



Studentski dom „Evropa” – Európa Kollégium Egyetemista Központ, Újvidék

# **A TEÁK EREJE: AZ ANTIOXIDÁNSOK MEGÉRTÉSE**

Mentor:  
dr Vastag Gyöngyi  
dr Svirčev Emilija

Szerző:  
Horváth Réka  
Természettudományi-matematikai Egyetem  
Kémia, biokémia és minőségellenőri Kar  
harmadik évfolyam

2024. október, Újvidék

# Tartalomjegyzék

REZÜMÉ.....	3
1. ELŐSZÓ.....	4
2. MI AZ AZ ANTIOXIDÁNS?.....	5
2.1. Szabadgyökök, oxidatív stressz és az antioxidánsok.....	5
2.2. A teák antioxidáns hatása.....	6
3. ANTIOXIDÁNSOK AZ EMBERI SZERVEZETBEN.....	8
3.1. Antioxidánsok, amelyeket az emberi szervezet állít elő.....	8
3.2. Külső forrásból származó antioxidánsok.....	9
4. A TEÁK ANTIOXIDÁNS TARTALMÁNAK KIMUTATÁSA.....	11
4.1. A DPPH módszer leírása.....	11
4.2. A kísérlet eredményei.....	11
7. ábra: A zöld tea szabadgyök gátlásának kimutatása a második próbánál.....	13
4.3. A kísérlet eredményeinek feldolgozása.....	14
5. KÖVETKEZTETÉSEK.....	16
6. UTÓSZÓ.....	17
7. FORRÁSOK.....	18

## REZÜMÉ

A kutatás témája a fekete és zöld teák antioxidáns hatásának meghatározása volt, illetve annak bizonyítása, hogy valóban rendelkeznek antioxidáns hatással. Az alapvető cél az antioxidáns hatás bizonyítása volt. A kísérletet három különböző hőmérsékletű vízzel leöntött teával, 3 perces és 10 perces áztatási idővel elkészített fekete, illetve zöld teával végeztem. A módszer, melyet az antioxidáns hatás mérésére használtam az a DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) mesterséges szabadgyököt tartalmazó standard oldattal elkészített „plate” tesztek spektrofotométeres mérésén alapul. Az elvégzett kísérlet konklúziója, hogy a magasabb hőmérsékleten főzött teák, magasabb antioxidánstartalommal rendelkeznek, valamint, hogy a zöld és fekete teák antioxidánstartalma között nincs jelentős különbség.

Kulcsszavak: DPPH, antioxidáns, teák

# 1. ELŐSZÓ

Az elmúlt években rohamosan növekszik az érdeklődés az egészségesebb életmód iránt, így ennek „keresése” is egyre nagyobb szerepet kap az emberek hétköznapi életében. Miután az antioxidánsoknak, vitaminoknak, ásványi anyagoknak és általánosságban véve az egészségnek egyre fontosabb szerepe van az életünkben, úgy döntöttem, hogy a munkámat az általam is kedvelt teáknak szentelem, amelyekről köztudott, hogy kifejezetten jó hatással lehetnek egészségünkre.

Mindannyian tudjuk, hogy a teáknak sok fajtája létezik, van amely többé, van amely kevésbé hasznos az egészségünkre. Van aki a teákat pusztán szeretetből issza, de vannak akik csak olykor-olykor nyúlnak a meleg italokhoz, leggyakrabban a megfázásuk tüneteinek enyhítése végett. De felmerülhet a kérdés az olvasóban: „Akkor a teák csak a megfázás ellen nyújtanak bármiféle segítséget?” A legrövidebb válasz erre a kérdésre a „Nem”, a hosszabb választ viszont a munkám többi része fogja magában rejteni.

A munkám során írok majd arról, hogy tulajdonképpen mik is azok az úgynevezett antioxidánsok, mi a jelentőségük az egészségünk megőrzése szempontjából, valamint arról, hogy a teák miért hordoznak magukban jelentős mennyiségű antioxidánst. Ezen kívül szeretném még kiemelni a zöld és fekete teákat, amelyek antioxidáns tartalmát kísérletileg szeretném meghatározni DPPH módszerrel, amelyet még később részletesen kifejtek.

Tehát szinte mindegy, hogy melyik teafajtaról beszélünk épp, hiszen a lágy, japán zöld teáktól kezdve, az indiai, kesernyés ízű fekete teákon át, mindben fellelhetjük a természet rejtett kincseit, az antioxidánsokat, és ezúttal a tudományt használva megérthetjük a hatásukat a szervezetre, valamint kideríthetjük, hogy milyen módon tudjuk maximalizálni a hatásukat.

## 2. MI AZ AZ ANTIOXIDÁNS?

### 2.1. Szabadgyökök, oxidatív stressz és az antioxidánsok

Már a munka elejétől kezdve, többször is használtam az antioxidáns kifejezést, viszont a témakör megértéséhez szükséges elmagyarázni azt, hogy egészen pontosan mit is nevezünk antioxidánsnak.

Ahhoz, hogy megértsük, mik is valójában az antioxidánsok meg kell értenünk, hogy tulajdonképpen mik is az úgynevezett szabadgyökök az emberi szervezetben. A szabadgyökök nem mások, mint kisméretű biomolekulák, amelyek a metabolizmus folyamatai során képződhetnek, mint melléktermékek. Például a sejtlégzés (amely egy alapvető sejteken belüli folyamat) során is keletkezhetnek szabadgyökök. Ezek a képződött melléktermékek leggyakrabban reaktív oxigén, illetve nitrogénvegyületek, mint például a hidrogén-peroxid ( $H_2O_2$ ), szuperoxidok, hidroxil-gyökök (ez nem összekeverendő a hidroxid-ionnal, amely magában töltést is hordoz). Ezek a szabadgyökök képesek „megtámadni” a szervezet egyéb biomolekuláit, legnagyobb számban a nagyobb makromolekulákat, mint például a proteineket, lipideket és egyes esetben a nukleinsavakat is, mint például a genetikai információk hordozóit is, a DNS-molekulákat. (Nelson, 2022; Lobo, 2011)

A szervezet azon állapotát, amikor a szabadgyökök felhalmozódnak oxidatív stressznek nevezzük. Ez az állapot akkor jelentkezhet, ha a szervezet nem képes a keletkezett szabadgyököket megfelelő módon megsemmisíteni, vagy eltávolítani a testből. Az oxidatív stressznek sok negatív következménye van, ilyen például a krónikus megbetegedések többsége, egyes esetekben az elhízás is, de az oxidatív stressz következményei lehetnek még egyes neurodegeneratív betegségek kialakulása is, mint például az Alzheimer-kór. (Lobo, 2011) A szabadgyökök és az oxidatív stressz jelentős szerepet játszanak még az öregedésben is, valamint egyes sejtek növekedésében, így a daganatos betegségek kialakulásában is (mivel a szabadgyökök megszakíthatják a DNS-molekulákat a sejtmagban, ami által a hordozott információ károsul, ami diszfunkcionális következményekkel járhat az adott sejtben). (Yashin, 2011)

A szabadgyökök keletkezését tovább fokozhatják még egyes tényezők, ilyen például a bevitt táplálék minősége, az ivóvíz minősége, a túlzott és megerőltető testmozgás, a levegő

minősége és szennyezettsége, valamint fontos megemlítenünk még a mindennapi stresszt is, amely napközben ér minket. (Lobo, 2010)

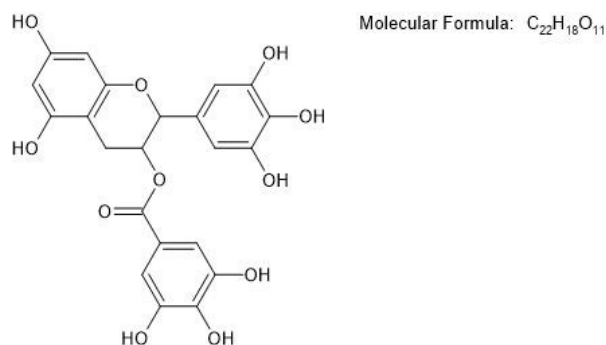
Most, hogy már tudjuk, hogy tulajdonképpen mik is a szabadgyökök és miért károsak az egészségünkre, megérthetjük, hogy az antioxidánsok miképpen segítenek az ellenük folytatott harcban. Az antioxidánsok tehát a szervezetünk „fegyverei” a szabadgyökök ellen. Ezeket a molekulákat a szervezet képes saját magától is előállítani, valamint külső forrásból is bekerülhetnek a szervezetbe. Azt, hogy a szervezet a saját szükségleteire mennyi antioxidánst tud előállítani nagyon sok tényező határozza meg, így például a genetika, táplálkozás, életmód, valamint az életkor is. (Lobo, 2010)

Az elsődleges természetes antioxidánsok közé tartoznak a flavonoidok, polifenolok, a C-vitamin, az E-vitamin (alfa-tokoferol), a polifenolok és a karotinoidok. Ezek a vegyületek megtalálhatók egyes fűszerekben, zöldségekben, gyümölcsökben, magvakban, gabonafélékben, valamint a teákban és kávéban is. (Lobo, 2010)

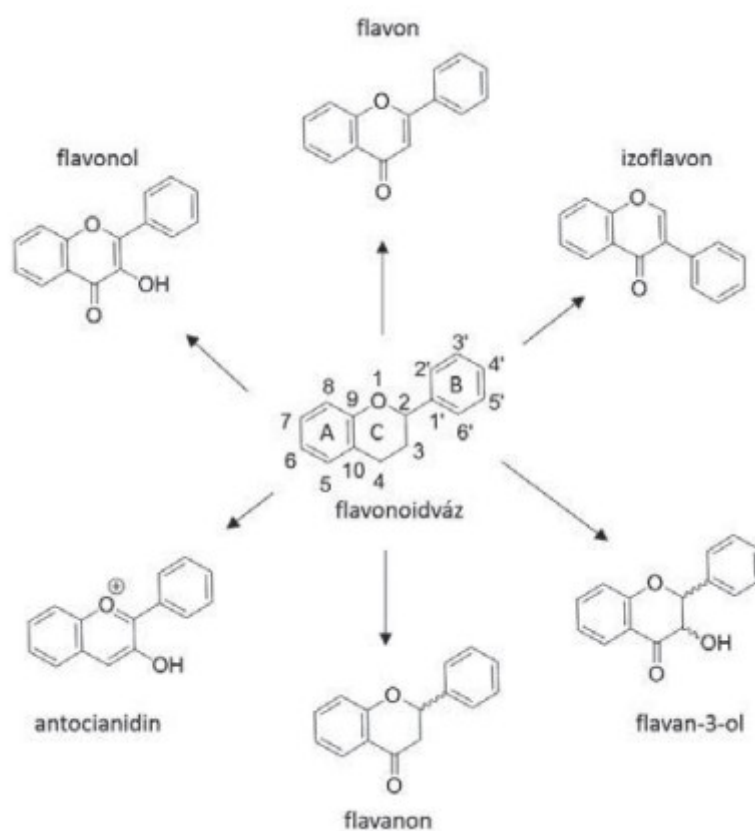
## **2.2. A teák antioxidáns hatása**

A 19. század óta már tudományosan is bizonyított tény, hogy a teák jó hatással vannak az emberi egészségre. Különféle teákból már több, mint 500-féle főként szerves eredetű vegyületet izoláltak a tudósok, amelyek különböző pozitív hatással vannak az emberi szervezetre.

A teákban több mint 70 különböző polifenol vegyület van jelen, ilyenek például a theaflavinok, tearubiginek, flavonolok (flavonoidok egyik alcsoportja) (2. ábra), katechinek, epikatechinek, oxiaromatikus savak, galluszsav származékok és proantociánok. (Bartoszek, 2018) Az egyik legerősebb antioxidáns, amely a zöld teákban található legnagyobb mennyiségben az epigallokatechin-3-gallát nevű vegyület (1. ábra), rövidítve az EGCG, amely a katechinek egyik csoportjába tartozik. (Bartoszek, 2018) A katechinek oxidációjával, katechin dimerek keletkeznek, amelyeket theaflavinoknak nevezünk. Ezek a vegyületek felelnek a tea színéért, ízéért és jelentős részben hozzájárulnak a tea antioxidáns aktivitásához is. (Yashin, 2011)



1. ábra: Epigallokatechin-3-gallát szerkezeti képlete



2. ábra: Különböző flavonoidvázak alapszerkezetei (Abrankó, 2018)

Az flavonoid mennyiség egyenesen arányos a tea antioxidáns hatásával, ez azt jelenti, hogy minél több flavonoidot tartalmaz a tea, annál erősebb az antioxidáns hatása. (Bartoszek, 2018) Ezen hatásuk miatt a teákat néhány helyen a rákkezelés kiegészítő terápiájaként is használják. (Lobo, 2010)

### 3. ANTIOXIDÁNSOK AZ EMBERI SZERVEZETBEN

#### 3.1. Antioxidánsok, amelyeket az emberi szervezet állít elő

Az emberi szervezet is képes antioxidánsok előállítására, így fontosnak tartom, hogy erről is szót ejtsek röviden.

Az első és talán legfontosabb ilyen vegyület a **glutation (GSH)**. A glutation nem más mint egy rövid polipeptidlánc, egészen pontosan egy tripeptid, amely három aminosavból áll (glicin, cisztein és glutamin sav). A glutation a legtöbb aerob szervezetben megtalálható vegyület, ám az emberi szervezet ennek előállítására is képes. Elsődleges feladata, a szervezetben levő sejtek oxido-redukciós állapotának fenntartása, így a szervezetünk szempontjából nagyon jelentős antioxidáns. A glutation a cisztein hidrogén-szulfid funkciós csoportjának köszönheti antioxidáns tulajdonságát, amely képes oxidálódni, valamint redukálódni is. A szervezet számára a redukált alakja fontosabb, hiszen ez az a formája, amellyel el tudja „kapni”, megkötni a jelenlevő szabadgyököket. A glutationnak jelentős szerepe van a hemoglobin molekulák belsejében levő  $Fe^{2+}$  ionok ( $2+$ ) oxidációs állapotának fenntartásában is, hiszen a vas ionok oxidált alakja, az  $Fe^{3+}$  ionok, nem képesek megkötni az oxigén molekulákat. Az említett tripeptid redukált formáját pedig egy enzim segít fenntartani, a glutation-reduktáz. (Lobo, 2010)

A következő jelentős antioxidáns, mely jelen van az emberi szervezetben, nem más, mint a **melatonin**, IUPAC megnevezés szerint a N-acetil-5-metoxitriptamin. Ez a vegyület megtalálható az állati szervezetekben, valamint még néhány kezdetleges szervezetben, mint például az algákban. A melatonint nevezhetjük akár irreverzibilis antioxidánsnak is, hiszen egyes szabadgyökökkel reagálva (amikor a melatonin oxidálódik) stabil reakciótermékek keletkeznek, így a melatonin nem képes újra redukálódni az eredeti, aktív formájába. A melatonin ezt leszámítva, egy elég erős antioxidáns, amely képes átlépni a vér-agy gátat, így az idegsejtekben, illetve környezetükön keletkező szabadgyökök megkötésére is képes. (Lobo, 2010)

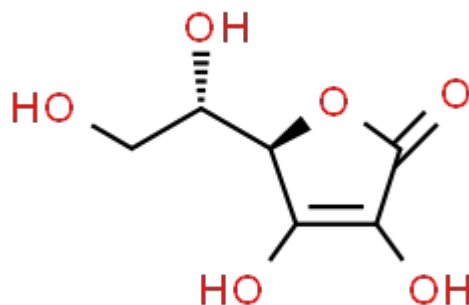
A **húgysav** is egyfajta antioxidáns hatással bír, és az emberi szervezet is képes a szintetizálására. A húgysav antioxidáns jellege feltételezhetően amiatt alakult ki, mivel az emberi szervezet, nem képes aszkorbinsavat (más néven C-vitamint) előállítani, így a



húgysav egyféle „helyettesítő” vegyülete ennek. Ennek ellenére a húgysav, megközelítőleg a plazma antioxidáns hatásának feléért felelős. (Lobo, 2010)

### 3.2. Külső forrásból származó antioxidánsok

Az emberi szervezet számára az egyik legfontosabb antioxidáns hatású vegyület az aszkorbinsav, azaz C-vitamin (3. ábra). Mivel a szervezetünk nem képes saját maga számára előállítani C-vitamint, így ezt külső forrásból kell pótolnunk. A sejtekben az aszkorbinsav redukált, azaz aktív alakban található meg. Az aszkorbinsav redukált formáját a glutathion segít fenntartani, különböző enzimek által katalizált reakciók segítségével, ilyen enzim például a protein diszulfid izomeráz, valamint a glutaredoxin enzimek. Mivel a C-vitamin egy redukálószer, így képes a szabadgyököket redukálni, ezáltal hatástalanítja őket, ezt nevezzük a direkt antioxidáns hatásának. A direkt antioxidáns hatáson kívül az aszkorbinsav közvetetten is bekapcsolódik a reaktív metabolitok hatástalanításába, mivel egy antioxidáns hatású enzim szubsztrátja. A C-vitamin hiánya egy ismert betegség okozója is, a skorbut<sup>1</sup>. (Lobo, 2010)



3. ábra: A C-vitamin (aszkorbinsav) szerkezeti képlete

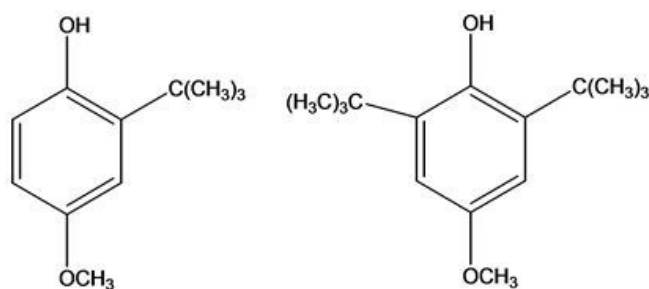
A különféle antioxidánsokat be tudjuk vinni a szervezetünkben a táplálékkal, amit elfogyasztunk. A legnagyobb antioxidáns tartalmú táplálékok közé tartoznak a bogyós gyümölcsök, az olívbogyók, citrusfélék, cseresznye, meggy és még sok más gyümölcs- és zöldségféle. Az utóbbi időben egyre felkapottabb téma lett a zöld és fekete teák antioxidáns tartalmának hatása, így a tudósok egyre több kutatást végeztek az említett

---

<sup>1</sup>Skorbut: ritka, súlyos, táplálkozási betegség, amelyet a C-vitamin tartós hiánya okoz. Legfontosabb tünetei a fogínyvérzés, fogvesztés, vérszegénység.

italokkal kapcsolatosan. Kiderült, hogy például a zöld és fekete teák kivonatának, száraz tömegének nagy részét fenolos vegyületek alkotják, amelyek közismerten antioxidáns hatásúak. (Al-Obaidi, 2015; Nelson, 2022) Ezeken kívül az indiai konyha, valamint az indiai gyógynövények is az antioxidáns anyagok tömkelegét kínálják a fogyasztóknak. Ilyen fűszer- és gyógynövények például a kurkuma, gyömbér, fahéj, fekete köménymag, hagyma, fokhagyma, valamint a curry levelek is. (Lobo, 2010)

Ejtenék még pár szót a szintetikusan előállított antioxidánsokról is, amelyeket az élelmiszeripar és a kozmetikai ipar is előszeretettel alkalmaz, hiszen ezek meggátolják a termékek oxidációját (például egyes zöldségek vagy gyümölcsök barnulását, az élelmiszeripar esetében). A leggyakrabban használt szintetikus antioxidánsok közé tartoznak a di-terc-butil-hidroxi-toluol (angolul: butylated hydroxytoluene, BHT), valamint a butil-hidroxi-anizol (angolul: butylated hydroxyanisole, BHA) (4. ábra). A BHT és BHA vegyületek a leggyakrabban használt antioxidáns szerek az élelmiszer- és kozmetikai-iparban, viszont ezek a vegyületek magas hőmérsékleteken instabilak és egyes rákkeltő tulajdonságokkal rendelkeznek, valamint a mesterségesen előállított adalékanyagok közé tartoznak, így egyre inkább korlátozva van a használatuk. (Lobo, 2010) Ezeket a mesterségesen előállított antioxidáns szereket az egészségkárosító hatásuk miatt érdemes kerülni, valamint e miatt egyre több helyen tiltott a használatuk. A szintetikus antioxidánsok helyettesítésére természetes antioxidánsok kerülnek, amelyek előállítása ugyan drágább, de nem rendelkeznek káros hatással az emberi szervezetre. (Lobo, 2010)



4. ábra: A BHA (bal oldali) és a BHT (jobb oldali) vegyületek szerkezeti képletei

## **4. A TEÁK ANTIOXIDÁNS TARTALMÁNAK KIMUTATÁSA**

### **4.1. A DPPH módszer leírása**

A teák antioxidáns tartalmát többféle módszerrel is ki lehet mutatni, ezek közül a munkában csak az úgynevezett DPPH módszerről lesz szó.

A DPPH, azaz 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil a szabadgyökök megkötésén alapuló módszer. A vegyület, amelyet röviden csak DPPH-nak nevezünk, valójában egy mesterséges szabadgyököt képvisel, amellyel a mintában levő antioxidánsok reagálnak. A módszer előnye, hogy a DPPH gyök, más gyökökhöz képest stabil, nem agresszív és a mérés egyszerű. A módszer hátránya, hogy a DPPH gyök élő szervezetekben nem fellelhető, így tulajdonképpen a kapott eredmények nem alkalmazhatóak teljes mértékben az élő szervezetekre. Ezen kívül a DPPH molekulák nagyobb méretűek, mint a szervezetben fellelhető gyökök, így a kisebb antioxidáns molekulák jobban hozzáférnek, mint a nagyobb méretűek. (Al-Obaidi, 2015)

A DPPH módszer a mintákban található teljes antioxidánstartalom meghatározására szolgál. A szabadgyök semlegesítését spektrofotométeres módszerrel határoztam meg, az eredményeket pedig gátlás százalékban (továbbiakban: gátlás%) (inhibíció) határoztam meg. A kísérletet a teák vizes oldatával, frissen készített DPPH oldattal ( $6 \cdot 10^{-5}$  M) és metanollal végeztem. A spektrofotométeres méréseket 517 nm hullámhosszon mértem. Az elkészített teákból 1-1 mintába 190  $\mu$ L metanol, 100  $\mu$ L DPPH oldat és 10  $\mu$ L tea került.

### **4.2. A kísérlet eredményei**

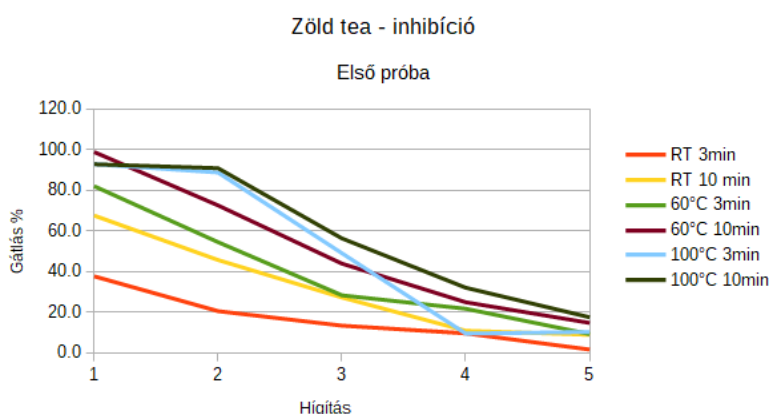
A kísérlet során 12 minta készült, és kétszer ismételtam a kísérletet, így összesen 24. A kísérletet zöld és fekete teákkal végeztem (Lorn Nelson gyártó). A teákat három hőmérsékleten készítettem el, szobahőmérsékleten (23°C, továbbiakban rövidítve: SzH), 60°C vízzel, valamint a harmadikat 100°C -os vízzel. Minden teafiltert 3 illetve 10 percig áztattam, majd ekkora időközönként történt belőlük mintavétel.

1. táblázat: A kísérleti minták felosztása

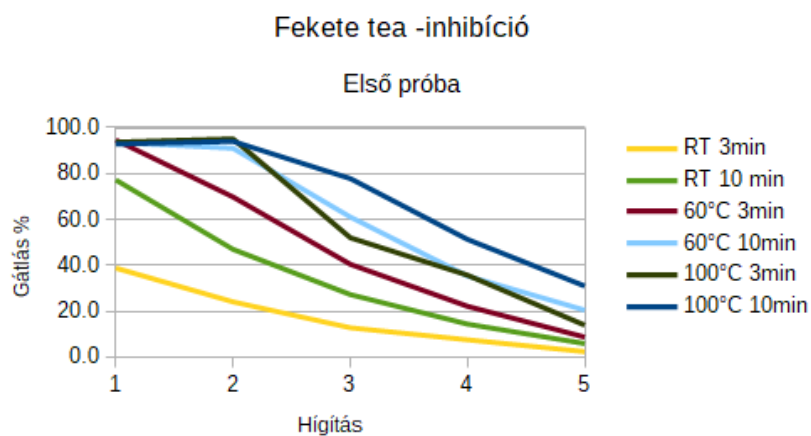
Teafajta	Hőmérséklet	Áztatás ideje
Fekete tea	100°C	3 perc
		10 perc
Zöld tea	100°C	3 perc
		10 perc
Fekete tea	60°C	3 perc
		10 perc
Zöld tea	60°C	3 perc
		10 perc
Fekete tea	23°C	3 perc
		10 perc
Zöld tea	23°C	3 perc
		10 perc

A minták abszorbanciáját „plate test”-ek segítségével határoztam meg, valamint mivel a minták antioxidáns képessége túl erős volt az elkészített DPPH reagenshez, így szükséges volt a minták hígítása. A hígítás ugyanúgy „plate”-ek segítségével történt, 8x, 16x, 32x, 64x és 128x hígításokkal.

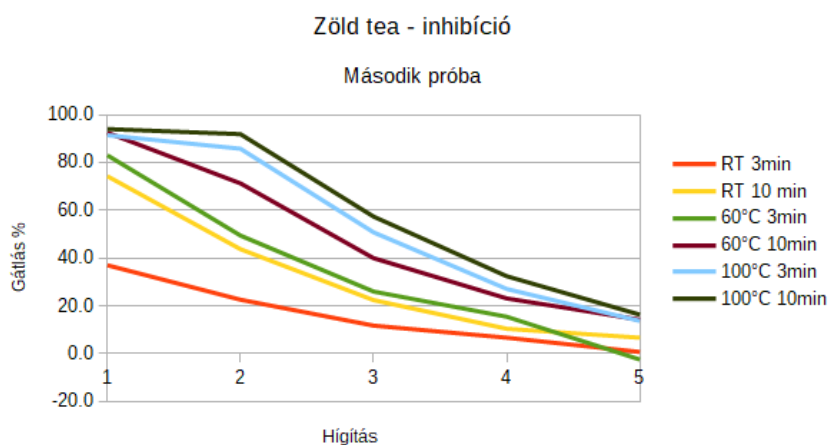
A mérési eredményeket egy Microsoft Excel táblázatba vittem be. Majd grafikonokat készítettem (5-8. ábrák) a teák szabadgyök megkötéséről (inhibíció) gátlás%-ban kifejezve, a hígítás mértékének függvényében. (A görbéken a szobahőmérséklet „RT”-ként van rövidítve.) Az 5. és 7. ábrák a zöld teákra, a 6., illetve a 8. ábrák a fekete teákra vonatkoznak. A mérési eredmények a következők voltak:



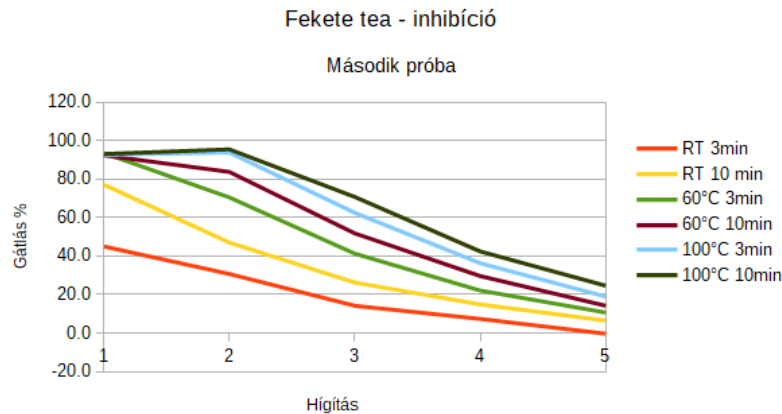
5. ábra: A zöld tea szabadgyök gátlási képességének kimutatása az első próbánál



6. ábra: A fekete tea szabadgyök gátlási képességének kimutatása az első próbánál



7. ábra: A zöld tea szabadgyök gátlásának kimutatása a második próbánál



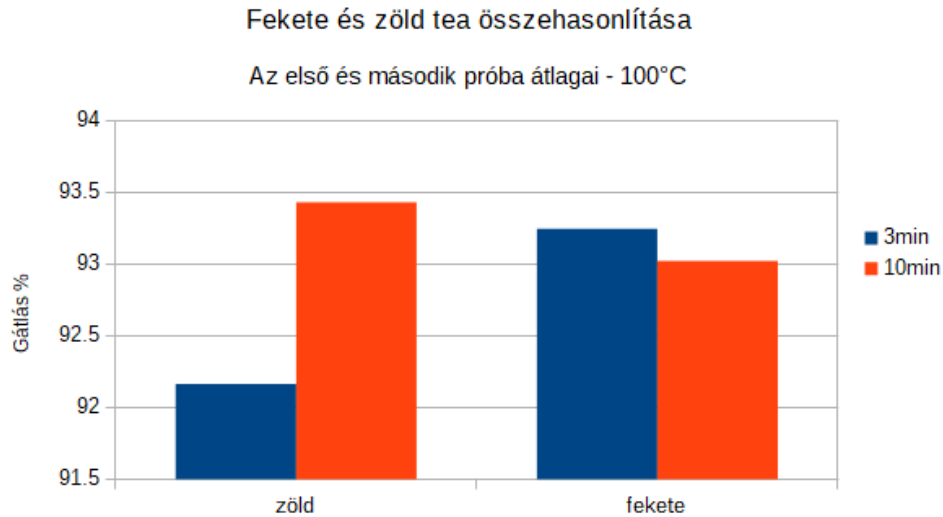
8. ábra: A fekete tea szabadgyök gátlásának kimutatása a második próbánál

### 4.3. A kísérlet eredményeinek feldolgozása

Az mérési eredményekből kapott grafikonok (5-8. ábrák) alapján megállapíthatjuk, hogy a magasabb hőmérsékleteken főzött teák több antioxidánst tartalmaznak, a 100 °C-os zöld és fekete teák rendelkeznek a legnagyobb szabadgyök semlegesítési képességgel.

A szobahőmérsékleten áztatott teafilterek alacsonyabb képességet mutatnak szabadgyökök semlegesítésében, viszont az idő függvényében megnövekedett az antioxidánsok tartalma az oldatokban. Az idő elteltével a magasabb hőmérsékleten készített teák nem mutatnak nagyobb eltérést az antioxidáns tartalmat illetően, illetve esetleg enyhe növekedés tapasztalható.

Mivel a 100 °C-on elkészített teák mutatnak legnagyobb antioxidánstartalmat, így ezeket is összehasonlítottam és ez alapján a következő eredményeket kaptam:

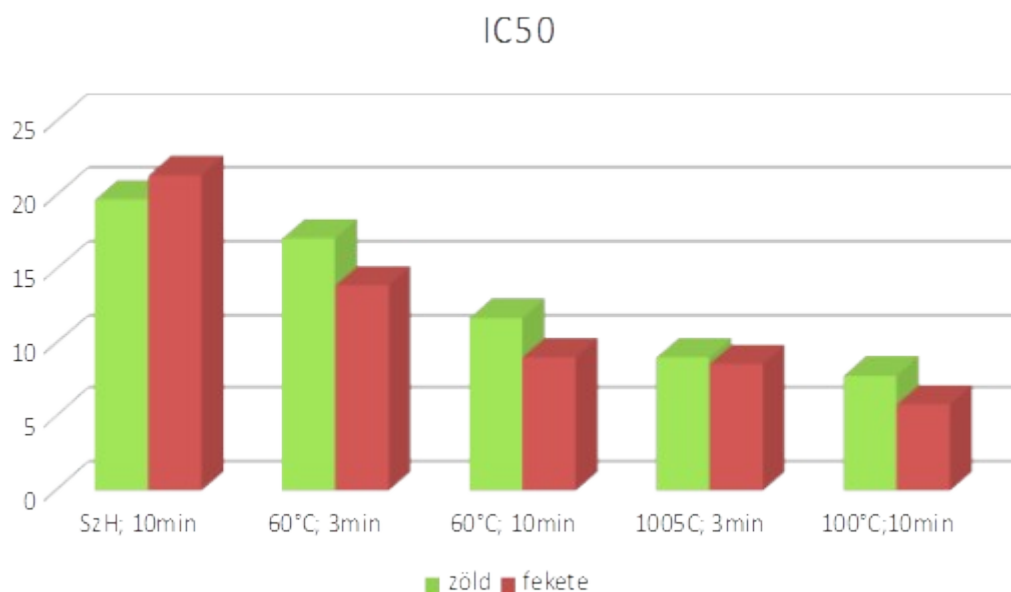


9. ábra: A fekete és zöld tea, 100°C-on főzött próbáinak összehasonlítása, 8 szoros hígításakor

Az alábbi ábrán látható összehasonlítás a fekete és zöld teákra vonatkozik, amelyek 100 °C-on voltak főzve, valamint összehasonlítva van a 3 perc után vett minta, és a 10 perc után vett.

Látható, hogy az antioxidáns tartalom 8 szoros hígítás után mind a kettő tea esetében 92% és 93.5% körül vannak, tehát a különbség nem túl számottevő. A zöld teában a hosszabb áztatás során kicsit megnövekedett az antioxidáns tartalom.

Ezen az összehasonlításon kívül az antioxidánsok hatásainak elemzésekor kiszámolhatjuk az úgynevezett  $IC_{50}$ -es értéket. Az  $IC_{50}$  nem más, mint az a szám, amely megmutatja, hogy az antioxidáns mely koncentrációja ér el 50%-os szabadgyök gátlást. Tehát, minél kisebb egy antioxidáns  $IC_{50}$ -es értéke, annál erősebb. A 10. ábra a vizsgált teák  $IC_{50}$ -es értékét mutatja be. Amint a 10. ábrán jól látható, ezen értékek alapján a fekete tea bizonyult erősebb antioxidáns tartalmúnak, a vizsgált körülmények között. Az ábrán hiányzik a szobahőmérsékleten főzött teák  $IC_{50}$ -es értéke, ezt az eredmény ennél a táblázatnál figyelmen kívül hagytam, mivel az adott hígításoknál, ez a minta nem érte el az 50%-os szabadgyök semlegesítési értéket, és így nem lehetséges meghatározni az  $IC_{50}$ -es értéket.



10. ábra: Az ábrán a különböző teák, különböző hőmérsékleten készített változatainak IC<sub>50</sub>-es értéke látható

## 5. KÖVETKEZTETÉSEK

A kutatómunkám során, az elolvasott szakirodalmak alapján és a gyakorlati rész elvégzése után, arra a következtetésre jutottam, hogy a fekete és zöld teák valóban magas antioxidáns aktivitással rendelkeznek, amely azt jelenti, hogy alkalmasak a szabadgyökök semlegesítésére amelyek az élő szervezetekben is jelent vannak, kisebb-nagyobb mértékben.

A kísérleti eredményeim nem mutatnak jelentősebb különbséget a zöld és fekete teák összes antioxidáns tartalma között, ami azt jelenti, a mindennapi életünk során tulajdonképpen mind a kettő-féle tea megfelelő antioxidáns forrás, amellyel segíthetjük a szervezetünk „harcát” a reaktív szabadgyökök ellen.

A kísérleti eredmények nem lettek 100%-osan reprezentatívak, mivel csak kettő próba készült, így ezt a kísérletet úgy lehetne javítani, hogy több próba készül.



## 6. UTÓSZÓ

A munka megírása során sok új tényt tanultam meg az antioxidánsokról, a szabadgyökökről, az oxidatív stresszről. A kutatási munka során nem csak az elméleti tudással gazdagodtam, hanem sok gyakorlati tapasztalatot is szereztem, amelyet hasznosnak tartok ezen a szakterületen belül.

A kutatást sokféle módon lehetne folytatni, ilyen módszer lehetne például a TLC kromatográfiás eljárás is. A TLC kromatográfia (vékonyréteg kromatográfia) lehetővé tenné a különböző típusú antioxidáns hatással rendelkező molekulák szétválasztását is, majd ezek után ezeknek a szétválasztott molekuláknak akár meg lehetne határozni külön-külön is az szabadgyök semlegesítési képesség, azaz, hogy az egyes molekula típusok, amelyek megtalálhatók a teákban, mennyire erős antioxidánsok.

Összességében a műhelymunka megírása után sok új tudással gazdagodtam, amely reményeim szerint segítségemre lesz, hogy tanulmányaim után, minél több elméleti, gyakorlati és a mindennapi élet területén hasznos tudással rendelkezek.

## 7. FORRÁSOK

1. Abrankó, L. (2018). Élelmi polifenolok, Egy sokszínű molekulacsoport. *Magyar Kémikusok Lapja*, LXXIII. évfolyam, 11. szám, 345-351. doi: 10.24364/MKL.2018.11
2. Bartoszek, M., Polak, J., Chorążewski, M. (2018). Comparison of antioxidant capacities of different types of tea using the spectroscopy methods and semi-empirical mathematical model. *European Food Research and Technology*, 244, 595–601. <https://doi.org/10.1007/s00217-017-2986-z>
3. Lobo, V., Patil, A., Phatak, A., & Chandra, N. (2010). Free radicals, antioxidants and functional foods: Impact on human health. *Pharmacognosy reviews*, 4(8), 118–126. <https://doi.org/10.4103/0973-7847.70902>
4. Nelson, S. (2023). Considering the Antioxidant Properties of Tea to Improve Human Health in *Recent Advances in the Health Benefits of Tea* IntechOpen. DOI: 10.5772/intechopen.107148
5. Al-Obaidi, R.S.S., Sahib, D.H. (2015). Determination of Antioxidants Activity in Tea Extract. *American Journal of Biochemistry*, 5 (3), 49-52. doi: 10.5923/j.ajb.20150503.01
6. Yashin, A., Yashin, Y., & Nemzer, B. (2011). Determination of antioxidant activity in tea extracts, and their total antioxidant content. *American Journal of Biomedical Sciences*, 3(3), 195-202. <https://doi.org/10.5099/aj110400322>