezei juhar (**9. táblázat**). Az aláhúzott fajokhoz köthető fehér fagyöngy levélhajtások szignifikánsan magasabb antioxidáns kapacitást mutattak, a fajok szerinti páronkénti összehasonlításokban.

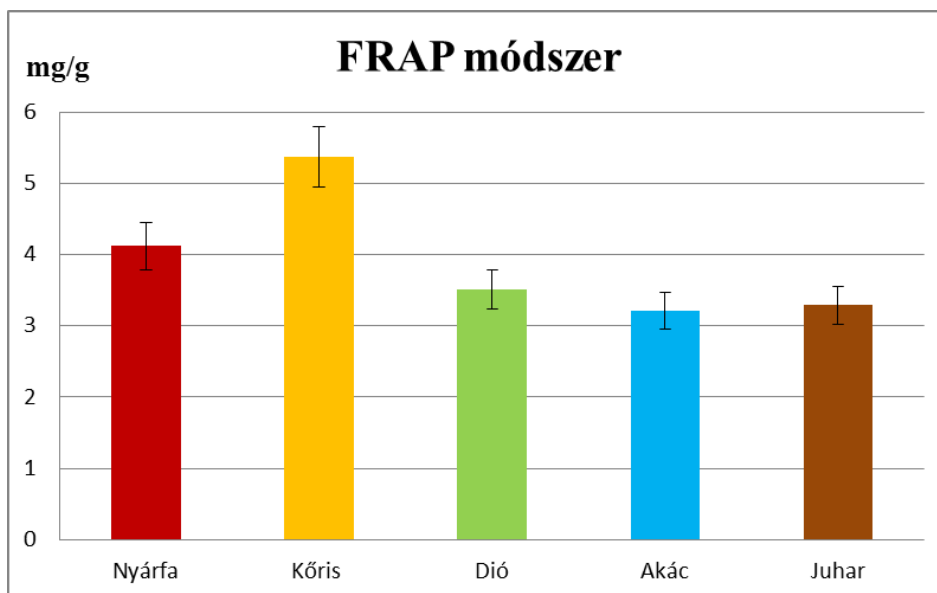
9. táblázat: A fehér fagyöngy levélhajtások antioxidáns kapacitásának fajok szerinti páronkénti összevetése a DPPH módszer felhasználásával, az egyszempontos ANOVA és a Tukey teszt alapján (X: szignifikáns a $p < 0.01$ valószínűségi szinten)

	A			
B	X	B		
C		X	C	
D		X		D
E		X		

Jelmagyarázat: A: fehér nyárfa (*Populus alba* L.); B: magas kőris (*Fraxinus excelsior* L.); C: fekete dió (*Juglans nigra* L.); D: közönséges akác (*Robinia pseudoacacia* L.); E: mezei juhar (*Acer campestre* L.)

- Vasredukálóképességen alapuló – FRAP módszer (Ferric Reducing Ability of Plasma)**

Vasredukálóképességen alapuló FRAP módszerrel mért antioxidáns kapacitás értékeit mg/g szárazanyagban adtam meg, amely a következő eredményeket mutatta (**14. ábra**). A legjobb vasredukálóképessége a magas kőrisről szedett fehér fagyöngy (*Viscum album* L.) leveles hajtásainak volt (5,37 mg/g). Mögötte végzett a sorban a fehér nyárfa (4,12 mg/g), a fekete dió (3,51 mg/g), a mezei juhar (3,29 mg/g) és a közönséges akácról (3,21 mg/g) szedett minta.



14. ábra: A fákról szedett minták eredményei FRAP módszer alkalmazása esetén

Ugyanezt a vizsgálatot elvégezve a FRAP módszerrel azt kaptam, hogy a vizsgált fajok esetében a fehér fagyöngy levélhajtások antioxidáns kapacitása, az alábbi fajok szerinti páronkénti összehasonlításokban jelzett szignifikáns különbséget: fehér nyárfa és magas kőris; fehér nyárfa és fekete dió; fehér nyárfa és közönséges akác; fehér nyárfa és mezei juhar; továbbá magas kőris és fekete dió; magas kőris és közönséges akác; valamint magas kőris és mezei juhar. Az itt említett fajok közül az aláhúzottakhoz kötődő fehér fagyöngy levélhajtások szignifikánsan magasabb antioxidáns kapacitást mutatnak a páronkénti összehasonlításban (**10. táblázat**).

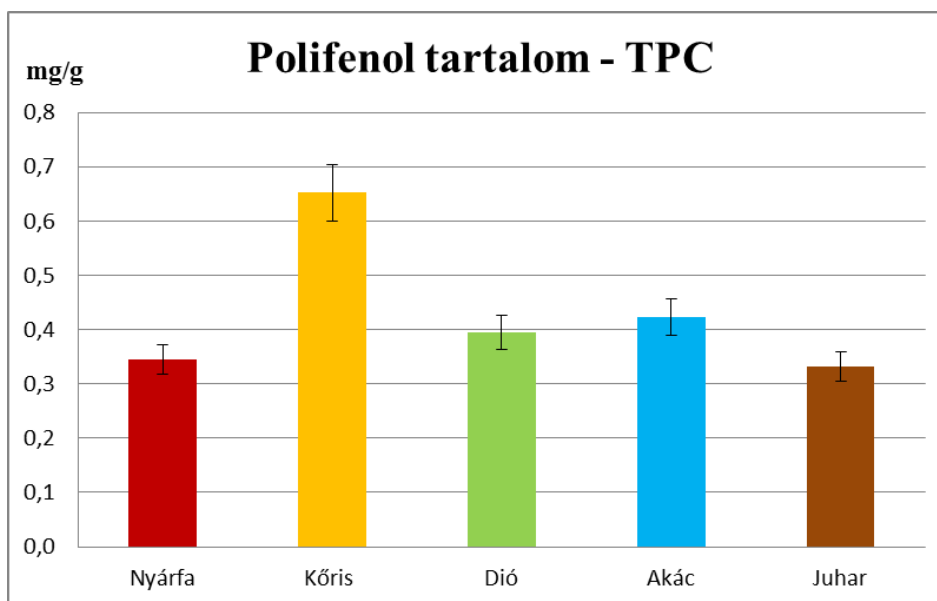
10. táblázat: A fehér fagyöngy levélhajtások antioxidáns kapacitásának fajok szerinti páronkénti összevetése a FRAP módszer felhasználásával, az egyszempontos ANOVA és a Tukey teszt alapján (X: szignifikáns a $p < 0.01$ valószínűségi szinten)

	A			
B	X	B		
C	X	X	C	
D	X	X		D
E	X	X		

Jelmagyarázat: A: fehér nyárfa (*Populus alba* L.); B: magas kőris (*Fraxinus excelsior* L.); C: fekete dió (*Juglans nigra* L.); D: közönséges akác (*Robinia pseudoacacia* L.); E: mezei juhar (*Acer campestre* L.)

- **Összes polifenol tartalom – TPC módszer (*Total Phenolic Content*)**

Összes polifenol tartalom meghatározása során, a galluszsavból készült kalibrációs görbe alapján az értékeket mg/g szárazanyagra vonatkoztatva adtam meg, amely a következő eredményeket mutatta (**15. ábra**). A TPC módszer esetében is a magas kőrisről (0,65 mg/g) szedett fehér fagyöngy (*Viscum album* L.) leveles hajtásainak értéke volt a legjobb. Mögötte végzett a sorban a közönséges akác (0,42 mg/g), a fekete dió (0,39 mg/g), a fehér nyárfa (0,34 mg/g) és a mezei juharról (0,33 mg/g) szedett minta.



15. ábra: A fákról szedett minták eredményei TPC módszer alkalmazása esetén

Végül ugyanazon vizsgálatot a TPC módszerrel elvégezve azt találtam, hogy a fehér nyárfa és a magas kőris; a fehér nyárfa és a közönséges akác; a magas kőris és a fekete dió; a magas kőris és a közönséges akác; valamint a magas kőris és a mezei juhar fafajokhoz kötődő fehér fagyöngy levélhajtások a fenti fafajok szerinti páronkénti összevetésében szignifikáns eltérést mutattak. Az említett fafajok közül az aláhúzottakhoz kapcsolódó fehér fagyöngy levélhajtások lényegesen magasabb polifenol koncentrációt mutattak a fafajok szerinti páronkénti összehasonlításokban (**11. táblázat**).

11. táblázat: A fehér fagyöngy levélhajtások antioxidáns kapacitásának fajok szerinti páronkénti összevetése a TPC módszer felhasználásával, az egyszempontos ANOVA és a Tukey teszt alapján (X: szignifikáns a $p < 0.05$ valószínűségi szinten; X: szignifikáns a $p < 0.01$ valószínűségi szinten)

	A			
B	X	B		
C		X	C	
D	X	X		D
E		X		X

Jelmagyarázat: A: fehér nyárfa (*Populus alba* L.); B: magas kőris (*Fraxinus excelsior* L.); C: fekete dió (*Juglans nigra* L.); D: közönséges akác (*Robinia pseudoacacia* L.); E: mezei juhar (*Acer campestre* L.)

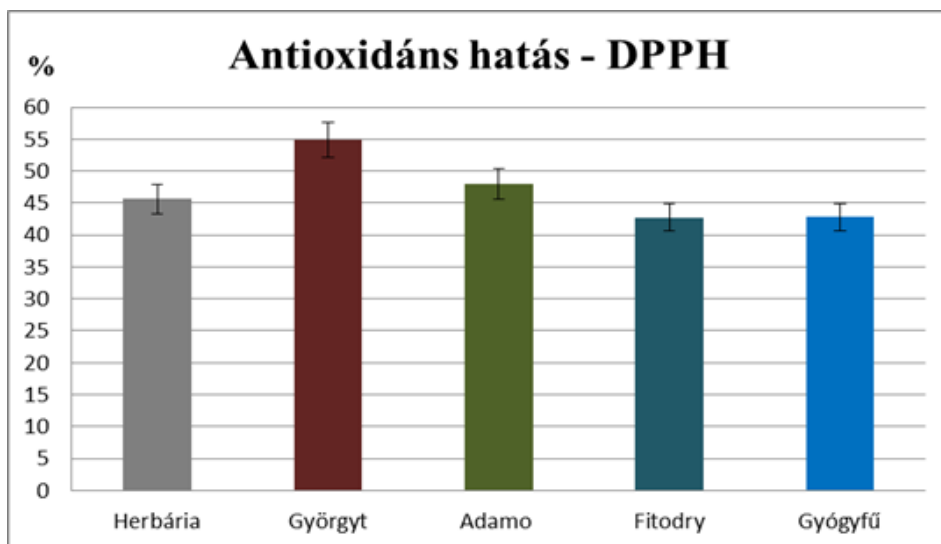
Eredményeink alapján, a DPPH és FRAP módszereket alkalmazva, valamint az egyes fajok szerinti összes páronkénti összehasonlítást figyelembe véve, a magas kőrisről származó fehér fagyöngy levélhajtások antioxidáns kapacitása szignifikánsan magasabb volt, mint a többi négy fajhoz köthető fehér fagyöngyé. Ez összhangban van Vicas és munkatársai (2012) eredményeivel, akik megállapították, hogy a magas kőrishez köthető fehér fagyöngy minták teljes fenolosav tartalmának tulajdonított antioxidáns hatása kiemelkedő.

5.2. A fehér fagyöngy (*Viscum album* L.) teák eredményei

Az eredmények tárgyalásánál az azonos tea minták mérési eredményeit is a könnyebb áttekinthetőség kedvéért azonos színnel jelöltem. A fehér fagyöngy levélhajtások antioxidáns kapacitását tanulmányoztuk és összehasonlítottuk (1) a vizsgált öt faj és 2) a különbözőképpen kezelt, feldolgozott és forgalmazott fagyöngy levélhajtások, mint különböző márkájú teák páronkénti összehasonlításával, a DPPH módszert és FRAP módszert alkalmazva. Ezenkívül az (1) és (2) polifenol koncentrációit páros összehasonlításokban elemezzük. A Magyarországon forgalomban lévő, a kísérletben általunk vizsgált teák a következők: Herbária, Györgytea, Adamo-fitt, Fitodry és Gyógyfű.

- **Gyökfogó kapacitás – DPPH módszer**

A mesterséges gyök elimináláson alapuló módszer antioxidáns kapacitás értékeit a DPPH gyök gátlásának százalékában adtam meg (**16. ábra**). A legjobb gyökfogó kapacitással a Györgytea mintája (54,83%) rendelkezik, mögötte végzett a sorban az Adamo-fitt (47,94%), a Herbária (45,63%), a Gyógyfű (42,82%) és a Fitodry (42,71%) tasakos teából származó fehér fagyöngy (*Viscum album* L.) vegetatív szárított részei.



16. ábra: A tea minták eredményei DPPH módszer alkalmazása esetén

A következőkben összehasonlítottam a különböző módon kezelt, feldolgozott és különböző márkájú teaként forgalmazott fehér fagyöngy levélhajtások antioxidáns kapacitását a vizsgált teafajtákon, a DPPH módszer felhasználásával, az ANOVA és a Tukey-teszt alapján. A DPPH módszer alkalmazásával a Herbária és Györgytea, a Györgytea és az Adamo-fitt, a Györgytea és a Fitodry, a Györgytea és a Gyógyfű, valamint az Adamo-fitt és a Fitodry, valamint az Adamo-fitt és a Herbária gyógyteák antioxidáns kapacitása között szignifikáns különbség tapasztalható. Az itt említett tea márkák közül az aláhúzottak szignifikánsan magasabb antioxidáns kapacitást mutatnak a páronkénti összehasonlításokban (**12. táblázat**).

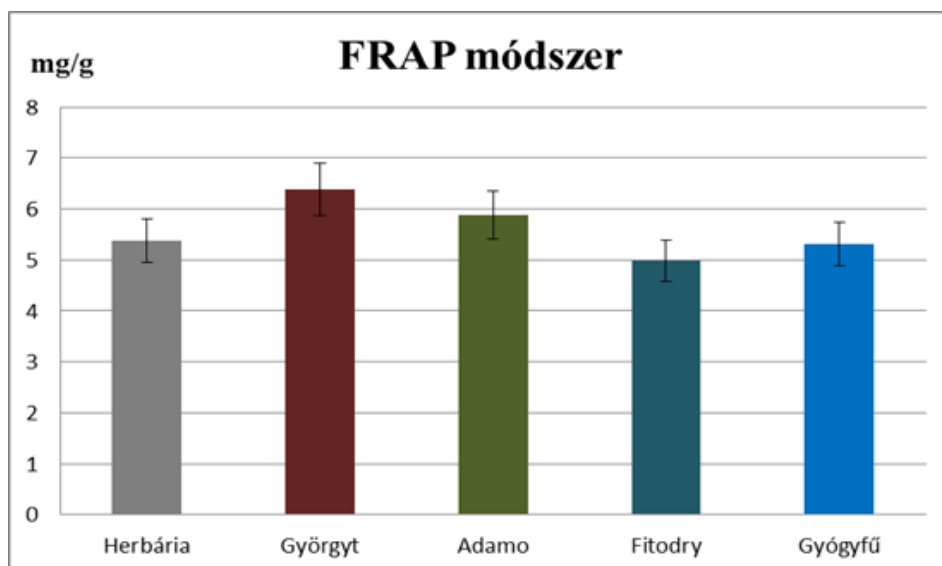
12. táblázat: A különböző módon kezelt, feldolgozott és különböző márkájú teaként forgalmazott fehér fagyöngy levélhajtások antioxidáns kapacitásának összehasonlítása a vizsgált teafajták figyelembe vételével, a DPPH módszer segítségével, az ANOVA és a Tukey teszt alapján (X: szignifikáns a $p < 0.01$ valószínűségi szinten)

	A			
B	X	B		
C		X	C	
D		X	X	D
E		X	X	

Jelmagyarázat: A: Herbária; B: Györgytea;
C: Adamo-fitt; D: Fitodry; E: Gyógyfű

- **Vasredukálóképességen alapuló – FRAP módszer (*Ferric Reducing Ability of Plasma*)**

Vasredukálóképességen alapuló FRAP módszerrel mért antioxidáns kapacitás értékeit mg/g szárazanyagban adtam meg, amely a következő eredményeket mutatta (**17. ábra**). A legjobb vasredukálóképességgel a Györgytea mintája (6,39 mg/g) rendelkezik, mögötte végzett a sorban az Adamo-fitt (5,88 mg/g), a Herbária (5,38 mg/g), a Gyógyfű (5,31 mg/g) és a Fitodry (4,98 mg/g) tasakos teából származó fehér fagyöngy (*Viscum album* L.) vegetatív szárított részei.



17. ábra: A tea minták eredményei FRAP módszer alkalmazása esetén

A FRAP módszer alkalmazásakor a különbözőképpen kezelt fehér fagyöngy levélhajtások antioxidáns kapacitása szignifikáns különbséget mutat a vizsgált teafajták szerinti alábbi páronkénti összehasonlításokban (lényegesen magasabb antioxidáns értékekkel az aláhúzott tea márkák esetében): Herbária és Györgytea, Györgytea és Fitodry, Györgytea és Gyógyfű, valamint Adamo-fitt és Fitodry között (**13. táblázat**).

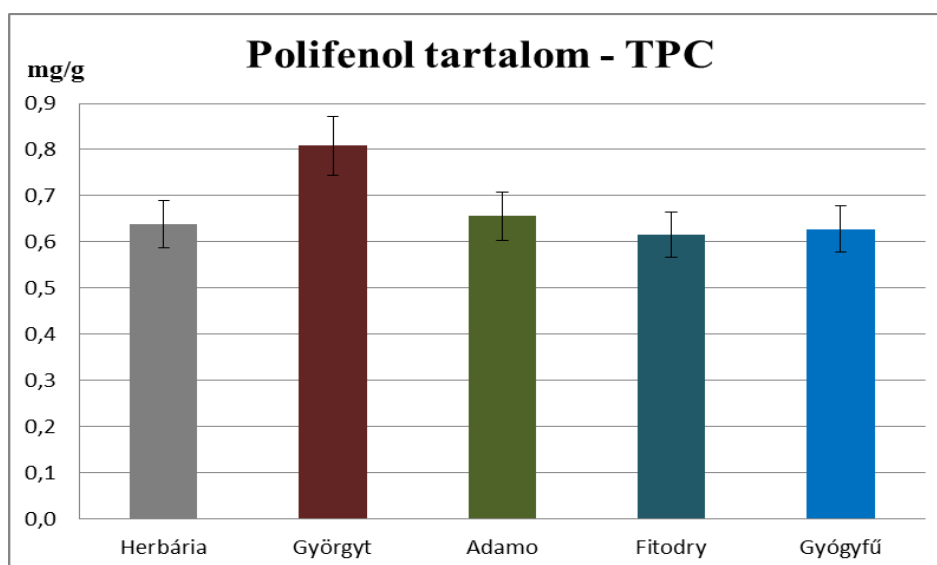
13. táblázat: A különböző módon kezelt, feldolgozott és különböző márkájú teaként forgalmazott fehér fagyöngy levélhajtások antioxidáns kapacitásának összehasonlítása a vizsgált teafajták figyelembe vételével, a FRAP módszer segítségével, az ANOVA és a Tukey teszt alapján (X: szignifikáns a $p < 0.05$ valószínűségi szinten)

	A			
B	X			
C				
D		X	X	D
E		X		

Jelmagyarázat: A: Herbária; B: Györgytea;
C: Adamo-fitt; D: Fitodry; E: Gyógyfű

- **Összes polifenol tartalom – TPC módszer (Total Phenolic Content)**

Összes polifenol tartalom meghatározása során, a galluszsavból készült kalibrációs görbe alapján az értékeket mg/g szárazanyagra vonatkoztatva adtam meg, amely a következő eredményeket mutatta (**18. ábra**). A TPC módszer esetében is a Györgytea mintájának (0,81 mg/g) értéke volt a legjobb. Mögötte végzett a sorban az Adamo-fitt (0,66 mg/g), a Herbária (0,64 mg/g), a Gyógyfű (0,63 mg/g) és a Fitodry (0,61 mg/g) tasakos teából származó fehér fagyöngy (*Viscum album* L.) vegetatív szárított részei.



18. ábra: A tea minták eredményei TPC módszer alkalmazása esetén

Az itt említett tea márkák eltérő módon kezelt fehér fagyöngy levélhajtásainak polifenol koncentrációit is összehasonlítottuk (TPC módszer). A vizsgált teafajták páronkénti összehasonlításai alapján a következő számottevő különbségeket kaptuk az aláhúzott teamárkák szignifikánsan magasabb polifenol koncentrációival: Herbária és Györgytea, Györgytea és Adamo-fitt, Györgytea és Fitodry, továbbá Györgytea és a Gyógyfű között (**14. táblázat**).

14. táblázat: A különböző módon kezelt, feldolgozott és különböző márkájú teaként forgalmazott fehér fagyöngy levélhajtások polifenol koncentrációjának összehasonlítása a vizsgált teafajták figyelembe vételével, az ANOVA és a Tukey teszt alapján (**X**: szignifikáns a $p < 0.01$ valószínűségi szinten)

	A			
B	X		B	
C		X		C
D		X		D
E		X		

Jelmagyarázat: A: Herbária; B: Györgytea;
C: Adamo-fitt; D: Fitodry; E: Gyógyfű

6. Következtetések és javaslatok

Ha összehasonlítjuk a fehér fagyöngy leveles hajtások antioxidáns kapacitását a vizsgált fajokon a DPPH módszer alkalmazásával (**9. táblázat**), valamint a FRAP módszer segítségével (**10. táblázat**), akkor az utóbbi érzékenyebbnek tűnik abban az értelemben, hogy a FRAP módszer több szignifikáns különbséget mutat (7 vs. 4 szignifikáns különbség) a fehér fagyöngy levélhajtások antioxidáns kapacitásában a vizsgált fajokon a páronkénti összehasonlításokban.

Másrészt, a különböző márkájú teaként forgalmazott, különbözőképpen kezelt fehér fagyöngy leveles hajtások antioxidáns kapacitásának összehasonlításakor a DPPH módszer nagyobb érzékenységet mutat (6 vs. 4 szignifikáns különbség a páronkénti összehasonlításokban). Megjegyezzük, hogy a vizsgált fajok (tea márkák) esetében 4 (4) azonos szignifikáns különbséget tapasztaltunk (azaz ugyanazon páronkénti összehasonlításokban fordultak elő), míg a fennmaradó 3 (2) szignifikáns különbség eltérő páronkénti összehasonlításokban következett be (**10. táblázat; 11. táblázat**). Ez azért van, mert a DPPH az egyik legkorábbi módszer az antioxidáns kapacitás mérésére stabil gyök esetében (Blois, 1958). Ennek a módszernek azonban az a hátránya, hogy nem a sejtben a normális anyagcsere során keletkezett gyököt használ, hanem egy stabil gyököt, amely nem található meg az élő szervezetben (Frankel és Meyer, 2000).

A FRAP egy korszerűbb módszer, amelyben a vas-2,4,6-tripiridil-S-triazin (TPTZ) komplexet antioxidánsok (AH) redukálják, azonban a karotinoidok nem rendelkeznek vascsökkenő képességgel. A friss leveles hajtásminták esetében a karotinoidokhoz tartozó A- és B-klorofill tartalom – az 55°C-nál magasabb hőmérsékleten történő szárítás miatt – még kevésbé aktív, mint a teákban. Tehát az antioxidáns kapacitás a szárítási módszerektől függ.

A jövőben megvalósíthatónak tartjuk, magas kőris ligetek ültetését zárt területekre, legalább 80 m tengerszint feletti magasságban, a jelenlegi előfordulási területein, ahol elősegíthetjük a fehér fagyöngy nevelését és termesztését. Eredményeink alapján az ellenőrzött termesztésből összegyűjtött fehér fagyöngy levélhajtásokat a gyógynövénytermesztés, s ezen keresztül a gyógyszeripar hasznosíthatja.

7. Összefoglalás

A tudományos diákköri dolgozatom tárgyköre a fehér fagyöngy (*Viscum album* L.) vegetatív részeinek antioxidáns kapacitás meghatározását foglalta magában.

A korszerű táplálkozási szokásoknak megfelelően egyre nő az igény a természetes alapanyagok iránt, így a gyógyteák fogyasztása iránt is. A fehér fagyöngy számos fa lombkoronái közt élősködő gömb alakú növény, értékes részeinek, így a virágos ún. vegetatív részeinek, vagyis a hajtásoknak (*Visci albae stipes*) és a leveleknek (*Visci folium*) a gyógyhatása már régóta ismert a természetgyógyászat területén.

Ezen érdeklődésemet felkeltő szempontok alapján a következő célokat tűztem ki magam elé. A fehér fagyöngy (*Viscum album* L.) morfológiai, élettani sajátosságainak tanulmányozása után a különböző fajokhoz tartozó fákról (akác, kőris, nyár, fekete dió, juhar) begyűjtött fehér fagyöngy levél és leveles hajtások beltartalmának antioxidáns-kapacitás spektrofotometriás vizsgálata és azok kiértékelése volt a célom.

A kedvező teafogyasztási szokások miatt a fagyöngyből készült teák tanulmányozása is a célom volt. Mindezek megismeréséhez korszerű analitikai, spektrofotometriás méréseket választottam az antioxidáns kapacitás vizsgálatára, az összes polifenol tartalom (TPC) és több módszerrel mért antioxidáns kapacitás (FRAP, DPPH) meghatározására.

Eredményeim alapján a gyökfogó kapacitás (44,06%), vasredukálóképesség (5,37 mg/g) és az összes polifenol tartalom meghatározása esetében (0,65 mg/g) is a magas kőrisről szedett fehér fagyöngy leveles hajtásainak értéke volt a legjobb. A teák esetében a gyökfogó kapacitás (54,83%), a vasredukálóképesség (6,39 mg/g) és az összes polifenol tartalom meghatározása esetében (0,81 mg/g) is a Györgytea márkájú teának értéke volt a legjobb.

Tudományos kísérletem összefoglalva. Jól látható, hogy a magas kőrisről (*Fraxinus excelsior* L.) származó fehér fagyöngy leveles hajtásai és a Györgytea, ígéretes és meggyőző eredményeket mutatott mindhárom mérési módszer elvégzése után. Javaslatom, hogy a jövő nemzedéke további vizsgálatokat folytasson a két említett mintával, ugyanis mindkettő magasan kiemelkedik a többi közül.

8. Irodalomjegyzék

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. Bajor Zs. (2013): Természetes antioxidánsok a konyhában.
https://www.hazipatika.com/taplalkozas/taplalekkiegeszitok/cikkek/termeszetes_antioxidansok_a_konyhaban/20130404125314 (letöltés: 2021.06.16.)
3. Balogh E. (2010): Antioxidáns kapacitás meghatározása és ennek kialakításában szerepet játszó vegyületek vizsgálata bogyós gyümölcsök esetében. PhD doktori értekezés. Budapesti Corvinus Egyetem.
4. Barney, C. W. – Hawksworth, F. G. – Geils, B. W. (1998): Hosts of *Viscum album*. *Eur. J. For. Path.* 28: 187–208.
5. Bartha D. (2012): Dendrológia. Nyugat-Magyarországi Egyetem, Sopron. 251.
6. Benzie, I. F. F. – Strain, J. J. (1996): The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": The FRAP assay. *Analytical Biochemistry*. 239: 70–76.
7. Benzie I. F. F. (2000): Evolution of antioxidant defence mechanisms. *European Journal of Nutrition*, (39):53-61.
8. Bolla, M. - Krámlí. A. (2012): Statisztikai következtetések elmélete. (Theory of statistical conclusions.) Typotex, Második, javított kiadás, Budapest, 416 o, ISBN: 978-963-4930-13-6 (in Hungarian)
9. Cao, G. H. – Prior, R. L. (1998): Comparison of different analytical methods for assessing total antioxidant capacity of human serum. *Clinical Chemistry*, (44):1309-1315.
10. Condrat, D. - Szabo, M.R. - Crisan, F. - Lupea A. X. (2009): Antioxidant activity of some phanerogam plant extracts. *Food Science and Technology Research* Vol.15, No.1, pp. 95-98, ISSN 1344-6606
11. Csupor D. (2004): Fák ékszere, a fagyöngy – Fitoterápia. *Családorvosi fórum*. 54-55 old. 2004/7.
12. Flora Europaea (2014): A fehér fagyöngy (*Viscum album* L.) rendszertani besorolása.
https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=27906#null (letöltés: 2021.04.16.)

13. Frankel, E. N. – Meyer, A. S. (2000): The problems of using one-dimensional methods to evaluate multifunctional food and biological antioxidants. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, (80):1925-1941.
14. Gencsi L. – Vancsura R. (1992): *Dendrológia, Erdészeti növénytan II.* Mezőgazda Kiadó, Budapest. 728.
15. Gillich N. – Krüzselyi D. (2014): Illóolajok antioxidáns és antibakteriális hatásai. *Élet és Tudomány*. 2014/51-52. 1622-1624.
16. Griffel T. (2008): A szabadgyökök hatásai.
<https://vitalitasportal.com/gyermekbetegsegek/mik-azok-a-szabadgyokok-milyen-karokat-okoznak/> (letöltés: 2021.05.28.)
17. Grundmann, B. – Pietzarka, U. – Roloff, A. (2012): Die Weissbeerige Mistel (*Viscum album* L.): Biologie, Ökologie, Verwendung und Befallsrisiken. *Mitteilungen der Deutschen Dendrologischen Gesellschaft*. 97: 75–90.
18. Hirka A. – Janik G. (2009): A fehér fagyöngy (*Viscum album* L.) és a sárga fagyöngy (*Loranthus europaeus* jacq.) életmódja és jelentősége Magyarországon. *Növényvédelem* 45 (4), 2009, 184-189 old.
19. Hornsby, P. J. – Crivello, J. F. (1983): The role of lipid peroxidation and biological antioxidants in the function of the adrenal cortex. Part. 1: A background review. *Molec. Cell. Endocrinol*, 30; 1–20. pp.
20. Horváth Gy. (2009): Gyógynövényismeret – Fitoterápia, Orvosi Könyvtárak, A Magyar Orvosi Könyvtárak Szövetségének hivatalos lapja, 2009/1. 6. évf. 1. szám
21. Huang, D. J. – Ou, B. X. – Prior, R. L. (2005): The chemistry behind antioxidant capacity assays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, (53):1841-1856.
22. Isépy I. (2003): A fehér fagyöngy. *Természet világa: Természettudományi közlöny*, 2003. (134. évf.) 12. sz. 564-565. old.
23. Jancsó Zs. (2015): Az oxidatív stressz és az antioxidáns védelmi rendszer vizsgálata nehézfém kezelést követően pontyban és streptozotocin-indukálta diabéteszes patkány modellben. PhD. értekezés. Biológiai Doktori Iskola. Szegedi Tudományegyetem Természettudományi és Informatikai Kar Biokémiai és Molekuláris Biológiai Tanszék. Szeged. 2015.
24. Juhász M. (2012): Harc a szabadgyökök ellen antioxidáns növényekkel. *A biológia tanítása*. Mozaik Kiadó. XX. évfolyam 2012. szeptember. 25-32 old.
25. Juhász M. (2012): Szabadgyökök és antioxidánsok – A legjobb antioxidáns növények. *Amega*. 2012. december. 17-21 old.

26. Kehrer, J. P. – Lund, G. L. (1994): Cellular reducing equivalents and oxidative stress. *Free Radical Biology and Medicine*. Volume 17, Issue 1, July 1994, Pages 65-75.
27. Kollárné Ogonovszky H. (2005): Túledzés és oxidatív stressz. PhD. értekezés. Semmelweis Egyetem Doktori Iskola. Semmelweis Egyetem, Testnevelési és Sporttudományi Kar. Nevelés- és Sporttudományi Doktori Iskola. Budapest. 2005.
28. Kovacsics E. (2019): Antioxidánsok és az oxidatív stressz. Szakdolgozat. Debreceni Egyetem Gyógyszerésztudományi Kar. Csépanyi Evelin témavezető.
29. Kranl, K. – Schlesier, K. – Bitsch, R. – Hermann, H. – Rohe, M. – Bohm, V. (2005): Comparing antioxidative food additives and secondary plant products - use of different assays. *Food Chemistry*, (93):171-175.
30. Luczkiewicz, M. - Cisowski, W. - Kaiser, P. - Ochocka, R. – Piotrowski, A. (2001): Comparative analysis of phenolic acids in mistletoe plants from various hosts. *Acta Poloniae Pharmaceutica-Drug Research*, Vol. 58 No. 5, pp. 373-379, ISSN 0001-6837
31. Luther, P. – Becker, H. (1986): Die Mistel: Botanik, Lektine, medizinische Anwendung. Verlag Volk und Gesundheit, Berlin.
32. Magyar Madártani Egyesület (2013): MME Monitoring Központ online adatbázis <http://www.mme.hu>; <http://www.mme-monitoring.hu/birds.php?huring=TURVIS> (letöltés: 2021.04.08.)
33. Makra, L. - Sánta, T. - Matyasovszky, I. - Damialis, A. - Karatzas, K. - Bergmann K. C. - Vokou, D. (2010): Airborne pollen in three European cities: Detection of atmospheric circulation pathways by applying three-dimensional clustering of backward trajectories. *Journal of Geophysical Research-Atmosphere*, 115, 1-16. D24220
34. Makra, L. - Matyasovszky, I. - Guba, Z. - Karatzas, K. - Anttila, P. (2011): Monitoring the long-range transport effects on urban PM10 levels using 3D clusters of backward trajectories. *Atmospheric Environment*, 45, 2630-2641.
35. Makra, L. - Ionel, I. - Csépe, Z. - Matyasovszky, I. - Lontis, N. - Popescu, F. - Sümeghy, Z. (2013): Characterizing and evaluating the role of different transport modes on urban PM10 levels in two European cities using 3D clusters of backward trajectories. *Science of the Total Environment*, 458-460, 36-46.
36. Makra, L. - Horváth, Sz. - Pongrácz, R. - Mika, J. (2002): Long term climate deviations: an alternative approach and application on the Palmer drought severity index in Hungary. *Physics and Chemistry of the Earth, Part B - Hydrology, Oceans and Atmosphere*, 27(23-24), 1063-1071.

37. Makra, L. - Matyasovszky, I. - Tusnády, G. - Wang, Y.Q. - Csépe, Z. - Bozóki, Z. - Nyúl, G. L. - Erostyák, J. - Bodnár, K. - Sümeghy, Z. - Vogel, H. - Pauling, A. - Páldy, A. - Magyar, D. - Mányoki, G. - Bergmann, K. C. - Bonini, M. - Šikoparija, B. - Radišić, P. - Gehrig, R. - Kofol Seliger, A. - Stjepanović, B. - Rodinkova, V. - Prikhodko, A. - Maleeva, A. - Severova, E. - Ščevková, J. - Ianovici, N. - Peternel, R. - Thibaudon, M. (2016): Biogeographical estimates of allergenic pollen transport over regional scales: common ragweed and Szeged, Hungary as a test case. *Agricultural and Forest Meteorology*, 221, 94-110.
38. Makra L. (2005): Relation of pollutant concentrations to the Peczely's large scale weather situations in Szeged, Southern Hungary. *Epidemiology*, 16 (5), S63-S63.
39. Matyasovszky, I. - Makra, L. - Bálint, B. - Guba, Z. - Sümeghy, Z. (2011): Multivariate analysis of respiratory problems and their connection with meteorological parameters and the main biological and chemical air pollutants. *Atmospheric Environment*, 45, 4152-4159.
40. Mika, J. - Horváth, Sz. - Makra, L. - Dunkel, Z. (2005): The Palmer Drought Severity Index (PDSI) as an indicator of soil moisture. *Physics and Chemistry of the Earth*, 30 (1-3), 223-230.
41. Nemes A. - Stefanovitsné Bányai É. - Remenyik J. (2015): Új mérési eljárás fejlesztése a növényi antioxidáns státusz meghatározására. *Agrártudományi Közlemények*, 2015/63.
42. Pászthory T. (2012): Fehér fagyöngy teák összehasonlító vizsgálatai. *Gödöllő. Szakdolgozat*.
43. Perez-Jimenez, J. – Arranz, S. – Tabernero, M. - Diaz-Rubio, M. E. – Serrano, J. – Goni, I. - Saura Calixto, F. (2008): Updated methodology to determine antioxidant capacity in plant foods, oils and beverages: Extraction, measurement and expression of. *Food Research International*, (41):274-285.
44. Schmidt, P.A. – Hecker, U. (2009): *Taschenlexikon der Gehölze. Ein botanisch-ökologischer Exkursionsbegleiter*. Quelle und Meyer Verlag, Wiebelsheim.
45. Schönfelder I. - Schönfelder P. (2001): *Gyógynövényhatározó*. Holló és Társa könyvkiadó, Kaposvár, 447 p.
46. Szepessy I. (1977): *Növénybetegségek*. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. 99.
47. Toldy A. (2006): A természetes antioxidánsok és a fizikai aktivitás szerepe az oxidatív stresszre a neurodegeneratív elváltozásokban. *Semmelweis Egyetem Doktori Iskola. Semmelweis Egyetem, Testnevelési és Sporttudományi Kar. Nevelés- és Sporttudományi Doktori Iskola. Doktori értekezés*.

48. Toporcov, T. N. – Antunes, J. L. F. – Tavares, M. R. (2004): Fat food habitual intake and risk of oral cancer. *Oral Oncology*, (40):925-931.
49. Troll W. (1937): Vergleichende Morphologie der höheren Pflanzen. Bd. 1. Borntraeger, Berlin. 618–619.
50. Tukey, J. W. (1953): The problem of multiple comparisons. Unpublished manuscript. In: H.I. Braun (ed.), *The Collected Works of John W Tukey VIII. Multiple Comparisons: 1948-1983*. Chapman and Hall, New York. pp.1-300.
51. Varga I. (2013): A fehér fagyöngy (*Viscum album* L.) magyarországi elterjedése és egyik kórokozója, a *phaeobotryosphaeria visci* tulajdonságainak feltárása a biológiai védekezés szempontjából. Doktori értekezés (Ph. D.) Keszthely.
52. Vatter, D.A. - Shetty, K. (2003): Ellagic acid production and phenolic antioxidant activity in cranberry pomace (*Vaccinium macrocarpon*) mediated by *Lentinus edodes* using a solid-state system. *Process Biochemistry* 39: 367-379.
53. Vicas, S. - Rugina, D. - Leopold, L. - Pintea, A. - Socaciu, C. (2011a): HPLC Fingerprint of Bioactive Compounds and Antioxidant Activities of *Viscum album* from Different Host Trees, *Notulae Botanicae Cluj-Napoca*, Vol. 39, No. 1, pp. 48-57, ISSN 0255-965X
54. Vicas, S. - Rugina, D. - Socaciu, C. (2011b): Comparative Study about Antioxidant Activities of *Viscum Album* from Different Host Trees, Harvested in Different Seasons, *Journal of Medicinal Plant Research* , Vol. 5 No. 11, pp. 2237-2244, ISSN 1996-0875
55. Walldén B. (1961): Misteln vid dess Nordgräns. *Sv. Bot. Tidskr.* 55: 427–549.
56. Wangerin W. (1937): Loranthaceae. In: Kirchner O, Loew E, Schroeter C, *Lebensgeschichte der Blütenpflanzen Mitteleuropas*. Vol. II/1. Ulmer, Stuttgart. 953–1146.

9. Köszönetnyilvánítás

Köszönöm témavezetőmnek, Dr. Lantos Ferenc egyetemi docens úrnak a tudományos diákköri dolgozat során adott hasznos ötleteit és jó tanácsait. Hálával tartozom Dr. Makra László egyetemi docens úrnak, aki a tudományos diákköri dolgozat statisztikai számításainak során tanácsaival biztos pontot jelentett és Prof. Dr. Hajtó Tibor klinikai immunológus professzor úrnak, aki évtizedek óta végez kutatásokat a fehér fagyöngy kapcsán.

A tudományos kísérlet minta előkészítése a Szegedi Tudományegyetem Mezőgazdasági Kar Növénytudományi és Környezetvédelmi Intézetében Búza Orsolya tanszéki mérnök és Gémes-Matusek Krisztina laboráns segítségével történtek, a műszeres meghatározás Szegedi Tudományegyetem Mérnöki Kar Élelmiszermérnöki Intézetében Dr. Krisch Judit egyetemi docens és Fehér Anikó tanszéki mérnök vezetésével hajtottam végre, segítségüket ezúton is köszönöm szépen.

Tiszta szívvel köszönöm szüleimnek a sok gondoskodást, ami elkísért a tanulmányaim során. Hálásan köszönöm kedvesem kitartó türelmét és a mindennapi feladatokban nyújtott segítségét.

„AZ INNOVÁCIÓS ÉS TECHNOLÓGIAI MINISZTERIUM ÚNKP-21-1-SZTE-304
KÓDSZÁMÚ ÚJ NEMZETI KIVÁLÓSÁG PROGRAMJÁNAK A NEMZETI KUTATÁSI,
FEJLESZTÉSI ÉS INNOVÁCIÓS ALAPBÓL FINANSZÍROZOTT SZAKMAI
TÁMOGATÁSÁVAL KÉSZÜLT.”

