

DOKTORI (Ph.D.) ÉRTEKEZÉS

LASKAGOMBA FAJTASPECIFIKUS TERMESZTÉSTECHNOLÓGIÁJÁNAK FEJLESZTÉSE

Somosné Nagy Adrienn

BUDAPEST
2010

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

Témavezető: **Dr. Győrfi Júlia**
egyetemi docens, Ph.D.
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 értekezésvédési eljárásra bocsátható.

.....
Az iskolavezető jóváhagyása

.....
A témavezető jóváhagyása

A Budapesti Corvinus Egyetem Élettudományi Területi Doktori Tanácsának 2010. június 8-i határozatában a nyilvános vita lefolytatására az alábbi bíráló Bizottságot jelölte ki:

BÍRÁLÓ BIZOTTSÁG:

Elnöke

Balázs Sándor, MHAS

Tagjai

Rimóczi Imre, DSc.

Dimény Judit, CSc.

Maszlavér Petra, PhD.

Opponensek

Hodossi Sándor, DSc.

Hajdú Csaba, PhD.

Titkár

Kappel Noémi, PhD.

TARTALOMJEGYZÉK

Tartalomjegyzék.....	5
1. Bevezetés.....	8
1.1. A téma aktualitása, jelentősége	8
1.2. A kutatómunka célkitűzései	10
2. Irodalmi áttekintés.....	12
2.1 A <i>Pleurotus</i> nemzetség	12
2.1.1. A <i>Pleurotus</i> nemzetség rendszerezése, jellemzése.....	12
2.1.2. A <i>Pleurotus</i> nemzetség morfológiája.....	14
2.1.3. A laskagombafélék jelentősége.....	18
2.1.3.1. Tápanyag tartalom	18
2.1.3.2. Biológiaiilag aktív hatóanyagok, gyógyhatás	19
2.1.3.3. A lignocellulózok bontása.....	20
2.1.3.4. Egyéb hasznosítás: bioremediáció	21
2.1.3.5. A letermett táptalaj megújuló energiatermelésben való hasznosítása	22
2.2. Az intenzív laskagomba termesztés technológiájának kialakulása és fejlődése	24
2.2.1. A világ gombatermesztése	24
2.2.2. Laskagomba termesztés a világon.....	24
2.2.3. Hazánk szerepe a laskagomba termesztés kialakulásában	25
2.2.4. A laskagomba termesztés főbb problémái a kilencvenes években.....	27
2.2.5. Az ezredfordulót követő időszak jelentős termesztési problémái	28
2.2.5.1. A termesztési táptalaj előkészítése, dúsítása.....	29
2.2.5.2. A laskagomba termesztéstechnológiájának fejlesztési irányai.....	29
2.2.5.3. Agresszív kórokozók megjelenése a laskagomba termesztésben.....	31
2.2.5.4. Korszerű, környezetbarát gombavédelem alapjainak megteremtése.....	35
2.3. A külső környezeti tényezők szerepe a laskagomba termesztésben	36
2.3.1. A vegetatív fázist szabályozó külső környezeti tényezők	37
2.3.2. A reprodukzív folyamatokat indukáló külső környezeti tényezők.....	40
2.3.3. Extracelluláris enzimek működésének külső környezeti optimumai.....	42
2.3.4. A laskagombapatogén mikroorganizmusok ökológiai igényei	42

3. Anyag és Módszer	44
A kutatómunka háttere	44
3.1. A laskagomba termesztés aktuális helyzetének felmérése a Dél-Alföldi régióban	45
3.1.1. A Primer felmérés kísérleti terve	45
3.2. Néhány abiotikus környezeti tényező hatásának vizsgálata a laskagomba hibridek micélium növekedésére, a termőtestképzésre és a termőtest növekedésére	46
3.2.1. A kísérletben szereplő hibridek kiválasztása.....	46
3.2.2. A kísérletben használt szaporítóanyagok, szubsztrátumok elkészítése	48
3.2.3. A hőmérséklet hatása a laskagomba hibridek micélium növekedésére és a termés hozamra.....	48
3.2.4. Az átszövetés időtartamának hatása a termés hozamra	49
3.2.5. A termőrefordítási és termesztési hőmérséklet vizsgálata.....	51
3.2.6. A tápközeg kémhatásának változása a micélium növekedése során	51
3.2.7. A termőtest kalaprészének növekedését befolyásoló környezeti paraméterek vizsgálata ...	51
3.2.8. A kapott mérési adatok matematikai statisztikai módszerekkel való elemzése.....	52
3.3. Beteg laskagombából izolált baktériumok szaporodását befolyásoló néhány környezeti tényező vizsgálata.....	53
3.3.1. A laskagomba tenyészetekből <i>Pseudomonas</i> baktériumok izolálása és fluoreszkáló jelleg csoportosítása.....	53
3.3.2. Néhány környezeti tényező hatásának vizsgálata az izolált <i>Pseudomonas</i> fajok szaporodására.....	54
3.3.2.1. A szaporodás pH függésének vizsgálata	54
3.3.2.2. A szaporodás hőmérséklet függésének vizsgálata.....	55
3.3.2.3. A só-tűrés vizsgálata	55
3.3.2.4. A rézion érzékenység vizsgálata	55
4. Eredmények.....	56
4.1. A Dél-Alföldi régió laskagomba termesztésének aktuális helyzete	56
4.1.1. Általános adatok.....	56
4.1.2. A termesztő berendezéssel kapcsolatos kérdések eredménye	57
4.1.3. A termesztéstechnológiával kapcsolatos kérdések eredménye	60
4.1.4. Gazdasági kérdések.....	62
4.2. A vizsgált abiotikus környezeti tényezők hatása a laskagomba hibridek micélium növekedésére, a termőtestképzésre és a termőtest növekedésére	63

4.2.1. Az átszövetési hőmérséklet hatása a laskagomba hibridek micélium növekedésére és a terméshozamra	63
4.2.2. Az átszövetés időtartamának hatása a terméshozamra	70
4.2.3. A termőrefordítási és termesztési hőmérsékletének hatása a terméshozamra	73
4.2.4. A tápközeg kémhatásának változása a micélium növekedése során	79
4.2.5. A termőtest kalaprészenek növekedése, a hőmérséklet és a páratartalom közötti összefüggés vizsgálatainak eredménye	80
4.3. Beteg laskagombából izolált <i>Pseudomonas</i> fajok szaporodása a vizsgált környezeti tényezők esetében.....	82
4.3.1. <i>Pseudomonas</i> baktériumok izolálása beteg laskagombából és fluoreszkáló jelleg szerinti csoportosítása.....	82
4.3.2. A környezeti tényezők hatása az vizsgált <i>Pseudomonas</i> fajok szaporodására	82
4.3.2.1. A szaporodás pH függése	83
4.3.2.2. A szaporodás hőmérséklet függése	83
4.3.2.3. A vizsgált <i>Pseudomonas</i> fajok só-tűrése	84
4.3.2.4. A vizsgált <i>Pseudomonas</i> fajok rézion érzékenysége.....	85
4.4. Új tudományos eredmények.....	86
5. Eredmények megvitatása, következtetések és javaslatok	87
5.1. A gyakorlat számára megfogalmazható ajánlások összefoglalása	91
Összefoglalás	93
Summary	95
Táblázatok jegyzéke	97
Ábrák jegyzéke	98
Mellékletek	100
M1. Irodalomjegyzék.....	100
M2. A különböző átszövetési kezelések varianciatáblázata és regresszióanalízise	113
M3. A beteg laskagomba termőtestek fotói	125
M4. A különböző környezeti tényezők hatása a <i>Pseudomonas</i> izolátumok szaporodására, átlagérték és szórás táblázat	126
Köszönetnyilvánítás	127

1. BEVEZETÉS

1.1. A téma aktualitása, jelentősége

A gombavilágot másfél millió fajra becsülik (Hawksworth 1991, Hawksworth *et al.*, 1995), miközben ez idáig 100 ezer fajt írták le, és várhatóan ez a szám évente 1,5%-kal növekszik (McLaughlin *et al.*, 2009). Ez a nagyságában és változatosságában is lenyűgöző élőlény közösség szinte a Föld minden ökoszisztémájában megtalálható, részt vesznek a biodegradációs folyamatokban, ezért nagyon hasznosak, azonban veszélyes (növényi, állati és emberi) betegségek kórokozói is lehetnek. Az eukariótákon belül az állatokhoz állnak közelebb. A gombáknak nevezett élőlények tulajdonságait és eredetüket tekintve rendkívül diverz csoport, együttes kezelésük inkább csak a hasonló táplálkozási módjuk miatt, vagyis ökológiai szempontból indokolható (Natvig és May, 1996). Az első polifiletikus szemléletű gombarendszert Alexopoulos alkotta meg (Alexopoulos, Mims és Blackwell, 1996). Ainsworth és Bisby rendszertanában e heterogén élőlény csoportot Valódi Gombákra és a gombaszerű élőlények két nagy csoportjára (Protozoa, Chromista) osztották fel (Szécsi, Érsek és Varga, 2003). A valódi gombák monofiletikus eredetűek, és közös jellemzőjük, hogy heterotróf anyagcseréjű, abszorbtív táplálkozású, szaprobionta, szimbionta, parazita vagy hiperparazita életmódú telepes szervezetek (Kevei *et al.*, 1999).

A gombagyűjtők és a gombatermesztők szempontjából a nagygombák (makrogombák) fontosak, ez a mesterséges és nem taxonómiai csoport körülbelül 14-15 ezer fajból áll. Ide soroljuk a látható termőtesttel rendelkező bazídiumos és egyes tömlősgombákat, amelyek lehetnek ehetőek - körülbelül kettőezer faj-, gyógyhatásúak vagy mérgezőek (Chang, 2008). Az emberiség több ezer éve ismeri a gombákat és használja őket akár ételként, akár gyógyászati szempontból, ennek ellenére csak száz fajhoz köthető valamiféle termesztési ismeret. Konkrét termesztési technológiát ötven fajjal kapcsolatban dolgoztak ki, miközben csak harminc fajt termesztene kereskedelmi céllal, és ebből csak hatnak az ipari méretű termesztése megoldott (Chang 1999a).

A XXI. század a Föld és az emberiség számára merőben új kihívásokat hozott, amelyeket alapvetően a túlnépesedés és a végletes gazdasági különbségek okoznak. A gombák, köztük is az ehető makrogombák új lehetőségeket, megoldásokat adhatnak a felmerülő problémák legyőzésére. Ma már elmondható, hogy a gombatermesztés minden éghajlaton elterjedt, ezért a termesztett gombák táplálékkul szolgálhatnak azokban a közösségekben is, ahol egyébként szűkös az élelemforrás. „*Valamennyi szárazföldi élőlény közül a gombák képesek a legnagyobbra nőni és egyben a legnagyobb biomasszát képezni. Növekedésük gyakorlatilag korlátlan*” (Jakucs, 1999).

A gombák a gyógyászat számára is jelentősek, hiszen széles tárházát adják a gyógyhatású vegyületeknek. Az emberi társadalmak egyre inkább szenvednek az úgynevezett civilizációs betegségektől - mint a szív- és érrendszeri, továbbá a daganatos betegségek -, amelyek gyógyításában a gombákat felépítő anyagok, illetve egyes anyagcseretermékek hatékonyan alkalmazhatóak.

Miután a gombák lebontó szervezetek, enzimrendszerük képes a szénhidrát polimerek mellett a szénhidrogéneket is bontani. Ezt a képességüket a hulladékhasznosításban, bioremediációban kezdik felhasználni.

Megbecsülhetetlen a gombatermesztési technológia fejlesztésének hasznossága, hiszen minden egyes lépés, ami elősegíti a gombák termesztését, a világ gazdaságának magasabb szintjein is eredményeket indukál. Ezért tartom nagyon fontosnak, hogy hazánkban a gombatermesztés kutatásához egyre több kutatóhely hozzájárul. Az alap- és alkalmazott kutatási tevékenységek folyamata mára már jól érzékelhető eredményeket mutatott fel. Dolgozatomban a Pilze-Nagy Kft. érdekeltségében megvalósult laskagomba termesztési kutatások eredményeit foglalom össze.

1. 2. A kutatómunka célkitűzései

A laskagomba termesztés a kertészeten belül egy fiatal ágazatnak tekinthető, és ennek megfelelően a laskagomba üzemi termesztésének technológiafejlesztése napjainkban is tart. A kilencvenes évek közepéig itthon is kifejezett tudományos és gyakorlati érdeklődés övezte ezt az ágazatot, melynek eredményeként hazánk nemzetközi megbecsülésnek örvendett. A kilencvenes években az ágazat szerkezete sokat változott, és mára már az új technológiai és gazdasági problémák hatásaként a korábbi szakmai ismeretek modernizálására van szükség. Többek között elterjedté vált a hibridek termesztése, a megbízható magyar nemesítésű HK35 fajta mellett egyre több új hibrid jelenik meg.

A kutatási munkám célja éppen ezért az árutermelő gombatermesztésben használt késői laskagomba (*Pleurotus ostreatus*) hibridek termesztéstechnológiáinak vizsgálata, az optimalizálás, a hatékonyság fokozása érdekében. Célul tűztem ki továbbá a gyakorlat számára fajtaspecifikus technológia kialakítását és ajánlások megfogalmazását a korszerű, magas értéket képviselő piacképes termék – a friss laskagomba – gazdaságilag hatékony termesztése érdekében.

Munkám során a laskagomba hibridek technológia fejlesztését három irányból közelítettem, és ezzel párhuzamosan három kutatási részcelt fogalmaztam meg:

1. Primer adatgyűjtéssel felmérni a legnagyobb laskagomba termelői kör szerkezetét, megállapítani a jellemző üzemméretet, a termesztő berendezések korszerűségét és az alkalmazott termesztéstechnológia főbb paramétereit.
2. Az árutermelő laskagomba termesztésben jelenleg leggyakrabban használt három hibrid (HK35, 357 és P70) esetében laboratóriumi és kisléptékű üzemi kísérletekben megvizsgálni:
 - az **átszövetési hőmérséklet** változásának hatását a micélium növekedésre és a termés hozamra,
 - összefüggést keresni az **átszövetés** (vegetatív növekedés) **időtartama** és a termés hozam között,
 - a **termőrefordítási és termesztési hőmérséklet** termőtestképződésre és a termés hozamra gyakorolt hatását,
 - a **tápközeg kémhatásának** változását a vegetatív növekedés során,
 - az összefüggést a **termőtest kalapprész növekedése a hőmérséklet és páratartalom** változása között.

3. A laskagomba termesztésben egyre jelentősebb gazdasági károkat okozó baktériumos foltosság betegséggel kapcsolatos ismeretek bővítése, melynek érdekében a beteg laskagomba termőtestből izolált *Pseudomonas* fajok szaporodását befolyásoló néhány környezeti tényező hatásának vizsgálata szükséges, amelyek a következők:

- a szaporodás pH és
- hőmérséklet függése,
- a só-tűrés
- és a rézion érzékenység.

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. *A Pleurotus nemzetség*

2.1.1. A PLEUROTUS NEMZETSÉG RENDSZEREZÉSE, JELLEMZÉSE

A laskagombaféléket a gombák taxonómiájában először Nees von Esenbeck (1816) különíti el az *Agaricus* csoporton belül, és a fán élő, laterális tönkű gombáknak *Pleuropus* nevet adja. Fries (1821), aki a gombákat a spóralenyomat alapján rendszerezte, a fehér spórájú, laterális tönkkel rendelkező bazídiumos gombákat *Pleurotus* névvel illette. Majd végül Quélet (1872) *Pleurotus* nemzetség szintre emeli őket (cit. Petersen, Hughes és Psurtseva, 2010).

A laskagombafélék nemzetsége, a taxonómia sokat módosult, fejlődött területe. Szabó (1986) Moser 1978-as rendszerét ismerteti, amelyben a laskagombafélék a *Polyporales* rend *Polyporaceae* családjában találhatóak. Singer (1986) az *Agaricus* renden belül a *Polyporaceae* családba helyezte a *Lentinus*-okkal együtt, ehhez hasonlóan járt el Babos is (1991). Chang és Miles (2004) a *Tricholomataceae* családba sorolták, ugyanúgy, mint korábban Smith (1973) a nemzetséget. A laskagombafélék nemzetségének elhelyezésével kapcsolatos rendszertani dilemmával Hilber (1989) részletesen foglalkozik.

Watling és Gregory (1989) alkot először saját családot (*Pleurotaceae*) ennek a rendszertani csoportnak. Hajdú (2003) szerint a *Pleurotus* fajok a *Basidiomycetes* osztály, *Homobasidiomycetes* (osztatlan bazídiumú gombák) alosztály *Agaricales* rendjének *Pleurotaceae* családjába tartoznak. Binder és Hibbett (2002) Hibbett és Thorn (2001) *Homobasidiomycetes* alosztályt érintő filogenetikai klasszifikációs munkáját értékelte. Hibbett és Thorn (2001) javaslata szerint az alosztály nyolc kládra osztható az rDNS régiók vizsgálata alapján. Az összehasonlító vizsgálatban a laskagombafélék közül a *Pleurotus ostreatus* és a *Pl. tuberregium* vett részt. Az eredeti vizsgálatokban ugyan az eredmények között ellentét alakult ki e két faj helyével kapcsolatban, azonban Binder és Hibbett egyértelműen az *Euagaricus* kládba helyezte őket. Talán a molekuláris taxonómiai módszerek elterjedésével végérvényesen tisztázódik a laskagombafélék nemzetségének rendszertani helye.

A laskagombafélék a Föld csaknem valamennyi mérsékelt övi és szubtrópusi erdejében előfordulnak, általában fán (faanyagon) élnek. Élet- és táplálkozásmódjuk szerint a fehérkorhasztó fajok közé tartoznak (Vetter, 1999), és mint ilyenek képesek a faanyag, növényi rostok lignin és cellulóztartalmát is hasznosítani szénforrásként. Ennek a tulajdonságának köszönhetően a

laskagomba termesztésben szinte mindenféle mezőgazdasági szerves anyag felhasználható termesztési táptalajként (Kang, 2004). A sokféle körülmény között számos faj és változata alakult ki, amelyek közül csak néhányat vont termesztésbe az ember. A laskagombafélékhez tartozó fajok igen értékes gombák az emberiség számára, miután kellemes ízük miatt sokan szívesen fogyasztják, jelentős mennyiségben tartalmazznak gyógyhatású komponenseket, a micélium intenzív növekedésű, valamint nem igényelnek különleges termesztési körülményeket (Gregori, Svagelj és Pohleven, 2007). A többi termesztésbe vont makrogombához képest viszonylag olcsó és egyszerű termesztési módja miatt a laskagombafélék jelentősége folyamatosan növekszik (Banik és Nandi, 2004; Bonatti *et al.*, 2004; Mandeel, Al-Laith és Mohamed, 2005; Sanchez, 2010). Stamets (1993) felhívja a figyelmet a laskagombafélék néhány hátrányos tulajdonságára is, úgymint a gyors romlás, valamint rengeteg spórát termelnek, ami az egészségügyi kockázat mellett a termesztés szempontjából is nehézséget jelent. Ez utóbbi szempontok a laskagombafélék gazdasági növekedését korlátozzák.

A *Pleurotus* (Fr.) Quel. nemzetségben hozzávetőlegesen 70 fajt tartanak nyilván (Kong, 2004; Hajdú, 2007). A nemzetségen belül a fajok meghatározása, elhatárolása, a rokonsági fok megállapítása nem könnyű (Buchanan, 1993), hiszen a nagy földrajzi területen való elterjedés, a sok gazdanövény és változatos életfeltételek miatt ugyanazon faj sokféle változata fordul elő (Gyurkó, 1979). Anderson, Eger és Hilber a hetvenes és nyolcvanas években fenetikai megközelítést használtak a fajok elválasztására (Zervakis és Labarere, 1992). Azonban a morfológiai jellegek jelentősen függenek a klimatikus viszonyoktól, a táptalaj milyenségétől és ez egyéb környezeti viszonyoktól, ami megnehezíti a fajok megbízható identifikálását. A taxonómiai módszerek fejlődésével előtérbe került az élettani és biokémiai jellemzők vizsgálata (Zervakis-Labarere, 1992; Zervakis, Venturella és Papadopoulou, 2001), ami időigényes munka és az eredmény sem mindig egyértelmű.

A biológia fajkonceptió és a molekuláris taxonómiai módszerek alkalmazásával a laskagombafélék rendszerezésének egy új iránya indult el, melyben Vilgalys csoportja volt élenjáró (Vilgalys *et al.*, 1993, 1996; Vilgalys és Sun, 1994). A laskagombafélék párosodási reakciói laboratóriumi körülmények között is jól vizsgálhatóak, ez adott lehetőséget arra, hogy a különböző geográfiai helyekről származó és más-más fajba sorolt egyedek párosodási kompatibilitását vizsgálják. Vilgalys *et al.* (1996) kísérleteik során legalább 15 intersterilitási csoportot határoztak meg a nemzetségen belül, minden csoportot egy vagy több morfológia faj alkotott (1. táblázat). Az adott intersteril csoporton belül minden faj egymással párosodni képes. A legtöbb esetben a filogenetikai vizsgálatok alátámasztották az intersterilitási csoportokat, mint evolúciós egységeket.

1. táblázat: Intersterilitási csoportok a *Pleurotus* nemzetségben belül, és geográfiai elterjedésük. (Vilgalys et al., 1996)

Csoport	Fajnév	Észak-Amerika	Európa	Ázsia	Dél-Amerika	Afrika	Ausztrália-Ázsia
I.	<i>Pleurotus ostreatus</i>	+	+	+			
II.	<i>Pleurotus pulmonarius</i>	+	+	+			+
III.	<i>Pleurotus populinus</i>	+					
IV.	<i>Pleurotus cornucopiae</i>		+	+			
V.	<i>Pleurotus djamor</i>	+	+	+	+	+	+
VI.	<i>Pleurotus eryngii</i>		+	+			
VII.	<i>Pleurotus cystidiosus</i>	+	+	+		+	+
VIII.	<i>Pleurotus levis</i>	+					
IX.	<i>Pleurotus dryinus</i>	+	+				
X.	<i>Pleurotus tuberregium</i>			+		+	+
XI.	<i>Pleurotus „agaves”</i>	+					
XII.	<i>Pleurotus „abieticola”</i>			+			
XIII.	<i>Pleurotus „brazil”</i>				+		
XIV.	<i>Pleurotus australis</i>						+
XV.	<i>Pleurotus purpureo-olivaceus</i>					+	

+ jel az adott faj jelenlétét jelöli.

A párosodási kompatibilitás vizsgálatát többen elvégezték, így Bao, Kimugasa és Kitamoto (2004) is. Bao csoportja 25 ázsiai fajt gyűjtött be és vizsgált, amit 5 intersterilitási csoportba rendeztek.

Manapság a molekuláris taxonómiai módszerek használata a *Pleurotus* nemzetség vizsgálatánál is egyre inkább előtérbe kerül. Például Lee et al. (2000) RAPD analízissel végeztek vizsgálatokat, melynek eredménye alapján a *Pl. ostreatus* minden más *Pleurotus* fajtól különbözik, még a *Pl. floridá*-tól és a *Pl. pulmonarius*-tól is.

A filogenetikai fajkoncepció alkalmazásával várható, hogy sok, néha meglepő eredmény születik a *Pleurotus* nemzetség (és általában a gomba) taxonómiájában, azonban erre még várni kell, hiszen ennek a munkának még csak az elején tartanak a kutatók.

2.1.2. A *PLEUROTUS* NEMZETSÉG MORFOLÓGIÁJA

A *Pleurotus* nemzetség jellemzése Vasas (2008) nyomán:

Életmódjuk szaprotróf és egy kivétellel xilofág. Korhadt fán, növényi maradványon, illetve egy faj ernyős virágzatúak gyökerén nő. Több faja termeszthető. Ehető gombák.

Termőtest közép méretű, vagy nagy. A kalap kagyló formájú, egy faj kivételével, amely tölcséres. Lemeze lefutó, nem fogazott. Tönkje rövid, oldalálló vagy hiányzik, felülete szőszös, erezett vagy

sima, gyakran csoportos. A húsa kalapban rugalmas, a tönkben kemény, szívós. A spóra eliptikus és sima. Spórapor: fehér, krémszínű, vagy szürkéslilas.

A Funga Nordica rendszertani könyvben Elborne (2008) a következőképpen írja le a nemzetséget:

Szaprofiták, ritkábban paraziták, a termőtestek egyedül vagy csoportosan jelennek meg az élő vagy elhalt fákon, nagyon ritkán tülevelűeken.

A kalap legyező, kagyló, vese vagy félkörös formájú, domborútól laposig, felülete száraztól a viszkózusig változik, színe a fehértől, a világosbarnán keresztül a sötét kékes-szürkéig terjedhet. A termőtest tipikus mérete 2-15 cm között van, a méret alsó értéke 1 cm, felső értéke 35 cm. A lemezek sűrűn állók, egyenesen lefutóak, színük a fehértől a szürkéig változik. A tönk vagy hiányzik, vagy 1-11 cm hosszú és 0,7-3,5 cm vastag, színe fehéres. Húsa kemény, vastag. Szaga nem erős, lisztes, gyümölcsös, a mézhez, vagy az ánizshoz hasonló.

A spóra színe fehér, krém, sárgás vagy lilás, mérete 7-15 x 2,5-5,5 µm, hengeres, sima felületű, vékonyfalú, nem tartalmaz glikogént, és nem cianofil. A bazídiumról négy bazidiospóra válik le, de előfordulhat kettő spóra is. A himéniumban cisztidium nincs. A termőtest monomitikus vagy dimitikus (generatív és vázhifa) hifa rendszerű.

Magyarországon is termesztethető néhány laskagomba faj bemutatása

Pleurotus ostreatus (Jacquin: Fries) P. Kummer. - késői laskagomba:

A késői laskagomba különféle lombos fákon vagy azok anyagán, fahulladékon vagy más növényi eredetű hulladékanyagon gyakran megtalálható. Jellegzetesen emeletesen csoportos növésszerű (Makara, 1995) (1. ábra). A termőtest kalapja kezdetben domború, majd a növekedés folyamán fokozatosan kiterül, ellaposodik, esetleg tölcséres alakú lesz. A kalap átmérője maximum 3-35 cm között változhat, de a jellemző méret a 8-15 cm (Gyurkó, 1979). A kalap színe szürke, acélszürke, szürkésbarna, kékes-feketés, hidegebb időben sötétebb színű. Lemezei tönkre lefutók, sűrűn állók, fehéresek. Tönkje 1-4 cm hosszú, 1-3 cm vastag, többnyire rövid, oldalt álló, csoportos, színe fehér, felülete pelyhes-szőrös. Megtalálható lombos fákon vagy azok tuskóin októbertől decemberig, gyakori faj (Albert, Locsmándi és Vasas, 1995). Nagyon ízletes gomba, sokféleképpen felhasználható. Termesztéstechnológiai szempontból azonban van néhány hátrányos tulajdonsága: a termőtestképzés beindulásához hideghatást igényel, amit nyáron a hazai körülmények között nehéz biztosítani, továbbá nagyon sok spórát termel és a levegőigénye is jelentős (Stamets, 1993).



1. ábra: Legyengült fán megjelenő *Pleurotus ostreatus* termőtestek

Pleurotus florida Eger, *Pleurotus ostreatus* var. *florida* – Floridai laskagomba:

Talán még mindig nem csöndesedett el a vita a *Pleurotus ostreatus* és a *Pleurotus florida* rendszertani besorolásával, viszonyával kapcsolatban. Egyes taxonómusok véleménye szerint a floridai laskagomba a késői laskagomba alfaja, hiszen a két különböző eredetű spórából kinövő hifák egymással keresztezhetők, a micélium szövetekben a csatképződés megfigyelhető, majd fertilis termőtestet képeznek, viszont terméshozó képességüket, környezeti igényeinek figyelembe véve eltérnek egymástól. Egyes modern molekuláris taxonómiai vizsgálatok ellenkező eredményekkel szolgálnak (2.1.1. fejezet).

A floridai laskagomba termőteste kisebb, húsa vékonyabb, mint a késői laskagombáé, színe világos vajszerű (Gyurkó, 1979). A termőtest vékony, törékeny, ezért nem tárolható. A floridai laskagomba hőmérsékletigénye eltér a *P. ostreatus*-tól, hiszen a termőtestképzés hőmérsékleti optimuma 24°C, és jól tűri az ennél magasabb hőmérsékletet is (Stamets, 1993). A termőtestképzéshez nem igényel hideghatást (Gyurkó, 1979). A két faj közötti hőmérsékletigény különbségeit használják ki a nemesítők.

Pleurotus pulmonarius (Fries) Quelet. – Nyári laskagomba:

A meleg tűrő fajok közé sorolják, ezért főleg a trópusokon, illetve a mérsékelt égövön a nyári melegebb időszakokban termesztik. A gomba kalapja barnás, hajlamos sok spóra termelésére. Gyors növekedésű, a termőre fordításához nem igényel hideghatást. Termőteste bár ízletes, de általában kicsi, vékony, törékeny, tárolást nem nagyon bírja, ezért érdemes a teljesen kifejtett állapot előtt leszedni a gombát. A kalapok kettesével, vagy hármásával állnak, a csokros növekedés nem jellemző rá (Sylvan Inc. 2000 fajtaleírás).

Manapság a termesztésben legelterjedtebbek az ún. hibridfajták, amelyeket legtöbbször a téli és nyári jellegű laskagomba fajok, illetve alfajok keresztezésével hozták létre. A következőkben bemutatok néhány, hazánkban gazdasági jelentőséggel rendelkező hibridet.

HK35 (Duna) hibrid leírása:

A HK35 fajta, amely a mérsékelt övi éghajlaton máig egyeduralkodó a gombatermesztők körében, Gyurkó Pál (Soproni Erdészeti és Faipari egyetem, Termőhely-ismerettani Tanszék) nemesítői munkájának eredménye (Györfi és Maszlavér, 2003). Az első hibrid a H7 volt, amit a *Pleurotus ostreatus* és a *Pleurotus florida* keresztezésével jött létre. A HK35 a H7 hibrid és egy olaszországi késői laskagomba keresztezésével született (Hajdú, 2003). A kalap színe a sötétszürkétől a világosszürkéig változik, a hőmérséklettől függően. A kalapja közép méretű, vastaghúsú, jól tárolható. A termőtest növekedés hőmérsékleti toleranciája széles, hiszen 8-18°C között termeszthető, azonban e felett és alatt a gomba minősége már romlik (Sylvan Inc. 2002. fajtaleírás).

Italspawn P70 és P80 hibridek leírása:

Az Italspawn által forgalmazott hibridek alapvetően az olaszországi termelők és a fogyasztók igényeit szolgálják. Vastag húsú, nagy levelű kalapjai vannak, amelyek csokorban nőnek. A micélium növekedése nem olyan gyors, mint a HK35-é, ezért kicsit hosszabb átszövetési idővel kell számolnunk ezeknél a hibrideknél. Jól alkalmazkodnak az évszakok változásához, egész évben termeszthetőek klimatizált termesztő házakban (www.italspawn.com).

Szili 357 hibrid leírása:

Viszonylag rövid ideje használják a termesztésben, 7-8 éve külföldről származó termőtestből oltotta le a nemesítő. A morfológiája, termeszthetősége alapján nagyon hasonlít a HK35 hibridhez olyannyira, hogy a HK35 vegetatív tenyésztésével összenövesztve nem képez gátat, ezért valószínűleg HK35 eredetű vonal. Kevesebb kalap alkot egy csokrot, „darabosabb” a gombája, amit kedvelnek a termesztők, viszont hozama elmarad a HK35-től (Szili István személyes közlése alapján).

K12 hibrid:

Viszonylag új hibrid a piacon, hazánkban a termelők 3-4 éve használják. A spanyol Fungisem csíragyártó cég nemesítette, aminek forgalmazását a Sylvan Inc. vette át. Télen termesztethető, nyáron, valamint 18°C felett termesztése nem ajánlott. Színe a sötétszürkétől a sötétbarnaig változhat, kalapja kerekded, tönkje rövid. Nagyméretű termőtesteket képez (Sylvan Inc. 2002).

H195 hibrid (spóramentes):

A HK35 nemesítésével létrehozott spóramentes hibrid. A nemesítés során egy valószínűleg spóramentes vonallal keresztezték, aminek azonban megjelenése nem megfelelő (tölcséres, vékony húsú termőtest, tárolás során minősége gyorsan romlik). Az új hibrid hordozza a szülői vonalak előnyös tulajdonságait. Kalapja átlagos méretű, kerekded, színe hőmérséklettől függően sötétbarnászürke színtől krém-világosszürke színig változhat (HK35 tulajdonság). 17°C felett termesztve a termőtestek minősége romlik, kevésbé tárolhatóvá válik (Sylvan Inc. 2002). Igazi előnye, hogy nem hoz létre spórát, ezzel megelőzhetőek a spóra belégzése által kiváltott humán egészségügyi problémák, valamint a spórával terjedő gombabetegségek (baktériumos betegség, vírusfertőzés). Ezzel a hibriddel még csak most ismerkednek a gombatermesztők. A jövőben várható, hogy nagyobb népszerűséget szerezve jelentősen terjed használata.

2.1.3. A LASKAGOMBAFÉLÉK JELENTŐSÉGE

2.1.3.1. TÁPANYAG TARTALOM

A laskagombafélék magas fehérje- és vitamintartalma, valamint alacsony zsírtartalma miatt (2. táblázat) az egészséges táplálkozás szempontjából előnyös táplálékok (Bonatti *et al.*, 2004). Lelley és Vetter (2005) megvizsgálták néhány termesztett gomba, köztük a *Pleurotus ostreatus* tápanyag összetételét, és megállapították, hogy a késői laskagomba fogyasztása hozzájárul az egészségmegőrzéshez, mivel energiatartalma alacsony, a glükóz tartalma kicsi, inkább mannitolt tartalmaz, valamint nagyon alacsony a nátrium tartalma, ezért kifejezetten jó táplálék a magas vérnyomással rendelkezők számára. Egyes vitaminokból sokat tartalmaz, így például a B vitaminok és a D vitamin, illetve egyes ásványi elem tartalma kedvező, mint a kálium és a foszfor.

A gombák általában – így a laskagomba is – fontos fehérjeforrásunk (2. táblázat), ugyan fehérjetartalma a húsnál kevesebb, de megelőz olyan élelmiszereket, mint a tej. A gombafehérje előnye, hogy tartalmazza az összes esszenciális aminosavat (Chang, 2008).

2. táblázat: *Pleurotus ostreatus* tápanyag-összetétele (Chang és Miles, 2004)

<i>Víztartalom</i>	<i>Nyersfehérje</i>	<i>Nyerszsír</i>	<i>Teljes szénhidrát</i>	<i>Nyers rost</i>	<i>Hamu</i>	<i>Eenergia (Kcal)</i>
<i>Friss tömeg (m/m%)</i>	<i>Száranyag tartalomra (SZ.A.) számított (m/m%)</i>					<i>Kcal /100 g SZ.A.</i>
73,7-90,8	10,5-30,4	1,6-2,2	57,6-81,8	7,5-8,7	6,1-9,8	345-367

Vetter (1999) cikkében egy korábbi kísérletét - Vetter és Rimóczi, 1993 - ismertette, melynek során megvizsgálta a kalap és a tönk fehérjetartalmának különbségét és annak változását a termőtest növekedés során. Azt tapasztalta, hogy a kalap fehérjetartalma legalább duplája a tönkben mértnek, valamint, hogy a fehérjetartalom a termőtest növekedés (érés) folyamán az 5-8 cm nagyságú kalapban a legnagyobb.

A vadon termő és a termesztett laskagomba fajok és fajták kémiai összetétele között jelentősebb különbség nincs. A termesztett laskagomba előnye lehet, hogy a mesterséges környezet miatt a toxikus elemekből (kadmium, króm, réz) kevesebbet tartalmazhat (Vetter, 2002).

2.1.3.2. BIOLÓGIAILAG AKTÍV HATÓANYAGOK, GYÓGYHATÁS

A laskagombafélék gyógyhatásaival foglalkozó szakirodalom terjedelmes. A *Pleurotus* fajok számos gyógyhatása között szerepel az antitumor, immunerősítő és antioxidáns hatás, valamint a gyulladáscsökkentés és vér-koleszterinszint és vércukorszint csökkentés. Továbbá gátolja a magas vérnyomás kialakulását (Chang és Miles, 2004; Gregori, Svagelj és Pohleven, 2007; Chang 2008).

Gunde-Cimerman és Plemenitas (2001) kimutatták, hogy a legtöbb *Pleurotus* faj termőtestének poliszacharid frakciója az, amely antitumor hatású. Ezek a poliszacharidok β -D-glukánok (Karacsonyi és Kuniak, 1994). Manzi, Aguzzi és Pirroferato (2001) kimutatták, hogy a *Pleurotus ostreatus* β -glukán tartalma jelentős (139 mg/100 g friss tömeg), nagyságrendekkel nagyobb, mint az *Agaricus bisporus*-ban talált mennyiség. Vizsgálataik kiterjedtek a főzés hatásának vizsgálatára is. A főzés hatására a β -glukán tartalom relatív aránya emelkedett, mert ezek a poliszacharidok hőstabilak, miközben a víztartalom csökken.

A kitin, kitozán bizonyítottan részt vesz a vérkoleszterin szintjének csökkentésében (Razdan és Pettersson, 1994). A laskagombafélék – mint általában a gombák – sejtfala kitint (poly-N-acetil-D-glükóزامint) tartalmaz, melyből az acetil csoport hidrolízisével kitozán keletkezik (Kurtzman, 2005). Vetter (2007) megvizsgálta az egyes gombafajok kitintartalmát. Azt találta, hogy a kitintartalom fajspecifikus tulajdonság. Az *Agaricus bisporus*-nál az átlagos kitintartalom 6,67% (száranyagra számítva), a *Pleurotus ostreatus*-nál pedig ez az érték 3,78% (sz.a.). Az alacsonyabb rosttartalom más szempontból előnyös, hiszen ezáltal a gomba könnyebben emészthető (Vetter, 2002).

2.1.3.3. A LIGNOCELLULÓZOK BONTÁSA

A laskagombafélék megélnék majdnem az összes keményfán, fából készült termékeken (fűrészpor, papír, papíriszap), minden gabonaszalmán, kukoricaszáron és csuhén, cukornád maradékán, kávé maradékokon, banánlevélen, gyapotmag tokján, agáve hulladékon, szója velőn és még számtalan lignocellulóz tartalmú anyagon (Stamets, 1993). Nagyon sokféle mezőgazdasági mellékterméket kipróbáltak már a laskagombafélék táptalajaként (Gregori, Svagelj és Pohleven 2007; Baysal *et al.*, 2003; Yildiz *et al.*, 2002; Poppe és Höfte 1995; Poppe 2000, 2004). Ipari cellulóz, lignocellulóz tartalmú iszapokon is eredményesen tudták termesztetni a laskagombaféléket (Mueller és Gawley, 1985).

Ezt a rendkívüli széles táptalajhasznosító képességét annak köszönheti, hogy a laskagomba, mint farontó gomba, cellulázok, hemicellulázok és ligninbontó enzimek komplexét képes szekretálni, amely enzimkomplex a mikrobiológiai támadással szemben egyébként alapvetően ellenálló lignocellulóz alapú biomasszát jó hatásfokkal bontja, miközben a növények strukturális poliszacharidjait, a cellulózt, hemicellulózt, valamint a lignint, szubsztrátként hasznosítja. Kimutatták, hogy a bazídiumos gombák között a legaktívabb celluláz, hemicelluláz és ligninbontó aktivitással a *Pleurotus ostreatus* és a *Panus tigrinus* rendelkezik (Dalimova és Akhmedova, 2001).

Baldrian *et al.* (2005) a *Pleurotus ostreatus* micéliumával átszőtt szalmából a következő enzimeket tudták kimutatni: cellulázok és hemicellulázok: endoglukanáz, exoglukanáz (cellobiohidroláz), β -glükózidáz, endoxilanáz, β -xilozidáz, endo-1,4- β -mannanáz, 1,4- β -mannozidáz; ligninbontó enzimek: mangán-peroxidáz és lakkáz, azonban ligninbontó enzimek egyik fontos tagjával, a lignin peroxidázzal nem rendelkezik (Santoyo *et al.*, 2008).

A cellulózbontáshoz a celluláz enzimsalád egyidejű jelenléte szükséges. Ezek mind β -1,4 glikozidos kötéseket hasítanak, azonban a szubsztrát-specifitásukban különböznek. Az endoglukanázok első lépésként véletlenszerűen hasítják a cellulóz lánc amorf régióit. Az így szabadabbá váló láncvégekről az exoglukanázok hasítanak le cellobióz egységeket, amelyeket a hidrolízis utolsó lépéseként a cellobiáz (β -glükózidáz) enzimek bontanak le glükóz molekulákká (Bayer *et al.*, 2004; Santoyo *et al.*, 2008). A cellulázok induktív enzimek, könnyen felvehető szénforrás jelenlétében rendszerint nem termelődnek (Jakucs, 1990).

A hemicellulóz heterogenitása miatt a lebontását végző enzimrendszere igen összetett. Például a xilánbontásban is több enzim vesz részt. Az endoxilanáz a xilánt a lánc belsejében, véletlenszerűen hasítja. A képződő xilooligoszacharidokból pedig a β -xilozidáz szabadítja fel a xilóz molekulákat (Bayer *et al.*, 2004).

A lignin a fásodott növényi szövetekben előforduló biopolimer, ami nem monoszacharid egységekből, hanem aromás fenilpropanoid egységekből áll, amelyek egymáshoz térhálósan kapcsolódnak (Manczinger, Pócsi és Vetter, 2003). Éppen ezért a lignin nagyon ellenálló a kémiai

és biológiai lebontással szemben (Martinez *et al.*, 2005). A lignin lebontásában szintén enzim komplex vesz rész, melynek tagjai: lignin peroxidáz (LiP), verzatile peroxidáz (VP), mangán-peroxidáz (MnP) és fenol-oxidáz vagy más nevén lakkáz (PoX) (Santoyo *et al.*, 2008).

Moyson és Verachtert (1991) megfigyelte, hogy a *Pleurotus ostreatus* által hasznosított búzaszalma lebontása során először a lignin tartalom csökkent. Hatakka (1994) is rámutatott arra, hogy miután a *Pleurotus ostreatus* olyan fehérkorhasztó gomba, amely nem tartalmaz lignin-peroxidázt, ezért a lignocellulóz bontás mechanizmusa másként alakul, vagyis nem szimultán, hanem szelektív ligninbontó, miközben a cellulózt majdnem intakt állapotban hagyja. Ez ellentmond a laskagombafélék korábbi kategorizálásával, miszerint a fehér korhadás során a lignint és a cellulózt paralel bontják (Jakucs, 1990).

Martinez *et al.* (2005) is megerősíti, hogy a fehér korhasztó bazidiumos gombáknál a fehér korhadás kétféle módja alakult ki, az egyik a cellulózzal szimultán, a másik a lignin szelektív lebontás. A *Pleurotus ostreatus*-t ez utóbbi csoportba sorolják. Természetesen ez nem jelenti azt, hogy a laskagombafélék a cellulózt nem bontják, hiszen több kutató (Garzillo *et al.*, 1994; Dalimova és Akhmedova, 2001; Baldrian *et al.*, 2005) is kimutatta a cellulóz bontó enzimek aktivitását lignocellulóz szubsztrátumon tenyésztett *Pleurotus spp.*-nél.

A laskagombafélék lignocellulóz bontását befolyásoló külső környezeti tényezőivel részletesen a 2. 3. 3. fejezetben foglalkozom.

2. 1. 3. 4. EGYÉB HASZNOSÍTÁS: BIOREMEDIÁCIÓ

A laskagombával átszőtt szalmával már a 80-as évek végén végeztek in-situ remediációs kísérleteket policiklusos aromás szénhidrogénekkal (PAH) szennyezett talajok estében Németországban (Hüttermann *et al.*, 1989). Eggen és Sasek (2002) a letermett laskagomba táptalaj PAH lebontó képességét vizsgálta. Azt találták, hogy a letermett laskagomba táptalaj degradációs képessége a vizsgált vegyület esetében nagymértékű (75%), egyes esetekben pedig majdnem teljes mértékű volt. A legújabb kutatások szerint a laskagomba különböző ipari szennyvizek, mint pl. olíva-olaj préselő által kibocsátott szennyvizek kezelésében is sikeresen alkalmazható. Ezek a szennyvizek a szerves anyag terhelés mellett polifenolokat tartalmaznak (Oliveri *et al.*, 2006).

A Pilze-Nagy Kft. a Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közalapítvány Biotechnológiai Intézetével közösen a letermett laskagomba szubsztrátot használta bioremediációs kísérletekben. A laskagomba atrazin bontásban betöltött szerepe egyértelműen igazolódott, hiszen a letermett laskagomba táptalaj elég rövid időn belül (15-20 nap) képes megkezdeni és széndioxidig vinni a lebontást. Az atrazin bontásra képes mikrobiális konzorcium és a laskagomba együttesen más kinetikával bontja az atrazint, mint ahogyan azt külön-külön végezték. A klórozott alifás vegyületeknél a letermett táptalaj saját mikroflórája és a táptalaj együttesen szükséges a lebontási

folyamatokhoz, melyek valószínűleg kometabolizmus útján mennek végbe. A BTEX (benzol, toluol, etil-benzol, xilolok) vegyületek bontásában az alkalmazott BTEX bontó konzorciumok hatását kiszélesíti a letermett laskagomba szubsztrátum. A PAH vegyületek esetében a letermett laskagomba táptalaj bizonyíthatóan beindít egy oxidációs folyamatot, melynek következtében a vizsgált PAH vegyületek biológiai hozzáférhetősége emelkedhet (Bordás *et al.*, 2008).

2.1.3.5. A LE TERMETT TÁPTALAJ MEGÚJULÓ ENERGIATERMELÉSBEN VALÓ HASZNOSÍTÁSA

A letermett gomba táptalaj (tallusz és a szubsztrátum együttese) hasznosítására egyre nagyobb figyelmet fordítanak, mivel a nagyüzemi gombatermesztés hatására lokálisan nagy mennyiségben keletkezik. A laskagomba termesztés melléktermékét (hulladékát) többféleképpen hasznosítják. Felhasználják a komposztálást követően termőföldek szerkezetjavító anyagaként, más gombafajok szubsztrátumának alapanyagaként, valamint állati takarmányként is (Stamets, 1993; Szili, 2008). Az állati takarmányt nemcsak letermett alapanyagból, hanem különböző lignocellulóz tartalmú hulladékokból a *Pleurotus spp.* alkalmazásával is állítottak elő (Babos, 1986; Zadrazil, 1993).

A letermett laskagomba szubsztrátum biogáz termelésben való felhasználása a környezetvédelmi szempontok erősödésével párhuzamosan került előtérbe. Az anaerob lebontás elősegítésének érdekében *Basidiomycoták*-kal kezelték az alapanyagokat a 80-as években. Japán kutatók azt találták, hogy a magas cellulóztartalmú anyagok gombával átszőve növelték a biogáz kihozatait (Rajaratnam, Shashireka és Bano, 1992). Metha, Gupta és Kaushal (1990) letermett táptalajt használtak biogáz termelésre, kísérleti rendszerükben rizsszalmán termesztett *Pleurotus florida* letermett táptalaját alkalmazták. A Pilze-Nagy Kft.-nél végzett kutatások, és az azt követő gyakorlati alkalmazás egyértelműen bizonyította, hogy a letermett laskagomba táptalaj, amely a *Pleurotus ostreatus* hibridek által átszőtt búzaszalma szubsztrátum, a biogáz termelésbe – laboratóriumi és üzemi szinten is – bevonható. A laskagomba letermett alapanyagból előállítható biogáz mennyisége nem tér el jelentősen a tipikus biogáz üzemi alapanyagok (pl.: silókukorica, almostrágya) biogáz kihozatali értékétől.

A Pilze-Nagy Kft.-nél végzett letermett táptalaj biogáz hasznosítási kísérleteit gyakorlati alkalmazás is követte, amelynek során felépült a Pilze-Nagy Kft.-nél Magyarország hatodik mezőgazdasági biogáz üze me. A biogáz-üzemben a gombatermesztéséből származó évente mintegy háromezer tonna letermett táptalaj hasznosítását oldjuk meg (2. és 3. ábra).



2. ábra: *Alapanyag betáplálás (letermett táptalaj) a Pilze-Nagy Kft. biogáz-üzemében*



3. ábra: *A Pilze-Nagy Kft. biogáz-üzeme*

2.2. Az intenzív laskagomba termesztés technológiájának kialakulása és fejlődése

2.2.1. A VILÁG GOMBATERMESZTÉSE

Körülbelül 35 fajt termesztnek kereskedelmi céllal, ebből 20-at nagyüzemi módszerekkel. A legnagyobb mennyiségben termesztett fajok a következők: *Agaricus bisporus* (csiperkegomba), *Lentinula edodes* (shiitake), *Pleurotus* spp. (laskagombafélék), *Auricularia auricula-judea* (júdásfüle gomba), *Flammulina velutipes* (téli fülőke) és *Volvariella volvacea* (bocskoros gomba). A shiitake gomba termesztését Kínában kezdték el 1000 és 1100 között, a csiperkegombát Franciaországban az 1600-as években, míg a laskagombát az USA-ban az 1900-as években (Sánchez, 2004).

A termesztett gomba mennyisége megduplázódott 1997 és 2002 között, hiszen míg 1997-ben ez a szám 6.128 tonna (Chang, 1999b), addig 2002-ben 12.250 ezer tonna volt. Ezt a növekedést az ázsiai gombatermesztés, ezen belül Kína fejlődése eredményezte. Kína 2002-ben 8.650 ezer tonna gombát állított elő. A világ a termesztett gombafajok szempontjából kétpólusú, míg a nyugati részen kizárólag az *Agaricus bisporus*, *Lentinula edodes*, és a *Pleurotus* fajok termesztése terjedt el, addig Ázsiában nagyon sokféle „exotikus” gombát termesztnek. Japánban például egyáltalán nem alakult ki csiperkegomba termesztés, és a laskagomba (1,6%) és shiitake (10,7%) termesztésük is elhanyagolható a többi gombához képest (Chang, 2008).

A 2002-2003. évi adatok alapján még mindig a csiperkegomba tehető az első helyre, azonban a laskagombafélék termesztése valamivel megelőzte a shiitakét, és a termesztés további diverzifikálódása érzékelhető.

2.2.2. LASKAGOMBA TERMESZTÉS A VILÁGON

A laskagombafélék (*Pleurotus* spp.) üzemi termesztésének lehetőségeire az emberiség egészen későn figyelt fel. Az első termesztési próbálkozások visszanyúlnak az 1800-as évek végéhez, a francia Matruchot faanyagon vizsgálta a laskagombafélék növekedését. A következő jelentős állomás már Németországhoz köthető, ahol a XX. század tízes éveiben Falck kidolgozta a tömör faanyagon történő termesztési eljárást. Ekkor már steril körülmények között előállított szaporítóanyagot alkalmaztak. Az 1950-es években ennek a technológiának továbbfejlesztett változata terjedt el (extenzív technológia) az NDK területén. Fűrészporon és egyéb lágyszárú növények melléktermékein végzett első termesztési kísérletek eredményeiről Block, Tsao és Han számoltak be 1958-ban Floridában (Szabó, 2002).

A nagyüzemi termesztés technológiája a 60-as évek végére a hetvenes évek elejére alakult ki. Ennek megfelelően 1975-ben még csak 12.000 tonnára becsülték a világ laskagomba termelését, ami 1986-ban már 169.000 tonnára emelkedett az üzemi termesztés-technológiák terjedésével.

A Távol-Keleti országokban a laskagomba termesztés felfutásának eredményeként 1997-ben már 876.000 tonnára növekedett a laskagomba fajok termelése és ezzel a csiperkegomba és shiitake mögött lemaradva ugyan, de a harmadik legfontosabb termesztett gombacsoporttá vált a világon (Chang, 1999a). Jellemző, hogy a 90-es években főleg Európában és Ázsiában növekedett a laskagombafélék ismertsége. Olaszországban, Németországban, Hollandiában, Belgiumban, Kínában, Japánban, Taiwanon, Indiában, Szingapúrban, Thaiföldön, Pakisztánban és Indonéziában vált kedvelt gombává és foglalkoztak a termesztésével. Az elmúlt 10 évben viszont egyre több trópusi országban próbálkoznak a *Pleurotus* nemzetség tagjainak a termesztésével, köztük Nigéria, Mexikó, Brazília, Kolumbia, Namíbia, Zambia és Malawi (Chang és Miles, 2004).

Az elmúlt évtizedben a termesztett laskagomba mennyisége robbanásszerűen növekedett Kínában (1997 és 2003 között a termesztés megháromszorozódott), és ezzel megközelítette a világszerte termesztett másik két gombaféleség termelési volumenét. Jelenleg a gazdasági adatokon alapuló becslések szerint a világon 2.600.000-2.800.000 tonna laskagombát termesztenek, ebből Kína részesedése 2.488.000 tonna (Chang, 2008). Ázsia többi gombatermesztő országában körülbelül 100.000 tonna laskagombát állítanak elő, míg a világ nyugati felén szinte kizárólag Európában van számottevő laskagomba termesztő ágazat, azonban ennek mennyisége jelentősen elmarad Ázsiáétól. Az Európai Unió nagy laskagomba termesztő országai a következők: Spanyolország (20.000t), Olaszország (14.000t), Lengyelország (4.000t), Franciaország (3.000t), Hollandia (2.500t) és nem utolsósorban Magyarország (2.000t) (Erdei és Hajdú, 2010). Európában és Észak-Amerikában főleg a késői laskagomba (*Pleurotus ostreatus*) hibridjei terjedtek el a gombatermesztésben (Györfi és Maszlavér, 2003). Hazánk a laskagomba termesztés alapján, az Európai Unión belül a középmezőnyben helyezkedik el. Külkereskedelmi jelentősége számottevő, mert az évente megtermelt mintegy 2 millió kg gomba nagy része német, osztrák és távolabbi uniós piacokra kerül (Somosné, Kovács és Kovácsné-Gyenes, 2005). A magyar laskagomba kedvelt termék, piacra szállítható mennyiség nem korlátozott, két év alatt akár a duplájára lenne növelhető, ha több gombát tudnánk előállítani.

2.2.3. HAZÁNK SZEREPE A LASKAGOMBA TERMESZTÉS KIALAKULÁSÁBAN

Hazánkban már az 50-es években is végeztek kísérleteket *Pleurotus eryngii*-vel Gombatermesztési Vállalatnál (GTV), azonban a laskagombafélék (leginkább *Pleurotus ostreatus*) termesztésbe vonására irányuló célzott kutatási tevékenység 1962-ben indult el (Heltay, 1999a). Tóth Ernő először a GTV-nél, majd Véssey Edével a Földmérő és Talajvizsgáló Vállalatnál foglalkozott a laskagomba nagyüzemi (intenzív) termesztési technológiájának kialakításával. Később ehhez a munkához csatlakozott Tóth László és Heltay Imre is (Heltay, 1999a). Együttműködésük számos találmányt eredményezett 1966-1974 között, melyek összefoglaló néven

HTTV eljárásokként kerültek a köztudatba (a Licencai Vállalat hatására). Elsőként a steril eljárást dolgozták ki a táptalaj kórokozóktól való mentesítésére, azonban ennek költségessége miatt ebből nagyüzemi módszer nem lett. A később létrehozott integrált mikrobiológiai eljárás az, ami a hazai eredményekre irányította a nemzetközi figyelmet (Heltay, 1999b). A technológia sikerét bizonyítja, hogy gyorsan elterjedt főleg Olaszországban, majd Nyugat-Németországban (Balázs, 1985a). A Borotán felépült üzem is ezt az eljárást alkalmazta, ahol a termelés Tóth László segítségével 1973-ban indult el (Heltay, 1999c). A ma használt nagyüzemi technológiák jelentős része a mikrobiológiai eljárás nyomán alakult ki (Rühl, 2002).

Sopronban az Erdészeti és Faipari Egyetem Termőhelyismerettani Tanszékén Benedek Attila és Gyurkó Pál hőkezelés nélküli táptalaj előállítással próbálkoztak. Az eljárás lényege az volt, hogy a hőkezelés elhagyva megnövelték a csíra (szaporítóanyag) bevitelt és nagymértékű higiéniát biztosítottak. Eljárásukat „Nem steril táptalajon történő laskagomba-termesztés” címen szabadalmaztatták, azonban ez a technológia nem tudott nagyüzemi szintre emelkedni, így nem terjedt el (Szabó, 1990).

A termesztés technológiájának fejlődésével egyre nagyobb hangsúlyt kapott a megfelelő tulajdonságokkal rendelkező fajták kérdése is. A rönkös termesztéshez jól alkalmazkodó *Pleurotus ostreatus* (4. ábra) az intenzív termesztés igényeit már nem tudta kiszolgálni. A gombanemesítési munkában a hazánk nemzetközi elismerését kivívó Gyurkó Pál a kezdetektől élen járt (Balázs, 1985b). Több sikeres bejegyzett fajta mellett Gyurkó Pál nevéhez kötődik az a HK35 (Duna) hibrid előállítása is, amely az 1988-as hazai termesztésének megkezdését követően az egész világon gyorsan elterjedt, és a mai napig kedvelt, sőt a legkedveltebb fajta a mérsékelt övi éghajlaton laskagombát termelők körében (Szili, 1996).

A Zöldségtermesztési Kutató Intézet (ZKI) kecskeméti telephelyén a különböző gombafajok termesztésbe vonásával és termesztéstechnológiájuk kidolgozásával kapcsolatos kutatások a hetvenes években indultak el (Balázs, 1990). A Balázs Sándor által irányított aktív kutatómunka számos új hazai és nemzetközi eredményt hozott, ami több évtizedre a laskagomba kutatás és termesztés centrumává tette Kecskemétet és környékét. Az úgynevezett száraz hőkezeléses (xerotherm) eljárást 1984-ben szabadalmaztatták. Ennek a módszernek az előnye a mikrobiológiai eljárással szemben a gyorsaságában és kisebb beruházási igényében volt, ezért gyorsan népszerűvé vált hazánkban. A Borotai üzem 1990-ben átvette ezt a technológiát (Tóth és Kovácsné-Gyenes, 1996). A xerotherm eljárás tovább növelte a laskagomba termesztés iránt való érdeklődést Bács-Kiskun megyében, melynek szervezésében a ZKI játszott meghatározó szerepet. Ennek köszönhetően Bács-Kiskun megye hazánk laskagomba termesztésének központja a mai napig.

A ZKI-ban az energiatakarékos táptalaj előállításával kapcsolatban egy másik kísérlet is folyt, az áztatásos eljárás, amit a kisebb termelők itt-ott még használnak, miután ehhez a technológiához nincs szükség nagyobb beruházásra.

A hatvanas évek második felétől a kilencvenes évek közepéig kifejezetten intenzív és eredményekben gazdag kutatási tevékenység jellemezte hazánkat a laskagomba termesztés területén. Ennek hatása természetesen a termelési adatokon is érződött: a nyolcvanas évek végére Magyarország Európa egyik legnagyobb laskagomba termesztoje volt, az éves mennyiség meghaladta a jelenlegi értéket (3.500 tonna/év). Sajnos hazánk laskagomba termesztésének fénykora a kilencvenes évek közepére lezárult.



4. ábra: Késői laskagomba termesztése farönkön
(fotó: Kovácsné Dr. Gyenes Melinda)

2.2.4. A LASKAGOMBA TERMESZTÉS FŐBB PROBLÉMÁI A KILENCVENES ÉVEKBEN

A laskagomba termesztés fejlődése a kilencvenes években jelentős szerkezeti átalakuláson ment keresztül, ami magával vonta Magyarország addigi előnyös pozícióinak csökkenését. Miközben Olaszország és Spanyolország jelentős laskagomba termeszto országgá vált, addig hazánkban folyamatosan csökkent a megtermelt laskagomba mennyisége. Ebben az időszakban több értekezés foglalkozott ennek a problémának az elemzésével. Balázs (1995) szerint a laskagomba termesztés legnagyobb hátráltatója a piac nagysága volt. Ahogy fogalmazott: „A várt eredmény, miszerint a laska rövid időn belül meghódítja Európa fogyasztóit és a laskatermesztők széles tömege alakulhat ki, sajnos nem következett be”. Ennek okát a következőkben látta: az egyenetlen kínálat a kiegyensúlyozott piaci működést bénította, hiszen a túlkínálat hatására a gomba kiskereskedelmi ára a termelés önköltsége alá zuhant, míg gombahiány idején a kereslet kielégítetlen maradt. Ezek alapján legsürgetőbb célként a termeszto berendezések javítását nevezte meg Balázs (1995), hogy a

hőmérséklet, a pára- vagy a széndioxid tartalom szabályozásával a laskagomba termesztés kiegyensúlyozottabbá váljon.

Lelley (1996) vizsgálta az európai laskagomba termesztés fejlődésére ható lehetőségeket és határokat. Véleménye szerint a fogyasztás növekedéséhez egyrészt jobb minőségű, jobban tárolható fajtákra lenne szükség. Másrészt a tárolási technológia fejlesztésével is jelentősen hozzá lehetne járulni a fogyasztó elé kerülő gomba minőségének javításához. A termelés növeléséhez több tényező erősítését, fejlesztését jelölte meg: táptalajdúsítás, alapanyaggyártó és termelő közötti jobb kapcsolat kialakítása, értékesítés központosítása, és a kutatás-fejlesztés. A termelés növekedésének a fogyasztás, az uniós piacon megjelenő konkurencia és a laskagomba termesztés gazdaságossága szab határt.

Tóth és Kovácsné-Gyenes (1996) szerint a laskagomba termesztés radikális csökkenése mögött álló problémák három ok köré csoportosíthatóak. Egyrészt egyre gyakoribbá vált a kilencvenes években az, hogy a laskagomba alapanyaggyártással olyanok is próbálkoztak, akik megfelelő a szakértelem hiányában nem jól végezték ezt munkát, és a sok rossz alapanyag miatt a termesztők felhagytak a termesztéssel. A termesztők sem voltak szakmailag igazán felkészültek. Másik problémát a termesztő berendezések jelentették. Azok a helyiségek, amelyeket a laskagomba termesztésre használtak általában nem voltak klímátizáltak, így az év során a folyamatos termesztést nem tudták kiszolgálni. Ennek hatására a piac ellátása hullámzott, gyakran gombahiány volt, máskor pedig túltermelés. A harmadik problémát az értékesítésben és az értékesítés szervezésében látták.

2.2.5. AZ EZREDFORDULÓT KÖVETŐ IDŐSZAK JELENTŐS TERMESZTÉSI PROBLÉMÁI

Az ezredforduló nem hozott különösebb mennyiségi változásokat hazánk laskagomba termesztésében, azonban jelentős minőségi átalakulás történt. A gombatermesztők, túlélve és tanulva a kilencvenes évek kudarcaiból, szakmailag felkészültekké váltak. A kutatás új rendszere született meg a gombatermesztők és a felsőoktatási intézmények együttműködésével. A konzorciumok formájában megvalósuló kutatás-fejlesztés előnye, hogy a kutatási célkitűzéseket széles szakmai platformok határozzák meg és viszik végig. Ezek a közös tevékenységek hozzájárulnak az ország gombatermesztésének remélhető felvirágzásához. A felsőoktatási intézmények között ebben a tevékenységben élen jár a Budapesti Corvinus Egyetem, Zöldség- és Gombatermesztési Tanszéke, amely mellett fontos szerepet vállal a Szegedi Tudományegyetem TTIK Mikrobiológiai Tanszéke, az ELTE Mikrobiológiai Tanszéke és Kecskeméti Főiskola Kertészeti Főiskolai Kara is.

Természetesen ez az évtized is hozott újabb problémákat, amelyek újabb kihívások elé állították a szakmát, melyekről bővebben korábban Szili (2001) készített összefoglalást.

2.2.5.1. A TERMESZTÉSI TÁPTALAJ ELŐKÉSZÍTÉSE, DÚSÍTÁSA

A laskagomba táptalaj üzemi szintű előállításának számos vonatkozása – a kutatások ellenére – nem egyértelmű. Labuschagne *et al.* (2000) kiemelik, hogy a szalma minősége milyen alapvető hatással van a laskagomba terméshozamára. Baysal *et al.* (2003) a megfelelő nitrogénszint beállítására hívja fel a figyelmet. A nitrogén bevihető szervetlen (műtrágya, például pétisó; (Curvetto *et al.*, 2002)), vagy szerves formában (pl. lucerna, csirketrágya és tőzeg (Banik és Nandi, 2004; Baysal *et al.*, 2003)). Curvetto *et al.* (2002) kísérleteik alapján a 200 és 750 ppm közötti ammónia-nitrogén bevittet javasolnak. A szerves trágyák, fermentációs végtermékek alkalmazásának külön előnye szerintük, hogy velük kis mennyiségben nyomelemek is kerülnek az alapanyagba, ami szintén növelheti a laskagomba terméshozamát. Szintén Curvetto *et al.* (2002) hangsúlyozzák, hogy a lignocellulóz-bontó enzimrendszer működéséhez megfelelő mennyiségű mangán-ion jelenléte szükséges, 20 és 200 ppm közötti értékeket javasolnak. A mangán-ion legegyszerűbben, mangán-szulfát formájában vihető be az alapanyagba.

A Pilze-Nagy Kft.-nél 2005 óta folyik a termesztési táptalaj gyártási folyamatainak megértésére irányuló kutatás a „Mikrobiológiai monitoring-rendszer kidolgozása és alkalmazása az állandó minőségű, nagy terméshozamú laskagomba alapanyag nagyüzemi előállítására” című kutatási projekt keretében. A kutatási program során elvégzett mangán- és nitrogén-dúsítások a terméshozamot nem befolyásolták szignifikánsan az üzemi léptékű kísérletekben. A baktérium közösség és a terméshozam között nem találtunk összefüggést, ami arra enged következtetni, hogy a táptalaj előállítás során kialakuló mikrobiális közösség ugyan fontos, de nem meghatározó a terméshozam szempontjából (Vajna *et al.*, 2010).

2.2.5.2. A LASKAGOMBA TERMESZTÉSTECHNOLÓGIÁJÁNAK FEJLESZTÉSI IRÁNYAI

Szabó az alkalmazott laskagomba termesztési technológiákat három csoportba osztotta (Szabó, 2002):

- Extenzív technológia, melynek jellemzői: farönkön, szabadban való termesztés. Nem tervezhető a termőtestek megjelenése, mennyisége, valamint nincs folyamatos árutermelés. A hobby kertészek körében népszerű.
- Fél-intenzív (kisüzemi) technológiai, melynek jellemzői: a professzionális gombatermesztő berendezések hiánya, ezért a külső időjárási körülmények jelentősen befolyásolják a termést, így a termés megjelenés nem egyenletes. A gombát a helyi piacokon értékesítik.
- Intenzív (nagyüzemi) termelés, melynek jellemzői: a táptalaj a légyszárú növények melléktermékeiből, hulladékaiból készül, ami becsírázás előtt hőkezelésen esik keresztül. Korszerű szaporítóanyagot használnak a táptalaj beoltásához. A termesztés többé-kevésbé

szabályozott klímájú termesztő berendezésekben történik, és célja az árutermelés. A technológia tervezett, a termesztés folyamatos.

Az extenzív és fél-intenzív technológiák fontos állomásai voltak a laskagomba termesztés fejlődésének, azonban az ágazat gazdasági fejlődésének útja elsősorban a nagyüzemi, intenzív technológiai fejlesztése, fejlődése.

Az intenzív technológia fejlesztését szorgalmazó kutatásokat több tényező is alakítja:

- a laskagomba termesztés rövid, néhány évtizedes múlttal rendelkezik, vagyis a kertészetben belül fiatal ágazatnak tekinthető;
- a nyugat-európai erősen gépesített termesztési rendszereket a csiperkegomba termesztésére alakították ki, míg a laskagomba technológiájának fejlesztésére nem fordítottak annyi figyelmet;
- a laskagombafélék több fajtát is termesztésbe vonták, melyeknek jelentősen eltérő környezeti igényeik vannak;
- a világ laskagomba termesztésének mennyiségi szempontból elsőszámú központja a Távol-Kelet, ahol azonban főleg a háztáji gombatermesztés terjedt el, a szegénység és a táplálékhiány csökkentése érdekében;
- a laskagombafélék széles körben képesek hasznosítani a különböző lignocellulókat, ezért a kutatók érdeklődése a minél szélesebb alapanyag hasznosítási kísérletek felé irányult.

A szerteágazó kutatási tevékenységeknek köszönhetően jelenleg a gyakorlatban elterjedt termesztési technológiák nagy változatosságot mutatnak. Az alkalmazott berendezések, a termesztési táptalaj, az oltóanyag-előállítás és a termesztési körülmények széles skálán mozognak. Zadrazil (1998) kiemeli, hogy több, mint 30 évvel az üzemi laskagomba termesztés technológiai kidolgozása után, még a mai napig nem ad megelégedésre okot az elért eredmény. A laskagomba termesztése jellemző módon kisvállalkozási formában, viszonylag nagymértékű munkaráfordítás mellett és ezzel párhuzamosan nagy vállalkozói kockázattal folyik Európa szerte (Zadrazil, 1998). A gyakorlati üzemműködtetés során tapasztalható probléma, hogy a jelenlegi termesztéstechnológiák nem biztosítják az állandó termésmennyiséget és minőséget. Ellentétben a csiperkegomba termesztés-technológiájával, a laskagomba termesztés környezeti körülményei kevésbé standardizáltak, éppen ezért nem programozható a terméslefutás és a termésmennyiség. Ez kihatással van a kereskedelem szervezésére is, hiszen a gombatermesztők a termesztési folyamatot nem tudják a piaci igényekhez igazítani (Nagy, 2001).

2.2.5.3. AGRESSZÍV KÓROKOZÓK MEGJELENÉSE A LASKAGOMBA TERMESZTÉSÉBEN

A gombatermesztő házakban időről-időre nagy termés kiesést okozó patogén mikroorganizmusok jelennek meg. Az egyik kórokozócsoport az úgynevezett „zöldpenészek” köre, melyek között patogenitását tekintve kiemelkedik a *Trichoderma* nemzetség. A *Trichoderma* fajok a fertőzést okozó törzsek agresszivitásától függően kisebb, illetve esetenként igen súlyos károkat okozhatnak. Először a 1980-as évek második felében, a csiperkegomba termesztésben figyeltek fel a különösen nagy gazdasági károkat okozó „*Trichoderma* vészre”, majd néhány évvel később a laskagomba termesztésben is megjelent ehhez hasonló fertőzéshullám. A *Trichoderma* nemzetségbe tartozó zöldpenész-gombák a Pilze-Nagy Kft.-nél is jelentős károkat okoztak, okoznak (5. ábra), ezért a Szegedi Tudományegyetem TTIK Mikrobiológiai Tanszékével összefogva közösen kezdtünk hozzá a laskagomba zöldpenészes fertőzésének vizsgálatához. A Tanszéken 2005 januárja óta végeznek vizsgálatokat a Pilze-Nagy Kft. telephelyéről származó mintákon.



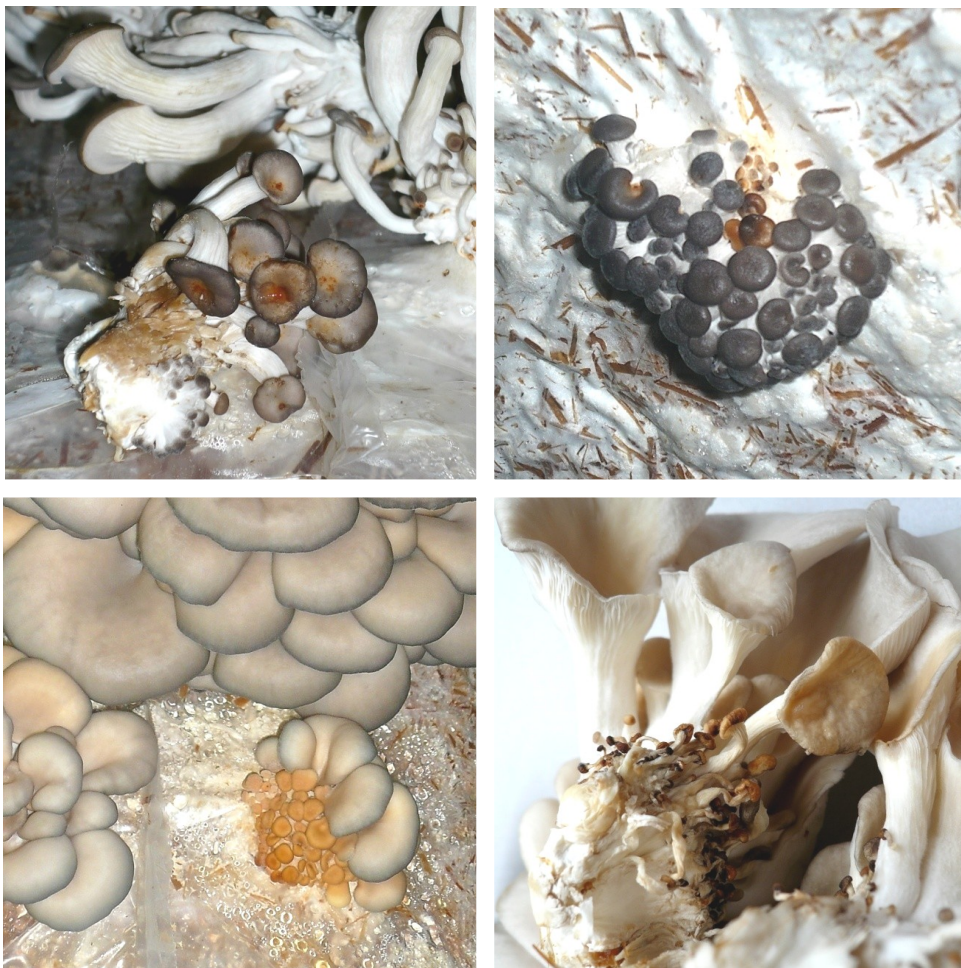
5. ábra: *Trichoderma* zöldpenész kártétele laskagomba termesztésben alkalmazott búzaszalma-alapú szubsztrátumon

A minták a laskagomba termesztés legkülönbözőbb fázisaiból származnak, melyekből számos *Trichoderma* törzset sikerült izolálni. Az ITS-régió szekvenciaelemzése feltárta, hogy a laskagombával szemben legagresszívebb törzsek egy Ontario államban talált korhadt nyárfatuskóról származó izolátummal, a *Trichoderma* sp. DAOM 175924 törzsszel (Kullnig-Gradinger, Szakacs és Kubicek, 2002) mutatnak közeli genetikai rokonságot. Az izolátumok mitokondriális DNS RFLP-mintázataik alapján genetikailag heterogénnek bizonyultak, egyes törzsekben egy 2,2 kb méretű mitokondriális plazmid jelenléte is kimutatható volt (Hatvani *et al.*, 2007). Az ITS2-szekvenciák elemzése alapján az izolátumok két csoportba tartoztak, amelyek megfelelnek a *T. pleurotum* és *T.*

pleuroticola fajoknak (Park, Bae és Yu, 2006). Időközben egyre több publikáció jelent meg arról, hogy ezt a két fajt világ több pontján megtalálták a laskagomba termesztésében. Érdekesség, hogy míg az olaszországi laskagombafarmokon a *T. pleuroticola* fordul elő gyakrabban, addig a magyarországi laskagombatermesztő üzemekből származó izolátumok túlnyomó többsége a *T. pleurotum* fajba sorolható (Kredics *et al.*, 2009a).

A két új faj csiperketermesztésben okozott esetleges kártételéről viszont nincs rendelkezésre álló adat: csiperkekomposztból nem sikerült kimutatni a laskagomba-kórokozó fajokat olyan farmokon sem, ahol a csiperke mellett laskagombát is termesztenek, és a laskagomba szubsztrátumában megtalálhatók a kórokozók.

A laskagombát zöldpenészek mellett a termesztésben jelentős terméskiesést és minőségcsökkenést eredményező **baktériumos foltosság** is károsítja, melyet különböző patogén baktériumok okoznak (Győrfi, 1989; Cha, 2004), habár szakirodalom a *Pseudomonas tolaasii*-t említi elsősorban, mint kórokozót.



6. ábra. Baktériumos foltosság tünetei a laskagomba termesztésben

A laskagomba termesztésben a baktériumos foltosság tünetei többfélék lehetnek (Győrfi, 1989) (6. ábra):

- primordium képződéskor világos vagy sötétbarna folyadék-cseppek jelennek meg a felületen;
- a primordium és a fiatal gombakalapok sárgulnak;
- a teljesen kifejlődött termőtest tönkje rövid és vastag, a kalap aránytalanul kicsi és sárgás, nyálkás foltok vannak rajta, egyes esetekben a teljes csokor felszíne nyálkás;
- a csokor középpontjától távol eső a kifejlődött termőtestek széle sárgaszínű és nyálkás, néha az egész termőtest sárga;
- az egészséges és beteg csokrok egymáshoz közel is elhelyezkedhetnek.

Royse (2003) a tünetek között említi a termés mennyiség csökkenését, a narancsszínű elszíneződést és a törékeny termőtestet. Cha (2004) szerint a laskagombánál is legjellemzőbb tünet a barna foltok megjelenése a kalapon és tönkön. Emellett a teljes termőtest vöröses-barnás elszíneződésű lehet, míg a fiatal gombákat tiszta, fényes anyag fedi be, és megáll a fejlődésük. Won (2000) arra hívja fel a figyelmet, hogy a kórképet a fertőzés időpontja is befolyásolja. Amennyiben a termőtestfejlődés korai szakaszában történik a fertőzés, úgy a gombakalap sárgától a barnáig színeződhet el, és a fejlődés lelassul vagy megáll. Ha fertőzés az érett gombakalapot érinti, akkor a növekedés a fertőzött területet érinti csak, ami torzulást eredményez. Az elszíneződés lehet részleges vagy teljes kalapot érintő, a felszíne nyálkássá válik.

A csiperkegomba baktériumos foltosság tünetei kevésbé változatosak, általános, hogy a gombakalap felszínén barna területek, foltok jelennek meg, ami először csak világos majd később sötét barna színű (7. ábra) (Fletcher, White és Gaze, 1989).



7. ábra. Baktériumos foltosság tünetei a csiperkegomba termőtestén

A baktériumos foltosság betegséget az *Agaricus bisporus* esetében széleskörűen vizsgálták. A betegség kialakulásában a *Pseudomonas tolaasii* Paine részvétele bizonyított. A baktérium toxint termel, a tolaasint, amely a gomba citoplazmamembránján pórusokat képez, így károsítja azt (Rainey, Brodey és Johnstone, 1991). Toxinjaik révén a betegséget kiváltó baktériumok agresszív kórokozók (Soler-Rivas *et al.*, 1999). A tolaasin nem kizárólag a bazídiumos gombákra hat, növénypatogén baktériumok növekedését is képes gátolni (Murata és Magae, 1996). A *P. tolaasii* telepek kétféle morfológiáját írták le. A gombapatogén, vad típus sima felszínű sejtekből áll és UV-fényben nem fluoreszkál, a nem patogén, variáns típus pedig durva felszínű és fluoreszkál. Csak a vad típus termel tolaasint (Soler-Rivas *et al.*, 1999). A *Pseudomonas tolaasii* mindkét típusa képes megtapadni és szaporodni az *Agaricus bisporus* micéliumán, azonban a variáns típus nagyobb mértékben válik le később a felületről (Rainey, 1991). Soler-Rivas *et al.* (1999) leírták, hogy különböző környezeti tényezők hatással vannak a baktérium patogenitására, vagyis a baktériumok csak bizonyos körülmények között okoznak tüneteket. A *P. tolaasii* kétféle életmódja (szaprofita, patogén) jelentős ökológiai előnyt jelent számára, hiszen többféle környezetben is életképes marad (Soler-Rivas *et al.*, 1999). Ezért a baktériumos foltosság az érintett gombatermesztő helyiségekben nagyon gyorsan terjed, mert nemcsak a gombában, hanem vizekben, spórán és egyéb gombatermesztő eszközökön is képes túlélni (Murata, 1998). A termés kiesés gyakran eléri a 40-50%-ot is (Soler-Rivas *et al.*, 1999; Gonzalez, Gonzalez-Valera és Gea, 2009).

A *P. tolaasii* meghatározásának egyik használatos módszere az úgynevezett fehér csík reakció. Megfigyelték, hogy *in vitro* tenyésztési körülmények között a patogén *P. tolaasii* és a *Pseudomonas reactans* telepei között fehér csík jeleneik meg (Munsch *et al.*, 2000).

A baktériumos foltosság minden termesztett gombafajt érinthet (Murata, 1998; Soler-Rivas *et al.*, 1999; Munsch *et al.*, 2002; Gonzalez, Gonzalez-Valera és Gea, 2009). A kórokozóra kevésbé fogékony (vagy akár rezisztens) fajokat, fajtákat jelenleg nem ismerünk (Szarvas, 2003).

Valószínű, hogy más fluoreszcens *Pseudomonas* fajok (pl. *P. agarici*, a *P. reactans* és a *P. gingeri*) hasonló kórképet válthatnak ki, (Rainey, Brodey és Johnstone, 1992; Bessette, Kerrigan és Jordan, 1985; Munsch *et al.*, 2002; Szili, 2008). A betegség kialakulását nagy valószínűséggel egyszerre több *Pseudomonas* faj infekciója okozhatja (Cha, 2004), azonban a kórkép kiváltásával kapcsolatba hozható összes patogén baktérium fajt még nem azonosították.

Annak ellenére, hogy a laskagomba termesztők számára milyen óriási gazdasági károkat okoz a baktériumos foltosság, a vizsgálatok többségét az *Agaricus bisporus* esetében végezték, így a laskagombapatogén *Pseudomonas* nemzetséghez tartozó fajokkal kapcsolatos ismereteink továbbra is részlegesek.

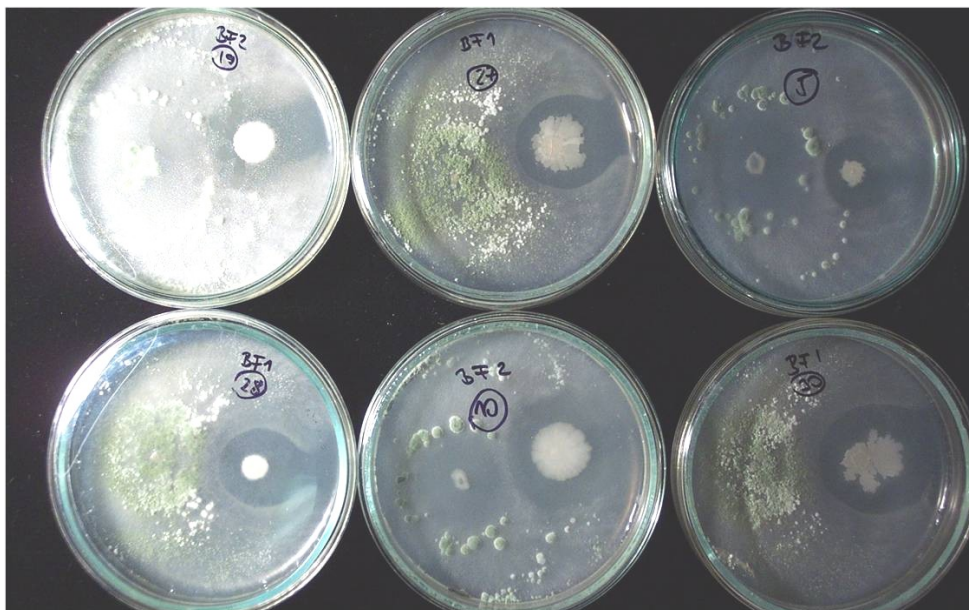
2.2.5.4. KORSZERŰ, KÖRNYEZETBARÁT GOMBAVÉDELEM ALAPJAINAK MEGTEREMTÉSE

A gombatermesztésben a kórokozókkal, kártevőkkel szembeni hatékony védelem kialakítása nehezebb, mint a növénytermesztésben, annak ellenére, hogy a gombáknak is számos kórokozója ismert. A probléma oka az, hogy a gombatermesztés „kiskultúra”, így a nagy növényvédő szergőgyártó cégek nem érdekeltek a gombatermesztést érintő termékfejlesztésben. Jelenleg a csiperkegomba termesztésében még egy-két fungicid és inszekticid alkalmazható, a laskagomba termesztésében engedélyezett növényvédő szerek azonban nincsenek.

A penészgombák (köztük a *Trichodermák*) ellen a hazai laskagomba-termesztésben több, mint két évtizedig a benomilt tartalmazó Chinoin Fundazol 50 WP-t használták (Szili 2008). Lelley és Niehrenheim (1991) is leírták, hogy a laskagomba szubsztrátum készítés során gyakran alkalmaztak szelektív fungicideket a versengő penészek kivédésére. Az agresszív *Trichoderma* fajokkal szemben azonban a fungicid alkalmazása önmagában már nem gátolja a zöldpenészek megjelenését és terjedését. Emellett a benomilt véglegesen kivonták a növényvédelemből az Európai Unió területén, mert újabb vizsgálatok szerint karcinogénnek, terratogénnek, illetve az endokrin mirigyek működését zavarónak bizonyult (http://www.epa.gov/oppsrrd1/REDs/factsheets/benomyl_fs.htm). Így jelenleg vegyszeres gombavédelem nélkül kell gazdaságosan gombát termesztetni az intenzív, vagyis egész évben használt termesztőházakban, sátrakban. A megfelelő higiéniai és termesztéstechnológiai előírások betartása, valamint jól hőkezelt termesztési alapanyag használata alapfeltétel, de nem elegendő a *Trichoderma* által okozott zöldpenész-fertőzés, valamint a telepen belüli terjedés visszaszorításában.

A védekezésben követhető megoldás lehet a gombatermesztési alapanyagok ellenállóvá tétele a zöldpenész kórokozóival szemben. Erre a célra megfelelőnek tűnik olyan hasznos baktériumok alkalmazása, amelyek a termesztési alapanyaghoz keverve képesek abban szelektíven elpusztítani, vagy legalábbis erőteljesen elnyomni a termesztés során kifejlődni készülő agresszív penészgombákat. Koreában vizsgálatok folytak egy baktériumtörzzsel (CNU LI-1), amely gátolja a *Trichoderma* és *Hypocrea* fajok micéliumnövekedését, ennek következtében egy, a zöldpenésszel szembeni biológiai védekezési eljárás eszközüvé válhat (Yu, 2001). A Pilze-Nagy Kft. részvételével 2005-2007 között egy országos kutatási konzorcium foglalkozott hazánkban is a *Trichoderma* nemzetség által kiváltott zöldpenészes fertőzés elleni biológiai védekezés lehetőségeinek kidolgozásával. A kutatás fő célja volt, hogy a gombatermesztésben világszerte és újabban hazánkban is különösen nagy károkat okozó *Trichoderma* nemzetséghez tartozó zöldpenészgombákkal szemben kiemelten hatékony, antagonista, komposztáló biofungicid mikrobatorzseket találjunk, amelyekkel a gombatermesztés során jelentkező zöldpenész-kártétel hatékonyan, káros mellékhatások nélkül kivédhető. A projekt során az SZTE TTIK Mikrobiológiai Tanszékén számos baktériumfaj izolátumainak *T. pleurotum*-ra és *Pl. ostreatus*-ra gyakorolt hatását

vizsgálták *in vitro* antagonizmus- tesztekben (8. ábra), és több olyan baktériumtörzset találtak, melyek gátolták a *Trichoderma* kórokozót anélkül, hogy a *Pleurotus*-ra jelentős hatással lettek volna (Hatvani *et al.*, 2008).



8. ábra: Direkt konfrontációs teszt a *Trichoderma pleurotum* és a vizsgált baktériumok között

A kiválasztott baktériumokat (*Bacillus* nemzetség) az üzemi szintű laskagomba-termesztésben is teszteltük. A baktériumok a gyakorlatban is erősen szupresszálták a *Trichoderma pleurotum*-ot, miközben a laskagomba hibridek termésátlaga nem csökkent. Ezek az eredmények biztatóak a zöldpenész-fertőzés elleni biológiai védekezés kialakításának szempontjából (Nagy *et al.*, 2008a).

A baktériumos foltosság betegségével szemben növényvédő szer hiányában a laskagomba-termesztés jelenleg teljesen védtelen, ezért a gombatermesztők sokszor jelentős terméskiesést kénytelenek elszenvedni. A baktériumos foltosság kórokozóival szemben hatékony biológiai védelem nem ismert. A hatékony, környezetbarát gombavédelmi technológia kidolgozása érdekében először azonban a betegség kialakításában résztvevő fajokat kell identifikálni.

2.3. A külső környezeti tényezők szerepe a laskagomba termesztésben

A laskagomba termesztés sikere a vitális és fertőzésmentes szaporítóanyagon, a nagy termőképességű szubsztrátumon, termesztés során az optimális klimatikus körülmények biztosításán, az adott technológiához jól megválasztott fajtán és a megfelelő higiéniai és növényvédelmi viszonyokon múlik.

A Klebs' princípiumok a gombák egyedfejlődését befolyásoló tényezők közül a külső környezeti tényezők elsődlegességére hívják fel figyelmet. A külső környezeti körülmények

jelentős szerepet játszanak abban, hogy az egyedfejlődés során a vegetatív növekedés vagy a reprodukció aktivizálódik. A gombáknál, mint az alacsonyabb rendű élőlényeknél általánosságban igaz az, hogy mindaddig a reprodukció nem alakul ki, míg a környezeti feltételek a vegetatív növekedést szolgálják. A reprodukciót elősegítő környezeti feltételek a vegetatív növekedés számára kevésbé kedvezőek (Chang és Miles, 2004).

A gombatermesztés alapvető problémája, hogy nem létezik egy olyan általános technológia (külső környezeti körülmények összessége), amely alkalmazásával bármelyik gombafaj termőtestet képez. Ezért fontos minden egyes fajnál, fajtánál tapasztalati úton megállapítani a gomba növekedésének optimum környezeti értékeit (Kües - Liu, 2000). A vad *Pleurotus* fajok jelentős részének külső környezeti igényeit már korábban meghatározták, azonban a hibridek, és főleg az újabb hibridek környezeti igényeit leíró reprodukálható kísérletek alapján összeállított publikáció nem áll rendelkezésre.

Az adott abiotikus környezeti tényezők optimum értékeit klasszikusan a vegetatív és a reprodukzív szakaszoknál külön-külön vizsgálják. Én azonban fontosnak tartom még további két szempont alapján is ezen tényezők elemzését: az extracelluláris enzimek működésének környezeti optimuma és a laskagombára patogén gombák és baktériumok növekedésének környezeti optimuma. Ez utóbbi azért fontos, mert a kórokozó mikroszervezetek növekedése a nem megfelelő élettérben lassú, vagy gátolt, így nem képesek kifejteni antagonist hatásukat a laskagombával szemben. A környezetbarát gombavédelem egyik eszköze lehet tehát a kórokozók visszaszorítását segítő termesztési körülmények alkalmazása, amelyhez szükséges a kórokozók ökológiai igényeinek megismerése.

2.3.1. A VEGETATÍV FÁZIST SZABÁLYOZÓ KÜLSŐ KÖRNYEZETI TÉNYEZŐK

Az átszövetés (vegetatív fázis) célja a dikarionos (másodlagos) micélium növekedése az előkészített táptalajban. A micélium növekedése során a csúcsnövekedésű hifarendszer „átszövi” a táptalajt, a hifák a mellettük levőkkel oldalirányban összenövéseket (anasztomózisokat) is képeznek, majd erőteljes micélium szövedékké állnak össze.

A *Pleurotus* fajok, köztük a *Pleurotus ostreatus* másodlagos **micélium növekedés hőmérsékleti igényeit** nagyos sokan vizsgálták, miközben a termesztésben alkalmazott hibridekkel kapcsolatban hasonló vizsgálatokról adatok nem állnak rendelkezésünkre.

Zadrazil és Schneidereit (1972) a *Pleurotus ostreatus*, a *Pleurotus eryngii*, a *Pleurotus cornucopioides* és a *Pleurotus florida* FoVoSe fajok micélium növekedését vizsgálta. A *Pleurotus ostreatus* esetében a micélium 30°C-on növekedett a leggyorsabban. Zadrazil (1974) vizsgálataival megerősítette, hogy a *Pleurotus ostreatus* micélium növekedésének hőmérsékleti optimuma 30°C, míg a *P. eryngii* és a *P. cornucopiae* estében ugyanez 25°C, a hőmérsékleti minimum és maximum

0 és 35°C-nál van. Furlan *et al.* (1997) Zadrazilhoz hasonlóan azt tapasztalták, hogy a *Pleurotus ostreatus* esetében a micélium növekedés 30°C-on a leggyorsabb. Sohi és Upadhyay (1989) vizsgálataikban szerepelt talán a legtöbb laskagomba faj egyszerre, azonban ők is Zadrazil vizsgálataival megegyező értékeket kaptak a késői laskagomba micélium növekedésének hőmérséklet igényével kapcsolatban.

Balázs és Szabó 1974-75 között végzett kísérleteikben (Szabó, 1986) viszont azt az eredményt kapták, hogy a hazai *Pleurotus ostreatus* micélium növekedési optimuma 25°C-nál van, és a növekedés csak 0°C alatt és 40°C-nál áll le. A késői laskagomba micéliuma még a fagyhatást követően is képes regenerálódni, és optimális hőmérsékleti viszonyok mellett újra növekedni, míg a 45°C-os hőhatást már nem éli túl (Szabó, 1986). Kong (2004) szerint is a késői laskagomba micélium növekedésének legkedvezőbb hőmérséklete a 25°C.

Chang és Miles (2004) a *Pleurotus ostreatus* micélium növekedés hőmérsékleti optimumát 26-28°C-ban állapította meg, a növekedés hőmérsékleti minimum értéke 7°C, a maximum pedig 37°C.

Valószínű, hogy a kísérletek eredményei közötti eltérések abból adódtak, hogy az egyes vizsgálatokban a *Pleurotus ostreatus* más-más változatait vizsgálták. Ezek az eltérések arra engednek következtetni, hogy a termesztésben használt hibridfajták között a hőmérséklet igény szempontjából még nagyobb különbségeket tapasztalhatnánk.

Az **átszövetés időtartamának** vizsgálata nem annyira gyakori paraméter a különböző laskagomba fajok, illetve fajták vizsgálatainál (Kovácsné-Gyenes és Kovács, 1998; Györfi és Maszlavér, 2003). Metha és Jandaik (1989) végeztek ilyen irányú kísérleteket *Pleurotus sapidus*-szal. Az inkubáció időtartamának terméshozamra gyakorolt hatásánál azt kapták, hogy a *Pleurotus sapidus* 25 nap átszövetési időtartam mellett adta a legnagyobb termésmennyiséget.

A vegetatív fázisban a **micélium növekedés** számára a tápközeg **optimális pH értéke** a *Pleurotus ostreatus* esetében 5,4-6,0 között van (Chang és Miles, 2004). Furlan *et al.* (1997) kísérletükben azt vizsgálták, hogy a tápközeg kiindulási kémhatása milyen hatással van a micélium növekedésre. Azt az eredményt kapták, hogy a pH 4 gátló hatású, míg az ennél magasabb pH-jú táptalajon a micélium növekedés kielégítő volt. Gyurkó (1979) arra figyelmeztet, hogy a késői laskagomba micélium növekedésének két szélsőértéke 5,2-7,0 pH, az optimum pedig 5,5-5,8 pH. Az optimumnál kisebb pH érték mellett a micélium lassabban nő, de sűrűbb szöveteket képez, míg az optimumnál nagyobb pH értéken a növekedés gyorsabb, de a micélium szövetek lazább. Fontos azonban kiemelni azt, hogy a tápközeg kiindulási kémhatását tudjuk csak beállítani, mivel a laskagomba micélium növekedése során önmaga is savanyítja a táptalajt. Érdekes kérdés az, hogy a rövidebb, illetve a hosszabb átszövetési időt igénylő fajták esetében lehet-e különbséget tapasztalni a táptalaj pH változásában.

A laskagombaféléknek általában nincs szüksége fényre a micélium növekedéséhez (Balázs és Szedlay, 2003). Furlan *et al.* (1997) vizsgálataikkal azt bizonyították, hogy a micélium növekedésre a fény gátló hatással van. Zadrazil és Schneidereit (1972) szerint a fénynek csak a termőtestképzésben van szerepe.

A magas széndioxid koncentráció stimulálja a spórák csírázását, a micélium növekedését, de gátolja a termőtestképződést (Sánchez és Royse, 2001). Kong (2004) szerint a *Pleurotus ostreatus* és a *Pl. florida* esetében még az extrém magas CO₂ koncentráció (28%, illetve 22%) is micélium növekedést stimulál.

A laskagombafélék elsődleges szénforrása a lignocellulózokban konzervált szén. Ezt a makropolimer komplexet extracelluláris enzimeivel aktívan bontja le (2.1.3.3. fejezet). Savoie, Salmones és Mata (2007) kimutatták, hogy a *Pl. ostreatus* és *Pl. pulmonarius* a vegetatív növekedés során ligninbontó enzimeket termel, melynek szintje csökken a sporokarp növekedés során. Hasonló eredményt kapott korábban Ginterova és Lazarova (1987) is. A *Pleurotus* fajok esetében a vegetatív növekedés időszakában erőteljes a ligninbontás, viszont a fruktifikáció (termőtest növekedés) időszakában a cellulóz lebontás növekszik meg.

Nitrogén forrás tekintetében a laskagombafélékkel kapcsolatban a következőket állapították meg: képesek szerves nitrogénforráson is növekedni, mint például kálium-nitráton vagy ureán. Ugyanakkor szerves nitrogén vegyületek, mint a pepton gyors micélium növekedést eredményeznek (Sánchez és Royse, 2001). Saját vizsgálatokat is indítottunk (az SZTE Mikrobiológiai Tanszékével közösen) a HK35 hibrid által felvehető N formák vizsgálata céljából (3. táblázat).

3. táblázat: Különböző koncentrációjú nitrogénformák hatása a laskagomba (HK35) micélium növekedésére

<i>koncentráció (mol/dm³)</i>	<i>NaNO₃</i>	<i>Karbamid</i>	<i>NH₄Cl</i>
0,2	(+-)	Teljes gátlás	++
0,1	(+)	Teljes gátlás	+++
0,05	(+)	(+-)	++++
0,025	+	++	++
0,012	+	+++	

(+-) gátló hatás tapasztalható, de már van micélium növekedés, (+) minimális micélium növekedés, +, ++, +++, ++++ a micélium növekedés intenzitását jelöli

Kísérleteinkben a nitrát gátolja a micélium növekedését, a karbamid csak kis koncentrációban (0,025 M alatt) van pozitív hatással a micélium növekedésre, míg az ammónium-klorid 0,05 M-os koncentrációban serkentette legjobban a növekedést.

2.3.2. A REPRODUKTÍV FOLYAMATOKAT INDUKÁLÓ KÜLSŐ KÖRNYEZETI TÉNYEZŐK

A termőtestes gombák fejlődési ciklusában meghatározó jelentőségű a termőtestek képződése, mert a termőtestképzés a spórák képzésének és terjesztésének legfejlettebb, leghatékonyabb formája. A termőtest morfológiailag heterogén, differenciált álszövetes felépítésű képlet, amely a gomba élelciklusának jellegzetes szakaszát képviseli (Manczinger, Pócsi és Vetter, 2003).

A reproduktív fázis fizikai igényei általában szűkebbek, mint a vegetatív növekedésé. Fajonként eltérő, hogy milyen külső feltételek szükségesek a gombák reproduktív fázisának kiváltásához, azonban általánosságban igaz, hogy a termőtestképződés indukcióját a környezeti tényezők meghatározott mértékű változtatásával lehet kiváltani. Ezek a tényezők lehetnek: hőmérséklet, széndioxid koncentráció, fény, páratartalom, kémhatás (Kües és Liu, 2000). Metha és Jandaik (1989) a hőmérsékletet, a relatív páratartalmat, a fényt és a szellőztetést emelték ki, mint a termőtestképződés és növekedés szempontjából fontos környezeti tényezőket.

A *Pleurotus ostreatus* termőtestek természetes körülmények között a hidegebb idő beálltakor jelennek meg, így nem meglepő, hogy Kong (2004) szerint a **termőtest indukciójához szükséges hőmérséklet** 10-15°C, míg a **termőtest növekedés optimuma** a 10-17°C. Lelley (1991) összegyűjtötte a legfontosabb termesztett *Pleurotus* fajok termőtestképzésének optimális hőmérsékleteit. A *Pleurotus ostreatus* esetében 12°C, a *Pleurotus florida*, *Pl. cornucopiae* és a *Pl. pulmonarius* esetében 25°C a termőtestképződés hőmérsékleti optimuma. Chang és Miles (2004) a *Pleurotus ostreatus* reprodukciós folyamataihoz szükséges hőmérsékleti optimumokat 3 kategóriába osztották: a hidegkedvelő fajták esetében 12-15°C, az átmeneti fajták esetében 16-22°C-ot és a melegkedvelő fajtáknál a 25-30°C-ot tartják megfelelőnek.

A feltételezések szerint a hőmérséklet a sejtfalbontó autolitikus enzimeken keresztül hat a termőtestképződésre. A hideghatást igénylő fajoknál 20°C felett nem indul el a termőtestképződés, mert a sejtfalfelépülés és lebontás közötti egyensúly eltolódik a lízis irányába. A termotoleráns fajoknál olyan proteázok termelődnek, amelyek gátolják a lebontó enzimeket, ezért magasabb hőmérsékleten is elindul az inicializáció (Müller, 1989). A termőtestképződés regulációja ennél összetettebb folyamat, és teljes megértéséhez valószínű, hogy még sok új eredmény szükséges.

A termőtestképzést indukáló tényező a micéliumban tartalékolt tápanyagok mennyisége. Több magasabb rendű gomba esetében is kimutatták, hogy a tápanyaghiány indukálhatja a termőtestképződést (Jakucs, 1999; Kües és Liu, 2000). Megfordítva a táptalaj gazdag tápanyag ellátottsága a vegetatív növekedésnek kedvez.

Mandeel, Al-Laith és Mohamed (2005) néhány *Pleurotus* fajnál vizsgálták a termőre fordítás során a termesztési táptalaj felszínére juttatott pótlólagos N hozzáadás hatását. A kísérlet azt bizonyította, hogy 0,265 g/kg NH₄Cl szemmel láthatóan csökkentette a hifa-kötegek kialakulását, tízszeres mennyiség már teljesen gátolja a termőtestképződést. Kurtzman idézve leírták, hogy az

ammónia és a nitrátok kifejezetten károsak a termőtestképzésre és alacsony termést eredményeznek. Chang és Miles (2004) ezzel ellentétben úgy gondolják, hogy a termőtestképzéskor megnövekszik a micélium nitrogén igénye a micéliumnövekedésnél szükséges mennyiséghez képest.

A *Pleurotus* fajoknál a termőtestképzésben fontos szerepe van a fénynek is, ellentétben az *Agaricus bisporus*-szal. A fény fontos tulajdonságai a fényintenzitás, időtartam és a hullámhossz (Webster, 1980). A fény pozitívan hat a hifa aggregációra és termőtestképződésre, viszont a túl intenzív vagy túl hosszú ideig alkalmazott fény gátolhatja a csatképződést (Kües és Liu, 2000). Gyurkó (1979) szerint a 40 lux feletti fényerősség már a termőtestek megjelenésére gátló hatással van. Véleménye szerint a kalap színe, a tönk vastagsága és a kalap kiterülése is nagymértékben függ a fényerősségtől. Szabó (1986) szerint azonban a késői laskagomba fényigénye a termőtest növekedés során legalább 80 lux. Metha és Jandaik (1989) *Pleurotus sapidus*-szal végzett kísérleteik azt mutatták, hogy fény hiányában a termés hozam nagyon alacsony maradt. Már napi 1 óra fény hatására a termés hozam jelentősen növekedett.

A szellőztetés hiánya Metha és Jandaik (1989) kísérleteiben a fényhez hasonló eredményeket adott. A termőtestképződéshez a légkör normális gázkoncentrációhoz hasonló állapot szükséges, vagyis 20% oxigén és 800 ppm-nél kevesebb széndioxid (Sánchez és Royse, 2001). Kong (2004) szerint a termesztőberendezésben 1000 ppm alatt kell tartani a levegő CO₂ koncentrációját.

A gombák a növényekkel ellentétben a teljes felületükön párologtatnak, ezért a termőre fordításnál nagyon fontos a megfelelő pártartalom. Alacsony páratartalom mellett megnövekszik a párologtatás, a gomba (termőtest) kiszárad, míg túl magas relatív páratartalom esetén a kórokozó baktériumok könnyen megjelenhetnek. Szabó (1986) szerint a megfelelő relatív páratartalom érték 80-90%.

A levegő páratartalma mellett igen fontos a táptalaj víztartalma is. Szabó (1986) által végzett kísérletek azt mutatják, hogy a micélium növekedés számára a táptalaj 65%-os víztartalma a legkedvezőbb. A micélium növekedés két szélső értéke a 40 és 90% víztartalom. Azonban a szükséges víztartalom mennyisége nem független a táptalaj milyenségétől, hiszen a különböző anyagok másként kötik a vizet, így felvehető víz mennyisége jelentősen különbözhet. Ha túl sok a táptalajban a könnyen mobilizálódó vagy szabad víz, akkor az átszövetés során jelentkező teremhőmérséklet ingadozások elősegítik a vízlecsapódást a táptalaj külső felszínén (Tomcsányi, 1997), ami a betegségek kialakulásához vezethet.

A termőtest megnyúlási szakaszában már általában nincs további sejtosztódás (Kües és Liu, 2000), a sejtek növekedését a sejtek megnyúlása okozza. A megfigyelések szerint ebben a végső fázisban már csak a víznek van szerepe, kizárólag ez befolyásolja, hogy megfelelő méretűre növekszik-e a termőtest (Webster, 1980).

2.3.3. EXTRACELLULÁRIS ENZIMEK MŰKÖDÉSÉNEK KÜLSŐ KÖRNYEZETI OPTIMUMAI

Rajarithnan, Shashireka és Bano (1992) összegyűjtötték a lignocellulázok bontásában szereplő extracelluláris enzimek működésének a hőmérsékleti és pH optimumait. A lakkáz 50°C-on és pH 5,5 mellett működik optimálisan, míg a celluláz 30°C-on, a xilanáz pedig 25°C-on fejt ki a hatását legjobban, és e két utóbbi enzimre a CaCO₃ aktiváló hatást gyakorol. Jakucs (1990) szerint a cellulóz bontása savas pH viszonyok között intenzív, optimum érték pH 4-5 között van. A cellulázok működésének hőmérsékleti optimumát magasabb hőmérsékleti tartományban, 40-50°C között állapítja meg Jakucs (1990). A ligninbontásban részt vevő lakkáz működésének optima magasan a laskagomba micélium növekedésének, illetve életképességének felső határa felett van, míg a cellulóz, hemicellulóz bontásában résztvevő enzimek optimumával kapcsolatban nem egyértelmű a szakirodalom, de egyes esetekben egybeeshet a laskagomba micéliumnövekedés optimumával.

Mikiashvili *et al.* (2004) azt az eredményt kapták vizsgálataik során, hogy a lignocellulóz bontó enzimkomplex szekréciójában a táptalaj milyensége alapvető befolyásoló tényező. A cellulázok induktív enzimek, könnyen felvehető szénforrások jelenlétében rendszerint nem termelődnek (Jakucs, 1990).

A ligninbontást szabályozó tényezők közül nagyon fontos a táptalaj N-tartalma. Viszonylag magas N tartalma mellett (30mM), sem a *Lentinula edodes*, sem a *Pleurotus ostreatus* nem mutatott ligninbontást. 20 mM N tartalom mellett a ligninbontás 15%-kal csökkent (Rajarithnam, Shashireka és Bano, 1992). Ez talán a természetes életkörülményekkel magyarázható, hiszen farontó gombák a nitrogénben rendkívül szegény faanyagon élnek, ahol gyakori a 100-500:1 C:N arány (Rajarithnam, Shashireka és Bano, 1992; Jakucs, 1990). A lignin-peroxidáz működéséhez H₂O₂-t igényel, bár az oxidáció a levegő oxigénjével történik, vagyis a ligninbontás legfontosabb szabályozó tényezője az oxigénellátottság (Jakucs, 1999).

2.3.4. A LASKAGOMBAPATOGÉN MIKROORGANIZMUSOK ÖKOLÓGIAI IGÉNYEI

A kórokozók és a laskagomba termesztési rendszerben zajló kölcsönhatását számos környezeti tényező befolyásolja, melyek közül a legkritikusabbak a hőmérséklet, a pH és a szubsztrátum nedvességtartalma. Kredics *et al.* (2009b) széleskörű kísérletben vizsgálták a *Trichoderma pleurotum* és *T. pleuroticola* környezeti igényeit. A *T. pleuroticola* növekedésének hőmérsékleti optima 30°C volt, 25°C-on szintén erős volt a növekedése, minimuma és maximuma pedig 10 és 35°C-nak adódott. *T. pleurotum* hőmérsékleti görbéje a *T. pleuroticola*-nál szűkebb volt, nem mutatott növekedést a vizsgált hőmérsékletek közül 5, 10, 35 és 40°C-on. Hőmérsékleti optima 25-30°C volt, és gyorsabban növekedett a laskagomba örölt micéliumát tartalmazó táptalajon, mint szintetikus minimál táptalajon.

A kémhatás vizsgálata során Kredics *et al.* (2009b) azt tapasztalták, hogy mindkét vizsgált faj micéliumnövekedésének optimuma pH 5-6 között volt a szintetikus minimál táptalaj esetében, míg a laskagomba örölt micéliumát tartalmazó táptalajnál az optimum savas irányba tolódott el (pH 4). Érdekesség az, hogy a *Trichoderma pleurotum* laskagomba örölt micéliumát tartalmazó táptalajon 5-ös pH felett egyáltalán nem mutatott növekedést.

Komon-Zelazowska *et al.* (2007) a BIOLOG fenotípus-microarray módszerével vizsgálták a *Trichoderma pleurotum* és *T. pleuroticola* szénforrás-hasznosítási profilját. Az eredmények alapján egyértelmű eltérés mutatkozott a két faj között: a *T. pleurotum* növekedése lassúbb volt a szénforrások többségén a *T. pleuroticola*-hoz képest, utóbbi a *T. aggressivum*-hoz hasonló növekedést mutatott. Ezek az eredmények felvetik, hogy a *T. pleurotum* evolúciója bizonyos szénforrások felvételi képességének elvesztésével járhatott.

A laskagomba termesztést érintő baktériumos foltosságot kiváltó kórokozó fajok teljes mértékben nem ismertek, így azok jellemzése, ökológiai igényei sem feltártak. A baktériumos foltosság kórokozói a *Pseudomonas* nemzetség tagjai, így Gram-negatívak, nem spórák. Több fajuk a táptalajba diffundáló zöld fluoreszcens festéket termel. A szénvegyületeket gyengén bontják, gázt nem fejlesztenek (Szarvas, 2003). Fontos azonban kiemelni azt a tényt, hogy a gombatermesztésben, a termesztési táptalajban nemcsak kórokozó *Pseudomonas* fajok, alfajok találhatók meg, hanem olyanok is, amelyek a termesztett gombákra jótékony hatással vannak azok egyes életszakaszaiban.

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

A kutatómunka háttere

2001 óta dolgozom a Pilze-Nagy Kft.-nél, amelyhez családi és tulajdonosi szálak is kötnek, mint technológiai és kutatási vezető. A Pilze-Nagy Kft. Kecskemét mellett, a Zöldségtermesztési Kutató Intézet által életre hívott laskagomba termesztési régió közepén működik. A régióban meghatározó a Pilze-Nagy Kft. gombatermesztése és kereskedelmi tevékenysége. Ezért felvállaltuk, hogy a 2000-évek közepén a ZKI-ban megszűnt laskagomba kutatási tevékenységet „részelegesen” tovább visszük. Ebben a munkában vállaltam és vállalok én is feladatot.

Első jelentősebb kutatási projekt, amelyben részt vettük, 2004-ben indult. Célja a hazánk gombatermesztését sújtó *Trichoderma* nemzetséghez köthető zöldpenészes fertőzések vizsgálata, hatékony biológiai védekezésen alapuló eljárások kidolgozása volt. Ennek a projektnek különleges értéket a Budapesti Corvinus Egyetem Zöldség-és Gombatermesztési Tanszéke, az SZTE TTIK Mikrobiológiai Tanszéke mellett a gombatermesztési ágazat négy jelentős gombatermesztő cégének együtt munkálkodása adta.

A Pilze-Nagy Kft. saját technológiai fejlesztésének köszönhetően 2002-ben felépült hazánk egyetlen fermentációs technológiájával működő laskagomba alapanyaggyártó üzeme. Ez a technológia lehetővé teszi a növényvédő szerek elhagyását az alapanyaggyártásban. A szalma fermentáció mikrobiológiai hátterének megértése céljából az ELTE Mikrobiológiai Tanszékével, az SZTE TTIK Mikrobiológiai Tanszékével és a Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közalapítvány Biotechnológiai Intézetével közösen végeztünk vizsgálatokat, „*Mikrobiológiai monitoring-rendszer kidolgozása és alkalmazása az állandó minőségű, nagy terméshozamú laskagomba alapanyag üzemi előállítására*” című kutatási program részeként.

A dolgozatomban ismertetésre kerülő kutatási munkám hátterül szolgált „*A laskagomba termesztés technológiájának optimalizálása a versenyképesség növelése érdekében*”, című kutatási projekt. A megvalósítás során együtt dolgoztam a Zöldségtermesztési Kutató Intézettel, a Kecskeméti Főiskola Kertészeti Főiskolai Karának Zöldség-, Gomba- és Gyógynövény-termesztési Csoportjával és a Szegedi Tudományegyetem TTIK Mikrobiológiai Tanszékével. Ez a konzorciumi szintű kutatás tette lehetővé számomra, hogy több egymásra épülő kutatási részcelt fogalmazzhassak meg és ennek megfelelően három kutatási feladatot valósítsak meg.

3.1. A laskagomba termesztés aktuális helyzetének felmérése a Dél-Alföldi régióban

3.1.1. A PRIMER FELMÉRÉS KÍSÉRLETI TERVE

A primer felmérés célja:

A felmérés célja volt annak vizsgálata, hogy a Dél-Alföldi régióban mekkora a termesztő üzemek jellemző mérete és a termesztő felület, milyen a termesztő berendezések felszereltsége, és a termesztés során milyen technológiai paramétereket figyelnek, ellenőriznek a gazdálkodók, vagyis, hogy felmérjem az üzemi gyakorlatban alkalmazott gombatermesztési technológiákat.

A minta (célcsoport) kiválasztása:

A felmérésbe vont terület kiválasztásánál két szempont miatt döntöttem a Dél-Alföldi régió mellett. Egyrészt ez az országrész képviseli hazánk laskagomba termesztésének 80%-át, így a régió felmérésével szinte országos helyzetképet lehet kialakítani. Másrészt a laskagomba termesztés Bács-Kiskun megyében alakult ki (lásd fejezet 2.2.3 fejezet), ezért itt található meg hazánk legrégebbi laskagomba termesztési struktúrája.

A Magyarországi Gombatermesztő Régiók Egyesületétől kapott címjegyzékből előzetesen mintegy 30 termesztő üzemet választottam ki. A megkeresések során azonban kiderült, hogy néhány üzem időközben felhagyott a laskagomba termesztéssel, más üzemeket pedig a megadott információk alapján nem tudtam elérni. Így a felmérés végül 23 üzemet érintett. Ezek területi elhelyezkedése: Bács-Kiskun megye 20 db, Csongrád megye 1 db és Pest-megye 2 db. A két kiválasztott Pest-megyei üzem gazdasági kapcsolatait tekintve (Kecskemétről vásárolja a szubsztrátumot és az értékesítése is részben ide történik) a Dél-Alföldi régióhoz kötődik, ezért került be a mintába.

A felmérés típusa, a kérdőívek szerkezete:

A primer felméréshez megkérdezésen alapuló vizsgálatot választottam, melyhez egy 18 kérdésből álló kérdőívet készítettem. A kérdések döntő többsége zárt, egy vagy többválasztós kérdés volt, egy-két kiemelt esetben alkalmaztam nyitott kérdést. A termesztő üzemek felméréséhez összeállított kérdőív struktúrája:

- Általános adatok (3 db)
- Termesztő berendezéssel kapcsolatos kérdések (7 db)
- Termesztéstechnológiával kapcsolatos kérdések (5 db)
- Gazdasági kérdések (3 db)

A primer adatok gyűjtése során, a kérdőívek kérdéseinek összeállításakor mind a kvalitatív mind a kvantitatív módszerek alkalmazásra kerültek.

Adatgyűjtés:

A laskagomba termesztőket személyesen, illetve telefonon kerestem meg és a feltett kérdésekre adott termelői válaszok alapján személyesen töltöttem ki a kérdőíveket. Több termesztőnél is egy-egy kérdés esetében többféle válasz is megjelölésre került, mivel több kisebb berendezésben termeszt, amelyek nem egyforma kivitelezésűek voltak (Pl. gazdasági épület és szigetelés nélküli sátor). Az ilyen válaszokat az adott kérdésnél különálló adatként dolgoztam fel. Az összegyűjtött adatokat MS Office Excel 2003 táblázatkezelő program alkalmazásával dolgoztam fel.

3.2. Néhány abiotikus környezeti tényező hatásának vizsgálata a laskagomba hibridek micélium növekedésére, a termőtestképzésre és a termőtest növekedésére

3.2.1. A KÍSÉRLETBEN SZEREPLŐ HIBRIDEK KIVÁLASZTÁSA

A termesztési paraméterek vizsgálatához olyan fajtákat, hibrideket választottam, amelyeket jelenleg az árutermelő gazdaságok előnyben részesítenek. Ezek a következők: HK35 (Sylvan), 357 (Szili) és P70 (Italspawn).

HK35 (Sylvan) rövid jellemzése: A kalap színe a hőmérséklettől függően a sötétszürkétől a világosszürkéig változik. Kalapja közepméretű, vastaghúsú, jól tárolható (9. ábra). Hőmérsékleti toleranciája tág, hiszen 8-18°C között termesztethető, azonban e felett és alatt a gomba minősége már romlik.



9. ábra: HK35 hibrid termőtestcsokor

357 (Szili) rövid jellemzése: A morfológiája, termeszthetősége alapján nagyon hasonlít a HK35 hibridhez. Kevesebb kalap alkot egy csokrot, „darabosabb” a gombája, amit kedvelnek a termesztők, viszont hozama elmarad a HK35-től.



10. ábra: 357 hibrid termőtestcsokor

P70 (Italspawn) rövid jellemzése: A közepesnél nagyobb termőtestet képez, egész évben termeszthető. Vastaghúsú, nagy levelű barnás-szürkés színű termőteste van, melyek csokorban nőnek. A micélium növekedése nem olyan gyors, mint a HK35-é, ezért kicsit hosszabb átszövetési idővel kell számolnunk ennél a hibridnél. Jól alkalmazkodik az évszakok változásához, egész évben termeszthető klimatizált termesztő házakban.



11. ábra: P70 termőtestcsokor

3.2.2. A KÍSÉRLETBEN HASZNÁLT SZAPORÍTÓANYAGOK, SZUBSZTRÁTUMOK ELKÉSZÍTÉSE

Szaporítóanyag (gombacsíra) készítés:

Mindhárom hibridből (HK35, 357, P70) a kereskedelmi forgalomban kapható kiszerelésből leoltásokat végeztem, majd szemcsírárt készítettem több lépésben (maláta-agar – szalmacsutak – hurkapálca – szemcsíra) annak érdekében, hogy egynemű és azonos életkorú hordozóanyagra kerüljön mindhárom hibrid micéliuma.

Hőkezelt szalma szubsztrátum készítés:

A kísérletekben alkalmazott hőkezelt szalma szubsztrátum a Pilze-Nagy Kft. laskagomba alapanyaggyártó üzemében készült. A szubsztrátum előállításának menete: a száraz bálázott kazlakban tárolt szalmát kalapácsos darálóval 2-6 cm hosszúra daráljuk és egy csigarendszerrel a darálást követően kútvízzel nedvesítjük. A benedvesített szalmát 7 napon keresztül kazal prizmákban előkezeljük, naponta egyszer homlokrakodóval átforgatjuk. A maximum hőmérsékletet a prizmák a harmadik napon érik el, melynek értéke 65-70°C. A hetedik napon tömeghőkezelő alagútba tároljuk be az előkezelt nedves szalmát, ahol irányított hőkezelést alkalmazunk. Az alagútban a nedves szalma 24 órán belül éri el a 65°C-os csúcshőmérsékletet, amit 12 órán keresztül tartunk. A csúcshőmérséklet után visszahűtjük az anyagot 48°C-ra, és ezen a hőmérsékleten 2 napig kondicionáljuk. A 26°C-ra visszahűtött anyagot a negyedik napon tároljuk ki a hőkezelő alagútból (Vajna *et al.*, 2010). A kísérletekhez a kész szubsztrátumot szaporítóanyag nélkül készítettük el.

3.2.3. A HŐMÉRSÉKLET HATÁSA A LASKAGOMBA HIBRIDEK MICÉLIUM NÖVEKEDÉSÉRE ÉS A TERMÉSHOZAMRA

A micélium növekedés hőmérséklet függését három különböző laboratóriumi kísérletben vizsgáltam: Petri-csészében maláta-agaron, Petri-csészében hőkezelt szalma szubsztrátumon és 1000 g tömegű zsákos hőkezelt szalma szubsztrátumon.

Petri-csészében maláta agaron

Mindhárom hibridet 1-1 Petri-csészébe kiöntött maláta-agar táptalaj közepére ráoltottam, amihez 4-4 szemcsírárt használtam - tisztítás céljára. Miután a micélium átszötte a táptalajt, a micéliummal átszött agarból 1-1 cm nagyságú korongokat vágtam ki. Ezt követően 90 mm átmérőjű Petri-csészébe maláta-agar táptalaj közepére helyeztem 1-1 micéliummal átszött korongot. A Petri-csészéket 6 különböző hőmérsékleten (22, 25, 28, 31, 34, 37°C) inkubáltam, 3 ismétlésben. A megfelelő hőmérsékleteket termosztátban állítottam be. A micélium növekedés időtartamát a táptalaj teljes átszövéséig mértem. Teljes átszövődésnek vettem azt, amikor a micélium szövetek elérte a Petri-csésze szélét.

Petri-csészében hőkezelt szalma szubsztrátumon

A 90 mm átmérőjű Petri-csészébe 1 cm vastagon betömörített hőkezelt szalma szubsztrátum közepébe 4 szem micéliummal átszőtt csírat tettem úgy, hogy besüllyedjen a táptalajba. A kísérletet 3 hibriddel 6 hőmérsékleten (22, 25, 28, 31, 34, 37°C), 3 ismétlésben, termosztátban állítottam be. A Petri-csészében a szalma szubsztrátum átszövődési idejét vizsgáltam. A micélium növekedés időtartamát hőkezelt szalma szubsztrátum teljes átszövéséig mértem. Teljes átszövődésnek vettem azt, amikor a szalma színváltozása és a micélium szövedék elérte a Petri-csésze szélét.

1000 g tömegű zsákos hőkezelt szalma szubsztrátumon

A hőkezelt szalmát a laboratóriumban előállított szemcsírával (3 m/m%) csíráztam be, majd 1000 g tömegű zsákokba töltöttem. A kísérletet mindhárom hibriddel (HK35, 357, P70) elvégeztem, az inkubációs hőmérsékletet 22-37°C közötti hőmérsékleten, 3°C-onként állítottam be, 4 ismétlésben. A szubsztrátumot megfelelő hőmérsékletű termosztátokban helyeztem el. A micélium növekedés időtartamát hőkezelt szalma szubsztrátum teljes átszövéséig mértem. Teljes átszövődésnek vettem azt, amikor a szalma színváltozása és a micélium szövedék megerősödése a teljes zsákban egyenletesen megtörtént.

Ennél a kísérleti beállításnál vizsgáltam a terméseredményeket is. Az inkubáció befejezése után a micéliummal átszőtt zsákokat pincében helyeztem el. A termesztés során 16-18°C-ot, 80-90% relatív páratartalmat és 300 Lux napi 8 óra fényt biztosítottam.

3.2.4. AZ ÁTSZÖVETÉS IDŐTARTAMÁNAK HATÁSA A TERMÉSHOZAMRA

A kísérletben a gombacsírat (HK35, 357, P70) a hőkezelt szalma szubsztrátumhoz (3 m/m%) géppel kevertem és becsírázott táptalajt préselt blokkokba (22 kg/blokk) töltöttem (12. ábra). A kísérlethez elkészített táptalajt közel azonos méretű és klímaviszonyú termesztő sátrokban helyeztem el (13. ábra). Inkubáció során 2-2 db táptalaj blokkot 4 ismétlésben különböző időtartamon keresztül (14, 17, 20, 23, 26 és 29 nap) 28°C maghőmérsékleten (táptalaj közepén mért hőmérséklet) tartottam. Az adott inkubációs időtartam leteltét követően a levegő hőmérsékletét 16°C-ra csökkentettem, 80-90% relatív páratartalmat és 300 Lux napi 8 óra időtartamban fényt biztosítottam. Az inkubációs idő hosszának a terméshozamra gyakorolt hatását vizsgáltam.



12. ábra: 22 kg-os préselt blokkos hőkezelt szalma szubsztrátum



13. ábra: A 22 kg-os préselt blokkos szubsztrátumok elhelyezése a termesztő berendezésben

3.2.5. A TERMŐREFORDÍTÁSI ÉS TERMESZTÉSI HŐMÉRSÉKLET VIZSGÁLATA

A kísérlet során a különböző termőrefordítási és termesztési hőmérsékletek terméshozamra gyakorolt hatását vizsgáltam. A kísérlethez 22 kg/blokk tömegű préselt blokkos hőkezelt szalma táptalajt használtam (3.2.4. fejezet). A termesztési táptalajokat négy különböző módon szövettem át (két hőmérséklet: 25 és 28°C és 14 és 17 nap időtartam kombinációi).

A termőrefordításhoz és termesztéshez öt hőmérsékleti értéket vizsgáltam: 13, 16, 19, 22, 25°C. Három ismétléssel állítottam be a vizsgálatokat. Az átszövetést és a termesztést hőszigetelt, klimatizált műanyag termesztő sátrakban végeztem a 3.2.4-ben leírt módon (12. és 13. ábra). A kezelések terméshozamra gyakorolt hatását vizsgáltam.

3.2.6. A TÁPKÖZEG KÉMHAATÁSÁNAK VÁLTOZÁSA A MICÉLIUM NÖVEKEDÉSE SORÁN

Az inkubáció első 10 napjában (amíg megtörténik a táptalaj teljes színváltozása) minden második nap kivettem 12 g alapanyagmintát mindkét hőmérsékletnél 3-3 alapanyag blokkból (mindig ugyanazokból). A mintákat 30 ml 0,1 M KCl oldatban áztattam 2 órán keresztül, majd a leszűrt oldat pH-ját mértem.

3.2.7. A TERMŐTEST KALAPRÉSZE NEVEKEDÉSÉT BEFOLYÁSOLÓ KÖRNYEZETI PARAMÉTEREK VIZSGÁLATA

A környezeti tényezők vizsgálata PHYTOMONITOR műszerrel történt (14. ábra). Ez a műszer a gombakalapra rögzíthető, és regisztrálja a gombakalap növekedését, a termesztési alapanyag hőmérsékletét, a levegő páratartalmát és a levegő hőmérsékletét. A kísérlet célja volt a különböző hőmérsékletek és a relatív páratartalom hatásának vizsgálata a gombakalap növekedésére és a terméshozamra. A műszert Izraelben fejlesztették ki, alkalmas bizonyos növényi paraméterek és a környezeti tényezők egyidejű mérésére és regisztrálására. A gombavizsgálatoknál a gombakalap növekedésének mérése mellett mértem és regisztráltam az alapanyag hőmérsékletét a felszíntől kb. 10 cm-es mélységben, a levegő relatív páratartalmát és a léghőmérsékletet.

A vizsgálatokat fűtött fóliás berendezésben, valamint pincében végeztem. A kalap növekedését a műszer adottságai miatt kb. 3 cm-es kalapmérettől kb. 9-10 cm-ig tudtam mérni. Ez a tartomány a gomba eladhatóságának szempontjából ideálisnak tekinthető.

A méréseket HK35-ös hibriddel végeztem, a vizsgálathoz 22 kg-os préselt blokkos hőkezelt szalmából készült táptalajt használtam.



14. ábra: A kalapnövekedés mérése a Phytomonitor műszerrel

3.2.8. A KAPOTT MÉRÉSI ADATOK MATEMATIKAI STATISZTIKAI MÓDSZEREKKEL VALÓ ELEMZÉSE

A vizsgálati eredmények elsődleges feldolgozását Microsoft Excel 2007 program segítségével végeztem. Az adatok statisztikai elemzését SPSS (11.5 változat) elemző programmal végeztem. A kezelések terméshozamra gyakorolt hatásának vizsgálatában a kezelések között statisztikailag is igazolható (szignifikáns) különbség meghatározására egytényezős teljes véletlen elrendezésű varianciaanalízist végeztem (Sváb,1973). A mezőgazdasági kutatásban a nemzetközi szokás alapján a statisztikai döntés valószínűségi szintjét $P=5\%$ határoztam meg. A kezelések szignifikáns különbözőségének megállapításához megadtam a szignifikáns differencia értékét ($SzD_{5\%}$).

Egyes adatsorokat regresszió analízissel is feldolgoztam. A tendenciák szemléltetéséhez másodfokú polinom függvényillesztést alkalmaztam, az illesztett függvény alapján kiszámítottam a maximális hozamhoz tartozó értékeket.

3.3. *Beteg laskagombából izolált baktériumok szaporodását befolyásoló néhány környezeti tényező vizsgálata*

3.3.1. A LASKAGOMBA TENYÉSZETEKBŐL *PSEUDOMONAS* BAKTÉRIUMOK IZOLÁLÁSA ÉS FLUORESZKÁLÓ JELLEG SZERINTI CSOPORTOSÍTÁSA

A *Pseudomonas* baktériumok izolálása *Pseudomonas* szelektív táptalaj segítségével történt, mely szelektivitását egyrészt az SLS-nek (sodium laurosyl sarcosine) és a trimetoprimnek köszönheti, melyek megakadályozzák a Gram-pozitív baktériumok növekedését. Másrészt a hozzáadott ozmotikumok (glicerol, szacharóz) és az alkalmazott nitrogénforrás (casamino acids) mellett csak a *Pseudomonas*-ok képesek növekedni (Gould *et al.*, 1985). Az izolátumok Pilze-Nagy Kft. laskagomba termesztésében talált beteg laskagombából és a vele kapcsolatban lévő átszövetett táptalajból származnak.

A szelektív táptalaj előnye, hogy a rajta kinőtt telepek nagy pontossággal a *Pseudomonas* nemzetséghez tartoznak. Az izolálást fertőzött laskagombából (HK35 és P70 hibridek), termesztési táptalajból végeztem. A fertőzött gombatestet végighúzva a *Pseudomonas* szelektív (S-1) táplemezen erős fertőzés esetén 24 órán belül jelentkeztek a baktérium telepek. A termesztési táptalaj mintákat vízben szuszpendáltam, átszűrtem műanyag szűrőlapon, majd az átfolyó, szalmamentes levet millipore szűrőn töményítettem, és a szűrőn fennmaradó masszából végeztem el a szélesztést.

Az izolálást követő lépés a tiszta tenyészet létrehozása volt. Tízes léptékű hígítási sornak, melynek kiindulási OD₆₂₀ értéke 0,1 volt, ötödik és hatodik lépcsőjéből 50 µl szélesztése után elkülönült telepeket kaptam, melyek már egy sejt eredetűek voltak.

Az immáron tiszta tenyészeteknél elvégezhető a fluoreszcencia vizsgálat. A törzsek fluoreszkáló festékanyag termelésének kimutatását 365 nanométeres UV fényben végeztem, a már említett S-1-es táptalajon. Az eredmény az izolátumok azonosítása, besorolása szempontjából fontos.

S-1 szelektív táptalaj (Gould *et al.*, 1985):

- 1,0% szacharóz
- 1,0% glicerol
- 0,5% casamino acids
- 0,1% NaHCO₃
- 0,1% MgSO₄
- 0,23% K₂HPO₄
- 0,12% SLS (sodium laurosyl sarcosine)
- 0,004% trimetoprim
- 1,8% agar

3.3.2. NÉHÁNY KÖRNYEZETI TÉNYEZŐ HATÁSÁNAK VIZSGÁLATA AZ IZOLÁLT A *PSEUDOMONAS* FAJOK SZAPORODÁSÁRA

Az izolátumok fajszintű azonosítását a Szegedi Tudományegyetem TTIK Mikrobiológiai Tanszékén végezték el biokémiai jellegük alapján, valamint molekuláris biológiai módszerek alkalmazásával (Nagy *et al.*, 2008b). Az eredmények alapján az izolátumokat 7 csoportba rendezték. Mind a biokémiai adottságok, mind a molekuláris biológiai tesztek alapján a 7 csoport egy-egy fajt jelöl (4. táblázat). A további vizsgálatok céljára minden csoportból random módon kiválasztottam egy-egy reprezentáns izolátumot (a 4. táblázatban kiemeltem az azonosító számukat), és ökoфизиológiai vizsgálatokat már csak a kiválasztott izolátumokkal végeztem el. A vizsgált izolátumok számának csökkentésére az izolátumok nagyságrendje (44 db) miatt volt szükség.

4. táblázat: Az izolátumok csoportosítása a fajszintű azonosítás alapján

<i>Izolátumok</i>	<i>Faj</i>
I. csoport: 9, 10, 13, 14, 55	<i>P. putida</i>
II. csoport: 54	<i>P. synxantha</i>
III. csoport: 3	<i>P. mucidolens</i>
IV. csoport: 56	<i>P. mandelii</i>
V. csoport: 12, 19	<i>P. fluorescens</i> biovar. I.
VI. csoport: 44, 45	<i>P. tolaasii</i>
VII. csoport: 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 11, 15, 16, 17, 18, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 57, 58, 59, 60	<i>P. fluorescens</i> biovar. V.

3.3.2.1. A SZAPORODÁS PH FÜGGÉSÉNEK VIZSGÁLATA

Az adott pH értékeket citromsav, illetve dinátrium-hidrogén-foszfát megfelelő arányával állítottam be, folyadékkultúrák tenyészetben, mely 0,2% glükóz és 0,2% élesztőkivonatot tartalmazott.

A törzsoldat: 0,2 M Na₂HPO₄·2H₂O

B törzsoldat: 0,1 M citromsav·H₂O

Dupla töménységben mértem össze (0,4 ill. 0,2 M) ezt öntöm hozzá az előre sterilizett szintén dupla tömény (0,4% élesztőkivonatot, 0,4% glükóz) tápoldathoz, így mindegyik kétszeresére hígul. Az alkalmazott törzsoldatok nem alkalmasak 8-nál magasabb pH előállítására, ezért a szaporodás vizsgálat felső határa a 8-as pH.

A pH értékek kialakítása:

2: 2ml A-ból, 98 ml a B-ből

4: 38,5 ml A-ból, 61,5 ml B-ből

6: 63,1 ml A-ból, 36,9 ml B-ből

8: 97,2 ml A-ból, 2,8 ml B-ből

A leoltást 10 μ l tömény sejtszuszpenzióval végeztem három ismételéssel, majd két nap inkubációt (25°C-on) követően mértem spektrofotométerrel az optikai denzitást 620 nanométeren. A kapott abszorbancia értékeket ábrázoltam.

3.3.2.2. *A SZAPORODÁS HŐMÉRSÉKLET FÜGGÉSÉNEK VIZSGÁLATA*

Az előbbihez hasonló módon, azaz folyadékkultúrák tenyésztet alkalmazva végeztem a kísérletet (0,2% glükóz és 0,2% élesztőkivonat, pH 6,5), a két napos inkubáció különböző hőmérsékleteken, azaz 5, 10, 20, 30, illetve 40°C -on történt, három ismételéssel. A növekedés mértékének megállapításához szintén az optikai denzitást mértem, 620 nanométeren.

3.3.2.3. *A SÓ-TŰRÉS VIZSGÁLATA*

A mikroorganizmusok számára a víz nemcsak a belső környezet egyik legfontosabb összetevője, hanem feltétlenül szükséges környezeti tényező is. A belső és a külső víztér közti egyensúly fenntartását a sejtmembrán aktív és passzív transzportfolyamatok révén biztosítja. Lényeges szempont, hogy a mikroorganizmusok csak a kémiaiilag szabad vizet tudják hasznosítani, a vegyületekben kötött nem. Az ozmótikus nyomás a vizek sótartalmával függ össze, hatással van a mikrobiális életre.

A só-tűrés mérését különböző koncentrációban nátrium-kloridot tartalmazó tápoldatban végeztem (tápoldat: 0,2% glükóz és 0,2% élesztőkivonat, pH 6,5, valamint NaCl 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 és 10% koncentrációban), három ismételéssel. A leoltás után két nap inkubációt (25°C-on) követően mértem az optikai denzitást 620 nanométeren.

3.3.2.4. *A RÉZION ÉRZÉKENYSÉGÉNEK VIZSGÁLATA*

A vizsgált fajok rézion-tűrés vizsgálatára 0,2% glükózt, 0,2% élesztőkivonatot tartalmazó tápoldatban (pH 6,5) került sor, amelyhez különböző koncentrációban adtam CuSO₄-et (20, 40, 60, 80 és 100 μ g/ml CuSO₄). Az inkubáció 25 °C-on történt három ismételéssel, az optikai denzitást (620 nanométeren) a második napon mértem.

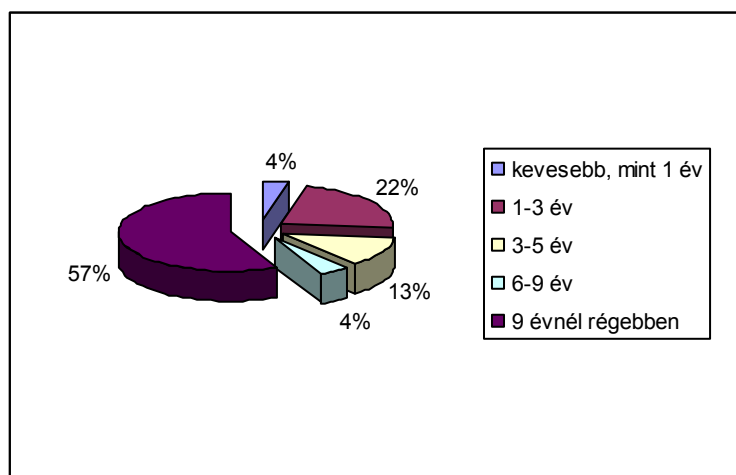
4. EREDMÉNYEK

4.1. A Dél-Alföldi régió laskagomba termesztésének aktuális helyzete

4.1.1. ÁLTALÁNOS ADATOK

Mióta foglalkozik gombatermesztéssel? c. kérdésre adott válaszok:

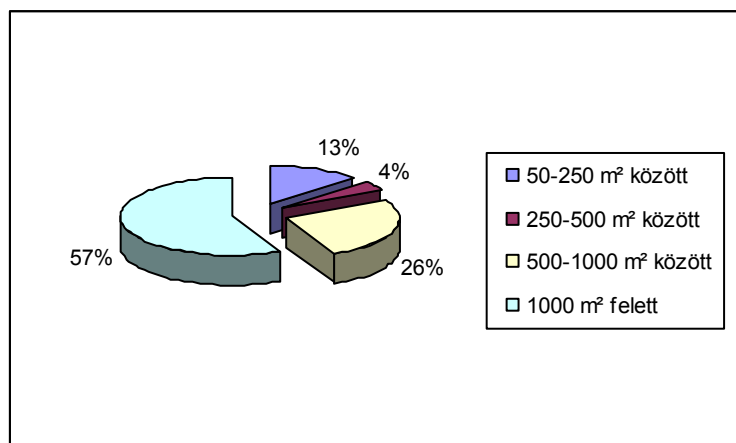
A megkérdezett termesztők több mint fele (57%) régóta, több mint 9 éve foglalkozik a laskagomba termesztéssel. Az új termesztők aránya, akik három évnél nem régebben foglalkoznak gombatermesztéssel, 26 % volt (22%+4%). A gombatermesztők 13%-a 3-5 év között, míg 4%-a 6-9 év között jelezte a laskagomba termesztésben eltöltött időt (15. ábra).



15. ábra: A termesztők megoszlása a gombatermesztésben eltöltött idő alapján

Hány m²-en termeszt gombát? c. kérdésre adott válaszok:

Az összes vizsgált üzem több mint a fele (57 %) 1000 m²-nél nagyobb felületen termeszt. A nagy felületen termesztő üzemek közel 85 %-a régi termesztő, és 15 %-a új üzem. További 6 üzem (26%) 500-1000 m² közötti felületen termeszt. 500 m² alatti felületen csak 4 üzem foglalkozik laskagomba termesztéssel (16. ábra).



16. ábra: Gomba termesztő felület nagyság szerinti megoszlása

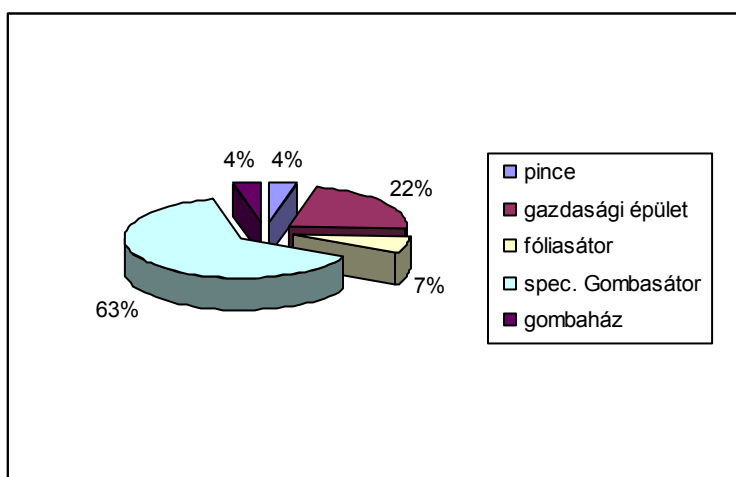
Mikor termeszt gombát? c. kérdésre adott válaszok:

A megkérdezettek egy kivétellel egész évben termesztik a laskagombát. Csak egy üzem nem képes a folyamatos termelésre, mivel a termesztőberendezés nincs fűtéssel ellátva.

4.1.2. A TERMESZTŐ BERENDEZÉSEL KAPCSOLATOS KÉRDÉSEK EREDMÉNYE

Milyen termesztő-berendezésben termeszt gombát? c. kérdésre adott válaszok:

A huszonhárom üzem sokféle berendezést alkalmaz termesztés céljára. Legtöbbször (63%) szigetelt fóliasátorban termelnek. Jelentős arányt képviselnek azok is, akik (22%) a termesztéshez különféle gazdasági épületeket (elsősorban istállókat) használnak.



17. ábra: Eltérő típusú termesztő létesítmények aránya

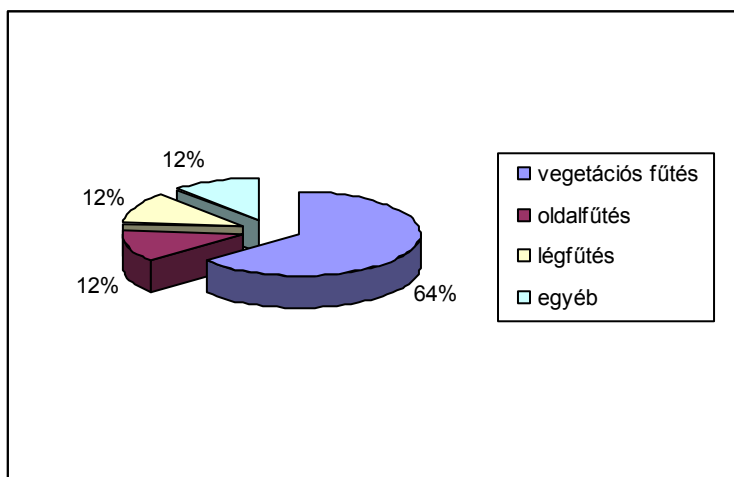
Speciális gombaházat egy üzemben találtam, valamint egy gazdálkodó pincében foglalkozik laskagomba termesztéssel (17. ábra).

Hogyan helyezi el az alapanyagot? c. kérdésre adott válaszok:

Mindösszesen 2 üzem volt, ahol a berendezés egy részében, két szinten, polcokon helyezték el a szubsztrátumot. Az összes többi üzemben a zsákokat vagy a blokkokat a földön helyezték el.

Rendelkezik-e fűtéssel? c. kérdésre adott válaszok:

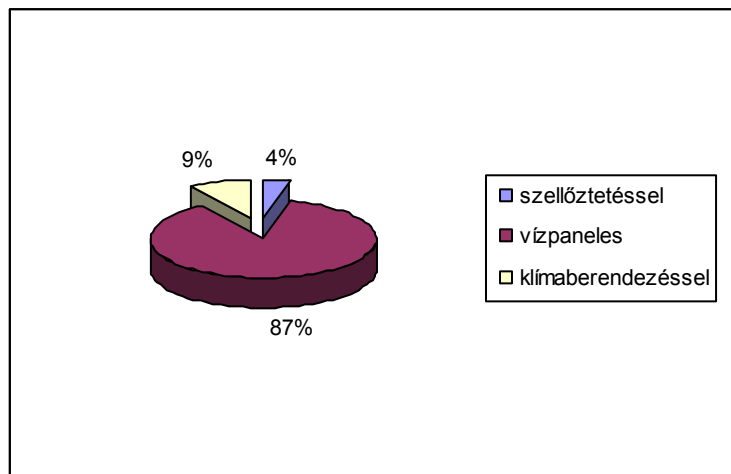
A 23 termesztő közül 22 fűt, csak egy kis termesztő nem rendelkezett fűtő berendezéssel. A megkérdezetteknek a legjellemzőbb fűtési változat (64% a termesztőknek) a földre fektetett melegvizes fűtési mód (vegetációs fűtés) volt. Az egyéb fűtési mód infrafűtést jelenti, három termesztőnél találtam ilyet. Az oldalfűtés csak kiegészítő fűtést képvisel, ezt alkalmazza három üzem. A légfűtést viszont önmagában alkalmazzák, három termesztő használja ezt a fűtési módot (18. ábra).



18. ábra: Különféle fűtési módok megoszlása

Rendelkezik-e hűtéssel? c. kérdésre adott válaszok:

A termesztő berendezések hűtésére szinte minden megkérdezett üzemben hasonló berendezést használnak, az un. vízpanelos hűtést. Ez a berendezés jelentősen nem képes lehűteni a külső levegőt, maximum hűtőtéljesítménye 8-9°C. Két, nagy felületen termesztő üzemben próbálkoznak klímaberendezéssel, ott 1-1 sátrat szereltek fel így. Egy termesztőnél pedig csak gravitációs, természetes szellőztetés található (19. ábra).



19. ábra: Hűtési módok megoszlása az egyes üzemekben

Hogyan párasít? c. kérdésre adott válaszok:

A leggyakrabban alkalmazott párasítási mód a vízpaneelen történő párasítás, szellőztetés és hűtés. Ilyen berendezés 23-ból 21 üzemben található. Sokan e mellett élnek a padló locsolással (14 üzem), néhányan szórófejeket is alkalmaznak a legnagyobb melegek idején (9 üzem). Az a három üzem, ahol légbefúvásos fűtést alkalmaznak ott a befúvó cső elején építettek be szórófejet és így is párasítanak.

Hogyan szellőztet? c. kérdésre adott válaszok:

A termőidőszakban a CO₂ szint szabályozását oldják meg szellőztetéssel. Húsz üzem alkalmaz átszívó ventillátort, amely általában talaj közelében van elhelyezve. Mindösszesen három üzemben alkalmaznak gravitációs szellőztetést, ahol a termesztő berendezések viszonylag kisméretűek.

Szellőztetés szabályozása hogyan történik? c. kérdésre adott válaszok:

A válaszadók kisebbik részénél - a hat üzemben - a szellőztetés nem automatizált, kézi kapcsolással indítják és szabályozzák. A másik csoport (74 %) valamilyen automatizált vezérléssel rendelkezik, azonban az automatizáltság is többféle. Időkapcsoló az alap, e mellett négy termesztőnél hőmérséklet kapcsolóval kombinálják, és mindösszesen egy termesztőnél található CO₂ szenzorral kombinált vezérlés. A csak időkapcsolós vezérlés azonban nem képes figyelembe venni sem a külső időváltozásokat, sem a belső hőmérsékleti viszonyokat, ezért ezzel a szabályozási móddal az emberi felügyelet nem csökkenthető.

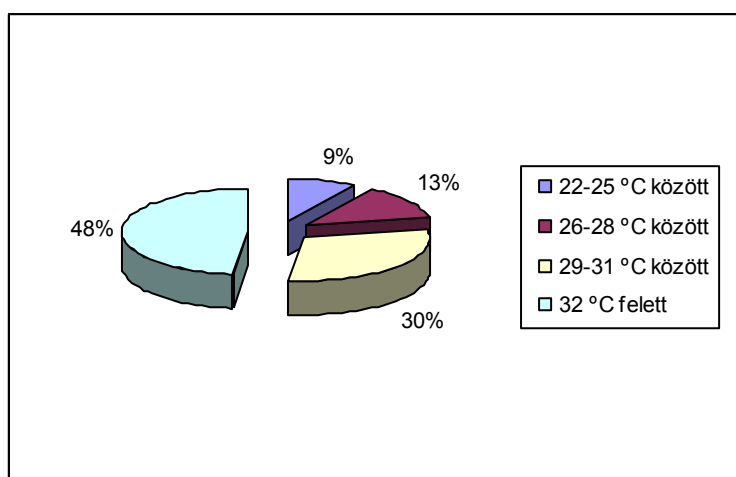
4.1.3. A TERMESZTÉSTECHNOLÓGIÁVAL KAPCSOLATOS KÉRDÉSEK EREDMÉNYE

Méri-e a gombazsák hőmérsékletét az átszövetés ideje alatt? c. kérdésre adott válaszok:

Minden megkérdezett naponta egyszer legalább méri a táptalaj hőmérsékletét, 78%-uk naponta többször is. Az alkalmazott hőmérők pontossága elég változatos, és nem minden esetben megbízhatóak. A mérés technikája további pontatlanságokat rejt, hiszen sokan mindig ugyanazt az 1-2 zsákot mérik, vagyis a mérés nem tekinthető reprezentatívnak.

Mekkora a jellemző maximum hőmérséklet a gombazsákban az átszövetés ideje alatt? c. kérdésre adott válaszok:

A megkérdezettek körében az erre a kérdésre adott válaszok elég nagy szóródást mutatnak. A megkérdezettek 9%-a 22-25°C-ot tart a termesztőközegben az átszövetés alatt. A termesztők közel fele (48%) 32°C felett végzik az átszövetést, sőt akár a 35-36°C-ot is eléri a maghőmérséklet. A termesztők egy másik jelentős csoportja (30%+13%) azonban 26-31°C között tartja a szubsztrátum hőmérsékletét az átszövetés időszakában (20. ábra).

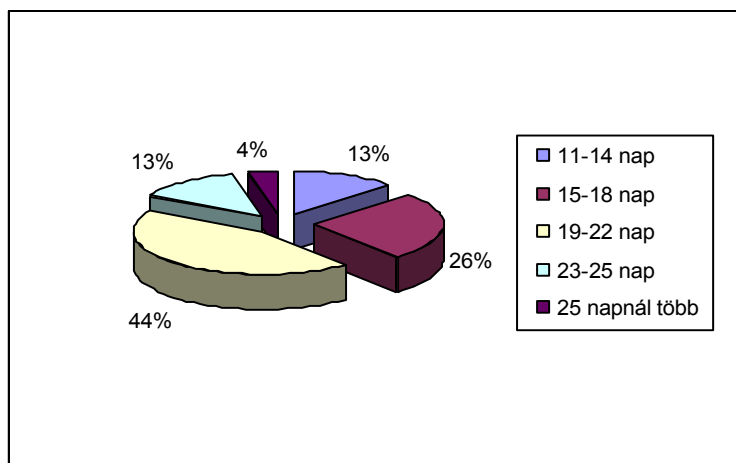


20. ábra: Átszövetés ideje alatti maximum hőmérséklet szerinti megoszlás

Jellemzően hány napig tart az átszövetés? c. kérdésre adott válaszok:

Erre a kérdésre volt talán a legnehezebb válaszolnia a megkérdezetteknek, mert a legtöbb laskagomba termesztő nem figyeli meg az átszövetés időtartamát. Az időintervallumok meghatározása segítséget jelentett a számukra. A kapott eredmények ezek alapján alakultak ki. A kérdőívben 11-14 nap, 15-18 nap, 19-22 nap, 23-25 nap és 25 nap feletti intervallumok voltak megadva, és valamennyire érkezett pozitív válasz.

A 19-22 napos időtartamra közel fele (44 %) válasz érkezett és majdnem egyforma mennyiségű válasz volt ennél rövidebb, illetve ennél hosszabb időtartamra is. Ez közel áll a normál eloszláshoz (21. ábra).



21. ábra: Az átszövetés időtartamának megoszlása üzemenként

Milyen körülményeket szokott biztosítani a termőre fordulástól a termőhullám végéig? c. kérdésre adott válaszok:

A gombatermesztők meglehetősen eltérő körülmények mellett termesztik a laskagombát, ezért ebben az esetben nyílt végű kérdéseket alkalmaztam. A főkérdésen belül négy féle abiotikus környezeti tényezőre kérdeztem rá:

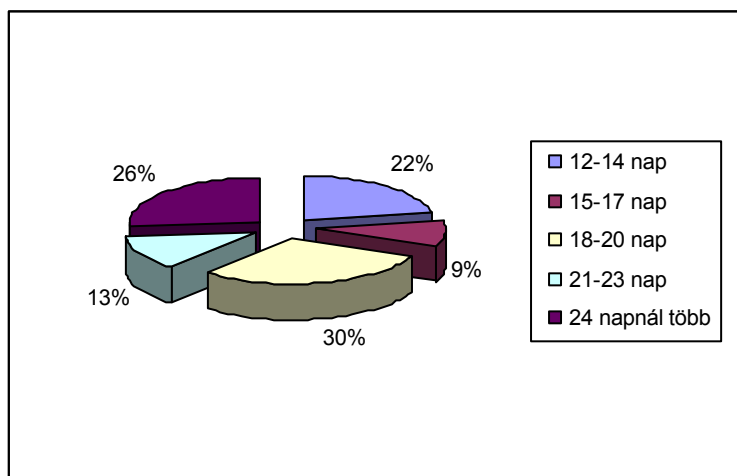
Levegő hőmérséklet: A termesztők döntő többsége két értéket adott meg, külön téli- és külön nyári időszakokra. Télen általában a 10-12°C léghőmérsékletet igyekeztek tartani, mivel a fűtési energiaköltség nagyon magas. A nyári időszakban a 18-25°C közötti termesztési hőmérséklet sem ritka, persze ezzel párosul egy 30°C, vagy e feletti külső hőmérséklet. A páratartalom esetében elég egységes volt a válasz 75-90 % között, nyáron az alacsonyabb, télen a magasabb érték a jellemzőbb.

A fényt a termesztők kb. egyharmada természetes megvilágítással biztosítja. Az üzemek kétharmadában viszont mesterséges pótvilágítás biztosítja a gomba fejlődéséhez szükséges fényigényt.

A CO₂ szabályozás csak egy üzemben lehetséges mérés alapján, így erre a kérdésre a többi megkérdezett érdemi választ nem tudott adni.

Mikor jelenik meg a második hullám az első hullám megjelenésétől számítva? c. kérdésre adott válaszok:

A válaszolók közel harmada az első termőhullám vége után 18-20 nappal kezdi szedni a második termőhullámot. A termesztők negyede 24 napnál is hosszabb ideig vár a második termőhullám megjelenésére, ehhez majdnem hasonló arányban (22%) vannak azok az üzemek, ahol a két termőhullám között minimális 12-14 nap telik el (22. ábra). Az is igaz ugyanakkor, hogy sok termesztőnek nehézséget jelent a termőhullámok közötti idő megállapítása, éppen ezért voltak olyanok, akik hozzávetőleges adatokat adtak meg.



22. ábra: A második hullám megjelenésig eltelt idő megoszlása

4.1.4. GAZDASÁGI KÉRDÉSEK EREDMÉNYE

A gombatermesztéssel, mint főtevékenységgel foglalkozik-e? c. kérdésre adott válaszok:

A megkérdezettek által adott válaszok két csoportra oszthatók. Öt termesztő csak jövedelemkiegészítésnek tekinti a laskagomba termesztést, míg a vizsgált üzemek többsége, 18 üzem, fő megélhetési forrásként jelölte meg a laskagomba termesztést.

Elégedettek-e a gombatermesztésből származó jövedelemmel? c. kérdésre adott válaszok:

Nyolc üzem (34,8 %) elfogadhatónak tartja a laskagomba termesztés eltartó képességét, míg egy termelő egyértelműen megtalálta a számítását a laskagomba termesztésben. Közel fele (43,5 %) állítja, hogy lehetne jobb is. Összesen egy termelő mondta, hogy nem éri meg és gondolkodik azon, hogy abbahagyja a gombatermesztést.

Honnan vásárolja az alapanyagot? c. kérdésre adott válaszok:

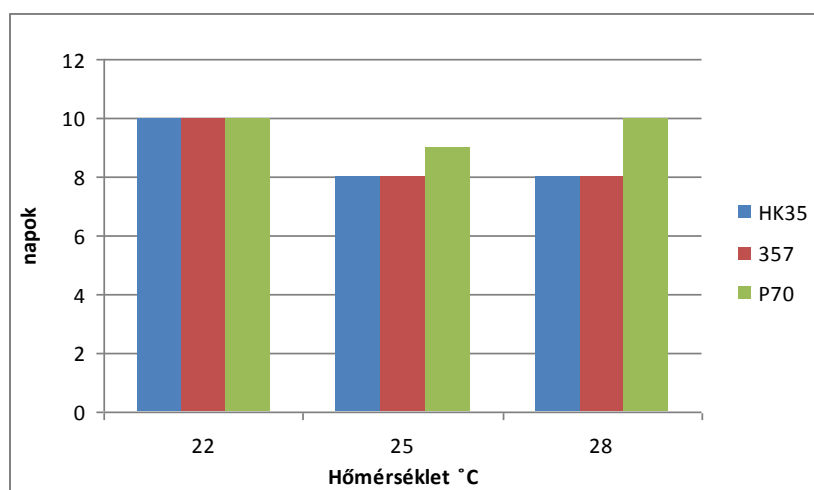
A megkérdezett a termesztők jelentős mértékben (84 %) csak termesztéssel foglalkoznak, saját alapanyag előállításuk nincsen. Hat olyan termesztő van, aki alapanyagot is előállít, ebből kettő üzem nevezhető valóban professzionális alapanyag-előállítónak. Ez a két üzem az előállított alapanyag nagyobbik hányadát eladja. A fennmaradó négy üzem elsősorban saját célra készít alapanyagot.

4.2. A vizsgált abiotikus környezeti tényezők hatása a laskagomba hibridek micélium növekedésére, a termőtestképzésre és a termőtest növekedésére

4.2.1. AZ ÁTSZÖVETÉSI HŐMÉRSÉKLET HATÁSA A LASKAGOMBA HIBRIDEK MICÉLIUM NÖVEKEDÉSÉRE ÉS A TERMÉSHOZAMRA

Petri-csészében maláta agaron

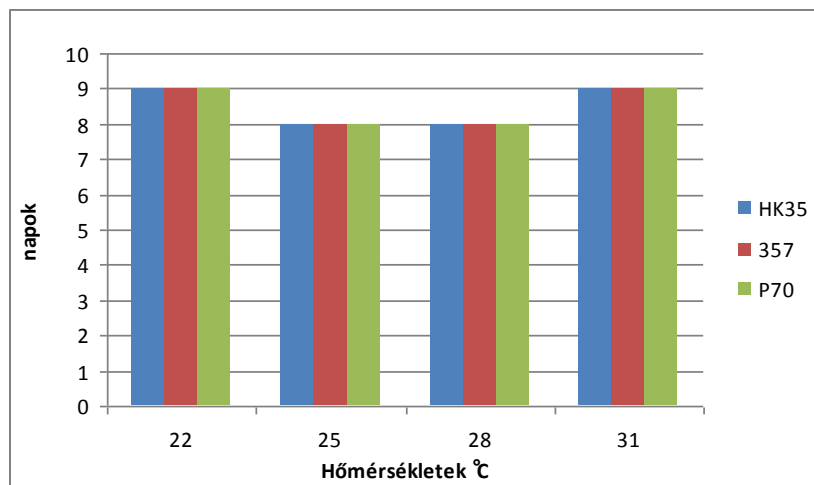
A vizsgált hibridek micéliuma leggyorsabban 25 és a 28°C-on növekedett. Az HK35 és a 357 hibridek micéliuma azonos idő alatt szőtte át a táptalajt 25 és 28°C-on (8 nap), míg a P70 hibrid valamivel lassúbb (9-10 nap) növekedést mutatott. 22°C-on mind a 3 hibrid egyszerre szőtte át a maláta-agar táptalajt. 31°C-on az oltókorongtól mérve kb. 3 cm, 34°C-on 1-2 cm szövődésként volt észlelhető mind a három hibridnél az oltástól számított 12. napon. 37°C-on a kísérletben szereplő hibridek közül egyik micéliuma sem indult meg, ezért ezeket a hőmérsékleteken kapott eredményeket nem szerepeltettem a 23. ábrán. A három vizsgált hibrid átszövődésének idejét 22-25-28°C-on 23. ábra szemlélteti. Az ismétlések értékei között különbség nem volt.



23. ábra: Laskagomba hibridek micélium növekedése különböző hőmérsékleten (Petri-csésze maláta-agar)

Petri-csészében hőkezelt szalma szubsztrátumon

A hőkezelt szalma szubsztrátum esetében 25 és 28°C-on 8 nap alatt, 22 és 31°C-on 9 nap alatt futott ki a micélium a Petri-csésze széléig mind a három hibridnél (24. és 25. ábrák). 34°C-on 1-2 cm szövődésként volt észlelhető, míg 37°C-on nem tapasztaltam micélium növekedést egyik hibrid esetében sem, ezért a 34 és 37°C-on kapott eredményeket nem ábrázoltam. Az ismétlések értékei között eltérés nem volt.



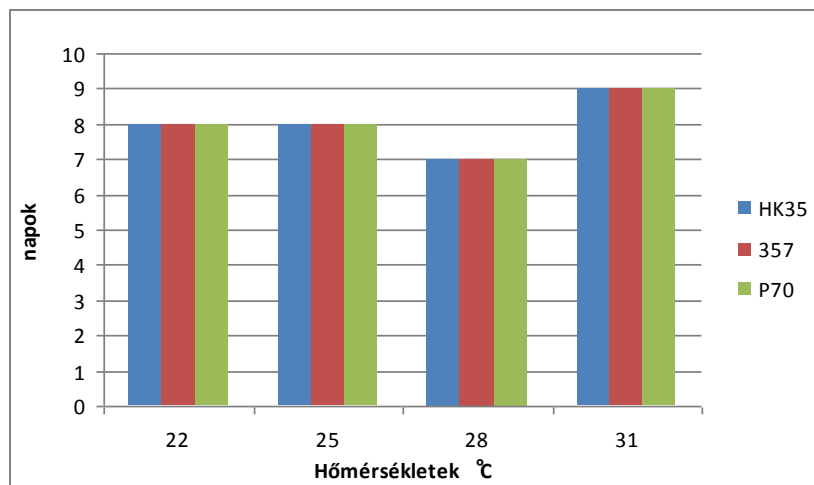
24. ábra: A teljes átszövődéig eltelt idő Petri-csésze szalma táptalajon



25. ábra: Laskagomba hibridek micélium növekedése Petri-csészén szalma táptalajon

1000 g tömegű zsákos hőkezelt szalma szubsztrátumon

Az 1000 g-os zsákos kísérletnél mindhárom hibrid micéliumnövekedése egyformán reagált a hőmérséklet változására (26., 27., 28. és 29. ábrák). A micélium leggyorsabban 28°C-on (7 nap), a leglassabban 31°C-on (9 nap) növekedett, 34 és 37°C gátolta a micélium növekedését, ezért ezeket a hőmérsékleteket nem ábrázoltam. Az ismételtek értékei között eltérés nem volt.



26. ábra: Laskagomba hibridek átszövődésének ideje eltérő hőmérsékleten 1000 g-os zsákban



27. ábra: 1000g-zsákos kísérletek (HK35)



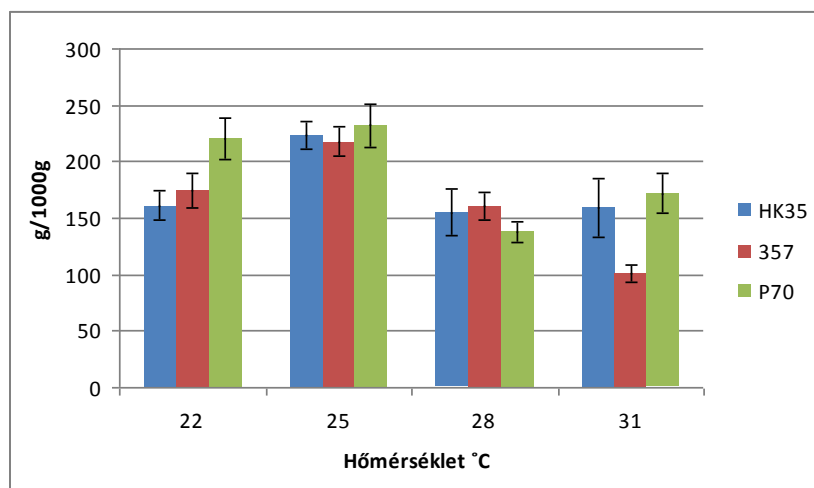
28. ábra: 1000 g-os zsákos kísérletek (357)



29. ábra: 1000 g-os zsákos kísérletek (P70)

Terméshozam

A különböző hőmérsékleten átszövődött zsákos táptalajok termőre fordítását követően az első szedés a csírázástól számítva a 30. napon következett be. A hibridek terméshozamát (4 ismétlés átlagát) a 30. ábra szemlélteti, a termésmennyiségeket g/1000g szubsztrátum mértékegységben adtam meg.



30. ábra: Különböző hőmérsékleten átszövetett laskagomba hibridek terméshozama

A kísérleti eredményekből általánosságban megállapítható, hogy mindhárom hibrid esetében a 25°C-os átszövetési hőmérséklet eredményezte a legjobb hozamot, míg a 28°C inkubáció hatására a terméshozam 25-30%-kal elmaradt ettől, miközben mindhárom hibrid micéliumnövekedése 28°C-on volt a leggyorsabb (26. ábra).

Varianciaanalízissel megvizsgáltam külön-külön mindhárom hibridnél, hogy a meghatározott átszövetési hőmérséklet kezelések eredményei közötti különbség 95%-os valószínűségi szintet figyelembe véve szignifikáns-e.

5. táblázat: HK35 hibrid átszövetési hőmérséklet kísérlet variancia táblázata

Inkubációs hőmérséklet(°C)	Kezelések átlaga (g/1000g)
22	160,8
25	223,3
28	154,8
31	159,5
	SzD 5%=36,78

A HK35 hibridnél szignifikánsan a legjobb terméseredményt a 25°C-on való átszövés tapasztaltam (5. táblázat), 25%-kal több gomba termett, mint a többi kezelés esetében. A 22, 28 és 31°C-on való átszövetéshez tartozó eredmények lényegében nem különböznek egymástól (az értékkülönbség hibahatáron belül volt).

6. táblázat: 357 hibrid átszövetési hőmérséklet kísérlet variancia táblázata

<i>Inkubációs hőmérséklet (°C)</i>	<i>Kezelések átlaga (g/1000g)</i>
22	174
25	218,23
28	161
31	101,5
	SzD 5%=20,69

A 357-es hibrid a legjobb terméseredményt szignifikánsan a 25°C-on való átszövetésnél adta. A 22 és 28°C-os kezelések eredménye között szignifikánsan kimutatható különbség nem volt. A 31°C inkubációs hőmérséklet viszont szignifikánsan kedvezőtlen hatású, hiszen a 25°C-os inkubációhoz képest több mint 50%-kal csökken a hozam (6. táblázat).

7. táblázat: P70 hibrid átszövetési hőmérséklet kísérlet variancia táblázata

<i>Inkubációs hőmérséklet (°C)</i>	<i>Kezelések átlaga (g/1000g)</i>
22	220,5
25	232,25
28	138
31	172,2
	SzD 5%=51,94

A P70-es hibrid alacsonyabb inkubációs hőmérsékletnél 22°C-nál, illetve 25°C-on is egyaránt jó terméseredményt adott (statisztikailag a köztük lévő különbség nem a kezelésekből adódik), míg a 28 és 31°C-os kezelés terméseredménye jelentősen elmarad a másik két kezeléstől, azonban az értékkülönbség csak a 28°C-os kezelésnél szignifikáns (7. táblázat).

A terméshozam kísérlet beállítása (a termőzsákok) 31. és 32. ábrán láthatóak.



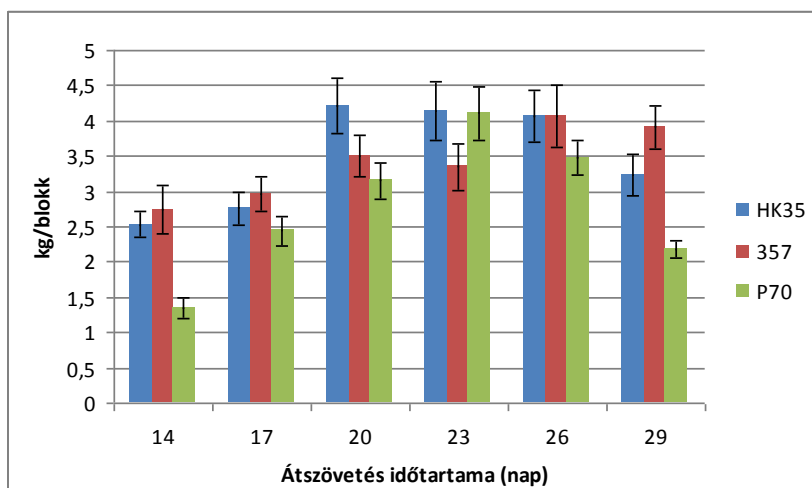
31. ábra: Termőtestek megjelenése az 1000g-os zsákokon



32. ábra: Termőtestek megjelenése az 1000g-os zsákokon

4.2.2. AZ ÁTSZÖVETÉS IDŐTARTAMÁNAK HATÁSA A TERMÉSHOZAMRA

Ebben a kísérletben az átszövetés időtartama és a terméshozamok közötti összefüggést vizsgáltam mind a három hibrid esetében. Az eredményeket a 33. ábra szemlélteti, amely természetes mérőszámban (kg/blokk) megadja az egyes kezelések átlagának értékét. 1 blokk 22 kg szubsztrátumot tartalmazott, vagyis 100 kg szubsztrátumra számítva a legjobb terméseredmények 18 kg termés/100 kg szubsztrátum, míg a legkisebb terméseredmények 10-11 kg termés/100 kg szubsztrátum értékek körül adódtak.



33. ábra: Laskagomba hibridek hozamának alakulása az átszövetési idő hatására

A vizsgált átszövetési időtartamok közül a HK35 hibridnél a 20, 23 és 26 napig tartó inkubáció közel azonos terméshozamos adott. Ez a három kezelés között figyelembe véve a P=5%-os valószínűségi szintet nincs szignifikáns különbség.

8. táblázat: HK35 hibrid átszövetési idő kísérlet variancia táblázata

<i>Inkubációs idő (nap)</i>	<i>Kezelések átlaga (kg/blokk)</i>
14	2,535
17	2,76
20	4,21
23	4,14
26	4,07
29	3,24
	SzD 5%=0,54

A rövidebb inkubációs idő hatására lényegesen kisebb termésátlagokat értem el (mintegy 40%-kal kevesebb). Az ennél hosszabb (29 nap) inkubációs idő hatására is csökkent a termésátlag mintegy 20%-kal (8. táblázat).

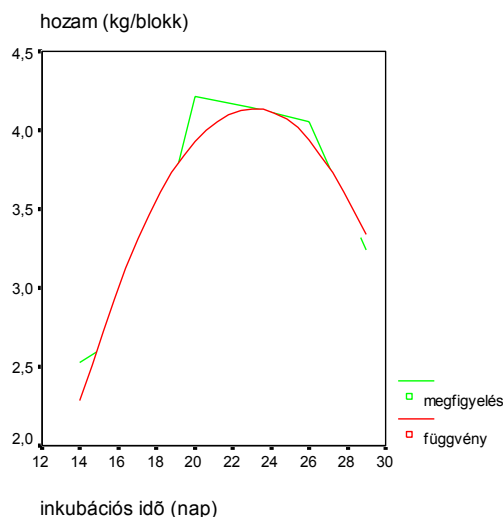
Annak érdekében, hogy meg tudjam határozni a maximális hozamhoz tartozó a számított inkubációs időtartam optimumot, regresszió analízissel parabolát illesztettem a mért értékekhez.

A regresszió alapján számított optimum

$$y = -0,0225x^2 + 1,0392x - 7,8440$$

$$R^2 = 0,833$$

A maximális hozam a számított függvény alapján 23,1 napnál 4,16 kg/blokk (34. ábra).



34. ábra: Az átszövetési idő hatása a terméshozamra (HK35 hibrid)

A 357-es hibridnél 26, ill. 29 napig tartó átszövetés eredményezte a legnagyobb hozamot. Ez az érték között, illetve a 20 és 23 napos inkubációk között nincs szignifikáns különbség $P=5\%$ valószínűségi szintet figyelembe véve (9. táblázat).

9. táblázat: A 357 hibrid átszövetési idő kísérlet variancia táblázata

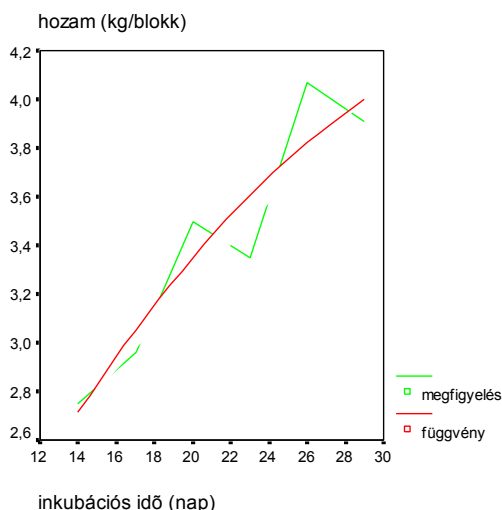
<i>Inkubációs idő (nap)</i>	<i>Kezelések átlaga (kg/blokk)</i>
14	2,75
17	2,96
20	3,50
23	3,35
26	4,07
29	3,91
	SzD5%=0,70

A legkevesebb termést a 14 napos, majd a 17 napos kezelés adta, ezek szignifikánsan különböznek a két legjobb kezeléstől. A 20 és 23 napos inkubációs idejű kezelés ugyan kevesebb hozamot adott a 26 naposnál, de ettől nem különbözik szignifikánsan (9. táblázat).

Ehhez az adatsorhoz is illesztettem másodfokú polinomot, mivel azonban a maximális értékek a két utolsó adathoz kötődtek, így nem lehetett a maximális értéket pontosan meghatározni (35. ábra).

$$Y = -0,0022x^2 + 0,1819x + 0,6070$$

$$R^2 = 0,875$$



35. ábra: Az átszövetési idő hatása a termés hozamra (357 hibrid)

A P70 hibrid 23 napig tartó átszövetésnél adta a legmagasabb hozamot, de ettől a kezeléstől szignifikánsan nem különböznek a 23 és 26 napos kezelések, annak ellenére, hogy ezek kevesebbet teremtek. A 14 és 17 napos kezelés szignifikánsan kevesebbet termelt a három előző kezelésnél, és a 29 napos kezelés ugyancsak szignifikánsan kevesebbet termelt a 23-26 napos kezelésekhez képest. A legrosszabb eredményt a 14 napos inkubációs idő adta, amely a 29 napos kezelés leszámítva valamennyi kezelésnél szignifikánsan kevesebbet termelt (10. táblázat).

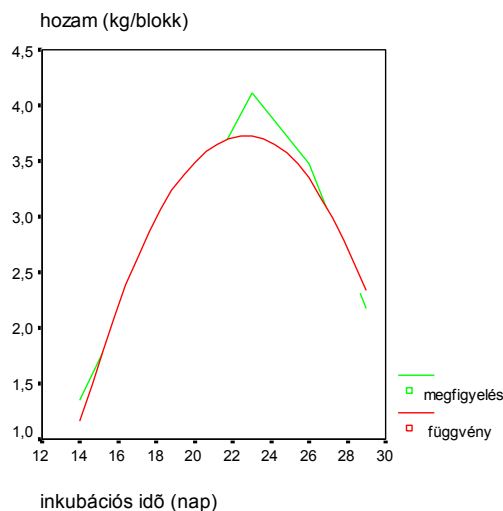
10. táblázat: A P70 hibrid átszövetési idő kísérlet variancia táblázata

<i>Inkubációs idő (nap)</i>	<i>Kezelések átlaga (kg/blokk)</i>
14	1,35
17	2,44
20	3,15
23	4,11
26	3,48
29	2,18
	SzD5%=1,09

A kezelésekhez illesztett görbe másodfokú polinommal jól leírható volt, amelynek maximum pontja 22,7 napnál adódott 3,75 kg/blokk terméssel (36. ábra).

$$y = -0,0343x^2 + 1,5552x - 13,8750$$

$$R^2 = 0,922$$



36. ábra: Az átszövetési idő hatása a termés hozamra (P70 hibrid)

4.2.3. A TERMŐREFORDÍTÁSI ÉS TERMESZTÉSI HŐMÉRSÉKLET HATÁSA A TERMÉSHOZAMRA

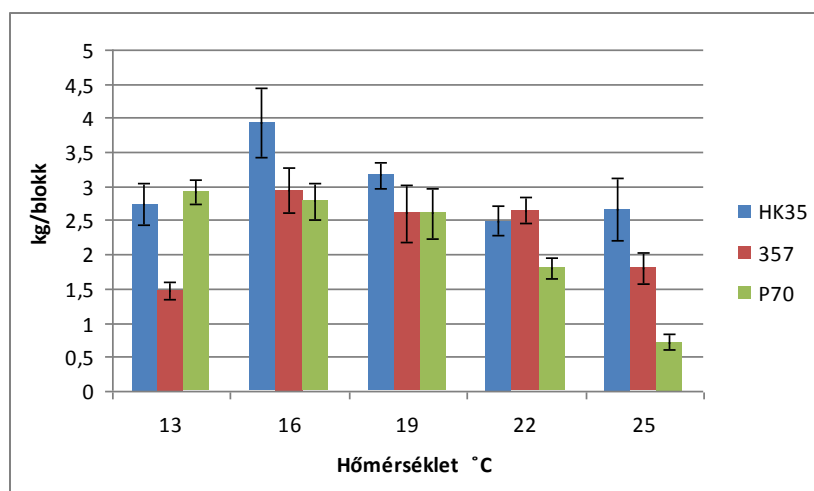
Ebben a kísérletsorozatban a termőrefordítás és termesztés vizsgált hőmérsékleti értékeit négy különböző inkubációs beállítással együtt vizsgáltam

Átszövetés 25°C-on 14 napig

A HK35 hibrid esetében legnagyobb termésátlagot a 16°C-os kezelés adta (3,93 kg/blokk) (37. ábra). A többi kezelés (13, 19, 22, 25°C) hatására a hozam csökkent, a különbség statisztikailag indokolhatóan jelentős volt (M2/1. melléklet).

A 357 hibrid esetében ebben a kísérleti beállításban a 16°C-os kezelés adta a legjobb termésátlagot, 2,95 kg/blokk (37. ábra). Ettől a kezeléstől nem különböztek szignifikánsan a 19 és 22°C-os kezelések sem. A legkisebb termésátlagot a 13 és 25°C-os kezelések adták (M2/5. melléklet).

A P70-es hibrid 25°C-on 14 napig tartó átszövetésnél a legmagasabb hozamot 13°C-on történő termőrefordításnál adta (37. ábra), de ennél nem különbözött szignifikánsan a 16 és a 19°C-os kezelés sem. A 22 és a 25°C-os kezelésnél szignifikánsan alacsonyabb volt a termés az előző három kezeléshez képest (13, 16, 19°C). A 25°C-os kezelés pedig szignifikánsan alacsonyabb volt, mint a 22°C (M2/9. melléklet).



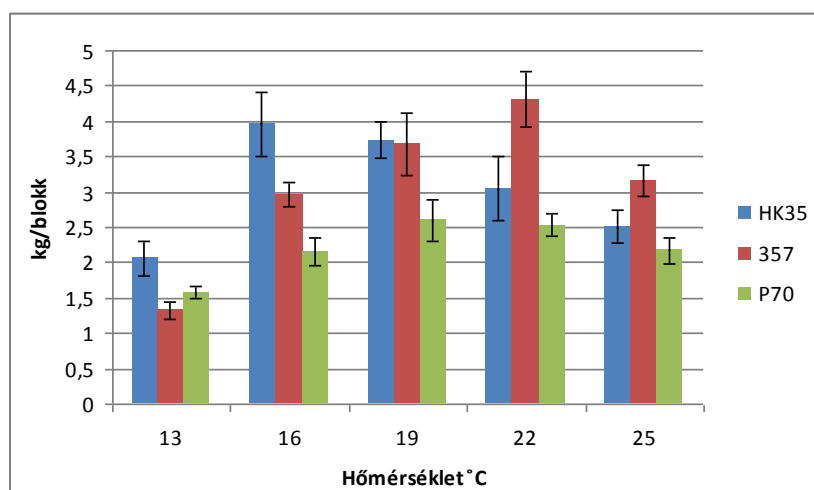
37. ábra: A vizsgált hibridek terméseredménye a 25°C-on 14 napig tartó átszövetést követően a termőrefordítási és termesztési hőmérsékletek függvényében

Átszövetés 25°C-on 17 napig

A legnagyobb termésátlagot a HK35-nél a 16°C-os kezelés adta, amelytől a 19°C-os kezelés alig volt kisebb (38. ábra). A 16°C-os kezeléshez képest szignifikánsan alacsonyabb volt a 13, 22 és a 25°C-os kezelés (M2/2. melléklet).

Ennél a kezelésnél a 357 hibrid a legjobb eredményt 22°C hőmérsékleten érte el, 4,37 kg/blokk (38. ábra). Ettől a kezeléstől csak a 13°C-os kezelés különbözött szignifikánsan, amelynél a termésátlag 1,32 kg/blokk volt. A többi kezelés ugyan kevesebbet termelt a 22°C-os kezelésnél, de a különbség nem mutatkozott szignifikánsnak a többi kezeléshez képest (M2/6. melléklet).

A P70 hibrid esetében a legnagyobb terméshozamot a 19°C-os kezelés adta, a termésátlag 2,6 kg/blokk volt (38. ábra). Gyakorlatilag ettől alig különbözött a 22°C-os kezelés. Nem volt szignifikáns különbség a 15 és a 25°C-os kezeléshez képest sem (M2/10. melléklet).



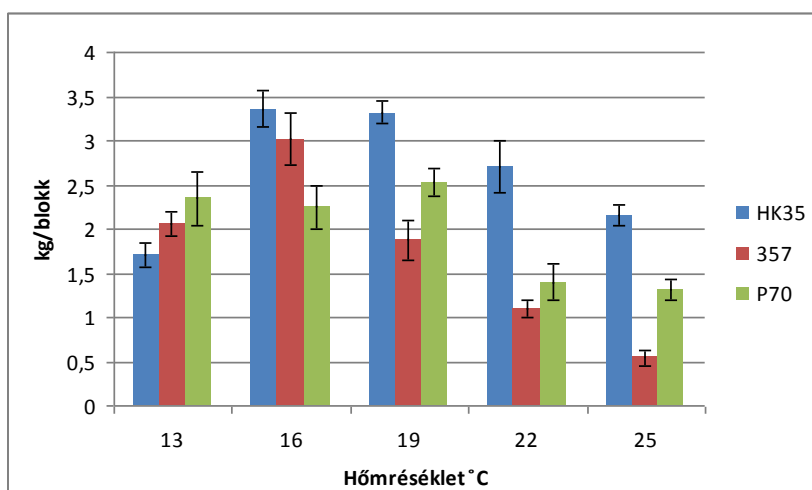
38. ábra: A vizsgált hibridek terméseredménye a 25°C-on 17 napig tartó átszövetést követően a termőrefordítási és termesztési hőmérsékletek függvényében

Átszövetés 28°C-on 14 napig

A HK35 hibridnél a legjobb eredményt a 19 és a 16°C-os kezelés adta, amely között mindösszesen 4 dkg különbség volt (39. ábra). A 13, 22 és 25°C-os kezelés szignifikánsan különbözött a két legjobbtól. A legkevesebb termést a 13°C-os kezelés adta 1,71 kg/blokk termésátlaggal (M2/3. melléklet).

Ebben a kísérletben a legjobb kezelésnek a 357-es hibridnél a 16°C-os bizonyult 3,02 kg/blokk (39. ábra). A második helyen a 13°C-os kezelés volt, amely nem különbözött szignifikánsan a 16°C-ostól és a 19°C-os kezelés sem különbözött. A legalacsonyabb termésátlagot a 25°C-os kezelés adta, 0,54 kg/blokk (M2/7. melléklet).

A P70 hibrid 19°C-os kezelésnél termett legtöbb gombát (39. ábra). Ettől szignifikánsan nem különbözött sem a 16 sem a 13°C-os kezelés. A 22 és a 25°C-os kezelés mindhárom (13, 16, 19°C) kezeléstől szignifikánsan alacsonyabb volt (M2/11. melléklet).



39. ábra: A vizsgált hibridek terméseredménye a 28°C-on 14 napig tartó átszövetést követően a termőrefordítási és termesztési hőmérsékletek függvényében

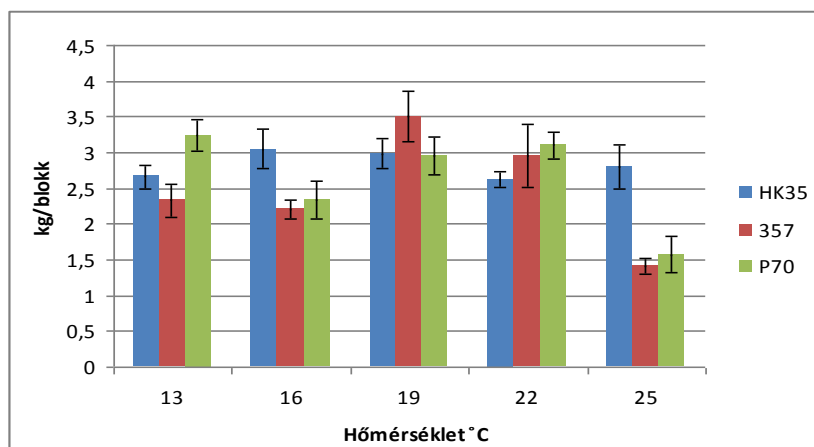
Átszövetés 28°C-on 17 napig

A HK35 esetében a legjobb kezelés a 16°C-os volt (3,05 kg/blokk), (40. ábra), de egyik kezeléstől sem különbözött szignifikánsan. A legrosszabb kezelés a 22°C-os volt, amelynek termésátlaga 2,63 kg/blokk volt (M2/4. melléklet).

A 19°C-os kezelés bizonyult a legjobbnak 3,5 kg/blokk (40. ábra) a 357-es hibrid esetében. Ezt követte a 22°C-os kezelés, az eltérés azonban nem volt szignifikáns. Az összes többi kezelés (13, 16, 25°C) szignifikánsan alacsonyabb volt. A legkevesebb termést a 25°C-os kezelés adta 1,41 kg/blokk termésátlaggal (M2/8. melléklet).

A P70 hibrid ennél a kezelésnél a legnagyobb termésátlagot a 13°C-os kezelés adta (40. ábra). A

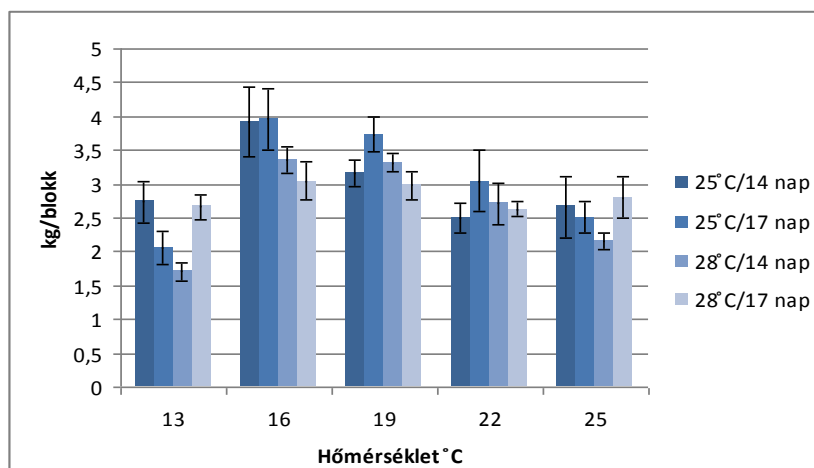
13, 19 és a 22°C-os termőrefordítások esetében nem mutatható ki szignifikáns különbség P=5% valószínűség mellett. A 25°C-os kezelés viszont feleannyi termést adott (M2/12. melléklet).



40. ábra: A vizsgált hibridek terméseredménye a 28°C-on 17 napig tartó átszövetést követően a termőrefordítási és termesztési hőmérsékletek függvényében

A termőrefordítási hőmérséklet hatása a terméseredményre a fajtánként

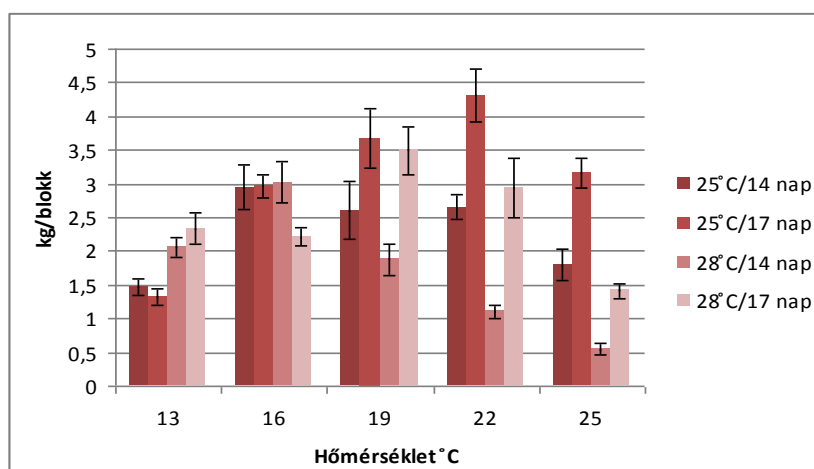
A HK35 hibridnél a 41. ábrán ábrázolt mérési eredményeiből néhány összefüggés látható. A 41. ábra és a 11. táblázat alapján szembejövő az, hogy a terméshozamokat a termőrefordítási és termesztési hőmérséklet erősebben befolyásolja, mint az inkubációs körülmények, hiszen a 13°C-os termőrefordítási hőmérséklet kivételével az adott termőrefordítási hőmérsékletekhez tartozó különböző inkubációs kezelések nem eredményeznek jelentős eltéréseket. A mért értékek alapján a HK35 hibrid számára legkedvezőbb termőrefordítási hőmérséklet az összes inkubációs kezelés esetében a 16°C. A 25°C-on való átszövetés az időtartamtól függetlenül 0,6-0,9 kg/blok (15-22%-os növekedés) többlet gombatermést adott a 28°C-on átszövetett szubsztrátumhoz képest.



41. ábra: A HK35 hibrid terméseredményei a különböző átszövetési beállítások és a

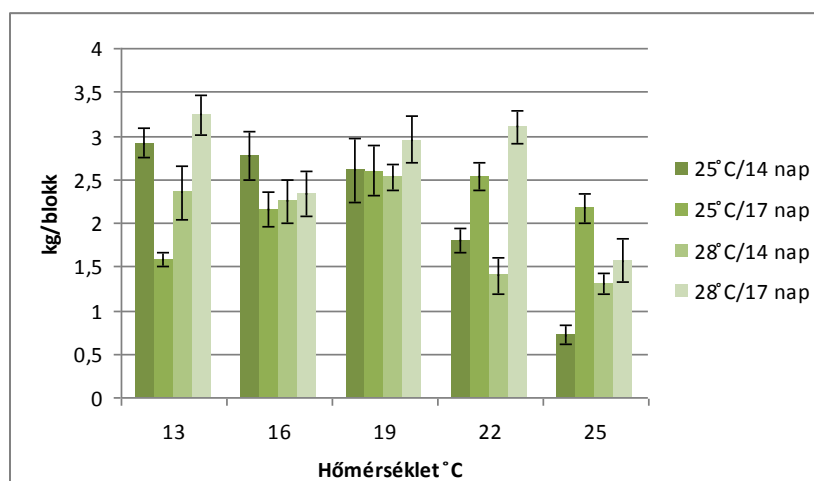
A HK35 hibrid érzékenyebben reagál az alacsonyabb termőrefordítási és termesztési hőmérsékletre, mint a magasabbra, miután a 19°C-os termőrefordítási hőmérséklet 5-20%-os hozam csökkenést eredményezett, szemben a 13°C-os hőmérsékletnél tapasztalt 30-50%-os csökkenéssel. Gyakorlatban ez azt jelenti, hogy télen különösen figyelni kell a termőrefordításnál és termesztésnél, nehogy nagyon visszahűljenek a termőblokkok.

A 357 hibrid esetében a mért értékek alapján az összefüggések kevésbé láthatóak (42. ábra), ezért a mérési adatokhoz regresszió analízissel illesztett tendencia görbét (másodfokú polinom) illesztettem, és kiszámítottam a maximális hozamhoz tartozó termőrefordítási hőmérsékletet (M2/5. M2/6. M2/7. és M2/8. mellékletek). A legjobb kezelés a 25°C-on 17 napig való átszövetés bizonyult, amihez 20,9°C számított termőrefordítási hőmérséklet optimum és 4,07 kg hozam tartozott. Azonban ez a számított érték a többi kezeléshez képest jelentősen kiugró eredményt adott, ezért a regresszióval számított értékek alapján nem végeztem értékelést.



42. ábra : A 357 hibrid terméseredményei a különböző átszövetési beállítások és a termőrefordítási és termesztési hőmérsékletek függvényében

A P70 hibrid mindegyik kezelésnél mért terméshozamai elmaradtak a másik két hibrid legjobb hozamaitól. A legjobb hozamok 3 kg/blokk körül adódtak (ez 25%-kal kevesebb termést jelent, mint a HK35 és 357 esetében). A 43. ábrán látható, hogy a termőrefordítási és termesztési hőmérséklet csökkenése a kezelések egyik részénél nem okoz szignifikáns csökkenést, másik részükénél pedig a hozam növekedésével jár. Egyes kezeléseknél a termőrefordítás hőmérsékletének növekedése (13 °C-tól 19 °C-ig) nem volt hatással a mennyiségre, viszont a gomba minősége jelentősen csökkent.



43. ábra : A P70 hibrid terméseredményei a különböző átszövetési beállítások és a termőrefordítási és termesztési hőmérsékletek függvényében

A 11. táblázatban összefoglaltam a három vizsgált hibrid termőrefordítási és termesztési hőmérsékleteinek optimumait a négy átszövetési kezelés függvényében. Az eredmények értékeléséből kizártam azokat az átszövetési kezeléseket, ahol a termőrefordítási és termesztési hőmérsékletek között nem volt szignifikáns a különbség. Szürkével emeltem ki az egyes átszövetési kezelések összehasonlításában a legjobb terméseredményt adó termőrefordítási és termesztési hőmérsékletet. A HK35 hibrid estében egyértelműen a 16°C termőrefordítási és termesztési hőmérséklet eredményezi a legjobb hozamot, a P70 esetében a 13-19°C közötti termőrefordítás és termesztés egyformán jó terméseredményt ad, viszont a termőtest minősége alapján az alacsonyabb termőrefordítási hőmérséklet, a 13°C javasolt. A 357 hibrid estében egy kicsit magasabb, 19-22°C közötti termőrefordítás és termesztés biztosítja a legjobb termésmennyiséget.

11. táblázat: A vizsgálat hibridek legjobb termésához tartozó optimális termőrefordítási és termesztési hőmérsékletek az átszövetési kezeléseknél

	25°C /14 nap		25°C /17 nap		28°C /14 nap		28°C /17 nap	
	°C	kg/blokk	°C	kg/blokk	°C	kg/blokk	°C	kg/blokk
HK35	16	3,93	16 (19)	3,96	16 (19)	3,36		
357	16 (19, 22)	2,95			16 (13, 19)	3,02	19 (22)	3,50
P70	13 (16, 19)	2,92			19 (13, 16)	2,53		

() a legjobb terméseredményt adó hőmérséklettől szignifikánsan nem különböző hőmérsékletek

nincs szignifikáns különbség a hőmérsékletek között

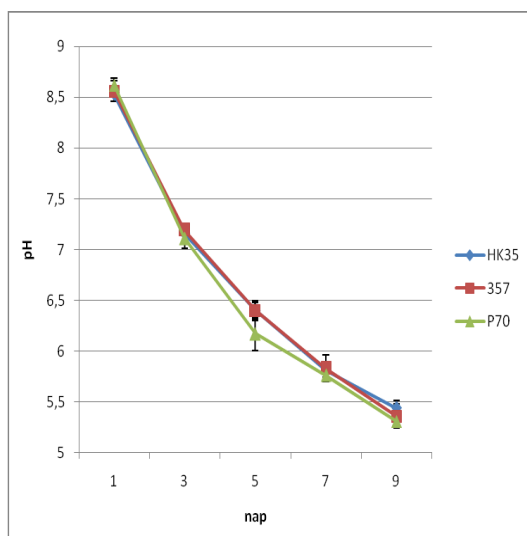
legjobb terméseredményt adó kezelés

4.2.4. A TÁPKÖZEG KÉMHATÁSÁNAK VÁLTOZÁSA A MICÉLIUM NÖVEKEDÉSE SORÁN

A táptalaj kémhatásának mérésével célom volt megvizsgálni a hibrdek átszövetési időtartamigénye és a tápközeg kémhatás változása közötti összefüggést.

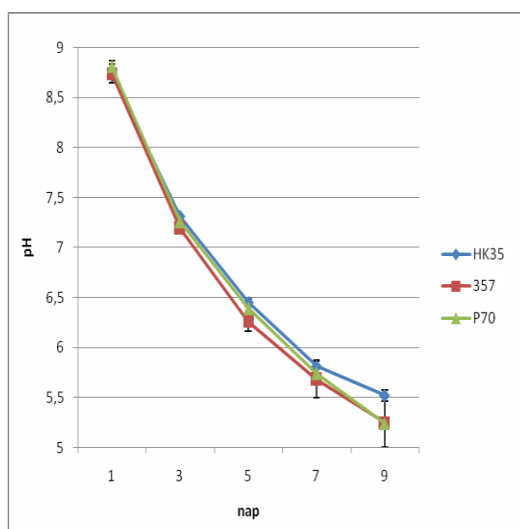
Kémhatás (pH) vizsgálatával kapcsolatos eredményeket a 44. és 45. ábrákon ábrázoltam.

A kísérletekhez használt hőkezelt szalma szubsztrátum jellemzője, hogy csírázaskor (szaporítóanyag hozzákeveréskor) lúgos kémhatású. A pH a vizsgált hibrdek mindegyikénél az átszövetési hőmérséklettől (25 és 28°C) függetlenül gyorsan csökken, az 5. napra pH 7 alá esik, és a kilencedik napra minden esetben a tápközeg pH-ja 5,0-5,6 értékek közé kerül.



44. ábra: A tápközeg kémhatásának változása az inkubáció 1-9. napja között 25°C-on való átszövetésnél

A hibrdek között a kémhatásváltozásban különbség nem mutatkozott, annak ellenére, hogy a hibrdek átszövetési időtartamigénye különböző volt.



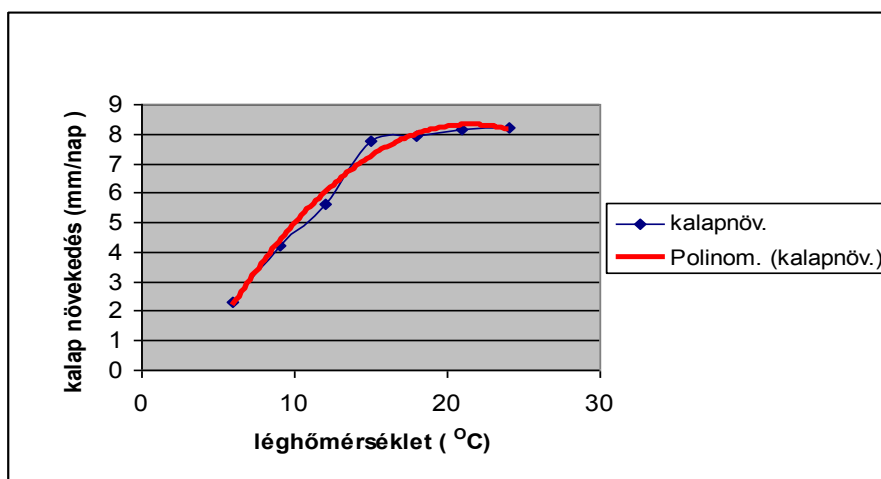
45. ábra: A tápközeg kémhatásának változása az inkubáció 1-9. napja között 28°C-on való átszövetésnél

4.2.5. A TERMŐTEST KALAPRÉSZÉNEK NÖVEKEDÉSE, A HŐMÉRSÉKLET ÉS A PÁRATARTALOM KÖZÖTTI ÖSSZEFÜGGÉS VIZSGÁLATÁNAK EREDMÉNYE

A gombakalap növekedését befolyásoló környezeti tényezők (hőmérséklet és páratartalom) vizsgálatát Phytomonitor növényi növekedésmérő műszerrel végeztem (14. ábra). A különféle hőmérsékleten termesztett gombák kalapátmérő növekedési üteme igen tág határok között - 2-8 mm - változott.

6°C-on a növekedés 2-3 mm/nap volt. Ezt gyakorlatilag hűtött körülmények között mértem. A 46. ábrán látszik, hogy a hőmérséklet emelkedésével kezdetben rohamosan nő a kalapnövekedés napi üteme. 15-18°C körül a növekedés sebességének növekedése nagyon lelassult. 18°C -nál mért érték 7,91 mm/nap volt. A növekedés napi üteme még növekedett 24°C-ig, ennél a hőmérsékletnél mért legnagyobb kalapnövekedési sebesség átlagosan 8,21 mm/nap volt. Azonban azt ki kell emelnem, hogy 18°C felett már a leszedhető gomba minősége és állaga romlott, a húsvastagság vékonyodott.

Az illesztett görbe egyenlete: $y = -0,0253x^2 + 1,0894x - 3,4264$. $R^2 = 0,9835$. Az illesztett másodfokú polinom alapján számított maximum érték 21,5°C-nál van.

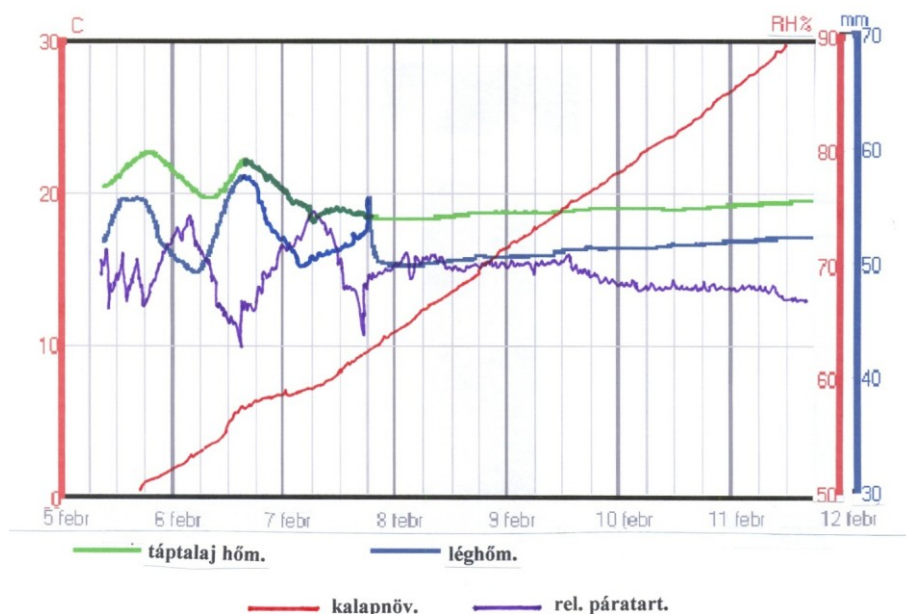


46. ábra: A laskagomba átlagos kalapnövekedése a léghőmérséklet függvényében
HK35 hibrid

A gombakalap minőségét elsődlegesen szem előtt tartva az optimális kalapnövekedési sebességet 15-18°C között tapasztaltam, ahol átlagosan 7-8 mm/nap intervallumba esett a növekedési ütem. Ezzel a kalapnövekedési sebességgel számolva a kalap (termőtest) differenciálódásától számítva 6-9 napon belül lehet szedni 6-8 cm kalapnagyságú gombát. Az időtartam hosszúsága egyértelműen függ a hőmérséklettől.

A hőmérséklet emelkedésével a kalap színe, minősége jelentős változásokon ment keresztül. A 20°C-os léghőmérséklet felett a kalap színe nagyon kivilágosodott. A nagyon alacsony hőmérsékleten a kalap színe egyre sötétebb árnyalatú lett, de a gombák termőteste nem mindig nőtt meg 7-10 cm nagyságúra.

Ha a hőmérséklet ingadozik, akkor lassulhat a növekedés, de magasabb hőmérsékletnél (24°C felett) a gomba nagyon gyorsan beérleli és szórni kezdi a spóráját, ami már nem kedvez a piacos áru szedésének. A magasabb hőmérsékleten a színe is kedvezőtlen irányba változik (világosodik), és általában a tönk aránya is növekszik a kalappal szemben. A kalap húsa elvékonyodik, ami ugyancsak minőségromlást eredményez.



47. ábra: Laskagomba kalapnövekedése néhány környezeti tényező függvényében
HK35hibrid

A 47. ábra 18°C átlag léghőmérséklet mellett mutatja a laskagomba kalapnövekedési ütemét. Itt jól látható, hogy szinte egyenletes ütemben nőtt a gomba kalapja. Ez a körülmény megközelíti az ideális állapotot.

A páratartalom és a kalapnövekedésre kifejtett hatásával kapcsolatban a Phytomonitor-os vizsgálatok során a következő tapasztalatokat szereztem: a termőtestek átlag 70%-os páratartalomnál sokkal piacosabb megjelenésűek voltak, mint átlag 90%-os relatív légnedvességnél. A magas páratartalomnál sokszor észleltem baktériumos fertőzést, különösen alacsony léghőmérséklet mellett, valamint a gombák is apróbbak maradtak.

A Phytomonitorral végzett mérések alapján a HK35 esetében a szép kalapú és megfelelő minőségű laskagomba termesztési optimuma 15-18°C között van, 70-80%-os relatív páratartalom mellett.

4.3. *Beteg laskagombából izolált Pseudomonas fajok szaporodása a vizsgált környezeti tényezők esetében*

4.3.1. *PSEUDOMONAS* BAKTÉRIUMOK IZOLÁLÁSA BETEG LASKAGOMBÁBÓL ÉS FLUORESZKÁLÓ JELLEG SZERINTI CSOPORTOSÍTÁSA

A baktériumos fertőzés tüneteit mutató laskagomba termőtestekből (néhány beteg termőtestről készült fotó a mintavétel előtt a M3 mellékletben található) 42 törzset és táptalajmintákból 2 törzset, összesen negyvennégy baktérium törzset izoláltam (12. táblázat). Az izolátumok fajszerű besorolását 4. táblázat tartalmazza.

12. táblázat: *A Pseudomonas izolátumok lelőhely szerinti megoszlása*

<i>Termőtestből izolált</i>	1, 2, 3, 4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,36, 37,38,39,40,41,42,43,44,45,46,47,48,49,50,51,52,53, 54,55,58,59,60
<i>Szalmából izolált</i>	56,57

A fluoreszkáló jelleg alapján 39 izolátum a fluoreszkáló, 5 izolátum a nem-fluoreszkáló fajcsoportba tartozott (13. táblázat). Ennek megfelelően telepeik UV fényben kékes-fehér színnel fluoreszkáltak és a telepek körül is fluoreszkáló udvar volt látható.

13. táblázat: *Az izolátumok a fluoreszkáló jelleg szerinti csoportosítása*

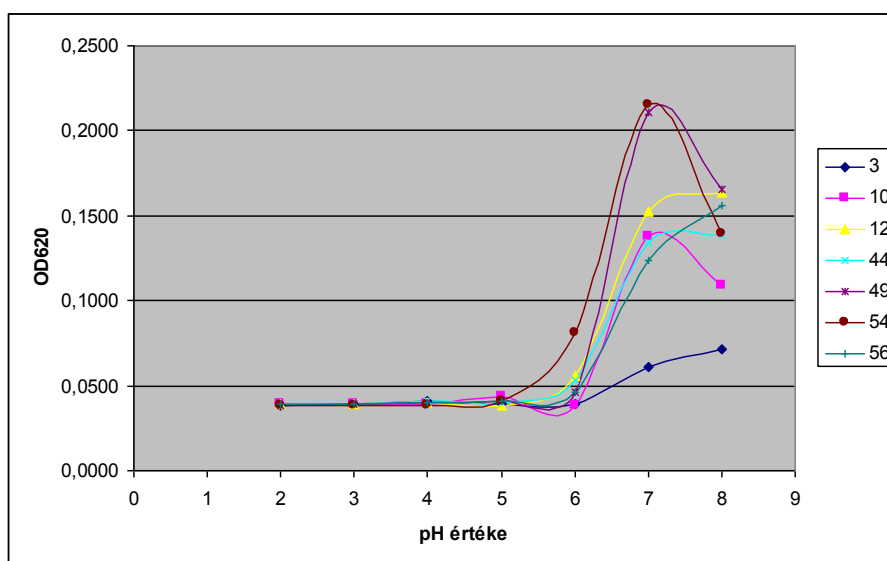
<i>Fluoreszkáló izolátumok</i>	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 37, 38, 39, 40, 41, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 54, 55, 57, 58, 59
<i>Nem fluoreszkáló izolátumok</i>	36, 42, 53, 56, 60

4.3.2. A KÖRNYEZETI TÉNYEZŐK HATÁSA A VIZSGÁLT *PSEUDOMONAS* FAJOK SZAPORODÁSÁRA

Általánosságban a *Pseudomonas* fajok és a laskagomba termesztési rendszerben zajló kölcsönhatását számos környezeti tényező befolyásolja, melyek közül a hőmérséklet, a pH, a só- és a rézion koncentráció hatását vizsgáltam a beteg laskagombából izolált *Pseudomonas* fajoknál.

4.3.2.1. A SZAPORODÁS PH FÜGGÉSE

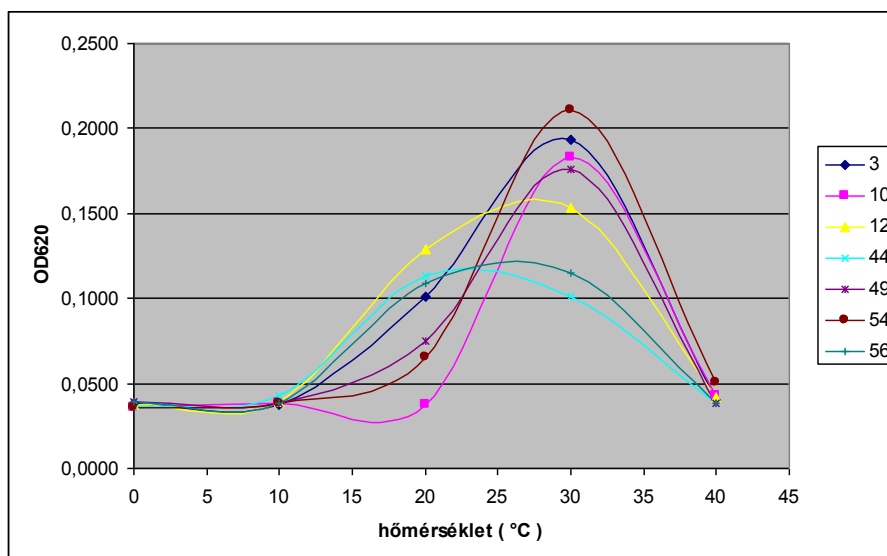
A környezet savas kémhatása a vizsgált fajok szaporodásának nem kedvez, mivel a *P. synxantha* (54-es izolátum) kivételével nem képesek már pH 6-nál sem növekedni. Az *P. synxantha* is csak kismértékű toleranciát mutat a savas közeggel szemben, és pH 5-nél növekedése leáll. Az *P. synxantha* (54-es izolátum), *P. fluorescens* biovar. V. (49-es izolátum) és *P. putida* (10-es izolátum) szaporodásának optimuma pH 7-nél van, a többi vizsgált faj - *P. fluorescens* biovar. I. (12 izolátum), *P. tolaasii* (44 izolátum), *P. mucidolens* (3 izolátum), *P. mandelii* (56 izolátum) - optimális szaporodásához a lúgos közeg szükséges (48. ábra). (Az átlagok és a szórásértékek az M4 mellékletben találhatók.)



48. ábra: A vizsgált *Pseudomonas* fajok szaporodásának pH függése

4.3.2.2. A SZAPORODÁS HŐMÉRSÉKLET FÜGGÉSE

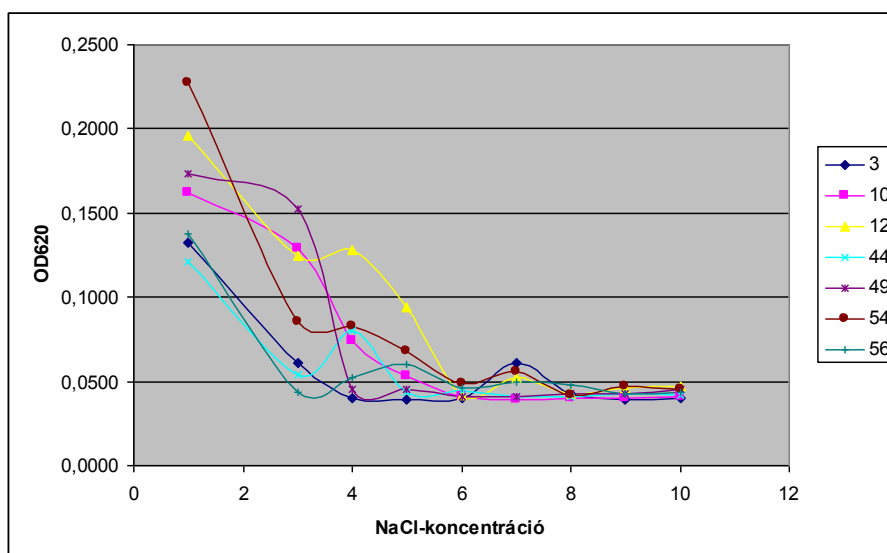
A vizsgált *Pseudomonas* fajok szaporodásuk hőmérsékletfüggése alapján két csoportot alkotnak. A *P. synxantha*-t (54-es izolátum), *P. mucidolens*-t (3-as izolátum), *P. putida*-t (10-es izolátum) és *P. fluorescens* biovar. V. (49-es izolátum) viszonylag szűk hőmérsékleti spektrum jellemzi, mivel 20 és 40°C között képesek szaporodni, az optimum 30°C-nál van. A *P. fluorescens* biovar. I. (12-es izolátum), *P. mandelii* (56-os izolátum) és *P. tolaasii* (44-es izolátum) szaporodásának hőmérsékleti görbéje szélesebb (euriterm fajok), 10°C-tól és 40°C-ig mutatnak növekedést, optimumuk 25°C-nál van. Egyik vizsgált faj sem tud növekedni 10°C alatt (49. ábra). (Az átlag- és a szórásértékek táblázatos formában az M4 mellékletben találhatók.)



49. ábra: A vizsgált *Pseudomonas* fajok szaporodásának hőmérséklet függése

4.3.2.3. A VIZSGÁLT PSEUDOMONAS FAJOK SÓ-TŰRÉSE

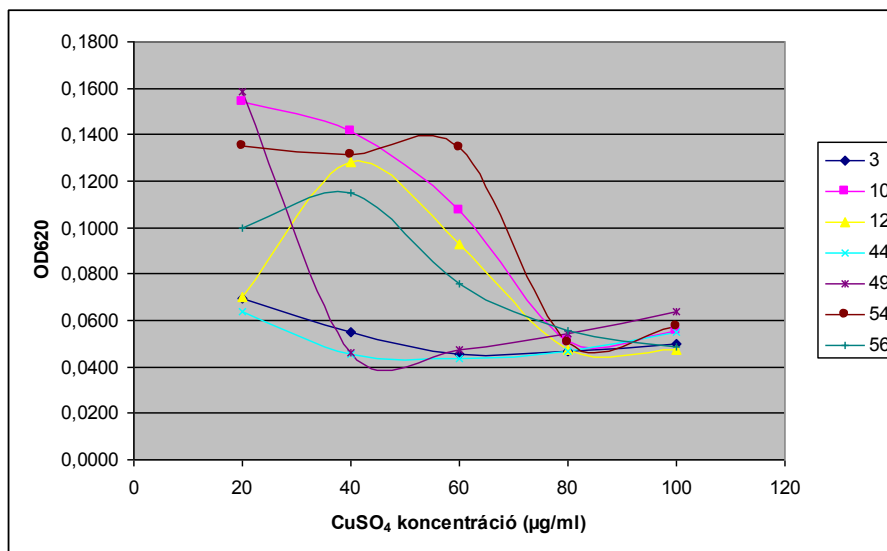
A vizsgált fajok a közeg só-tartalom növekedésére a szaporodás intenzitásának csökkenésével reagáltak. A fajok egyik csoportja - *P. fluorescens* biovar. V. (49), *P. tolaasii* (44), *P. mucidolens* (3), *P. mandelii* (56) érzékenyen reagál a NaCl koncentrációjának növekedésére, amit szaporodási görbéjének meredek csökkenése jelez. Ezeknek az fajoknak a szaporodása már 3-4 % NaCl koncentrációnál leáll. A többi faj - *P. putida* (10), *P. fluorescens* biovar. I. (12), *P. synxantha* (54) többé-kevésbé 5-6 % NaCl koncentrációig elviseli a környezet sótartalmának növekedését (50. ábra). (Az átlag- és a szórásértékek táblázatos formában az M4 mellékletben találhatóak.)



50. ábra: A vizsgált *Pseudomonas* fajok szaporodásának só-tűrése

4.3.2.4. A VIZSGÁLT PSEUDOMONAS FAJOK RÉZION ÉRZÉKENYSÉGE

A vizsgált fajok közül a *P. mucidolens* (3-as izolátum) és a *P. tolaasii* (44-es izolátum) kifejezetten érzékeny a rézion koncentrációjának növekedésére, már 20 µg/lm CuSO₄ koncentráció is erősen gátolja a szaporodást. A *P. fluorescens* biovar. V. (49-es izolátum) estében a 40 µg/lm CuSO₄ koncentráció a növekedés felső határa. A többi faj viszonylag jól tűri a rézion jelenlétét, mivel csak 80 µg/lm CuSO₄ áll le teljesen a szaporodásuk (51. ábra). (Az átlag- és a szórásértékek táblázatos formában az M4 mellékletben találhatóak.)



51. ábra: A vizsgált *Pseudomonas* fajok rézion érzékenysége

4.4. Új tudományos eredmények

1. Meghatároztam a három *Pleurotus ostreatus* hibrid: a HK35, 357 és P70 esetében a micélium és termőtest növekedését befolyásoló néhány abiotikus környezeti tényező optimális értékeit.
2. Megállapítottam, hogy a három vizsgált hibrid esetében az átszövődés hőmérséklete a micélium növekedés sebességére gyakorolt hatása alapján nem fajtaspecifikus tulajdonság, míg az átszövődés hőmérséklete, valamint a termőrefordítás és termesztés hőmérséklete a termés hozamra gyakorolt hatása alapján a fajtaspecifikus tulajdonság. A termés hozam alapján az optimális átszövetési hőmérséklet a HK35 hibridnél 25°C, 357 hibridnél 25°C és a P70 hibridnél 22-25°C. Az optimális termőrefordítási és termesztési hőmérséklet HK35 hibridnél 16°C, 357 hibridnél 19°C és a P70 hibridnél 13°C.
3. Megfigyeltem, hogy a HK35 hibrid kalapnövekedési sebessége 2-8 mm/nap között változik +6°C és +24°C között. Megállapítottam, hogy figyelembe véve a kalap minőségét is a HK35 hibrid optimális kalapnövekedése 15-18°C között van 70% relatív páratartalom mellett.
4. Meghatároztam, hogy a beteg laskagombából izolált *Pseudomonas* fajok szaporodásának optimális kémhatás, hőmérsékleti, NaCl koncentráció és a CaSO₄ koncentráció értékeit. Megállapítottam, hogy összehasonlítva a laskagomba hibridek környezeti igényeivel, a beteg termőtestből izolált *Pseudomonas* fajok vizsgált környezeti tényezői közül egyedül a közeg kémhatása alkalmazható szelektív ökológiai faktorként.
5. Megállapítottam, hogy a micélium növekedés során a tápközegben végbemenő kémhatás változás mértéke nem fajtaspecifikus jellemző, és a tápközeg kémhatás változásának dinamikájától független a hibridek optimális átszövetési időigénye.
6. A hibridek összehasonlító termesztési vizsgálatainak eredményei alapján javaslom a gyakorlatban lévő általános laskagomba termesztési technológia helyett fajtaspecifikus technológia kerüljön alkalmazásra a hozamfokozás érdekében.

5. EREDEMÉNYEK MEGVITATÁSA, KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

A Dél-Alföldi régió laskagomba termesztésének szerkezete a felmérés alapján szerencsésnek mondható, mert a laskagomba termesztés mellett elkötelezett és nagy szakmai tapasztalattal rendelkező gazdálkodók aránya magas (57%), míg az új termelők belépésének aránya 1:4, így a megújuló képesség is biztosított. A régió laskagomba termesztését többségében (57%) a nagyobb üzemek, a koncentrált gazdálkodás jellemzi. Ez a két tulajdonság alapján várható, hogy a kutatómunkám eredményeként kidolgozott gyakorlati ajánlások a gyakorlatban könnyen terjeszthetőek lesznek.

A **termesztőberendezések technikai felszereltsége** közepes, ugyan kiszolgálja a gomba igényeit, de elmaradnak az automata klímaszabályzó rendszerektől. Ezért a pontos környezeti paraméterek beállítására jelenleg az üzemek nem alkalmasak, és üzemeltetésük folyamatos emberi felügyelet igényel. A CO₂ mérése, és az arra való szabályozása a laskagomba termesztésben szinte ismeretlen, miközben a csiperkegomba termesztésben ez a paraméter évek óta a klímaszabályozás része (Kovács, 1998).

A termesztőberendezések kialakítása lehetővé teszi a laskagomba egész év folyamán való termesztését. Azonban a részlegesen klímaszabályozott termesztőberendezésekben nem lehet a külső időjárási körülményektől független környezeti viszonyokat kialakítani. Ez azt eredményezi, hogy a **nyári és téli termesztési paraméterek** jelentősen különböznek. Ennek megfelelően beszélhetünk téli és nyári laskagomba termesztéstechnológiáról (Kovácsné-Gyenes, 1998). A termesztőberendezésekben belső levegő hőmérséklete nyáron eléri a 18-25°C-ot, télen pedig a 10-12°C az átlagos. Összehasonlítva ezeket az értékeket és a hőmérséklet kalapnövekedésre való hatásának vizsgálatával, valamint a *Trichoderma pleurotum* és egyes *Pseudomonas* fajok növekedésének hőmérsékleti optimumával, fel kell hívni a figyelmet következőkre:

1. A HK35 hibridnél a kalapnövekedés optimuma a minőségi szempontokat is figyelembe véve 15-18°C között van, amit sem a téli sem a nyári termesztési körülmények nem biztosítanak maradéktalanul.
2. A gyakorlatban jelenleg alkalmazott nyári termesztési körülmények között (18-25°C) a laskagomba termőtest nagyon gyorsan növekszik, de figyelni kell arra, hogy a teremhőmérséklet ne haladja meg a 18°C, mert ennél magasabb hőmérséklet jelentősen csökkenti a termőtest minőségét. A magas 25°C-hoz közeli hőmérsékletek kedveznek a patogén mikroorganizmusok növekedésének is, ezzel magyarázható az, hogy nyári

melegben a baktériumos és zöldpenészes fertőzések nagy számban fordulnak elő a laskagomba termesztésben.

3. A gyakorlatban alkalmazott téli termesztési viszonyok (10-12°C) alatta vannak a HK35 hibrid kalapnővekedésének optimumának, így a növekedés sebessége harmadával csökken, vagyis a termesztési ciklus hossza megnövekszik. A téli termesztés előnye, hogy a mikroorganizmusok, köztük a patogének is, 10°C-on már nagyon lassú növekedésűek, konkrétan a *Trichoderma pleurotum* 10°C-on nem mutat növekedést (Kredics *et al.*, 2009b) és a vizsgálataimban szereplő *Pseudomonas* fajok szaporodása is leáll ezen a hőmérsékleten.

A Dél-Alföldi régió laskagomba termesztői a jelenlegi felszereltség mellett télen és nyáron egy nagyon szűk hőmérsékleti zónában kell, hogy egyensúlyoznak annak érdekében, hogy megfelelő minőségű és piacos gombát tudjanak termelni. Ezért mindenképpen fontos, hogy a laskagomba termesztés teljes klímaszabályzása megtörténjen, úgy ahogy az a csiperkegomba termesztésben tapasztalható.

Az **átszövetési hőmérséklet a micéliumnővekedés gyorsaságára** kifejtett hatásának vizsgálatai során a hibridek között nem tapasztaltam jelentős különbséget. Mind az agar, mind a hőkezelt szalma táptalajon Petri-csészében 25 és 28°C-on volt a micéliumnővekedés a leggyorsabb. Az 1000g-os zsákos kísérletben a micéliumnővekedés optimuma a 28°C-nál volt. 31°C feletti hőmérsékletek pedig egyértelműen gátolják a micélium növekedését mind a három hibrid esetében. A szakirodalomban leírt késői laskagomba micéliumnővekedésének optimumai közel vannak az általam kapott eredményekhez (Chang és Miles, 2004; Szabó, 1986; Zadrazil, 1974). A kérdőíves felmérés alapján viszont a gombatermesztők közel fele (48%) az átszövetés során 32°C-ot, vagy annál magasabb hőmérsékletet tart a szubsztrátum belsejében. Ilyen magas hőmérsékleten egyetlen egy kísérleti beállításban sem tapasztaltam micélium növekedést, tehát azok a gombatermesztők, akik ezt a gyakorlatot követik, a termesztő közeg belsejében gátolják a laskagomba micélium növekedését. A gombatermesztés sikerességének érdekében meg kell vizsgálni annak okát, hogy a gyakorlat miért tér el ilyen mértékben hibridek hőmérséklet igényétől.

Abban a kísérletben, ahol a **terméseredmény alapján értékeltem a micéliumnővekedés hőmérséklet igényét**, már a vizsgált hibridek között különbségeket tapasztaltam, ami adódhat a fajtajellegből. A 25°C-os átszövetési hőmérséklet szignifikánsan a legjobb terméseredményt adta mindhárom vizsgált hibridnél, míg a hőmérséklet 28°C-os inkubációs hőmérsékletre emelése a terméseredmény 25-30%-os csökkenését eredményezte, ami azért kiemelendő, mert a micéliumnővekedés 28°C-on volt a leggyorsabb. A P70 hibrid mind a 22, mind 25°C-os átszövetés mellett egyformán jó hozamot adott, vagyis a P70 az alacsonyabb átszövetési hőmérsékletet is

tolerálja a másik két hibriddel ellentétben. A 357-es hibrid esetében az átszövetési hőmérséklet növekedése (31°C) a terméseredmény 50%-kal való csökkenéséhez vezetett. A Dél-Alföldi régió gombatermesztőinek közel fele olyan átszövetési gyakorlatot alkalmaznak, ami a kísérleteim szerint a termésmennyiséget szignifikánsan csökkenti. Miután a laskagomba patogén *Trichoderma pleurotum* (Kredics *et al.*, 2009b) és a vizsgált hét *Pseudomonas* faj növekedésének optimuma 25-30°C, így a laskagomba terméshozamának szempontjából optimális átszövetési hőmérséklet a mikroorganizmusok, köztük a kórokozók szaporodását is elősegíti.

Az **átszövetés időtartama és a terméshozam közötti összefüggés** vizsgálatánál azt állapítottam meg, hogy a HK35 hibrid esetében a 20-23-26 napos inkubációk között, a 357 hibrid esetében a 20-23-26-29 napos inkubációk között és a P70 hibrid esetében a 20-23-26 napos inkubációk között 95%-os valószínűségi szintet figyelembe véve nincs szignifikáns különbség, vagyis a mért értékkülönbségekről nem mondható el, hogy a kezelések okozták. Az eredmények alapján kijelenthető, hogy a három hibrid közül a terméshozam alapján a 357-es hibrid tolerálja az átszövetési időtartam változását a legszélesebb intervallumban. Fajtaspecifikus termesztéstechnológiai szempontból fontos a következő különbségek betartása: a HK35 és a P70 hibridek esetében a legjobb terméshozam elérése érdekében az átszövetés időtartamának el kell érnie a 20 napot, de nem haladhatja meg a 26 napot. A 357-es hibrid a HK35 és a P70-es hibridektől eltérő eredményt adott az átszövetési idő és a termésátlag összefüggésének vizsgálata során. A 357-es törzsnél a kísérletekben nem tudtam megállapítani az inkubáció optimális időtartamának felső határát, mert a hozam még a 29 napnál (az utolsó vizsgált időtartam) sem mutatott szignifikáns különbséget a 20-23-26 naphoz képest. A primer felmérés szerint a gyakorlatban a gombatermesztők 57%-a a kísérleti eredményekhez hasonlóan 19-25 nap alatt szöveti át a termesztési táptalajt. Azonban a termesztők 32%-a az optimális időtartamtól eltér, pedig egyes hibrideknél az optimális időtartamtól eltérő inkubációs idő hatására 30-50%-kal is csökkenhet a terméshozam.

A terméshozamot jelentősen befolyásolja, hogy a micélium a termőrefordítási szakaszban hogyan készül fel a termőtestképzésre, és ebben fontos szerepet játszik a hőmérséklet.

A **termőrefordítási és termesztési hőmérsékletnek a terméshozamra** gyakorolt hatása alapján a *Pleurotus* hibrideknél eltérés mutatkozik. A HK35 hibrid esetében egyértelműen a 16°C termőrefordítási és termesztési hőmérséklet eredményezi a maximális terméshozamot. A 357-es hibridnél a magasabb, 19-22°C-os termőrefordítási és termesztési hőmérséklet párosul a legmagasabb termésátlaggal. A P70-es hibridnél figyelembe véve a minőséget is, a 13°C-on történő termőrefordítás és termesztés tekinthető optimálisnak.

A kísérleti eredményekből megállapítható, hogy a fajtaspecifikus termesztéstechnológiai különbségek betartásával a terméshozam akár 30-50%-kal növelhető.

A HK35 fajta esetében vizsgáltam az összefüggést a termőtest **kalap részének növekedése, a hőmérséklet és a páratartalom között**. A különféle hőmérsékleteken a kalapátmérő növekedési üteme 2-8 mm/nap között változott. A kalapnövekedés hőmérsékleti optimuma 15-18°C a kalap minőségét is figyelembe véve. Gyurkó (1979) a *Pleurotus ostreatus*-nál végzett megfigyeléseket a termőtest növekedéssel kapcsolatban. Megfigyelése alapján 14-15°C körüli hőmérsékleten a termőtestkezdemények megjelenésétől a szedhető nagyság eléréséig 8-10 nap szükséges. Ennek az adatnak tükrében a HK35 termőtest kalapjának növekedési sebessége nem különbözik jelentősen a késői laskagombától. A termesztő helyiség relatív páratartalma is hatással van a szedhető gomba minőségére. Az alacsonyabb 70%-os páratartalom mellett a gombakalap minősége jobb volt, mint 90% páratartalom mellett. A gombatermesztés gyakorlatának felmérése során azt tapasztaltam, hogy a gazdálkodók nem fordítanak kellő figyelmet a termesztőberendezésekben a megfelelő klimatikus viszonyok (hőmérséklet és páratartalom) beállítására, pedig ezzel jelentősen hozzá tudnának járulni a kiegyensúlyozott, magas terméshozam eléréséhez, amivel a termesztés gazdaságossága javítható.

A **szubsztrátum kémhatásának változását** is vizsgáltam az átszövetés első 9 napjában (addig, amíg a laskagomba táptalaj színváltozása megtörténik). Mindhárom hibrid esetében a tápközeg kémhatása a micélium növekedésével párhuzamosan gyorsan csökkent, az átszövetés 9. napjára minden esetben a pH elérte 5-5,6 értéket. Chang és Miles (2004) szerint a *Pleurotus ostreatus* micélium növekedés optimális pH értéke 5,4-6,0, míg Gyurkó (1979) szerint ez az érték 5,5-5,8. A laskagomba micélium növekedésének optimális pH értékét a táptalaj mindhárom vizsgált hibridnél a 9. napon eléri. A tápközeg kémhatás változásának lefutásában a vizsgált hibridek között különbség nem volt, függetlenül attól, hogy mekkora a hibridek optimális átszövődési időintervalluma. Azáltal, hogy laskagomba micélium a tápközeg pH-ját eltolja az alacsonyabb tartomány felé, egyrészt a saját extracelluláris enzimeinek hatékonyságát növeli (Rajarathnan, Shashireka és Bano, 1992; Jakucs, 1990) másrészt az általam vizsgált *Pseudomonas* fajok növekedését gátolja. A vizsgált *Pseudomonas* fajok szaporodásának optimuma a semleges vagy a lúgos tartományban van, vagyis az átszövődés első néhány napját leszámítva a laskagomba szubsztrátum kémhatása nem kedvez a vizsgált *Pseudomonas* fajok szaporodásának. Kerdics *et al.* (2009b) érdekes megfigyelést tett a *Trichoderma pleurotum* növekedésének pH igényével kapcsolatban. Annak ellenére, hogy a *T. pleurotum* növekedésének pH optimuma szintetikus táptalajnál pH 5-6 között van, addig a laskagomba micéliumot tartalmazó táptalajban pH 5 érték felett már nem növekszik. Vagyis a laskagomba micélium számára kedvező pH érték a laskagomba micéliumával átszőtt táptalajban nem előnyös a *T. pleurotum* számára.

A laskagombafélék baktériumos foltosság tüneteit viselő beteg termőtestekben, hasonlóan a csiperkegombához, nem kizárólag a *P. tolaasii*, hanem más *Pseudomonas* fajok is megtalálhatóak,

sőt a beteg termőtestekből származó izolátumok közül csak kettő bizonyult *P. tolaasii*-nak, a többi, vagyis jelentős részük, más *Pseudomonas* fajokhoz tartoznak (4. táblázat). Jellemző, hogy egy-egy beteg termőtestből nyert izolátumok általában nem egy, hanem több faj egyedei, ami nagyon fontos információ a betegség megelőzése, illetve kezelése érdekében. Megjegyzem, ebben a kísérletsorozatban nem vizsgáltam az izolált baktériumok patogenitását, így a vizsgált fajok fertőzőképessége, a betegség kialakításában való részvétele nem bizonyított.

Az eredmények szerint a vizsgált laskagomba hibridek vegetatív növekedésének (átszövetés) hőmérsékleti igénye és a vizsgált *Pseudomonas* fajok növekedésének hőmérsékleti optimuma (25-30°C) hasonló. Palleroni (1984) szerint a *Pseudomonas tolaasii* még képes növekedni 4 és 40°C-on is, az általam vizsgált *Pseudomonas* fajok növekedésének két határértéke 10 és 40°C volt. A vizsgált *Pseudomonas* fajok szaporodása csökken a só-koncentráció növekedésének hatására, azonban a bazídiumos gombák termőtestképzését is gátolja a magasabb só-koncentráció (Kües és Liu, 2000). A rézion-tűrés vizsgálat megmutatta, hogy a vizsgált fajok egy része nagyon érzékenyen reagál a rézionra, hiszen 20 µg/ml-es CuSO₄ koncentrációnál leáll a szaporodásuk, míg a többi faj ennek az értéknek kétszeresét, illetve háromszorosát is tolerálja. Vagyis réztartalmú növényvédelmi technológiák a gombatermesztésben jelentős gátló hatást csak nagy dózisban okoznak, amelyek már a termesztett gombára is kihatással vannak. Úgy gondolom, hogy réz-ionok használata a kapott eredmények alapján nem javasolható a termesztés során a *Pseudomonas* fajok visszaszorítására, ismelve a gombák azon tulajdonságát, hogy a környezetükben lévő nehézfém-ionokat koncentrálják fejlődő termőtestükben. Tartani lehet attól, hogy a rézsulfát ilyen koncentrációinak alkalmazása esetén a laskagomba termőtestek túl sok rézet tartalmaznának. A *Pseudomonas* fajokkal kapcsolatos vizsgálatok eredményei alapján összefoglalóan megállapítható, hogy a vizsgált környezeti tényezők közül egyedül a közeg kémhatása alkalmazható szelektív ökológiai faktorként.

5.1. A gyakorlat számára megfogalmazható ajánlások összefoglalása

Fajtaspecifikus technológia kialakításának javaslata

Javasolom, hogy az eddig gyakorlati alkalmazásban lévő általános laskagomba termesztési technológia helyett figyelembe véve a fajták általam meghatározott eltérő környezeti igényeit, a termelők fajtaspecifikus technológiát használjanak a hozamfokozás érdekében.

A HK35 hibridnél javasolom, hogy átszövetéskor a termesztőközegben mért hőmérséklet beállításához a 25°C legyen az irányadó, az időtartam pedig érje el a 20 napot, de ne haladja meg a 26 napot. Gazdasági szempontból a rövidebb inkubációs a hőmérséklet a kedvezőbb, ezért a költséghatékonyság figyelembe vételével a 20 nap az ajánlott időtartam. A termőrefordítási és

termesztési hőmérséklet optimuma a 16°C, de fontos, hogy ennél már 3°C-kal alacsonyabb hőmérséklet 30-50%-kal csökkenti a termés hozamot.

A 357 hibrid esetében ajánlom, hogy az átszövetéskor a termesztőközegben 25°C legyen a jellemző hőmérséklet, viszont ez a hibrid érzékenyen reagál a termesztőközeg hőmérsékletének növekedésére és már 31°C-nál a hozam 50%-kal csökken. Az átszövetés időtartamánál fontos, hogy minimálisan érje el a 20 napot, azonban az optimum 26-29 naphoz áll közelebb. A termőrefordítási és termesztési hőmérséklet optimuma 19°C, de elfogadható eredményt ad a 22°C-os termőrefordítás is.

A P70 hibrid átszövetési hőmérsékleténél javaslom a 22-25°C tartását, az időtartam pedig a HK35 hibrid hasonlóan feltétlenül érje el a 20 napot, de ne haladja meg a 26 napot. Gazdasági szempontok figyelembevételével javasolt a 20 nap intervallum. A termőrefordítás és termesztés optimális hőmérséklete a 13°C, azonban 19°C -ig a termésmennyiség nem, csak a minőség csökken.

A 14. táblázatban összefoglaltam azokat a környezeti igényeket, melyek alapján a gyakorlatban használt laskagomba termesztési technológia optimalizálása elvégezhető, és ezzel fajtaspecifikus technológia változatok alakíthatóak ki és alkalmazhatóak.

A megállapítások alapján összefoglalóan javaslom a hibridek szezonális alkalmazását. A HK35 hibrid jól alkalmazható a tavaszi-őszi átmeneti időjárási viszonyok mellett, a 357 hibrid viszont a HK35-nél jobban alkalmazkodik a nyári melegebb termesztési viszonyokhoz, csak az átszövetés hőmérsékletére kell odafigyelni. A P70 kifejezetten téli fajta, mivel mind az átszövetés, mind a termőrefordítás és termesztés során az alacsonyabb hőmérsékleteket igényli.

14. táblázat: A HK35, 357 és P70 hibridek fajtaspecifikus termesztési igényei

<i>hibrid</i>	<i>micélium növekedés</i>		<i>Termőrefordítási és termesztési hőmérséklet</i>
	<i>hőmérséklet</i>	<i>időtartam</i>	
HK35	25°C	20-26 nap	16°C érzékeny az ennél alacsonyabb hőmérsékletre
357	25°C érzékeny a magasabb hőmérsékletre (31°C)	20-29 nap	19°C
P70	22-25°C	20-26 nap	13°C

ÖSSZEFOGLALÁS

A laskagomba termesztésben mára már az új technológiai és gazdasági problémák hatásaként a korábbi szakmai ismeretek modernizálására van szükség. Többek között elterjedtté vált a hibridek termesztése, a megbízható magyar nemesítésű HK35 fajta mellett egyre több új hibrid jelenik meg. Elkerülhetetlen a modern, teljesen szabályozott légterű termesztő berendezések használata a stabil, a piac igényeit megfelelően kiszolgáló gombatermesztés érdekében. Mindezek hatására szükségessé vált az eddig kizárólag fajszinten vizsgált környezeti tényezők fajtaszintű vizsgálata a fajtaspecifikus termesztéstechnológia megalapozása érdekében.

A kutatási munkám célja éppen ezért a jelenleg az árutermelő gombatermesztésben használt késői laskagomba (*Pleurotus ostreatus*) hibridek termesztéstechnológiáinak vizsgálata, az optimalizálás, a hatékonyság fokozása és a fajtaspecifikus technológia kialakítása.

Munkám során primer adatgyűjtéssel felmértem a legnagyobb laskagomba termelői kör szerkezetét, megállapítottam a jellemző üzemméretet, a termesztő berendezések korszerűségét és az alkalmazott termesztéstechnológia főbb paramétereit.

A HK35, 357 és P70 hibridek esetében laboratóriumi és kisléptékű üzemi kísérletekben vizsgáltam az átszövetési hőmérséklet változásának a micélium növekedésre és a termés hozamra gyakorolt hatását; az összefüggést az átszövetés (a vegetatív növekedés) időtartama és a termés hozam között; a termőrefordítási hőmérséklet termőtestképződésre és a termés hozamra gyakorolt hatását; a tápközeg kémhatásának változását a vegetatív növekedés során, és az összefüggést kalap (termőtest) növekedés és a hőmérséklet és páratartalom változása között.

Meghatároztam a beteg laskagomba termőtestből izolált *Pseudomonas* fajok szaporodását befolyásoló néhány környezeti tényező (pH, hőmérséklet, só-tűrés és rézion érzékenység) fajszintű hatását.

A vizsgálatok során kapott eredmények alapján leírtam az általam vizsgált három hibrid fajtaspecifikus termesztéstechnológiái közötti különbségeket, amelyek a következők:

A HK35 hibridnél az átszövetés során a termesztőközegben mért hőmérséklet beállításához a 25°C az irányadó, az időtartam 20-26 nap között van. Gazdasági szempontból a rövidebb inkubációs hőmérséklet a kedvezőbb, ezért a költséghatékonyság figyelembe vételével a 20 nap az ajánlott időtartam. A termőrefordítási és termesztési hőmérséklet optimuma a 16°C, de fontos, hogy ennél már 3°C -kal alacsonyabb hőmérséklet 30-50%-kal csökkenti a termés hozamot.

A 357 hibrid esetében az átszövetés hőmérsékleti optimuma 25°C, viszont ez a hibrid érzékenyen reagál a termesztőközeg hőmérsékletének növekedésére és már 31°C-nál a hozam 50%-

kal csökken. Az átszövetés időtartamánál fontos, hogy minimálisan érje el a 20 napot, azonban az optimális 26-29 naphoz áll közelebb. A termőrefordítási és termesztési hőmérséklet optimuma 19°C, de elfogadható eredményt ad a 22°C-os termőre fordítás is.

A P70 hibrid átszövetési hőmérsékletének optimuma a 22-25°C, az időtartam pedig a HK35 hibridhez hasonlóan feltétlenül érje el a 20 napot, de ne haladja meg a 26 napot. Gazdasági szempontok figyelembevételével javasolom a 20 nap intervallumot. A termőrefordítás és termesztés optimális hőmérséklete a 13°C, azonban 19°C-ig a termés mennyiség nem, csak a minőség csökken.

A vizsgálatok alapján javaslom a hibridek szezonális alkalmazását. A HK35 hibrid jól alkalmazható a tavaszi-őszi átmeneti időjárási viszonyok mellett, a 357 hibrid viszont a HK35-nél jobban alkalmazkodik a nyári melegebb termesztési viszonyokhoz. A P70 kifejezetten téli fajta, mivel mind az átszövetés, mind a termőrefordítás és termesztés során az alacsonyabb hőmérsékleteket igényli.

A jellemző eltérések és ezek a terméshozamra gyakorolt meghatározó hatása miatt javaslom, hogy az alkalmazott általános laskagomba termesztési technológia helyett, figyelembe véve a hibridek általam meghatározott eltérő környezeti igényeit, a termelők fajtaspecifikus technológiát használjanak a hozamfokozás érdekében.

A dolgozatomban bemutatott kísérletekkel a laskagomba termesztéssel kapcsolatos kutatásaim nem zárultak le, hiszen 2008-ban indult el a „Nagy hatékonyságú összetett biokontroll készítmények kifejlesztése a zöldség- és gombatermesztésben előforduló patogén mikroorganizmusok ellen” című kutatási programunk, melynek célja a zöldség- és gombatermesztésben megjelenő *Pseudomonas* nemzetséghez tartozó baktériumos betegségek ellen biológiai védekezés kidolgozása. A kutatási konzorciumban a zöldségtermelő és kutató tagok mellett a Pilze-Nagy Kft. és Szegedi Tudományegyetem TTIK Mikrobiológiai Tanszéke vesz részt. Ez a kutatási program a dolgozatomban ismertetett kutatásokra épül. A két programnak köszönhetően hatodik éve vizsgáljuk a baktériumos foltosság betegségét a laskagomba termesztésben, és minden reményünk megvan arra, hogy a betegség kiváltó *Pseudomonas* fajokkal antagonizáló hatású biológiai készítményt fejlesszünk ki a közeljövőben.

SUMMARY

In oyster mushroom cultivation nowadays there is a need arising to modernise the earlier professional knowledge as an effect of the new technological and economical problems. Amongst others, the cultivation of hybrids grew prevalent, more and more hybrids are appearing beside the reliable HK35 hybrid of Hungarian improvement. The application of modern climate controlled growing rooms is unavoidable for the purpose of stable mushroom cultivation being fit to the market requirements. Based upon these facts, it turned to be necessary to expand the examination of environmental effects having examined exclusively at species level up to now to variety level examination, for the sake of establishing the variety-specific cultivation technology.

The aim of my research work is, for this very reason, the examination of cultivation technology for the oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) hybrids currently being used in commodity production, including the optimisation, improvement of efficiency, and establishing variety-specific technology.

During my research, as primer data collection, I have summed up the structure of the largest oyster mushroom producing region, determined the characteristic plant sizes, the modernity of the growing equipments, and the main parameters of the applied cultivation technology.

In cases of hybrids HK35, 357 and P70, in the frame of laboratory and low-scale plant experiments, I have examined the effect of incubation temperature onto the mycelia run and the harvesting yield; the correlation between the time period of incubation (the vegetative growing) and yield; the effect of fruiting temperature to the fruiting body formation and yield; the pH change in the substrate during mycelial growth, and the correlation between the cap (pileus) elongation and the changes in temperature and humidity.

I have determined the effects of several environmental factors influencing the reproduction of *Pseudomonas* species having isolated from the ill oyster mushroom caps (pH, temperature, salt resistance and copper ion sensitivity).

Based on the results received during examinations I have described the differences amongst the three hybrid variety-specific cultivation technologies tested by me, which are the followings:

In case of the HK35 hybrid, during incubation, for setting the temperature measured in the substrate, 25°C is the recommendation; the time period is between 20-26 days. From economical aspect, the shorter incubation temperature is more advantageous, so considering cost efficiency, the recommended time period is 20 days. The optimal temperature for fruiting is 16°C, but it is important that a temperature level being 3°C lower than this may decrease yield by 30-50%.

In case of hybrid No. 357, the temperature optimum for incubation is 25°C, but this hybrid is sensitively reacting onto the increase of substrate temperature, and the yield is decreasing by 50% already at 31°C. For the time period of mycelia growth it is important to minimally reach the 20 days, but the optimum is closer to 26-29 days. The optimal temperature for fruiting is 19 °C, but the initiation at 22°C still provides acceptable results as well.

The optimal incubation temperature range of P70 hybrid is 22-25°C, and the time period, similarly to HK35 hybrid, should anyway reach the 20 days, but not more than 26 days. Considering economical aspects, the 20 days range is recommended. The optimal temperature for fruiting is 13°C, but up to 19°C only the quality level is decreasing, not the quantity of produce.

Based on the examinations, I propose the seasonal application of hybrids. The HK35 hybrid can be applied well during the spring-time and autumn-time transitive weather conditions, while the 357 hybrid accommodates to the summer cultivation conditions than the HK35. The P70 is a specifically winter type hybrid, requiring lower temperatures both during mycelia growth and fruiting.

Due to the characteristic deviances, and their definitive effects to the yields, I recommend that instead of the generally applied oyster mushroom cultivation technology, considering the different environmental requirements of the hybrids determined by me, producers should apply variety-specific technologies for the purpose of yield increase.

By performing the experiments presented in my study, my researches in connection with the oyster mushroom production have not been closed, as our research program titled "*Development of highly-efficient composite biocontrol products against the pathogen microorganisms in vegetable and mushroom cultivation*" has started in 2008, the purpose of which is the elaboration of biological protection against bacterial diseases belonging to the *Pseudomonas* genus appearing in the vegetable and mushroom cultivation. Besides the vegetable producing and researching members, the Pilze-Nagy Kft and the TTIK Microbiological Faculty of the Szeged University of Sciences are participating in the research consortium. This research program is based upon the research work described in my study. Owing to the two programs, we examine now for the sixth year the bacterial blotch disease in oyster mushroom cultivation, and we have all prospects to develop a biological formulation with antagonising effects to the *Pseudomonas* species causing the disease.

TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

1. táblázat: Intersterilitási csoportok a *Pleurotus* nemzetségen belül, és geográfiai elterjedésük. (Vilgalys et al, 1996)
2. táblázat: A *Pleurotus ostreatus* tápanyag-összetétele (Chang és Miles, 2004)
3. táblázat: Különböző koncentrációjú nitrogénformák hatása a laskagomba (HK35) micélium növekedésére
4. táblázat: Az izolátumok csoportosítása és fajsztípus azonosítás alapján
5. táblázat: HK35 hibrid átszövetési hőmérséklet kísérlet variancia táblázata
6. táblázat: 357 hibrid átszövetési hőmérséklet kísérlet variancia táblázata
7. táblázat: P70 hibrid átszövetési hőmérséklet kísérlet variancia táblázata
8. táblázat: HK35 hibrid átszövetési idő kísérlet variancia táblázata
9. táblázat: A 357 hibrid átszövetési idő kísérlet variancia táblázata
10. táblázat: A P70 hibrid átszövetési idő kísérletvariancia táblázata
11. táblázat: A vizsgált hibridek legjobb terméshozamához hozzá tartozó optimális termőrefordítási és termesztési hőmérsékletek az átszövetési kezelések függvényében
12. táblázat: A *Pseudomonas* izolátumok lelőhely szerinti megoszlása
13. táblázat: Az izolátumok a fluoreszkáló jelleg szerinti csoportosítása
14. táblázat: A HK35, 357 és P70 hibridek fajtaspecifikus termesztési igényei

ÁBRÁK JEGYZÉKE

1. ábra: Legyengült fán megjelenő *Pleurotus ostreatus* termőtestek
2. ábra: Alapanyag betáplálás (letermett táptalaj) a Pilze-Nagy Kft. biogáz-üzemében
3. ábra: A Pilze-Nagy Kft. biogáz-üzeme
4. ábra: Késői laskagomba termesztése farönkön
5. ábra: *Trichoderma* zöldpenész kártétele laskagomba termesztésben alkalmazott búzaszalma-alapú szubsztrátumon
6. ábra: Baktériumos foltosság tünetei a laskagomba termesztésben
7. ábra: Baktériumos foltosság tünetei a csiperkegomba termőtestén
8. ábra: Direkt konfrontációs teszt a *Trichoderma pleurotum* és a vizsgált baktériumok között
9. ábra: HK35 hibrid termőtestcsokor
10. ábra: 357 hibrid termőtestcsokor
11. ábra: P70 hibrid termőtestcsokor
12. ábra: 22 kg-os préselt blokkos hőkezelt szalma szubsztrátum
13. ábra: A 22 kg-os préselt blokkos szubsztrátumok elhelyezése a termesztő berendezésben
14. ábra: A kalapnövekedés mérése Phytomonitor műszerrel
15. ábra: A termesztők megoszlása a gombatermesztésben eltöltött idő alapján
16. ábra: Gomba termesztő felület nagyság szerinti megoszlása
17. ábra: Eltérő típusú termesztő létesítmények aránya
18. ábra: Különféle fűtési módok megoszlása
19. ábra: Hűtési módok megoszlása az egyes üzemekben
20. ábra: Átszövetés ideje alatti maximum hőmérséklet szerinti megoszlás
21. ábra: Az átszövetés időtartamának megoszlása üzemenként
22. ábra: A második hullám megjelenésig eltelt idő megoszlása
23. ábra: Laskagomba hibridek micélium növekedése különböző hőmérsékleten (Petri-csésze maláta-agar)
24. ábra: A teljes átszövődésig eltelt idő Petri-csésze szalma táptalajon
25. ábra: Laskagomba hibridek micélium növekedése Petri-csészén szalma táptalajon
26. ábra: Laskagomba hibridek átszövődésének ideje eltérő hőmérsékleten kiszákban
27. ábra: 1000g-os zsákos kísérletek (HK35)
28. ábra: 1000g-os zsákos kísérletek (357)
29. ábra: 1000g-os zsákos kísérletek (P70)

30. ábra: Különböző hőmérsékleten átszövetett laskagomba hibridek termés hozama
31. ábra: Termőtestek megjelenése az 1000g-os zsákokon
32. ábra: Termőtestek megjelenése az 1000g-os zsákokon
33. ábra: Laskagomba hibridek hozamának alakulása az átszövetési idő hatására
34. ábra: Az átszövetési idő hatása a termés hozamra (HK35 hibrid)
35. ábra: Az átszövetési idő hatása a termés hozamra (357 hibrid)
36. ábra: Az átszövetési idő hatása a termés hozamra (P70 hibrid)
37. ábra: A vizsgált hibridek terméseredménye a 25 °C-on 14 napig tartó átszövetést követően a termőrefordítási és termesztési hőmérsékletek függvényében
38. ábra: A vizsgált hibridek terméseredménye a 25 °C-on 17 napig tartó átszövetést követően a termőrefordítási és termesztési hőmérsékletek függvényében
39. ábra: A vizsgált hibridek terméseredménye a 28 °C-on 14 napig tartó átszövetést követően a termőrefordítási és termesztési hőmérsékletek függvényében
40. ábra: A vizsgált hibridek terméseredménye a 28 °C-on 17 napig tartó átszövetést követően a termőrefordítási és termesztési hőmérsékletek függvényében
41. ábra: A HK35 hibrid terméseredményei a különböző átszövetési beállítások és a termőrefordítási és termesztési hőmérsékletek függvényében
42. ábra: A 357 hibrid terméseredményei a különböző átszövetési beállítások és a termőrefordítási és termesztési hőmérsékletek függvényében
43. ábra: A P70 hibrid terméseredményei a különböző átszövetési beállítások és a termőrefordítási és termesztési hőmérsékletek függvényében
44. ábra: A tápközeg kémhatásának változása az inkubáció 1-9. napja között 25 °C-on való átszövetésnél
45. ábra: A tápközeg kémhatásának változása az inkubáció 1-9. napja között 28 °C-on való átszövetésnél
46. ábra: A laskagomba átlagos kalapnövekedése a léghőmérséklet függvényében HK35 hibrid
47. ábra: Laskagomba kalapnövekedése néhány környezeti tényező függvényében HK35 hibrid
48. ábra: A vizsgált *Pseudomonas* fajok szaporodásának pH függése
49. ábra: A vizsgált *Pseudomonas* fajok szaporodásának hőmérséklet függése
50. ábra: A vizsgált *Pseudomonas* fajok szaporodásának só-tűrése
51. ábra: A vizsgált *Pseudomonas* fajok rézion érzékenysége

MELLÉKLETEK

M1. IRODALOMJEGYZÉK

1. ALBERT, L. – LOCSMÁNDI, CS. – VASAS, G. (1995): Ismerjük fel a gombákat. Miskolc: Borsodi Nyomda, 129. p.
2. ALEXOPOULOS, C.J. – MIMS, C.W. – BLACKWELL, M. (1996): Introductory Mycology. New York: John Wiley & Sons.
3. BABOS, K. (1986): Vizsgálatok xilofág gombafajokkal kezelt fahulladék takarmány kiegészítőként való alkalmazására. *Mikológiai Közlemények*, 1:35-41. p.
4. BABOS, L. (1991): Bazidiumos nagygombák. In SIMON, T. (Szerk.): *Baktérium-, alga-gomba-, zuzmó- és mohahatározó*. Budapest: Tankönyvkiadó, 558. p.
5. BALÁZS, S. (1985a): A laskagomba múltja és jelene. *Kertészet és Szőlészet*, 34 (48):8. p.
6. BALÁZS, S. (1985b): A laskagomba termesztésének helyzete Magyarországon. *Nemzetközi Mezőgazdasági Szemle*, 29 (4):50-53. p.
7. BALÁZS, S. (1990): Újabb eredmények a hazai gombatermesztésben. A Magyar Tudományos Akadémián 1990. december 19-én elhangzott székfoglaló előadás kivonata. H.n.
8. BALÁZS, S. (1995): Hol tart a magyar laskatermesztés. *Magyar Gombahíradó*, 5 (6):6-7. p.
9. BALÁZS, S. – SZEDLAY, GY. (2003): Az ehető gombák termesztése. In JAKUCS, E. – VAJNA, L. (Szerk.): *Mikológia*. Budapest: Agroinform Kiadó és Nyomda, 434. p.
10. BALDRIAN, P. – VALASKOVÁ, V. – MERHAUTOVÁ, V. – GABRIEL, J. (2005): Degradation of lignocellulose by *Pleurotus ostreatus* in the presence of copper, manganese, lead and zinc. *Research in Microbiology*, 156: 670-676. p.
11. BANIK, S. – NANDI, R. (2004): Effect of supplementation of rice straw with biogas residual slurry manure on the yield, protein and mineral contents of oyster mushroom. *Indust. Crops Prod.*, 20: 311-319. p.
12. BAO, D. – KIMUGASA, S. – KITAMOTO, Y. (2004): The biological species of oyster mushrooms (*Pleurotus spp.*) from Asia based on mating compatibility tests. *J. Wood Sci.*, 50:162-168. p.

13. BAYER, E. A. – BELAICH, J. – SHOHAM, Y. – LAMED, R. (2004): The cellulosomes: multienzyme machines for degradation of plant cell wall polysaccharides. *Annu. Rev. Microbiol.*, 58: 521-554. p.
14. BAYSAL, E. – PEKER, H. – YALINKILIC, M.K. – TEMIZ, A. (2003): Cultivation of oyster mushroom on waste paper with some added supplementary materials. *Bioresource Technology*, 89:95-97. p.
15. BESSETTE, A.E. – KERRIGAN, R.W. – JORDAN, D.C. (1985): Yellow blotch of *Pleurotus ostreatus*. *Applied and Environmental Microbiology*, 50 (6):1535-1537. p.
16. BINDER, M. – HIBBETT, D.S. (2002): Higher-Level Phylogenetic Relationships Holobasidiomycetes (Mushroom-Forming Fungi) Inferred from Four rDNA Regions. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 22 (1): 76-90. p.
17. BONATTI, M. – KARNOPP, P. – SOARES, H.M. – FURLAN, S.A. (2004): Evaluation of *Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus sajor-caju* nutritional characteristics when cultivated in different lignocellulosic wastes. *Food Chemistry*, 88:425–428. p.
18. BORDÁS, D. - SOMOSNÉ-NAGY, A. - NÉMETH, A. - KISS, I. (2008): Gombatermesztési melléktermékek környezetvédelmi hasznosítása. 15th Symposium on Analytical and Environmental Problems, SZAB Szeged.
19. BUCHANAN, P.K. (1993): Identification, Names and Nomenclature of common edible mushrooms. Proceedings of the First International Conference on Mushroom Biology and Mushroom Products 23-26 August 1993, The Chinese University of Hong Kong, Hong Kong.
20. CHA, JEA-SOON (2004): Brown blotch diseases. In: *Mushroom Growers' Handbook 1: Oyster Mushroom Cultivation*. Seoul, Korea: Mushworld, 180-192. p.
21. CHANG, S.T. (1999a): Global impact of edible and medicinal mushrooms on human welfare in the 21st Century: non-green revolution. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 1: 1-7. p.
22. CHANG, S.T. (1999b): World production of cultivated and medicinal mushrooms in 1997 with emphasis on *Lentinus edodes* (Berk.) Sing. in China. *Int. J. Med. Mushrooms*, 1: 291–300. p.
23. CHANG, S.T. (2008): *Training manual on mushroom cultivation technology*. – United Nations – Nations Unies, Economic and Social Commission for Asia and the Pacific, Asian and Pacific Centre for Agricultural Engineering and Machinery, Beijing, China, <http://www.unapcaem.org/publication/TM-Mushroom.pdf>

24. CHANG, S.T. - MILES, P.G. (2004): Mushrooms: Cultivation, Nutritional Value, Medicinal Effect, and Environmental Impact. Boca Raton, Florida, USA: CRC Press LLC, 15. 17. 21. 29. 132. 206. 315. 318. p.
25. CURVETTO, N. R. - FIGLAS, D. - DEVALIS, R. – DELMASTRO, S. (2002): Growth and productivity of different *Pleurotus ostreatus* strains on sunflower seed hulls supplemented with N-NH₄⁺ and/or Mn(II). *Biores. Techn.*, 84: 171-176. p.
26. DALIMOVA, G.N. - AKHMEDOVA, Z.R. (2001): Biodestruction of Lignins by the Basidiomycete *Pleurotus ostreatus*. *Chemistry of Natural Compounds*, 37 (1): 83-85.p.
27. EGGEN, T. - SASEK, V. (2002): Use of Edible and Medicinal Oyster Mushroom [*Pleurotus ostreatus* (Jacq.: Fr.) Kumm.] Spent Compost in Remediation of Chemically Polluted Soils. - *Int. J. Med. Mushrooms*, 4:255-261. p.
28. ELBORNE, S.A. (2008): *Pleurotus* (Fr.) P.Kumm. In KNUDSEN, H- VESTERHOLT, J. (Szerk.): *Funga Nordica. Agaroid, boletoid and cyphelloid genera*. Copenhagen: Nordsvamp, 321-323. p.
29. ERDEI, B. – HAJDÚ, CS. (2010): Oyster substrate and mushroom production in Europe and development opportunities. 5-й РОССИЙСКИЙ ГРИБНОЙ КРУИЗ 5. Orosz Gombakonferencia. 2010 május 9-13; Moszkva-Jaroslavl.
30. FLETCHER, J.T., WHITE, P.F., GAZE, R.H. (1989): Mushrooms: Pest and disease control. Andover, England: Intercept. 73. p.
31. FURLAN, S.A. – VIRMOND, L.J. – MIERS, D.A. – BONATTI, M. – GERN, R.M.M. – JONAS, R. (1997): Mushroom strains able to grow at high temperatures and low pH values. *World Journal of Microbiology & Biotechnology*, 13: 689-692. p.
32. GARZILLO, A. M. V. - DI PAOLO, S. – RUZZI, M. – BUONOCORE, V. (1994): Hydrolytic properties of extracellular cellulases from *Pleurotus ostreatus*. *Appl Microbiol Biotechnol*, 42:476-481. p.
33. GINTEROVA, A. – LAZAROVA, A. (1987): Aminoacid composition of wood rotting fungi (*Pleurotus*) and total acid balance of the cultivating system. *Food Chemistry*, 23:35-41. p.
34. GONZALEZ, A.J. – GONZALEZ-VALERA, G. – GEA, F.J. (2009): Brown blotch caused by *Pseudomonas tolaasii* on cultivated *Pleurotus eryngii* in Spain. *Plant disease*, 93 (6):667. p.

35. GOULD, W. D. - HAGEDORN, C. – BARDINELLI, T. R. – ZABLOTOWICZ, R. M. (1985): New selective media for enumeration and recovery of fluorescent pseudomonads from various habitats. *Applied and Environmental Microbiology*, 49: 28-32. p.
36. GREGORI, A. - SVAGELJ, M. - POHLEVEN, J. (2007): Cultivation techniques and medicinal properties of *Pleurotus* spp. – *Food Technol. Biotechnol.*, 45: 238–249. p.
37. GUNDE-CIMERMAN, N. - PLEMENITAS, A. (2001): Hypocholesterolemic activity of the genus *Pleurotus* (Jacq.: Fr.) P.Kumm. (Agaricales, Basidiomycetes). *International Journal Medicinal Mushrooms*, 3:395-397. p.
38. GYÖRFI, J. (1989): Present plant protection problems in oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus* and its hybrid strains) growing in Hungary. Mushroom Science XII (PartII). Proceedings of the Twelfth International Congress on the Science and Cultivation of Edible Fungi, 603-609. p.
39. GYÖRFI, J. - MASZLAVÉR, P. (2003): A *Pleurotus sajor-caju* (szaka laskagomba) termesztési kísérlete. *Magyar Gomba*, 7 (19):15-18. p.
40. GYURKÓ, P. (1979): Laskagomba. In: BALÁZS, S. (Szerk.): *Gombatermesztés*. Budapest: Mezőgazdasági Kiadó, 175-216.
41. HAJDÚ, CS. (2003): A laskagomba-fajok rendszerezése és nemesítésének lehetőségei. *Magyar Gombahíradó*, 38:10-12. p.
42. HAJDÚ, CS. (2007): A termesztett *Pleurotus ostreatus* hibridek tulajdonságainak javítása és új hibridek előállítása vadon termő törzsek alkalmazásával. Doktori Értekezés. Budapesti Corvinus Egyetem, Kertészettudományi Kar, Növényteni Tanszék, 9. p.
43. HATAKKA, A. (1994): Lignin-modifying enzymes from selected white-rot fungi: production and role in lignin degradation. *FEMS Microbiol Rev.*, 13:125–35. p.
44. HATVANI, L. – ANTAL, ZS. – MANCZINGER, L. – SZEKERES, A. - DRUZHININA, I. S. - KUBICEK, C. P. – NAGY, A. – NAGY, E. – VÁGVÖLGYI, CS. – KREDICS, L. (2007): Green mold diseases of *Agaricus* and *Pleurotus* spp. are caused by related but phylogenetically different *Trichoderma* species. *Phytopathology*, 97: 532–537. p.
45. HATVANI, L. – KOCSUBÉ, S. – MANCZINGER, L. - DRUZHININA, I. S. - KUBICEK, C. P. – VÁGVÖLGYI, CS. – KREDICS, L. (2008): Specific PCR reveals that the substrate of wild grown *Pleurotus ostreatus* is a potential source of green mould affecting oyster mushroom production. – Programme and Abstracts, 6th Int. Conf. Mushr. Biol. Mushr. Products. Bonn, Germany, 57. p.

46. HAWKSWORTH, D.L. (1991): The fungal dimension of biodiversity: magnitude, significance, and conservation. *Mycological Research*, 95:641-655. p.
47. HAWKSWORTH, D.L. - KIRK, P.M. - SUTTON, B.C. - AND PEGLER, D.N. (1995): Ainsworth and Bisby's Dictionary of the Fungi (8th ed.) Wallingford, UK: CAB International, 616. p.
48. HELTAY, I. (1999a): Adatok az ipari jellegű laskagomba-termesztés negyedszázados magyarországi történetéhez és nemzetközi vonatkozásaihoz I. rész. *Magyar Gomba*, 10:9-12. p.
49. HELTAY, I. (1999b): Adatok az ipari jellegű laskagomba-termesztés negyedszázados magyarországi történetéhez és nemzetközi vonatkozásaihoz II. rész *Magyar Gomba*, 11: 17-20. p.
50. HELTAY, I. (1999c): Adatok az ipari jellegű laskagomba-termesztés negyedszázados magyarországi történetéhez és nemzetközi vonatkozásaihoz III. rész *Magyar Gomba*, 12: 7-10. p.
51. HIBBETT, D.S. –THORN, R.G. (2001): Basidiomycota: Holobasidiomycetes. In MCLAUGHLIN, D.J. – MCLAUGHLIN, E.G. – LEMKE, P.A. (Szerk.): *The Mycota VII Part B, Systematics and Evolution*. Berlin: Springer-Verlag, 121-168. p.
52. HILBER, O. (1989): Valid, invalid and confusing taxa of the genus *Pleurotus*. Mushroom Science XII. (Part II). Proceedings of the Twelfth International Congress on the Science and Cultivation of Edible Fungi. Braunschweig, Germany, 1987. 241-248. p.
53. HÜTTERMANN, A. – LOSKE, D. – MAJCHERZYK, A. – ZADRAZIL, F. – WALDINGER, P. – LORSON, H. (1989): Reclamation of PAH-contaminated soils with active fungus-straw-substrata. In: THOME-KOZMIENSKY K.J. (Szerk.): *Recycling International 3*, Berlin. 2191-2199. p.
54. JAKUCS, E (1990): A gombák szerepe a cellulóz és lignin lebontásában. *Mikológiai közlemények*, 1-3:13-35. p.
55. JAKUCS, E. (1999): A mikológia alapjai. Budapest: ELTE Eötvös Kiadó, 147. p.
56. KANG, S.W. (2004): What is oyster mushroom. In *Mushroom Growers' Handbook 1: Oyster Mushroom Cultivation*. Seoul, Korea: Mushroomworld, 53-58. p.
57. KARACSONYI, S. - KUNIAK, L (1994): Polysaccharides of *Pleurotus ostreatus*: isolation and structure of pleuran, an alkali insoluble beta-D-glucan. *Carbohydr. Polym.*, 24:107-111. p.

58. KEVEI, F. – KUCSERA, J. – VARGA, J. – VÁGVÖLGYI, CS. (1999): Fejezetek a mikológiából. Szeged: JATEPress, 9. p.
59. KOMOŃ-ZELAZOWSKA, M. - BISSETT, J. - ZAFARI, D. – HATVANI, L. – MANCZINGER, L. - WOO, S. - LORITO, M. – KREDICS, L. - KUBICEK, C. P. - DRUZHININA, I. S. (2007): Genetically closely related but phenotypically divergent *Trichoderma* species cause world-wide green mould disease in oyster mushroom farms. *Appl. Environ. Microbiol.*, 73: 7415–7426. p.
60. KONG, W.S. (2004): Description of commercially important *Pleurotus* species. In *Mushroom Growers' Handbook 1: Oyster Mushroom Cultivation*. Seoul, Korea: Mushworld, 59-66. p.
61. KOVÁCS, A. (1998): A környezeti tényezők mérési és szabályozási lehetőségei. *Magyar Gomba*, 2 (8): 14-15. p.
62. KOVÁCSNÉ-GYENES, M. (1998): A laskagomba-termesztés sajátosságai nyáron. *Magyar Gomba*. 2(8): 12-13.
63. KOVÁCSNÉ-GYENES, M. – KOVÁCS, A. (1998): Termesztési kísérletek rózsaszín laskagombával. *Magyar Gomba*. (2) 7: 19. p.
64. KREDICS, L. – CSEH, T. – KÖRMÖCZI, P. – NAGY, A. – KOCSUBÉ, S. – MANCZINGER, L. – VÁGVÖLGYI, CS. – HATVANI, L. (2009a): A termesztett laskagomba zöldpenészes fertőzése. *Mikológiai közlemények, Clusiana*, 48(1):81–92. p.
65. KREDICS, L. – KÖRMÖCZI, P. – CSEH, T. – HATVANI, L. – MANCZINGER, L. – NAGY, A. – VÁGVÖLGYI, CS. (2009b): Green mould disease of oyster mushroom in Hungary and Romania: ecophysiology of the causative agents. In: KISS, I (ed): Proceedings of the 10th INTERNATIONAL SYMPOSIUM "INTERDISCIPLINARY REGIONAL RESEARCH", Hunedoara, Romania, 23-24 April, 2009, CD-ROM, paper S3-10, 1-6. p.
66. KULLNIG-GRADINGER, C. M. - SZAKACS, G. - KUBICEK, C. P. (2002): Phylogeny and evolution of the fungal genus *Trichoderma* – a multigene approach. – *Mycol. Res*, 106: 757–767. p.
67. KURTZMAN JR., R.H. (2005): Mushrooms: Sources of modern western medicine. *Micologia Aplicada International*, 17(2):21-33. p.
68. KÜES, U. - LIU, Y. (2000): Fruiting body production in basidiomycetes. *Appl. Microbiol. Biotechnol*, 54:141-152. p.

69. LABUSCHANGE, P.M. - EICKER, A. - AVELING, T.A.S. - DE MEILLON, S. - SMITH, M.F. (2000): Influence of wheat cultivars on straw quality and *Pleurotus ostreatus* cultivation. *Biores. Techn*, 71:71-75. p.
70. LEE, H.K. - SHIN, C.S. - MIN, K.B. - CHOI, K.S. (2000): Molecular systematics of the genus *Pleurotus* using sequence-specific oligonucleotide probes. Proceedings of the 15th International Congress on the Science and Cultivation of Edible Fungi. Rotterdam: Balkema, 207-213. p.
71. LELLEY, J.I. (1991): Pilzanbau. Biotechnologie der Kulturspeisepilze. Stuttgart, Germany: Eugeb Ulmer, 184. p.
72. LELLEY, J.I. (1996): A modern laskagombatermesztés lehetőségei és határai. *Magyar Gombahíradó*. 20:9. p.
73. LELLEY, I.J. - VETTER, J (2005): The possible role of mushrooms in maintaining good health and preventing diseases. *The Spawn run*, 2005. 5(3):4-10. p.
74. LELLEY, J. - NIEHRENHEIM, U. (1991): Substrate treatment by fungicides in the oyster mushroom production. Proceedings of the 15th International Congress on the Science and Cultivation of Edible Fungi. Rotterdam: Balkema. 373-378. p.
75. MAKARA, GY. (1995): Laskagombafélék családja. In KALMÁR, Z. - MAKARA, GY. - RIMÓCZI, I.: *Gombászkönyv*. Budapest: Mezőgazda Kiadó. 190-194. p.
76. MANCZINGER, L. - PÓCSI, I. - VETTER, J. (2003): Gombaélettan. In JAKUCS, E. - VAJNA, L. (Szerk.): *Mikológia*. Budapest: Agroiinform Kiadó és Nyomda, 139-195. p.
77. MANDEEL, Q.A. - AL-LAITH, A.A. - MOHAMED, S.A. (2005): Cultivation of oyster mushrooms (*Pleurotus* spp.) on various lignocellulosic wastes. *World Journal of Microbiology & Biotechnology*, 21:601-607. p.
78. MANZI, P. - AGUZZI, A. - PIRROFERRATO, L. (2001): Nutritional Value of mushrooms widely consumed in Italy. *Food Chemistry*, 73:321-325. p.
79. MARTÍNEZ, A.T. – SPERANZA, M. - RUIZ-DUEÑAS, F.J. – FERREIRA, P. – CAMARERO, S. – GUILLÉN, F – MARTINEZ, M.J. – GUTIÉRREZ, A. – DEL RIO, J.C. (2005): Biodegradation of lignocellulosics: microbial, chemical, and enzymatic aspects of the fungal attack of lignin. *Int Microbiol*, 8:195-204. p.
80. MCLAUGHLIN, D.J. – HIBBET, D.S. – LUTZONI, F. – SPATAFORA, J.W. – VIGLALYS, R. (2009): The research for the fungal tree of life. *Trends in Microbiology*, 17 (11):475-528. p.

81. METHA, K.B. – JANDAİK, C.L. (1989): Cultivation of *Pleurotus Cfr. sapidus* (Schulzer) Kalchbr. in India. Mushroom Science XII. (Part II) Proceedings of the Twelfth International Congress on the Science and Cultivation of edible Fungi. Braunsweig Germany, 1987. 179-185. p.
82. METHA, V. - GUPTA, J.K. - KAUSHAL, S.C. (1990): Cultivation of *Pleurotus florida* mushroom on rice straw and biogas production from spent straw. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 6: 366-370. p.
83. MIKIASHVILI, N. - WASSER, S.P. - NEVO, E. - CHICHUA, D. - ELISASHVILI, V. (2004): Lignocellulolytic Enzyme Activities of Medicinally Important Basidiomycetes from Different Ecological Niches. *Int. Journal of Medicinal Mushrooms*, 6: 63-71. p.
84. MOYSON, E. - VERACHTERT, H. (1991): Growth of higer fungi on wheat straw and their impact on the digestibility of the substrate. *Appl. Microbiology and Biotechnology*, 36: 421-424. p.
85. MUELLER, J.C. - GAWLEY, J.R. (1985): Gourmet mushroom cultivation on pulp mill sludge proves feasible. *Pulp & Paper*, 59 (7):140-142. p.
86. MUNSCH, P. – GEOFFROY, V.A. – ALATOSSAVA, T. – MEYER, J-M. (2000): Application od Siderotyping for characterization of *Pseudomonas tolaasii* and “*Pseudomonas reactans*” isolates associated with brown blotch disease of cultivated mushrooms. *Appl. Environ. Microbiol*, 66(11): 4834-4841.p.
87. MUNSCH, P. – ALATOSSAVA, T. – MARTTINEN, N. – MEYER, J-M. – CHRISTEN, R. – GARDAN, L. (2002): *Pseudomonas costantinii* sp. nov., another causal agent of brown blotch disease, isolated from cultivated mushroom sporophores in Finland. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 52: 1973-1983. p.
88. MURATA, H. (1998): Characteristics of stress response in mushroom-pathogenic bacterium, *Pseudomonas tolaasii*, during the interaction with *Pleurous ostreatus* and carbon/nitrogen starvation in vitro. *Mycoscience*, 40:81-85. p.
89. MURATA, H. - MAGAE, Y. (1996): Toxin production in a mushroom pathogenic bacterium, *Pseudomonas tolaasii* strain PT814 is activated by signals present in a host, *Pleurotus ostreatus*, and those accumulating in the medium in the course of bacterial growth. In: Mushroom biology and mushroom products proceedings of the 2nd. International Conference, June 9.12, 1996, University Park, Pennsylvania, 483–494. p.
90. MÜLLER, J. (1989): Enzymatic regulation of temperature dependent fruit body morphogenesis in *Pleurotus ostreatus*. Proceedings of the 12th International Congress on the

Science and Cultivation of Edible Fungi. Braunscheig, Germany. Mushroom Science XII., 139-149. p.

91. NAGY, A. (2001): A belföldi gombapiac határai. *Magyar Gomba*, 17: 19-21. p.
92. NAGY, A. - MANCZINGER, L. - KREDICS, L. - HATVANI, L. - GYÖRFI, J. - TURÓCZI, GY. - ANTAL, ZS. - SAJBEN, E. - VÁGVÖLGYI, CS. (2008a): Green mold disease of *Pleurotus ostreatus* in Hungary and advances in its biocontrol. The 6th International Conference on Mushroom Biology and Mushroom Products, September 29. - October 3. 2008, Bonn, Germany, Book of Abstracts, 60. p.
93. NAGY, A. - SAJBEN, E. - ANTAL, Z. - MANCZINGER, L. - VÁGVÖLGYI, C. (2008b): Extracellular enzyme producing abilities of *Pseudomonas* isolates pathogenic to oyster mushroom. 17th International Conference of the International Society of Mushroom Science, Cape Town, South Africa, 2008. Science and cultivation of edible and medicinal fungi Mushroom Science XVII, 628-637. p.
94. NATVIG, D.O. - MAY, G. (1996): Fungal evolution and speciation. *J. Genet*, 75. 3:441-452. p.
95. OLIVERI, G. - MARZOCHELLA, A. - SALATINO, P. - GIARDINA, P. - CENNARNO, G. - SANNIA, G. (2006): Olive mill wastewater remediation by means of *Pleurotus ostreatus*. *Biochemical Engineering Journal*, 31:180-187. p.
96. PALLERONI, NJ. (1984): Genus *Pseudomonas*. Migula. In KRIEG, N.R. AND HOLT, J.G. BALTIMORE (Szerk): *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology* Vol. I, MD, USA: Williams and Wilkins; 141-178. p.
97. PARK, M.S. – BAE, K.S. – YU, S.H. (2006): Two new species of *Trichoderma* associated with green mold of oyster mushroom cultivation in Korea. *Mycobiology*, 34:111-113. p.
98. PETERSEN, R.H. - HUGHES, K.W. - PSURTSEVA, N. (2010): Biological Species in *Pleurotus*. http://www.bio.utk.edu/mycology/Pleurotus/historic_taxonomy.htm
99. POPPE, J. (2000): Use of agricultural waste materials in the cultivation of mushrooms. Proceedings of the 15th International Congress on the Science and Cultivation of Edible Fungi. Maastricht, Netherlands. 3-23. p.
100. POPPE, J. (2004): Agricultural Wastes as substrates for oyster mushroom. In *Mushroom Growers' Handbook I: Oyster Mushroom Cultivation*. Seoul Korea: Mushworld. 80-90. p.
101. POPPE, J.A. - HÖFTE, M. (1995): Twenty wastes for twenty cultivated mushrooms. Science and Cultivation of Edible Fungi, Balkema, Rotterdam, 14(1): 171-179. p.

102. RAINEY, P.B. (1991): Phenotypic variation of *Pseudomonas putida* and *P. tolaasii* affects attachment to *Agaricus bisporus* mycelium. *Journal of General Microbiology*, 137: 2769-2779. p.
103. RAINEY, P. B. - BRODEY, C.L. - JOHNSTONE, K. (1991): Biological properties and spectrum of activity of tolaasin, a lipodepsipeptide toxin produced by the mushroom pathogen *Pseudomonas tolaasii*. *Physiol. Mol. Plant Pathol.*, 39:57-70. p.
104. RAINEY, P. B. - BRODEY, C.L. - JOHNSTONE, K. (1992): Biology of *Pseudomonas tolaasii*, cause of brown blotch disease of the cultivated mushroom. *Adv. Plant Pathol.*, 8:95-117. p.
105. RAJARATHNAM, S. - SHASHIREKA, M.N. - BANO, Z. (1992): Biopotentialities of the Basidiomycetes. In *Advances in Applied Microbiology*, 37:233-361. p.
106. RAZDAN, A. - PETTERSSON, R. (1994): Effect of chitin and chitosan on nutrient digestibility and plasma lipid concentrations in broiler chickens. *Br. J. Nutr.*, 72: 277-288. p.
107. ROYSE, D.J. (2003): Cultivation of oyster mushrooms. The Pennsylvania State University, College of Agricultural Sciences. <http://pubs.cas.psu.edu/freepubs/pdfs/UL207.pdf>
108. RÜHL, G.H. (2002): Austernpilzbau: Situation in Deutschland. *Der Chnampignon*, 1: 22-23. p.
109. SÁNCHEZ, C. (2004): Modern aspects of mushroom culture technology. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 64: 756-762. p.
110. SÁNCHEZ, C. (2010): Cultivation of *Pleurotus ostreatus* and other edible mushrooms. *Appl Microbiol Biotechnol*, 85:1321–1337. p.
111. SÁNCHEZ, J.E. - ROYSE, D.J. (2001): El Cultivo de *Pleurotus spp.* In: SÁNCHEZ, J. E. - ROYSE, D. J. 2001. *La biología y el cultivo de Pleurotus spp.* Chiapas, México: El Colegio de la Frontera Sur, 187-203. p.
112. SANTOYO, F. - GONZÁLEZ, A.E. - TERRÓN, M.C. - RAMÍREZ, L. - PISABARRO, A.G. (2008): Quantitative linkage mapping of lignin-degrading enzymatic activities in *Pleurotus ostreatus*. *Enzyme and Microbial Technology*, 43 (2):137-143. p.
113. SAVOIE, J.M. - SALMONES, D. - MATA, G. (2007): Hydrogen peroxide concentration measured in cultivation substrates during growth and fruiting of the mushrooms *Agaricus bisporus* and *Pleurotus spp.* *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87: 1337-1344. p.

114. SINGER, R. (1986): The agaricales in modern taxonomy. 4th ed. Koenigstein, Germany: Koeltz Scientific Books, 88.p.
115. SMITH, A.H. (1973): *Agaricales* and Related Secotioid Gasteromycetes. In AINSWORTH, G.C. - SPARROW, F. - SUSSMAN, A.S. (Szerk.): *The Fungi: An Advanced Treatise* Volume IVB. A Taxonomic Review with Keys: Basidiomycetes and Lower Fungi. New York and London, USA: Academic Press, 421-428. p.
116. SOHI, H.S. – UPADHYAY, R.C. (1989): Effect of temperature on mycelia growth of *Pleurotus* species and their yield performance on selected substrates. Mushroom Science XII. (Part II) Proceedings of the Twelfth International Congress on the Science and Cultivation of edible Fungi. Braunsweig Germany, 1987. 49-56. p.
117. SOLER-RIVAS, C. - JOLIVET, S. - ARPIN, N. - OLIVIER, J.M. - WICHES, H.J. (1999): Biochemical and physiological aspects of brown blotch disease of *Agaricus bisporus*. *FEMS Microbiol. Rev*, 23:591-614. p.
118. SOMOSNÉ-NAGY, A. - KOVÁCS, A. – KOVÁCSNÉ-GYENES, M. (2005): A nagyüzemi laskagomba termesztés – lehetőségek és korlátok Magyarországon. Lippay János – Ormos Imre – Vas Károly Tudományos Ülésszak 2005. Összefoglalók, 370-371. p.
119. STAMETS, P. (1993): Growing gourmet and medicinal mushrooms. Berkeley, CA, USA: Ten Speed Press, 283, 314. p.
120. SYLVAN INC. [2000]: Exotic Strain Sheets. Hn.
121. SYLVAN INC. [2002]: Laska és egyéb termesztett gombák fajtái. Hn.
122. SVÁB, J. (1973): Biometriai módszerek a kutatásban. Budapest: Mezőgazdasági Kiadó, 517 p.
123. SZABÓ, I. (1986): A laskagomba jellemzése és termesztésének története. In SZABÓ (Szerk.): *A laskagomba termesztése*. Budapest: Mezőgazdasági Kiadó, 44-47. p.
124. SZABÓ, I. (1990): A csiperke, a laska és más gombák termesztése. Budapest: ILK Modul Vállalkozási Iroda, 10. p.
125. SZABÓ, I. (2002): A laskagomba. Budapest: Szaktudás Kiadó Ház, 13. 28-29. p.
126. SZARVAS, J. (2003): A termesztett csiperkegomba baktériumos betegségeinek ismertetése. *Magyar Gombahíradó*, 38:14-17. p.
127. SZÉCSI, Á. - ÉRSEK, T. - VARGA, J. (2003): A gombák filogenetikai rendszere. In JAKUCS, E. - VAJNA, L. (Szerk.): *Mikológia*. Budapest: Agroinform Kiadó és Nyomda, 72-73. p.

128. SZILI, I. (1996): Ismét a fajtakérdésről. *Magyar Gombahíradó*, 12:10. p.
129. SZILI I. (2001): Gondolatok a laskagomba termesztéséről. *Magyar Gomba*, 17: 22-24. p.
130. SZILI, I. (2008): Gombatermesztők könyve. Budapest: Mezőgazda Kiadó, 88. 119. 126. p.
131. TOMCSÁNYI, E. (1997): A vízkiválás és megakadályozása a laskagomba termesztésben. *Magyar Gombahíradó*, 15:12. p.
132. TÓTH, L. – KOVÁCSNÉ-GYENES, M. (1996): Negyedszázad legfontosabb eredményei a hazai laskagomba-termesztésben. *Magyar Gombahíradó*, 12:4. p.
133. YILDIZ, S. - YILDIZ, U.C. - GEZER, E.D. - TEMIZ, A. (2002): Some lignocellulosic wastes used as raw material in cultivation of the *Pleurotus ostreatus* culture mushroom. *Process Biocemistry*, 38:301-306. p.
134. YU, S. H. (2001): Integrated control of oyster mushroom green mould. – Ebook, <http://ebook.maf.go.kr/src/viewer/main.php?host=main&site=7333>.
135. VASAS, G. (2008): Gombaszakértői praktikum. In JAKUCS, E. (Szerk.): *Gombaismeretek*. Budapest: Flakkus Kiadó, 88. p.
136. VAJNA, B. - NAGY, A. - SAJBEN, E. – MANCZINGER, L. – SZIJÁRTÓ, N. – KÁDÁR, Z. – BORDÁS, D., MÁRIALIGETI, K. (2010) Microbial community structure changes during oyster mushroom substrate preparation. *Applied Microbiology Biotechnology*, 86 (1): 367-375. p.
137. VETTER, J. (1999): A laskagomba (*Pleurotus ostreatus*) beltartalmáról. *Magyar Gomba*, 3 (11):21-23. p.
138. VETTER, J. (2002): Ismét a gyógyító gombákról. Hazai tájakon: a laskagomba. *Magyar Gombahíradó*, 10 (33):14. p.
139. VETTER, J. (2007): Chitin content of cultivated mushrooms *Agaricus bisporus*, *Pleurotus ostreatus* and *Lentinula edodes*. *Food Chemistry*, 102:6-9. p.
140. VILGALYS, R. – SMITH, A. – SUN, B.L. – MILLER JR., O.K. (1993): Intersterility groups in the *Pleurotus ostreatus* complex from the continental United States and adjacent Canada. *Can. J. Bot.*, 71:113-128. p.
141. VILGALYS, R. – SUN, B.L. (1994): Ancient and recent patterns of geographic speciation in the oyster mushroom *Pleurotus* revealed by phylogenetic analysis of ribosomal DNA sequences. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 91: 4599-4603. p.
142. VILGALYS, R. - MONCALVO, I-M. - LION, S-R. – VOLOVSEK, M. (1996): Recent Advances in Molecular Systematics of the Genus *Pleurotus*. Proceedings of the Second

- International Conference on Mushroom Biology and Mushroom Products. Penn. State, 101. p.
143. WATLING, R. - GREGORY, N.M. (1989): Crepidotaceae: Pleurotaceae and other pleurotoid agarics. *British Fungus Flora. Agarics and Boleti* 6. Edinburgh: Royal Botanic Garden, 157. p.
 144. WEBSTER, J. (1980): Introduction to Fungi. Cambridge: Cambridge University Press, 423-428. p.
 145. WON, J. (2000): Oyster mushroom disease: Brown Blotch.
www.mushworld.com/disease/view.asp?cata_id=3110&vid=1187
 146. ZADRAZIL, F. (1974): The ecology and industrial production of *Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus florida*, *Pleurotus cornucopiae* and *Pleurotus eryngii*. IXth International Scientific Congress on the Cultivation of Edible Fungi, Tokyo, on November 4, 1974. *Mushroom Science*, 42-49. p.
 147. ZADRAZIL, F. (1993): Conversion of Lignocellulosics into Animal Feed with White-rot Fungi. Mushroom Biology and Mushroom Products. Proceedings of the First International Conference on Mushroom Biology and Mushroom Products. The Chinese University of Hong Kong. 151-160. p.
 148. ZADRAZIL, F. (1998): Probleme der Substratproduktion. *Der Champignons*, 6 (98):293-296. p.
 149. ZADRAZIL, F., SCHNEIDERREIT, M. (1972): The basis for the introduction into cultivation of previously uncultivated *Pleurotus* species. *Champignon*, 135: 25-32. p.
 150. ZERVAKIS, G. - LABARERE, J. (1992): Taxonomic relationships within the fungal genus *Pleurotus* as determined by isoelectric focusing analysis of enzyme patterns. *Journal of General Microbiology*, 138: 635-645. p.
 151. ZERVAKIS, G.I. - VENTURELLA, G. - PAPADOPOULOU, K. (2001): Genetic polymorphism and taxonomic infrastructure of *Pleurotus eryngii* species-complex determined by RAPD analysis, isozyme profiles and ecomorphological characters. *Microbiology*, 147: 3183-3194. p.

M2. A KÜLÖNBÖZŐ ÁTSZÖVETÉSI KEZELÉSEK VARIANCIATÁBLÁZATA ÉS REGRESSZIÓANALÍZISE

M2/1: HK35 hibrid 25°C-on 14 napig inkubálva

Különböző hőmérsékleten termesztett HK35hibrid hozama variancia táblázata

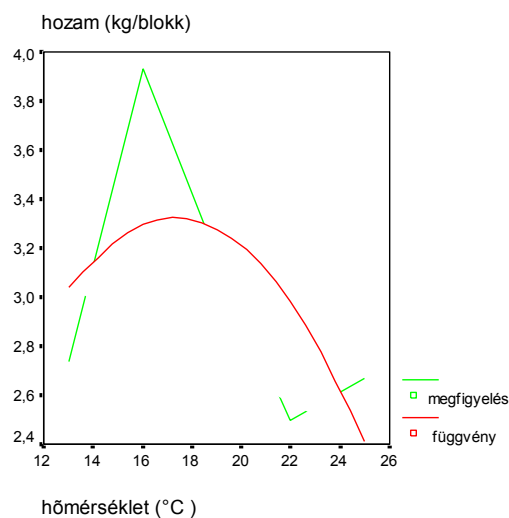
<i>Termesztési hőmérséklet (°C)</i>	<i>Kezelések átlaga (kg/blokk)</i>
13	2,74
16	3,93
19	3,16
22	2,50
25	2,67
	SzD5%=0,56

A kezelések tendenciáját leíró másodfokú polinom egyenlete:

$$y = -0,153x^2 + 0,5297x - 1,2596$$

$$R^2 = 0,389$$

A számított maximum érték 17,3°C-nál 3,32 kg/blokk.



*Különböző hőmérsékleten termőrefordított HK35-ös hibrid hozama
(25-on 14 nap inkubálás).*

M2/2: HK35 hibrid 25°C-on 17 napig inkubálva

Különböző hőmérsékleten termesztett HK35 hibrid hozamának variancia táblázata

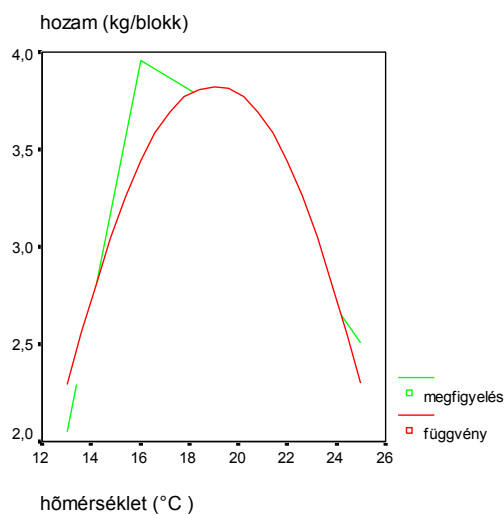
Termesztési hőmérséklet (°C)	Kezelések átlaga (kg/blokk)
13	2,05
16	3,96
19	3,73
22	3,05
25	2,51
	SzD _{5%} = 0,85

A kezelés tendenciáját másodfokú polinommal közelítettük, amelynek képlete:

$$y = - 0,0425x^2 + 1,6138x - 11,51$$

$$R^2 = 0,792$$

A számított maximális termés 19 °C-nál 3,81 kg/blokk.



*Különböző hőmérsékleten termőrefordított HK35-ös hibrid hozama
(25°C-on 17 nap inkubálás).*

M2/3: HK35 hibrid 28°C-on 14 napig inkubálva

Különböző hőfokon termesztett HK35-ös hibrid hozama variancia táblázata

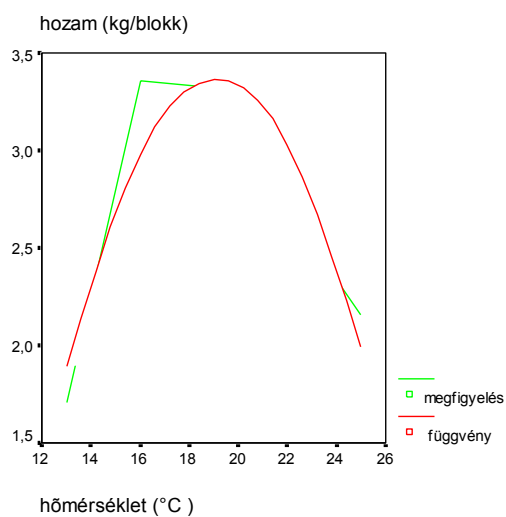
Termesztési hőmérséklet (°C)	Kezelések átlaga (kg/blokk)
13	1,71
16	3,36
19	3,32
22	2,71
25	2,16
	SzD5%=0,51

A kezelések tendenciáját másodfokú polinommal írtuk le, amelynek képlete:

$$y = 0,0394x^2 + 1,5072x - 11,36$$

$$R^2 = 0,851$$

A számított maximális termésátlag 19,1°C-nál 3,38kg/blokknak adódott.



27. ábra. Különböző hőmérsékleten termőrefordított HK35-ös hibrid hozama (28°C-on 14 nap inkubálás).

M2/4: HK35 hibrid 28°C-on 17 napig inkubálva

Különböző hőmérsékleten termesztett HK35 hibrid hozamának variancia táblázata

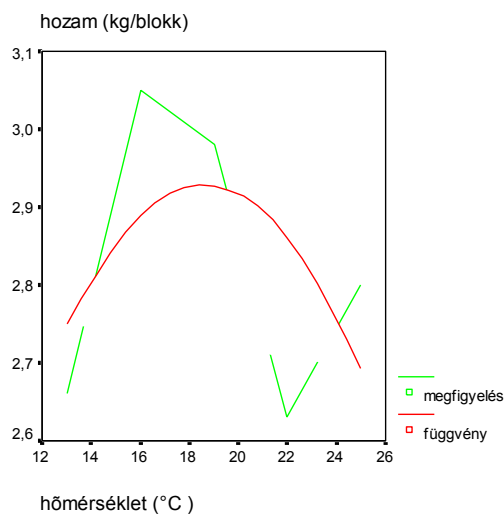
<i>Termesztési hőmérséklet (°C)</i>	<i>Kezelések átlaga (kg/blokk)</i>
13	2,66
16	3,05
19	2,98
22	2,63
25	2,80
	SzD _{5%} = 0,48

A tendenciát másodfokú polinommal közelítettük, amelynek képlete:

$$y = 0,0057x^2 + 0,2125x + 0,9527$$

$$R^2 = 0,272$$

A számított maximális termésmennyiség 18,6 °C-nál 2,93 kg/blokk.



*Különböző hőmérsékleten termőrefordított HK35-ös hibrid hozama
(28°C-on 17 nap inkubálás).*

M2/5: 357 hibrid 25°C-on 14 napig inkubálva

Különböző hőmérsékleten termesztett 357-es hibrid hozama variancia táblázata

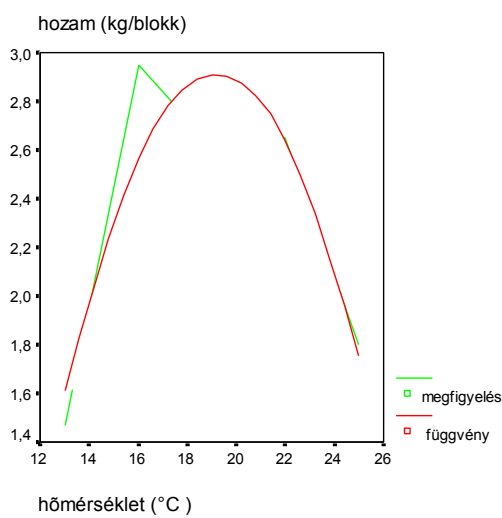
Termesztés hőmérséklete (°C)	Kezelések átlaga (kg/blokk)
13	1,47
16	2,95
19	2,61
22	2,65
25	1,80
	SzD5%=1,06

A kezelés tendenciáját másodfokú polinommal írtuk le, amelynek képlete:

$$y=0,034x^2+1,3028x-9,5831$$

$$R^2=0,836$$

A képlet által számított maximális termésátlagot a 19,2°C-nál 2,90 kg/blokk termésátlag adta.



*Különböző hőmérsékleten termőrerfordított 357-es hibrid hozama
(25°C-on 14 nap inkubálás).*

M2/6: 357 hibrid 25°C-on 17 napig inkubálva

357-es hibrid hozama különböző hőmérsékleten termesztve variancia táblázata

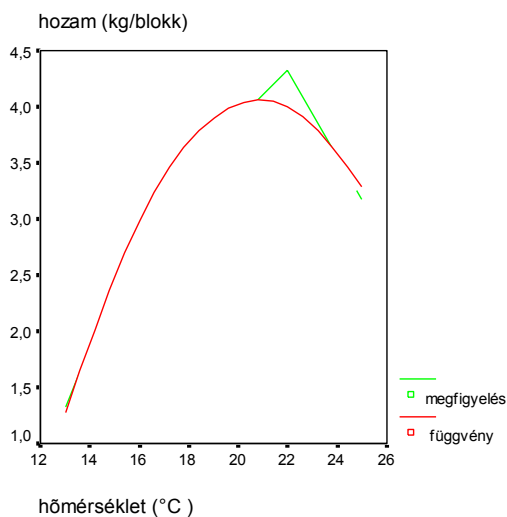
<i>Termesztés hőmérséklete (°C)</i>	<i>A kezelések átlaga (kg/blokk)</i>
13	1,32
16	2,96
19	3,68
22	4,32
25	3,17
	SzD5%=1,73

A tendenciát másodfokú polinomal modelleztük, amelyből számított legnagyobb termésátlag 20,9°C-on 4,07 kg/blokknak adódott

A kapott képlet:

$$y=-0,0449x^2+1,8757x-15,522$$

$$R^2=0,966$$



*Különböző hőmérsékleten termőrefordított 357-es hibrid hozama
((25°C-on 17 nap inkubálás).*

M2/7: 357-es hibrid 28°C-on 14 napig inkubálva

357-es hibrid hozama különböző hőmérsékleten termesztve variancia táblázata

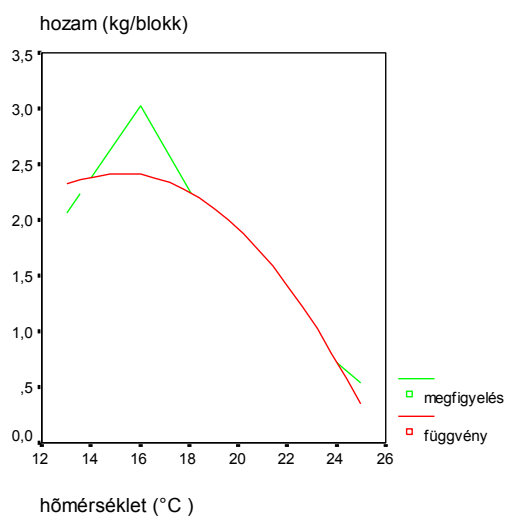
Termesztési hőmérséklet (°C)	Kezelések átlaga (kg/blokk)
13	2,06
16	3,02
19	1,88
22	1,10
25	0,54
	SzD5%=1,37

A kezelés tendenciáját másodfokú polinommal közelítettük, amelynek képlete:

$$y=-0,0213x^2+0,6429x-2,4342$$

$$R^2=0,824$$

A képlet alapján számított maximális termésátlag 15,1°C-nál 2,42kg/blokknak adódott.



*Különböző hőmérsékleten termőrefordított 357-es hibrid hozama
(28°C-on 14 nap inkubálás).*

M2/8: 357-es hibrid 28°C-on 17 napig inkubálva

357-es hibrid a hozama különböző hőmérsékleten termesztve variancia táblázata

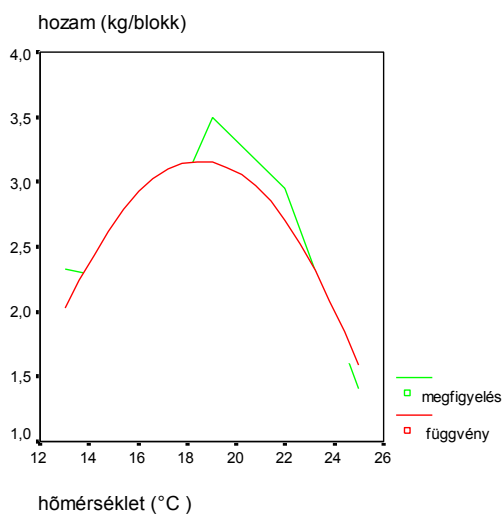
Termesztés hőmérséklete (°C)	Kezelések átlaga kg/blokk
13	2,33
16	2,21
19	3,50
22	2,95
25	1,41
	SzD5%=1,19

A kezelés tendenciáját másodfokú polinommal írtuk le, melynek képlete:

$$y=0,0371x^2+ 1,3748x-9,563$$

$$Rsq^2= 0,674$$

A képlet által számított maximális termés 18,5°C-nál 3,17 kg/blokk.



*Különböző hőmérsékleten termőfordított 357-es hibrid hozama
(28°C, 17 nap inkubálás).*

M2/9: P70 hibrid 25°C-on 14 napig inkubálva

Különböző hőfokon termesztett P70-es hibrid hozamának variancia táblázata

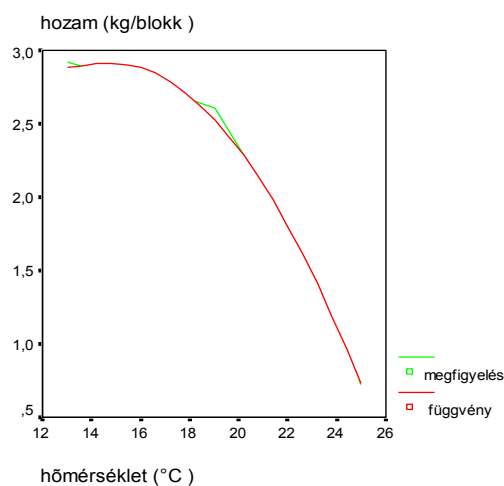
<i>Termesztési hőmérséklet (°C)</i>	<i>Kezelések átlaga (kg/blokk)</i>
13	2,92
16	2,78
19	2,61
22	1,80
25	0,72
	SzD5%=0,62

A kezelések tendenciáját egy másodfokú polinommal írtuk le:

$$y = -0,02x^2 + 0,5807x - 1,2867$$

Az összefüggés szorosságát mutató $R^2 = 0,994$

A függvény alapján számított maximális termés 14,2 °C-nál, 2,93 kg/blokkra adódott



*Különböző hőmérsékleten termőrefordított P70-es hibrid hozama
(25°C, 14 nap inkubálás)*

M2/10: P70 hibrid 25°C-on 17 napig inkubálva

Különböző hőfokon termesztett P70-es hibrid hozama variancia táblázata

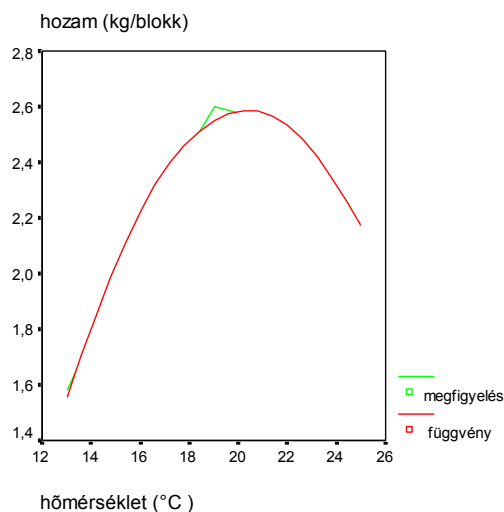
Termesztési hőmérséklet (°C)	Kezelések átlaga (kg/blokk)
13	1,58
16	2,16
19	2,60
22	2,53
25	2,17
	SzD5%=0,76

A kapott eredményeket regresszió analízissel is leírtuk másodfokú polinommal:

$$y = 0,0287x^2 + 1,0911x - 7,8076$$

$$R^2 = 0,928$$

A görbe által számított maximum 19,0°C-nál 2,56 kg/blokk volt.



*Különböző hőmérsékleten termőrefordított P70-es hibrid hozama
(25°C-on 17 nap inkubálás).*

M2/11: P70 28 hibrid 28°C-on 14 napig inkubálva

Különböző hőfokon termesztett P70-es hibrid hozama variancia táblázata

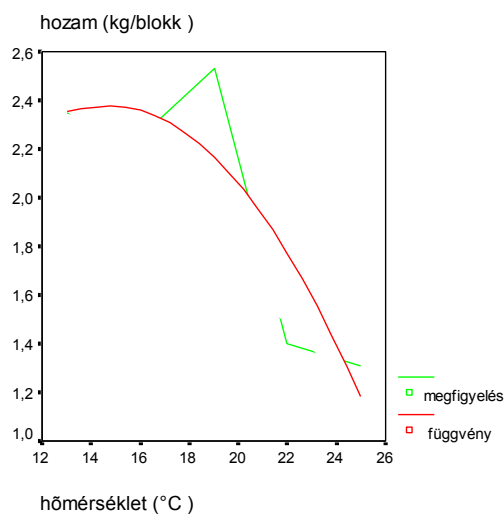
<i>Termesztési hőmérséklet (°C)</i>	<i>Kezelések átlaga (kg/blokk)</i>
13	2,35
16	2,25
19	2,53
22	1,40
25	1,31
	SzD5%=0,74

A folyamat leírásához számított másodfokú polinom képlete:

$$y = - 0,0202x^2 + 0,586x - 1,3304$$

$$R^2 = 0,994$$

A számított maximum pont 14,5 °C-nál 2,92 kg/blokk termésmennyiség.



*Különböző hőmérsékleten termőrefordított P70-es hibrid hozama
(28°C-on 14 nap inkubálás).*

M2/12: P70 hibrid 28°C-on 17 napig inkubálva

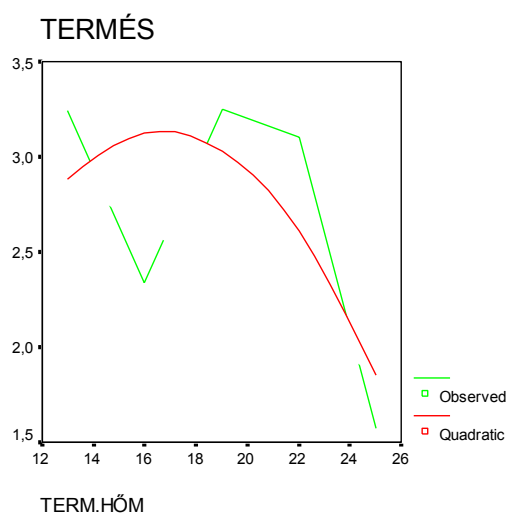
Különböző hőfokon termesztett P70-es hibrid hozama variancia táblázata

Termesztési hőmérséklet (°C)	Kezelések átlaga (kg/blokk)
13	3,24
16	2,34
19	2,96
22	3,10
25	1,57
	SzD5%=0,95

A tendencia leírására másodfokú polinomot alkalmaztunk, amelynek képlete a következő:

$$Y = -0,0184x^2 + 0,6137x - 1,9816$$
$$R^2 = 0,486$$

Maximális érték a képlet alapján 16,7 °C-ra adódott 3,24 kg/blokk termésátlaggal.

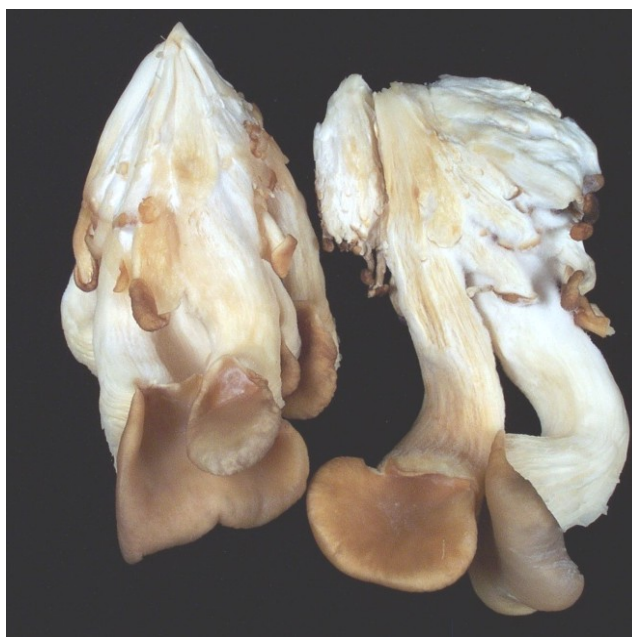


*Különböző hőmérsékleten termőrefordított P70-es hibrid hozama
(28°C-on 17 nap inkubálás).*

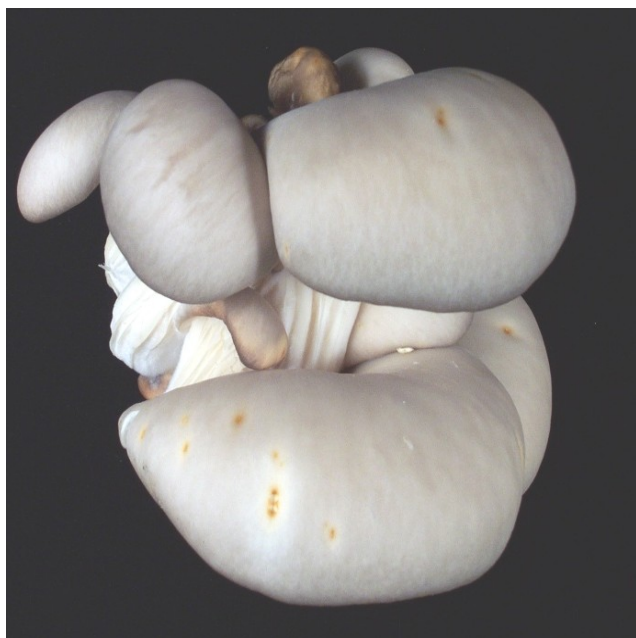
M3: A BETEG LASKAGOMBA TERMŐTESTEK FOTÓI



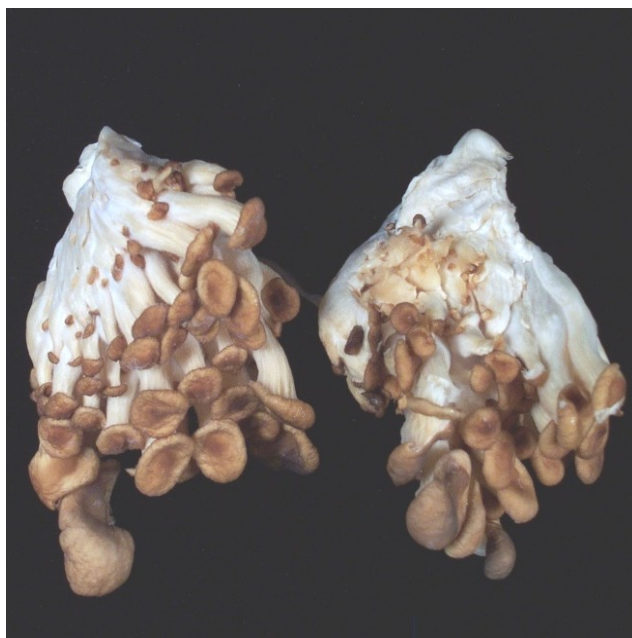
C jellegű beteg termőtest



H jellegű beteg termőtest



E jellegű beteg termőtest



I jellegű beteg termőtest

M4. A KÜLÖNBÖZŐ KÖRNYEZETI TÉNYEZŐK HATÁSA A *PSEUDOMONAS* FAJOK SZAPORODÁSÁRA, ÁTLAGÉRTÉK ÉS SZÓRÁS TÁBLÁZAT

A hőmérséklet hatása az izolátumok szaporodására:

°C	3	10	12	44	49	54	56
0	0,0383±0,0038	0,0357±0,0032	0,0377±0,0025	0,0370±0,0026	0,0390±0,0030	0,0357±0,0023	0,0393±0,0038
10	0,0377±0,0032	0,0383±0,0029	0,0393±0,0031	0,0423±0,0047	0,0380±0,0026	0,0383±0,0029	0,0380±0,0026
20	0,1013±0,0270	0,0377±0,0032	0,1290±0,0036	0,1130±0,0000	0,0747±0,0140	0,0657±0,0023	0,1090±0,0026
30	0,1933±0,0163	0,1827±0,0021	0,1537±0,0042	0,1007±0,0023	0,1760±0,0070	0,2107±0,0197	0,1153±0,0031
40	0,0397±0,0032	0,0430±0,0040	0,0417±0,0042	0,0387±0,0023	0,0387±0,0032	0,0507±0,0015	0,0380±0,0026

A NaCl koncentráció növekedés hatása az izolátumok szaporodására:

%	3	10	12	44	49	54	56
1	0,1323±0,0029	0,1617±0,0042	0,1960±0,0044	0,1207±0,0055	0,1733±0,0074	0,2270±0,0036	0,1373±0,0031
3	0,0607±0,0006	0,1290±0,0089	0,1243±0,0012	0,0537±0,0006	0,1527±0,0049	0,0857±0,0021	0,0433±0,0025
4	0,0400±0,0017	0,0743±0,0012	0,1280±0,0036	0,0803±0,0049	0,0450±0,0010	0,0830±0,0026	0,0523±0,0038
5	0,0390±0,0017	0,0533±0,0021	0,0940±0,0017	0,0433±0,0031	0,0453±0,0006	0,0683±0,0165	0,0600±0,0046
6	0,0397±0,0015	0,0413±0,0021	0,0420±0,0010	0,0447±0,0006	0,0413±0,0012	0,0490±0,0017	0,0460±0,0036
7	0,0610±0,0209	0,0390±0,0017	0,0523±0,0012	0,0410±0,0017	0,0413±0,0021	0,0557±0,0107	0,0497±0,0045
8	0,0430±0,0010	0,0403±0,0021	0,0430±0,0036	0,0407±0,0021	0,0427±0,0006	0,0417±0,0015	0,0480±0,0069
9	0,0393±0,0006	0,0403±0,0006	0,0460±0,0000	0,0427±0,0006	0,0423±0,0006	0,0470±0,0000	0,0427±0,0021
10	0,0403±0,0006	0,0413±0,0006	0,0470±0,0017	0,0420±0,0000	0,0453±0,0006	0,0457±0,0006	0,0437±0,0006

A CuSO₄ koncentráció növekedés hatása az izolátumok szaporodására:

µg/ml	3	10	12	44	49	54	56
20	0,0697±0,0059	0,1540±0,0052	0,0703±0,0006	0,0640±0,0026	0,1583±0,0194	0,1353±0,0045	0,0997±0,0006
40	0,0547±0,0015	0,1417±0,0032	0,1280±0,0040	0,0457±0,0015	0,0460±0,0010	0,1313±0,0119	0,1150±0,0020
60	0,0457±0,0006	0,1077±0,0021	0,0930±0,0017	0,0437±0,0006	0,0477±0,0006	0,1343±0,0059	0,0757±0,0006
80	0,0467±0,0006	0,0510±0,0000	0,0477±0,0006	0,0470±0,0000	0,0543±0,0006	0,0503±0,0012	0,0557±0,0050
100	0,0497±0,0023	0,0553±0,0061	0,0477±0,0006	0,0547±0,0031	0,0640±0,0010	0,0577±0,0029	0,0483±0,0006

A kémhatás változásának hatása az izolátumok szaporodására:

pH	3	10	12	44	49	54	56
2	0,0383±0,0006	0,0390±0,0000	0,0390±0,0000	0,0383±0,0006	0,0383±0,0006	0,0383±0,0006	0,0390±0,0000
3	0,0390±0,0000	0,0390±0,0000	0,0390±0,0000	0,0390±0,0000	0,0390±0,0000	0,0380±0,0000	0,0390±0,0000
4	0,0407±0,0015	0,0390±0,0010	0,0400±0,0010	0,0410±0,0026	0,0400±0,0000	0,0383±0,0015	0,0397±0,0006
5	0,0393±0,0012	0,0437±0,0040	0,0387±0,0006	0,0400±0,0000	0,0410±0,0026	0,0407±0,0015	0,0407±0,0006
6	0,0390±0,0010	0,0387±0,0006	0,0557±0,0015	0,0530±0,0000	0,0460±0,0010	0,0807±0,0015	0,0463±0,0006
7	0,0610±0,0010	0,1380±0,0010	0,1527±0,0006	0,1340±0,0030	0,2107±0,0101	0,2153±0,0112	0,1237±0,0081
8	0,0713±0,0006	0,1090±0,0017	0,1637±0,0025	0,1387±0,0035	0,1653±0,0042	0,1390±0,0085	0,1560±0,0010

A táblázatokban a 3, 10, 12, 44, 49, 54 és 56. izolátumok három ismétléssel végzett két napos folyadék tenyésztéseinek 620 nm-es mért abszorbancia értékeinek átlagát és szórását tüntettem fel.

KÖSZÖNETNYÍLVÁNÍTÁS

Elsőként Dr. Győrfi Júliának, témavezetőmnek szeretnék köszönetet mondani, aki munkámat szakmai segítségével, tanácsaival és jobbtó szándékú véleményével mindvégig figyelemmel követte.

Köszönettel tartozom a Budapesti Corvinus Egyetem Zöldség- és Gombatermesztési Tanszékének, hogy kutatási témámat befogadták és biztos háttérrel nyújtottak fokozatszerzésemhez.

Mély és őszinte hálával tartozom Dr. Kovácsné Gyenes Melindának, a Zöldségtermesztési Kutató Intézet nyugalmazott munkatársának és Dr. Kovács Andrásnak, a Kecskeméti Főiskola Kertészeti Főiskola Kar Zöldség-, Gomba- és Gyógynövénytermesztési Csoport csoportvezető-jének, akik a kezdetektől segítettek a kísérletek megtervezésében, kivitelezésében és értékelésében, önzetlen hozzáállásukkal szakmailag és lelkiileg is támogattak céljaim elérésében.

Kiemelten szeretnék köszönetet mondani édesapámnak, Nagy Lászlónak, aki partnerévé fogadott és lehetőséget adott arra, hogy a saját meggyőződése szerinti utat járjam a Pilze-Nagy Kft. keretein belül. Nélküle és a Pilze-Nagy Kft. háttéré nélkül nem tudtam volna ennyi és ilyen változatos tudományos tevékenységet felvállalni és megvalósítani.

Külön köszönöm, hogy volt felsőoktatási intézményem, a Szegedi Tudományegyetem, TTIK Mikrobiológiai Tanszéke lelkesen bekapcsolódott a laskagomba technológiai kutatásokba, amelynek folyamánként lassan tíz év közös munkával nemzetközi szintű új tudományos eredmények születhettek meg. Ezzel nemcsak mi, hanem a magyar gombatermesztés egésze gazdagodott. Név szerint hálámat szeretném eljuttatni Dr. Manczinger László docensnek, Dr. Sajben Enikő PhD-hallgatónak, Dr. Kredics László adjunktusnak, Dr. Hatvani Lóránt tudományos munkatársnak és Dr. Vágvölgyi Csaba tanszékvezető egyetemi tanárnak, akikkel eltöltött idő nemcsak szakmai, hanem emberi szempontból is mély nyomokat hagyott bennem.

Szeretnék köszönetet mondani Dr. Márialigeti Károlynak az ELTE Mikrobiológiai Tanszék tanszékvezető egyetemi tanárának, akivel nagyon értékes és gondolatébresztő beszélgetéseket folytattam, továbbá a tanszéken még Vajna Balázs PhD-hallgatónak, aki törhetetlen lelkesedéssel állt a felvetett kísérleti tervekhez. A kutatómunkám arra is lehetőséget kínált, hogy egykori évfolyamtársammal,

Dr. Kiss Istvánnal, a Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közalapítvány Biotechnológiai Intézetének igazgatójával együtt munkálkodjam a számomra oly fontos gombatermesztési kutatásokban.

Végül, de nem utolsó sorban köszönettel tartozom családomnak, férjemnek, Somos Lászlónak, aki helyettem is biztosította a szülői szeretetet és gondoskodást gyermekeimnek, Annának és Adélnak. Végtelen türelmük és kitartásuk nélkül nehezen tudtam volna teljesíteni céljaimat. Szeretettel adózok még édesanyámnak, aki akkor segített, amikor nekünk szükségünk volt.