

SZAKDOLGOZAT

Virág Bence-Szakdolgozat

Virág Bence

2024



**Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Budai Campus
Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet
élelmiszermérnök alapképzési szak**

**GANODERMA LUCIDUM ÉRTÉKES
KOMPONENSEINEK NYOMON KÖVETÉSE A
NÖVEKEDÉS SORÁN**

Belső konzulensek: **Dr. Bánvölgyi Szilvia**
egyetemi docens
Klosz Katalin Ildikó
egyetemi tanársegéd

**Belső konzulensek
intézete/tanszéke:** **Élelmiszertudományi és
Technológiai Intézet /
Élelmiszeripari
Műveletek és
Folyamattervezés
Tanszék**

Készítette: **Virág Bence**

**Budapest
2024**

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet
Élelmiszeripari Műveletek és Folyamattervezés Tanszék

Tartalomjegyzék

1. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉS	1
2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS	3
2.1. <i>Gombák helye a világban</i>	3
2.2. <i>Mikoterápia és mikológia történelme</i>	4
2.3. <i>Mi a Ganoderma lucidum?</i>	5
2.4. <i>A G. lucidum morfológiája</i>	6
2.5. <i>A G. lucidum termesztése</i>	6
2.6. <i>Ganoderma lucidum fontos vegyületei</i>	8
2.6.1. <i>Antioxidánsok</i>	9
2.6.2. <i>Tritepének</i>	9
2.6.3. <i>Poliszacharidok</i>	9
2.6.4. <i>Fenol vegyületek</i>	10
2.7. <i>Ganoderma lucidum a múltban</i>	10
2.8. <i>Ganoderma lucidum a jelenben</i>	11
2.9. <i>Ganoderma lucidum felhasználási területei</i>	12
3. ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK	14
3.1. <i>Felhasznált anyagok</i>	14
3.1.1. <i>Gomba</i>	14
3.1.2. <i>Alkalmazott vegyszerek</i>	14
3.2. <i>Alkalmazott módszerek</i>	15
3.2.1. <i>Extrakció</i>	15
3.2.2. <i>Összes polifenol meghatározás</i>	16
3.2.3. <i>Antioxidáns mérés</i>	18
4. KÍSÉRLETI EREDMÉNYEK ÉS KIÉRTÉKELÉSÜK	21
4.1. <i>Polifenol tartalom vizsgálat</i>	21
4.2. <i>Antioxidáns tartalom meghatározása</i>	23
5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK	26
6. ÖSSZEFOGLALÁS	27
7. ÁBRA- ÉS TÁBLÁZATFORRÁSOK	28
8. IRODALOMJEGYZÉK	29
9. KÖSZÖNETNYÍLVÁNÍTÁS	32

1. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITÚZÉS

Napjainkban az emberek nagy része jobban odafigyel arra, hogy a mesterséges hatóanyagokkal dúsított gyógyszerek, étrendkiegészítők, illetve gyógykészítmények helyett természetes gyógymódokat alkalmazzon. Ennek oka, hogy próbálunk jobban odafigyelni arra, hogy mi az, amit a szervezetünkbe juttatunk, illetve a mai trendek követése. Már több évezreddel ezelőtt alkalmazta az akkori civilizáció a gyógynövényeket, igaz akkor még azért, mert szertartásokra, illetve hiedelmekre alapozták azok kedvező hatásait, viszont a gombák gyógyító ereje nem volt még olyan elterjedt (legalábbis Ázsián kívül). Ipari termelése is csak pár évtized, esetleg évszázaddal ezelőtt kezdődött meg.

A hagyományos gyógymódokban évszázadok óta tisztelt gyógygombák az utóbbi időben jelentős figyelmet kaptak a modern tudományos kutatások során és az egészségtudatos emberek körében. Ezek a rendkívüli gombák, köztük a *Ganoderma lucidum* (reishi) bioaktív vegyületek gazdag tárházával rendelkezik, beleértve a poliszacharidokat, triterpéneket, polifenolokat és antioxidánsokat. Változatos terápiás tulajdonságaik felkeltették az érdeklődést az egészséget és jólétet elősegítő potenciáljuk iránt, az immunmodulációtól és a stresszcsökkentéstől a gyulladáscsökkentő és antioxidáns hatásig.

A *Ganoderma lucidum*, közismert nevén reishi gomba, a természet mélyreható gyógyító potenciáljának emblémája évezredek óta. A hagyományos keleti gyógyászatban a "halhatatlanság gombájaként" ismerik, kiváló hírneve kultúrákon átível, az ókori Kínától és Japántól a mai globális közösségekig. Ezt a figyelemre méltó gombát a fényes vörös sapkája és fás textúrája jellemoz. A polifenolok sokrétű biológiai aktivitása kiemeli fontosságukat az egészség megőrzésében, a betegségek megelőzésében és az általános jólét támogatásában. A polifenolok kedvező hatásai közé tartozik a gyulladáscsökkentő hatás, szív és érrendszeri betegségek, rákos daganatok és a bőrbetegségek megelőzése. Az antioxidánsok döntő szerepet játszanak az egészség megőrzésében és a különböző betegségek megelőzésében, mivel megvédik a sejteket és szöveteket az oxidatív károsodástól. Az antioxidánsok kedvező hatásai közé tartozik az érrendszer épségnek megőrzése, rákellenes hatás, az immunrendszer működésének segítése, és az öregedés késleltetése. A gyógyítók és gyógynövénykutatók évszázadok óta hasznosítják terápiás tulajdonságait, hogy erősítsék a szervezet védekezőképességét. Ahogy a modern tudomány fejlődött, a *Ganoderma lucidum* a kutatás és az érdeklődés középpontjába került.

Kutatásom célja feltárni a *Ganoderma lucidum*ban található értékes komponenseket a gombának különböző növekedési szakaszaiban. Elképzelésem szerint a gombában található polifenol, illetve antioxidáns tartalom a gombaminták növekedése során más-más értékeket fog mutatni, amiket méréssel szeretnék alátámasztani. A mérésem során kétféle extrakciós módot végeztem el és az eredmények alapján azok összehasonlítását szeretném bemutatni.

Virág Bence-Szakdolgozat

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. Gombák helye a világban

A gombák felépítése rendkívül különbözik a növényekétől, főként mivel a sejtjeik jellemzően fonal alakúak. Pár évtizeddel ezelőttig a gombákat a szakirodalom a növényvilágba sorolta, azonban ez a meghatározás hamis, ugyanis a gombák és a növények anyagcseréje, sejtszerkezete, illetve kémiai felépítése teljesen eltérő. (Kalmár, 1982)

A gombák olyan makrogombák, amelyek jellegzetes termőtesttel rendelkeznek, ezek lehetnek epigének vagy hipogének, és szabad szemmel kellően feltűnőek ahhoz, hogy kézzel szedjék őket. A gombák nagy tápértékű élelmiszerként való értékelése számtalan kutatással megalapozott. Sokféle gomba ehető, ugyanakkor tonizáló és gyógyászati tulajdonságokkal is rendelkeznek. A gombák emberi felhasználása már Kr.e. 5000-ben is elterjedt volt. (Singh, 2017) Hozzávetőlegesen 1,5 millió gombafaj terjedt el a világon, ebből 70 000 fajt sikerült azonosítani. Körülbelül 10 000 ismert gombafajt természetesen világszerte, ezek közül 2000 biztonságos emberi fogyasztásra, és körülbelül 300 közülük gyógyászati tulajdonságokkal rendelkezik. (Ahmad, 2018) Évszázadokon keresztül néhány gombát az ősemberek és egyes primitív törzsek a vallási szertartásaikban használtak. A rómaiak úgy vélték, hogy a gombák olyan tulajdonságokkal rendelkeznek, amelyek segítenek megtalálni az elveszett tárgyakat, és elvezetik a lelkeket az istenek birodalmába. Az ehető gombákat nemcsak jellemző ízük miatt fogyasztják, hanem fontos tápértékük miatt is. Friss tömeg alapján a gombák fehérjetartalom szempontjából jobbak, mint bármely zöldség és gyümölcs, de kedvezőtlenebb a hús- és tejtermékeknél, amelyek a hagyományos fehérjeforrások. (Singh, 2017)

Az elmúlt évtizedekben egyre jobban tudatosodott a gombák jelentős szerepe az emberek táplálkozásában, vagyis a gomba története még csak most kezdődött, annak ellenére, hogy ősi eredete van. A gombák értékes gyógyászati tulajdonságokkal rendelkeznek, amelyek segíthetik az emberi szervezet immunrendszerének erősítését. Egyes fajok figyelemreméltó tudatmódosító hatásai segíthetik a végstádiumú betegeket azáltal, hogy életük végén enyhítik a szorongást, és ősidők óta számos embercsoport használta ezeket a "varázsgombákat" vallási és spirituális célokra. Emellett az élő környezet szempontjából a gombák a természet újrahasznosításának „szakértőiként” is felfoghatók, amelyek nagy reményeket ébresztenek a bioremediációban (a szennyezőanyagok szaporodó mikroorganizmusokon keresztül történő eltávolításában) egyes szennyezett területeken. (Bertelsen, 2013)

2.2. Mikoterápia és mikológia történelme

A mikoterápia, mint fogalom a fitoterápiából keletkezett kifejezés. Amíg a fitoterápia a növényekkel való gyógyítást jelenti, addig a mikoterápia ebből kiindulva a gombákkal való gyógyítást foglalja magába. A mikoterápia, mint szakkifejezés nem régóta használatos, először Lelley használta 1999-ben. Azonban a gombáknak a gyógyító hatását már évezredekkel a kifejezés előtt ismerhették. A kezdeti időben az emberek előszeretettel használtak olyan gombákat melyek a transz állapotba kerülést segítették elő, ugyanis ekkor leginkább szertartások alkalmával használták őket. Mivel a varázslás és a gyógyítás szorosan kapcsolódott egymáshoz, így valószínűleg tapasztalatok alapján jutottak arra a következtetésre, hogy a gombáknak mindenek mellett gyógyhatásuk is lehet. (Leskó, n.d.)

A gombák olyan eukarióta élőlények amelyek rendszerezése és körülhatárolása vitatott. Manapság a gombákat már az állatoktól és növényektől külön országnak tekintik. Emiatt a gombákkal foglalkozó tudományág, azaz a mikológia, teljesen egyenrangú a növényekkel (botanika) és az állatokkal (zoológia) foglalkozó tudományággal (Jakucs, 1999).

A mikológia nagyon sok tudományággal áll kapcsolatban, melyek között átfedés is van. A mikológia mint tudományág elég tág, mivel magába foglalja a gombák rendszertanát, szervezetenát, biokémiáját, élettanát és még számos más részét ami a gombákhoz kapcsolódik.

A gombák kutatása, a mikológia másfajta élőlények vizsgálatával indult. Az ember gombákkal kapcsolatos ismerete azonban kevesebb, mint a magnövényeké és a nagyobb állatoké. A gombák fosszilis feljegyzései a devon és a precambrian korszakra nyúlnak vissza. Az embert mindig is lenyűgözte a balsors, és a gombákról szóló korábbi írásos feljegyzések az általuk okozott pusztulásról szólnak. Az egyiptomiak a nagy Isten, Ozirisz ajándékának tekintették az emberiség számára. Az i.sz. 300 és i.sz. 1300 közötti időszakban gyakorlatilag nem bővültek a gombákról szóló ismeretek. A mikroszkóp felfedezése meghatározó lépés volt a mikrobiológia tanulmányozásában. A következő fontos mérföldkő a mikológia és a növénykörtan tanulmányozásában Linné „Species Plantarum” című könyve volt. Ez a munka hozzájárult a gombák jobb megértéséhez, és létrehozta a binomiális nomenklatúra rendszert, amelyben minden növény binomiális nevet kapott, azaz egy általános és egy speciális nevet. Bár Linné nem sokat kísérletezett gombákkal, jelentős mértékben hozzájárult a mikológiához azzal, hogy beillesztette őket latin binomiális rendszerébe. (Mehrotra and Aneja, 1990)

2.3. Mi a *Ganoderma lucidum*?

A *Ganoderma lucidum* a valódi gombák (Fungi) országába, a bazídiumos gombák törzsébe, a Basidiomycetes osztályába, ezen belül a *Ganodermatales* rendbe és *Ganodermataceae* családba tartozik. A *Ganoderma* nemzetségbe sok faj sorolható, de csoportosításuk mindig változik új kutatások eredményeinek következtében. (Földi, 2011) A természetben leginkább lombhullató fafajok élő és holt faanyagán, magas páratartalom mellett, mérsékelt fényviszonyok mellett növekszik. A *Ganoderma lucidum* egy szaprofita vagy fakultatív parazita. A természetben a szubtrópusi és mérsékelt éghajlati övezetekben, Ázsia, Európa, valamint Észak- és Dél-Amerika erdőiben nő. (Cör et al., 2018)

A *Ganoderma lucidum* egy keleti gomba, amelyet régóta használnak az egészség és a hosszú élettartam elősegítésére Kínában, Japánban és más ázsiai országokban. Ez egy nagy, sötét gomba, fényes külsővel és fás textúrával. A latin *lucidus* szó jelentése „fényes” vagy „ragyogó”, ami a gomba felületének lakkozott megjelenésére utal. Kínában a *G. lucidumot* lingzhi-nek hívják, míg Japánban a *Ganodermataceae* család neve reishi vagy manmentake. A kínai nyelvben a lingzhi név a spirituális potencia és a halhatatlanság lényegének kombinációját jelenti, és a „szellemi potencia gyógynövényének” tartják, amely a sikert, a jólétet, az isteni erőt és a hosszú életet szimbolizálja. A természetű gombák közül a *G. lucidum* egyedülálló abban, hogy inkább gyógyszerészeti jelentősége, mint tápértéke a fontosabb. A kereskedelemben különféle *G. lucidum* termékek állnak rendelkezésre különböző formában, például porok, étrend-kiegészítők és tea. Ezeket a gomba különböző részeiből állítják elő, mint például a micéliumból, a spórákból és a termőtestekből. (Wachtel-Galor et al., 2011)

A *Ganoderma lucidum* termőteste, micéliuma és spórái körülbelül 400 különböző bioaktív vegyületet tartalmaznak, amelyek főként triterpenoidok, poliszacharidok, nukleotidok, szterolok, szteroidok, zsírsavak, fehérjék/peptidek és nyomelemek. Ezen vegyületek számos farmakológiai hatásaikról beszámoltak, pl. immunmoduláló, érelmeszesedés-ellenes, gyulladáscsökkentő, fájdalomcsillapító, kemoprevenziós, daganatellenes, kemo- és sugárvédő, alvást elősegítő, antibakteriális, vírusellenes (beleértve a HIV-ellenest is), hipolipidémiás, antifibrotikus, májvédő, antidiabetikus, antiandrogén, antiangiogén, antiherpetikus, antioxidáns és gyökfogó, öregedésgátló, hipoglikémiás, ösztrogén hatású és fekélyellenes tulajdonságokkal rendelkezik. (Sanodiya et al., 2009)

2.4. A *G. lucidum* morfológiája

A *Ganoderma lucidum* termőtestét egy lakkosan fénylő külső kéreg védi. Fejlődése elején szabálytalan alakú, majd amint kifejlődött félkör vagy akár vese alakú is lehet az 5-25 cm átmérőjű kalapja. Kalapjának színe sárgás-barnás, középről kifele világosodik, közepe bíborbarna, széle sárgásfehéres. Apró pórusokkal rendelkeznek melyek 4-6 mm nagyságúak. A termőtest oldalt álló. Magyar elnevezésében nem véletlen szerepel a pecsétviasz, hiszen felülete hasonló a pecsétviaszéhoz és kissé göröngyös. Belső állománya az idő előrehaladtával keményedik, akár fakeménységűig. A pecsétviaszgomba lombos fák gyökérparazitája, de előfordulhat, hogy fenyő alatt is megjelenik és a fáknek a tövében vagy a gyökerek mentén a talajon található. Leggyakrabban nyáron és ősszel találhatjuk meg. (Földi, 2011)

1.ábra: *Ganoderma lucidum* (internetes forrás)



2.5. A *G. lucidum* termesztése

Mivel a *G. lucidum* nagyon ritka a természetben, a vadon termő gomba mennyisége nem elégíti ki a kereskedelmi igényeket. Termesztése szilárd aljzaton, álló folyékony táptalajon vagy vertikális termesztéssel elengedhetlenné vált a nemzetközi piacok növekvő igényeinek kielégítéséhez. A *G. lucidum* basidiocarp (gyümölcsstest) és a micélium szilárd állapotú vagy szilárd szubsztrát termesztésben/fermentációban történő termelésével kapcsolatos információk nem túl megalapozottak, de a kis- és nagyipar számára hasznosíthatóak a jelenlegi állapot növekvő keresletének és kínálatának kielégítésére. (Sanodiya et al., 2009)

Az 1990-es évek előtt nem foglalkoztak a *Ganoderma* mesterséges termesztésével. Bár néhányan megpróbálták termesztetni, de kudarcot vallottak, mert a gomba nem fejlődött

rendesen és nem tudott kalapot alkotni. A vadon élő *Ganoderma* általában széles levelű fák törzsén, tuskóján, kidőlt és korhadt faanyagán nő, szórt napfényes, magas páratartalmú erdőben.

2.ábra: *Ganoderma* termesztés (internetes forrás)



Természetes környezetben könnyen komplett termőtestet alkotnak, de laboratóriumi körülmények között nem. A Kínai Tudományos Akadémia Mikrobiológiai Intézetének Gombakutató Laboratóriuma először 1991-ben fedezte fel, hogy a levegő magas relatív páratartalma (85-95%) kulcsfontosságú tényező a bazidiokarpumok kialakulásában és a *Ganoderma* spóráinak felszabadulásakor. A *Ganoderma* mesterséges termesztésének módszere és technológiája 1992-ben valósult meg, és ez volt az első példa a modern tudományos módszerek sikeres alkalmazására a *Ganoderma* termesztésére. A kutatóintézet népszerűsítette ezt a módszert, amely jelentősen hozzájárult a *Ganoderma* ipar gyors fejlődéséhez Kínában (Wang et al., 2020). A dextróz közeggel kiegészített fűrészpor javította a *G. lucidum* minőségét és biológiai hatékonyságát, mivel a dextróz jó szénforrást biztosított a micélium növekedéséhez. A *Ganoderma lucidum* termőtestek kialakításához búzaszalmát használva rövidebb idő, nagyobb termés, magasabb biológiai hatékonyság és alacsonyabb költség volt elérhető. (Rani et al., 2015)

(Yang et al., 2003) egy rizsszesz-lepárlóból származó gabonát használtak a *G. lucidum* termesztéséhez. Vizsgálatuk során a tenyésztést kémcsövekben és propilén zsákokban végezték, és a *G. lucidumot* búzakorpával, őrölt rizsszel vagy fűrészporral kiegészített, különböző arányban gabonán termesztették. Elemezték a termőtestek összetételét és összehasonlították őket. Az $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ és CaCO_3 hozzáadása kedvezett a micélium növekedésének a kémcsőtenyészetekben. Magas szénhidrát- és nitrogéntartalma miatt a cséplelt

gabonát a micélium-növekedés tápanyagának tekintették. A propilénzsákos tenyészetekből nyert eredmények azt mutatják, hogy a szubsztrát típusa nemcsak a termőtestek alakját, hanem azok alkotórészeit is megváltoztatta.

Peksen és Yakupoglu (2009) a teahulladékot mint új szubsztrátumkeverék-kiegészítőt vizsgálták *G. lucidum* termesztésben. Ebben a tanulmányban meghatározták a fűrészpor alapú szubsztrátumok hatását különböző szintű teahulladékkal kiegészítve a *G. lucidum* törzsek hozamára, a biológiai hatékonyságukra, valamint vizsgálták a termőtestek kémiai összetételét.

Veena és Pandey (2006) olyan mezőgazdasági és erdészeti hulladékokat vizsgáltak, mint a fűrészpor és a faforgács önmagában, valamint rizskorpával, búzakupával és kölesporral kombinálva. Vizsgálatukban a micélium növekedésének optimális hőmérséklete 30 °C volt, és az előnyös pH 4,0 és 6,5 közé esett. A rizskorpa, búzakuppa és kölespor hozzáadása csökkentette a szaporodást és javította a biológiai hatékonyságot. Folyamatosan magas biológiai hatékonyságot (> 20%) értek el fűrészporral (90%) rizskorpával (10%) vagy búzakupával (10%).

A kísérleteim során felhasznált gombákat az Oriens Gomba Kft. az alábbi paraméterek szerint termesztette:

- 10 kg fűrészport + 10 kg faforgácsot + 5 kg gipszt használtak keveréknek, utóbbit a megfelelő pH miatt.
- Az össz súlynak 50-60%-a víz
- Az edényeket sterilizálták majd hagyták lehűlni, amíg körülbelül 40 °C-os nem lett az edény
- Közvetlen csak a csíráztatás előtt nyitották ki az edényeket és az edény nyílásához szórták a csírárt és papírvattát tettek rá
- Amikor már kezdett nőni a gomba levették a papírvattát és megnövelték a páratartalmat

2.6. *Ganoderma lucidum* fontos vegyületei

A gombák sokféle bioaktív vegyületet tartalmaznak, például terpenoidokat, szteroidokat, fenolokat, nukleotidokat és nukleotid-származékokat, glikoproteineket és poliszacharidokat. A gombafehérjék az összes esszenciális aminosavat tartalmazzák és különösen gazdagok lizinben és leucinban. Az alacsony összszírtartalom és a többszörösen telítetlen zsírsavak magas aránya a gombák összes zsírsavához viszonyítva jelentős mértékben hozzájárul a gombák egészségügyi értékéhez. (Chang and Buswell, 1996)

2.6.1. Antioxidánsok

Az antioxidánsok olyan kémiai vegyületek, amelyek megvédik a sejteket a szabad gyökökként ismert instabil molekulák által okozott károsodástól. A szabad gyökök erős oxidánsok és azok a kémiai entitások, amelyek párosítatlan vegyértékelektronnal rendelkeznek. Képesek véletlenszerűen károsítani a test összes alkotóelemét (pl. lipidek, fehérjék, DNS, cukrok), valamint részt vesznek a mutáció és a rák kialakulásában. Az oxigént olyan enzimek zárják be, mint a szuperoxid-dismutáz, a kataláz és a glutation-peroxidáz. A szabad gyökök túltermelése oxidatív stresszt okoz. A viaszos kalapból készült gombakivonatok gátolják a szarkómát. A több mint 30 gombafajból izolált immunocetikumok rákellenes hatást mutattak állatokban. A vegyületek antioxidáns tulajdonságai korrelálnak fenolos vegyületeikkel. A *G. lucidum* kivonatok számos szabad gyököt képesek megkötni. (Bilal et al., 2010)

2.6.2. Triterpének

A triterpének a terpének egyik altípusai, és a reishi gomba potenciális aktív vegyületei. Erős gyulladáscsökkentő, daganatellenes és hipolipidémiás tulajdonságokkal rendelkeznek. A reishiből származó triterpének több humán rákos sejtvonal apoptózisát (aktív sejtelhalását) okozhatják. A ganodersav egy fontos triterpén, amely in vitro és in vivo is gátló tulajdonságokat mutatott a rákos sejteken. A *G. lucidumból* kivont triterpének antioxidáns tulajdonságokkal rendelkeznek in vitro, és csökkenthetik az oxidatív károsodást azáltal, hogy közvetlenül megkötik a sejten keletkező szabad gyököket. Kimutatták, hogy a triterpének egerekben történő alkalmazása növelte az antioxidáns enzimek aktivitását, és csökkentette a sugárzás által kiváltott oxidatív DNS-károsodást az egerek lépsejteiben. A *G. lucidumból* származó triterpének erős gyulladáscsökkentő tulajdonságokat mutattak a bőr legkülső rétegén. Azt találták, hogy a reishi kivonat gátolta a gyulladást a karragenán által kiváltott gyulladásban kísérleti állatokban. Ez arra utal, hogy ízületi gyulladás ellen is használható. (Amdekar, 2016)

2.6.3. Poliszacharidok

A reishiből különféle poliszacharidokat azonosítottak. A poliszacharidok fő összetevői a glükóz, xilóz, mannóz, galaktóz és fruktóz. Ezek daganatellenes tulajdonságokat mutatnak azáltal, hogy javítják a gazdaszervezet immunválaszát és citotoxikus útvonalakat indukálnak. A Béta-glükán (poliszacharid) széles spektrumú bioterápiás hatása miatt a

legsokoldalúbb metabolit. A ganopoly (a *G. lucidum*ból származó poliszacharid) fokozta az előrehaladott stádiumú rákos betegek immunválaszát. A *G. lucidum* poliszacharidjai felgyorsították a sebgyógyulást streptozotocinnal indukált cukorbeteg patkányokban. (Amdekar, 2016)

2.6.4. Fenol vegyületek

A fenolos vegyületek antioxidáns hatást fejtenek ki, és hatásmechanizmusukat szinte teljesen feltárták. Erős antioxidáns tulajdonságokkal rendelkeznek, amelyek lehetővé teszik a szabad gyökök megkötését, a hidrogén átadását, a fémionok kelátképzését, a gyökös láncreakciók megszakítását. A barna rizsen termesztett *G. lucidum* potenciális antioxidáns aktivitást mutatot (Amdekar, 2016)

2.7. *Ganoderma lucidum* a múltban

A pecsétviaszgombát több mint 4000 éve gyógygombaként ismerik el, és erőteljes hatását az ősi írások dokumentálják. A *G. lucidum* képek azonban túlmutattak a vallási ábrázolásokon, és festményeken, faragványokon, bútorokon, sőt női kiegészítőkön is megjelentek (Wasser, 2005).

3.ábra: *Ganoderma lucidum* a művészetben (internetes forrás)



Az első teljes egészében a gyógynövényekről és azok gyógyászati értékeiről szóló könyv írója, Shen Nong Ben Cao Jing volt, amelyet a kínai Kelet-Han-dinasztia idején (i.sz. 25-220) írt. Ez a könyv „A Materia Medica klasszikusa” vagy „Shen-nong gyógynövény-klasszikusai” néven is ismert (Wachtel-Galor et al., 2011). A folyamatosan frissített és bővített könyv számos gomba jótékony hatásait ismerteti köztük a *G.lucidum* gyógygombát is (Zhu, 1998). A Materia Medica (i.sz. 502-536) és Li Sin-Zsen Ben Cao Gang Mu klasszikusának kiegészítésében, amelyet az első kínai gyógyszerkönyvnek tartanak (i.sz. 1590; Ming-dinasztia), a pezsétviaszgombának terápiás hatást tulajdonítottak. Olyan tulajdonságokat, mint a tonizáló hatások, az életenergiát növelő, a szívműködést erősítő, memóriánövelő és az öregedésgátló hatások. (Wachtel-Galor et al., 2011)

Világszerte a *G. lucidum* fajnevet alkalmazzák a kínai Lingzhi-re, a „halhatatlanság gombájaként” emlegetik (Wang et al., 2012). A *G. lucidumot* széles körben alkalmazták Kínában gyógyászati célokra már idősámításunk előtt is. Ezt a gombát túlnyomórészt az ázsiai populációk nem csak a jólét és az általános egészség javítására használták, hanem önmagában vagy a nyugati kemoterápiás kezeléssel együtt a rák gátlására vagy a mellékhatások csillapítására is alkalmazták. Emellett alkalmazása egyre szélesebb körben elterjedt az elhízás megelőzésére, a koleszterinszint csökkentésére, a belek egészségének megőrzésére, a magas vérnyomás csökkentésére, valamint a cukorbetegség szabályozására és a probiotikumok stimulálására. (Bishop et al., 2015) Az ókorban a pezsétviaszgombát nem termesztették, hanem vadon termett és csak a gazdagok fogyaszthatták. Manapság nagy részben termesztik és szélesebb rétegekben fogyasztják, mint táplálékkiegészítőt. (Leung, 2015)

2.8. *Ganoderma lucidum* a jelenben

Manapság a *Ganoderma* nem csak vadon termő, hanem termesztik is és különféle táplálékkiegészítőket, porokat, teákat állítanak elő belőle egészségre gyakorolt jótékony hatásai miatt. Ennek a gyakorlatnak az alapja lehet a Shen Nong Ben Cao Jing, nyugaton „The Divine Farmer’s Materia Medica” néven ismertté vált, nagy tekintélyű gyógyszerkönyvi írása, amely a Qin-dinasztia (i.e. 221–206) idejére nyúlik vissza. Ebben a szövegben hatféle „zhi” (jellemzők/tulajdonságok) van leírva, a qing, chi, huang, bai, hei és zi zhi. Mindegyikről azt írják, hogy képes „megakadályozni a szenilitást, meghosszabbítani az életet, az embert halhatatlanná tenni”. A használati különbségek az egyes típusok között eltérőek, például a „bai zhi” (fehér *Ganoderma*) állítólag a tüdő qi-jét (energia), míg a „hei

zhi” (fekete *Ganoderma*) a vese qi-jét és az élesebb hallást segítette elő. (Yang, 1998) A hagyományos kínai orvoslásban (Traditionall Chinese medicine, TCM) a *G. lucidum*nak számtalan gyógyászati hatása van, melyet alátámasztanak molekuláris alapú kutatási technikák és állatokon végzett modern tanulmányok. (Jong and Birmingham, 1992) Kimutatták, hogy modern betegségek kezelésére is alkalmas a *Ganoderma lucidum*, mint például a rák, a cukorbetegség és a HIV. (Sanodiya et al., 2009)

2.9. *Ganoderma lucidum* felhasználási területei

A micélium és a termőtestek farmakológiailag aktív anyagokat tartalmaznak, mint például szénhidrátok, aminosavak, fehérjék, szteroid vegyületek, triterpének, lipidek, alkaloidok, illóolajok és vitaminok (B2, C és kalcium, cink, vas, réz és szerves germánium ionok). (Boh et al., 2007) A triterpéneknek és a poliszacharidoknak különös egészségjavító jelentőséget tulajdonítanak.

A *G. lucidum* biológiai aktivitása elsősorban a bennük lévő poliszacharidoknak köszönhető, amelyek a termőtestek szárazanyagának 10-50%-át teszik ki. Közülük több mint kétszázat izoláltak a gomba különböző részeiről. Leggyakrabban Béta-glükánok és arabinoxil-glükánok formájában vannak, amelyek immunmoduláló és rákellenes hatást mutatnak (Sliva, 2006). A triterpének normalizálják a vér koleszterinszintjét, csökkentik a vérnyomást, csökkentik a fájdalmat, javítják a méregtelenítést, rákellenes és antioxidáns hatásúak.

Számos tanulmány kimutatta, hogy a *Ganoderma* kivonat bevétele csökkentette a daganatok számát azoknál az embereknél, akik nem rákos vastag- és végbéldaganatokkal küzdenek. A vizsgálatok szerint a gombákban található B-glükán a makrofágok és a T-limfociták számának növelésével erősíti az immunrendszert, ezért csökkent immunitású állapotban is bevehető. (Mizuno et al., 1995)

A *G. lucidum* készítményeket számos betegség megelőzésében és kezelésében alkalmazzák, beleértve a szív- és érrendszeri betegségeket, allergiákat, fertőzéseket, gyulladásokat, asztmát, rákot, alvászavarokat, vérnyomás- és koleszterinszint szabályozást és az öregedési folyamat késleltetését (Zajac et al., 2023)

4.ábra: *Ganoderma lucidum* készítmény (internetes forrás)



A *Ganoderma* termőtesteiből nyert por növeli az alvásidőt, csökkenti a fájdalomérzetet és a morfiumfüggőséget, tágítja az ereket és fokozza a vérkeringést. Bőrallergia, álmatlanság, székrekedés, epilepszia és vesebetegség esetén is ajánlott (Grys et al., 2011)

A *Ganoderma* jótékony hatással van a keringési rendszerre, mivel a benne található triterpének gátolják az angiotenzin-konvertáló enzimet, így csökkentik a magas vérnyomásban szenvedő betegek vérnyomását. Ezenkívül a *Ganoderma* javítja a perifériás keringést, kitágítja a koszorúereket, csökkenti a koleszterin- és trigliceridszintet, megszünteti a mellkasi fájdalmat és megelőzi a szívritmuszavart. Az adenozinnak köszönhetően viszont csökkenti a vérlemezék aggregációját és csökkenti a vérrögképződés kockázatát, vázizom-relaxációt okoz, nyugtató hatású és gátolja a koffein stimuláló hatását. (Zou, 2016) (Cheng et al., 2017)

A *Ganoderma* legértékesebb tulajdonsága a megelőző és terápiás rákellenes hatása. Ezeket a gombákat leggyakrabban a nyugati országokban alkalmazzák, elsősorban az onkológiában, kemoterápia és sugárkezelés kiegészítéseként immunhiányos betegeknél. Mellékhatást ezeknél a készítményeknél nem találtak, azonban autoimmun betegségek esetén, erős immunstimuláció, véralvadási problémák, valamint magas vérnyomás esetén nem alkalmazhatók. A pecsétviaszgombák kölcsönhatásba léphetnek a magas vérnyomás elleni gyógyszerekkel, és mivel önmagukban is csökkentik a vérnyomást, túlságosan csökkenthetik azt, ha ezekkel a gyógyszerekkel kombinálják. Emiatt hipotóniában szenvedők sem használhatják őket (Zajac et al., 2023)

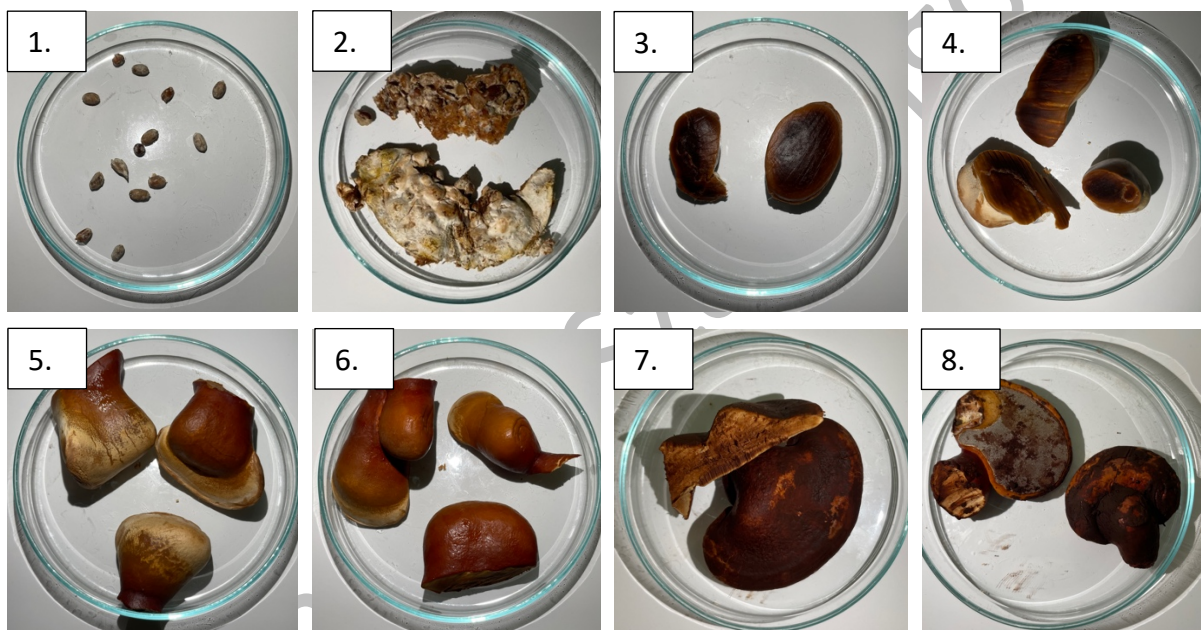
3. ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK

3.1. Felhasznált anyagok

3.1.1. Gomba

Az Oriens Gomba Kft. (Magyarország) által biztosított, különböző növekedési periódusban vett *Ganoderma lucidum* gombamintákat vizsgáltam. Két hetes periódusban vett mintákat az alábbi ábrán szemléltetem, az első minta a csíra, a második a micélium, a harmadiktól pedig a termőtestek láthatóak a növekedési fázisokban. (5. ábra)

5 ábra: *Ganoderma lucidum* növekedési fázisai (Forrás: saját fotó)



A mintákat a mérésekhez feldaraboltam a kedvezőbb szárítás érdekében, majd 40°C-on szárítottam 4 órán át tömegállandóságig, ezután RETSCH típusú aprítóval 10 másodpercen keresztül 5000-es fordulaton leaprítottam.

3.1.2. Alkalmazott vegyszerek

- 96%-os etanol
- Folin-Ciocalteu reagens
- Metil-alkohol
- Vízmentes nátrium-karbonát
- Galluszsav

- Kristályvizes nátrium-acetát
- Ecetsav
- 2,4,6-tri (2-piridil) -s-triazin
- 37%-os sósav
- Kristályvizes vas (III) – klorid
- Aszkorbinsav

3.2. Alkalmazott módszerek

3.2.1. Extrakció

Az analitikai vizsgálatokhoz a mintákat két különböző extrakciós eljárással készítettem elő, mely módszereket a szakirodalomból vett ajánlások alapján választottam.

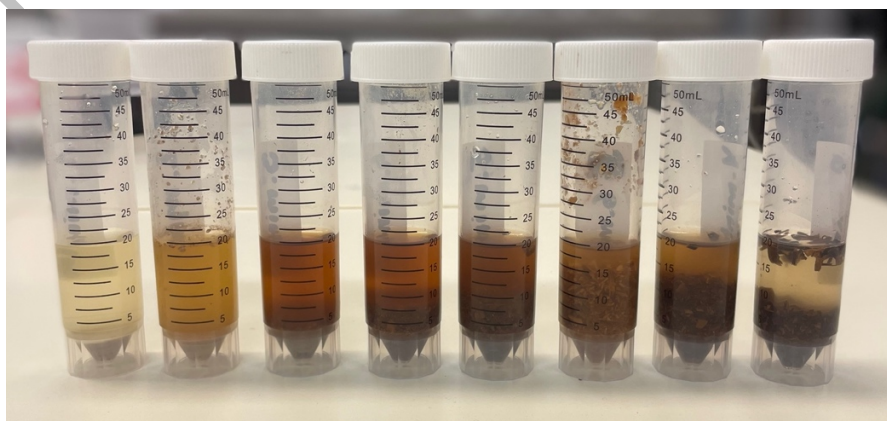
Hideg vizes extrakció

A szárított és aprított mintákat kimértem kémcsövekbe melyekhez 1:30 tömegarányban desztillált vizet adtam, majd 10 fokon 4 órán keresztül extraháltam. Az idő leteltével 1:1 arányban etanolt adtam a mintához majd 20 percen keresztül 3000 fordulat/perc sebességgel HERMLE (Z 206) centrifugával centrifugáltam. Ezt követően a mintákat vákuumszűrővel átszűrtem, annak érdekében, hogy ne legyen gombadarab a mintákban a spektrofotometriás mérés során, ami mérési hibát okozhat.

Mikrohullámmal segített extrakció

A szárított és aprított gombamintákat testcsövekbe helyeztem, amikhez 1:30 tömegarányban desztillált vizet adtam majd ezeket mikrohullámú sütőbe helyeztem 5 percre, 300 W teljesítménnyel. Az előző esethez hasonlóan a mintákat vákuumszűrővel átszűrtem.

6.ábra: Gombakivonatok vákuumszűrés előtt (*Forrás: saját fotó*)



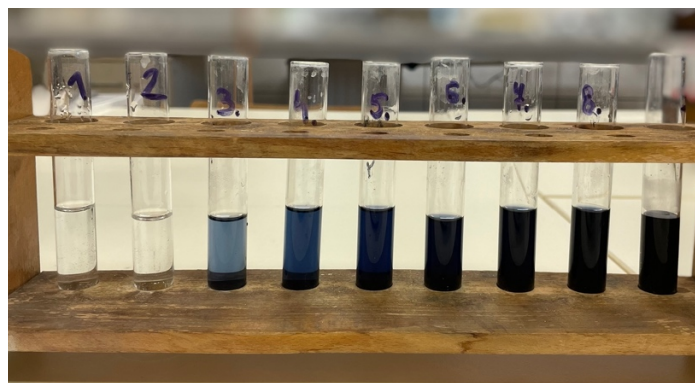
3.2.2. Összes polifenol meghatározás

A mintákban lévő összes fenoltartalmat Singleton és Rossi (1965) által leírt módszerrel határoztam meg, melynek lényege, hogy 760 nm-es hullámhosszon mért abszorbancia értékek arányosak a minták összes polifenol tartalmával. A kísérlet elvégzéséhez az alábbi oldatokat volt szükséges elkészítenem:

- Folin-Ciocalteu oldat: Folin-Ciocalteu reagens 1:10 arányú hígítása desztillált vízzel.
- Nátrium-karbonát oldat: 200,0 ml desztillált vízben 14,84 g vízmentes nátrium-karbonátot feloldottam, annak érdekében, hogy 0,7 M koncentrációjú oldatot kapjak.
- Hígítószer: Metil-alkohol és desztillált víz 80:20 arányú elegye
- Kalibráláshoz készített galluszsav oldat: 10,0 ml hígítószerben 5,1 mg szilárd galluszsavat oldottam fel, 3 M galluszsav oldat készítéséhez.

A polifenol-tartalom mérésének megkezdése előtt kalibrációs sort készítettem galluszsavval, mely alapján majd a kiértékelést hajtom végre. A kalibrációs görbe készítésével meggyőződtem az oldószerek megfelelő minőségéről. A x. táblázat szerint mértem össze a Folin-Ciocalteu oldatot, a hígítószerrel, illetve a galluszsavat üveg kémcsövekbe, majd pontosan 1 perc letelte után minden kémcsőhöz adtam nátrium-karbonát oldatot. Az így kapott kalibrációs mintákat 50 °C-os vízfürdőbe helyeztem 5 percre. A x. ábrán szemléltetem az általam készített kalibrációs sort, melyen jól látható, hogy a galluszsav mennyiségének növelésével a kék szín intenzitása nőtt. Öt perc letelte után megmértem a minták abszorbanciáját a spektrofotométeren 760 nm-es hullámhosszon. Az így kapott értékekből kalibrációs görbét vettem fel. Ezt követően az 1. és 2. oldatokat összeöntöttem és erre kalibrálva alkalmaztam a spektrofotométert a gombaminták mérése során.

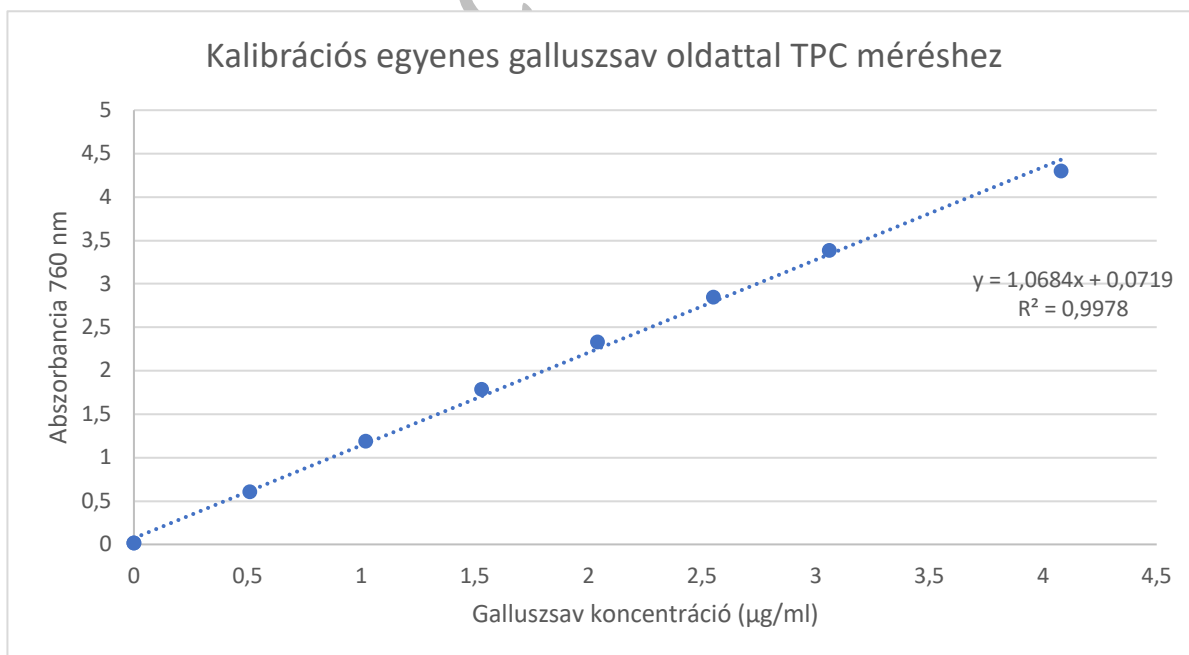
7. ábra: Kalibrációs sor (saját fotó)



1. táblázat: Kalibrációs oldatsor (saját munka)

Kémcső sorszáma	Folin-Ciocalteu oldat (μl)	Hígítószer (μl)	Galluszsav oldat (μl)	Nátrium-karbonát oldat (μl)
1.	1250	250	0	1000
2.	1250	250	0	1000
3.	1250	225	25	1000
4.	1250	200	50	1000
5.	1250	175	75	1000
6.	1250	150	100	1000
7.	1250	125	125	1000
8.	1250	100	150	1000
9.	1250	50	200	1000

8. ábra: Kalibrációs egyenes (saját diagram)



Az extrakció után kapott gombaminták összes polifenol tartalmának meghatározását mintánként három párhuzamos méréssel végeztem, mindkét extrakciós eljárás esetében. A spektrofotometriás meghatározáshoz a következő oldatokat mértem össze:

- 2500 μ l Folin-Ciocalteu oldat,
- 400 μ l hígítószer
- 100 μ l minta

Pontosan 1 perc letelte után a reakció megállítása érdekében hozzáadtam a mintákhoz 2000 μ l 0,7 M nátrium-karbonát oldatot. Ezzel összesen 5000 μ l volt a végtérfogat. A mintákat 50 °C-os vízfürdőbe helyeztem 5 percre. Ezután a kémcsövek tartalmát átpipettáztam küvettákba és a reakció során képződött vegyületeket 760 nm-en spektrofotometriásan mértem JASCO 7850 spektrofotométerrel.

9.ábra: Spektrofotométer (saját fotó)



3.2.3. Antioxidáns mérés

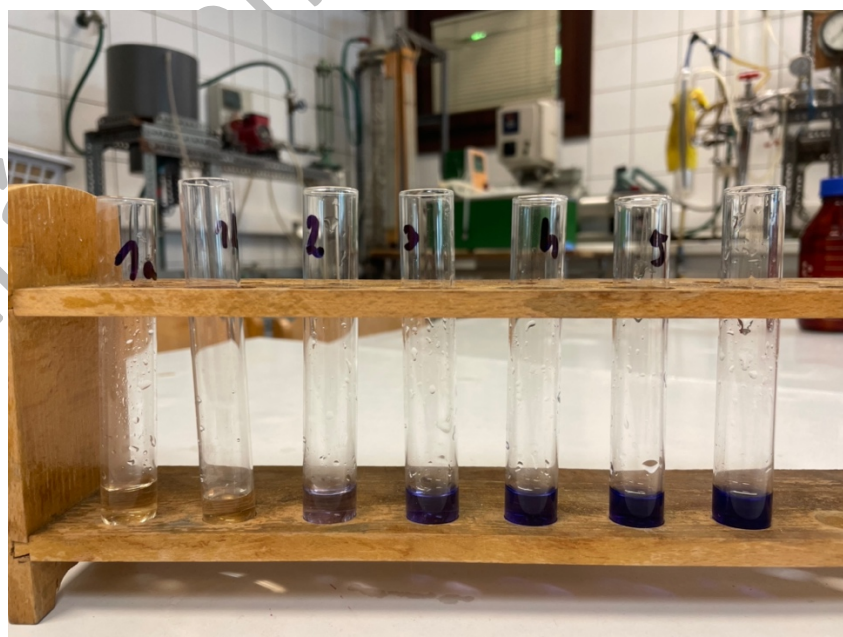
Az antioxidáns kapacitás mérését Benzie és Strain (1996) módszere alapján végeztem. Az úgynevezett FRAP módszert alkalmaztam, mely a vasredukáló képesség vizsgálatán alapul. A vizsgálathoz a következő oldatokat készítettem elő:

- Acetát puffer: 3,10 g kristályvizes nátrium-acetátot feloldottam 16,0 ml ecetsavban (96%), majd egy 1000 ml-es mérőlombikban desztillált vízzel jelre töltöttem. Az így kapott oldat pH-ja 3,6, koncentrációja 300 mM lett.

- Triazin-oldat (TPTZ): 0,0781 g szilárd 2,4,6-tri(2-piridil)-s-triazint és 84,0 μl 37%-os sósavat mértem be egy 25 cm^3 -es mérőlombikba, majd desztillált vízzel jelre töltöttem.
- Vas-klorid oldat: 0,135 g kristályvizes vas (III)-kloridot feloldottam 25 ml desztillált vízben.
- Aszkorbinsav-oldat: 17,163 mg szilárd aszkorbinsav port 10,0 ml desztillált vízben oldottam. A kapott oldat koncentrációja 10 mM volt. Az 1 mM koncentrációjú aszkorbinsav-oldat elkészítéséhez ezt az oldatot 90,0 ml desztillált vízzel hígítottam.
- FRAP-reagens: közvetlenül a mérések előtt készítettem el a reagenst, melyhez 250 ml acetát-puffert, 25 ml vas-klorid oldatot, valamint 25 ml Triazin-oldatot mértem össze.

Ahogy a polifenol tartalom mérésnél, úgy ennél a mérésnél is kalibrációs sort készítettem a mérés előtt, amely a kiértékelésben segít. A kalibrációs oldatok elkészítése után pontosan 5 perc elteltével spektrofotométerrel 593 nm-es hullámhosszon megmértem az abszorbanciájukat. A kapott eredményeket rögzítettem, amivel megkaptam a kalibrációs egyenest.

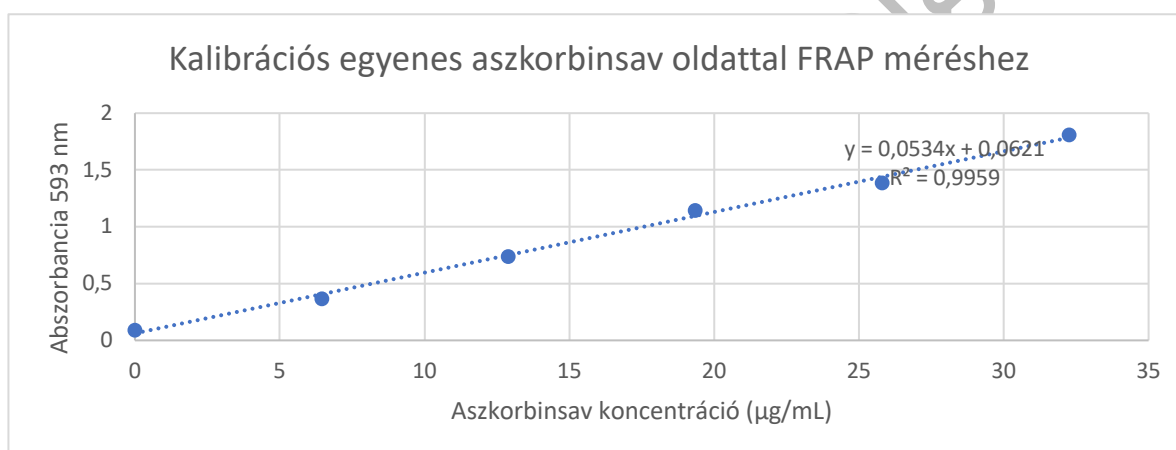
10.ábra: Kalibrációs oldatok *(saját fotó)*



2.táblázat: FRAP kalibrációs oldatsor (saját táblázat)

Kémcső sorszáma	FRAP reagens (μl)	Aszkorbinsav oldat (μl)	Desztillált víz (μl)
1.a	1500	0	50
1.b	1500	0	50
2.	1500	10	40
3.	1500	20	30
4.	1500	30	20
5.	1500	40	10
6.	1500	50	0

11.ábra: Kalibrációs egyenes (saját diagram)



Amint elkészítettem a kalibrációt az aszkorbinsavat nem tartalmazó 1.a és 1.b oldatokat összeöntöttem és a *Ganoderma* mintákkal végzett méréshez ehhez kalibráltam a spektrofotométert. Ahogy korábban is, most is 3 párhuzamos mérést végeztem és a méréshez a következő oldatokat mértem be:

- 1500 μl FRAP reagens,
- 20 μl minta,
- 30 μl desztillált víz.

Az oldatok összeöntése után pontosan 5 perc leteltével megmértem a minták abszorbanciáját 593 nm-en. A kapott eredmények alapján, a kalibrációs egyenes meredekségéből, a végtérfogatból, illetve a minta térfogatából számoltam ki a minták antioxidáns tartalmát.

4. KÍSÉRLETI EREDMÉNYEK ÉS KIÉRTÉKELÉSÜK

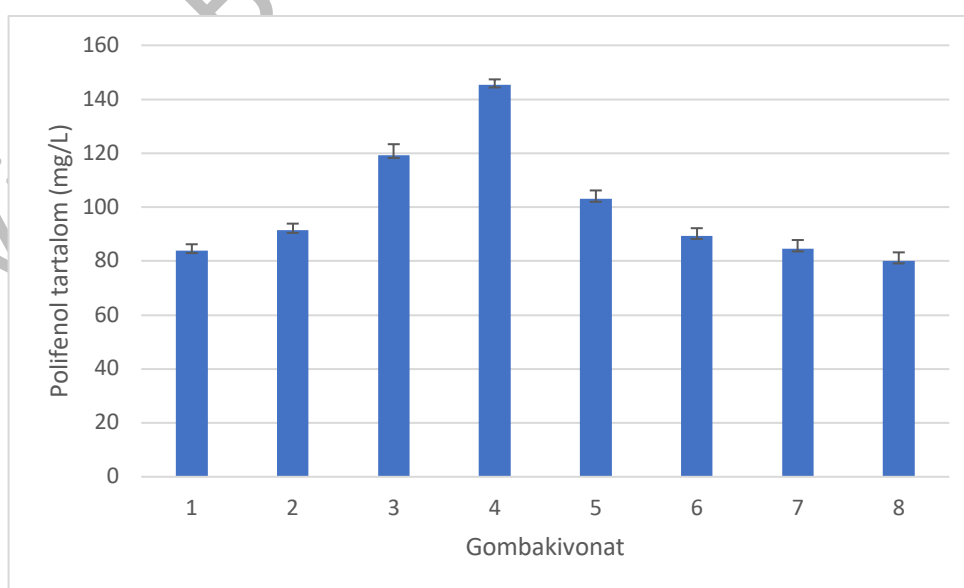
4.1. Polifenol tartalom vizsgálata

Az alábbi diagramokon jól látható, hogy a hidegvizes extrakcióval végzett minta esetében a polifenol tartalmak átlagosan magasabb értékeket mutatnak, mint a MAE (Microwave Assisted Extraction; mikrohullámmal segített extrakció) során. Ennek oka az extrakció alacsonyabb hőmérséklete lehet, mivel a magasabb hőmérséklet roncsolhatja a hőérzékeny anyagok szerkezetét, így ezzel befolyásolva a különböző komponenseinek mértékét.

3. táblázat: TPC eredmények hideg vizes extrakció esetében *(saját táblázat)*

Minta	Átlag	Szórás
1	83,9758	2,2537
2	91,432	2,444
3	119,2181	4,1116
4	145,3744	1,989
5	102,9736	3,21
6	89,207	2,978
7	84,587	3,211
8	80,1211	3,1028

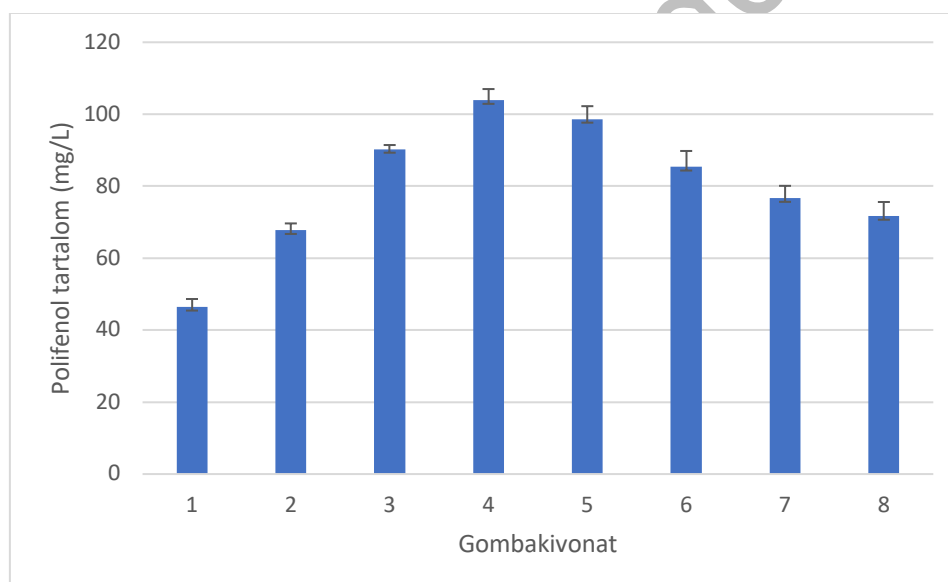
12. ábra: Polifenol tartalom hideg vizes extrakció esetében *(saját diagram)*



4. táblázat: TPC eredmények MAE során *(saját táblázat)*

Minta	Átlag	Szórás
1	46,4391	2,213
2	67,7313	1,9273
3	90,3084	1,136
4	103,8913	3,11
5	98,6601	3,583
6	85,3524	4,441
7	76,654	3,4499
8	71,6777	3,9357

13.ábra: Polifenol tartalom mikrohullámmal segített extrakció során *(saját diagram)*



A fenti diagramokon jól látható a különbség a kétféle extrakció és az egyes növekedési fázisban vett minták eredményei között. A legmagasabb polifenoltartalom mindkét esetben a 4. mintában volt. A mikrohullámmal segített extrakció esetében az első minta tartalmazta a legkevesebb polifenolt, a hideg vizes esetében pedig az utolsó. Összeségében a hideg vizes extrakció hatékonyabbnak bizonyult a mérések során, mint a mikrohullámmal segített, amelyet a kapott eredmények jól mutatnak. A MAE során a mérési idő rövidebb volt, mint a hidegvizes extrakció esetében, de a polifenol tartalom viszont kevesebb volt. ezáltal a polifenol tartalom méréshez a hideg vizes módszer használata ajánlott.

Statisztikai kiértékelés során a minták közti eltérést vizsgáltam melyet varianciaanalízissel végeztem az MS Excell adatelemző szoftverének segítségével. Az eredmények alapján a minták közt nincs szignifikáns eltérés, mivel az F érték kisebb, mint a kapott F kritikus értékem ($F=3,6$; $F_{crit}=4,6$; $p=0,0786$), ezáltal a p érték nagyobb a szignifikancia értéknél ($p=0,05$).

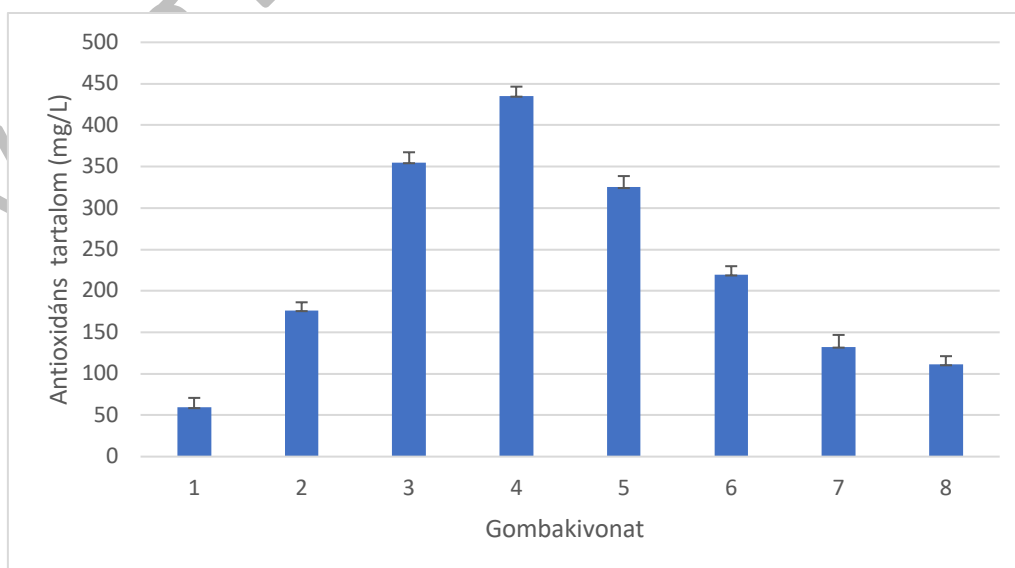
4.2. Antioxidáns tartalom meghatározása

Az antioxidáns meghatározás során az alábbi ábrákon jól látható, hogy az előző esethez képest ennél nem a hideg vizesnél voltak nagyobbak az értékek, hanem fordítva. Tehát a FRAP módszer során a MAE-val előkészített gombák esetében hatékonyabban kimutatható az antioxidáns tartalom, mint a hideg vizes extrakcióval.

5. táblázat: FRAP eredmények MAE esetében (saját táblázat)

Minta	Átlag	Szórás
1	59,50	11,378
2	176,58	9,675
3	355,09	12,222
4	435,39	11,117
5	325,09	13,492
6	219,63	10,1937
7	132,55	14,323
8	111,23	9,997

14.ábra: Antioxidáns tartalom MAE során (saját diagram)

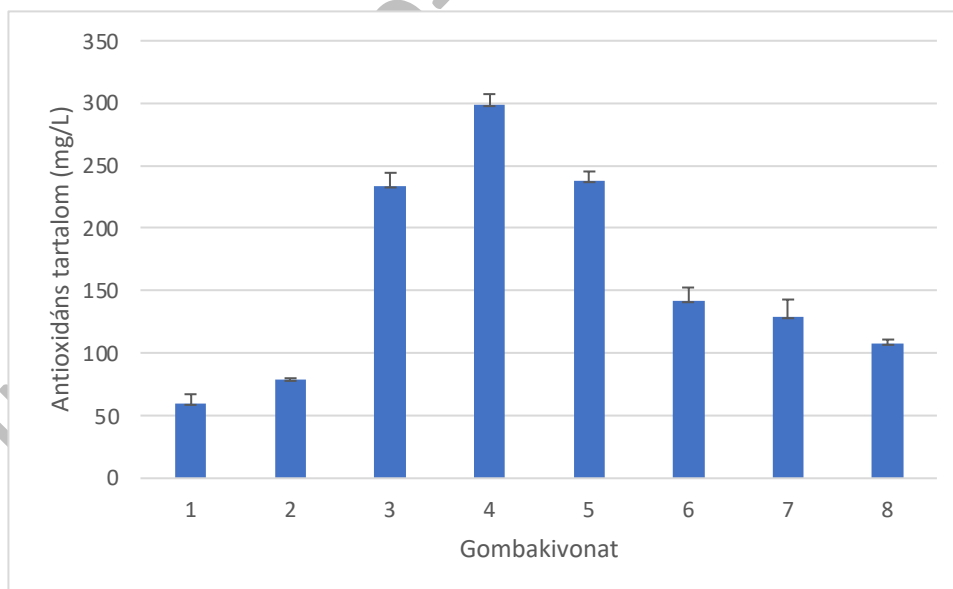


A fenti ábráról leolvasva látható, hogy a legnagyobb antioxidáns kapacitás a harmadik, negyedik, illetve ötödik mintából volt kimutatható. A legmagasabb antioxidáns tartalom szintén a 4. mintában volt kimutatható, míg a legkisebb az elsőből, akárcsak a polifenol tartalom meghatározás esetében.

6. táblázat: FRAP eredmények hideg vizes extrakció során *(saját táblázat)*

Minta	Átlag	Szórás
1	59,50	7,546
2	78,82	1,4513
3	233,18	11,172
4	298,49	8,849
5	238,02	7,878
6	142,23	9,839
7	128,67	10,425
8	107,40	3,333

15. ábra: Antioxidáns tartalom hideg vizes extrakció során *(saját diagram)*



A hidegvizes extrakció alkalmazása során kapott eredményekből megállapítható, hogy hasonlóan a MAE-nál, jelen esetben is a 3.; 4.; 5. mintákban volt található a legtöbb antioxidáns, a három közül is a legtöbb a szintén a 4. mintában volt, mint korábban, és a legkevesebbet ismét az első tartalmazta csakúgy, mint előzőekben.

Az antioxidáns tartalom meghatározása során is az eredmények alapján azt kaptam, hogy a minták közt nincs szignifikáns eltérés, mivel az F érték kisebb a kritikusnál ($F=1,4$; $F_{crit}=4,6$), a p érték ($p=0,2552$) pedig nagyobb a szignifikancia értéknél ($p=0,05$).

Virág Bence-Szakdolgozat

5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

A szakdolgozatomban végzett mérések alapján megállapítható, hogy a *Ganoderma lucidum* polifenol-, illetve antioxidáns tartalmát jelentősen befolyásolja a gombák növekedési időszaka. Az antioxidáns- illetve polifenol tartalom a mintákban hasonlóan alakult, tehát az első mintától a negyedikig folyamatos növekedési szakasz figyelhető meg, a negyedikről pedig csökkenő az utolsó mintáig. Szakirodalmi adatok hiányában jelen dolgozatomban kapott eredményeim nem tudom referencia értékekkel összehasonlítani. A szakirodalmi adatok eltérőek lehetnek, hiszen az eltérő földrészekről származó gombák beltartalmi jellemzői változhatnak a környezeti viszonyok, illetve termesztés eltérése miatt.

További kísérletek során az alábbiakat tartom érdemesnek vizsgálni:

- a vizsgálat elvégzése a gombáminták előzetes szárítása nélkül
- a szárítási idő, illetve hőmérséklet megváltoztatása
- az aprítási idő, illetve fordulatszám növelése vagy csökkentése
- a *Ganoderma lucidum* többi értékes komponenseinek vizsgálata
- a *Ganoderma* nemzetségbe tartozó gombák értékes komponenseinek összehasonlítása a pecsétviaszgombával
- hasonló farmakológiai jelentőséggel bíró gombák összehasonlítása a *G. lucidummal*
- esetleges termékfejlesztési kísérletek, mely során élelmiszereket dúsítanak *Ganoderma* kivonattal
- a *Ganoderma lucidum* értékes komponenseinek nyomonkövetése egy növekedési szakaszon belül

6. ÖSSZEFOGLALÁS

Manapság a kiegyensúlyozatlan táplálkozási szokások az embereket egészségügyi problémákhoz vezethetik. Mivel a mai társadalom szívesebben választja az alternatív természetes gyógymódokat a mesterséges hatóanyagok helyett, a mikoterápia egyre nagyobb népszerűségnek örvend.

Szakedolgozatomban a *Ganoderma lucidum* két értékes komponens-tartalmát vizsgáltam a gomba különböző növekedési szakaszaiban. A kéthetes periódusban vett minták közül az első minta a csíra, a második a micélium, majd a további minták a termőtestek voltak az egyes növekedési szakaszokban. A mintákat először szárítottam, majd aprítottam. A kapott örleményeket kétféleképpen extraháltam, hideg vizes módszerrel, illetve mikrohullámmal segített (MAE) extrakcióval. A kapott extraktumokból meghatároztam az antioxidáns-, illetve polifenoltartalmat, az előbbit FRAP, az utóbbit TPC módszerrel. Az oldatok abszorbanciáját spektrofotométerrel mértem, és a kapott értékekből kiszámoltam az oldatokban lévő két komponens mennyiségét. A két extrakciós eljárás között egyértelmű eredménybeli eltérések voltak. Az antioxidáns tartalom meghatározásánál a mikrohullámmal segített (MAE) extrakciós eljárás hatékonyabbnak bizonyult. Ezzel ellentétben a polifenol tartalom vizsgálata során a hideg vizes extrakciós eljárás tűnt eredményesebb. Az eredményeim alapján mindkét extrakciós eljárás során a negyedik (6 hetes) növekedési szakaszban lévő gomba tartalmazta a legnagyobb koncentrációban mindkét komponenst.

Szakirodalmi adatok hiányában a kapott eredményeimet referencia értékekkel nem tudom összehasonlítani a *Ganoderma lucidum* különböző növekedési szakaszaiban mért antioxidáns- és polifenol tartalom vizsgálatára vonatkozóan. Ez alátámasztja a kísérleti munkám fontosságát és indokolja a további kutatások elvégzését.

Kutatásom során arra a következtetésre jutottam, hogy a *G. lucidum* fogyasztása minden korosztálynak javasolt, valamint egészségügyi problémákkal rendelkezők számára is, mivel a szervezetre csak pozitív hatásai vannak. Egészséges emberek számára is ajánlott a pezsétviaszgomba valamilyen kivonatának fogyasztása, mivel ezzel megelőzhetőek a lehetséges megbetegedések kialakulása, illetve nyugtató hatása miatt.

7. ÁBRA- ÉS TÁBLÁZATFORRÁSOK

1. ábra: <https://www.novaforma.hu/pecsetviaszgomba/>

2. ábra: <https://www.jotekonyfuto.hu/dxn/miert-fogyasszuk-a-dxn-ganoderma-gyogyombajat/>

3. ábra: <http://www.gyogyombauzlet.hu/minoseg/ganoderma-lucidum/>

4. ábra: <https://www.oriensgomba.hu/ganoderma-orlemenye-15g>

Virág Bence-Szakdolgozat

8. IRODALOMJEGYZÉK

1. Ahmad, M.F., 2018. *Ganoderma lucidum*: Persuasive biologically active constituents and their health endorsement. *Biomed. Pharmacother.* 107, 507–519.
2. Amdekar, S., 2016. *Ganoderma lucidum* (Reishi): source of pharmacologically active compounds. *Curr. Sci.* 976–978.
3. Bertelsen, C.D., 2013. *Mushroom: A Global History*. Reaktion Books.
4. Bilal, A., Wani, B., Bodha, R., Wani, Ab.H., 2010. Nutritional and medicinal importance of mushrooms. *J. Med. Plants Res.* 4.
5. Bishop, K.S., Kao, C.H.J., Xu, Y., Glucina, M.P., Paterson, R.R.M., Ferguson, L.R., 2015. From 2000 years of *Ganoderma lucidum* to recent developments in nutraceuticals. *Phytochemistry, Special Issue: Ganoderma Phytochemistry* 114, 56–65.
6. Boh, B., Berovic, M., Zhang, J., Zhi-Bin, L., 2007. *Ganoderma lucidum* and its pharmaceutically active compounds. *Biotechnol. Annu. Rev.* 13, 265–301.
7. Chang, S., Buswell, J., 1996. Mushroom nutraceuticals. *World J. Microbiol. Biotechnol.* 12, 473–476.
8. Cheng, Y.-C., Sheen, J.-M., Hu, W.L., Hung, Y.-C., 2017. Polyphenols and oxidative stress in atherosclerosis-related ischemic heart disease and stroke. *Oxid. Med. Cell. Longev.* 2017.
9. Cör, D., Knez, Ž., Knez Hrnčič, M., 2018. Antitumour, Antimicrobial, Antioxidant and Antiacetylcholinesterase Effect of *Ganoderma Lucidum* Terpenoids and Polysaccharides: A Review. *Molecules* 23, 649.
10. Földi, A., 2011. A pecsétviaszgomba (*Ganoderma lucidum*).
11. Gryś, A., Hołderna-Kędzia, E., Łowicki, Z., 2011. *Ganoderma lucidum*–fungus with valuable pharmacological properties. *Postępy Fitoter.*
12. Jakucs, E., 1999. *A mikológia alapjai*.
13. Jong, S., Birmingham, J., 1992. Medicinal benefits of the mushroom *Ganoderma*. *Adv. Appl. Microbiol.* 37, 101–134.
14. Kalmár, Z., 1982. *A gombák világa*. Gondolat.
15. Leskó, G., n.d. Gyógyhatású gombák. *Az Eszterházy Károly Főisk. Tudományos Közleményei Új Sor.* 36 Köt Tanulmányok Környtud. Területéről *Acta Acad. Agriensis Sect. Pericemonologica Tomus* 4 67–72.
16. Leung, P.-C., 2015. *Comprehensive Guide To Chinese Medicine*, A. World Scientific.

17. Mehrotra, R.S., Aneja, K.R., 1990. An Introduction to Mycology. New Age International.
18. Mizuno, T., Wang, G., Zhang, J., Kawagishi, H., Nishitoba, T., Li, J., 1995. Reishi, *Ganoderma lucidum* and *Ganoderma tsugae*: bioactive substances and medicinal effects. *Food Rev. Int.* 11, 151–166.
19. Peksen, A., Yakupoglu, G., 2009. Tea waste as a supplement for the cultivation of *Ganoderma lucidum*. *World J. Microbiol. Biotechnol.* 25, 611–618.
20. Rani, P., Lal, M.R., Maheshwari, U., Krishnan, S., 2015. Antioxidant potential of lingzhi or reishi medicinal mushroom, *Ganoderma lucidum* (Higher Basidiomycetes) cultivated on *Artocarpus heterophyllus* sawdust substrate in India. *Int. J. Med. Mushrooms* 17, 1171–1177.
21. Sanodiya, B.S., Thakur, G.S., Baghel, R.K., Prasad, G.B.K.S., Bisen, P.S., 2009. *Ganoderma lucidum*: A Potent Pharmacological Macrofungus. *Curr. Pharm. Biotechnol.* 10, 717–742.
22. Singh, R., 2017. A review on different benefits of mushroom. *IOSR J. Pharm. Biol. Sci.* 12, 107–111.
23. Singleton, V.L., Rossi, J.A., 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am. J. Enol. Vitic.* 16, 144–158.
24. Sliva, D., 2006. *Ganoderma lucidum* in cancer research. *Leuk. Res.* 30, 767–768.
25. Veena, S., Pandey, M., 2006. Evaluation of the locally available substrates for the cultivation of indigenous *Ganoderma* isolates. *J Mycol Pl Pathol* 36, 434–438.
26. Wachtel-Galor, S., Yuen, J., Buswell, J.A., Benzie, I.F.F., 2011. *Ganoderma lucidum* (Lingzhi or Reishi): A Medicinal Mushroom.
27. Wang, L., Li, J., Zhang, J., Li, Z., Liu, H., Wang, Y., 2020. Traditional uses, chemical components and pharmacological activities of the genus *Ganoderma* P. Karst.: a review. *RSC Adv.* 10, 42084–42097.
28. Wang, X.-C., Xi, R.-J., Li, Y., Wang, D.-M., Yao, Y.-J., 2012. The Species Identity of the Widely Cultivated *Ganoderma*, ‘*G. lucidum*’ (Ling-zhi), in China. *PLoS ONE* 7, e40857.
29. Wasser, S.P., 2005. Reishi or ling zhi (*Ganoderma lucidum*). *Encycl. Diet. Suppl.* 1, 603–622.
30. Yang, F.-C., Hsieh, C., Chen, H.-M., 2003. Use of stillage grain from a rice-spirit distillery in the solid state fermentation of *Ganoderma lucidum*. *Process Biochem.* 39, 21–26.
31. Yang, S.-Z., 1998. The divine farmer’s materia medica: a translation of the Shen Nong Ben Cao Jing. Blue Poppy Enterprises, Inc.

32. Zajac, S., Krzysko-Lupicka, T., Walosik, A., Chmielewski, J., Wójtowicz, B., Nowak-Starz, G., 2023. Pharmacological properties and use of Ganoderma lucidum in modern medicine. *J. Elem.* 28.

33. Zhu, Y.-P., 1998. *Chinese Materia Medica: Chemistry, Pharmacology and Applications*. CRC Press.

34. Zou, P., 2016. Traditional Chinese medicine, food therapy, and hypertension control: a narrative review of Chinese literature. *Am. J. Chin. Med.* 44, 1579–1594.

Virág Bence-Szakdolgozat

9. KÖSZÖNETNYÍLVÁNÍTÁS

Köszönetemet szeretném kifejezni elsősorban témavezetőimnek, Dr. Bánvölgyi Szilvia egyetemi docensnek és Klosz Katalin Ildikó egyetemi tanársegédnek, hogy szakmai tudásukkal, hasznos tanácsaikkal és észrevételeikkel segítették méréseimet és támogattak szakdolgozatom elkészítésében.

Szeretném megköszönni az Oriens Gomba Kft.-nek a méréseimhez szükséges minták rendelkezésre bocsátását.

Valamint köszönettel tartozom az Élelmiszeripari Műveletek és Folyamattervezés Tanszéknek, hogy biztosította a vizsgálatom elvégzéséhez szükséges eszközöket és vegyszereket.

Virág Bence-Szakdolgozat

NYILATKOZAT

a záródolgozat/szakedolgozat/diplomadolgozat/portfólió¹ nyilvános hozzáféréseiről és eredetiségéről

A hallgató neve: VIRÁG BENCE
A Hallgató Neptun kódja: XC1ESR
A dolgozat címe: Gazdasági tudományok értékes komponenseinek
nyomtatott követése a növekedés során
A megjelenés éve: 2024
A konzulens intézetének neve: Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet
A konzulens tanszékének a neve: Élelmiszeripari Műveletek és Folyamattervezés Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott záródolgozat/szakedolgozat/diplomadolgozat/portfólió² egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottam, tudomásul veszem, hogy a záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkori szellemi tulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumába. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után

nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumában.

Kelt: Budapest, 2024 év április hó 28 nap

Virág Bence
Hallgató aláírása

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

NYILATKOZAT

Virág Bence (hallgató Neptun azonosítója: XCJESR) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót¹ áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő védésre javaslom / nem javaslom².

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*3}

Kelt: Budapest, 2024. év április hó 22. nap



Dr. Bánvölgyi Szilvia
belső konzulens



Klosz Katalin Ildikó
belső konzulens

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő aláhúzendő.

³ A megfelelő aláhúzendő.