

TÉZISEK



***AZ AGARICUS BLAZEI (MURRILL) TERMESZTÉSI
LEHETŐSÉGEI ÉS KOMPLEX ÖSSZEHASONLÍTÓ VIZSGÁLATA***



Írta:

Geösel András

Készült a Budapesti Corvinus Egyetem
Zöldség- és Gombatermesztési Tanszékén
Budapest
2011

A doktori iskola megnevezése: Kertészettudományi Doktori Iskola

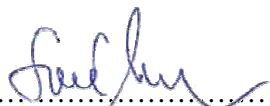
Tudományága: Növénytermesztési és kertészeti tudományok

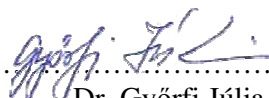
Vezetője: Dr. Tóth Magdolna egyetemi tanár, DSc
Budapesti Corvinus Egyetem, Kertészettudományi Kar,
Gyümölcsstermő Növények Tanszék

Témavezetője: Dr. habil. Györfi Júlia egyetemi docens, PhD
Budapesti Corvinus Egyetem, Kertészettudományi Kar,
Zöldség- és Gombatermesztési Tanszék



A jelölt a Budapesti Corvinus Egyetem Doktori Szabályzatában előírt valamennyi feltételnek eleget tett, az értekezés műhelyvitájában elhangzott észrevételeket és javaslatokat az értekezés átdolgozásakor figyelembe vette, azért az értekezés védési eljárásra bocsátható.


.....
Dr. Tóth Magdolna
doktori iskola vezető


.....
Dr. Györfi Júlia
témavezető

1. BEVEZETÉS

A kertészeti termékek között a termesztett gombák mindig jelentős értéket képviseltek. Általában magas biológiai értékű, csekély energia- és zsírtartalmú, esszenciális aminosavakat is tartalmazó élelemként tekintünk a gombákra. Éves termelési értékük 2010-ben hazánkban 14-16 milliárd forintra tehető, a megtermelt mennyiség az elmúlt 2-3 évben kb. 18-20 millió kg/év. Termesztési szempontból nagy előnyük, hogy megfelelő helyiségekben egész évben termesztethetők, ezért a piacok, áruházak polcaira folyamatosan kitehető, prémium zöldségféle. A magyar gombafogyasztási szokások meglehetősen egysíkúak, az elfogyasztott gomba mennyisége csekély (kb. 1,5 kg/fő/év) és erős szezonális jelleget mutat. Németországban ennek közel háromszorosát fogyasztják, amelyet heti egyszeri gombafogyasztással (10 dkg gomba) nálunk is könnyedén el lehetne érni.

A hazánkban nagyobb mennyiségben termesztett csiperkegomba és laskagomba ugyanakkor csak töredéke a potenciálisan termesztendő gombafajoknak. Az elmúlt években zsugorodó hazai gombaipar elsősorban a csökkenő jövedelmezőség miatt veszített piacaiból, másodsorban a fejlett természetstechnológiák óriási beruházási igényét a kisebb termesztők nem tudták/tudják vállalni. A következő évek tovább élesedő piaci versenyét lehet prognosztizálni, mert a környező országok már beindították a gombafogyasztást népszerűsítő akcióikat. Így Lengyelországban közel 120 millió magyar forintnak megfelelő összegből és Ukrajnában is hasonló nagyságrendben indult a gombafogyasztást népszerűsítő kampány. A britek nyári gombafogyasztást serkentő rádió- és TV-kampányt indítottak. Írországban már korábban is folytattak ilyen jellegű tevékenységet. A minden esetben termesztői összefogásból született akciók célja a gomba belföldi piacának növelése és fogyasztásának ösztönzése. Magyarországon egyelőre nehezen képzelhető el egy hasonló mértékű összefogás, ám a jövedelmezőség növeléséhez más eszközök is rendelkezésre állnak.

A magas biológiai értéken túl gyógyhatásokat is bizonyítottan felmutató gombafajok, mint az *Agaricus blazei* termesztésében is jelentős potenciál mutatkozik. A nemzetközi szakirodalomban legalább tucatnyi ráktípus kezelésében sikeres gombafaj kárpát-medencei termesztése véleményem szerint megvalósítható. A 2011. évi Fruit Logistica mezőgazdasági szakkiállításon a holland PrimeChamp cég innovációs díjat vehetett át az *Agaricus blazei* termékeivel. Az elismerést a folyamatos és sikeres termesztés megvalósításáért kapták. E nyugat-európai példát követve, úgy vélem, a magas hozzáadott értékű gombatermékek előállítására Magyarországon is van lehetőség. Ebben hazánk gombatermesztésben és kutatásban szerzett történelmi tapasztalatai mellett az elmúlt évek gombaipari beruházásaira (új holland-polcos gombatermesztő farmok, komposztüzemek fejlesztései, új laskagomba

hibridek, stb.) is építhetünk. Az előbbi indokok alapján az *Agaricus blazei* faj termesztéstechnológiájának hazai adaptálásában kívántam néhány alapvető kísérletet elvégezni.

2. AZ *AGARICUS BLAZEI* GOMBAFAJ

Az *Agaricus blazei* a gombák (*Fungi*) országába, a valódi gombák (*Eumycota*) törzsébe, a bazídiumos gombák (*Basidiomycota*) altörzsébe, az *Agarycomycetes* osztályba, az *Agaricomycetidae* alosztályba, a csiperkealkatúak (*Agaricales*) rendjébe, a csiperkefélék (*Agaricaceae*) családjába és az *Agaricus* nemzetségbe tartozik. Tudományos elnevezéséről még viták folynak, hiszen nagyon hasonló, de egyes kutatók szerint különböző fajokat jegyeztek fel más-más elterjedési területekről.

Wasser szerint az 1945-ben Murrill által leírt gombafaj nem egyezik meg a Heinemann által 1965-ben „újra felfedezett” *Agaricus blazei*-vel, ez utóbbit egy új fajként *Agaricus brasiliensis*-nek keresztelte el, földrajzi eredetét pedig Embrapa Florestas-hoz köti.

Stamets az *Agaricus subrufescens*-t állítja párhuzamba testvérfajként és taxonómiai különbséget csupán a spórák alakjában vél felfedezni. Szerinte morfológiai tulajdonságai, édeskés illata, élőhelye és földrajzi elterjedése alapján nagyon hasonló hozzá az *A. blazei*, és némiképp az *A. augustus* is. Más szerzők szerint az *Agaricus blazei*-re leginkább hasonlító gomba, a mandula illatú, nyúlánk *Agaricus subrufescens* PECK. Stamets szerint a két gomba rendszertanilag nagyon közeli rokonságban áll egymással, eltérés a spórák alakjában fedezhető fel: míg *A. blazei*-nek tojásdad, addig az *A. subrufescens*-nek inkább ellipszis alakú a spórája. Az *A. augustus*-nak is hasonló tojásdad alakú spórái vannak, viszont ezek 7,5-10*5-6µm, míg az *A. blazei*-nek kisebb, 5-4µm nagyságúak. Másik eltérés a két faj között, hogy az *A. blazei* szedés után a vágás helyén besárgul, míg az *A. subrufescens*-nek a vágás hatására csak a külső hártájja kezd el sárgulni. A sárgulás mértékét nem lehet alapul venni a gomba rendszertani tulajdonságaként, mert a sárgulás kialakulhat a levegőmozgás következtében kialakuló szövetkárosodás hatására is.

2002-ben publikált eredmények szerint egyértelmű, makroszkópikus különbségek alapján elkülöníthetőek egymástól az *A. blazei* ssp. MURRILL, *A. blazei* ssp. HEINEM. és *A. subrufescens* fajok. A termesztett gombákból, herbáriummi példányokból és vadon begyűjtött gombákból a szerzők a spóraméret, bazídium, hifaméret-alak, cheilocystidia és még tucatnyi

más bélyeg alapján külön fajként írják le valamennyit. Különbséget vélnek felfedezni mind a spóraméretben, mind annak alakjában. Eltérést a tönkhosszban és a kalap alakjában is felfedeznek. Ugyanakkor meg kell jegyezni, hogy száraz herbáriumi példányokból, vadon begyűjtött gombából és természetéből származó mintákat is elemeztek. A cikk megjegyzi, hogy az *A. subrufescens*-ként leírt tulajdonságok olyannak tűnnek, mintha két különböző termőtest alapján készültek volna. Wasser szerint az észak-amerikai bennszülött *A. blazei* ssp. MURRILL és a széleskörben terjesztett gyógyhatású *A. blazei* ssp. HEINEM két külön fajnak tekintendő, ez utóbbit *A. brasiliensis* néven új fajként határozza meg. Az *A. brasiliensis* a *Flavoagaricus* subgenusba, annak *Majores* szekciójába és *Flavescentes* alszekciójába. A faj hasonlóságot mutat az *A. subrufescens* és még 3 másik *Agaricus* (*A. fiardii*, *A. meijeri*, *A. praemagniceps*) fajjal ugyanakkor az *A. blazei* MURRILL további megerősítést kíván.

A hovatarozást eldöntő vizsgálatok Kerrigan cikkében kerültek ismertetésre. Az ITS szekvencia vizsgálatok és hibridizációs kísérletek alapján az *Agaricus blazei*, az *A. subrufescens* és az *A. brasiliensis* mellett, az 1999-ben leírt *A. rufotegulis* és *Psalliota subrufescens* is egy fajnak tekinthető. A nomenklatúra szabályai szerint a Peck által elsőként leírt *A. subrufescens* elnevezést tartja helyesnek. Kerrigan megjegyzi, hogy a földrajzi különbségek miatt morfológiai eltérések alakultak ki a fajon belül, ám ezek csak morfológiai eltérések és nem új biológiai fajok. A vizsgált tenyészetek a világ különböző részeiről származtak (Japán, Brazília, Hawaii, Kalifornia, stb.) ám a közöttük lévő genetikai távolság meglepően alacsony volt és a törzsfán egyedül a hawaii izolátumok mutattak némi különbséget. Ezt Kerrigan a szigetek egyedi elszigeteltségével magyarázta. Hibridizációs kísérletek révén bizonyítást nyert, hogy a burok sárgás-barnás színeződése egyetlen mendeli öröklődésű gén eredménye. A cikk szerint az eltérő spóraméretet (amelyekről korábban több kutatás is beszámolt) egyértelműen betudható a különböző párosodási típusú hifák által előidézett monád, diád és triád spórák miatti különbségnek. Más források szintén mindhárom elnevezést egy gombafaj különböző elnevezéseiként, szinonimként tartják számon.

3. CÉLKITÚZÉS

Kísérleteimben a Budapesti Corvinus Egyetem, Zöldség- és Gombatermesztési Tanszékén Dr. Györfi Júlia által korábban összegyűjtött nyolc darab, különböző génbankokból származó *Agaricus blazei* törzset hasonlítottam össze. Várható volt, hogy a törzsek között morfológiai és hozambeli eltérések lehetnek, amelyeket igazolni és megerősíteni kívántam. Az egyes

törzsek között kémiai eltéréseket is kerestem, továbbá meg kívántam határozni a gombák leírásához használható érzékszervi paramétereket, hogy ezzel a későbbiekben a fajok/fajták közötti összehasonlítás alapjait is lerakhassam.

Távlati célként az *A. blazei* gombafaj teljes termesztéstechnológiájának kidolgozását és adaptálását tűztem ki, a kárpát-medencei régióra fókuszálva. Ezért az alábbi részcélokat fogalmaztam meg:

1. A rendelkezésre álló törzsgyűjteményből termesztési szempontok alapján a legnagyobb és kiegyenlített hozammal rendelkező törzs szelektálása. A terméslefutás ábrázolása, az egyes törzsek "koraiságának" meghatározása, az alkalmazandó termesztéstechnológia megalapozása a termesztési fázisoknak megfelelő környezeti paraméterek (hőmérséklet, páratartalom, időtartam, CO₂) meghatározásával.
2. A törzsek morfológiai bélyegekkel történő leírása és dokumentálása, a törzsek termesztési szempontú elkülönítése a morfológiai jellemzők mentén.
3. A termesztéssel összefüggésben megjelenő kórokozók és kártevők dokumentálása és azonosítása.
4. A beltartalmi paraméterek közül az összes antioxidáns és polifenol tartalom meghatározása az egyes *A. blazei* törzsekből.
5. Azonosítani azokat a molekulákat, amelyek a szakirodalomban leírt mandula-ánizs illatot okozzák.
6. Az érzékszervi paraméterek meghatározása általánosságban a kalapos gombákra, ezek alapján pedig az *A. blazei*, a fehér és barna csiperkegomba érzékszervi profiljának elkészítése és értékelése.

4. ANYAG ÉS MÓDSZER

4.1. Termesztési kísérletek

A termesztési kísérleteket 2008., 2009. és 2010. években végeztem a BCE-Budai Campusán kialakított termesztőhelyiségekben. A termesztési alapanyagot ugyanaz a komposztüzem állította elő a kétspórás csiperkegomba (*Agaricus bisporus*) számára készített szalma-csirke-trágya receptúra alapján. A csírát azonos technológiával készítettem és a termesztési paraméterek (hőmérséklet, páratartalom, CO₂, stb.) is közel azonosak voltak az összehasonlíthatóság miatt. A micélium tenyészeteket brazil, egyesült államokbeli, holland és kanadai törzsgyűjteményből kértük, illetve vásároltuk. A törzsek jelölése: 837, 838, 853, 1105, 2603, Brazil, MaHe, Si2.2. A hőkezelt komposztot a saját előállítású csírával 1,5

tömegszázalékos arányban csíráztuk, majd átszövetés után takartuk. A lappangási időszakot követően borzolóást nem végeztünk, a letermesztéskor a kétspórás csiperkegombához hasonló technológiát alkalmaztunk.

4.2. Antioxidáns és polifenol tartalom meghatározása

A vizsgálati gombaminták összantioxidáns-kapacitásának meghatározása Benzie és Strain (1996) módosított módszerével történt, amelyet eredetileg a plazma antioxidáns kapacitásának meghatározására dolgoztak ki (FRAP=Ferric Reducing Ability of Plasma). A FRAP lényege, hogy a ferri-(Fe³⁺)-ionok az antioxidáns aktivitású vegyületek hatására ferro-(Fe²⁺)-ionokká redukálódnak, amelyek alacsony pH-n a tripiridil-triazinnal komplexet képezve színes vegyületeket adnak. Ennek a vegyületnek spektrofotometriásan, $\lambda=593$ nm-en mért értékéből, az aszkorbinsavval készített kalibrációs görbe segítségével $\mu\text{g}/\text{mg}$ aszkorbinsav egyenértékben ($\mu\text{gAS}/\text{mg}$) a minta összantioxidáns kapacitása meghatározható.

Az antioxidáns kapacitással szorosan összefüggő, galluszsavra vonatkoztatott összes polifenol tartalmat Folin-Ciocalteu reagenssel $\lambda=760$ nm-en spektrofotometriásan mértük.

4.3. Ásványi elemek vizsgálata

Az ásványi elemek vizsgálatát 2008-ban a SzIE-Állatorvostudományi Karának Növényteni Tanszékén végeztem. A termesztési kísérletben négy *A. blazei* (853, 1105, 2603 és Si2.2) és a fehér kalapú 'A15' kétspórás csiperkegomba mintáit megszáritottam és megöröltem, majd teflon edényben nyomás alatt (121°C, 20 perc) tártam fel (200 mg gombapor + 2 ml cc. HNO₃ + 2 ml cc. H₂O₂). A feltárt anyagot szűrés után 10 cm³-re hígítottam, majd ICP analízissel vizsgáltam a különböző elemek mennyiségét, négy ismétlésben. A minták elemtartalmát a négy ismétlésből számított átlaggal jellemeztem. 2010-ben az ICP mérést a BCE-Alkalmazott Kémia Tanszéken végeztem, a minták előkészítése ugyanolyan módszerrel történt. Ez utóbbi mérés alkalmával több elem vizsgálatára, és az összes törzs analízisére lehetőségem nyílt.

4.4. Aromakomponensek meghatározása

Az illatanyagok kivonását a BCE-Élelmiszerkémiai és Táplálkozástudományi Tanszéken végeztem. A 2009-es évben és 2010-ben elvégzett méréseket az általam *A. blazei* referenciaként szelektált 1105-ös törzssel és az 'A15' *A. bisporus* fajtával végeztem. Mivel a mérés során az aromakomponenseket határoztuk meg, ezek pedig illékony és hamar bomló

vegyületek, ezért minden alkalommal friss gombára volt szükség. 200 g friss, aprított gombamintát mértem be, amelyet 2000 ml-es desztilláló lombikba tettem és 180 g NaCl-ot, 900 ml desztillált vizet, horzsakövet, Raschig-gyűrűt, üvegyöngyöket és a só feloldódása után 150 µl undekanol belső standardet adtam hozzá. Összerázás után a lombikot felhelyeztem a Likens-Nickerson féle szimultán desztillációs-extrakciós berendezésre. Oldószerként pentánt (Roche) használtam, amelyet 60 °C-os vízfürdön melegítettünk. A desztilláció során a mintákban levő aromakomponensek a forralás során a vízgőzzel együtt távoznak, a berendezés felső részén találkoznak a pentán gőzével és egy hűtőn kondenzálva megtörténik az anyagátadás folyadék-folyadék extrakció formájában. A berendezés alsó részén egymásra rétegződik a vizes és az apoláris szerves fázis, és az aromakomponensek a pentános fázisban oldva találhatóak. Töményítés után az oldatot GC-MS-be injektáltam, majd a kromatogramokat a HP Standalone szoftver segítségével értékeltem.

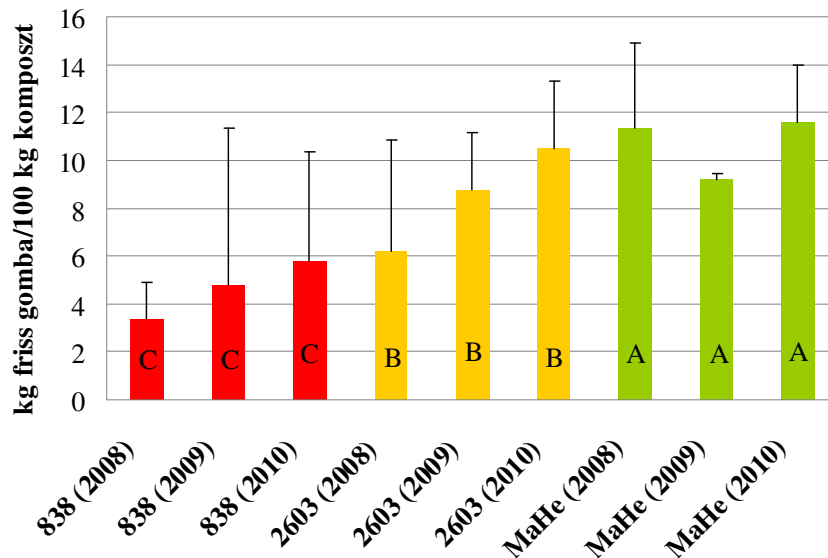
4.5. Érzékszervi profilanalízis

Az érzékszervi vizsgálatok közül a leíró vizsgálatokat és azon belül is a profilanalízis módszerét választottam. A célkitűzésben megfogalmazottak szerint a minták közel teljes körű leírására és meghatározására törekedtem, amelyre a profilanalízis módszere terjedt el a szakirodalomban. A vizsgálatot a BCE-Érzékszervi Minősítő Laboratóriumában végeztem az ISO 11035:1994 szabvány szerint.

5. EREDMÉNYEK ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

5.1 Termesztési kísérletek

A 2008., 2009. és 2010. évi termesztési kísérletek hozamait kéttényezős variancia analízis segítségével értékeltem. A kéttényezős MANOVA alapján 95%-os szinten szignifikáns különbség volt kimutatható az egyes törzsek között, amely magyarázható a törzsek közötti genetikai potenciál különbözőségével. Ugyanakkor hozzá kell tenni, hogy minden telepítés új komposztot igényel, valamint két különböző adottságú kísérleti helyiségben is történt a termesztés, ráadásul a takaró föld minősége is változott a 3 év átlagában. Mindezek ellenére is a 838, 2603 és MaHe jelű törzsek kiegyenlített hozamot produkáltak, amely termesztési szempontból feltétlenül kiemelendő (**1. ábra**).

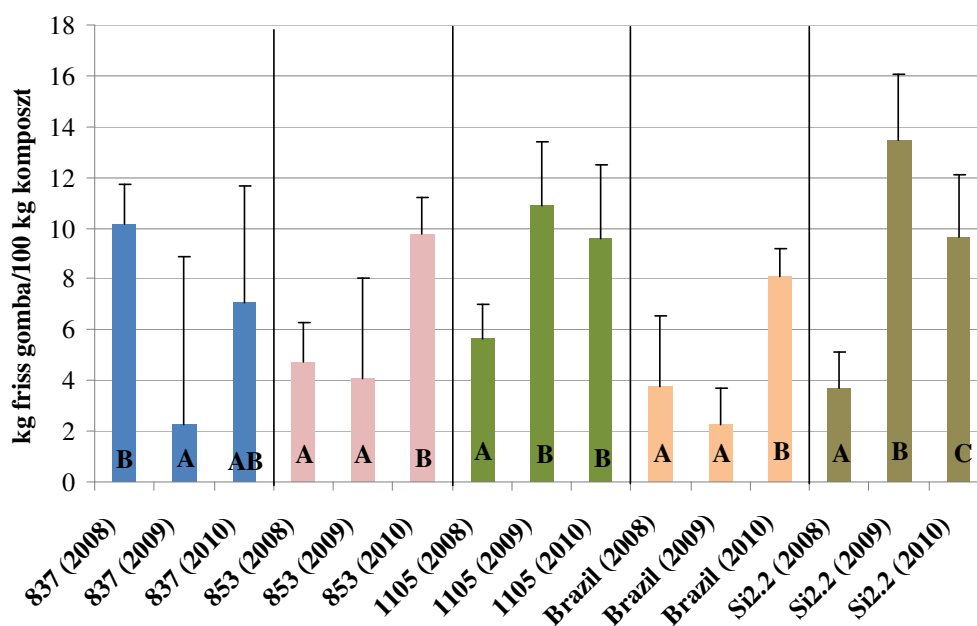


1. ábra: *Agaricus blazei* törzsek hozamának értékelése az „évjáráthatás” szempontjából (azonos betűk azonos statisztikai átlagot jelölnek)

Az „évjáráthatások” kiszűrésére elvégzett MANOVA alapján az **1. ábrán** azt a három törzset ábrázoltam, amely mindhárom évben statisztikailag azonos hozamot produkált. A szórások jellemzően igen magasak, ám mind a Tukey, mind az érzékenyebbnek tartott Duncan próba eredménye szerint is az évek között nem volt különbség a jelzett három törzsnél. A nagy szórások a viszonylag alacsony elemszámnak köszönhetőek. Az alacsony minta-elemszám ellenére is kijelenthető, hogy ezek a törzsek stabil hozamot produkáltak. A legalacsonyabb hozammal a 838 rendelkezett (5,2 kg/100 kg komposzt), ettől jelentősen többet hozott a MaHe (10,1 kg/100 kg komposzt). A MaHe törzs a 2009-es évben rendkívül alacsony szórást mutatott, és a hozamok is stabilak voltak mindhárom vizsgált évben. Mivel ez a három törzs bizonyult a legmegbízhatóbb hozamúnak, így ezekkel célszerű a további nagyparcellás termesztési kísérleteket beállítani.

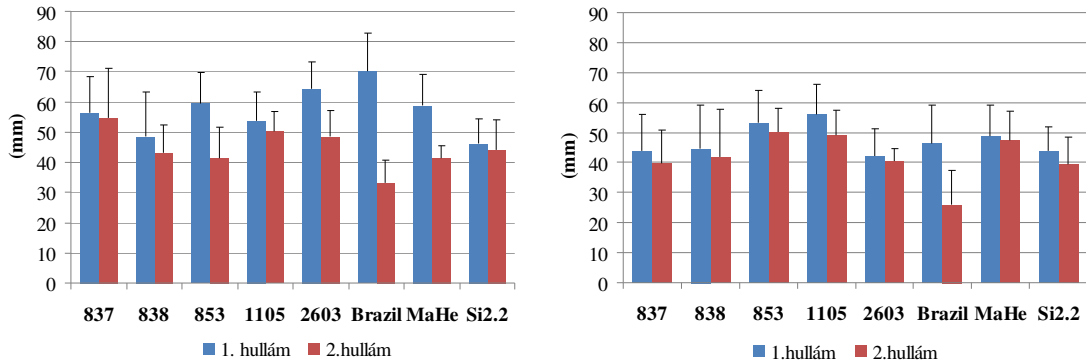
A **2. ábrán** azokat a törzseket ábrázoltam, amelyeknek a hozama igazoltan különbözött egymástól a három termesztési évben. A legnagyobb különbséget a Si2.2 törzs mutatta: mindhárom év hozama eltért a másik kettőtől. Kiemelkedően magas hozamot produkált ugyan 2009-ben (13,5kg/100 kg komposzt), de ezt a kiugró értéket nem tudta megismételni. Véleményem szerint a Si2.2 törzs kiemelkedő produkcióra lehet képes, amennyiben a termesztéstechnológiát sikerül az igényeihez igazítani. A technológia részelemeit (hőmérséklet, CO₂, szubsztrátum-paraméterek stb.) további termesztési kísérletekkel kell pontosítani. A Brazil törzs 2008-ban és 2009-ben is alacsony, de állandó hozamot ért el, ám

2010-re ezt megkétszerezte (8 kg). A 837-es törzsnél 2008-ról 2009-re drasztikus hozamcsökkenést tapasztaltam, amelyre jelenleg nem tudok tudományosan elfogadható magyarázatot adni. A komposzt kémiai paraméterei nem változtak ilyen drasztikusan, amely magyarázat lehetne a közel ötödére történő csökkenésnek: 2010-re a két szélső érték közé esett a hozam. Ezen tulajdonsága miatt a 837-es törzset sem tartom kísérleti termesztésbe vonásra alkalmasnak.



2. ábra: *Agaricus blazei* törzsek hozamának értékelése az „évjáráthatás” kiszűrésére (Az egyes betűk a törzsen belüli, évek közötti szignifikáns különbséget jelölik)

A terméslefutáshoz szorosan kapcsolódik, hogy a két terméshullámban mennyire aprózódik el a gomba. Ezt az aprózódást valamennyi *A. blazei* törzsnél megfigyeltem. A **3. ábrán** a három termesztési évet átlagoltam, a leszedett termőtestek kalapátmérője és tönkhossza alapján. Ez a két morfológiai bélyeg megmutatja az egyes törzsek kalap-tönk arányát is, amelyeket a morfológiai leírásokban is jelzek. A termőtestek aprósodásának pontos okát nehéz meghatározni, a takaró földben lévő alacsony nedvességtartalom, a komposzt nedvesség- vagy tápanyag tartalmának csökkenése egyaránt okozhatja. Szintén oka lehet az is, hogy a vadon begyűjtött törzsek genetikai potenciálja ennyit tesz lehetővé.



3. ábra: *Agaricus blazei* törzsek kalapátmérőjének (balra) és tönkhosszának (jobbra) változása két termőhullám alatt (2008, 2009, 2010 évek átlaga)

Az egyes törzsek morfológiai összehasonlítása

A fajon belüli változatosságról a nemzetközi szakirodalom több helyen is beszámol, ám nem végeztek méréseket a különbségek érzékeltetésére. A **4. ábrán** műtermi fényképek alapján mutatom be a törzsekre jellemző habitust, egy-egy szedésérett termőtest alapján. Ezzel igazoltam a szakirodalom megállapításait, hogy a termőtestek eltérő habitusa törzsre jellemző tulajdonság, és nem a termesztési körülmények befolyásolják. Noha azok hatása (hőmérséklet, relatív páratartalom, CO₂-szint, stb.) egyértelműen kimutatható, ám a tönk lefutása, a kalap illeszkedése, alakja (domború, púpos, kiterülő) stb. „fajtabélyegek”. Mivel korábban ilyen jellegű és részletező „fajta” leírással nem találkoztam sem a hazai, sem a nemzetközi szakirodalomban, ezért ezeket a törzsjellemzéseket különösen fontos eredménynek tartom.



4. ábra: A kísérletekben vizsgált *Agaricus blazei* törzsek jellemző habitusa

A következőkben a mikológiai helyes morfológiai leírások helyett gyakorlati szempontokból jellemzem az egyes törzseket, összefoglalva a termesztési kísérletekkel tapasztalt megfigyeléseket. A tárolásra vonatkozó megjegyzések a szedést követő +2°C-on történő hűtőtárolásra vonatkoznak.

837: kalapja tömör, a tönkre többnyire közepén illeszkedik, de sok esetben az illeszkedés nem centrális. Kalapja nagy méretű, aszimmetrikus, gyakran deformitások, kisebb-nagyobb kinövések jellemzőek rá. Kései termőrefordulás és elhúzódó szedhetőség jellemzi, aprósodásra kevésbé hajlamos. +2°C-on 3-5 napig tárolható.

838: kalapja tömör, kezdetben gömbölyded, majd ellaposodó. Szintén szöveti kinövésekkel rendelkezik. Habitusa a 837-hez hasonlatos, vélhetően hasonló eredetűek. Tönkje általában egyenletesen vastag, 3-5 napig jól tárolható és elhúzódó szedhetőség jellemzi.

853: termőteste könnyűek, törékenyek, kalaphúsa vékony, tönkje keskeny. Rosszul tárolható és hamar biológiai éretté váló törzs. Viszonylag kiegyenlített, ám alacsony hozamú volt 2008-ban és 2009-ben, 2010-re a hozama megugrott.

1105: hasonlatos a 853-as törzshöz, termőteste könnyűek, törékenyek, kalaphúsa vékony, tönkje keskeny. Nagy termőképességű, gyorsan termőreforduló törzs. Spórát hamar érlel.

2603: termőteste nagyméretűek, tömörök, kalapja szögletes, majd érés során kiterül. Tönkje gyakran kiszélesedik az alapi végén. A termőtesteket túlnyomórészt egyesével hozza, a Brazil törzssel együtt a leghosszabban eltárolható.

Brazil: kalapja jellegzetesen kerekded, kemény állagú, tönkje vastag, húsos és szintén kemény. Kései termőrefordulás és a „vizes gomba” tünetre fogékonyság jellemzi. A második terméshullámra rendszeresen kisebb méretű termőtesteket hoz. Nagyméretű termőtesteit a nemesítésben, mint keresztezési partnert célszerű lenne felhasználni.

MaHe: a kísérletekben a kiemelkedő hozam mellett apró, de darabos (egyesével megjelenő) termőtestek jellemezték, amelyek kalapja szabályos, trapezoid forma. Tönkje egyenletesen vastag, húsa kemény és jól tárolható. Viszonylag korai termőrefordulás jellemezte, ám a második hullámra kalapja rendszeresen elaprózódik.

Si2.2: 853-hoz és 1105-höz hasonló felépítésű, sok termőtest jellemzi, amelyek kisméretűek és csokrosan teremnek. Hamar spórát érlel és felnyílik, emiatt a szedése naponta legalább kétszer lenne célszerű.

A termesztési kísérletek alatt monitoroztam a fellépő kórokozókat és kártevőket. A termesztéseket tavasszal, nyáron és télen is végeztem, ezért minden vegetációban fellépő patogén károsítására számíthattam. A budai arborétum közelsége miatt is fokozott

patogénnyomás volt jellemző, ám mindezek ellenére egyetlen - a kétspórás csiperkegomba természetéből ismert kórokozó nem jelent meg számottevő mértékben. Így, többek között a két mólébetegség (száraz mólé betegség, kórokozó: *Verticillium fungicola* var. *fungicola*, a nedves mólé betegség: kórokozó *Mycogoe perniciosa*) nem tett kárt az *A. blazei* kultúrákban, s a pókhálós penész betegség (kórokozó: *Cladobotryum dendroides*) sem okozott jelentős termés kiesést. Az állati kártevők közül *Sciaridae*-legyek fordultak elő egy évben, de nem jelentős számban. Élettani eredetű betegségek közül a „vizes gomba” tünetet több ízben kimutattuk a „Brazil” törzsből, ám kórokozót nem sikerült azonosítani.

5.2. Antioxidáns és polifenol tartalom mérésének eredményei

A kapott eredmények alapján különbséget találtam mind a törzsek, mind egyazon törzsön belül a tönkben és kalapban mért antioxidáns kapacitás között. A fehérkalapú csiperkegomba antioxidáns kapacitása közel megegyezett a barnakalapú csiperkegomba értékeivel. Mindkét kétspórás csiperkegomba fajtának nagyobb volt a kalap összes antioxidáns tartalma. A magasabb antioxidáns kapacitás két törzset kivéve (837, 2603) az *A. blazei* törzsek kalapjában is jellemző volt. Igen nagy eltérést találtam az *A. blazei* 1105-ös törzs mért paramétereiben, ugyanis kalapjának antioxidáns kapacitása majd kétszerese a tönkjének. A törzsek között is jelentős különbségek adódtak az antioxidáns kapacitásban, ugyanis a legalacsonyabb értéket produkáló „2603” és „1105” törzs között több, mint ötszörös volt az eltérés a kalapokban. 2009-ben a tönkben mért antioxidáns kapacitásban is szignifikáns különbségek voltak az egyes törzsek között. A legkisebb (2603) és legnagyobb (barna kalapú csiperkegomba) antioxidáns koncentráció-különbség közel kétszeres volt a tönkben. Ezek alapján megállapítható, hogy a törzsek igen széles értéktartományban tartalmazzanak antioxidánsokat. A szakirodalomban korábban nem találtam a gombák antioxidáns-tartalmával összefüggő adatot, így kertészeti növényekkel összehasonlítva elmondható, hogy a gombák nagyságrendileg hasonló mértékben szintetizálnak antioxidánsokat.

5.3. Elemtartalom meghatározása

A vizsgált *A. blazei* törzsekben a bór, a kadmium, a réz, a stroncium és a cink mennyisége meghaladta (néhol jelentősen) a kétspórás csiperkegombában mért koncentrációkat, míg a kálium, a nátrium, a foszfor, a szelén mennyisége alacsonyabb – néhol jelentősen alacsonyabb – az *A. bisporus* megfelelő elemszintjénél. Nem találtam különbségeket a bárium, a kalcium, a magnézium, a mangán, a nikkel, és a titán mennyiségében. A kobalt, molibdén és vanádium mennyisége egyik gomba egyetlen mintájában sem érte el a kimutatási határértéket. Az arzén

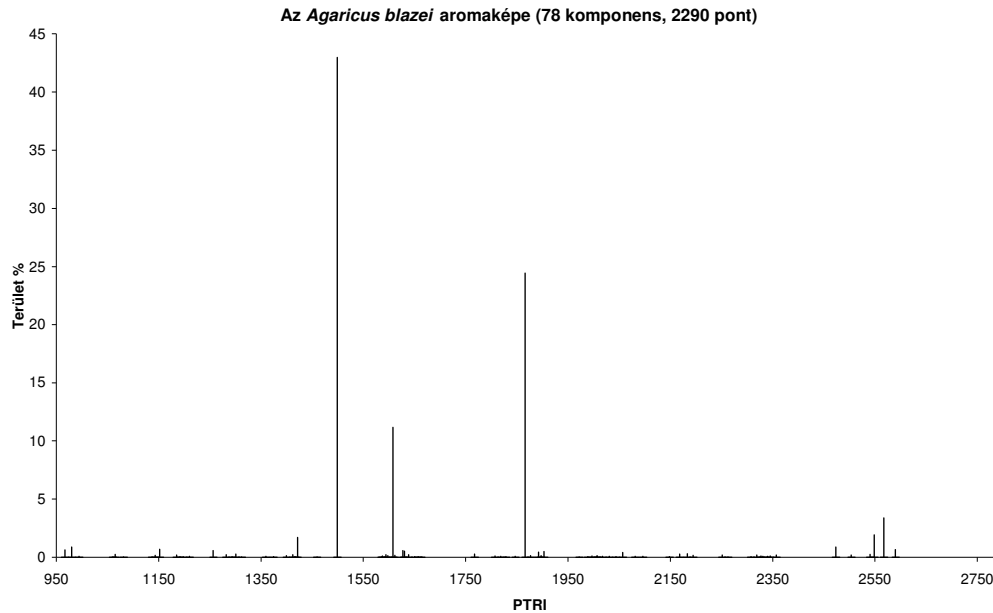
két törzsnél („Si2.2” és „853”) nem volt kimutatható, míg a „1105” és a „2603” jelű törzsnél a kétspórás csiperkegombához hasonló, néhány mg/kg-os értékeket mértem. A gombák táplálkozás-élettani értékét is meghatározó elemek közül a káliumról azt állapítottuk meg, hogy a kalapok és a tönkök elemtartalma elmarad a kétspórás csiperkegomba több mint 40000 mg/kg-os szintjétől, általában 27-32000 mg/kg közötti értékek vannak. A káliummennyiség egyébként igen közel van a vadon termő gombákban átlagosan előforduló, szintén igen magas, 32-34000 mg/kg-os koncentrációhoz. A foszfortartalomban az *A. blazei* kalapok foszfor szintje megegyezik az *A. bisporus* egész termőtestére talált értékkel, a tönkökben mért koncentrációk már jelentősen elmaradnak ettől. Fontos megemlítenünk, hogy az *A. blazei* egyik törzsében sem találtam a kimutatási határ feletti szelén mennyiséget, ilyen szempontból tehát a minősége elmarad a kétspórás csiperkegomba értékétől.

Cinkből valamennyi *A. blazei* törzs jelentősen többet (akár kétszeres, két és félszeres mennyiséget) tartalmazott. A nátrium tartalomban az *A. blazei* törzsek legfeljebb a kétspórás csiperkegombában mérhető mennyiség felét, inkább azonban harmadát, vagy még annál is kevesebbet tartalmaznak, ami a fogyasztó számára kétségtelenül előny. A táplálkozás-élettani hátrányok között kell említenünk, hogy míg a kétspórás csiperkegombában nem volt mérhető mennyiségű kadmium, addig az *A. blazei* törzsekben 2 és 17 mg/kg sz. koncentrációkat találtam.

Ha a kalapok és a tönkök elem mennyiségeinek arányait hasonlítjuk, az elemek három nagy csoportra oszthatók: a kalapban lévő elem mennyiség nagyobb, mint a tönkben mérhető a kadmium, a réz, a magnézium, a mangán, a foszfor és a cink esetében. Fordított az összefüggés, azaz a tönkben több a bárium, a kalcium, a vas és a nátrium szintje. Végül: közel azonos, azaz durván 1:1 arány jellemzi a króm, a nikkel, a stroncium, a titán és a legnagyobb mennyiségű elem, a kálium kalapban és tönkben mérhető mennyiségeinek alakulását.

5.4. Aromakomponensek meghatározása

A „1105” jelű *A. blazei* törzs illó összetevőit határoztam meg, mert ebből tudtam egyszerre nagy mennyiséget és azonos érettségben szedni a mérésekhez. Így 83 aromakomponenst sikerült elkülönítenem, amelyből 75 komponenst sikerült legalább 70%-os megbízhatósággal felismerni szoftver segítségével (**5. ábra**). Az *A. bisporus*-ban 65 komponenst választottam el, amelyből 45-t sikerült megbízhatóan azonosítani.



5. ábra: *Agaricus blazei* „1105” aromaképe

A nyílt láncú alkoholokból, aldehidekből és ketonokból összességében nagyon eltérő mennyiséget mértem az *A. bisporus* (32,59%) és *A. blazei* (3,59%) esetében. A gombákra jellemző 8 szénatomos vegyületekből, alkoholokból és ketonokból szintén szignifikánsan eltérő mennyiség fordult elő a két fajban. A gombaillatot okozó 1-oktén-3-ol nagyságrendi eltérést mutat a fehérkalapú csiperkegomba javára. Az 1-oktén-3-ol telített változata, a 3-oktanol csak nagyon gyengén gombaszagú, ez a teljes illatspektrum 6,12%-t fedi le az *A. bisporus*-nak. Az 1-oktén-3-ol olyan általánosan elterjedt hormon, amely a termesztett gomba fajokban (csiperke-, laskagomba) is előfordul. A 3-metil-1-butanol alkoholos vegyület szintén nagyságrendi eltérést mutatott, ám kevésbé jellegzetes illatú vegyület. Egy rendkívül hosszú, 17 szénatomot tartalmazó aldehidet is detektáltam a kétspórás csiperkegombában (heptadecenal).

A kéntartalmú vegyületek jellegzetes illatúak, ebből arányait tekintve keveset mértem, ám azok illata kis mennyiségben is érezhető. A mindkét gombafajból kimutatott 3-(metiltio)propanal (vagy metional) széleskörűen előforduló intermedier. A metional a helytelenül főzött sörben, hibás borban, mézben is előfordul. A kertészeti termékek közül sárgadinnyében is kimutatták.

A terpének izoprén (C_5H_8) egységekből felépülő molekulák, amelyek lehetnek nyílt és zárt láncúak. A növényvilágban igen elterjedtek, közéjük tartoznak a karotinioidok és szteroidok is.

Általában könnyen párolognak, ezért sok illóolaj is közéjük tartozik. A linalool természetes terpénalkohol, amely több gyógynövényben (pl: levendula) is előfordul, ezt csekély mennyiségben, de kimutattam a fehérkalapú csiperkéből. A d-karvon a kaporból detektált aromás vegyület, amelynek 'l' sztereóizomerje mentol illatú. Az *A. blazei*-ből kis mennyiségben kimutatott nerolidol egy szeszkviterpén molekula, amely számos illatos virág illóolajában fordul elő. A gyömbér, jázmin, levendula és citromfű olajából már kimutatták, és friss kéregre, fára emlékeztető illatú.

Nitrogén tartalmú aromás vegyületeket többnyire az *A. blazei*-ből tudtunk kimutatni. Kis mennyiségben négy különböző ciklusos nitrogéntartalmú vegyületet is tartalmazott, ezen felül mindkét *Agaricus*-fajban, kis mennyiségben piridint is kimutattam.

A legnagyobb arányban benzolgyűrűs vegyületeket tartalmazott a két gombafaj, de az *A. blazei* 50%-kal több benzol-származékot tartalmazott. Az összes illatanyag közel felét (42,96%) a benzaldehid tette ki az *A. blazei*-ben, ennek negyede (11,35%) fordult elő az *A. bisporus*-ban. A benzaldehid a legegyszerűbb és legfontosabb aromás aldehid, amelyben az aldehidcsoport közvetlenül a benzolgyűrűhöz kapcsolódik. A keserűmandula-olajban fordul elő amigdalín, glikozid formában, benne benzaldehid-ciánhidrinhez egy, diszacharid, gentobióz kapcsolódik. A benzoésav metil észterrel alkotott formája több, mint 11%-ban fordult elő az *A. blazei*-ben, amely a niobe olaj összetevője is. Azon felül a benzoésav-etilészterrel (etil-benzoát) együttesen a szamóca illat kialakításában vesznek részt, mindkettő illatszerek alapanyaga. Mindkét faj nagy mennyiségben tartalmazta a kellemes illatú benzil-alkoholt, amely az emberi szervezetre altató hatással bíró illóolaj. Többek között a *Hyacinthus* (jácint) nemzetségben és balzsamfák családjában fordul elő, különböző észterek formájában. A benzil-alkohol és a benzaldehid különböző arányú keverékeit egyesek mandulaillatúnak, míg mások ánizsnek érzik. Így mindkét illat felismerése reális lehet a faj leírásában. A két *Agaricus* fajban kimutatott feniletal-alkohol (*A. bisporus*: 2,32%, *A. blazei*: 0,49%) szintén illatos vegyület, a rózsaoilaj összetevője.

5.5. Érzékszervi profilanalízis

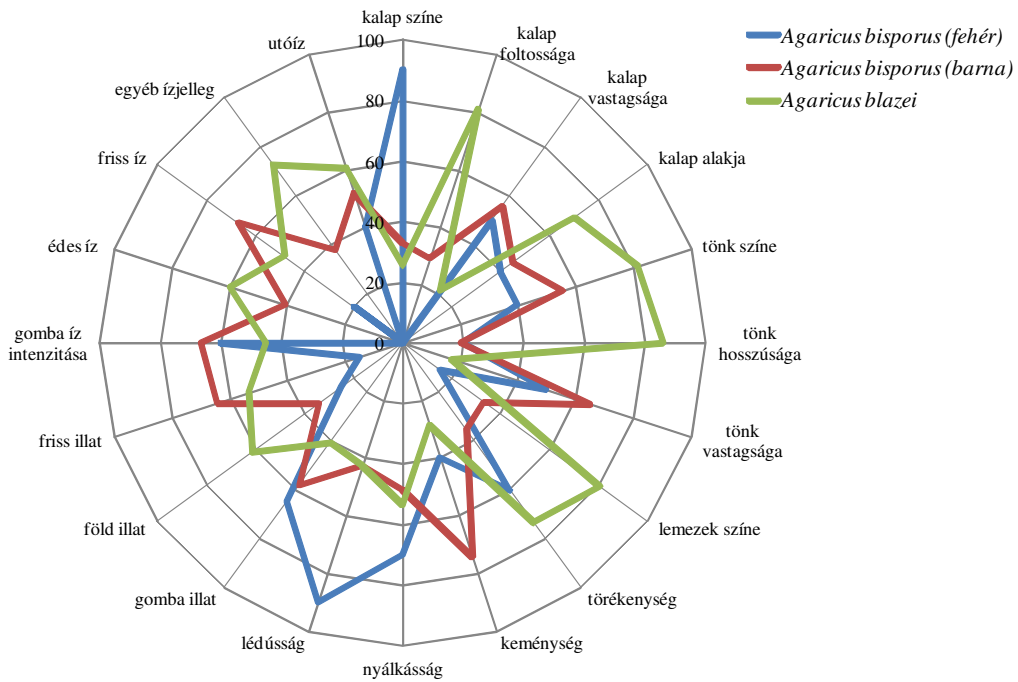
A bírálók a konszenzus csoport véleménye alapján összesen 19 érzékszervi tulajdonság alapján pontozták a három gombamintát. A leíró kifejezések listáját az **1. táblázat** mutatja be. Mint a táblázatból kitűnik, egyes paramétereket (szín, alak) külön a tönkre és külön a kalapra is vizsgált a bírálócsoport. Az ízre és illatra vonatkozó érzékszervi tulajdonságokat a bíráló

csoport együttesen a tönkre és kalapra jellemezte, amelyet a táblázat utolsó oszlopában tüntettem fel.

1. Táblázat: *A. blazei*, fehér és barna csiperkegombák profilanalízisére használt érzékszervi leíró kifejezések és azok átlagértékei

Tulajdonság	Szélső értékei (0-100)	Fehér csiperkegomba	Barna csiperkegomba	<i>A. blazei</i> „1105”
Kalap színe	Sötét-világos	90,0	32,78	25,71
Kalap foltossága	Nem foltos-foltos	0	29,21	81,0
Kalap vastagsága	Vékony-vastag	50,0	55,86	21,24
Kalap alakja	Lapított-ívelt	40,0	44,79	70,07
Tönk színe	Sötét-világos	40,0	55,36	81,86
Tönk hosszúsága	Rövid-hosszú	20,0	19,36	85,93
Tönk vastagsága	Vékony-vastag	50,0	65,29	16,93
Lemezek színe	Sötét barna-fehér	15,0	33,14	80,57
Törékenységi	Ellenálló-törékeny	60,0	35,64	73,5
Keményiség	Szivacsos-kemény	40,0	74,29	28,72
Nyálkássági	Száraz-nyálkás	70,0	48,43	53,43
Lédúsági	Száraz-lédús	90,0	42,86	42,86
Gomba illat	Gyengén-erősen	65,0	58,07	40,71
Föld illat	Gyengén-erősen	25,0	33,79	61,5
Friss illat	Kevésse friss-friss	15,0	64,36	53,29
Gomba íz intenzitási	Gyengén-erősen	60,0	66,29	45,21
Édes íz	Gyengén-erősen	0	40,71	59,71
Friss íz	Nem friss-friss	20,0	67,21	48,36
Utóíz	Nincs-erősen	40,0	51,79	60,5
Egyéb ízjelleg	Nincs-erősen	0	37,93	72,79

A **6. ábrán** a vizsgált három gombatétele (fehér és barna csiperke, valamint az *A. blazei*) mért paramétereinek összesített érzékszervi profilja látható. A koordináta rendszer középpontjában az adott tulajdonságra jellemző „0” érték, míg távolabb a „100” érték található. Minél nagyobb különbség látható az egyes tulajdonságok között, annál jobban különböznek egymástól a vizsgált gombatételek (pl.: keménység, édes íz). Az egyes tulajdonságok által lefedett terület nagysága pedig a gombafajra/fajtára jellemző. Ezek alapján érzékszervileg is jól elkülöníthetőek egymástól a vizsgált csiperkefélék, amelyek alapot nyújthatnak a marketing tevékenységhez, valamint a nemesítési célok megfogalmazásához.



6. ábra: Fehér- és barnakalapú csiperkegomba, illetve *Agaricus blazei* összehasonlító érzékszervi profilja

6. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

A három év kísérletei igazolták, hogy az *Agaricus blazei* termeszthető Magyarországon, a hazai komposztüzemek által a kétspórás csiperkegomba-számára előállított komposzton is. Az elvégzett vizsgálatok alapján az alábbi következtetések és új tudományos eredmények fogalmazhatóak meg:

- Magyarországon elsőként termesztettem sikeresen, több éven keresztül az *Agaricus blazei* gombafajt.
- Megállapítottam, hogy az egyes *A. blazei* törzsek között jelentős morfológiai és termesztésbeli különbségek vannak, amelyek alapján (hozam, termőrefordulás, stb.) az egyes törzsek szelektálhatóak. Hazai viszonyainkra a nyolc vizsgált törzsből a MaHe jelűt tartom feltétlenül alkalmasnak stabil és magas hozama miatt, valamint javaslom sikeres nagyparcellás üzemi termesztés után termesztésbe vonásra.
- Igazoltam, hogy az egyes *Agaricus* fajok és törzsek között eltérések vannak, mind az antioxidáns, mind a polifenol mennyiségében. Igazoltam, hogy az *A. blazei* kalapja több foszfort és magnéziumot tartalmaz, mint a tönkje. Megállapítottam, hogy az *A. blazei* kisebb mértékben halmoz fel a termőtestjében nátriumot, mint az *A. bisporus*.
- Meghatároztam az *A. blazei* aromakomponenseit és azonosítottam azokat a benzolgyűrűs molekulákat (benzaldehyd, benzil-alkohol és metil-benzoát), amelyek a fajra jellemző illat kialakításában részt vesznek. A GC-MS mérés alkalmasnak bizonyult a szakirodalom empirikus megállapításainak alátámasztására a gombafaj mandula és ánizs illatáról.
- Elkészítettem és elsőként publikáltam az *A. blazei*, a fehér csiperkegomba és a barna csiperkegomba érzékszervi profilját. Meghatároztam azoknak az érzékszervi leíró kifejezéseknek a körét, amelyekkel a friss gombatermékek jellemezhetőek. Ezek: kalap színe, kalap foltossága, kalap vastagsága, kalap alakja, tönk színe, tönk hosszúsága, tönk vastagsága, lemezek színe, törékenység, keménység, nyálkásság, lédúság, gomba illat, föld illat, friss illat, gomba íz intenzitása, édes íz, friss íz, utóíz.

- Elkészítettem Magyarország gombatermesztési adottságaira optimalizált termesztéstechnológiai táblázatot, amely termesztési segédlet támpontot nyújt a gombafaj termesztéséhez (**2. táblázat**).

2. Táblázat: *Agaricus blazei* termesztése során javasolt környezeti paraméterek (Stamets 2000 nyomán, módosítva és kiegészítve)

	Komposzt hőmérséklete (°C)	Levegő hőmérséklete (°C)	Páratartalom (%)	Időtartam (nap)	CO₂ (ppm)
Átszövetés	25-26	22-24	90-95	12-17	5.000-20.000
Lappangás	24-25	21-23	90-92	8-12	5.000-10.000
Termőre fordítás	21-24	19-20	85-90	8-12	500-1.000
Termőidőszak	23-25	22-24	85-90	4 -8	<2.000

7. ÖSSZEFOGLALÁS

Az elmúlt évtizedben egyértelmű tendencia a természetes eredetű táplálék-kiegészítők és egészségvédő élelmiszerek iránt növekvő igény. A felfutás pedig húzza magával a gyógygombák fogyasztásának növekvő szintjét is. Dolgozatomban egy hazánkban kevésbé ismert gyógygomba, az *Agaricus blazei* (syn. *A. subrufescens*, *A. brasiliensis*) hazai termesztetőségének lehetőségeit vizsgáltam. A 2008, 2009 és 2010 években végzett kísérletekkel hazánkban elsőként tudtam nyolc génbanki gombatörzseket összehasonlítani mind termesztési, mind kémiai szempontból. Megállapítottam, hogy magyarországi alapanyagokon a faj sikeresen és eredményesen termesztető, és a hazai viszonyokra a „MaHe” jelű a legalkalmasabb stabil, magas hozama alapján. Morfológiai leírást közöltem az egyes törzsekről, kiemelve termesztési előnyeiket és hátrányaikat. Az összegyűlt tapasztalatok alapján elkészítettem a gombafaj hazánkban alkalmazható termesztéstechnológiáját. Felmértem azoknak a kórokozóknak és kártevőknek a körét, amelyek potenciális veszélyt jelentenek a faj termesztésekor.

A kémiai mérésekkel igazoltam, hogy az *A. blazei* gombafaj igen magas antioxidáns és polifenol tartalommal rendelkezik. Ezen komponensek aránya a tönkben és kalapban eltérő. ICP méréssel megállapítottam, hogy a makro- és mikroelemek szintje eltérhet a tönkben és kalapban. Az *A. blazei* kalapja több foszfort és magnéziumot tartalmaz, mint a tönkje. A nátriumról megállapítottam, hogy az *A. blazei* termőteste közel fele olyan mennyiségben halmozza fel, mint a fehér kalapú csiperkegomba (*A. bisporus*).

Gázkromatográfus (GC-MS) méréssel elkülönítettem és meghatároztam azokat a molekulákat, amelyek a gombafaj mandula-ánizs illatát okozzák. A benzaldehid és benzil-alkohol nagy mennyiségben van jelen az *A. blazei*-ben, így a szakirodalom empirikus leírásait kémiailag igazoltam. Az illatkomponensek elkülönítésével megállapítottam, hogy az *A. blazei* több illó molekulát tartalmaz, mint az *A. bisporus*.

Elsőként készítettem el az *A. blazei*, a fehér és a barna csiperkegomba érzékszervi profilját. Meghatároztam azoknak az érzékszervi leíró kifejezéseknek a körét, amelyekkel a friss gombatermékek jellemezhetőek.

Az elért termesztéstechnológia-fejlesztési és kémiai eredmények jelentős alapot adnak a faj hazai, nagyüzemi termesztésére.

Az értekezés témájában készült publikációk

IF-es folyóiratcikk

Geösel A., Sipos L., Stefanovits-Bányai É., Kókai Z., Györfi J. (2011) Antioxidant, polyphenol and sensory analysis of *Agaricus bisporus* and *Agaricus subrufescens* cultivars. *Acta Alimentaria* 40 (suppl) 33-40. IF (2010): 0,379

Györfi J., **Geösel A.**, Vetter J. (2010) Mineral composition of different strains of edible medicinal mushroom *Agaricus subrufescens* Peck. *Journal of Medicinal Food* 13 (6): 1510-1514. IF (2010): 1,461

Nem IF-es folyóiratcikk (angol nyelvű)

Geösel A., Sipos L., McGuinness B., Györfi J., Kókai Z. (2011) Computer Supported Sensory Profiling Analysis of Three *Agaricus* cultivars. *Journal of Life Sciences* 5 (7): 575-579.

Geösel A., Györfi J. (2008) Growing experiments with a medicinal mushroom *Agaricus blazei* (Murrill). *International Journal of Horticultural Science* 14 (4): 45-49.

Nem IF-es folyóiratcikk (magyar nyelvű)

Geösel A., Sipos L., Szőke A., Kókai Z., Györfi J. (2010) Csiperkegombák érzékszervi jellemzőinek meghatározása. *Kertgazdaság*, 42 (3-4): 3-15.

Geösel A., Szabó A., Györfi J. (2010) *Agaricus blazei* (Murrill) termesztése különböző technológiai fázisú csiperkekompozitokon. *Zöldségtermesztés*, 41 (2): 30-33.

Geösel A., Stefanovitsné-Bányai É., Györfi J. (2009) *Agaricus subrufescens* (PECK) törzsek antioxidáns kapacitásának és összes polifenoltartalmának összehasonlítása. *Kertgazdaság* 41 (4): 12-16.

Geösel A., Györfi J., Vetter J. (2009) Az *Agaricus subrufescens* termesztése és ásványielem-összetétele. *Mikológiai Közlemények: Clusiana* 48 (1): 25-35.

Geösel A., Bóné L., Györfi J. (2008) *Agaricus blazei* (MURRILL) törzsek szelekciója növekedési erélyük szerint. *Zöldségtermesztés* 39 (1): 30-33.

Konferencia kiadványok (angol nyelvű, full paper)

Geösel A., Szabó A., Szarvas J., Györfi J. (2010) *Agaricus blazei* (MURRILL) cultivation trials in Hungary. *Proceedings of 2nd International Conference on Horticulture Post-Graduate Study*. Lednice, Csehország. 4-9.

Geösel A., Stefanovitsné-Bányai É., Györfi J. (2010) *Agaricus blazei*: cultivation and mycochemical contents. *Proceedings of 45th Croatian and 5th International Symposium on Agriculture*. Opatija, Horvátország. 567-570.

Geösel A., Szabó A., Stefanovitsné-Bányai É., Györfi J. (2009) Comparison of some *Agaricus cultivars* from the point of view antioxidant capacity and total phenolic compounds. *Proceedings of The 16th Symposium on Analytical and Environmental Problems*, Szeged. 12-16.

Györfi J., **Geösel** A. (2008) Biological control against *Trichoderma* species in *Agaricus* cultivation. Proceedings of the Sixth International Conference on Mushroom Biology and Mushroom Products. Bonn, Németország. 158-164.

Konferencia kiadványok (angol nyelvű, absztrakt)

Geösel A., Györfi J., Vetter J. (2009) Magnesium and other elements in cultivated *Agaricus blazei*. Magnesium Research (22): 2. 101. *Supplementum of 11th Hungarian Magnesium Symposium*.

Konferencia kiadványok (magyar nyelvű, full paper)

Geösel A., Szabó A., Györfi J. (2010) Eltérő technológiai fázisú csiperkekomposztok hatása az *Agaricus blazei* (Murrill) hozamára. Agrár- és Vidékfejlesztési Szemle 5 (1): 554-559.

Geösel A., Szabó A., Györfi J. (2009) *Agaricus blazei* törzsek szelektálása termesztési paramétereik alapján. Agrár- és Vidékfejlesztési Szemle 4 (1): 46. (CD-mellékleten a teljes cikk) Wellmann Oszkár Tudományos Konferencia Szegedi Tudományegyetem Mg. Főiskolai Kar, Hódmezővásárhely.

Geösel A., Sipos L., Györfi J., Kókai Z. (2009) Az *Agaricus blazei* érzékszervi jellemzőinek vizsgálata. Erdei Ferenc V. Tudományos Konferencia kiadványa, Kecskemét. III.kötet: 1150-1154.

Konferencia kiadványok (magyar nyelvű, absztrakt)

Györfi J., **Geösel** A. (2010) Az *Agaricus blazei* (MURRILL) magyarországi termesztésében eddig megjelent kórokozók és kártevők. Növényvédelmi Tudományos Napok 2010 Kiadványa, Budapest. 20.

Geösel A., Györfi J. (2009) *Agaricus blazei* (MURRILL) termesztése két és feledik fázisú komposzton. Lippay-Ormos-Vas Tudományos Ülésszak, Budapest. 320-321.

Geösel A., Györfi J., Vetter J. (2009) Magnézium, és más elemek termesztett *Agaricus blazei* törzsekben. 11. Magyar Magnézium Szimpózium kiadványa, Budapest. 36-37.

Egyéb értékelhető cikk

Geösel A. (2009) Biztató vizsgálataink a gyógyhatású csiperkével. Kertészet és szőlészet 58 (43): 8-9.