

SZAKDOLGOZAT

Sikó Patrícia Zelma

2025



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Budai Campus

Kertészeti Intézet

Kertészmérnök alapképzési szak

**A SÜNGOMBA (*HERICIUM ERINACEUS*) ÉLŐHELYI
FELMÉRÉSE ÉS TERMESZTÉSTECHNOLÓGIÁJÁNAK
FEJLESZTÉSE**

Belső konzulens: Dr. Papp Viktor
egyetemi docens

**Belső konzulens
intézete/tanszéke:** Növénytani Tanszék

Dr. Geösel András
egyetemi docens, tanszékvezető,
intézetigazgató

**Kertészettudományi Intézet,
Zöldség- és Gombatermesztési
Tanszék**

Készítette: Sikó Patrícia Zelma

Budai Campus, Budapest

2025

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés és célkitűzés	4
2. Irodalmi áttekintés	6
2.1. A gombák biodiverzitásának jelentősége	6
2.2. A Basidiomycota törzs	8
2.3. A Hericiaceae család	9
2.4. A <i>Hericium</i> nemzetség	9
2.5. Magyarországon előforduló <i>Hericium</i> fajok és jellemzőik.....	11
2.6. <i>Hericium erinaceus</i> (Bull.) Pers. 1797.....	12
2.7. A süngomba gyakorlati és kulturális jelentősége.....	14
2.8. Biodiverzitás-vizsgálati módszerek és mikológiai adatbázisok.....	16
2.9. Termesztéstechnológia	17
3. Alkalmazott módszerek (anyag és módszer)	20
3.1. Adatbázis és terepi adatok feldolgozása.....	20
3.2. Saját gyűjtött minták feldolgozása	21
3.3. Molekuláris vizsgálatok (DNS-barcoding)	22
3.4. Termesztési kísérlet.....	22
4. Eredmények és értékelésük	24
4.1. A süngomba (<i>Hericium erinaceus</i>) hazai előfordulásai.....	24
4.2. Biodiverzitási mutatók (fajgazdagság).....	29
4.3. Termesztési kísérlet értékelése	30
5. Következtetések és javaslatok	37
6. Összefoglalás	39
7. Irodalomjegyzék	41
8. Táblázatok és ábrák jegyzéke	47
9. Köszönetnyilvánítás	48
10. Függelék	49

1. Bevezetés és célkitűzés

Az elmúlt évtizedekben világszerte egyre nagyobb figyelmet kap a biológiai sokféleség védelme és kutatása. Wilson (1988) könyvében már hangsúlyozta, hogy a biodiverzitás faji, ökológiai és genetikai szinten egyaránt meghatározó jelentőségű (Wilson, 1988). A biológiai sokféleség megőrzése nem csupán etikai és esztétikai érték, hanem alapvető feltétele az ökoszisztémák stabilitásának, a tápanyag-körforgás fenntarthatóságának, valamint az emberi jólétnek is (Moore et al., 2001). E sokféleség egyik gyakran háttérbe szoruló, ám kiemelten fontos csoportját a gombák alkotják. A jelenlegi becslések szerint a gombafajoknak kevesebb mint 10%-át sikerült eddig azonosítani (Hyde, 2022; Niskanen et al., 2023). A gombák biodiverzitásának feltárása elengedhetetlen ahhoz, hogy jobban megértsük szerepüket a természetes élőhelyek anyagforgalmában, tápanyagkörforgásában és ökológiai egyensúlyában. Eltűnésük vagy megritkulásuk kedvezőtlenül befolyásolhatja az adott élőhely teljes életközösségének fennmaradását. Ezért a gombák vizsgálata elengedhetetlen mind természetvédelmi, mind alkalmazott tudományi szempontból.

A természetvédelem kiemelt feladata, hogy azon természeti értékeket – például fajokat és élőhelyeket – azonosítsa és megőrizze, amelyek ritkaságuk vagy veszélyeztetettségük miatt különös figyelmet igényelnek. A védett fajok listájára elsősorban olyan élőlények kerülnek, amelyek állományát az emberi tevékenység, a környezeti változások vagy az élőhelyek pusztulása veszélyezteti. A magyar természetvédelmi jogszabályok értelmében a védelem nemcsak az egyedekre terjedhet ki, hanem azok populációira és természetes élőhelyeire is, biztosítva ezzel hosszú távú fennmaradásukat. Magyarországon a gombák védelme jogszabályi keretek között is biztosított: jelenleg 58 nagygombafajra terjed ki a törvényi védelem (13/2001 (V.9.) KöM rendelet 9. sz. melléklete) (Siller et al., 2006).

A védett gombafajok között külön figyelmet érdemel a *Hericium* nemzetség, amelynek két hazai képviselője, a *Hericium erinaceus* (süngomba) és a *H. cirrhatum* (tüskés sörénygomba) jogszabályi oltalom alatt áll (Siller et al., 2006). A *Hericium* fajok mellett, hogy fontos szerepet töltenek be az erdei ökoszisztémák lebontó folyamataiban, az utóbbi években (különösen a *H. erinaceus* esetében) egyre nagyobb érdeklődés mutatkozik természetük iránt. Ennek oka egyrészt különleges, gasztronómiailag értékes ízviláguk, másrészt bioaktív vegyületeik, amelyeknek idegrendszeri regeneráló és immunerősítő hatást tulajdonítanak (Sokol et al., 2016; Stamets, 2005). E tulajdonságaiknak köszönhetően a nemzetség ismertsége fokozatosan növekszik, és a köztudatban már nem csupán impozáns megjelenésük miatt kapnak figyelmet.

A *Hericium* fajok ritkaságuk, élőhelyeik specializáltsága (idős, holt faanyagban gazdag erdők), valamint a környezeti változásokkal szembeni érzékenyséjük miatt veszélyeztetettek (Boddy, et al., 2011).

A hazai tapasztalatok alapján e fajok védelme szorosan összefügg az erdei élőhelyek megőrzésével, a megfelelő mennyiségű és minőségű holtfaanyag biztosításával, valamint az erdőgazdálkodási gyakorlatok fenntarthatóságával (Papp, 2015).

Kutatásom célja a *Hericium erinaceus* (süngomba) hazai állományainak és élőhelyének átfogó vizsgálata, különös tekintettel természetvédelmi helyzetére, ökológiai igényeire és termesztési potenciáljára.

Munkám során az alábbi konkrét célkitűzések kerültek megfogalmazásra:

- A *H. erinaceus* hazai állományainak felmérése és térbeli elterjedésük dokumentálása.
- A *H. erinaceus* esetében az élőhelyi sajátosságok és az előfordulásokat befolyásoló ökológiai tényezők vizsgálata.
- A *H. erinaceus* hazai populációit fenyegető potenciális veszélyforrások azonosítása.
- Magyarországi gyűjtésből származó *H. erinaceus* törzstenyészetek létrehozása és fenntartása laboratóriumi körülmények között.
- A *H. erinaceus* faj termesztési lehetőségeinek és optimalizálási feltételeinek vizsgálata.
- Az eredmények felhasználása a *H. erinaceus* ex situ megőrzésének elősegítésére és a fenntartható termesztéstechnológia megalapozására.

2. Irodalmi áttekintés

2.1. A gombák biodiverzitásának jelentősége

A gombák a Föld egyik legnagyobb fajszámú és változatosságú élőlénycsoportját alkotják. Az eddigi becslések szerint megközelítőleg 2,2-3,8 millió gombafaj létezik, ebből nagyjából 120 ezer fajt tudtak tudományosan elfogadtatni. Ez azt jelenti, hogy a Föld fungájának több mint 90%-a még ismeretlen, a már felfedezett fajok csupán még csak a jéghegy csúcsa (Hawksworth – Lücking, 2017; Niskanen et al., 2023).

A gombák a szerves anyagok lebontásának és az anyagforgalom fenntartásának elsődleges szereplői. Táplálkozásuk, a baktériumokhoz hasonlóan, egészen egyedi az élővilágban. Chlotróf szervezetek révén, a szerves vegyületeket külső, úgynevezett exoenzimekkel bontják le (Moore, et al., 2011). A Földön a legnagyobb mennyiségben felhalmozódó szerves vegyület, a cellulóz lebontására csak az említett két élőlénycsoport képes. A faanyag lebontásáért legnagyobb részben xilofág gombák felelősek (Jakucs, 2003). Jelenlétük ezért is nélkülözhetetlen az erdei ökoszisztémák tápanyaglebontásában és mineralizációjában.

A gombavilág fajgazdagsága globálisan nem egyenletes. A legnagyobb diverzitás a trópusokon és a mérsékelt égövi erdőkben található, ugyanakkor ezek a területek a leginkább feltáratlanok. Táplálkozási stratégiájukat illetően is igen eltérőek lehetnek. Világszerte elterjedtek azok a fajok, melyek mikorrhiza-kapcsolatban élnek a növényekkel - ezzel javítva azok tápanyagfelvételét, stressztűrését és növekedését, illetve a növények egymással való kapcsolattartásában is részt vesznek – ezek azonban csak szűkebb ökológiai niche-ben fordulnak elő (Crowther et al., 2012; Smith – Read, 2008). Számos faj pedig az ökológiai stabilitás fenntartásában, a populációk szabályozásával élősködőként vagy mutualista partnerként vesz részt (Jakucs, 2003).

A gombákat mi emberek is szívesen alkalmazzuk, például az élelmiszeriparban (erjesztés, sajtgyártás, kovász, sörgyártás, borkészítés) vagy a gyógyszeriparban (penicillin, ciklosporin, sztatin) (Hyde et al., 2019). Az ehető gombafajok étkezésünkben is helyet kapnak, fontos fehérje- és mikrotápanyag-forrásuknak köszönhetően (Vetter, 2023).

Fontos megemlíteni azt is, hogy a gombák érzékenyen reagálnak a különböző környezeti változásokra (erdőgazdálkodás, klímaváltozás, levegőszennyezettség), így kulcsszerepet töltenek be az erdei ökoszisztémák természetességének és egészségi állapotának felmérésében, monitorozásában (Arnolds, 1991). Az élőhelyek pusztulása, átalakulása vagy eltűnése és a

szubsztrátumok csökkenése veszélyezteti a gombák fajgazdagságát, védelmük ezért is járul hozzá az egész ökoszisztéma fenntartásához (Dahlberg – Mueller, 2011).

Az élettér csökkenését elsősorban olyan emberi tevékenységek idézik elő, mint az erdőgazdálkodás során eltávolított idős fák és a holtfaanyag kihordása, hiszen ezek bolygatatlan körülmények között visszakerülnének a szervesanyag körforgásába. Olyan ritka élőhelyek átalakulása és csökkenése, mint a ligeterdők vagy mészkerülő erdők, szintén számos gombafaj visszaszorulásához vezet. Az iparosodás, az épített területek terjeszkedése és az idegenhonos fajok betelepítése szintén az őshonos faj kiszorításához vezet. Újabb veszélyforrást jelentnek azok a beavatkozások is – mint a tarvágás vagy a trágyázás, illetve a vízgazdálkodási és szennyvíztisztítási intézkedések – amelyek az élőhelyek környezeti feltételeit változtatják meg. Továbbá a klímaváltozás hatására a szélsőséges időjárási esetek száma emelkedik, például a légköri aszály vagy a hosszan tartó forróság. Ezek a környezeti változások nem csak az általában csapadékos időjárást igénylő gombák termőtest képzését nehezítik meg, de az egész élővilágra nézve is veszélyt jelentenek. A gombafajok állományaira nézve, kis mértékben ugyan, de a túlzott gyűjtés is veszélyeztető tényező lehet (Kutszegi – Papp, 2016; Niskanen et al., 2023; Siller et al., 2006).

A hatékony védelemhez elengedhetetlen a hazai gombafajok és élőhelyeik pontos ismerete. A gombák védelme két fő módon kivitelezhető: a fajok közvetlen védelmével vagy élőhelyeik megőrzésével. A speciális, kis kiterjedésű élőhelyek – például a lápok vagy a mészkerülő erdők – esetében a fajok megőrzése csak az élőhely védelmén keresztül lehetséges, ami nemcsak a gombák, hanem más élőlények és a táj szempontjából is fontos (Siller et al., 2006).

A védendő fajok beazonosításában azonban nehézséget okoz egyrészt, hogy a gombák globális diverzitása még nem kellően feltárt, valamint számos kriptikus fajkomplexet azonosítottak a kutatók, aminek egyes fajai csak molekuláris módszerekkel különíthetők el (Lutzoni 2004). Másrészt a gombák kutatásában elsősorban a termőtestek vizsgálatára támaszkodunk, amelyek azonban a fejlődési ciklusnak csupán egy rövid – fenológiai szakaszát képviselik – és nem feltétlenül tükrözik a micélium (gombák vegetatív képlete) tényleges mennyiségét vagy elterjedtségét, főleg, hogy nehezen lehet hozzáférni. Ezért jelenlegi ismereteink szerint csak korlátozottan alkalmas a fajok pontos azonosítására (Benedek, 2011). Például, ha egy terület mikroszkopikus életközösségre vetítjük ezt le és meg szeretnénk nézni mintavételezéssel az élőlény-összetételét, sokkal több faj micéliuma jelen van a talajban vagy az aljzatban, mint ahány faj termőteste ténylegesen megjelennek és megfigyelhetők. Ez azt jelenti, hogy a gombaközösség valódi diverzitása jóval nagyobb annál, mint amit a

makroszkopikus termőtestek alapján feltételezhetnénk (Frøslev et al, 2019; Ovaskainen et al, 2013).

A jogi eszközök mellett a társadalmi szemléletformálás, az ismeretterjesztés és az oktatás is kulcsszerepet játszik a gombák védelmében, hiszen sok esetben a tudatlanság okozza a legnagyobb problémát. A hatékony védelem alapjául a részletes adatgyűjtés szolgál; az egyes fajok elterjedése, veszélyeztető tényezői és veszélyeztetettségi szintje. Ezekre az információkra épül a Veszélyeztetett Fajok Nemzetközi Vörös Listája (IUCN Red List of Threatened Species), amely összefoglalja a védelmi javaslatokat, ami alapján meg lehet határozni a szükséges intézkedéseket és korlátozásokat az egyes fajok hosszú távú megőrzése érdekében (Niskanen et al., 2023).

A felsorolt okokból adódóan a makrogombák bioindikátorként való alkalmazása nagyon fontos eszköz a különböző élőhelyek ökológiai állapotának, természetes folyamatainak és a leromlásuk mértékének megfigyelésére, nyomon követésére. Mivel a gombák érzékenyen reagálnak a környezeti változásokra, jelenlétük, hiányuk vagy fajösszetételük értékes információt szolgáltat az adott terület környezeti állapotáról és változásairól (Christensen et al., 2004).

2.2. A Basidiomycota törzs

A dikarióta gombák (Dikarya) két nagy csoportja a *Basidiomycota* és az *Ascomycota*. A *Basidiomycota* törzsbe tartozó gombák morfológiailag nagyon változatosak, de közös jellemzőjük, hogy bazídiumon exogén módon képzett bazidiospórákkal szaporodnak ivaros úton. A kompatibilis elsődleges hifák összeolvadásával kialakul a dikariotikus micélium, amely később környezeti és belső tényezők hatására termőtestet fejleszt, amelynek termőrétegében elhelyezkedő bazídiumokban végbemegy a kariogámia, majd a meiózis. Ennek eredményeként általában négy bazidiospóra képződik. A bazidiospórák rendszerint egymagvúak (haploid), méretük, alakjuk és mintázatuk fajspecifikus. Megfelelő körülmények között kicsírázva új micéliumot hoznak létre. Ivartalan szaporodás ritkán, micéliumtöredékekkel vagy konídiumok révén történhet.

Sok gombafaj jelentős gazdasági, gasztronómiai vagy biotechnológiai értékkel bír mivel különféle élelmiszerek, gyógyhatású készítmények és ipari enzimek előállításában egyaránt felhasználhatók (Jakucs, 2008; Webster – Weber, 2007).

2.3. A Hericiaceae család

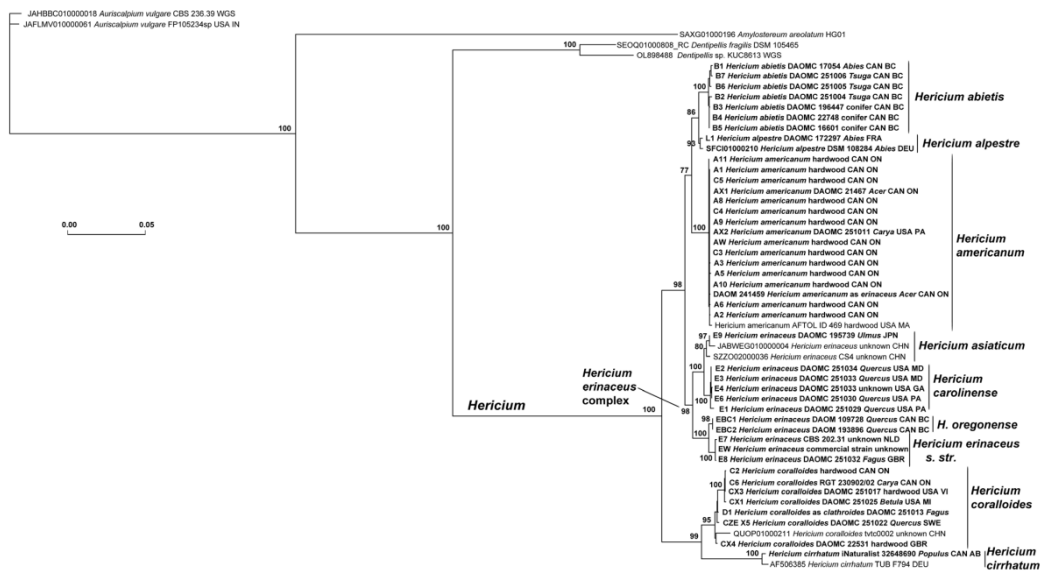
A *Hericiaceae* család a *Basidiomycota* törzsön belül az *Agaricomycetes* osztályba tartozik, azon belül pedig a *Russulales* rendbe. A *Hericiaceae* nemzetségei közül a legjelentősebb és legismertebb a *Hericium* (He et al. 2024). A családra jellemző a feltűnő, gyakran nagy méretű, húsos, legtöbbször fehéres vagy krémszínű termőtest, amelyből hosszú, lecsüngő tüskék vagy csapok fejlődnek. A termőtest alakja változatos lehet: gumószerű, tömött, vagy korallszerűen elágazó. A spórák általában fehérek vagy halvány krémszínűek, sima felszínűek és ellipszoid vagy enyhén gömbölyded alakúak. A bazidiospórák kis méretűek, vékony falúak, és a levegőben könnyen terjednek. A *Hericiaceae* fajok hifaszervezete szeptált és rendszerint monomitikus, vagyis egyféle, generatív hifából áll. A hifák vékony falúak, gyakran hialinok (átlátszók), és sok esetben csatos kapcsolatok is megfigyelhetők, amelyek a dikariotikus állapot fenntartásában játszanak szerepet. A micélium szerteágazó hálózatot alkot a faanyagban, behatol a sejtfalak közé, és enzimek segítségével bontja azokat. A család tagjai heterotróf szervezetek, főként szaprotróf módon táplálkoznak. Elsősorban elhalt vagy legyengült lombos fák faanyagát bontják le, miközben hatékony lignin- és cellulózbontó enzimeket termelnek. Ennek köszönhetően fontos szerepük van az erdei ökoszisztémák tápanyagkörforgásában és a szerves anyag lebontásában. Ritkábban gyengülő élő fákon is előfordulhatnak parazita életmódban (Kirk et al., 2008; Stalpers, 1996).

2.4. A *Hericium* nemzetség

A *Hericium* nemzetséget korábbi adatok szerint a *Hericiales* rendbe sorolták, azonban a molekuláris filogenetikai vizsgálatok alapján jelenleg a *Russulales* rendbe tartozik (Sokol, 2016, He et al. 2024). A nemzetségben a fajhatárok morfológiai és mikroszkópikus adatok alapján nem mindig egyértelműek. A *Hericium* fajok elkülönítésére és rokonsági kapcsolatainak feltérképezésére a filogenetikai (leszármazási) elemzés kiemelten fontos módszer. Ennek során például az rDNA ITS (Internal Transcribed Spacer) szekvenciák vizsgálata hatékony és költségtakarékos PCR-technikával lehetővé teszi a fajok pontos azonosítását és rendszerezését.

A genetikai különbségek feltárásának kiemelten fontos szerepe van Koga és munkatársai (2025) tanulmányában, amely az első átfogó, többgénés filogenetikai elemzés a *Hericium*

nemzetségben. Ebben a munkában a szerzők jelentős eredményeket értek el a fajhatárok körüli korábbi bizonytalanságok tisztázásában, valamint a rejtett fajkomplex feltárásában, továbbá új fajok leírásait is közlik. A Bayes-féle filogenetikai elemzések eredményei szerint a *H. erinaceus* komplexum három földrajzi eredetű alkládra osztható: az két faj az Egyesült Államokból, főként tölgyfáról (*Quercus*) származnak, a másik főként kelet-ázsiai eredetű törzseket foglal magában, míg a harmadik szintén térbeli elhelyezkedés alapján, európai fajként különül el (1. ábra). Tehát ami korábban morfológiailag egység volt, az most fajkomplex és elkülöníthető filogenetikailag (Cesaroni et al., 2019; Koga et al. 2025).



1. ábra. *Hericium* nemzetség filogenetikai fája (Koga et al., 2025).

A DNS-barcoding módszer idejét megelőzően is voltak figyelemre méltó eredmények a süngomba taxonómiai kutatásában, hiszen Burdsall és munkatársai (1978) leírtak egy új alfajt, amelyet *Hericium erinaceum* ssp. *erinaceo-abietis* néven neveztek el. A gomba morfológiailag eltért a korábban ismert *Hericium erinaceus* fajtól: kisebb, szabálytalan, csomós termőtestet fejlesztett, amelyet apró, minden irányba álló tüskék borítottak. Kísérleteikkel kimutatták, hogy a felfedezett faj teljesen kompatibilis a *H. erinaceum*-mal, részben pedig a *H. abietis*-szel, ami közeli rokonságra utal. További vizsgálatok pedig olyan különbségre is rámutattak, hogy az új alfaj gyorsabban növekszik magasabb hőmérsékleten, mint a rokon fajok. Eredményeik alapján a szerzők önálló alfajként javasolták besorolását (Burdsall et al., 1978).

Az ilyen típusú elemzések nemcsak a fajok elkülönítését pontosítják, hanem lehetővé teszik a biogeográfiai mintázatok feltárását és a további gyógyászati vizsgálatok megbízhatóságának növelését is. Az utóbbi években több kutatás is bizonyítja ennek, az alkalmazott módszerek együttes használatával egyértelműbbé válnak a morfológiai tulajdonságok alapján csak feltételezhető, így viszont genetikailag is megnyilvánuló különbségek.

2.5. Magyarországon előforduló *Hericium* fajok és jellemzőik

Magyarországon a *Hericium erinaceus* (közönséges süngomba), *Hericium cirrhatum* (tüskés sörénygomba) és *Hericium coralloides* (petrezselyemgomba) fajok fordulnak elő, ebből csak a petrezselyemgomba nem áll jogszabályi védelem alatt. Még egyelőre nem publikált, de Papp Viktor szóbeli közlése alapján úgy tűnik, hogy a *Hericium abietis* fajnak is van hazai élőhelyi adata.

Magyarország területéről publikált *Hericium* fajok közötti legfontosabb makromorfológiai különbségeket az alábbiakban foglalom össze:

- *H. erinaceus* könnyen felismerhető elágazás nélküli, párna alakú termőtestéről, amelynek hosszú, egyenletes tüskék (csapok) lógnak le. Magyarországon lombos erdőkben, holtfaanyagban, valamint élő vagy elhalt fatörzseken fordul elő, szeptembertől novemberig. Védett. A *H. erinaceus* tüskéi hosszabbak és közvetlenül a központi tömegeből nőnek, míg a többi faj rövidebb tüskéi több ágról erednek.
- *Hericium cirrhatum* (tüskés sörénygomba): A termőtest felépítése különösen kirívó; kalapszerű szemcsés felületű lebenyekről rövid tüskék lógnak le. Júniustól októberig bükkön néha tölgyön található. Védett.
- *Hericium coralloides* (közönséges petrezselyemgomba): egy töből induló korallszerűen elágazó termőtesttel, rövidebb tüskék szakállszerűen lelógnak az ágakról egy irányban. Holt lombos fákon, azok korhadó tuskóin (főleg bükkön) nő júniustól októberig (1.táblázat).

(Boddy et al., 2011; Gerhardt et. al, 2024; Stalpers, 1996; Wald et al, 2004; Xiao, 2011).

1. táblázat. A hazai *Hericium* fajok közti különbségek.

(Boddy et al., 2011; Gerhardt et. al, 2024; Stalpers, 1996; Wald et al, 2004; Xiao, 2011).

Jellemző	<i>Hericium erinaceus</i>	<i>Hericium cirrhatum</i>	<i>Hericium coralloides</i>	<i>Hericium abietis*</i>
Termőtest alakja	Kerek, elágazás nélküli	Laza, lebenyes/kalapszerű	Laza, korallszerűen elágazó	Kompakt, elágazó
Tüskék elrendezése	Hosszú, tüskék központi tömbből lógnak le	Szabálytalan, egymásra nőtt tüskék	Rövidebb tüskék sorokban az ágakon	Sűrű, rövid tüskék csoportosan
Tüskék hossza	1–5 cm <	1–1,5 cm	0,5-1 cm	0,5–1 cm
Szín	Fehér–krémszínű, idővel sárgás vagy barnás	Piszkosfehér, idősen rózsás vagy barnás	Fehér vagy lazacbarna	Törtfehér, halvány rózsaszínes
Élőhely	<i>Fagus</i> , <i>Quercus</i>	Főként <i>Fagus Quercus</i> ,	Főként <i>Fagus</i> , lombos fák	Elhalt tűlevelű fák, tuskók (<i>Abies</i>)
Növekedési szokás	Magányos vagy kisebb csoportokban	Egyedül vagy kis telepekben	Egyedül vagy kis csoportokban	Magányos vagy kisebb csoportokban
Megkülönböztető jegy	Gömböszerű termőtest, hosszú tüskék	Kagylós, lapított termőtest	Finom, korallszerű, rövid tüskék	Faanyag, sűrű, elágazó termőtest

2.6. *Hericium erinaceus* (Bull.) Pers. 1797

A *Hericium erinaceus* jellegzetes fehér sörényszerű termőtesteiről ismert. A latin szó “erinaceus” jelentése sün, utalva ezzel különös megjelenésére. Más nyelvekben egyéb jellemzőkkel is illetik, mint az “oroszlánysörény”, “fehér szakáll”, “majomgomba” vagy “medvefej” (Boddy et al. 2003). Elsősorban elhalt vagy sérült öreg kemény lombos fákon - bükkön (*Fagus*) és tölgyön (*Quercus*) - nő szaprotróf, alkalmanként gyenge parazita módon. Élő fákon általában sebzés helyén jelenik meg (Koski-Kotiranta – Niemelä, 1988). Fehér rothadást/fehérkorhadást okoz a gazdafán, mely során a faanyag lebontásra kerül. A gomba

révén elsődlegesen a lignin kerül felhasználásra, a cellulóz részben megmarad, ezért a fa színe világosabbá, fehéressé válik, szerkezete pedig szivacsossá, rostossá (Christensen et al., 2004; Jakucs, 2003). A faj az északi félteke mérsékelt égövi erdeiben él; Észak-Amerikában, Európában és Ázsiában őshonos, azonban csak foltokban elterjedt, sok helyen élőhelyvesztés miatt ritka az állománya. Késő nyáron, ősszel képez termőtestet. A *H. erinaceus* nedves és enyhe feltételeket igényel, de a klímaváltozás okozta szeszélyes időjárási esetek, a kiszámíthatatlan csapadékmennyiségek vagy a téli időjárás enyhülése a süngomba termőidőszakának eltolódását okozhatja (Boddy et al. 2003). Azonban a faj veszélyeztetettsége hazai és nemzetközi szinten elsősorban az öreg erdők visszaszorulására vezethető vissza, ami jelentősen csökkenti természetes élőhelyeinek kiterjedését. Elsősorban természetvédelmi területeken marad életképes, mivel az erdőgazdálkodás gyakorlata erősen korlátozza populációit. Különleges megjelenése, ehetősége és gyógyhatása miatt hazánkban valószínűleg gyűjtik is, ami további veszélyeztető tényezőt jelenthet (Siller et al., 2006). Több (13) országban vörös listán szerepel és jogi védelem alatt áll (Szućko-Kociuba et al., 2023).

Makromorfológiájáról könnyen megismerhető, más fajjal nem összetéveszthető. A termőtestek nagyjából 5–40 cm méretűek, szabálytalan, gumós kinövésűek. A kalap és tönk hiányzik, egyetlen csomót alkotva számos hosszú, fehér, lelógó tüskéből, csapból áll, amelyek 1–4 cm hosszúak. Ezek a csapok adják a gombának a jellegzetes „oroszlánsörény” megjelenését. A bazídiumok 25–40 µm hosszúak és 5–7 µm szélesek, mindegyik négy spórát hordoz, alapjukon csattal. A spórák fehérek, amiloidok, alakjuk a gömbölydedtől ellipszoidig terjedhetnek (Koski-Kotiranta – Niemelä; Thongbai et al., 2015). A termőtest növekedése során morfológiai változások figyelhetők meg, például a természetett gombák 14 naposan fehér külsővel és szilárd textúrával rendelkeznek, amely optimális a szedéshez kulináris és gyógyászati célokra egyaránt, míg 21-28 napos korban a már sárgás színt öltönek, szabálytalan formát vesznek fel, és hosszabb sárga csapok alakulnak ki, ami a termőtest elöregedését jelenti. A kulcsfontosságú bioaktív vegyületek tartalma 14 nap után csökken, bár az antioxidáns aktivitás viszonylag stabil marad. Spórákibocsátás után tovább veszít a gyógyászati értékéből. A természetben azonban viszonylag hosszan friss marad a faanyagon (Harrison, 1973; Stamets, 2005).



2. ábra. Balra vadon termő, jobbra termesztett *Hericium erinaceus* termőtestek (Forrás: vadon termő saját, termesztett dr. Geösel András fotója).

2.7. A süngomba gyakorlati és kulturális jelentősége

Vadon termő termőtestei védettek, szedésük tilos, vagy csak kutatási engedéllyel lehetséges. Azonban termesztésbe vont törzsek jelen vannak a piacon, így boltokban is találkozhatunk vele.

A süngomba finom, enyhén édes umami ízzel rendelkezik, húsos, tenger gyümölcseire emlékeztető textúrával (Almási, 2025). Alacsony zsír- és kalóriatartalmú, de gazdag fehérjében, élelmi rostban, esszenciális ásványi anyagokban (például kálium, vas és D-vitamin), valamint telítetlen zsírsavakban. Ezek a tulajdonságok mind népszerű alapanyaggá teszik a vegetáriánus és vegán étrendben, hús- vagy tengeri étel helyettesítőként szolgálva. A gyógyászati kutatások további piaci lehetőségeket nyithatnak (kiegészítők, extraktumok), ugyanakkor a fenntartható gyűjtés és az élőhelyvédelem összehangolása kritikus a vadpopulációk megőrzése érdekében (Chen et al, 2025, Kawagishi et al., 1994; Stamets, 2000). *H. erinaceus* termőteste és micéliuma egyaránt tartalmaz nagy mennyiségű bioaktív vegyületeket (Thongbai et al., 2015). Több esszenciális B-vitamint tartalmaz, például tiamint (B1), riboflavint (B2), niacint (B3) és kisebb mennyiségben és biológiailag inaktívan B12-vitamint (Teng, 2014). Kiegyensúlyozott aminosav-profilot kínál, beleértve mind az esszenciális aminosavakat, amelyeket a szervezet nem tud előállítani (Silva et al., 2025). Továbbá olyan ásványi anyagokat biztosít, mint a cink, kálium és vas, amelyek elengedhetetlenek a humán immunfunkciókhoz, az izom- és szív működéshez, valamint a vér oxigénszállításához (Lu et al., 2025). Rákellenes és immunmoduláns hatása olyan poliszacharidoknak köszönhető, mint például a béta-glükánok

(Wang et al, 2024; Wasser, 2017). Fenolos vegyületeket, flavonoidokat és egyéb antioxidánsokat tartalmaz, amelyek védik a sejteket az oxidatív károsodástól, ami fontos a krónikus betegségek megelőzésében (Wang et al, 2024). Fontos kiemelni az egyedi bioaktív vegyületeit, például a hericenonokat és erinacinokat, melyek serkentik az idegnövekedési faktor (NGF) termelését és potenciálisan segítenek a neurodegeneratív betegségek megelőzésében (Contato – Conte-Junior, 2025; Friedman, 2015; Szućko-Kociuba et al., 2023). A kelet-ázsiai tradicionális orvoslásban már évszázados hagyománya van, emésztési zavarok, álmatlanság, krónikus gyomorhurut és az emésztőrendszer daganatos megbetegedéseinek kezelésére használták (Tan et al., 2024). Alkalmazásai a fizikai, mentális és szellemi egészséget egyaránt felölelik, így évszázadok óta értékes gyógyszernak számít (Sokol et al. 2015, Jiang et al, 2014). A 2. táblázat a faj aktív hatóanyagait és azok élettani hatásait foglalja össze.

2. táblázat. *Hericium erinaceus* aktív hatóanyagai és élettani hatásai.

(Friedman 2015, Khan et al. 2013, Sokol et al. 2015)

Komponens	Elsődleges hatások	Gyógyászati előnyök
Erinacinok és Hericenonok	Idegnövekedési faktor (NGF) termelés serkentése	Neuroprotekción, kognitív javulás, neurodegeneratív betegségek megelőzése
Poliszacharidok	Immunmoduláció, antioxidáns	Fokozott immunitás, gyulladáscsökkentés, antioxidáns védelem
Ergoszterol	Antioxidáns, gyulladáscsökkentő	Sejtvédelem, D-vitamin prekursor
Hericén A és Terpenoidok	Neuroprotekción, antioxidáns	Idegregeneráción, kognitív támogatás
Fenolos vegyületek és Flavonoidok	Gyulladáscsökkentő, antioxidáns	Oxidatív stressz csökkentése, agyműködés javítása
Egyéb tápanyagok	Táplálkozási támogatás	Emésztőrendszer egészsége, anyagcsere-egyensúly

Összességében tehát a gyógyászati hatásai elsősorban egyedi neurotrofikus vegyületeire (erinacinok és hericenonok), erős poliszacharidjaira, valamint antioxidáns molekuláira, például az ergoszterolra és fenolos vegyületekre vezethetők vissza. Ezek az összetevők együttesen támogatják az agy és idegrendszer egészségét, fokozzák az immunfunkciót, csökkentik a gyulladást és antioxidáns védelmet nyújtanak, így az oroszlánsörény gomba ígéretes természetes terápiás szer a kognitív rendellenességek, az immunrendszer támogatása és az általános egészség fenntartása érdekében. Ezért a süngomba jelentős potenciállal bír a funkcionális élelmiszerek, nutraceutikumok (étrend-kiegészítő) és gyógyszeripari kutatások számára, hozzátenném, hogy a piaci kínálatból mindenképpen körültekintően kell terméket választani, hiszen sokszor nem valódi hatóanyagtartalmú készítményeket árulnak.

2.8. Biodiverzitás-vizsgálati módszerek és mikológiai adatbázisok

A gombák hagyományos azonosítása elsősorban morfológiai jellemzőkre épül. A makromorfológiai bélyegek (termőtest alakja, színe, felületi jellemzői, termőrétegtartó típusa) mellett a mikroszkópos szerkezete - mint a spórák mérete és alakja, a bazídiumok, cisztídiumok és a hifastruktúra - adják a fajdiagnosztika alapját (Largent et al., 1977, 1986). A morfometriai vizsgálatok és mikroszkópos megfigyelések továbbra is nélkülözhetetlenek, különösen terepi azonosításkor és a voucher-anyagok (szárított példányok, fotók) hitelesítésénél. A molekuláris rendszertan a DNS-szekvenciák összehasonlításán alapul, amelyek a fajok közötti rokonsági kapcsolatok feltárására és azonosításra szolgálnak. A riboszomális ITS régió (Internal Transcribed Spacer) a gombák esetében a legszélesebb körben alkalmazott „molekuláris vonalkód” (barcode), mivel kellően változékony a fajszintű elkülönítéshez (Schoch et al., 2012). A négy génrégiót kombináló elemzés számos mélyebb filogenetikai kapcsolatot tárt fel az Ascomycota és Basidiomycota csoportokon belül, amelyek korábbi vizsgálatokban vagy nem voltak kimutathatók, vagy csak gyenge statisztikai alátámasztást kaptak. A pontos azonosítás érdekében elengedhetetlen a megbízható referenciaadatok és voucher minták használata, mivel a nyilvános adatbázisok (például GenBank) nem minden esetben hitelesített (Lutzoni et al., 2004; Nilsson et al., 2006). A modern biológiai és taxonómiai kutatás egyik alapvető pillére a digitális biodiverzitás-adatbázisok rendszere, amelyek egységes szerkezetben teszik hozzáférhetővé a fajokhoz kapcsolódó

genetikai, taxonómiai és előfordulási információkat. Ezek az adatbázisok nemcsak az azonosítást és rendszertani vizsgálatokat segítik, hanem a fajok globális elterjedésének, rokonsági viszonyainak és evolúciós kapcsolatrendszerének vizsgálatát is.

GenBank – az egyik legnagyobb és legátfogóbb nyilvános nukleotidszekvencia-adatbázisa, amelyet az Amerikai Nemzeti Biotechnológiai Információs Központ (NCBI) működtet. Az adatbázis több százezer, hivatalosan leírt fajból származó DNS- és RNS-szekvenciát tartalmaz, amelyekhez a kutatók világszerte szabadon hozzáférhetnek. A GenBank adatai főként kutatólaboratóriumok egyedi beküldéseiből, illetve nagy genomikai és környezeti szekvenálási projektekből származnak. Minden bejegyzés egy egyedi hozzáférési azonosítót (accession number) kap, amely lehetővé teszi a szekvenciák pontos hivatkozását és visszakeresését (Benson et al., 2013).

MycoBank – mikológiai nevezéktani dokumentáció, amely bemutatják fajok leírásait és ábráit. Minden egyes újonnan leírt névhez (nomenklaturális újdonsághoz) egy egyedi azonosítószámot (accession number) rendelnek, amely hivatkozható abban a publikációban, ahol az új nevet bevezetik. Ezek az azonosítók beépülnek a Life Science Identifier (LSID) rendszerbe, melyet az Index Fungorum- nevezéktani adatbázis kezel. A nevek szigorúan bizalmasak maradnak a publikáció megjelenéséig. (Crous et al., 2004),

GBIF (Global Biodiversity Information Facility) – globális térinformatikai adatbázis, amely herbáriumi és előfordulási rekordokat gyűjt. Ez a rendszer biztosítja, hogy a különböző forrásokból – például előfordulási adatbázisokból, nomenklatúrákból vagy külső rendszerekből (EOL, GenBank, IUCN) – származó névadatokat egységesen lehessen keresni, szűrni és egymáshoz rendelni. (GBIF Secretariat, 2022).

Kiemelten fontos ezek kombinált, integrált használata, ezzel növelve az azonosítás és az elterjedési modellek megbízhatóságát.

2.9. Termesztéstechnológia

A süngomba (*Hericium erinaceus*) az utóbbi évtizedben egyre nagyobb figyelmet kap Magyarországon, mind gasztronómiai különlegességként, mind funkcionális élelmiszerként. A faj egyedülálló megjelenése mellett kedvező élettani hatásai (idegrendszeri regenerációt segítő és immunerősítő vegyületek, pl. hericenonok és erinacinok) is növelik népszerűségét (Friedman, 2015). A szaporítóanyag a „gombacsíra”, micéliummal beoltott gabonaszemek

formájában készül steril laboratóriumi körülmények között. A micélium növekedése 22–25 °C hőmérsékleten, sötét környezetben, 2–3 hét alatt megy végbe. A szaporítóanyag minősége jelentősen befolyásolja a későbbi terméshozamot és a micélium kolonizációjának sebességét (Chang – Miles, 2004). A süngomba termesztése lignocellulóz alapú szubsztrátokon történik, melyek fő komponense a keményfából származó fűrészpor. A tápanyag-ellátottság növelése érdekében gyakori adalékok a búzakorpa, szója/kukoricaliszt és a pH beállításhoz illetve szerkezetjavító anyagként a gipsz. Az aljzatot homogenizálás és nedvesítés után általában autoklávban sterilizálják (121 °C-on, 60-90 percig). A lehűtött termesztőközeget steril körülmények között oltják be gombamicéliummal, majd zsákokba töltik és lezárják. Ezek a zsákok általában erre megfelelő, autoklávozásra alkalmas, filterezett szellőzőnyílással ellátott polipropilén zsákok (Sokol, 2016). Az inkubáció során a micélium 4–6 hét alatt teljesen kolonizálja a közeget. A folyamat optimális környezeti feltételei: 22–25 °C, 95-100% páratartalom, megvilágítás ebben az időszakban nem szükséges. A süngomba micéliuma lassan terjed, körülbelül 30-40 nap, illetve érzékeny a fertőzésekre, ezért az átszövetési időszakban a sterilitás fenntartása kulcsfontosságú. Termőre-fordítás során a hőmérsékletet 18-24 °C-ra, a relatív páratartalmat pedig 90–95%-ra csökkentik, és mérsékelt fény mellett biztosítják a megfelelő légcserét. A túl magas CO₂-koncentráció deformált, elnyúlt termőtesteket eredményezhet. A termőtestek általában 7–10 nap alatt fejlődnek ki az aljzatzsákokon ejtett vágásokból (Gonkhom et al., 2024; Stamets, 2000). A szedés optimális időpontja akkor van, amikor a gomba tüskéi meghosszabbodnak és lefelé hajlanak, spóraszórást már megkezdtek, de még nem sárgulnak (Chang – Miles, 2004). A biológiai hatékonyság (BE) értéke 60–100% között mozog, ami kb. 0,6–1,0 kg friss gombát jelent 3 kg aljzatonként. A friss termék 2–3 napig tárolható hűtve, de szárítással vagy porítással hosszabb ideig eltartható (Atila et al, 2019; Bonner, 2021; Stamets, 2000).

3. táblázat. *H. erinaceus* fejlődési szakaszai és optimális környezeti paraméterei (Stamets, 2000).

Fejlődési szakasz	Hőmérséklet	Relatív páratartalom	Időtartam	CO ₂ -koncentráció	Friss levegőcsere	Fényigény
Micélium növekedés (átszövetés)	21–24 °C	95–100 %	10–14 nap	>5000–40000 ppm	0–1 / óra	Nem szükséges

Primordiumképződés (termőre fordítás)	10–15,6 °C	95–100 %	3–5 nap	500–700 ppm	5–8 / óra	500–1000 lux
Termőtestfejlődés (termőidőszak)	18–24 °C	90–95 %	4–5 nap	500–1000 ppm	5–8 / óra	500–1000 lux

Magyarországon a süngomba termesztése jelenleg kisüzemi, kísérleti jelleggel folyik, elsősorban innovatív gombatermesztő vállalkozások és egyetemi kutatócsoportok részvételével. Az utóbbi években megjelentek a kompakt, automatizált gombatermesztő egységek („gomba-podok”), amelyek lehetővé teszik a stabil klímaviszonyok fenntartását és a faj igényeinek precíz szabályozását. A növekvő piaci érdeklődés, valamint a süngomba egészségre gyakorolt kedvező hatásai a faj termesztésének további bővülését vetítik előre hazánkban (Györfi, 2001; Lenti, 2017).

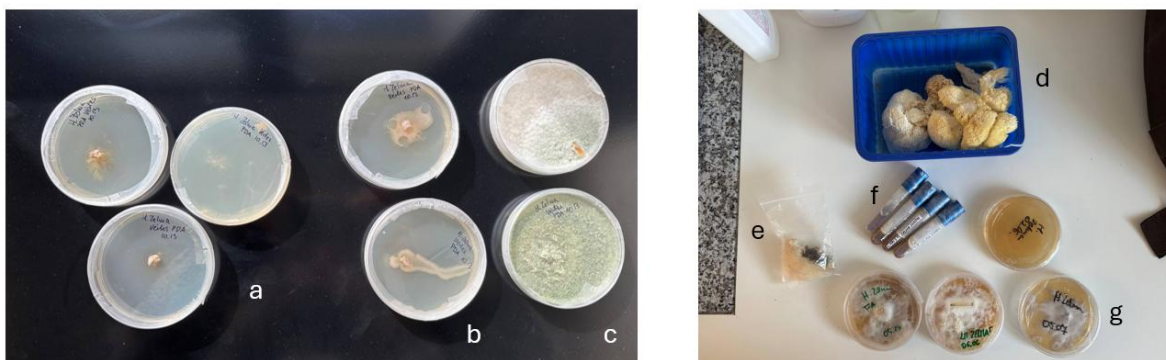
3. Alkalmazott módszerek (anyag és módszer)

3.1. Adatbázis és terepi adatok feldolgozása

A Magyarországon előforduló süngombafajok élőhelyeinek feltérképezését a „Védett és vörös listára javasolt gombák” nevű Facebook közösségben megosztott adatok feldolgozásával kezdtem meg. A kutatás alapját az adminisztrátorok által vezetett Microsoft Excel-táblázat képezte, amelyhez kutatási célból hozzáférést kaptam. A csoport bejegyzéseinek további átfésülésével, valamint a beazonosítható információk rendszerezésével az adatbázist tovább bővítettem. A táblázat a faj latin és magyar nevét, a találathoz legközelebb eső települést, annak koordinátáit, a megtalálás időpontját, a megtaláló nevét, valamint a megye és a hozzárendelt nagytáj megnevezését tartalmazta. Csak néhány bejegyzésnél szerepelt a faanyag típusa, amelyen a termőtestet találták, így az adatbázis további kiegészítést igényelt. Saját megfigyeléseimmel és gombásztársaktól kapott információkkal további adatokat is rögzítettem, így végül összesen 110 adatot tartalmazó táblázat készült. Az összegyűjtött információkat egységesítettem, és a hiányos mezőket — elsősorban a faanyag típusát — utólagos kutatással igyekeztem pótolni. Mivel több helyen pontos koordináta sem állt rendelkezésre, ilyenkor a legközelebbi településközpontot megjelöltem meg. A feldolgozott adatok 2020. szeptember és 2025. október közötti aktivitási időszakból származnak. Az elkészült adatbázist .csv formátumban mentettem, majd QGIS illetve Google My Maps segítségével térképen is megjelenítettem. A különböző faanyag-típusokon talált példányokat eltérő színekkel jelöltem (5. és 6. ábra), így a térkép vizuálisan is jól szemlélteti a süngomba hazai elterjedését és annak összefüggését a faanyag típusával. A QGIS egy olyan térinformatikai rendszer, ahol különböző térképrétegek is elérhetőek, például a Google Satellite vagy a Natura2000-es területek, így a készített adatbázis koordinátaival való összevetéséhez jó vizuális alapot ad. Érdekesnek tartottam volna az élőhelyi találatokat összevetni az ország öreg faállományának eloszlásával, azonban ilyen térkép jelenleg nem áll rendelkezésre. A faanyagok arányait nem csak az elkészített térképen tüntettem fel, hanem diagram formájában is ábrázoltam, hogy az adatok még szemléletesebbek legyenek (6. táblázat). Továbbá az élőhelyi adatokat éves (4. táblázat), havi (4. ábra) és nagytájak (5. táblázat) szerinti bontásban is jellemeztem. Az így előállított adatkészlet és ábrázolások képezték alapját az eredmények fejezetben bemutatott biodiverzitási és természetvédelmi értékelésnek.

3.2. Saját gyűjtött minták feldolgozása

A dolgozatkészítés alatt saját terepi gyűjtést is végeztem, mely során *Hericium erinaceus* előregedett, spóráit már kiszórt termőtestjéből további kutatási célokból vettem mintát 2024.12.10.-én a Budai-hegységben. A gyűjtés helyszínét GPS-koordinátákkal dokumentáltam, továbbá feljegyeztem a gazdanövény fafaját, az élőhelytípust és a gyűjtés időpontját. A mintákat igyekeztem steril körülmények között gyűjteni, eltenni majd szállítani a laboratóriumba a további feldolgozásra. A laboratóriumban lamináris fülkében a kis darab termőtestből steril szikével kisebb álszövetdarabokat vágtam ki, amelyeket Potato Dextrose Agar (PDA) táptalajra helyeztem. A tenyészeteket 25 °C-on inkubáltam, és a micéliumok növekedését naponta ellenőriztem. A kontaminációval érintett tenyészeteket többszöri átoltással tisztítottam. A sikeresen izolált, homogén micéliumkultúrákat további szaporítás céljából újabb Petri-csészékre oltottam át. Az így előállított tiszta tenyészeteket a későbbi szaporítóanyag-gyártáshoz, termesztési kísérletekhez és molekuláris vizsgálatokhoz használtam fel. A hosszabb távú megőrzés céljából táptalajból kivágott micéliumkorongokat steril desztillált vízbe elzárva hűtőszekrényben (4 °C) tartottam. 2025.10.11.-én tudatlan gombásztársak hozzájárulásával újabb vadon termő, a Vértesből származó süngomba mintához jutottam hozzá. A fent említettekkel megegyező módon Petri-csészére szélesztettem, további átoltással kitisztítottam, majd génmegőrzés gyanánt steril desztillált vízbe helyeztem mintákat. Ez a tárolási mód egyszerű és költséghatékony, tapasztalatok szerint 2-3 évig is életképes marad így a micélium.



3. ábra. Gyűjtött minták feldolgozása (saját forrásból, 2025). Jobbra 2025.10.11.-ei minta Petri-csészékben (a. tiszta micélium; b. baktériummal befertőződött; c. Penészsel befertőződött. Balra mintagyűjtés fázisai (d. termesztési kísérlet termőtestei; e. 2025.10.11.-ei minta; f. törzsek tartósítása kémcsőben; g. 2024.12.10.-ei minta különböző tisztítási fázisai.

3.3. Molekuláris vizsgálatok (DNS-barcoding)

A genetikai diverzitás fontosságának kiemeléséhez vadon gyűjtött és a termesztett *Hericium* minták genetikai azonosságának vizsgálatát is mindenképpen szerettem volna alkalmazni. A vizsgálatok célja az volt, hogy meghatározzam, milyen mértékű genetikai eltérés tapasztalható a természetes élőhelyről származó és a termesztett állományok között. Erre a DNS-Barcoding módszere tűnt a legkézenfekvőbbnek. A vizsgálati anyagok a konzulensem közbenjárásával az ELTE kutató laboratóriumában vizsgálat alatt áll (LM FOM amerikai termesztett törzs - LM vadon gyűjtött törzs), az eredmény megérkezése után a későbbiekben ezen minták összehasonlítása, feltérképezése további kísérletet igényelhet.

3.4. Termesztési kísérlet

A termesztési kísérlet célja a vadon termő *H. erinaceus* termesztetőségi vizsgálata volt növekedési tulajdonságai alapján, azaz a termesztőblokk átszövetéséhez szükséges idő, a növekedési erély, és a termőtestek mérete és osztályozása ezek alapján. A kísérlet egy tanszéki pályázatban vállalt termesztőszekrény letesztelésére is szolgált.

A kísérlethez először oltóanyagot készítettem. A vadon termő termőtestből származó izolátumot steril körülmények között Petri-csészében szélesztettem, majd a kitisztított, fertőzésmentes és micéliummal jól átszőtt táptalajokat átoltásra alkalmasnak tekintettem. Ezeket steril szikével feldaraboltam, majd körülbelül 55% víztartalomra előfőzött és sterilizált búzaszemekre oltottam lamináris fülkében. A búzához 3%-ban bükkfa forgácsot is kevertem, mert így a gomba későbbiekben könnyebb adaptálódik a termesztőközeghez. A termesztéshez faalapú közeggel dolgoztam. Az alaprecept 28,8% keményfa fűrészport, 7,2% búzakorpát és 64% vizet tartalmazott, amelyet autoklávozás után zsákokban/blokkokban inkubáltattam. A megfelelő sterilitás eléréséhez az autoklávozás 121°C-on 90 percig tartott. A program lejárta után a hűtés 24 óráig tartott, hiszen a magas belső hőmérsékleten a gomba micéliuma is roncsolódna. Steril fülkében végeztem a beoltást; lefertőtlenített eszközöket használva a gombacsírából minden 1000 gramm alapanyagot tartalmazó zsákba 20 grammot szórtam, majd felráztam őket elosztatva a szaporítóanyagot a steril faforgács között. A zsák tömege így 1kg lett. Forrasztógéppel az összes zacskó lezártam, majd bekerültek a termesztőszekrénybe. A beoltott közeg inkubációját 23°C hőmérsékleten, sötétben végeztem. A zsákokat elhelyezésük

szerint beszámoltam az alábbi kódolással; emelet/oszlop/sor, ahol a számozás az emeletknél fentről lefele, az oszlopoknál balról jobbra és a soroknál hátulról előre nézve nő.

A természetberendezés egy egyetemi pályázatban vállalt fejlesztés köztes eredménye. Még tesztelés alatt áll a prototípus, de több gombafaj termesztésére volt már benne kísérlet kisebb-nagyobb sikerrel. A prototípus természetűszekrényben kihelyezett hő- és páratartalommérők voltak elhelyezve, de az eszköz saját szenzorjai a fent említett értékek mellett CO₂ szintet is mérték. A teljes átszövetés ideje alatt naponta vizsgáltam a zsákokat vizuális megfigyeléssel. A megfelelő ~80%-os kolonizáltsági szint elérését követően, a termőtest-képződés indukálásához a blokkokat magasabb páratartalmú (~95%) és alacsonyabb hőmérsékletű (21 °C) körülmények közé helyeztem, ahol biztosítva volt a friss levegő utánpótlás és a természetes fényviszonyok. A termőtestek megjelenését, a fejlődési időt és a hozamot (g/friss tömeg) rögzítettem. A kísérlet során a következő paramétereket mértem:

- a kolonizáció teljes ideje (nap),
- az első termőtest megjelenéséig eltelt idő,
- a teljes hozam (g/alapanyag),
- a termőtestek morfológiai jellemzői (alak, elágazódás, szín).
- biológiai hatékonyság és produktivitás

Az eredmények alapján összehasonlítottam a blokkok teljesítményét, a növekedési dinamikájukat és a terméshozamot. Az elért eredményeket táblázatokban rendszereztem és fényképekkel dokumentáltam (8. táblázat – 11. táblázat, 7. ábra – 9. ábra). Második hullámra sajnos nem volt lehetőség. A letermett zsákok kiürítése és a szekrény fertőtlenítését követően beállítottam a második kísérletet, amely jelenleg is folyik, a fent említett LM Zelma és egy természetűszekrényben használt LM FOM (amerikai törzs) összehasonlítására. A természetűszekrény kísérlet célja a vadon gyűjtött és a kereskedelmi forgalomból származó *Hericium* törzsek összehasonlítása növekedési tulajdonságaik alapján. A vizsgálat során azt szeretném meghatározni, hogy a két eredetű minta között mutatkozik-e szignifikáns különbség a kolonizálási idő, a termőtest-képződés, illetve a hozam tekintetében. A kísérlethez a korábban elkészített oltóanyagokat használtam. A természetűszekrény mintáiban kereskedelmi törzsből kiindulva hasonló módon készítettem gabonaoltóanyagot. A szubsztrátum elkészítése, beoltása, az inkubáció is megegyezik a fent említett módszerrel.

4. Eredmények és értékelésük

4.1. A süngomba (*Hericium erinaceus*) hazai előfordulásai

Az adatbázis a 2020. január és 2025. október közötti időszakból származó előfordulásokat tartalmazza. A minták döntő része közösségi megfigyelésen alapul fényképes adatokkal. Az éves, havi, térbeli és élőhelyi bontás az alábbiakban foglalható össze.

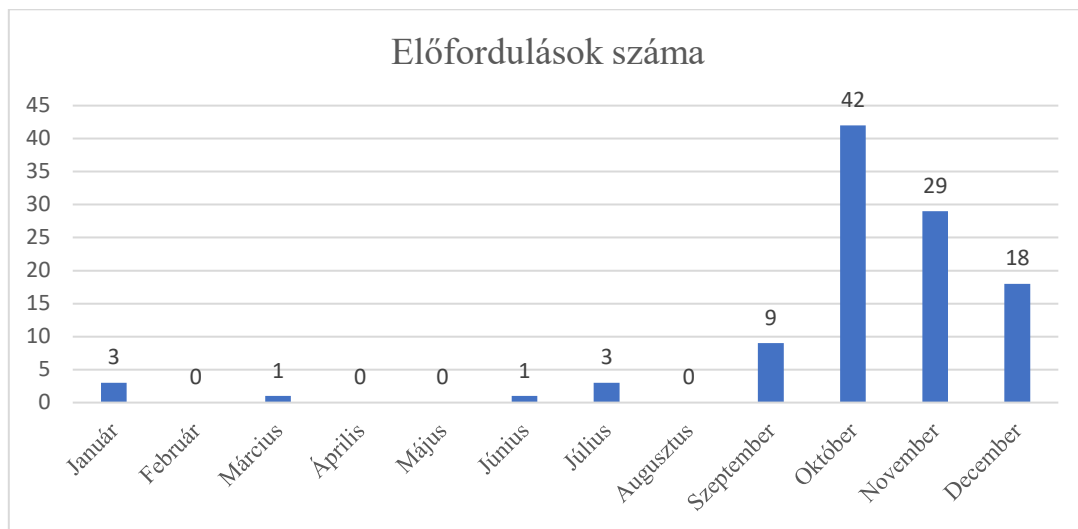
4. táblázat. A süngomba évenkénti előfordulásainak száma.

Év	Előfordulások száma
2020	24
2021	9
2022	21
2023	34
2024	14
2025	5
Összesen	107

A legtöbb adat 2023-ból származik (31) ezt követi 2020 (24), majd 2022 (21) és 2024 (15). A 2020-as érték részben azzal magyarázható, hogy az év elején még nem történt célzott adatgyűjtés, a csoport még csak ekkor aktivizálódott. Az emelkedő tendencia okai között felmerül a célzottabb terepi bejárások, a közösségi adatközlés élénkülése és az élőhelyi feltételek kedvező alakulása is. Ugyanakkor az éves különbségek mögött időjárási hatások (pl. csapadékösszeg) is állhatnak. A 2021-es év például az egyenletlen és szélsőséges csapadékeloszlással magyarázható, az év jelentős része igen száraz volt, vagy rövid idő alatt hullott sok csapadék, ugyan az ősz eleje gyakran esős volt, a süngomba fő termőidőszakában (október-november) már ismét szárazabb tendencia mutatkozott. 2022-ben már az októberi csapadék jóval jelentősebb, ahogy ez az adatok számában is megmutatkozik. 2023-ban a csapadékösszeg jóval az átlag feletti, mely a találatok számában is megmutatkozik. A 2024-es adatok nem reprezentálják az őszi csapadékszintet, ellenben a korábbi évekhez képest jelentősen hűvösebb volt az október végi-november elejei időszak, mely ismét nem kedvező feltétel a süngomba termőtest képzéséhez, így magyarázatot adva az alacsonyabb adatszámra.

2025-ben az adatok feldolgozása korábban befejeződött, mint a termőidőszak, így még alacsony a találatok száma.

A relevánsnak tekinthető ötéves átlag alapján kirajzolódik, hogy a klímaváltozás okozta szélsőséges, az őszi időszakban sem egyenletes időjárási viszonyok negatív hatással vannak a termőtestképződésre (online csapadék és hőmérsékleti adatok).



4. ábra. A süngomba havi előfordulásainak megoszlása (2020–2025).

A havi bontás alapján a termőtestképzés jellemzően késő nyártól őszi végéig tart: az előfordulások többsége október–december időszakban jelenik meg. Egyes években az október hónapot megelőző nagyobb csapadékesemények után 2–4 héttel megugrott az észlelések száma, ami összhangban áll a termőtestképzés csapadékérzékenységgel. A havi mintázatok értelmezésekor figyelembe kell venni az adatközlők aktivitásának ingadozását is. Szeptembertől indul a termőidőszak az átlaghőmérséklet csökkenésével és a csapadék gyakoriságának emelkedésével, melynek hatása októberben tetőzik. A november már kevesebb adat jellemzi, hiszen ekkor már kezd túl hűvös lenni a termőtestképzéshez, s ez a tendencia januárban csak tovább csökken. A nyári időszakból származó adatok az időjárás szélsőségességét támasztják alá. (szeptember, október, november időjárás adatok).

Az elemzéseim alapján kijelenthető, hogy a süngomba termőtestképzéséhez optimálisan az őszi időszak megfelelő, különösen a hűvösebb időjárás, a csapadékesemények gyakoriságának és a legköri páratartalom emelkedése végett.

A vizsgált előfordulási adatok térbeli eloszlását nagytájak szerint is elemeztem. A besorolás során a találati helyszínek földrajzi fekvése alapján határoztam meg, hogy az egyes megfigyelések mely hazai nagytájhoz köthetők. Az eredményeket az 5. táblázat foglalja össze.

5. táblázat. A süngomba előfordulásai nagytájak szerint.

Nagytáj	Előfordulások száma
Északi-középhegység	49
Dunántúli-középhegység	42
Dunántúli-dombság	7
Nyugat-magyarországi peremvidék	1
Kisalföld	0
Alföld	4
Adathiány / nem beazonosítható	3

Az eredmények megmutatják, hogy a süngomba hazai előfordulásainak döntő többsége a hegy- és dombvidéki térségekhez köthető. A síkvidéki (pl. Kisalföld) előfordulások ritkák, és valószínűsíthetően különleges, idős állományfoltokhoz vagy lokális mikroklímához köthetők. A legtöbb adat az Északi-középhegységből származik (49 előfordulás), amely magában foglalja többek között a Mátra, a Bükk, a Zempléni-hegység, a Börzsöny és a Cserhát területeit. Ezen belül is különösen kiemelkedőek a Bükk és a Mátra előfordulásai, ami összhangban van a faj kedvelt élőhelyi igényeivel: elsősorban idős lombos állományokban, főként bükkösökben és tölgyesekben jelenik meg, amelyek e nagytáj területén gyakoriak. A második legfontosabb régió a Dunántúli-középhegység (42 előfordulás), amelyhez olyan hegységek tartoznak, mint a Bakony, a Vértes, a Gerecse, a Budai-hegység vagy a Pilis. Ezek a térségek feltételezhetően szintén gazdagok idős lombos állományokban és holtfában, amelyek a faj megtelepedéséhez és termőtestképzéséhez nélkülözhetetlen. A Dunántúli-dombság területéről összesen 7 előfordulás ismert, jellemzően a Mecsekből és környékéről. Bár ezek a területek kisebb arányban képviseltetik magukat, mégis fontos szerepet töltenek be a faj elterjedésének megértésében, mivel a dombsági klíma és a mozaikos erdőségek helyenként megfelelő feltételeket biztosíthatnak. Az Alföld területéről 4 előfordulás került elő, amelyek különleges jelentőségűek, mivel a síkvidéki élőhelyek nem tipikusak a süngomba számára. Feltételezem, hogy e megfigyelések kis kiterjedésű, idős keményfás ligeterdőkben vagy ültetvényekben történtek, ahol a faj számára megfelelő mikroklimatikus és faállományi feltételek adóttak voltak. A Nyugat-magyarországi peremvidék csupán egy előfordulással képviselteti magát, míg

a Kisalföldről nem ismert megerősített adat. Három esetben az élőhely besorolása nem volt egyértelmű a források hiányossága miatt.

Összefoglalva tehát a süngomba elsősorban közephegységi elterjedésű faj, amelynek hazai előfordulásai döntően az Északi-közephegység és a Dunántúli-közephegység erdős, idős állományú területeihez kapcsolódnak. A síkvidéki és peremvidéki előfordulások ritkák és szigetszerűek, ami jól mutatja a faj specifikus élőhelyi igényeit és a természetközeli erdők fontosságát a fennmaradása szempontjából.



5. ábra. Süngomba elterjedési térképe faállomány-típus szerint kódolva (zöld-tölgy, barnabükk, narancs-akác, piros-platán, szürke-nincs adat).

A vizsgált adatok alapján a süngomba előfordulásait az adott élőhelyen domináló faállomány szerint is csoportosítottam. A termőtestek megjelenése szoros összefüggésben áll az adott fafaj jelenlétével, mivel a faj szaprotróf és fakultatív parazita életmódja révén elsősorban elhalt vagy legyengült lombos fákon, főként idős egyedeken fejlődik.

6. táblázat. A süngomba előfordulásai faállomány-típus szerint.

Faanyag	Darabszám
akác	1
bükk	6
nincs adat	25

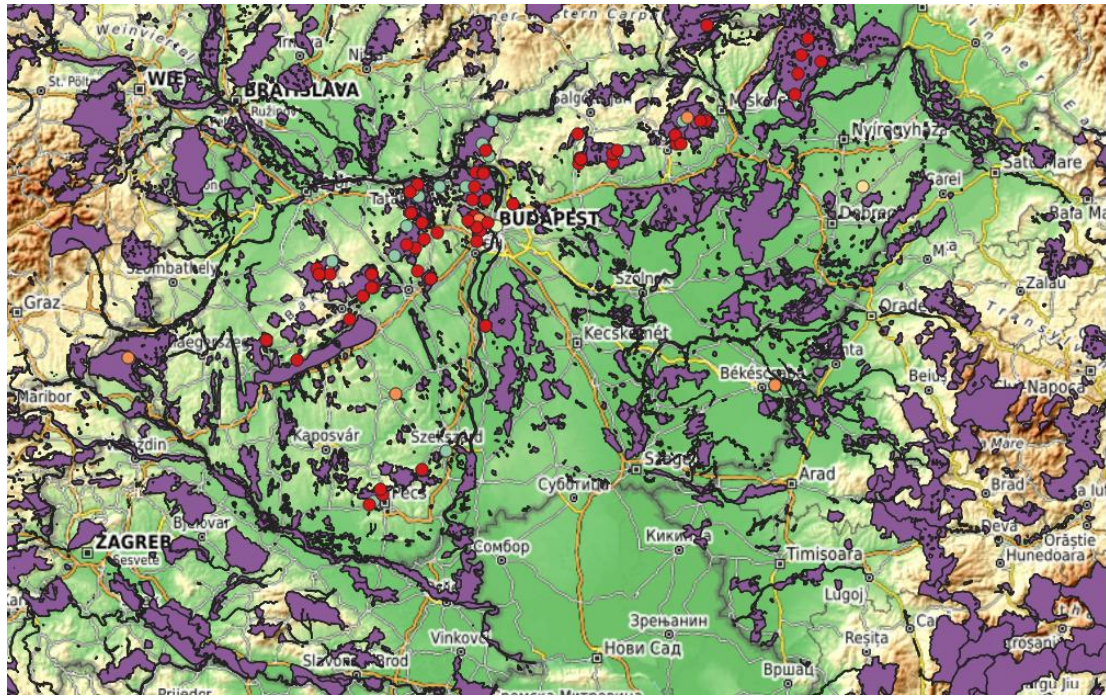
platán	1
tölgy	77

Az eredmények alapján egyértelműen látható, hogy a süngomba leggyakrabban tölgyfákon jelenik meg (77 előfordulás, az összes adat mintegy 70–75%-a). Ez megerősíti a szakirodalomban is ismert tényt, miszerint a faj legfontosabb gazdafajai közé tartoznak a kocsányos és kocsánytalan tölgyek (*Quercus robur* és *Q. petraea*), amelyek idős, gyakran odvasodó egyedei ideális szubsztrátot biztosítanak a faj megtelepedéséhez és termőtestképzéséhez. A második leggyakoribb gazdafaj a bükk (*Fagus sylvatica*), amelyhez 6 előfordulás kapcsolódik. Bár jóval kevesebb számban, mint a tölgy esetében, a süngomba gyakran jelenik meg idős bükkös állományokban, különösen a középhegységi területeken. Ennek jelentősebb oka, hogy az ország területén nem nagyon jellemző az öreg bükkfa-állomány. Ritka, de dokumentált előfordulás platánon (*Platanus* sp.) és akácon (*Robinia pseudoacacia*), egy-egy esetben. Ezek valószínűleg különleges, urbánus vagy ültetett környezetekhez kapcsolódnak, ahol a faj képes alkalmazkodni a nem tipikus gazdafajhoz is.

Az adatok mintegy 25 esetben (kb. 20–25%) nem tartalmaztak információt a gazdafajról. Ezeknél a példányoknál a pontos faállomány-típus meghatározása nem volt lehetséges, ami részben a terepi adatgyűjtés hiányosságaira, részben a koordinátaalapú források korlátozott részletességére vezethető vissza.

Összefoglalva, a süngomba hazai előfordulásainak túlnyomó többsége tölgyfákhoz kötődik, de bükk és ritkábban más lombos fafajok is alkalmas gazdának bizonyulhatnak. Ez az eredmény összhangban áll a faj mikroélőhelyi igényeivel, amely szerint a legfontosabb feltétel az idős, korhadó faanyag jelenléte – függetlenül attól, hogy az adott állomány természetes erdőben vagy ültetett környezetben található.

Az előfordulások kimagaslóan nagy arányban Natura 2000 területen belül található. Ez arra utal, hogy a süngomba hazai állományai jelentős részben természetközeli, idős erdőkben fordulnak elő. Ugyanakkor a megfigyelések egy része a védettségen kívül esik, ami a kezelési és monitorozási prioritások kijelölése szempontjából fontos: ezekben az állományokban a célzott felmérések és az idős fák megőrzése kiemelt jelentőségű.



6. ábra. A süngomba előfordulási adatok (színes pontok) összevetése a lilával jelölt Natura2000 területeivel.

4.2. Biodiverzitási mutatók (fajgazdagság)

Az alábbi képlettel a nagytájaink fajgazdagságát szeretném számszerűen prezentálni.

Denzitás (egyedsűrűség) = egyed (db)/területegység(ha)

(Horváth – Pestiné Rácz, 2011; Krebs, 2017)

Nagytájakra lebontva az alábbi táblázat tartalmazza az egyedsűrűséget (7.táblázat).

$$\text{Egyedsűrűség} = \frac{\text{Összes termőtest}}{\text{Felmért terület (ha)}}$$

Nagytáj	Előfordulás	Terület (ha)	Sűrűség (db/ha)
Északi-középhegység	49	1 140 000	$4,30 \times 10^{-5}$
Dunántúli-középhegység	42	720 000	$5,83 \times 10^{-5}$
Dunántúli-dombság	7	1 135 000	$6,17 \times 10^{-6}$

Nyugat-magyarországi peremvidék	1	400 000	$2,50 \times 10^{-6}$
Kisalföld	0	800 000	0
Alföld	4	5 200 000	$7,69 \times 10^{-7}$

7. táblázat. *H. erinaceus* élőhelyi egyedsűrűsége.

Dunántúli-középhegység: a legmagasabb előfordulási sűrűség ($\sim 0,000060$ db/ha) – itt a legkedvezőbbek a termőtestképzés feltételei (bükk, tölgy elegyes erdők, megfelelő mikroklíma).

Északi-középhegység: a második legmagasabb sűrűség ($\sim 0,000043$ db/ha), nagyobb terület, de szintén alkalmas élőhelyek.

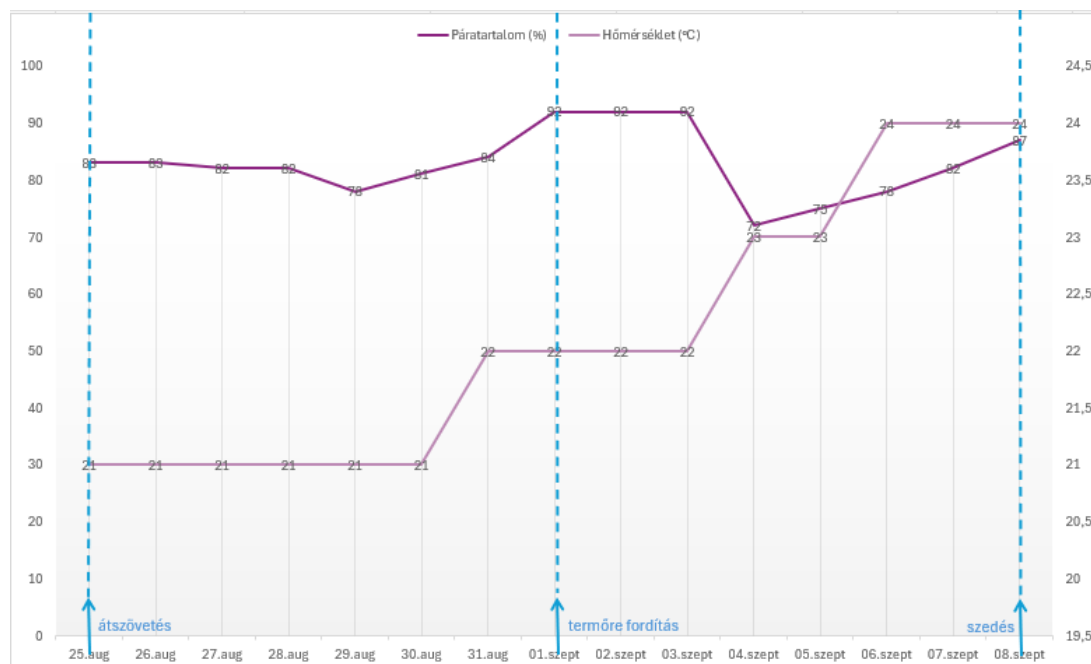
Dunántúli-dombság és Alpokalja: jóval alacsonyabb sűrűség – itt kevesebb a megfelelő élőhely, illetve kisebb a keményfa-állomány aránya.

Alföld és Kisalföld: rendkívül ritka vagy hiányzik – ez összhangban van azzal, hogy ezek döntően síksági, ligetes vagy mezőgazdasági tájak, ahol a süngomba természetes élőhelyei nem jellemzőek.

4.3. Termesztési kísérlet értékelése

A kísérletet 2025.08.25. és 2025.10.27. között végeztük. A folyamat során figyelemmel kísértük a micéliumfejlődést, a termőtest-képzést és a hozamok alakulását.

Az első kísérlet termőre fordítása 2025.09.01.-jén történt. Sajnos nem sikerült teljes időtartamában befejezni, mivel a termesztőberendezés véletlenszerű leállása idő előtt megszakította a folyamatot. A berendezés működésének leállása miatt a páratartalom jelentősen csökkent, ami a termőtestek gyors öregedését, sárgulását és száradását eredményezte. Emiatt a szedés időpontját előre kellett hozni, és végül 2025.09.08-án történt meg.



7. ábra. A páratartalom és a hőmérséklet alakulása a termesztés során.

A termesztőszekrény biztosította a szükséges hőmérsékletet, páratartalmat és légcserét, azonban a polcrendszert körülvevő műanyagborítás nem bizonyult alkalmasnak a belső mikroklíma stabil fenntartására. A páratartalom folyamatosan ingadozott, az ajtó nem zárt megfelelően, ami fokozta a veszteséget. Emellett a berendezés nem akadályozta meg a rovarok (pl. gombaszúnyogok, Sciaridae) bejutását, ami szintén rontotta a termesztés higiéniai körülményeit. A rendszer vízfogyasztása a páratartalom fenntartásához szükséges mértéknél magasabbnak bizonyult.

A zsákokat polcrendszerben helyeztük el, az optimális légáramlás és a mikroklíma biztosítása érdekében. A számozás rendszere szint–oszlop–sor elv alapján történt (pl. 1/1/1–felső polc, balról az első oszlop, hátulról az első sor), amely megkönnyítette az azonosítást és az értékelési adatok hozzárendelését. Az elhelyezés lehetővé tette az egyes zsákok közötti különbségek és eltérések pontos követését. A hozamok jelentős szórást mutattak: néhány zsákban jól fejlett, tömör termőtestek alakultak ki (pl. 1/1/1 – 63,4 g; 1/2/1 – 56,5 g; 3/1/1 – 54,8 g), míg másokban nem indult meg termőtest-képződés, vagy penészesedés, alulkolonizáció lépett fel. A komposzthőmérővel ellátott zsákok esetében jellemzően penészesedés történt, ezért javasolt a hőmérsékletmérőket külön, kontrollzsákokba helyezni a jövőben. A sikeresen termő zsákok összevetése alapján megállapítható, hogy a termőtestek tömege és formája változatos, több esetben megnyúlás vagy gyors öregedés is megfigyelhető volt.

8. táblázat. A termesztőblokkok kódjai, termőtestek jellemzése és súlya.

Sorszám	Megjegyzések	Súly (g)
1/1/1	méretes, de megnyúlt	63,4
1/1/2	alulkolonizált, nincs termőtest	0
1/2/1	tömör, szép	56,5
1/2/2	jól kolonizált, penészedő termőtest	11,75
1/3/1	3 kis termőtest, szép forma	14,11
1/3/2	komposzthőmérő, penész	0
2/1/1	alulkolonizált, penészfoltos, előregedett	11
2/1/2	előregedett termőtest	13,5
2/2/1	jól kolonizált, szép termőtest, de megnyúlt csapok	33
2/2/2	alulkolonizált, penészes	0
2/3/1	csak foltokban kolonizált, gyorsan öregedő termőtest	22,12
2/3/2	komposzthőmérő, penész, növekedett termőtest	13
3/1/1	legszebb termőtest	54,8
3/2/1	penészes	0
3/3/1	komposzthőmérő, penész	0

A gép által mért paraméterek (CO₂ tartalom, környezeti hőmérséklet, páratartalom) és a manuálisan rögzített adatok között eltérések jelentkeztek, amelyek főként az érzékelők elhelyezéséből, kalibrálásából és a szekrény szigetelési hiányosságaiából adódtak. Az online felületen megjelenő adatok sokszor nem egyeztek a valóságban mértekkel, így a távolról való irányítás lehetősége sem volt adott. Az ajtó záródási problémái miatt a páratartalom nem maradt stabil, ami közvetlen hatással volt a termőtestek fejlődésére.

9. táblázat. Gép által mért adatok (grafana) összevetése az általam mértekkel.

Dátum	Páratartalom (%)	Grafana %	Hőmérséklet (°C)	Grafana °C
2025.08.25	83	85	21	20,6
2025.08.26	83	86	21	21
2025.08.27	82	80	21	21
2025.08.28	82	82	21	21
2025.08.29	78	78	21	20,8

2025.08.30	81	85	21	20,5
2025.08.31	84	84	22	21
2025.09.01	92	95	22	22,5
2025.09.02	92	91	22	22
2025.09.03	92	93	22	22,5
2025.09.04	72	75	23	23
2025.09.05	75	75	23	23
2025.09.06	78	75	24	23
2025.09.07	82	75	24	23
2025.09.08	87	85	24	23



Kiszivárgó pára

8. ábra. Balra: blokkok elhelyezése a termesztőszekrény polcain; középen: párával megtelt berendezés; jobbra: nem megfelelő szigetelés miatt elszivárgó pára.

A produktivitás a sikeresen termő zsákok esetében megfelelőnek mondható, azonban az összes kihelyezett zsákhoz viszonyítva a biológiai hatékonyság elmaradt az optimálistól, főként a környezeti feltételek instabilitása és a penészesedés miatt. A produktivitás a gombatermesztésben egy fontos mérőszám, amely azt mutatja meg, hogy mennyi termőtestet sikerült előállítani egy adott mennyiségű szubsztrátból vagy termesztőegységből. A produktivitás általában az összes termőtest súlyát a szubsztrát tömegéhez viszonyítja, ezzel kifejezve, hogy mennyit képes termelni egységnyi szubsztrátból az adott faj. A biológiai

hatékonyság (BE) viszont a száraz szubsztrát tömegéhez viszonyítja a termést, és százalékban adják meg, tehát mennyire alakítja hatékonyan a gomba a száraz szubsztrátot termőtestté.

10. táblázat. A termőblokkok produktivitása és a biológiai hatékonysága.

Sorszám	Termőtest súlya (g)	Produktivitás(g/kg)	Biológiai hatékonyság (%)
1/1/1	63,41	9,90	17,61
1/2/1	56,54	0	0
1/2/2	11,75	8,83	15,69
1/3/1	14,11	1,84	3,26
2/1/1	11	2,20	3,92
2/1/2	13,5	0	0
2/2/1	33	1,72	3,06
2/3/1	22,12	2,11	3,75
2/3/2	13	5,16	9,17
3/1/1	54,82	0	0

A termőtestek minősége alapján három fő csoportot különítettem el, melyek az alábbiak:

- Impozáns – fogyasztható termőtestet hozó zsákok: jól fejlett, tömör, viszonylag nagy méretű és esztétikus termőtestek képződtek (pl. 1/1/1, 1/2/1, 3/1/1). Ezek a minták reprezentálják az elvárt termesztési eredményt.

- Van termőtest – nem releváns: a termőtestek megjelentek, de formájuk, méretük vagy mennyiségük nem megfelelő (pl. megnyúlt csapok, gyorsan öregedő termőtestek – pl. 1/3/1, 2/2/1, 2/3/1). Ezek a zsákok jelzik a környezeti tényezők hatását és a fejlesztési lehetőségeket.

- Nincs termőtest: nem történt termőtest-képződés, vagy penészesedés, alulkolonizáció lépett fel (pl. 1/1/2, 2/2/2, 3/2/1). Ezek az esetek a technológiai hibák, a környezeti stressz és a komposzthőmérők negatív hatásainak következményei.

A második kísérlet célja a vad és termesztett gombatörzsek termőtest-képzési különbségeinek vizsgálata volt. A korábbiaknak megfelelően ennél a kísérletnél is jellemeztem a produktivitást és a biológiai hatékonyságot. Az eredmények kiválóan prezentálják, hogy a vad törzs lényegesen lassabb fejlődést mutatott, és érzékenyebben reagált a mikroklíma kisebb eltéréseire. A polcos elhelyezésnek különösen nagy jelentősége volt a vad törzs esetében, mivel a légáramlás és páratartalom apró változásai is befolyásolták a termőtestek megjelenését. A

termesztett (és így erre szelektált) faj ezzel szemben gyorsabban kolonizált és nagyobb termőtestet fejlesztett, amely jobban alkalmazkodott a mesterséges körülményekhez.

11. táblázat. A termesztett (1.-4.) és a vad (5.-8.) törzs összehasonlítása.

	Komposztsúly (g)	Termőtest súlya (g)	BE (%)	Produktivitás
1.	1008,5	29,1	8,01	0,98
2.	969,5	39,3	11,26	1,38
3.	1018,8	28,7	7,83	0,96
4.	1014,4	0	0	0
5.	1057,9	0	0	0
6.	1058,8	5,8	1,52	0,19
7.	1054,5	2	0,53	0,06
8.	1045,8	1	0,27	0,03



9. ábra. Szaggatott vonallal elválasztva balra a vadon termő, jobbra a termesztett törzs kolonizáltsága és termőtesteik fejlettsége 2025.10.27.-én.

A kísérleti termesztések során bebizonyosodott, hogy a süngomba érzékenyen reagál a mikroklíma-ingadozásokra, ezért a termesztőszekrény fejlesztése elengedhetetlen a stabil hozam és minőség biztosításához. A legfontosabb feladat a kamra jobb szigetelése és légzárása, hogy a páratartalom és a hőmérséklet állandó maradjon. Javítani kell a légáramlás egyenletességét és a párásítás szabályozását, hogy a termőtestek ne száradjanak ki. A szenzorok

pontosabb elhelyezése és a mérési rendszer finomhangolása segítené a megbízható környezeti kontrollt. A higiéniai feltételek javítása, a rovarok kizárása és a fertőtlenítés szintén alapvető a ferőzések elkerülésének. Összességében a termesztőszekrény fejlesztése a stabilabb mikroklíma, a nagyobb hozam és a természetes élőhelyi viszonyokat jobban megközelítő termesztési környezet kialakítását szolgálja.

5. Következtetések és javaslatok

A 2020–2025 közötti bejelentések időbeli és térbeli mintázata, valamint a kísérleti természetek tapasztalatai egy koherens képpé állnak össze a *Hericium erinaceus* (süngomba) hazai ökológiájáról és hasznosítási lehetőségeiről.

Az évenkénti összesítés növekvő trendet mutat; a bejelentések 2023-ban tetőznek (34), 2021-ben és 2024-ben visszaesés látszik, 2025-ben pedig a szezon vége előtti zárás miatt alacsony az érték (5). Ez jelentheti az évek óta tartó aszályos időszak enyhülését, de emellett szerintem egy biztató tendencia az emberek tudatossága felé, hiszen felismerik a védett gombafajokat, a védelmük érdekében ezt megosztják erre létrejött közösségi felületeken is. Ezek az aktivitások már hatalmas szerepet játszanak mind az élőhely, mind a védett fajok megőrzésében.

A szezonális csúcs ősszel (október–november) jelentkezik, és a nagy csapadékesemények után 2–4 héttel megugrás figyelhető meg. Térben a magterület az Északi-középhegység (49) és a Dunántúli-középhegység (42), kiegészülve szórványos dunántúli és nyugati előfordulásokkal; az Alföldön (4) és a Kisalföldön (0) ritka és szigetszerű a megjelenés. A becsült sűrűség is a középhegységi öveget emeli ki (legmagasabb a Dunántúli-középhegységben $\sim 0,000060$ db/ha). Élőhelyi szempontból a faj idős tölgy- és bükkállományokhoz kötődik; a találatok ~ 70 – 75% -a tölgyön (77), kisebb rész bükkön (6), ritkán platánon és akácon (1–1). Ezek az adatok mind alátámasztják, hogy a holtfa-kínálat és a koros, odvasodó egyedek jelenléte a kulcstényező. A mintázatok összhangban állnak a faj már ismert ökológiájával: középhegységi dominancia, őszi termőtestképzés, öreg lombos fákhöz való kötődés.

Fontos ugyanakkor számolni a megfigyelői torzítással (elérhetőség, utak közelsége, terepi aktivitás ingadozása), amely különösen a késő őszi–téli hónapokban torzíthat lefelé. Úgy hiszem az élőhelyi adatgyűjtésnek sokkal célzottabb, feltáróbb aktivitásnak kellene lennie, hiszen a kijelölt túraútvonalon való erdőjárás közel nem fedi le az erdő teljes arculatát és gombaállományát, különösen egy olyan faj esetén, mely gyakran zavartalan, eldugottabb területeken érzi jól magát.

Természetvédelmi értelemben a süngomba előfordulásai magas arányban fednek Natura 2000 területeket, de nem esnek feltétlenül egybe a jogi értelemben vett védett területekkel. Ez kettős ajánlást alapoz meg: egyrészt javasolt a faj indikátor jellegű alkalmazása új védett területek kijelölésének megalapozására, különösen ott, ahol az idős, holtfa-gazdag lombos állományok sérülékenyek az erdőgazdasági beavatkozásokkal szemben. Másrészt a védettség

kívüli állományokban indokolt a célzott monitorozás, az idős faegyedek kímélete és a holtfa-hagyás intézkedéseinek beemelése a kezelési tervekbe.

A termesztési tapasztalatok visszaigazolják a faj ökológiai érzékenységét: a mikroklíma-stabilitás (relatív páratartalom, hőmérséklet, CO₂-szint, légáramlás) döntő a hozam és a termőtest-minőség szempontjából. A vizsgált vad törzs lassabb, mikroklíma-érzékenyebb volt, míg a termesztett törzs gyorsabb kolonizációt produkált; ez a különbség a genetikai diverzitás gyakorlati jelentőségére mutat. A szubsztrát tekintetében a tölgy-/bükk-domináns lignocellulóz keverékek, a pH és a nedvességtartalom finomhangolása, valamint a környezeti szenzorok kontrollszákban való elhelyezése és rendszeres kalibrálása javasolt. A megfelelő termesztéstechnológia kitapasztalása nemcsak gazdasági, hanem természetvédelmi érdek is: a stabil kínálat tehermentesítheti a vad populációkat, csökkentve a túlgyjűtésből fakadó zavarásokat.

A biodiverzitás (faji és genetikai szinten is) megőrzése szempontjából kulcsfontosságú az in situ és ex situ megközelítések integrálása. Kutatási ajánlasként indokolt a filogenetikai és populációgenetikai vizsgálatok kiterjesztése:

1. A termesztésbe vont törzsek összevetése a vadon fellelhető hazai genotípusokkal;
2. A kontinentális különbségek (európai vs. amerikai vonalak) pontosítása, tekintettel a már kimutatott eltérésekre;
3. Annak vizsgálata, hogy eltérő gazdafán (tölgy, bükk, egyéb lombosok) termő populációk mutatnak-e genetikai elkülönülést, ami adaptív specializációra utalhat.

Az említett genetikai információk visszacsatolhatók a nemesítési és törzsválasztási programokba, csökkentve a termesztés genetikai szűkülésének kockázatát, törzsek leromlását, illetve növelve a rendszerek klíma-stresszel szembeni ellenálló-képességét.

A süngomba élőhely-indikátor szerepe, középhegységi elterjedése és az idős lombos erdők iránti preferenciája szilárd alapot ad új védett területek tudományosan megalapozott kijelöléséhez. A precíziós termesztéstechnológia fejlesztése párhuzamosan szolgálja a gazdasági és természetvédelmi célokat, míg a filogenetikai kutatások híd szerepet töltenek be a vad és kultúr állományok között. E három pillér – élőhelyvédelem, fejlett termesztéstechnológia és genetikai tudás – együtt képes biztosítani a faj hosszú távú megőrzését.

6. Összefoglalás

Munkám során egy átfogó adatbázist sikerült összeállítanom, amely a *Hericium erinaceus* magyarországi előfordulásait tartalmazza a 2020 és 2025 közötti időszakból. Az adatgyűjtés és rendszerezés célja a faj hazai elterjedésének, élőhelyi sajátosságainak és természetvédelmi jelentőségének pontosabb megismerése volt. Az elemzés során alátámasztásra került, hogy a süngomba termőtestképzése elsősorban ősszel, szeptember és november között figyelhető meg, a legnagyobb aktivitás októberben mutatkozik.

A térbeli eloszlás alapján a faj leggyakrabban hegy- és dombvidéki erdőkben, különösen az Északi-középhegység és a Dunántúli-középhegység területén fordul elő, az ország egyéb területein kisebb számban, vagy egyáltalán nem jellemző. Az előfordulások döntő többsége idős tölgyesekhez és bükkösökhöz köthető, ahol a holtfa-arány és a természetesség magas.

Az eredmények egy része új adatként járult hozzá a faj hazai ismeretéhez, megerősítve a süngomba szerepét a biodiverzitás megőrzésében és az öreg, természetközeli lombos erdők indikátor fajaként. Az általam felmért termőhelyi eloszlás megerősíti a már leírtakat (Boddy et al., 2011; GBIF; Thongbai et al., 2015) azokhoz új hazai adattal járultam hozzá, összesen 5 év észleléseinek feldolgozásával. A felmérés rávilágított, hogy bár az előfordulások jelentős része Natura 2000 területen található, azok nem minden esetben esnek védett természeti területekre. A kutatásom eredményei alapján a *Hericium erinaceus* javasolható új erdőrezervátumok kijelölésének biológiai indikátoraként.

Az általam kapott termesztési eredmények elmaradnak ugyan a nemzetközi szakirodalomtól (Gonkhom et al., 2024; Sokol et al., 2016), de ennek okai a törzs kevésbé ismert környezeti igényeivel és a termesztő szekrény adta lehetőségekkel magyarázható. A termesztési kísérletek tapasztalatai megerősítették, hogy a faj mikroklíma-igénye szűk határok között mozog, és érzékenyen reagál a páratartalom és hőmérséklet ingadozásaira. A termesztőszekrény fejlesztése, a páratartalom és légáramlás stabilizálása, valamint a higiéniai feltételek javítása szükséges a sikeres mesterséges termesztéshez.

További kutatási irányként javaslom a filogenetikai vizsgálatok kiterjesztését a vad és termesztett törzsek genetikai összevetésére, valamint az eltérő gazdafajokon termő populációk genetikai különbségeinek feltárására. Ezek az eredmények nemcsak a faj genetikai sokféleségének megőrzését segíthetik elő, hanem hozzájárulhatnak egy fenntartható, természetvédelmi szempontból is támogatható termesztési technológia kialakításához.

A kutatásom végső konklúziója tehát a következő: a *Hericium erinaceus* magyarországi állományai értékes indikátorai az idős, holtfa-gazdag erdőknek, és fontos szerepet tölthetnek be a jövőbeni erdőrezervátumok kijelölésében, valamint a gombavilág biodiverzitásának hosszú távú megőrzésében. Az in situ védelem kiterjesztése mellett pedig a korszerű természetstechnológia kidolgozása hozzájárulhat a faj ex situ fenntartásához.

7. Irodalomjegyzék

1. Almási, P. (2025). *Ehető gombák Magyarországon*. [S.l.]: Gingko Kiadó. p. 214
2. Arnolds, E. (1991). Decline of ectomycorrhizal fungi in Europe. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 35, p. 209–244.
3. Atila, F. (2019). Lignocellulosic and proximate based compositional changes in substrates during cultivation of *Hericium erinaceus* mushroom. *Scientia Horticultura*. 258.
4. Benedek, L. K. (2011). *A Központi-Börzsöny nagygombái: fungisztikai, szünbiológiai és természetvédelmi értékelés*. Doktori (PhD) értekezés tézisei. Budapest.
5. Benson, D. A., Cavanaugh, M., Clark, K., Karsch-Mizrachi, I., Lipman, D. J., Ostell, J., Sayers, E. W. (2017). GenBank. *Nucleic Acids Research*. 46(D1), p. D36–D42.
6. Boddy, L., Wald, P. (2003). *Creolophus (= Hericium) cirrhatus, Hericium erinaceus and H. coralloides in England*. Peterborough: English Nature. (English Nature Research Reports, No. 492).
7. Boddy, L., Crockatt, M. E., Ainsworth, A. M. (2011). Ecology of *Hericium cirrhatum*, *H. coralloides* and *H. erinaceus* in the UK. *Fungal Ecology*, 4(2), p. 163–173.
8. Bonner, C. R. M. (2021). *The effect of lignin content of fun growth and yield of two specialty mushroom species: Pleurotus ostreatus and Hericium erinaceus*. MSc thesis. Arizona.
9. Burdsall Jr., H. H., Miller Jr., O. K., Nishijima, K. A. (1978). Morphological and mating system studies of a new taxon of *Hericium* (Aphyllophorales, Hericiaceae) from the Southern Appalachians. *Mycotaxon*. 7(1), p. 1–9.
10. Cesaroni, V., Brusoni, M., Cusaro, C. M., Girometta, C., Perini, C., Picco, A. M., Rossi, P., Salerni, E., Savino, E. (2019). Phylogenetic comparison between Italian and worldwide *Hericium* species (Agaricomycetes). *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 21(10), 943–954.
11. Chang, S. T., Miles, P. G. (2004) *Mushrooms: Cultivation, nutritional value, medicinal effect, and environmental impact*. Boca Raton, CRC Press. p. 385–387.
12. Chen, M., Li, Q., Liu, C., Meng, E., & Zhang, B. (2025). Microbial degradation of lignocellulose for sustainable biomass utilization and future research perspectives. *Sustainability*, 17(9), 4223.
13. Christensen, M., Heilmann-Clausen, J., Walley, R., & Adamcik, S. (2004). *Wood-inhabiting fungi as indicators of nature value in European beech forests*. In: M. Marchetti

(szerk.), *Monitoring and Indicator of Forest Biodiversity in Europe – From Ideas to Operationality*. EFI Proceedings 55. p. 229-237.

14. Contato, A. G., Conte-Junior, C. A. (2025). Lion's Mane Mushroom (*Hericium erinaceus*): A neuroprotective fungus with antioxidant, anti-inflammatory, and antimicrobial potential—A narrative review. *Nutrients*. 17(8), 1307.
15. Crous, P. W., Gams, W., Stalpers, J. A., Robert, V., Stegehuis, G. (2004). MycoBank: An online initiative to launch mycology into the 21st century. *Studies in Mycology*. 50(1), p. 19–22.
16. Crowther, T. W., Maynard, D. S., Crowther, T. R., Peccia, J., Smith, J. R., & Bradford, M. A. (2014). Untangling the fungal niche: the trait-based approach. *Frontiers in Microbiology*, 5, 579.
17. Dahlberg, A., Mueller, G. M. (2011). Applying IUCN Red-listing criteria for assessing and reporting of fun conservation status of fungal species. *Fungal Ecology*. 4, p. 147–162.
18. Friedman, M. (2015). Chemistry, nutrition, and health-promoting properties of *Hericium erinaceus* (Lion's mane) mushroom fruiting bodies and mycelia and their bioactive compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 63(32), 7108–7123.
19. Frøslev, T. G., Kjøller, R., Bruun, H. H., Ejrnæs, R., Hansen, A. J., Læssøe, T., & Heilmann-Clausen, J. (2019). Man against machine: Do fungal fruitbodies and eDNA give similar biodiversity assessments across broad environmental gradients? *Biological Conservation*, 233, 201–212.
20. GBIF Secretariat (2022) GBIF backbone taxonomy.
21. Gerhardt, E., Vasas, G., Locsmándi, C. (2023). *Gombászok kézikönyve*. Budapest. Cser Kiadó. p. 572.
22. Gonkhom, D., Luangharn, T., Stadler, M., Thongklang, N. (2024). Cultivation and nutrient compositions of medicinal mushroom *Hericium erinaceus* in Thailand. *Chiang Mai Journal of Science*, 51(2), e2024028.
23. Györfi, J. (2001). *A magyar gombatermesztés helyzete és a fejlesztés lehetőségei*. Doktori (PhD) értekezés. Budapest: Szent István Egyetem.
24. Harrison, K. A. (1973) The genus *Hericium* in North America. *Michigan Botanist*. 12, p. 177–194.
25. Hawksworth, D. L., Lücking, R. (2017). Fungal diversity revisited: 2.2 to 3.8 million species. *Microbiology Spectrum*, 5(4), p. 1–10.
26. Horváth, B., Pestiné Rácz, É. V. (2011). *Ökológia [Elektronikus tankönyv]*. Debrecen: Digitális Tankönyvtár.

27. Hyde, K. D. (2022). The numbers of fungi. *Fungal Diversity*, 114, p. 1.
28. Hyde, K. D., Al-Hatmi, A. M. S., Andersen, B., Boekhout, T., Buzina, W., Crous, P. W., Dyer, P. S., Gräfenhan, T., Groenewald, J. Z., Jabeen, S., *et al.* (2019). The amazing potential of fungi: 50 ways we can exploit fungi industrially. *Fungal Diversity*, 97, p. 1–136.
29. Hyde, K. D., Abdel-Wahab, M. A., Abdollahzadeh, J., *et al.* (2023). Global consortium for the classification of fungi and fungus-like taxa. *Mycosphere*, 14(1), 1960–2012.
30. Jakucs, E. (2008). *A mikológia alapjai*. Budapest: ELTE Eötvös Kiadó.
31. Jakucs, E., Vajna L. (2003). *Mikológia alapjai*. Budapest: Agroinform Kiadó. p. 62–68, 121, 168–192, 241, 245–250, 253.
32. Jiang, S., Wang, S., Sun, Y., Zhang, Q. (2014). Medicinal properties of *Hericium erinaceus* and its potential to formulate novel mushroom-based pharmaceuticals. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 98, p. 7159–7170.
33. Kawagishi, H., Shimada, A., Shirai, R., Okamoto, K., Ojima, F., Sakamoto, H., Ishiguro, Y., Furukawa, S. (1994). Erinacines A, B and C, strong stimulators of nerve growth factor (NGF) synthesis, from the mycelia of *Hericium erinaceus*. *Tetrahedron Letters*, 35(10), 1569–1572.
34. Khan, M. A., Tania, M., Liu, R., Rahman, M. M. (2013). *Hericium erinaceus*: an edible mushroom with medicinal values. *Journal of Complementary and Integrative Medicine*, 10(1), p. 1-6.
35. Kirk, P. M., Cannon, P. F., Minter, D. W., Stalpers, J. A. (2008). *Dictionary of the Fungi* (10th ed.). Wallingford: CABI. 90, 313. p.
36. Koga, J., Thorn, R. G., Langer, E. (2025). A multilocus phylogeny of *Hericium* (Hericiaceae, Russulales). *Persoonia*. 55, p. 141–157.
37. Koski-Kotiranta, S., Niemelä, T. (1988). Hydneous fungi of the Hericiaceae, Auriscalpiaceae and Climacodontaceae in northwestern Europe. *Karstenia*, 27, 43–70.
38. Kutszegi, G., Papp, V. (2016). Erdőgazdálkodási javaslatok a nagygombák funkcionális és faji sokféleségének megőrzésére. *Az erdőgazdálkodás hatása az erdők biológiai sokféleségére (Tanulmánygyűjtemény)* (pp. 33–56). Budapest: MTA Ökológiai Kutatóközpont.
39. Krebs, C. J. (2017). Estimating abundance and density. In *Ecological Methodology* (7th ed., Chapter 2). University of British Columbia. 20 p.
40. Largent, D. L. (1986). *How to identify mushrooms to genus I: Macroscopic features*. Eureka: Mad River Press.
41. Largent, D. L., Johnson, D., Watling, R. (1977). *How to identify mushrooms to genus III: Microscopic features*. Eureka (CA): Mad River Press. 148 p.

42. Lenti, I. (2017). Néhány gondolat a süngomba (*Hericium erinaceus* Bull. ex Fr./Pers.) ismeretéhez, termesztéséhez. *Östermelő*, 21(5), 74–76.
43. Lu, H., Yang, S., Li, W., Zheng, B., Zeng, S., Chen, H. (2025). *Hericium erinaceus* protein alleviates high-fat diet-induced hepatic lipid accumulation and oxidative stress *in vivo*. *Foods*, 14(3), 459.
44. Lutzoni, F., Kauff, F., Cox, C. J., McLaughlin, D., Celio, G., Dentinger, B., Padamsee, M., Hibbett, D. S., James, T. Y., Baloch, E., et al. (2004). Assembling the fungal tree of life: Progress, classification, and evolution of subcellular traits. *American Journal of Botany*. 91(10), p. 1446–1480.
45. Moore, D., Nauta, M. M., Evans, S. E., Rotheroe, M. (eds.) (2001). *Fungal Conservation: Issues and Solutions*. Cambridge: Cambridge University Press. p. 64., 118., 121.
46. Moore, D., Robson, G. D., Trinci, A. P. J. (2011) 21st Century Guidebook to Fungi. Cambridge, Cambridge University Press. p. 1-11,
47. Niskanen, T., Liimatainen, K., Ahtiainen, J., Kõljalg, U., Larsson, E., Nilsson, R. H., Tedersoo, L., Vizzini, A., et al. (2023). Pushing the frontiers of biodiversity research: Unveiling the global diversity, distribution, and conservation of fungi. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*. 48, p. 149–176.
48. Nilsson, R. H., Kristiansson, E., Ryberg, M., Hallenberg, N., Larsson, K. H. (2006) Taxonomic reliability of DNA sequences in public sequence databases: A fungal perspective. *PloS ONE*. 1(1), e59.
49. Ovaskainen, O., Schigel, D., Ali-Kovero, H., Auvinen, P., Paulin, L., Nordén, B., Nordén, J. (2013). Combining high-throughput sequencing with fruit body surveys reveals contrasting life-history strategies in fungi. *The ISME Journal*. 7, p. 1696–1709.
50. Papp, V. (2015). *A Juhdöglő-völgy Erdőrezervátum lignikol bazídiumos nagygombáinak taxonómiája és természetvédelmi helyzete*. Doktori (PhD) értekezés. Budapest.
51. Persoon, C. H. (1797). *Tentamen dispositionis methodicae Fungorum in classes, ordines, genera et familias, cum supplemento adjecto*. Lipsiae [Leipzig]: Apud J. G. T. Gottlieb. 61. p.
52. Schoch, C. L., Seifert, K. A., Huhndorf, S., Robert, V., Spouge, J. L., Levesque, C. A., Chen, W., et al. (2012). Nuclear ribosomal internal transcribed spacer (ITS) region as a universal DNA barcode marker for fungi. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 109(16), 6241–6246.

53. Siller, I., Dima, B., Albert, L., Vasas, G., Fodor, L., Pál-Fám, F., Bratek, Z., Zagyva, I. (2006). Védett nagygombafajok Magyarországon. *Mikológiai Közlemények (Clusiana)*, 45(1-3), 3–158.
54. Silva, B., Sringarm, K., Potikanond, S., Tangjaidee, P., Buacheen, P., Rachtanapun, P., Donlao, N., Singh, J., Kaur, L., Issara, U., Kingwascharapong, P., Phongthai, S. (2025). Unveiling anti-inflammatory peptides from Lion's Mane mushroom (*Hericium erinaceus*). *Applied Food Research*, 5(2), 101167.
55. Smith, S. E., Read, D. J. (2008). *Mycorrhizal symbiosis* (3rd ed.). New York: Academic Press.
56. Sokol, S., Golak-Siwulska, I., Sobieralski, K., Siwulski, M., & Widenka, K. (2016). Biology, cultivation, and medicinal functions of the mushroom *Hericium erinaceus*. *Acta Mycologica*, 50(2), 1069.
57. Stamets, P. (2000). *Growing gourmet and medicinal mushrooms* (3rd ed.). Berkeley (CA): Ten Speed Press. p. 161–180, 387–394.
58. Stamets, P. (2005). *Mycelium Running: How Mushrooms Can Help Save the World*. Berkeley (CA): Ten Speed Press. p. 245-247.
59. Stalpers, J. A. (1996). *The aphyllorphoraceous fungi II: Keys of fun species of the Hericiales*. *Studies in Mycology*, 40, 1–185.
60. Szućko-Kociuba, I., Trzeciak-Ryczek, A., Kupnicka, P., Chlubek, D. (2023). Neurotrophic and neuroprotective effects of *Hericium erinaceus*. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(21), 15960.
61. Tan, Y.-F., Mo, J.-S., Wang, Y.-K., Zhang, W., Jiang, Y.-P., Xu, K.-P., Tan, G.-S., Liu, S., Li, J., Wang, W.-X. (2024). The ethnopharmacology, phytochemistry and pharmacology of the genus *Hericium*. *Journal of Ethnopharmacology*, 319(3), 117353.
62. Teng, F., Bitto, T., Takenaka, S., Yabuta, Y., Watanabe, F. (2014). Vitamin B12[c-lactone], a biologically inactive corrinoid compound, occurs in cultured and dried *Hericium erinaceus* fruiting bodies. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 62(7), p. 1726–1732.
63. Thongbai, B., Rapior, S., Hyde, K., Wittstein, K., Stadler, M. (2015). *Hericium erinaceus*, an amazing medicinal mushroom. *Mycological Progress*. 14, 1-23.
64. Vetter, J. (2023). *A gomba – századunk szuper élelmiszere*. Budapest: Inform Kiadó. 68-69. p.
65. Wald, P., Pitkänen, S., Boddy, L. (2004). Interspecific interactions between the rare tooth fungi *Creolophus cirrhatus*, *Hericium erinaceus* and *H. coralloides* and other wood decay species in agar and wood. *Mycological Research*, 108(12), 1447–1457

66. Wang, J., Wu, J., Yamaguchi, R., Nagai, K., Liu, C., Choi, J.-H., Hirai, H., Xie, X., Kobayashi, S., Kawagishi, H. (2025). Uncovering hericenones from the fruiting bodies of *Hericiium erinaceus* through interdisciplinary collaboration. *Journal of Natural Products*, 88(1), 80–85.
67. Wasser, S. P. (2002). Medicinal mushrooms as a source of antitumor and immunomodulating polysaccharides. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 60(3), 258–274.
68. Webster, J., Weber, R. W. S. (2007). Introduction of fungi (3rd ed.). Cambridge: Cambridge University Press. p. 1–32, 487–513.
69. Wilson, E. O. (ed.) (1988). *Biodiversity*. Washington (DC): National Academies Press. p. 1–20, 427–435
70. Xiao, G., Chapman, B. (2011). Cultivation of *Hericiium abietis* on conifer sawdust. *Canadian Journal of Botany*. 75(7):1155-1157

8. Táblázatok és ábrák jegyzéke

1. táblázat. A hazai <i>Hericium</i> fajok közti különbségek.....	11
2. táblázat. <i>Hericium erinaceus</i> aktív hatóanyagai és élettani hatásai.	15
3. táblázat. <i>H. erinaceus</i> fejlődési szakaszai és optimális környezeti paraméterei (Stamets, 2000).	18
4. táblázat. A süngomba évenkénti előfordulásainak száma.	24
5. táblázat. A süngomba előfordulásai nagytájak szerint.	26
6. táblázat. A süngomba előfordulásai faállomány-típus szerint.....	27
7. táblázat. <i>H. erinaceus</i> élőhelyi egyedsűrűsége.....	30
8. táblázat. A természetblokkok kódjai, termőtestek jellemzése és súlya.....	32
9. táblázat. Gép által mért adatok (grafana) összevetése az általam mértekkel.	32
10. táblázat. A termőblokkok produktivitása és a biológiai hatékonyság.....	34
11. táblázat. A természet (1.-4.) és a vad (5.-8.) törzs összehasonlítása.....	35
1. ábra. <i>Hericium</i> nemzetség filogenetikai fája (Koga et al., 2025).....	10
2. ábra. Balra vadon termő, jobbra természet <i>Hericium erinaceus</i> termőtestek.	14
3. ábra. Gyűjtött minták feldolgozása.	21
4. ábra. A süngomba havi előfordulásainak megoszlása (2020–2025).....	25
5. ábra. Süngomba elterjedési térképe faállomány-típus szerint kódolva.	27
6. ábra. A süngomba előfordulási adatok (színes pontok) összevetése a lilával jelölt Natura2000 területeivel.	29
7. ábra. A páratartalom és a hőmérséklet alakulása a természetés során.	31
8. ábra. Balra: blokkok elhelyezése a természetoszekrény polcain; közepén: párával megtelt berendezés; jobbra: nem megfelelő szigetelés miatt elszivárgó pára.	33
9. ábra. Szaggatott vonallal elválasztva balra a vadon termő, jobbra a természet törzs kolonizáltsága és termőtesteik fejlettsége 2025.10.27.-én.	35

9. Köszönetnyilvánítás

Munkám sikeres elkészítését elsősorban szeretném megköszönni konzulenseimnek, Papp Viktor egyetemi docensnek és Geösel András tanszékvezetőnek, akik nem csak gondosan végigkísérték, támogattak és meglátásaikkal, tudásukkal segítették a dolgozatom elkészítését, hanem megnyitották előttem a gombák csodálatos világát, s míg Papp Viktor a mikológia és kutatásban elért munkásságával és hatalmas ismeretével, addig Geösel András a gombatermesztésben, és a vállalkozó szellemiségben nyújtott mindvégig inspirációt. Külön köszönettel tartozom kedves szaktársamnak és barátnőmnek, Kóczián Réka kutatási munkatársnak, aki nemcsak a legelső pillanattól mellettem állt a kutatásom hosszú útján, de saját szellemi tudásával is hozzájárult. A felmérésekben és információszerzési folyamatokban részt vett, a labormunkákban és a termesztési kísérletben lehetőséget adott, a monitorozásban besegített. A megszámlálhatatlan alkalom mikor közösen jártuk a természetet és ismerkedtünk meg a gombák élőhelyével, a biodiverzitás jelentőségének a valódi arculatával hatalmas szerepet tölt be a dolgozatban megszületett összefüggéseiben. Nagyon hálás vagyok a Növénytan Tanszék tagjainak, akik az egyetemi éveim kezdetével megismertették velem a természet, a növényvilág, majd később a gombák felé irányuló szeretetet. Ezen felül a Magyar Mikológiai Társaság tagjainak és az általuk meghirdetett gombaszakellenőri képzés résztvevőinek is szeretném megköszönni, hogy az elmúlt egy évben mind a gombafajokat, mind az élőhely társulásokat illetően ilyen módon hozzájárultak az ismereteim bővüléséhez. Számomra valahol az a legnagyobb kitüntetés, hogy dolgozatom elkészítése során megismerhettem az ország legnagyobb mikológusait, és büszkén állíthatom, hogy valamilyen módon mindnyájan hozzájárultak a sikeres befejezéséhez.

A gombatermesztő szekrény fejlesztése a Körforgásos városi biohulladék hasznosítási technológia kidolgozása a laskagomba-termesztés integrálásával” című, 2024-1.1.1-KKV_FÓKUSZ-2024-00083 pályázat keretében történt.

10. Függelék

MATE Szervezeti és Működési Szabályzat

III. Hallgatói Követelményrendszer

III.1. Tanulmányi és Vizsgaszabályzat

6.13. sz. függeléke: A MATE egységes szakdolgozat /

diplomadolgozat / záródolgozat / portfólió készítési útmutatója

4.2. sz. melléklete: Nyilatkozat a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről (módosítva: 2025. október 16.)

NYILATKOZAT

a szakdolgozat

A hallgató neve:	Sikó Patrícia Zelma
A Hallgató Neptun kódja:	FWK888
A dolgozat címe:	A süngomba (<i>Hericium erinaceus</i>) élőhelyi felmérése és természetstechnológiájának fejlesztése
A megjelenés éve:	2025
A konzulens intézetének neve:	Növénytermesztési-tudományok Intézet
A konzulens tanszékének a neve:	Növényteni Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott szakdolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem. Továbbá kijelentem, hogy a dolgozat elkészítése során alkalmazott mesterséges intelligencia-eszközök (pl. szöveggenerálás, nyelvi javítás, fordítás, adatelemzés) használata nem helyettesítette a saját kutatási és alkotói munkámat, azok alkalmazását a források között vagy a módszertani részben feltüntettem, és a szakmai-etikai elvárásoknak megfelelően jártam el.

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.

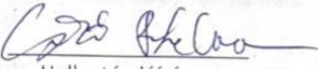
Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkor szellemi tulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem könyvtári repozitori rendszerébe. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

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

nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitori rendszerében.

Kelt: 2025 év 11 hó 03 nap


Hallgató aláírása

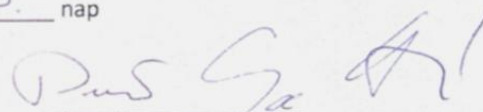
NYILATKOZAT

Sikó Patrícia Zelma (név) (hallgató Neptun azonosítója: FWK888 konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot¹ 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 nem³

Kelt: 2025 év 11 hó 3 nap


belső konzulens
dr. Papp Viktor, dr. Geösel András

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő aláhúzendő.

³ A megfelelő aláhúzendő.

Hallgatók, doktoranduszok nyilatkozata mesterséges intelligencia (MI) alkalmazásáról

1. Általános adatok

Hallgató neve:	Sikó Patrícia Zelma
Neptun-kódja:	FWK888
Képzési szint (a megfelelőt jelölje X-szel):	<input checked="" type="checkbox"/> BSc/BA <input type="checkbox"/> MSc/MA <input type="checkbox"/> Doktori (PhD) <input type="checkbox"/> Egyéb:
Tantárgy neve/kódja*:	Szakedolgozat készítés KERTU073N
A munka címe:	A süngomba (<i>Hericium erinaceus</i>) élőhelyi felmérése és természetstechnológiájának fejlesztése

* doktori értekezés esetén nem kitöltendő

2. Nyilatkozat az MI használatáról

Alulírott, etikai felelősségem teljes tudatában az alábbi nyilatkozatot teszem:

(Kérjük, válasszon egyet az alábbi lehetőségek közül!)

A) Nem alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.

(Amennyiben ezt jelölte, a további táblázatok kitöltése nem szükséges.)

B) Alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.

(Kérjük, töltsse ki a vonatkozó táblázatokat!)

3. A mesterséges intelligencia használatának részletezése

I. TÁBLÁZAT: Asszisztensi vagy kisebb mértékű felhasználás (pl. fordítás, nyelvi korrekció, ötletelés stb.)

(Ezen felhasználások esetében a konkrét promptok és válaszok csatolása nem szükséges.)

A felhasználás célja	Alkalmazott MI-eszköz neve és verziója	Érintett rész (ha nem a szöveg egészére vonatkozik)
ötletelés, szerkezetelemzés, nyelvtani szintaxis, fordítás	chatGPT	

II. TÁBLÁZAT: Jelentős tartalmi hozzájárulás (pl. egy teljes ábra vagy egy hosszabb szövegrész generálása)

(Ezekben az esetekben a felhasznált kulcsfontosságú promptok és az MI által adott nyers válaszok dokumentálása és a munka mellékletében való csatolása szükséges.)

A felhasználás célja	Alkalmazott eszköz verziója, elérhetősége	MI-neve,	Az érintett fejezet / ábra / táblázat pontos sorszáma	A prompt-naplót tartalmazó melléklet bejegyzésének sorszáma

3/A. Oktató által előírt kiegészítő szabályok (ha vannak)

Amennyiben az adott tantárgy oktatója vagy témavezetője az MI-eszközök használatára vonatkozóan külön szabályokat vagy elvárásokat határozott meg, kérjük, az alábbi mezőben foglalja össze ezeket:

Pl. az MI használatának tilalma bizonyos feladattípusokra; csak konkrét eszköz használata engedélyezett; eltérő hivatkozási elvárások; dokumentációs forma stb.

Oktató vagy témavezető által előírt szabályok:

.....

.....

.....

.....

4. Minden hallgatóra vonatkozó nyilatkozat:

Kijelentem, hogy az MI által esetlegesen generált tartalmakat minden esetben kritikailag felülvizsgáltam, szerkesztettem és a munkába illesztettem. A leadott munka minden eleméért, annak eredetiségéért és tudományos helytállóságáért teljes körű felelősséget vállalok. Tudomásul veszem, hogy a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem a benyújtott munkát mesterséges intelligencia detektorral ellenőrizheti, és eljárást kezdeményezhet, amennyiben a nyilatkozatom valótlan vagy hiányos.

Kelt: Budapest, 2025. 11. hó 4. nap

.....

Hallgató aláírása

Sikó Patrícia Zelma

.....

Konzulens/Témavezető aláírása

dr. Papp Viktor, dr. Geösel András