

BUDAPESTI CORVINUS EGYETEM
KERTÉSZETTUDOMÁNYI KAR
Zöldség- és Gombatermesztési Tanszék



Tudományos diákköri dolgozat

***Pleurotus eryngii* (DC.: Fr.) Quél. var. *ferulae* Lanzi termesztetőségének
lehetőségei kifőzött kávéórleményen**

Hajdu Csilla
Kertészmérnök BSc III. évfolyam

Konzulens: †Győrfi Júlia, egyetemi docens

Budapest, 2013

Tartalomjegyzék

1	Bevezetés.....	4
2	Célkitűzések	5
3	Irodalmi áttekintés.....	6
3.1	<i>Coffea</i> spp.	6
3.1.1	Rendszertani besorolás	6
3.1.2	Morfológia és ökológiai igény	6
3.1.3	A kifőzött kávéőrlemény beltartalmi értékei	8
3.1.4	Instant és zöldkávé kereskedelem	10
3.1.5	A kifőzött kávéőrlemény felhasználási lehetőségei a gombatermesztésben	14
3.2	<i>Pleurotus eryngii</i> var. <i>ferulae</i>	15
3.2.1	Rendszertani besorolás	16
3.2.2	Morfológiai jellemzők	19
3.2.3	Beltartalmi értékek	19
3.2.4	Egyéb felhasználási módok	23
3.2.5	Termesztéstörténet.....	24
3.2.6	Termesztés.....	25
4	Anyag és módszer	30
4.1	Anyag	30
4.1.1	Kifőzött kávéőrlemény arányának meghatározása	30
4.1.2	A pH meghatározása	31
4.1.3	Nedvességtartalom meghatározása.....	31
4.1.4	Dúsítás arányának meghatározása	32
4.2	Módszer.....	32
4.2.1	Szárazanyag-tartalom meghatározása	32
4.2.2	Töltés és sterilizálás.....	33
4.2.3	Oltás.....	34
4.2.4	Termesztés.....	34
4.2.5	Termesztési tulajdonságok vizsgálata	35

5	Eredmények.....	36
5.1	Átszövődés és termőtestképzés vizsgálata.....	36
5.1.1	Kifőzött kávéőrlemény	36
5.1.2	Kifőzött kávéőrlemény és szalma keveréke	37
5.2	Dúsítás hozamra gyakorolt hatása.....	37
5.3	A kifőzött kávéőrlemény hozamra gyakorolt hatása.....	39
5.4	Termesztési módok vizsgálata	40
6	Következtetések.....	42
6.1	Átszövődés és termőtestképzés vizsgálata.....	42
6.2	Dúsítás hozamra gyakorolt hatása.....	42
6.3	A kifőzött kávéőrlemény hozamra gyakorolt hatása.....	43
6.4	Termesztési módok vizsgálata	43
7	Összefoglalás.....	45
8	Irodalomjegyzék.....	48

1 Bevezetés

A gombatermesztés Manzi szavait idézve (Manzi et al., 1999):

„... hatékony és viszonylag rövid biológiai folyamat a fehérje táplálkozási célú visszanyerésére az amúgy értéktelenné vált lignocellulóz anyagokból, a gombák lebontó képességét kihasználva.”

A gombafonalak segítségével ezek a mezőgazdasági melléktermékek táplálkozási és gyógyászati célú gombatermékek, állati takarmánnyá és komposztta alakíthatók, belőlük többek között enzimeket, szerves savakat, etanolt, íz komponenseket, gyógyászati célú vegyületeket, és egyéb összetevőket. lehet kinyerni.

Az elmúlt évtizedekben a gombatermesztés világszinten jelentős volumenbeli és technológiai fejlődésen ment keresztül és évről évre nő a termesztésbe bevont fajok száma. Ezek termesztéséhez egyre növekvő mértékben van szükség lignocellulóz alapú nyersanyagokra, amelyek a jelenleg termesztett gombák fontos táplálékforrását jelentik. Ezek a nyersanyagok jellemzően más termelési folyamatok hulladékanyagai, illetve melléktermékei közül kerülnek ki, a gombatermesztés újrahasznosító szerepe tehát jelentős. Tipikus, a gombatermesztésben rendszeresen hasznosított melléktermékek például a különböző gabonafélék szalmája, maghéja, vagy bizonyos fafajok fűrészpora, forgácsa. Becslések szerint a világszerte termelt faipari, mezőgazdasági és élelmiszeripari hulladék a teljes felhasznált anyagmennyiség mintegy 70%-át teszi ki, a gombatermesztés számára tehát változatos mennyiségű és minőségű potenciális alapanyagforrás áll rendelkezésre, amelyek közül egyre többet igyekeznek világszerte kiaknázni (Györfi, 2010). Az egyik ilyen potenciális alapanyagforrás a kávénövény szárított, pörkölt, majd forrázott endospermiumának aprítmánya: a kifőzött kávéőrlemény.

A kávé a kőolaj után a második legjelentősebb árucikk a világon (Murthy, Naidu, 2012a) és a víz után a leggyakrabban fogyasztott folyadék, amit az is jelez, hogy becslések szerint naponta 2,5 milliárd csésze kávé fogyaszt az emberiség. Mindeközben kávéfogyasztás során a kávébab kevesebb, mint 1 %-a hasznosul és évente több millió tonna mennyiségben keletkezik kifőzött kávéőrlemény és egyéb kávéipari hulladékok egész sora, amelyek azonban értékes alapanyagok lehetnek többek között például a gombatermesztés számára is.

Mivel a felhasználó országokba, mint hazánk is, már többnyire csak a kávébab érkezik, így hulladékként a nálunk csupán kifőzött kávéőrlemény keletkezik. Bár a nagyobb kávéfeldolgozó üzemek kidolgoztak megoldásokat a tevékenységük következtében keletkező kifőzött kávéőrlemény egy részének hasznosítására, a kiskereskedelem és az otthoni felhasználás során keletkező kifőzött kávéőrlemény túlnyomórészt hulladékként a szemétdombokra kerül. Magyarországon a behozott mennyiségből közel 30 ezer tonna nedvesített, kifőzött kávéőrlemény keletkezésével számolhatunk éves szinten.

A kifőzött kávéőrlemény ideális alapanyag lehet a gombatermesztés számára abból a szempontból, hogy a kávéital készítésekor már átesett egy előnedvesítésen és egy részleges sterilizáláson, ezen felül még forrázás után is gazdag tápanyagokban, valamint tulajdonképpen ingyen rendelkezésre áll. Napjainkban már több gombatermesztő is foglalkozik különböző *Pleurotus* fajok (*P. ostreatus*, *P. citrinopileatus*, *P. djamor*) kifőzött kávéőrleményen való termesztésével világszerte. Ezek a fajok nem válogatóság alapanyag típus és részecske méret szempontjából (a kávé ugyanis rendkívül apró szemcséjű, viszonylag levegőtlen közeggé összeálló szubsztrátot képez) és könnyedén teremnek akár tisztán kifőzött kávéőrlemény alapon is (bár a legtöbb helyen legalább kartonpapírt, vagy szalmát adnak a keverékhez).

A jelen kísérlethez kiválasztott gombafaj (*Pleurotus eryngii* var. *ferulae*) is lignocellulóz alapanyagok tág spektrumán sikeresen termeszthető (Philippoussis, 2009). Ezen felül mind íz- és aromaanyagai, mind egészségmegőrző potenciálja révén kiemelkedő és a tágabb fogyasztói körök figyelmére méltó. Bár az alapanyag szerkezetére faj érzékenyebb a *Pleurotus* nemzetség többi tagjánál, a termesztés lehetőségének vizsgálata ezen az alapanyagon érdemes és hasznos témának minősül.

2 Célkitűzések

A kísérlet során 3 féle kifőzött kávéőrlemény alapú szubsztrátot (kifőzött kávéőrlemény, kukoricadarával és zabkorpával dúsított és dúsítatlan kifőzött kávéőrlemény és szalma keveréke) vizsgáltunk meg, két fajta – üveges és zsákos – termesztési mód esetében.

Elsősorban arra kerestük a választ, hogy képes-e a *Pleurotus eryngii* var. *ferulae* micéliuma részlegesen vagy teljesen átszőni a kifőzött kávéőrlemény alapú keverékeket és azokon termőtestet képezni.

Vizsgáltuk a dúsításnak a termés hozamra és a termés koraiságára gyakorolt hatását, valamint megvizsgáltuk a kifőzött kávéőrlemény termés hozamra gyakorolt hatását is hagyományos alapanyag (aprított búzaszalma), és kifőzött kávéőrlemény tartalmú keverék vonatkozásában.

Értékeljük továbbá a termés lefutásra, terméskoraiságra, termés hozamra és a biológiai hatékonyságra vonatkozóan kapott eredményeket, hogy a későbbiekben egy továbbfejlesztett optimális termesztéstechnológiát lehessen a termesztek számára kidolgozni.

3 Irodalmi áttekintés

3.1 Coffea spp.

3.1.1 Rendszertani besorolás

A kávéital a növények (*Plantae*) országába, *Magnoliophyta* törzsbe, *Magnoliopsida* osztályba, *Asteridae* alosztályba, a *Rubiales* rendbe, buzérfélék családjába (*Rubiaceae*), azon belül a *Coffea* nemzetségbe tartozó évelő, örökzöld, cserje termetű növények magjának (*C.arabica* LINNÉ, *C.canephora* FROEHNER, *C.liberica* HIERN, stb.), a kávébabnak, pörkölést és őrlést követően kifőzéssel kinyert leve. Az ezt követően visszamaradt kifőzött kávéőrlemény, köznapi nevén kávézacc, tápanyagokban még gazdag melléktermék (Wintgens, 2004).

A kávé szó eredetére nézve több elmélet is napvilágot látott. Származhat az etiópiai Kaffa tartomány nevéből, de akár az arab *qahwah* szóból is, amely eredetileg bort jelentett. Az első írásos emlékek csupán a 9. század környékén említik meg a növényt, „bunca” néven (W. Trigg, 1922). Termesztése feltételezések szerint a 6. századi Jemenben kezdődött meg. Eleinte a bogyók főzetét itták, a babok pörkölését csupán a 14. századtól kezdték el alkalmazni (Debry, 1994). A kávéivás szokását a hódító muszlim seregek terjesztették el Európában (Spanyolország, Balkán) hadjárataik során és a 18. századra egész Európa szerte elterjedt. Egészen a 17. századig azonban a termelés kizárólag a Közel-Keleten folyt.

A *Coffea* nemzetségnek mintegy 70-80 tagja ismert, de kávéipari célokra csupán a *C. arabica*-t és *C. canephora*-t termesztik és pár kisebb jelentőségű fajt. A *C. robusta* a *C. canephora* egy változata (*C. canephora* var. *robusta*) (Wintgens, 2004).

3.1.2 Morfológia és ökológiai igény

A *C. arabica*-t tipikusan 1000-2000 méteres tengerszint feletti magasságon, trópusi területeken termesztik. A 4.5-6 pH-jú, mély, termékeny, középkött, jó vízáteresztő-képességű talaj, és az egyenletes eloszlású bő csapadék, ill. alacsony hőmérséklet ingadozás elengedhetetlen a termeléséhez. A világ kávétermelésének 75-80%-t adja. Ahol az arabica típusú kávék nem élnek meg, ott a *C. canephora*-t termesztik (ebből 95% *C. robusta*), amely a 900 méter alatti trópusi síkságokon is megél. Utóbbi termése több koffeint tartalmaz, markánsabb ízvilágú, míg az arabica-t jobban értékelik különlegesebb aromája miatt (Debry, 1994). Az arabica fajták hőmérséklet optimuma 18-22 fok, RH igénye 60-75%, míg a robusztáké 20-25 fok és 80-90%. Közép-Afrikában termesztik még ezen felül a *C. dewevrei* egyik

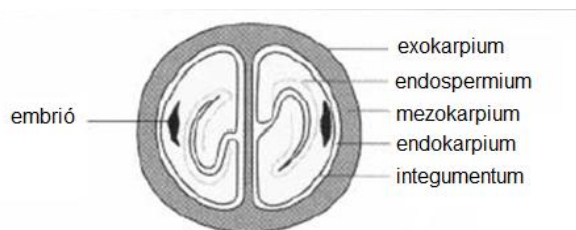
változatának számító *C. excelsa*-t is, világszinten elenyésző mennyiségben. A *C. liberica*-val együttesen a világtermelés mindössze 1-2%-át adják (Wintgens, 2004).

A kávécserje akár 10 méter magasságig is megnőhet, de a termesztés során a kényelmes betakarítás miatt 2 méter körüli magasságon tartják. A tönk sima, egyenes, fényes, sötétzöld. Börszerű, átellenesen álló levelei lándzsa alakúak, főgyökérzete gazdagon elágazó. A mülékony, illatos, fehér virágok csillag formájúak és a levelek töveinél örvösen nyílnak. Csupán a tetraploid *C. arabica* önbeporzó, míg a diploid fajok, így a *C. canephora* is, keresztbeporzó. Az önbeporzásból eredően a *C. arabica* fajtavonalain belüli genetikai diverzitás kicsi. A virágzás folyamatos, a tőkén a virágok, az érőfélben levő és érett termések egy időben egyaránt megtalálhatók. A termés kezdetben zöld, majd sárgás árnyalatúvá válik, míg végül piros lesz. Az érési idő 6-8 hónap. A cserjék 5 éves koruk körül hozzák első terméseiket, amelyek az *C. arabica* esetében érés után lepotyognak, míg a *C. canephora* esetében több hétig is a cserjén maradhatnak. A kávécserje akár 80 évig is termőképes lehet, de a gazdaságos fenntartás hossza 25-30 év. Egy hektárról kb. 300 kg kávébab takarítható be. A szüretelés a száraz évszakban történik, az érés fajtától függően 6-14 hónapig tart (Wintgens, 2004).

A *C. arabica* őshazája valószínűsíthetően Afrikában, a Viktória-tó környékén van, innen telepítették be a mai Etiópia Kaffa tartományába (Debry, 1994). Újabb genetikai vizsgálatok szerint a *C. arabica* allotetraploid, két különböző faj kereszteződésével létrejött forma, ahol a női egyed a *C. eugenoides*-hez közeli fajból, míg a hím kromoszómák egy *C. canephora* közeli fajtól származhatnak. Geológia léptékben mérve közeli eseményről beszélünk, amely 2,5-5 millió évvel ezelőtt történhetett (Wintgens, 2004; Aga, 2005). A diploid *C. canephora*-t csak a 18. században fedezték fel Közép-Afrikában.

A kávé termése tojás alakú, benne két babszem alakú maggal, amelyek 10-18 mm hosszúak és 6,5-9,5 mm szélesek (Eira et al., 2006). Ritka esetekben csupán egy babszem fejlődik, ezt „gyöngykávénak” nevezik és külön kávéspecialitásként forgalmazzák.

A termés két alapvető részre különíthető el: a *perikarpium* (termésfal) és a *mag*. A termésfal további három fő részre osztható: *exokarpium*, *mezokarpium* és *endokarpium*. A mag szintén három főbb egységre bontható, ezek az *embrió*, az *endospermium* (a magfehérje) és a *teszta*: más néven ezüstbőr, ami az integumentumból, a magkezdemény burkából fejlődik ki (Aga, 2005) (1. és 2. ábra).



1. ábra. Kávébogyó stilizált keresztmetszeti képe a termésalkotók megnevezésével
Forrás: (Wintgens, 2004)



2. ábra. Kávébogyó keresztmetszeti képe
Forrás: (FAO, 2006)

Az endospermium gazdag poliszacharidokban, sejtfalait cellulózok és hemicellulózok alkotják. A hemicellulózok nagy része vízben nem oldódó mannán. Fehérjék, zsírok, ásványi anyagok és feltételezhetően egyéb tartalék-tápanyagforrások is találhatók a sejtekben. Az embriót és az endospermiumot nevezik együttesen kávébabnak. Ezek kettőse tehát a kereskedelmi szempontból lényeges alkotó, amiből aztán a pörkölt kávé és azt követően a kifőzött kávéőrlemény készül.

A kávébogyót két főbb eljárással, ún. száraz, vagy nedves eljárással, dolgozzák fel. Egy mázsa érett kávétermésből száraz eljárással 40-45 kg száraz (a termésalkotókat még tartalmazó) kávétermést nyerhetünk. Ebből közel 20 kg száraz terméshús keletkezik és 20-22 kg zöldkávét, amiből aztán pörköléssel nyerik az értékesítésre kerülő pörkölt kávé. Nedves eljárás során 50-60 kg terméshússal számolhatunk, ami 12-15 kg száraz terméshúsnak és 3-5 kg pergamenbőrnek felel meg. A zöldkávét mennyisége itt is 20-22 kg (Wintgens, 2004). A kávétermelő országoknak a kifőzött kávéőrleményen kívül ezeknek a melléktermékeknek az elhelyezésével is meg kell birkóznuk, míg a kávéfogyasztó országok esetében csak kifőzött kávéőrlemény keletkezésével kell számolni.

3.1.3 **A kifőzött kávéőrlemény beltartalmi értékei**

Kifőzött kávéőrlemény egyrészt keletkezik az instant kávé készítés során (világszinten a megtermelt kávé közel 50%-ból instant kávé készül), másrészt kávéházak, kávéházlancok tevékenysége és otthoni kávéfőzés eredményeképpen. 1 kg zöldkávéből 840 g pörkölt kávé vagy 388 g instant kávé keletkezik (Wintgens, 2004).

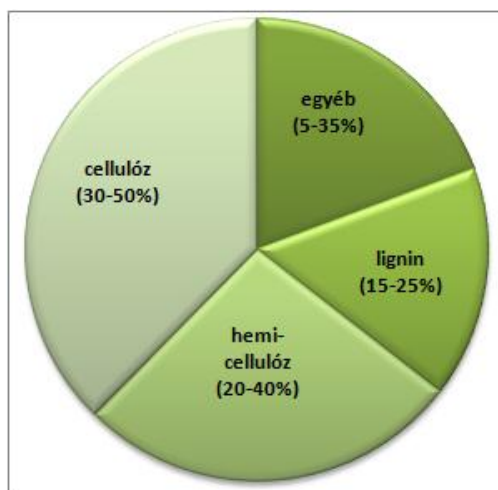
Kereskedelmi egységekből történő begyűjtés során a kifőzött kávéőrlemény tipikusan eszpresszó típusú és nem filteres készítés közben keletkezik (ez utóbbi inkább az otthoni kávéfogyasztásra jellemző). Érdekes volt ezért megvizsgálni, adott mennyiségű kávébabból mekkora mennyiségű lefőzött kifőzött kávéőrleményre lehet számítani.

Saját mérések (1. táblázat) és irodalmi adatok (Murthy, Naidu, 2012a) alapján a kifőzött kávéőrlemény súlya eszpresszó kávé készítése során közel két és félszeresére emelkedik, a felvett víz a végső súly kb. 55%-át jelenti. A különböző típusú kávékból álló keverékek viselkedése között nincsen számottevő különbség.

1. táblázat. A kifőzött kávéőrlemény által felvett víz mennyisége eszpresszó kávé készítése során

Kávéfajta	Típus	Kereskedelmi márka	Kiinduló súly (g)	Végző átlagsúly (g)	Felvett víz (g)	Felvett víz (%)
100% arabica	elő-őrölt	Tschibo Milano	20	45,3	25,3	56%
100% arabica	elő-őrölt	Dallmayr Brasiliens	20	44,3	24,3	55%
100% arabica	frissen őrölt	Dallmayr Brasiliens	20	44,6	24,6	55%
30% robuszta 70% arabica	elő-őrölt	Lavazza Famiglia	20	43,0	23,0	53%
70% robuszta 30% arabica	elő-őrölt	Bravo Classic	20	43,6	23,6	54%
100% robuszta	elő-őrölt	Douwe Egberts Paloma	20	41,6	21,6	52%

Caetano és mtsai. 2012-es mérései (Caetano et al., 2012) alapján a kifőzött kávéőrlemény szén/nitrogén aránya 24.8. Szénforrásként 52.2% szenet, míg nitrogénforrásként 2.1% nitrogént tartalmaz. Cellulóz tartalma 33.6 %, lignin tartalma 13.8%. Utóbbiak megfelelnek a lignocellulóz alapanyagokra jellemző értékeknek (3. ábra), ezek alapján tehát lignocellulóz alapanyagokat igénylő gombafajok termesztésére alkalmas lehet.



3. ábra. Lignocellulóz biomassza tipikus összetétele
Forrás: (Lee, et al., 2007)

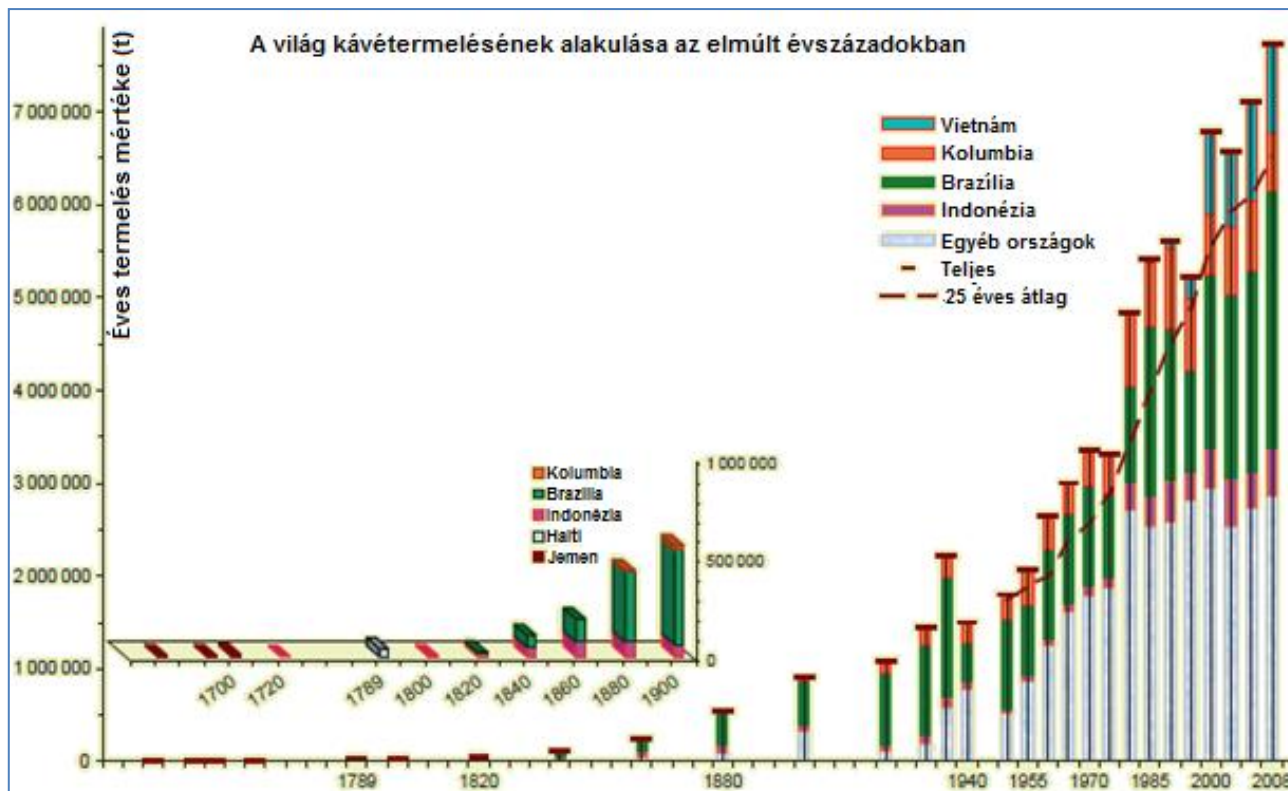
A 2. táblázat a kávéipari melléktermékek, köztük a kifőzött kávéőrlemény, a zöld és pörkölt kávé, valamint a búzaszalma és fűrészpor (utóbbiak mint tipikus, ligninok gombák termesztéséhez használt alapanyagok) egyes összetevőit szemlélteti rendelkezésre álló irodalmi adatok alapján (Wintgens, 2004; Fan, Carlos, 2005; Lee et al., 2007; Philippoussis, 2009; Ahmed et al., 2010; Mussatto et al., 2011a; Mussatto et al., 2011b):

2. táblázat. Kávéipari fő- és melléktermékek, valamint búzaszalma és fűrészpör összetétele

	kávémaghéj	kávéipari pép	zöldkáv	pörkölt kávé	kávézacc	szalma	fűrészpör
koffein	0.8-1.1 %	0.5-0.7%	1.6-2.7%	ca. 1-3%	0.02-0.08%	0	0
fehérje	9.2-11.3%	8.5-12.1%	12.0%	n/a	10.3-12.2%	4%	n/a
zsírok	2.0-2.3%	1.5-2.0%	8-18%	11-17%	15.2-17.9%	1.85%	n/a
nyershamu	3.3-4.1%	5.5-6.8%	4.0%	4.50%	4.5-6.3%	5.6-15.0%	0.4-0.5%
szénhidrát	n/a	n/a	53.7%	38-42%			
cellulóz	13.2-27.6%	15.1-20.3%	32-43%	n/a	33.60%	31.5-39.5%	37.7-49.5%
hemicellulóz	15.1-17.1%		3-10%	n/a	36.70%	21.2-29.0%	10.7-25.0%
lignin	13.0-26.0%		1-3%	n/a	13.80%	5.6-15.0%	26.1-29.5%
tanninok	4.5-5.4%	1.8-2.4%	n/a	n/a	1.2-1.5%	n/a	n/a
melanoidok	0%	0%	0%	25.40%	n/a	0%	0%
C/N	56.5-59.4		n/a	n/a	24.8	48.8-59.6	1.4-1.7

3.1.4 Instant és zöldkáv kereskedelem

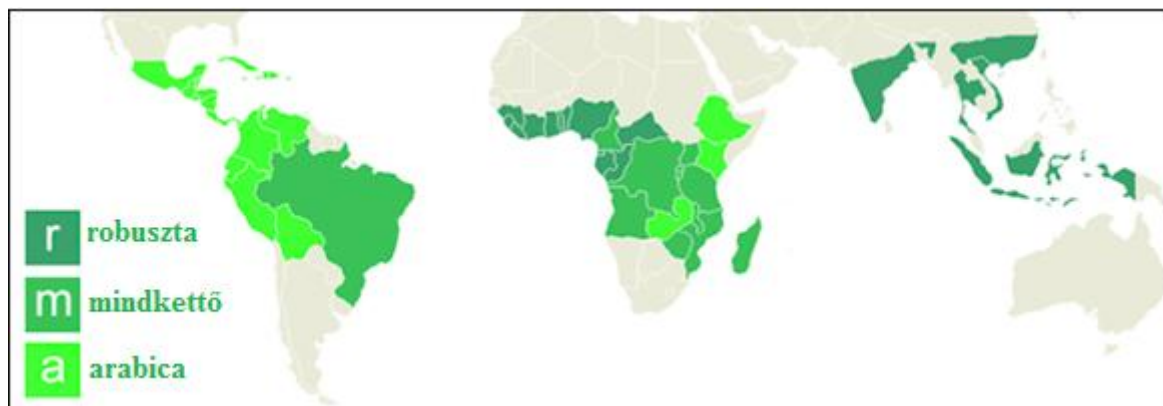
A kávé a világ több mint 80 országában termesztik, közel 25 millió embernek biztosít megélhetést. A kőolaj után a második legnagyobb mennyiségben forgalmazott árucikk a világon (Murthy, Naidu, 2012a). A termelés világszinten igen dinamikus növekedés után (4. ábra) évi 7-8 millió tonna körül alakul (ICO, 2012). Ebből következően a keletkező kifőzött kávéőrlemény mennyisége is milliós nagyságrendű világszerte. A Fungi Futures cég feltehetőleg nedvesítetlen kifőzött kávéőrleményre vonatkozó óvatos becslése szerint (FungiFutures, 2012) csak az Egyesült Királyságban évente 15 ezer tonna kifőzött kávéőrlemény kerül a szemétdombokra újrahasznosítatlanul. Ezt a mennyiséget az Egyesült Államokban 24 millió tonnára becsülik (Ogul, 2011).



4. ábra. A kávé kereskedelmének alakulása a kezdetektől napjainkig

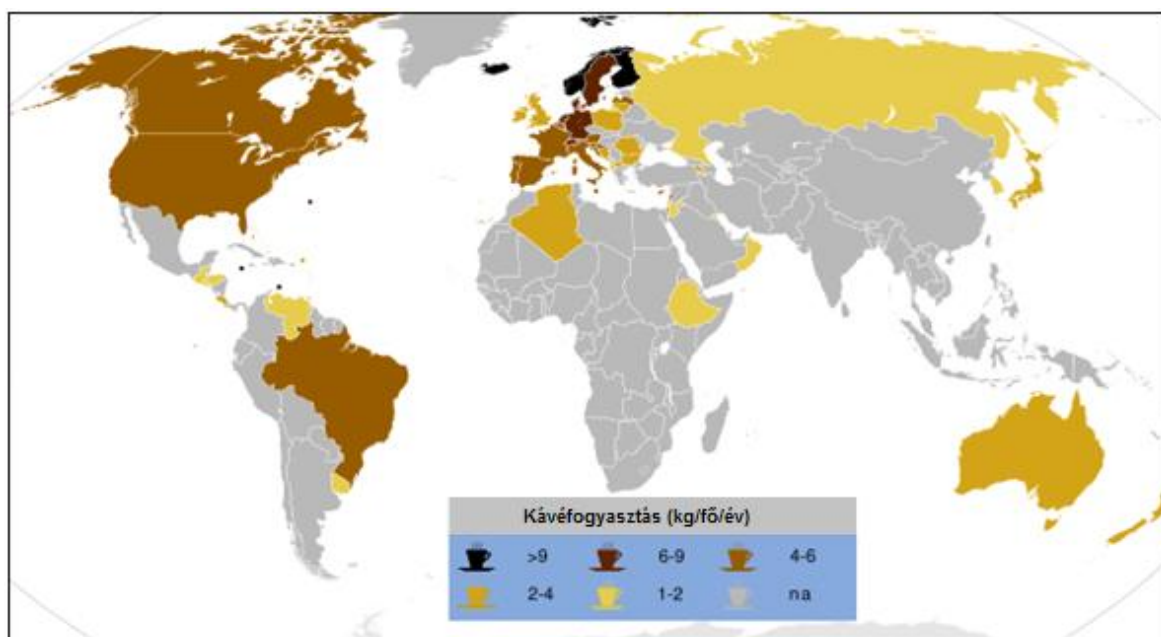
Forrás: (Oestreich-Janzen, 2010)

A világtermelés több mint felét Brazília (35%), Vietnám (15%) és Kolumbia (10%) adja (Murthy, Naidu, 2012a). A kávétermelő országok az alábbi ábrán a 2010-es termés mennyiség feltüntetésével kerülnek szemléltetésre, ahol mélyzöld jelöli a túlnyomórészt *C. robusta*, a sárgászöld a túlnyomórészt *C. arabica*, a középzöld pedig a mindkét fajtát termeszto országokat. A lenti térképen (5. ábra) kirajzolódik a kávétermelésre alkalmas ún. „kávéöv”, amely főleg fejlődő országokat ölel fel az Egyenlítő körül.



5. ábra. A *C. arabica* és *C. robusta* termesztése a világon az ún. kávéövben
Forrás: (Heys, 2011)

Amíg a kávéövben főképp fejlődő országokat találhatunk, addig a főbb kávéfogyasztó országok jellemzően a fejlettebb régiók közül kerülnek ki (6. ábra).



6. ábra. Kávéfogyasztó országok
Forrás: (Heys, 2011)

3.1.4.1 A Magyarországon keletkező kifőzött kávéőrlemény mennyisége

Az európai klíma nem alkalmas kávé termesztésére, ezért az teljes mértékben behozatalra kerül. A behozatal legnagyobb része zöld szemes kávé formájában történik, amit aztán Európában pörkölnek meg. A legjelentősebb pörköléssel foglalkozó üzemek a Tchibo, Lavazza, Sara Lee, Melitta és Segafredo tulajdonába tartoznak.

Piaci elemzők 2004-es adatai szerint a zöld és pörkölt kávé mintegy fele csupán 2 országból, Vietnámból és Brazíliából érkezik hazánkba. Az instant kávé esetében az import mintegy harmada Németországból, tizede Indiából ered. Exportunk nagy része Romániába és Ukrajnába irányul és a behozott kávé mintegy 15%-a lesz re-export. A piacot 39%-kal a Tchibo uralja, őt követi a Douwe Egberts és a Jacobs. Az értékesítésre kerülő kávék többsége robuszta-arabica keverék, de egyre nagyobb teret hódítanak a tisztán arabica kávék (Gutierrez, 2005).

Hazánkban évente közel 20-22 tonna kávé kerül behozatalra, ami fejenként kb. 2,3 kg kávé elfogyasztását jelenti éves szinten. Ez mintegy csupán hatoda például a skandináv kávéfogyasztás mértékének (Gutierrez, 2005). Az instant kávé mennyiségét figyelmen kívül hagyva, ez közel 1,7 kg darált állapotú kávénak felel meg lefőzés előtt (3. táblázat). Lefőzés után a kifőzött kávéőrlemény mennyisége 4-4,5kg fejenként, ami összesen közel **30-40 ezer tonna kifőzött kávéőrlemény** keletkezését jelentheti évente. Természetesen adott évben nem az összes behozatal kerül elfogyasztásra, tehát a tényleges kifőzött kávéőrlemény mennyisége ennél feltehetőleg kevesebb.

3. táblázat. Magyarország éves behozatala, az egy főre jutó fogyasztás, és a potenciálisan keletkező kifőzött kávéőrlemény összes, ill. egy főre jutó mennyisége 2010-ben

Forrás: (ICO, 2011)

Év: 2010	Súly (tonna)	Potenciális kávézacc (szárazsúly) (tonna)
Zöldkávé behozatal	13,115	13,115
Pörkölt kávé behozatal	14,245	14,245
Instant kávé behozatal	16,254	-
Zöldkávé re-export	(985)	(985)
Pörkölt kávé re-export	(9,158)	(9,158)
Instant kávé re-export	(10,928)	-
Teljes fogyasztás (tonna)	22,543	17,217
Éves fogyasztás/fő (kg)	2.3	1.7

A gombaipar három főbb csatornán át szerezheti be a kifőzött kávéőrleményt. Ezek előnyeit és hátrányait a 4. táblázat szemlélteti:

4. táblázat. Potenciális kifőzött kávéőrlemény források a gombaipar számára

Kávézacc források	Előny	Hátrány
Instant kávé gyártás	nagy mennyiségben áll rendelkezésre; ismert és konzisztens összetétel; tiszta összegyűjtése és elszállítása könnyen megoldható;	a gyártónak jobban megéri gyártósora energiaigényére felhasználni; a nagy mennyiség hátrányos is lehet, ha nincs elég kapacitás a feldolgozásra, vagy kereslet a gomba iránt
Kereskedelmi egységek	rugalmas együttműködési lehetőség; könnyen kezelhető mennyiségű kávézacc	nehézkés logisztika; nem ellenőrizhető gyűjtési, tárolási módok és összetétel
Otthoni fogyasztás	Fogyasztók közvetlen bevonása	Igen kis mennyiség, összegyűjtése szinte bizonyosan nem életképes üzleti model; csak az otthoni kávéfogyasztók saját kezű felhasználására alkalmas. Az ehhez szolgáló „kif”-ek összeállítása és forgalmazása csupán kiegészítő üzleti vállalkozás, ill. főképp marketing célokat szolgálhat.

A nagy instant kávé előállító üzemek a kifőzött kávéőrleményt előszeretettel használják a kávéiparban pl. bojlerek működtetésére, nagy fűtőanyag értéke ($5000 \text{ kcal kg}^{-1}$) miatt, de komposztnak és trágyának is (Machado et al., 2012). Gépjárművek üzemanyagaként is használható: a kifőzött kávéőrlemény súlya 10-15%-nak megfelelő mennyiségű biodízel állítható elő belőle, azaz 5-7 kg kifőzött kávéőrleményből 1 liternyi biodízelt lehet készíteni (Economist, 2009). A kutatók becslése szerint egyedül az Egyesült Államokban 1200 millió liter üzemanyagot lehetne előállítani kifőzött kávéőrlemény felhasználásával. Alkalmasnak találták ezen felül bizonyos pigmentek és nehézfém ionok eltávolítására, valamint fenol tartalmú vegyületek kinyerésére is (Zuorro, Lavecchia, 2012). Történt kísérlet xilanáz termelésre is (Murthy, Naidu, 2012b), de a kávébogyó terméshúsának felhasználásával kétszer annyi enzimre lehet szert tenni, így a kifőzött kávéőrlemény használata nem indokolt.

A budapesti bevásárlóközpontokból éves szinten 2-5 tonna kifőzött kávéőrleményt lehet begyűjteni¹ bevásárlóközpontonként, azonban figyelembe kell venni a kávéfogyasztás éves szezonálisitását: a nyári időszakban mintegy harmadával kevesebb kávé fogy, mint egyébként. Ez egyébként nem jelentős probléma, mivel nyáron tipikusan kisebb igény mutatkozik a fogyasztók részéről a termesztett gombák iránt, az erdei gombák jelenléte miatt.

¹ Személyes kommunikáció a kávézók személyzetével

3.1.5 A kifőzött kávéőrlemény felhasználási lehetőségei a gombatermesztésben

A kifőzött kávéőrlemény egyre népszerűbb felhasználási módja a **gombatermesztés**. *Pleurotus ostreatus*, *P. citrinopileatus* és *P. djamor* fajokra már viszonylag kidolgozott technológia áll rendelkezésre a világ több országában és több vállalkozás is sikeresnek mondható üzleti tevékenységet folytat, megfelelően pozicionálva magát és termékét a piacon:

- Egyesült Államok: Back To the Roots, amelyik ún. otthoni hobbi letermesztésre szolgáló „kit”-ek árusításával foglalkozik, és amelynek 2012-es célja 1500 tonna kifőzött kávéőrlemény „eltérítése” a szemétdombokról (Back to the Roots, 2012);
- Chido’s Mushrooms Afrikában és Németországban, amelyik az egykori zimbabwei árva lány, Chido Govera kezdeményezéséből nőtt ki magát. Egyrésztől önellátó gombatermesztésre tanítja a rászoruló afrikaiakat, másrésztől „kit”-eket és friss termőtesteket árusítanak Németország szerte, amelynek bevétele lehetővé teszi az afrikai tevékenység folytatását (Govera, 2012);
- Gro-Holland Hollandiában, amely az ottani nagy étteremláncsal, a La Place-szal, áll kifőzött kávéőrlemény felvevői és gombaértékesítői viszonyban (Gro Holland, 2012).
- Egyesült Királyság: Fungi Futures, amely főleg otthoni „kit”-eket árul, tréningeket tart és többé-kevésbé decentralizáltan, közösségi kezdeményezés részeként igyekszik megvalósítani üzleti modelljét (7-8. ábra) (FungiFutures, 2012);

Egyéb gombák, mint például a *Pleurotus eryngii* faj-komplex, kereskedelmi, ill. kísérleti szintű termesztése kifőzött kávéőrleményen még gyerekcipőben jár.



7. ábra. A Fungi Futures vállalkozás kifőzött kávéőrleményen termő *P.ostreatus* kitje
(Fotó: Hajdu)



8. ábra. Termő *P. ostreatus* kifőzött kávéőrlemény alapú keveréken szabadtéri zsákos termesztésben
(Fotó: Hajdu)

3.2 *Pleurotus eryngii* var. *ferulae*

A gomba egyed tulajdonképpen hifák bonyolult hálózatából álló micélium-szövedék. Szerepe felbecsülhetetlen az ökoszisztémában, ahol fontossága elsősorban a felhalmozódott biotomassza lebontásában nyilvánul meg. A gombák nélkül a felhalmozódott tápanyagok nem tudnának újra bekapcsolódni a körforgásba. Nemhiába tartották már az ókori egyiptomiak és rómaiak is istenek által küldött eledelnek (Manzi et al., 1999).

A világon először az *Auricularia aurantia*-t fogta termesztésbe az emberiség i.sz. 600 körül. Hosszú szünet után ezt követte a *Lentinula edodes* 1000-1100 körül, majd a laskagombák az 1900-as években. A jelenlegi piacvezető *Agaricus* fajokat mindösszesen az 1600-as években kezdték el termesztani. A *Pleurotus eryngii* körrel kapcsolatban friss adatok nem állnak rendelkezésre a legutóbbi évek világkereskedelméről, de az *Agaricus* és *Lentinula* fajok a kereskedelem közel kétharmadért feleltek a kilencvenes évek végén, míg a *Pleurotus* nemzetség fajai összesen 14-15%-ot tehettek ki (Royse et al., 2005).

A gombák heterotróf táplálkozást folytatnak és ennek három fő módját különböztetjük meg: a szaprotróf gombafajok különböző növényi és állati eredetű szervesanyagok lebontásában vesznek részt (*Agaricus* fajok); a paraziták élő növényi vagy állati szervezeteken élősködnek (pl. *Almillaria* fajok); a mikorrhizát képző gombák pedig fás és lágyszárú növényekkel együttműködve szerzik be az életfolyamataikhoz és a szaporodásukhoz szükséges nyersanyagokat (pl. *Boletus* fajok). Természetesen az életformák között számtalan átmenet lehetséges. Jelen dolgozat keretei között a szaprotróf gombák egy csoportjának, a fehérkorhasztó gombáknak egy képviselőjével, a *Pleurotus eryngii* var. *ferulae*-val végzett kísérletünk eredményeit ismertetem.

A fehérkorhasztó gombák különlegessége, hogy enzimeik mind a cellulózt, mind a lignin képesek elbontani. A vörösesbarna színű lignin fokozatos elbontásával jellegzetes felépítésű, fehér színű szerkezet marad hátra (Győrfi, 2010). Tipikus fehérkorhasztók a *Pleurotus*, *Trametes*, *Flammulina*, *Lentinula* fajok. A ligninen belüli kötések feloldása inkább oxidatív jellegű, mintsem hidrolízisre alapuló reakciókat kíván. Ezen felül a szabálytalan szerkezetek miatt a szokásosnál tágabb spektrumú enzimekre van szükség a bontáshoz. A folyamatot tovább komplikálja, hogy a lignin vízoldhatatlan molekula és ez jelentősen lassítja az enzimek munkáját. Mivel a ligninbontás elsődleges szerepe, hogy a gombák számára elérhetővé tegye a különböző poliszaccharid molekulákat, amennyiben ilyen egyszerűbb szerkezetű alkotók már rendelkezésre állnak, a ligninbontás folyamata visszaesik és a gomba ezen egyszerűbb források felvételére koncentrál (Hammel, 1997). Ezt érdemes figyelembe venni a termesztési alapanyagok típusainak és arányának megválasztásánál.

3.2.1 Rendszertani besorolás

A *Pleurotus eryngii* (DC.:Fr.) Quél var. *ferulae* (Lanzi) *Pleurotus eryngii* fajkomplexbe, a laskagombafélék (*Pleurotaceae*) családjába, az *Agaricales* rendbe, *Agaricomycetidae* alosztályba, *Agaricomycetes* osztályba, az *Agaricomycotina* altörzsbe, a *Basidiomycota* törzsbe és a gombák (*Fungi*) országába tartozik. A *Pleurotus* (Fr.) Quél. nemzetség típusfaja a *Pleurotus ostreatus* (Jacq.et Fr.) Kummer. A „*Pleurotus*” név görög eredetű, és a nemzetség jellegzetesen, a tönkön oldalt álló, fül formájú kalapjára utal (*pleura*: oldalt; *otos*: fül).

A *Pleurotus eryngii* fajkomplexbe az ernyősvirágzatúak (*Apiaceae*) családjába tartozó egyes fajokkal együtt megjelenő taxonokat soroljuk (9. ábra), amely taxonok egy intersterilitási csoportba tartoznak, de egymással teljesen vagy részlegesen interkompatibilisek (Szarvas et al., 2011). Egyes irodalmak szerint fakultatív gyenge gyökér- és szárparazita (Rodriguez Estrada et al., 2010), ez azonban vélhetőleg nem állja meg a helyét. Rimóczi (Rimóczi, 2007) szerint a növény élő részeivel a gombának nincsen kapcsolata, hanem a korhadó gyökereken, száron és a talajban felhalmozódott egyéb szervesanyagokon él. Urbanelli és mtsai úgy vélik (Urbanelli et al., 2007), hogy a komplexen belül a *Pleurotus eryngii* var. *eryngii* és var. *nebrodensis* inkább szaprotróf-mutualista kapcsolatban van a gazdanövényvel, míg a var. *ferulae* inkább patogén életformát folytat. Zervakis-Balis szerint (Zervakis, Balis, 1996) a fészkesvirágzatúak (*Asteraceae*) egyes fajain (*Tragopogon porrifolius* és *Scorzonera villosa*) is megjelenhet.

Az eddig azonosított gazdanövények az ernyősvirágú *Eryngium*, *Ferula*, *Ferulago*, *Cachrys*, *Thapsia*, *Elaeoselinum*, *Laserpitium*, *Diplotaenia*, *Peucedanum*, *Prangos*, *Pimpinella*, *Opopanax*, *Smyrniopsis*, *Kellusia* fajok közül kerültek ki (Abdollahzadeh et al., 2007; Ravash et al., 2010; Zervakis et al., 2011). Megjelenésük Európa, Észak-Afrika és Közép-Ázsia (Behnamian et al., 2010) száraz és félszáraz sziklai és pusztai gyepeinek mészkedvelő növénytársulásaira (*Festuco–Brometea*) jellemző, tipikusan az északi félgömb 30-50. szélességi foka között elterülő szubtrópusi területeken.

Már a korai olasz pásztorok is felismerték a gomba együttes előfordulását ezekkel a növényekkel: az *Eryngium campestre* olasz neve *cardo* és a *Pleurotus eryngii* var. *eryngii* elnevezése *cardoncello*. A *feddruritu* és *funciu di ferla* (azaz „óriás édeskömény gomba”; a helyi dialektusban a *funciu* gombát jelent) elnevezések a *Ferula communissal* (olaszul: *ferla*) együtt megjelenő *ferulae* változatot jelölik (9-10. ábra).



9. ábra. *Pleurotus eryngii* var. *ferulae* növekvő termőtestei *Ferula communis* közelében
(Fotó: dr. Elio Corti jóvoltából, <http://www.summagallicana.it/lessico/f/Ferula%20genere%20di%20ombrellifere.htm>)



10. ábra. A *Pleurotus eryngii* var. *ferulae* gazdanövénye, a *Ferula communis*
(Fotó: dr. Elio Corti jóvoltából, <http://www.summagallicana.it/lessico/f/Ferula%20genere%20di%20ombrellifere.htm>)

Hasonlóan találó elnevezésekkel találkozhatunk Európa egyéb részein is (német: *Fenchelseitling*, spanyol: *seta de cardo*, francia: *pleurote du panicaud* a *ferulae* változatra utalnak, és természetesen a magyar ördögszekér laskagomba, amely az *eryngii* változatot jelöli elsősorban. Az elnevezések mind a gomba és adott ernyősvirágzatú növény együttes előfordulására utalnak) (Szarvas et al., 2011).

A *Pleurotus eryngii* fajkomplexbe tartozó fajok legáltalánosabban használt megnevezése a világkereskedelem „király laska” („king oyster”), de nevezik sztyeppei vargányának is a tönk vargányákéhoz hasonló konzisztenciája miatt (Szili, 2008). Itthon egyelőre leginkább ördögszekér laskagomba néven ismert, a névadó *Eryngium campestre* (mezei iringó) növény jellegzetes, letörve „ördögszekérként” guruló hajtásairól, amelyek a magok terjesztését végzik (Szarvas et al., 2011). A

ferulae változatra talán magyarul az olasz elnevezés szó szerinti fordítása (óriás édeskömény laskagomba) volna a legtalálhatóbb, kérdés mindazonáltal, hogy indokolt-e a változatok különböző köznapi neveinek bevezetése, hiszen az átlagos fogyasztó számára a *Pleurotus eryngii* kör termőestei a relatív kis mértékű fenológiai eltérés miatt megkülönböztethetetlenek egymástól.

A fajt 1982-ben Hilbert osztotta fel változatokra (*nebrodensis*: Inzenga 1863 - tipikus gazdanövény: *Cachrys ferulacea* Szicíliaiban és *Ferula sinkiangensis* Kínában; *eryngii*: Lanzi 1894 - gazdanövény: *Eryngium*; *ferulae*: Quelet 1872 - gazdanövény: *Ferula communis*), elsősorban a gazdanövény kapcsolat alapján. 2002-ben azonosítottak változatként a *Pleurotus eryngii* var. *elaeoselini*-t (Zervakis et al., 2011) (gazdanövény: *Elaeoselinum asclepium* subsp. *asclepium*) és 2002-ben a *Pleurotus eryngii* var. *tingitanus*t (Lewinsohn et al., 2002) *Ferula tingitana*-val asszociálta. A szakirodalomban előforduló egyéb változatok (*Pleurotus hadamardii* és *Pleurotus fossulatus*) feltételezhetően nem érvényes taxonok.

A *Pleurotus eryngii* var. *ferulae* szinonim nevei: *Agaricus ferulae* Lanzi (1874) / *Pleurotus ferulae* (Lanzi) X.L. Mao, (2000) / *Pleurotus fuscus* var. *ferulae* (Lanzi) Bres. (1928).

Vilgalys és mtsai (Vilgalys et al., 1996) 1996-os interkompatibilitási tesztjei alapján a *Pleurotus eryngii* fajkomplex a VI. intersterilitási csoportba tartozik, azaz a többi csoportba tartozó *Pleurotus* fajjal nem képes kereszteződni. Mindazonáltal a fajkompleksen belüli pontos rendszertani osztályozás még a mai napig nem teljesen tisztázott (Szarvas et al., 2011). Sem a gazdakör, ill. morfológiai jegyek, sem az interkompatibilitási tesztek alapján nem lehet teljesen megbízhatóan besorolni a taxonokat (Rodriguez Estrada et al., 2010). A fajkompleksen belüli rendszerezéshez legígéretesebb a molekuláris módszerekkel történő vizsgálat, de még így sem teljes az egyetértés a kutatók között. 2002-ben Urbanelli és mtsai. (Urbanelli et al., 2002) még mind a var. *eryngii*, mind a var. *ferulae* fajsziintre emelését tartotta indokoltnak. Rodriguez Estrada 2010-es elemzése (Rodriguez Estrada et al., 2010) alapján a fajkompleksen belül a *Pleurotus nebrodensis* faj szinti elismerése, míg az *eryngii*, *ferulae* és *elaeoselini* megtartása változatként javallt a köztük fennálló szorosabb genetikai kapcsolat miatt.

M. Mang és Figliuolo szintén 2010-es magyarázata szerint azonban egyelőre még egy fajról beszélhetünk, amely még nem vált külön egyértelműen új fajokra, de a differenciálódás már megkezdődött vélhetőleg a földrajzi izoláció és egyéb ökológia tényezők (mint éghajlat és gazdanövény) hatására. A fajt két alapvető génállomány-csoportra osztották 2010-es vizsgálatukban: *eryngii-ferulae* típusra és *nebrodensis* típusra, de ők nem tartják elegendőnek a mutációk számát a *nebrodensis* változat fajsziintre emeléséhez. A helyzeten nem segít, hogy jelenleg még nincsen a *Pleurotus* nemzetség esetében a fajsziint elismeréséhez elfogadott statisztikai-molekuláris küszöbérték meghatározva (M.Mang, Figliuolo, 2010).

3.2.2 **Morfológiai jellemzők**

A gomba elsősorban ősszel, ritkábban tavasszal terem egyesével vagy kisebb csoportokban. Kalapja kezdetben domború, majd hullámosan kiterülő, tölcésesedő. Felülete idővel fokozatosan csupasszá válik. Színe barnás, a változattól, a gazdanövénytől és környezeti tényezőktől is függő. Tönkje kemény, fehér húsú, de korántsem annyira rostos, mint a többi laskagomba faj esetében. Laskagombákra jellemző módon csak ritkán központi állású. Lemezei fehéresek, tönkre mélyen lefutók. Spórapora fehér. (Babos, 1985; Albert et al., 1995) Az alfajok közül a var. *eryngii* a legkisebb típus, 3-10 cm-es tönkkel és 5-15 cm-es átmérőjű kalappal. A var. *ferulae* tönkje 6-15 cm-re hosszú lehet, kalapátmérője 6-17 cm és kalapszíne általában világosabb a var. *eryngii*-hez viszonyítva. Kalapbőrük vastagabb, mint a többi laskagomba fajnál és így szárazabb környezet vagy szállítási rázkódás következtében sem repedezik be (Györfi et al., 2007).

Szaporodására a tetrapoláris heterotallizmus jellemző: két, sok alléles lókuszt szabályozza a kompatibilitást. Ennek értelmében termőtest két, egymással kompatibilis (azaz legalább egy, de lehetőség szerint mindkét allélben különböző párosodási típusú), monokarion találkozásából kialakuló dikarion micéliumból fejlődhet. (Hajdú, 2007)

3.2.3 **Beltartalmi értékek**

A *Pleurotus* fajok, így a *Pleurotus eryngii* is, elsősorban kiváló tulajdonságokkal bíró étkezési gombaként közismertek, amelyet a többi laskagomba közül kiemel tönkjük kiváló, vargányaszerű konzisztenciája. Az *eryngii*-ket sokan az egyik legízletesebb laskagombafélének tartják, amelynek termesztését a hosszabb termesztési idő ellenére vonzóvá teszi a többi laskagombához viszonyított hosszabb pulton tarthatósága, kisebb spóraterhelése és magasabb piaci ára (Rodriguez Estrada, 2008b). Nulla fokon, 3% oxigén és 20% széndioxid tartalmú, mikroperforált, vagy perforáció nélküli csomagolásban akár 3 hétig is eláll (Amodio, Colelli, 2003).

Az egyes gombák beltartalmi értékei törzstől, szubsztráttól és termesztési körülményektől függően változhatnak, amint az Akyüz és Kirbag *Pleurotus eryngii* var. *eryngii*-n búza és egyéb szalmák keverékének rizskorpával különböző mértékben dúsított, ill. dúsítás nélküli szubsztrát-összehasonlító kísérlete is mutatja (Kirbag, Akyüz, 2008a).

Általános iránymutatásképpen a következőkben Manzi és mtsai 1999-es, szalmán és 15% cukorrépán, *eryngii*-vel és *ferulae*-vel is történt termesztéséből származó beltartalmi értékeket idézem:

A vizsgálatok alapján, mind a *ferulae*, mind az *eryngii* változatok 90% körüli nedvességtartalommal bírnak. Nitrogén tartalmuk 5,2-5,3 g/100g szárazanyag-tartalomra számítva. Ebből a gombákra tekintettel módosított 4,38-as szorzóval számolva kb. 22%-os fehérje tartalommal számolhatunk (ill. 1,9-2% nedves súlyra számítva). Tapasztalatok alapján ez a konverziós faktor jól működik az *eryngii*-k esetében, míg pl.

nagyobb kitin-kitozan tartalmú fajok esetében, mint pl. a *Pleurotus pulmonarius* a konverziós faktor félrevezetően nagy értéket mutathat és ezekben az esetekben, ha mód van rá, érdekesebb az egyes aminosavak száraz súlyra számított százalékos arányát összegezni.

A fajkomplex az összes esszenciális aminosavat tartalmazza. Az elemzés alapján, míg a *Pleurotus ostreatus* fajok sokszor a FAO által javasolt érték alatt maradtak a lizin és leucin mennyiségét tekintve, és a *Pleurotus pulmonarius* különösen rosszul teljesített számos aminosav tekintetében, addig a *Pleurotus eryngii* mindkét változata szinte az összes esszenciális aminosavat a FAO határértékeket meghaladó mennyiségben tartalmazta, a lizin kivételével, de arányaiban az sem maradt el jelentősen a kívánt szinttől. Ez alátámasztja a gombafajban található fehérjék jó biológiai értékét, a többi vizsgált laskagomba fajhoz viszonyítva is.

A *Pleurotus eryngii* var. *ferulae* esetében a nyershamu tartalom 8,5 g körül, míg a *Pleurotus eryngii* var. *eryngii* mintákban 9-10,5 g körül alakult 100 g szárazsúlyra vetítve.

2003-ban kínai kutatók (Gong, 2003) is vizsgálták a két változat beltartalmi értékeit (5. táblázat). Gyapotmaghéjon természetve a *ferulae* az *eryngii*-nél több vizsgált összetevő tekintetében is magasabb értékekkel bírt (5. táblázat).

A kitintartalom Manzi alapján (Manzi et al., 1999) 4.77%, ami jellemző értéknek tekinthető a *Pleurotus* nemzetség esetében. A vízzoldható cukrok közül főképp arabitolt, glükózt, mannitolt, mio-inozitolt és trehalózt tartalmaz, a *Pleurotus ostreatus*-hoz hasonlóan (Tsai et al., 2009).

5. táblázat. *Pleurotus eryngii* var. *eryngii* és var. *ferulae* egyes beltartalmi értékei gyapotmaghéjon természetve (Gong, 2003)

	var. <i>eryngii</i>	var. <i>ferulae</i>	egység
aminosavak	12.72	19.55	g/100 g
fehérjék	15.4	25.6	%
zsírok	0.55	0.77	%
cukrok	52.1	49.7	%
nyers rost	5.4	6.7	%
ásványi anyagok			
Fe	29	33	mg/1000g
Ca	142	69	mg/1000g
Zn	38	78	mg/1000g
Se	0.023	0.04	μg

Ásványi anyag tekintetében megállapítható, hogy a gombák káliumban gazdag élelmiszerek (6.táblázat).

6. táblázat. Ásványi anyag tartalom a *Pleurotus eryngii* sensu lato esetében (mg/1000g).

Forrás: (Lelley, Vetter, 2005)

Al	As	B	Ba	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	K
13.4	<0.05	16.45	1.52	687	1.56	<0.002	1.34	16.2	42	35750
Mg	Mn	Mo	Na	P	Hg	Se	Sr	Ti	V	Zn
1595	13	0.84	251	9995	0.59	1.42	6.54	0.37	0.12	80.7

A var. *ferulae* esetében a többi vizsgált *Pleurotus* fajra jellemző 2500mg/100g sz.t. körüli értékkel lehet számolni, míg a var. *eryngii* több, 3-4000 mg káliumot tartalmazott (Manzi et al., 1999) (ld. szintén a korábbi táblázatot Lelley-Vetter eredményeivel). 100 g friss *eryngii* (*sensu lato*) tehát a napi javasolt kálium bevitel 6-13%-t fedezi. Nátriumban viszont a többi vizsgált fajjal egyetemben szegények (50-80mg/100g sz.t), így az *eryngii*-félék könnyedén beilleszthetők egy nátrium-szegény diéta részeként. A gombák bioakkumuláló képességét felhasználva, több kísérlet is folyt a különböző ásványi anyagok mennyiségének, elsősorban a szelénnek, a növelésére az *eryngii* termőtesteiben (Szarvas et al., 2011) (Rodriguez Estrada, 2008b).

Vitaminok esetében az *eryngii* félékre mért értékek alapján (7. táblázat) B és D vitaminokból 100 g gomba elfogyasztás bőven fedezi a napi javasolt minimum bevitelt. Az A vitamin bevitel mintegy 4-5%-t fedezi (Lelley, Vetter, 2005).

7. táblázat. Vitamin tartalom a *Pleurotus eryngii sensu lato* esetében

Forrás: (Lelley, Vetter, 2005)

A	B1	B2	B6	D1	D2
37.1	5.1	2	3.8	84.8	187.6
µg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	µg/kg	µg/kg

A *Pleurotus eryngii* var. *ferulae* egyik fő aromaanyagaként a 1-okten-3-olt találták kutatók (Tsai et al., 2009), amelyik a gombák egyik jellemző illatkomponense. Ezen felül 6 másik nyolc szénatomos, és aromás komponenst azonosítottak a legnagyobb számban (8. táblázat).

8. táblázat. Aromakomponensek *Pleurotus eryngii* var. *ferulae* és *Pleurotus ostreatus* termőtesteiben. Forrás: (Tsai et al., 2009).

Összetevők	
1-oktén-3-ol	98.8±5.25
benzil alkohol	6.28±0.40
1-oktanol	5.28±0.64
3-oktanon	3.49±0.08
1-oktén-3-on	1.13±0.55
3-oktanol	0.94±0.26
benzaldehyd	0.85±0.09
2-oktén-1-ol	0.52±0.05
Összesen	117±4.57

Ebből

Nyolc szénatomos összetevők	110
Aromás összetevők	7.13

mg/kg friss termőtest súly

Tsai és mtsai 2009-es vizsgálatai (Tsai et al., 2009) alapján ízérzet szempontjából a 9. táblázat szerinti módon oszthatók fel a fajban található aminosavak.

9. táblázat. A *Pleurotus eryngii* var. *ferulae*-ban található aminosavak ízérzet szerint csoportosítva. Forrás: (Tsai et al., 2009)

Keserű íz		Nátrium-glutamát hatású		Édes	
L-arginin	1.30	L-aszparaginsav	0.36	L-alanin	1.30
L-hisztidin	0.39	L-glutaminsav	1.40	glicin*	0.80
L-izoleucin	0.72			L-szerin	0.59
L-leucin	0.32	Íz nélküli		L-tirozin	0.73
L-metionin	1.04	L-lizin	0.75		
L-fenilalanin	0.42	L-tirozin	0.73		
L-valin	0.05	GABA	0.31		

mg/g (száraz súly)

* + *L-treonin*

Ugyan a keserű jellegű aminosavak jelenléte a legnagyobb arányú, de feltételezések szerint az *A. bisporus*hoz hasonlóan ezek nem íz-aktív komponensek, míg az édes, és ízfokozó (nátrium-glutamát) hatású aminosavak azok. A vizsgálat mindazonáltal nem terjedt ki a *Pleurotus eryngii* var. *ferulae* aminosavai íz-aktivitásának meghatározására.

A nátrium-glutamát hatású aminosavakon kívül három nukleotid (GMP: guanozin monofoszfát, IMP: inozin monofoszfát és XMP: xantozin monofoszfát) is ízfokozó hatással bír (10. táblázat). Ezek közül pl. a guanozin monofoszfát hús jellegű ízt biztosít és erősebb ízfokozó anyag, mint az ismertebb nátrium-glutamát.

10. táblázat. A *Pleurotus eryngii*-ben és a *Pleurotus ostreatus*-ban mért aminosavak és 5' nukleinsavak mennyisége különös tekintettel az ízérzetet fokozó komponensekre. Forrás: (Tsai et al., 2009)

P. eryngii var. ferulae		
Aminosavak	mg/g	%
Keserű	4.24	40.46
Na-glutamát hatású	1.76	16.79
Édes	2.69	25.67
Íztelen	1.79	17.08
Összes	10.48	
Nukleotidok		
5'-AMP	1.48	21.80
5'-CMP	0.32	4.71
5'-GMP	0.58	8.54
5'-IMP	0.69	10.16
5'-UMP	1.94	28.57
5'-XMP	1.78	26.22
Ízérzetet adók*	3.05	44.92
Összes	6.79	
Összes ízérzetért felelős komponens	4.81	

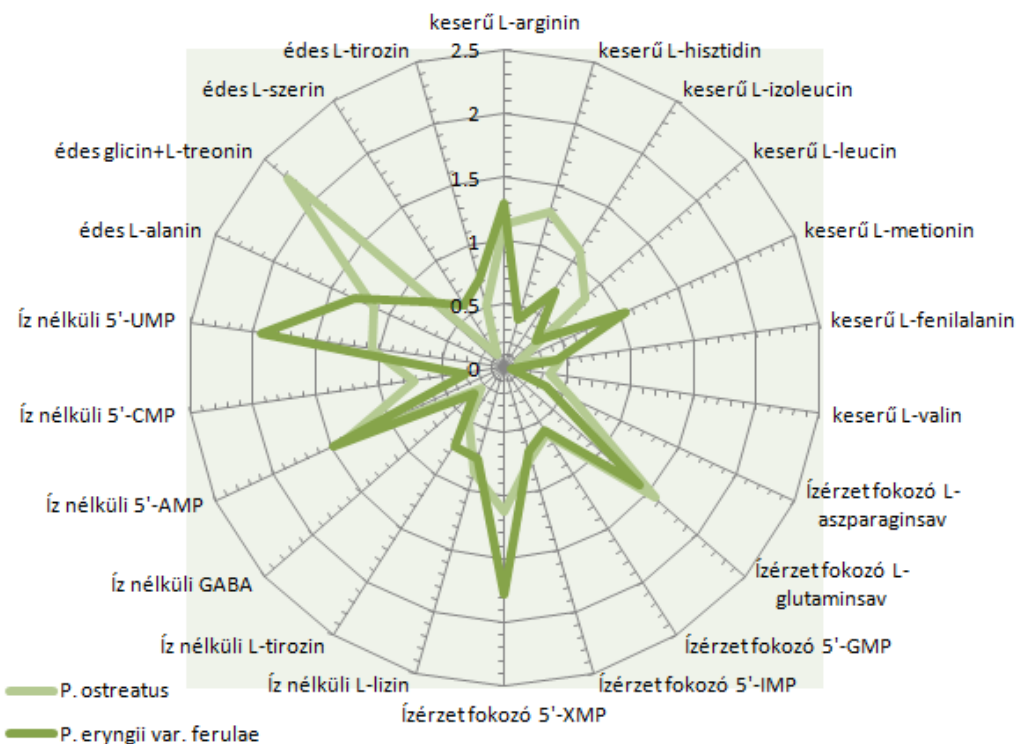
mg/g (száraz súly)

* GMP, IMP, XPM

A 11. ábra összehasonlító ízprofilja alapján látható, hogy a *Pleurotus eryngii* var. *ferulae* a *Pleurotus ostreatus*-hoz viszonyítva kevesebb keserű jellegű aminosavat tartalmaz. Ízfokozók közül kevesebb az aminosav, de valamivel több az ízérzet fokozó nukleotid. Az édes érzetet biztosító aminosavak közül *Pleurotus eryngii* var. *ferulae* háromból (alanin, szerin és tirozin) a *Pleurotus*

ostreatus-t meghaladó mennyiséget mértek, míg utóbbi elsősorban a glicin/treonin párostól nyeri az édes ízt.

Az eredményeket megfelelő formulákba helyettesítve, a kutatók úgy találták, hogy 1 g *Pleurotus eryngii* var. *ferulae*-ban levő anyagok 0.57 g, míg a *P. ostreatus*-ban levők 0.6 g nátrium-glutamát mennyiségével azonos íz intenzitást biztosítanak (Tsai et al., 2009).



11. ábra. *Pleurotus. ostreatus* és *Pleurotus. eryngii* var. *ferulae* ízprofilja (mg/g sz.anyag)
Forrás: (Tsai et al., 2009)

3.2.4 Egyéb felhasználási módok

Étkezési értékükön felül számos egyéb felhasználásuk is dokumentált a szakirodalomban:

A *Pleurotus eryngii*-ben (*sensu lato*) találtak már fungicid peptidet (eryngin) (Wang, Ng, 2004), használták bioremediációra (ipari pigmentek színanyagainak semlegesítésére) (Heinfling et al., 1998), kimutatták, hogy fogyasztása jótékony hatással lehet a csontok állapotára (Shimizu et al., 2006), a májra (Chen et al., 2012), illetve kísérletek támasztják alá AIDS és rákellenes hatását is (Lee et al., 2006; Lv et al., 2009). Ezen felül javíthatja a szervezet inzulin érzékenységét (Kim et al., 2010), kivonata segíthet az allergiás reakciók megelőzésében (Han et al., 2011) és 5%-os arányban táplálék-kiegészítőként alkalmazva a koleszterinszint csökkentésével hozzájárulhat a túlsúlyos állapot és annak egészségügyi kockázatainak enyhítéséhez (Alam et al., 2011).

Kifejezetten *ferulae*-n folyt kutatás (Choi et al., 2004) kimutatta, hogy annak etanolos oldata gátolja a tüdőrák-sejtek aktivitását. A termőtestek kivonatának hatékonysága meghaladta a micélium

kivonat hatékonyságát. A gomba micéliuma a fonálférgek elleni harcban is hasznosnak bizonyulhat: már 21 *Pleurotus* nemzetség tagjában mutattak ki nematicid hatóanyagokat, és 2007-ben kínai kutatók *Pleurotus eryngii* var. *ferulae*-ban háromféle nematicid anyagcsereterméket is azonosítottak (Li et al., 2007).

3.2.5 Termesztéstörténet

A *Pleurotus eryngii sensu lato* intenzív termesztésére a világon először Magyarországon történtek kísérletek még az 1950-es években, komposztált széna és fűrészpor keverékén (Kalmár, 1960). Ezt követték Véssey (Véssey, 1971) kísérletei az 1960-as évek végén, amikor hőkezelt és steril szubsztrátumon termesztette ezt a gomba fajt. Az 1970-es években megkezdődött az üzemi termesztés Olaszországban (Rodriguez Estrada, Royse, 2008a) és kísérletek történtek sterilizált búzaszalmán való termesztésére is Franciaországban (Cailleux, Diop, 1974).

Jelenleg az ázsiai (Kína, Japán, Dél-Korea) országok és Olaszország termelése a legszámottevőbb, ahol igen népszerű. Termesztése sok helyen a legkorszerűbbnek számító polipropilén üveges technológiával történik, ahol a szedés kivételével szinte teljes mértékben minden gépesítve van. Dél-Koreában csak 1995-ben vezették be ezt a technológiát, de 2008-ra már az ország megtermelt összes gombamennyiségének egyharmadát jelentette a *Pleurotus eryngii*. Japánban, ahol napjainkban az 5. legfontosabb termesztett faj, 1993-ben kezdődött a nagyüzemi termesztés (Yamanaka, 2011). 2009-re évi 37-38 ezer tonna körül stabilizálódott a termelés volumene, ami a japán gombapiac kb. 8%-át jelenti. Kínában 2001 és 2003 között a termelés volumene több mint ötszörösére, 100 ezer tonna fölé, nőtt. Az olasz piacokon mintegy kétezer tonnát értékesítenek belőle. 2000 óta az Egyesült Államokban is termesztik.

Szarvas (Szarvas et al., 2011) beszámolója szerint 2002-ben Magyarországon is újrakezdődött a faj termesztése, amely sajnos napjainkban újfent szünetel.

Európában elsősorban frissen értékesítik. A jelentősebb európai piacokra, ahol még a saját termelés elenyésző (mint pl. Hollandia), frissen, egészben, hűtött konténerekben importálják Kínából a helyi, ázsiai élelmiszereket áruló boltok pultjaira. Ázsiában azonban szárítva, porítva és konzervként is árusítják. Európában elsősorban frissen értékesítik, és magas értéke miatt a fontosabb európai piacokra, ahol még a saját termelés elenyésző (mint pl. Hollandia), frissen, egészben, hűtött konténerekben importálják Kínából. Ázsiában azonban szárítva, porítva és konzervként is árusítják (Yamanaka, 2011).

A fogyasztói elvárások országonként változnak, amint azt a 11. táblázat is összefoglalja.

11. táblázat. Fogyasztói elvárások a *Pleurotus eryngii* fajkomplexbe tartozó gombákkal szemben.
Forrás: (Rodriguez Estrada, 2008b)

Ország	Elvárás
Olaszország	vékony tönk, sötét kalap
Spanyolország	vékony tönk, világos kalap
Észak-Amerika, Japán, Korea	vastag tönk, széles kalap
Kína	vastag tönk, kis kalap

Ahol a gombát jól ismerik és fogyasztásának hosszú hagyományai vannak, mint pl. Olaszország, ott általában kedvelik a vékony tönkű, nagyobb kalapú változatokat. Ezzel szemben az új piacokon, mint például Kína, Japán, vagy az Egyesült Államok, a fogyasztók elvárják a gomba markáns megkülönböztethetőségét a „hagyományos” laskagombától (12. ábra)



12. ábra. *Pleurotus eryngii* var. *ferulae* vékony és vastag tönkű termőtestei
(Fotó: Hajdu)

3.2.6 Termesztés

Mezőgazdasági és erdészeti hulladékanyagok széles palettáján megterem, mint pl. különböző fafélék fűrészpora és forgácsa (pl. tölgy, bükk, egyes fenyőfélék), szalmák (búza, rizs, szója, köles), kukoricacsutka, gyapotmaghéj, földimogyoróhéj, kávémaghéj, cukor- és alkoholipari melléktermékek, vízipálma szár, sörtörköly stb. Dúsítóanyagnak elsősorban különböző termények (búza, rizs, zab, szója, kukorica, stb.) korpáját, őrleményeit használják, de értek el figyelemreméltó eredményeket fokhagyma porral és ernyősvirágzatúak kivonatával is (Stamets, Chilton, 1983; Fan et al., 2003; Oei, 2003; Cha et al., 2004; Li, 2006; Kirbag, Akyüz, 2008a; Rodriguez Estrada et al., 2009).

A *ferulae* optimális termesztési körülményei nem térnek el markánsan az eddigi tapasztalatok szerint az *eryngii* változat igényeitől. Négy fő termesztési módja ismert: zsákos, takarásos, üveges, és kültéri termesztés, amelyek közül a zsákos és az üveges technológia terjedt el (13. ábra). Nem steril vagy

pasztörözött alapanyagon történő termesztés a gyakorlatban a *Pleurotus eryngii*-k esetében nem jellemző, a működő vállalkozások túlnyomó része sterilizálja a szubsztrátumot.



13. ábra. *Pleurotus eryngii* var. *ferulae* üveges és zsákos termesztése
(Fotó: Hajdu)

A termesztési módokat az alábbiakban elsősorban Rodriguez Estrada-Royse leírása alapján (Rodriguez Estrada, Royse, 2008a) ismertetem:

Zsákos termesztés esetében 0,5-3 kg alapanyagot (pl. szalma, fűrészpor, kukoricacsutka, gyapotmaghéj) töltenek filterrel ellátott vagy anélküli polipropilén (PP) zsákok 1/3 vagy 2/3 részéig. Egy óra 121 fokon történő autoklávozás után történik az oltás gabonacsírával. Kína egyes helyein az oltás két helyről történik, lerövidítendő az átszövetés idejét. Az inkubáció tipikusan 25 fok körül és 15-25 napig tart. Kínai források (Tan et al., 2005) 30-40 napos tipikus inkubációs periódusról számolnak be. A tűfejképződést enyhe, 18-21 fokos hidegsokkal indukálják. A *nebrodensis* változat esetében 10-15 fokra javasolják levinni a hőmérsékletet közel két hétre (van, ahol 0 fok közeli hőmérséklet alkalmaznak) és aztán a letermesztést 12-15 fokon végzik. Amint a termőtest-kezdemények elérik a 1-3 cm nagyságot, a zsákokat felnyitják és a szubsztrát köré lehajtják. Az első terméshullám a tűfejek megjelenését kb. egy héttel követi. Egy szüretet javasolnak ezzel a módszerrel. A *nebrodensis* esetében ez általában csupán 1 termőtestet jelent. Főképp Európában és Kínában elterjedt. Kínában javasolják még (Tan et al., 2005) második hullám kiváltását a zsákok beáztatásával.

A **takarásos módszert** tipikusan azon termesztő helyiségekben alkalmazzák, ahol a környezeti feltételek befolyásolása nem megoldott és elsődleges célja a szubsztrát kiszáradásának megakadályozása. Ennek több változata is ismert, a kezdeti takarástól kezdve, a zacskó levágását, ill. eltávolítását követő takaráson át csupán a második hullám előtti takarásig bezárólag. Ezzel a módszerrel 2-3 hullám is elérhető. Kínai és olasz termesztők által használt termesztési mód. Györfi és mtsai (Györfi et al., 2007)

2007-es és Rodriguez Estrada (Rodriguez Estrada et al., 2009) 2009-es takarási kísérletei alátámasztják a takarás kedvező hatását a termésmennyiségre.

A legfejlettebbnek és a szedés kivételével leginkább automatizált termesztési mód az **üveges technológia**, amely elsősorban 850-1050 ml-es PP üvegek használatát jelenti, amelyeket fűrészporral vagy gyapotmaghéjjal, ill. különböző dúsítókkal töltenek. A sterilizáció 1-4 órán keresztül zajlik 121 fokon, majd lehűlés után, másnap, oltják szemcsírával előre kialakított mélyedésekbe. Dél-Koreában és Kanadában egyre népszerűbb a folyékony csíraszuszpenzióval („liquid culture”) történő oltás. Az inkubáció 28-35 napig tart, 16-24 fokon, 60-80%-os relatív páratartalom mellett. Más forrás szerint (Tan et al., 2005) az inkubáció első 20 napja 18°C-on, a következő 15 nap 23°C-on zajlik. Ezt követően az üvegek fedeleit, valamint a szubsztrát felső 1-2 milliméterét eltávolítják (borzolás vagy „scratching”), az egységes terméshullám kiváltásához. Az üvegek száját perforált fóliával takarják, amit a primordiumok 1 cm-es méreténél távolítanak el és a termesztő helyiségbe szállítják őket. Tan és mtsai beszámolója szerint borzolás után 14-15°C-ra süllyeszti a hőmérsékletet 7-10 napra és az üveget szájával lefelé fordítják, amit majd az első termőtest-kezdemények megjelenésekor fordítanak vissza. Ekkor a hőmérsékletet ismét 16-18°C-ra emelik. A relatív páratartalmat a kezdeti 95%-ról 85-90%-ra csökkentik. A tőfejekből 3-4 termőtest fejlődik ki 10-13 nap alatt. A üveges technológiához szigorúan csak egy szüretet várnak meg.

Olaszország egyes részein dolgozták ki a **kültéri termesztést**. Itt tavasszal 1000 m magasságban, míg ősszel és télen a tengerszinten helyezik ágyásokba a pasztórizációt és oltás követően 25 fokon átszövetett 4 kg-os blokkokat, majd 2-3 cm magasan fedik takarófölddel. Végül árnyékoló ernyőt is helyeznek az ágyások fölé. Így szeptember és július között lehetővé válik a szabadtéri termesztés a mediterrán területeken (Rodriguez Estrada, Royse, 2008a).

3.2.6.1 *Pleurotus eryngii sensu lato* eddigi kísérleti eredményei hagyományos alapanyagokon

Irodalmi adatok szerint (Rodriguez Estrada et al., 2009) a *Pleurotus eryngii sensu lato* esetében 50-80%-os biológiai hatékonyság² várható az első terméshullám után (amikor általában felszámolják a kultúrát), mind a zsákos, mind az üveges technológiánál.

Török kutatók (Kirbag, Akyüz, 2008b) takarásos üveges termesztési kísérletében különböző szalma alapú szubsztrátumokon szárazanyag-tartalomra számított 10%-os szemcsíra-aránnyal történő oltást, ill. 25°C-on történő 10-15 napos inkubációt követően, 13°C-os termesztési hőmérséklettel és 75-90%-os relatív páratartalom biztosításával a 16.-19. héten érték el az első terméshullámot, amely 2-3 hétig tartott.

² Biológiai hatékonyság (%): friss termőtestek súlya / száraz kiindulási alapanyag-súly * 100.

A hozam³ 15 g körül alakult dúsítatlan alapanyagoknál és 17-23 g között dúsított alapanyagoknál. A biológiai hatékonyság előbbinél 50% körüli értéket ért el, utóbbinál 55-75%-t. Kínai törzsszelekciós kísérletben (Peng et al., 2001) *Trema orientalis* (galambfa) fűrészporának és rizs- és búzakorpa különböző arányú keverékével⁴ végzett természetesen 34 napos, 18-20°C-os inkubációt és borzolást követően törzstől függően 40-90% körüli biológiai hatékonyságról adtak hírt 54-58 napos termesztési ciklusban. Bangladeshi vizsgálatban (Moonmoon et al., 2010) fűrészpor, búzakorpa és rizs maghéj keverékén törzstől függően már 26-30 nap után szedésére tett termőtesteket értek el, 46-73%-is biológiai hatékonysággal.

Oei 2004-ben pasztörizált szalma és rizskorpa 60-40 térfogatarányú zsákos termesztésénél még mindössze 8-12 g-os várható hozamról számolt be (Oei 2004). Ugyanezen évben koreai kutatók 10%-os szemcsíra aránnyal oltott fűrészpor és rizskorpa különböző arányú keverékén 20-23 g-os hozamról tudósítottak 60 napos termőidőszak alatt, 12-15°C-on, 80-90% relatív páratartalom biztosításával. Ennél jobb, 24-25 g-os hozamot eredményezett az azonos körülmények között letermesztett gyapot mag (77%), mész (6.4%), kálium, kalcium és foszforforrások (0.6%), valamint kukorica és búzaliszt (összesen 16%, változó 4-8-12%-os arányban) alapú keverék. Amennyiben a kukorica és búzalisztet kihagyták a formulából mindössze 17 g-os hozamhoz jutottak. Fokhagymapor 5-7%-nyi hozzáadásával a hozam meghaladta a 27-28 g-ot (Cha et al., 2004).

Tölgyfa-búzaszalma alapú (60-10% tölgyfa fűrészpor-forgács, 23% főzött rozsszem, 5% búzaszalma) zsákos takarási kísérletben 10 hetes termőidőszak alatt (3 hetes inkubáció 25°C-on, 2 hét pihentetés 10°C-on és 5 hét letermesztés 16-17°C-on), a takaratlan szubsztrátum közel 23 g-os hozamot eredményezett, míg a 3 cm vastag, 9:1 arányú tőzeg-mészkőpor keverékkel, ill. 1 cm vastag, tisztán mészkőporral takart szubsztrát hozama 30-32 g volt (Györfi et al., 2007). Moonmoon és mtsai rizs-szalma alapú kísérletében az első szedés 27-29. napon történt, 60-70%-os biológiai hatékonyságot elérve (Moonmoon et al., 2010).

Szarvas 2011-es törzs-összehasonlító kísérletében 2000 ml-es PP zsákokba töltött Promycel és egyéb dúsítóanyagokat tartalmazó (összesen 20-22% légszáraz anyagra számítva), bükkfa fűrészpor (65%) és forgács (9%) alapú 900 g szubsztrátot oltott különböző *P. eryngii* var. *eryngii* törzsekkel. A szubsztrát nedvességtartalma 60%-os, a csíraarány 10g-os volt. Az átszövetés 25 fokon 10 napig tartott. Ezt két napos hidegsokk, majd takarás követte. A takart zsákokat fátýolfóliával borították. A 15. napon a levegő hőmérsékletét 17.5 fokra emelték majd a 19. napon eltávolították a fóliát. Ezt követően a hőmérséklet 19 fokon, a relatív páratartalmat 95%-on tartották a termesztés folyamán. Az első terméshullám a 4. héten következett be, az elért átlaghozam 27,53 g, míg a biológiai hatékonyság átlaga

³ Hozam (g/100g): 100 g nedves kiindulási szubsztrátum súlyra számított friss termőtestek súlya; ill. Hozam (%): friss termőtestek súlya / kiindulási nedves szubsztrát súlya * 100

⁴ A dúsítás aránya 40% rizskorpa, ill. 30% búzakorpa és 20% rizskorpa volt.

70% körül volt a 60 napos termesztési ciklus teljes időtartamát figyelembe véve. A legígéretesebb törzsek 30-40 g-os hozamot, és 80-110 %-os biológiai hatékonyságot produkáltak (Szarvas et al., 2011).

3.2.6.2 *Pleurotus* törzsek eddigi kísérleti termesztési eredményei kifőzött kávéőrleményen

A kifőzött kávéőrlemény felhasználásának gondolata gombatermesztési alapanyagként Thielke nevéhez fűződik (Thielke, 1989), aki elsőként termesztett többek között *Pleurotus ostreatus*-t 0,5%-os élesztő-oldattal kezelt, sterilizált kifőzött kávéőrleményen, üveges megoldással. Svájci kísérletben (Job, 2004) üveges technológiával szintén *Pleurotus ostreatus*-szal 40% körüli biológiai hatékonyságot tapasztaltak kifőzött kávéőrlemény, lucfenyő fűrészpor és búzaszalma különböző arányú keverékein, 60-65 napos termesztésben. Brazil kutatók híradása *Pleurotus ostreatus* zsákos termesztéséről szólt. Ők a 60-65%-os nedvességtartalmú, 10%-os csíraaránnal oltott, sterilizált szubsztrátot 15 napos inkubáció után helyezték a termesztő helyiségbe és a 4. héten érték el az első terméshullámot. Az 50. nap végére 90% feletti biológiai hatékonyságról számoltak be (Fan et al., 2000).

A világon elsőként vélhetően japán kutatók kísérelték meg a *Pleurotus eryngii sensu lato* termesztését kifőzött kávéőrleményen. Tapasztalatuk szerint az átszövődés hosszabb, mint hagyományos alapanyagokon (Takemoto et al., 1999). Szintén japán kísérletekben az ázsiai nemesítésű, *Pleurotus eryngii* komplexbe tartozó törzsek 30-40 nappal oltás után hoztak termőtestet ezen a szubsztrátumon 600 g-os töltőtömegű üvegeken. Az első hullám átlagosan 2-3 db, 30-40 g-os termőtestet eredményezett. Az elért átlaghozam 10-17 g körüli volt, törzstől függően (Kasetani, et al., 2004).

4 Anyag és módszer

A kísérletet a Budapesti Corvinus Egyetem Kertészettudományi Karának Zöldség- és Gombatermesztési Tanszékének kísérleti helységében végeztük.

4.1 Anyag

A kifőzött kávéőrlemény kereskedelmi egységből került begyűjtésre és előző napi lefőzésből került felhasználásra. A különböző alapanyag keverékekhez szánt finomszálú, aprított szalmához másfél óra áztatás, és a felesleges víz eltávolítása után került hozzáadásra a többi összetevő.

4.1.1 Kifőzött kávéőrlemény arányának meghatározása

Svájci kutatások szerint (Job, 2004), amelyeket a magyar nemesítésű HK35-ös *Pleurotus ostreatus* törzsön végeztek, maximum 55%-os arányban javasolható kifőzött kávéőrlemény használata, a termőtest torzulásának vagy a biológiai hatékonyság csökkenésének veszélye nélkül. Ennek figyelembe vételével az általunk előállított keverékek az alábbiak voltak (11. táblázat). Az arányok nedves súlyra értendők.

11. táblázat A kísérletben alkalmazott termesztő közegek összetétele és elnevezése

KK+	10%-os arányban dúsított kifőzött kávéőrlemény
KK/SZ	kifőzött kávéőrlemény és előnedvesített búzaszalma egyenlő arányú (50-50%), dúsítatlan keveréke
KK/SZ+	kifőzött kávéőrlemény és előnedvesített búzaszalma 10%-os arányban dúsított, 50-40%-os keveréke
SZ+	10%-os arányban dúsított, előnedvesített búzaszalma

A dúsítás 5% kukoricadara és 5% zabkorpa alkalmazásával történt.

4.1.2 A pH meghatározása

A legtöbb faj esetében a termőtest semleges vagy enyhén savas pH-nál következik be (Fan et al., 2008). A pH beállítása 3%-nyi CaCO_3 hozzáadásával történt. Így a kifőzött kávéőrlemény-szalma, ill. szalma alapanyagok pH-ja 7.5, míg a kifőzött kávéőrlemény pH-ja 6 körüli értéket ért el. Szarvas (Szarvas et al., 2011) eredményei alapján az *eryngii* tág pH tartományban képes gyors növekedésre. pH 4-es érték a törzsek nagy részének növekedését negatívan befolyásolja, míg a magasabb, akár 8-9-es pH-n a növekedés tulajdonképpen töretlen ütemű. Növekedési optimumnak a 7.5-8.5-es pH bizonyult. A 7.5-ös pH megfelel a Stamets által az *eryngii* félék szalma alapú keveréken történő termesztéséhez javasolt értéknek is (Stamets, 2000).

4.1.3 Nedvességtartalom meghatározása

A szalma tartalmú keverékek nedvességtartalma 70%-ra, míg Fan és mtsai *Pleurotus ostreatus*-szal kifőzött kávéőrleményen végzett kísérletének eredményeit (Fan et al., 2008) követve, a tisztán kávéőrlemény tartalmú keverék nedvességtartalma 60%-ra került beállításra. Szerintük faanyag alapú szubsztrátum esetében 35-60%-os nedvességtartalom az ideális, míg egyéb esetekben 60-80%-os nedvességtartalom a kívánatos. Ez az érték értelmezésük szerint elsősorban a gombafonalak oxigén és vízigényének egyensúlyától függ.

Esetünkben a kávéőrlemény kisebb szemcsemérete (kb. 2 mm) miatt ügyelni kellett arra, hogy a pólusok ne teljenek meg teljesen nedvességgel, a szubsztrátum ne váljon túlzottan tömörödötté, vízzel telítetté és levegőtlené. A *Pleurotus eryngii* kört általában a szubsztrát összetételére kényes törzseknek tartják (Kynast, 2011, szóbeli közlés) és nagy hangsúlyt fektetnek a megfelelő „oxigén zsebekkel” rendelkező alapanyag összeállítására. Ezt általában kis és nagy szemcseméretű részecskék (tipikusan fűrészpor és faforgács) megfelelő elegyével érik el. Esetünkben a lazítást búzaszalmával értük el, a tisztán kávéőrlemény szubsztrátumnál pedig alacsonyabb nedvességtartalom szint került beállításra.

Az oxigénszinttel kapcsolatban biztatóak voltak még Szarvas (Szarvas et al., 2011) eredményei, amelyek azt mutatták, hogy a várakozásokkal ellentétben az *eryngii* képes, bár csökkenő ütemben, akár egy hetes teljes oxigénmentes környezetben is fenntartani a micélium növekedését.

4.1.4 Dúsítás arányának meghatározása

A dúsítás arányának meghatározásához Cha és mtsai (Cha et al., 2004) *Pleurotus eryngii* var. *ferulae*-n végrehajtott kísérletének eredményeit használtuk fel, ahol 70%-os nedvességtartalom mellett 10%-os dúsítási arány eredményezte a leggyorsabb micélium növekedést (12.táblázat).

A kávéőrleménynél 60%-os nedvességtartalom mellett 20%-os dúsítás lett volna célszerű, de az anyag viszkozitását ez túlságosan megnövelte volna, ami inkább kedvezőtlenül hatott volna a micélium fejlődésére a már amúgy is kompakt szubsztráton.

12. táblázat. Fűrészpor és rizskorpa aránya változásának hatása a *Pleurotus eryngii* var. *ferulae* micélium-növekedésére.

Forrás: (Cha et al., 2004)

fűrészpor és rizskorpa aránya	micélium növekedése (mm/nap)*	micélium növekedése (mm/nap)**
100:0	33	34
90:10	53	51
80:20	58	49
70:30	52	44
60:40	48	45
50:50	45	42
40:60	42	43
* 60%-os nedvességtartalomnál		
** 70%-os nedvességtartalomnál		

4.2 Módszer

4.2.1 Szárazanyag-tartalom meghatározása

A biológiai hatékonyság későbbi meghatározásához a tanszéki laboratóriumban mintavétellel meghatároztuk a kiindulási alapanyagok szárazanyagtartalmát, 105°C-os, tömegállandóságig történő szárítást követően.

A gombatermesztés esetében két fő mérőszám szolgáltat értékes információt az adott gombafaj adott szubsztráton való termőképeségéről: a biológiai hatékonyság (BE: biological efficiency) és a hozam vagy produktivitás (P: productivity) (Stamets, 2000).

A biológiai hatékonyság megmutatja, hogy a kiindulási szubsztrát szárazanyagtartalmának 100 kilogrammjára számítva mekkora össztömegű friss termőtestre számíthatunk. A hozammal azonos módon nem feltétlenül egyértelmű minden esetben (Szarvas et al., 2011), hogy a kutatók a kiindulási, vagy letermett komposzt súlyával számolnak. Jelen dolgozat esetében a számomra logikusabb kiindulási súlyt fogom figyelembe venni a saját számításaimnál.

Ez alapján tehát a biológiai hatékonyság:

$$\text{Biológiai hatékonyság (BE) \%} = \frac{\text{Friss gomba tömege (g)}}{\text{Kiindulási szubsztrát szárazanyagtartalma (g)}} \times 100$$

Ez különösen kutatásokhoz szolgáltat értékes információt, mivel a változó arányú nedvesítést kiküszöböli és a különböző szubsztrátumok könnyebb összehasonlíthatóságát teszi lehetővé.

A napi termesztési gyakorlat számára azonban nagyobb jelentőségű a hozam, azaz adott nedves szubsztrát 100 kilogrammjától várható friss termőtestmennyiség. Ez az érték ugyan megbízhatóan csak a szubsztrát nedvességtartalmának ismeretében értelmezhető, amely adat ritkán áll rendelkezésre, de mivel a nedves súly egy mérleg segítségével könnyedén ellenőrizhető, így az egy körülbelüli képet ad a termesztő számára a várható terméstről. A várható terméshozam kiszámítása:

$$\text{Terméshozam (P) \%} = \frac{\text{Friss gomba tömege (g)}}{\text{Kiindulási szubsztrát nedves súlya (g)}} \times 100$$

4.2.2 Töltés és sterilizálás

Az alapanyagokat típusonként 2-2 polipropilén, felül filteres dugóval zárt zsákba töltöttük (800 g/zsák) (14. ábra). A dúsított kávéőrlemény tartalmú szubsztrátum 1 db zsákba került betöltésre. A filtereket a sterilizálás idejére alufóliával fedtük.

A kávéőrlemény-szalma keverékekből 3-3 db 720 ml-es üveget töltöttünk meg (300 g/üveg). A sterilizálás 121°C-on, 2 órán keresztül, autoklávban történt.



14. ábra. Felső filteres dugóval ellátott termesztőzsák
Fotó: Hajdu

4.2.3 **Oltás**

Az oltási alapanyag Szili István törzsgyűjteményéből származott.

Az oltás a sterilizálást követő napon, lamináris fülke alatt történt, amelynél a nedves alapanyag tömegére számolva, Stamets útmutatását követve, 10% szemcsírat használtunk (Stamets, 2000). Csírázáskor a csíra egyenletes elosztását a szubsztrátumban a zsákok zárását követően azok rázogatóásával oldottuk meg, míg az üvegeknél már az alapanyag töltésekor az üveg közepén kialakítottuk a központi oltójáratot, ahová a sterilizálás után betöltöttük a szemcsírat.

4.2.4 **Termesztés**

Az átszövődés *P. eryngii* var. *eryngii*-vel véghezvitt kísérletek (Szarvas et al., 2011) eredményei alapján 25 fokon a leggyorsabb ütemű, ezért ezen a hőmérsékleten történt mind az üvegek, mind a zsákok átszövetése. A javasolt átszövetési időt Stamets 12-16 napban határozta meg (Stamets 2000). Várakozásunk szerint a kifőzött kávéőrlemény magas aránya a keverékekben lassíthatja az átszövődést, ezért esetünkben az átszövetés az átszövető kamrában 16 napig tartott.

A termőre fordítás több sokk-tényező egymást követő, ill. együttes alkalmazásával történt:

- Hidegsokk
- Fényhatás
- Oxigén-szint megemelése

Első lépésként az átszótt blokkokat és üvegeket 4 napon keresztül 15°C-os hideghatásnak tettük ki. Ezt követően kontrollált környezeti feltételekkel rendelkező termesztő helyiségben kerültek elhelyezésre 18°C-on, 12 órás megvilágítási ciklussal (a megvilágítás ugyanis kedvezően befolyásolja a hifa aggregációt és a termőtest képzést a (Fan et al., 2008), 85-95%-os relatív páratartalom biztosításával. Az üvegekről a fedők, valamint a zsákokról a filteres dugók eltávolításra kerültek. A megfelelő légcserre biztosítása nagyon fontos az *eryngii*-félék termesztésében (Tan et al., 2005). A zsákok esetében ezért a jobb légcserre biztosításának érdekében a fólia visszahajtásra, ill. a tömb teteje körül levágásra került. A friss levegő bejuttatását automatikus klímaszabályozóval oldottuk meg. Borzolásra nem került sor.

4.2.5 **Termesztési tulajdonságok vizsgálata**

A termesztés során naplót vezettünk a betakarított termés mennyiségéről és a termesztés során történt megfigyelésekről. A fejlődésben lévő és betakarított termőtestekről fotó dokumentáció készült.

Megfigyelésre és rögzítésre került a terméshullámok koraisága, lefutása és jellegzetességei, valamint a szedési napok. Meghatározásra került továbbá kultúránként és keverékeként a biológiai hatékonyság és a hozam.

A termesztés végével vizuálisan megvizsgáltuk az alapanyagok átszövődésének mértékét és általános konzisztenciáját.

5 Eredmények

Az alapanyag keverékek összeállítás után a biológiai hatékonyság későbbi meghatározása céljából végrehajtott szárazanyag-tartalom mérés eredményeit a 13. táblázat foglalja össze:

13. táblázat. A kísérlet során vizsgált alapanyagok szárazanyagtartalma (%)

KK/SZ	KK/SZ+	KK+	SZ+
26.27	29.53	41.39	26.44

5.1 Átszövődés és termőtestképzés vizsgálata

5.1.1 Kifőzött kávéőrlemény

A szalma és szalma keverék alapú szubsztrátumoktól eltérően a 16 napos inkubációt követően a csupán dúsított, kifőzött kávéőrleményt tartalmazó blokk átszövődése még nem volt teljesnek mondható.

Az alábbi hossz- és keresztmetszeti képek (15. ábra) a termesztés végén készültek. Jól látható, hogy az átszövődés mértéke radikálisan csökken a szubsztrátum belseje felé. Az anyag tömör, száraz, homogén, már-már „kő” jellegűvé vált az átszövődés során, a részecskék között levegő vagy nedvesség megtartására alkalmas hézagok nem voltak láthatóak.

Az első tűfejek megjelenésére egészen a 75. napig kellett várni, amelyek azonban nem növekedtek kifejezett termőtestekké.



15. ábra. *Pleurotus eryngii* var. *ferulae* által részlegesen átszótt, kifőzött kávéőrlemény és a nevelt termőtest-kezdemények. Fotó: Hajdu

5.1.2 Kifőzött kávéőrlemény és szalma keveréke

Amint azt a 16. ábra is szemlélteti, mind a dúsítatlan, mind a dúsított keverékek átszövődése tökéletes volt mind az üveges, mind a zsákos termesztésnél. Az alapanyagot laza, levegős, könnyen szétmorzsolható szerkezet jellemezte a termesztés végén.

A tőfejképződést termőtestképzés követte és mindegyik keverék kifejlett, egészséges termőtesteket nevelt. Arányaiban több tőfej képződése volt megfigyelhető zsákos, mind üveges kultúra esetében. A blokkokon tipikusan inkább csokrosan képződtek a termőtestek, míg üvegek esetében általában 1-2 kifejlett termőtest szedésére került sor.



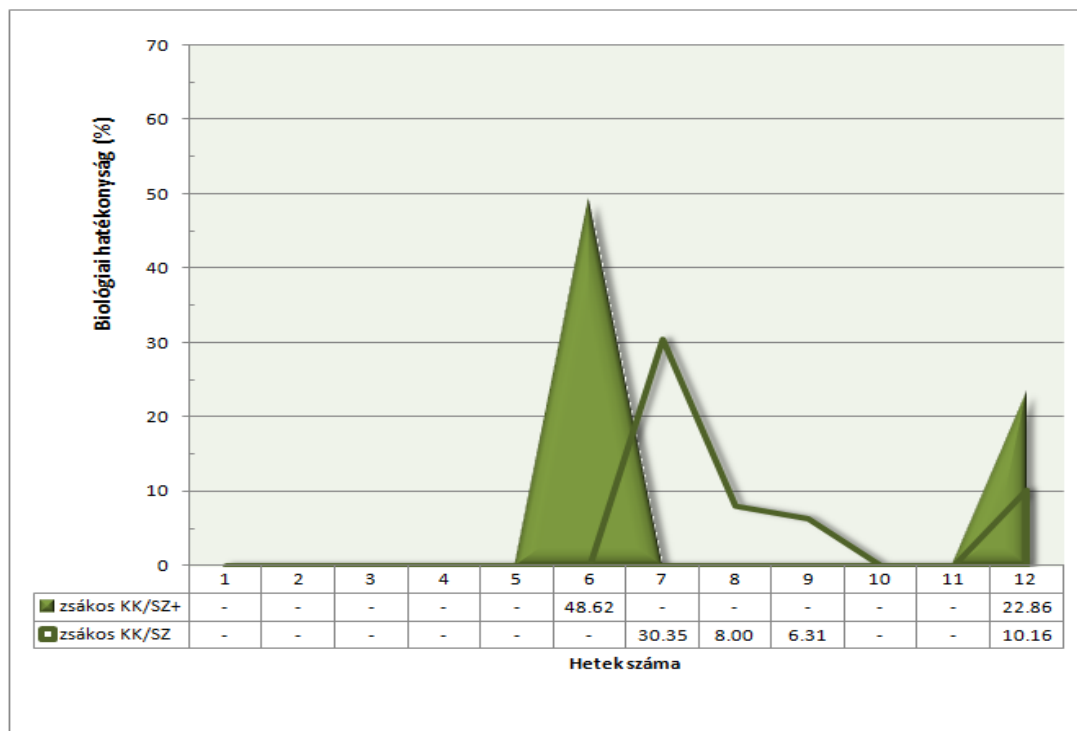
16. ábra. *Pleurotus eryngii* var. *ferulae* által teljesen átszőtt tömb, illetve fejlődő termőtestek üveges kultúrában dúsítatlan és dúsított szubsztráton. Fotó: Hajdu

5.2 Dúsítás hozamra gyakorolt hatása

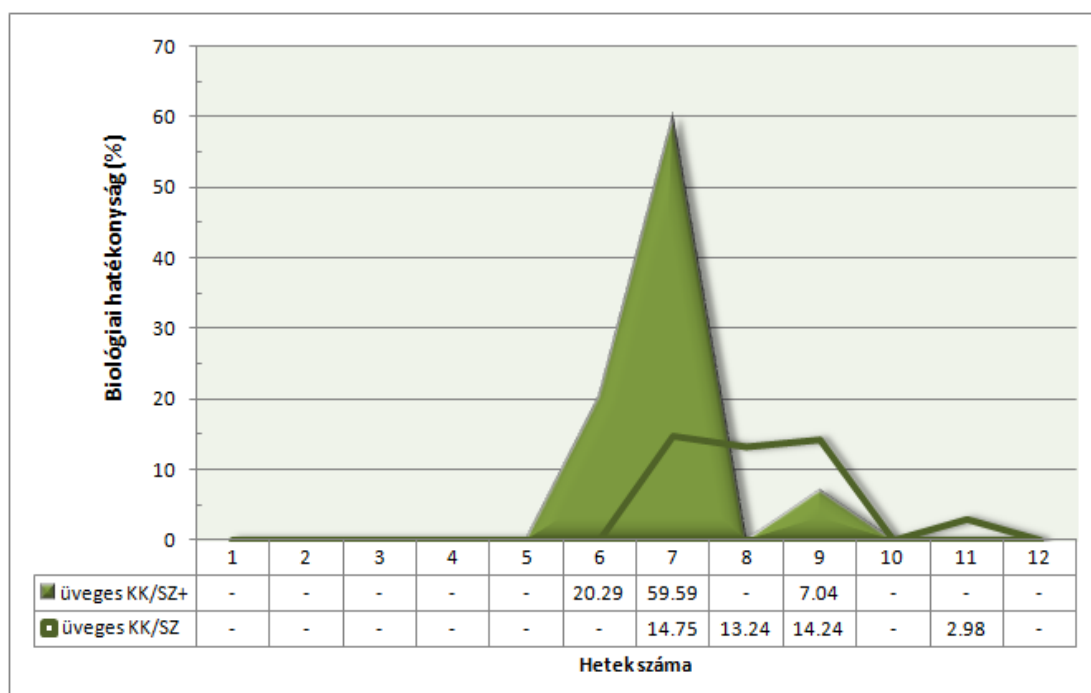
Üveges termesztésnél az első terméshullám a dúsított alapanyagokon az oltástól számított 6-7. héten következett be. Nem dúsított alapanyagon egy hét késés volt megfigyelhető a dúsított szubsztrátumhoz képest mind a primordium képzés, mind a termőtestek megjelenésében. A dúsítatlan szubsztrátum az első terméshullámban 12,47 g hozamot és 40% körüli biológiai hatékonyságot eredményezett. Dúsított alapanyag esetében a hozam 23,6 g körül alakult, ami 80 %-os biológiai hatékonyságnak felel meg.

Zsákos technológiánál az első terméshullám a dúsított keveréknél szintén a 6. héten kezdődött, amelyet egy hét késéssel követtek a dúsítatlan blokkok. A dúsítatlan blokkok - az üveges technológiához hasonlóan – 13,2 g hozamot és 40% körüli biológiai hatékonyságot eredményeztek. A dúsított blokkon 14,4 g hozamot és 50% körüli biológiai hatékonyságot mértünk.

A terméshullámok lefutását és a mért biológiai hatékonyságot a termesztési ciklus teljes hosszán a 17. és 18. ábra szemlélteti. Látható, hogy a dúsítatlan szubsztrátok a dúsítottakhoz képest elhúzódozóbb szedési görbével rendelkeznek.



17. ábra. *Pleurotus eryngii* var. *ferulae* terméshullámainak alakulása zsákos technológiánál dúsított és dúsítás nélküli keverékeken

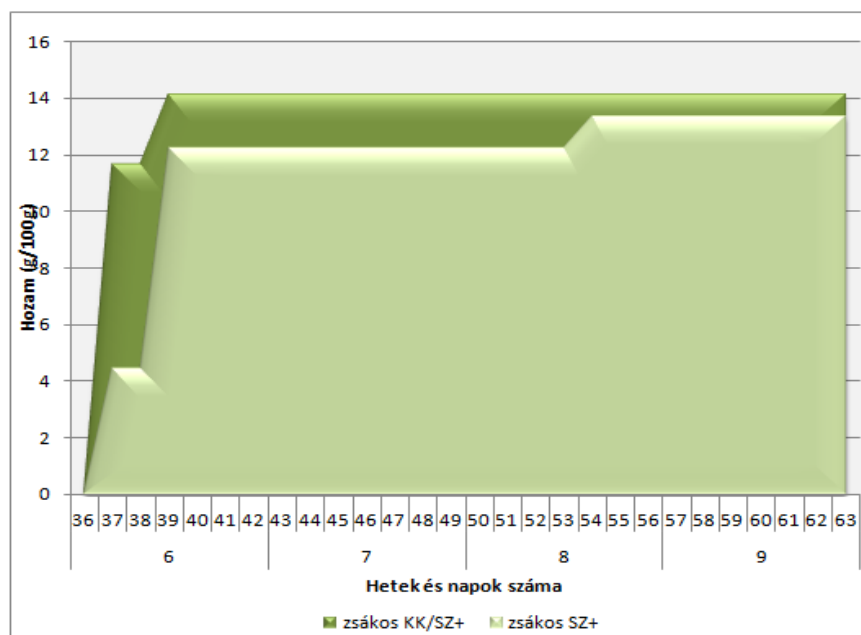


18. ábra. *Pleurotus eryngii* var. *ferulae* terméshullámainak alakulása üveges technológiánál dúsított és dúsítás nélküli keverékeken

5.3 A kifőzött kávéőrlemény hozamra gyakorolt hatása

Kontrollként aprított búzaszalma alapú szubsztrátot (SZ+) használtunk (zsákos technológiában), hogy a választott törzsre jellemző terméshullám és hozam alakulásáról képet alkothassunk kifőzött kávéőrleményt nem tartalmazó alapanyagon.

A dúsítási arány (10%) és a termesztési körülmények a termesztés folyamán megegyeztek.

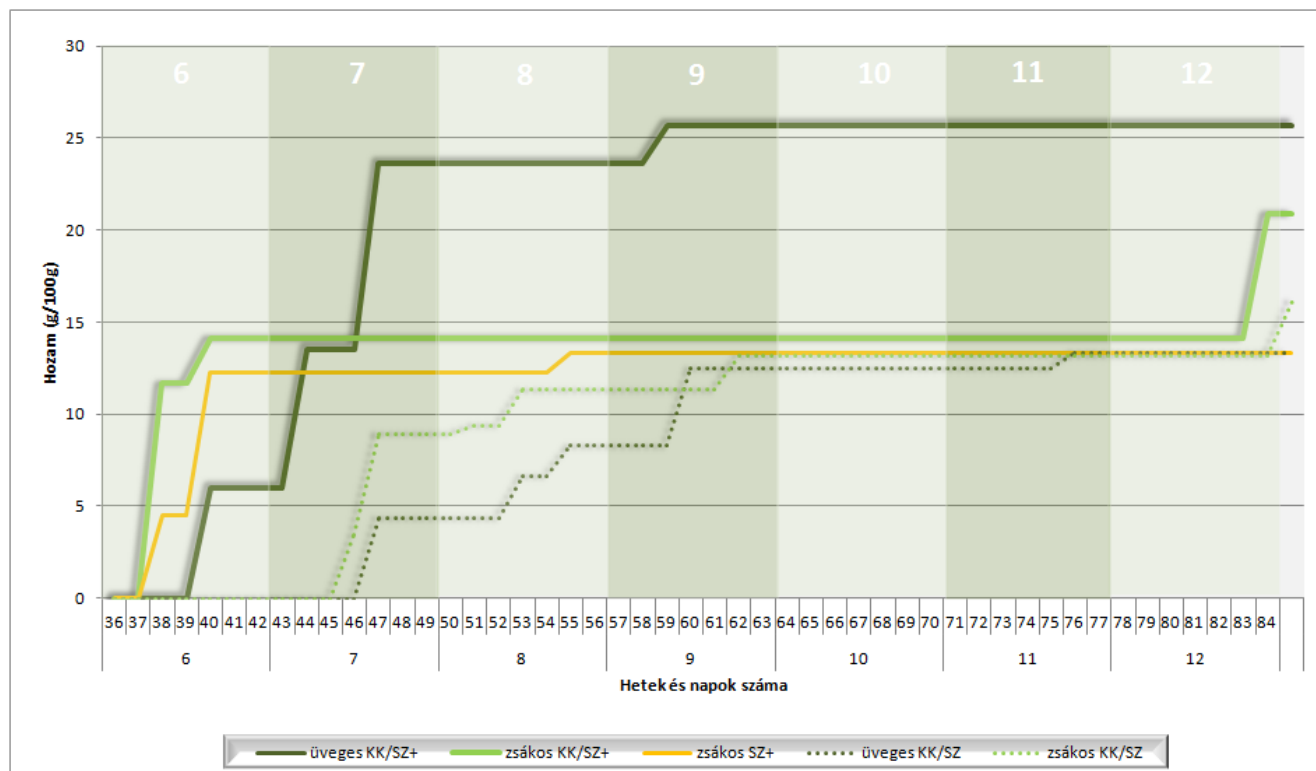


19. ábra. Aprított búzaszalmán és aprított búzaszalma-kifőzött kávéőrlemény keverékén elért hozamalakulás összehasonlítása zsákos termesztés esetében

A 19. ábráról leolvasható, hogy a dúsított búzaszalma és dúsított búzaszalma/kifőzött kávéőrlemény keverékek az általánosan elterjedt 60 napos terméshosszon (9 hét) vizsgálva, a hozam időbeli alakulását és koraiságát tekintve hasonló lefutásúak voltak, de a termésmennyiség tekintetében az első hullám 7-8%-kal több volt és dúsított búzaszalma/kifőzött kávéőrlemény esetében, mint dúsított búzaszalmán.

5.4 Termesztési módok vizsgálata

A termesztési módok vizsgálatakor a dúsított KK-SZ alapú keverékek teljesítményét vetettük össze egymással üveges és zsákos termesztésnél. A kapott hozamok alakulását 20. ábra mutatja be.



20. ábra. *Pleurotus eryngii* var. *ferulae* terméshozamának kumulatív alakulása zsákos és üveges technológiánál

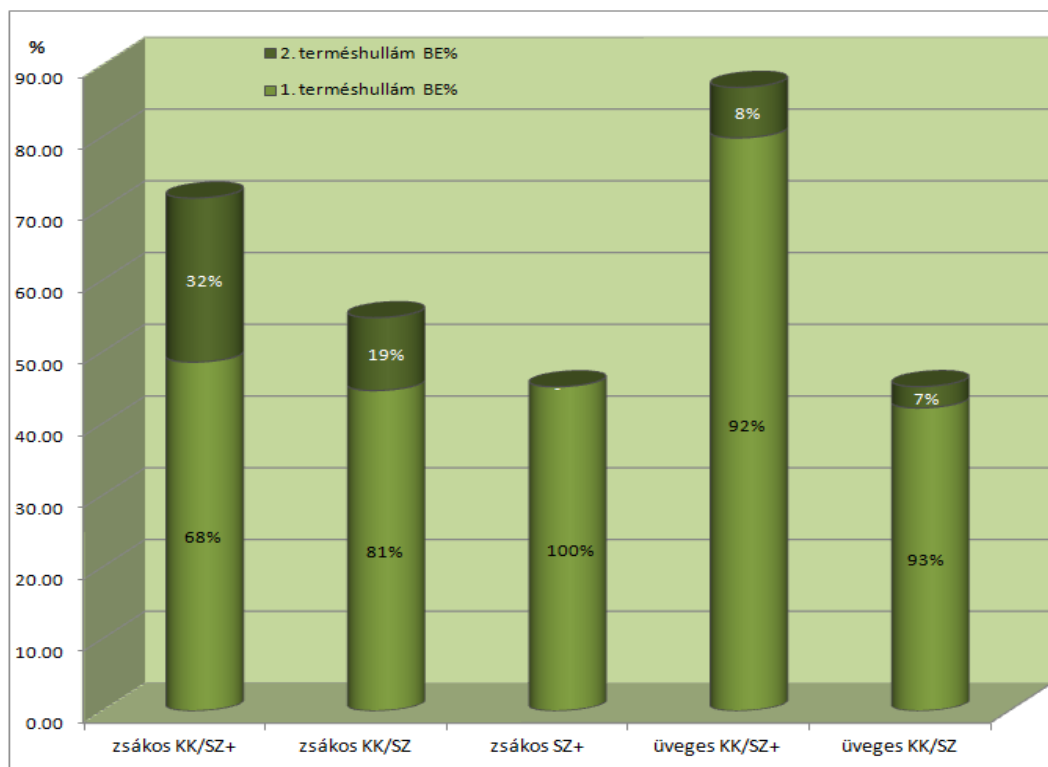
Az ábráról jól látszik, hogy koraiságban a zsákos termesztés jobban teljesített az üveges kultúránál. Az első hullám már az oltás utáni 6. hét elején megérkezett és a hét közepére le is zárult, 50%-os biológiai hatékonyságot elérve. Ezt azonban csak a 12. héten követte a következő szedés. Ez a kapott hozamot mintegy harmadával növelte (21. ábra), összesen 21.11 g hozamot és 71.48%-os biológiai hatékonyságot eredményezve. Mindkét alkalommal a szedés egy szűk, 3-4 napos sávban, tulajdonképpen egy menetben történt.

Az üveges kultúra a 6. hét közepén kezdett teremni, amit 3-4 naponta követtek újabb szedések, egyre nagyobb összsúlyú termőtestekkel. Egy szedéssel a teljes termésmennyiség 20-40%-át lehetett leszedni (14. táblázat). A terméshullám a 6-7. héten, összesen 7 napig tartott, amit több mint 10 nap múlva követett a 9. héten egy mennyiség kisebb szedése.

14. táblázat. Üveges kultúra hozameloszlása

Termesztési hét	Termesztési nap	Hozam arány
6	39	23%
7	43	29%
7	46	39%
9	58	8%

A teljes hozam 25,67 g, a teljes biológiai hatékonyság 86,92% volt. A termésmennyiség 92%-át az első terméshullámban szedtük le (21.ábra).



21. ábra. Az első és második terméshullám biológiai hatékonyságának és arányának szemléltetése az egyes termesztési módok és keverékek esetében

A kétféle termesztési mód során elért hozamokat és biológiai hatékonyságot is tartalmazza a 15. táblázat.

		zsákos KK/SZ+	zsákos KK/SZ	zsákos SZ+	üveges KK/SZ+	üveges KK/SZ
1. terméshullám	BE%	48.62	44.65	45.18	79.88	42.23
	P%	14.36	13.19	13.34	23.59	13.35
2. terméshullám	BE%	22.86	10.16	-	7.04	2.98
	P%	6.75	3	-	2.08	0.88
Összesítés	BE%	71.48	54.81	45.18	86.92	45.20
	P%	21.11	16.19	13.34	25.67	14.23
Terméshullám arányok	1	68%	81%	100%	92%	93%
	2	32%	19%	0%	8%	7%

BE%: biológiai hatékonyság
P%: hozam

15. táblázat A termesztés során elért hozam és biológia hatékonyság, valamint azok aránya a különböző keverékeken

6 Következtetések

6.1 Átszövődés és termőtestképzés vizsgálata

A kísérlet igazolta, hogy a *Pleurotus eryngii* var. *ferulae* micéliuma a kifőzött kávéőrleményt 50%-os arányban tartalmazó alapanyagot képes átszőni, és mind a dúsított, mind a dúsítatlan keveréken egészséges termőtesteket fejleszteni.

(Takemoto et al., 1999) és (Kasetani et al., 2004) eredményeitől eltérően, lazítóanyag nélküli, dúsított, kifőzött kávéőrleményen az átszövődés nem volt teljes az inkubációs idő végeztével és a blokk belsejében még a kultúra felszámolásakor is egy átszövetlen belső mag volt fellelhető.

A termőtestképzés elhúzódó és csupán részleges volt, de a szubsztrátum átmérőjének (tömegének) és egyéb paramétereinek, ill. a termesztés technológia változtatásával (csírázási mód, szubsztrát lazítása az átszövetési időszak alatt) feltételezhető, hogy jobb eredmények érhetők el.

6.2 Dúsítás hozamra gyakorolt hatása

50%-os kifőzött kávéőrlemény aránynál zsákos termesztésnél 5-5%-os kukoricadara/zabkorpa dúsítással az első terméshullám esetében mintegy tizedével, a teljes termesztési ciklusra számolva mintegy 30%-kal nagyobb hozamot értünk el, mint dúsítás nélkül (16. táblázat).

	első terméshullám hozam (g/100g)	teljes ciklus hozam (g/100g)
zsákos KK/SZ+	14.36	21.11
zsákos KK/SZ	13.19	16.19
különbség	8.9%	30.4%
üveges KK/SZ+	23.59	25.67
üveges KK/SZ	13.35	14.23
különbség	76.7%	80.4%

16. táblázat Hozam-összehasonlítás dúsított és dúsítatlan szubsztráton

Ehhez hasonló, 40%-os különbséget mértek kínai kutatók is (Cha et al., 2004) dúsított (23-24g hozam) és dúsítatlan (17g hozam) alapanyagaikon.

(Kirbag, Akyüz, 2008b) 15-50%-kal nagyobb hozamról adott hírt takarásos, dúsított üveges kísérletében a takart, de nem dúsított keverékhez képest. Üveges technológia esetében jelen kísérletben jelentős, 75% feletti hozamkülönbséget tapasztaltunk dúsítás alkalmazásával az első terméshullám után.

A *Pleurotus eryngii* var. *ferulae* kifőzött kávéőrlemény tartalmú keveréken történő hatékony termesztéséhez tehát a keverék dúsítóanyagokkal való kiegészítése feltétlenül javasolható.

Figyelemre méltó, hogy egyes forrásokban (Peng et al., 2001), nem kifőzött kávéőrlemény alapú keverékeken, akár 50%-os dúsítási aránnyal is találkozhatunk. Az ez által elért maximális biológiai hatékonyság mintegy 90%-os volt, míg jelen kísérletben a 10%-os dúsítás 80%-os biológiai

hatékonyságot eredményezett az első hullám során. A dúsítás különböző arányainak a biológiai hatékonyságra gyakorolt hatását érdemes volna dúsítási próbákkal megvizsgálni.

6.3 A kifőzött kávéőrlemény hozamra gyakorolt hatása

Eddigi kísérletek (Fan et al., 2003) kimutatták, hogy növekvő koffein szint csökkenő micélium növekedést eredményez: 100 mg/l koffein tartalom látványosan visszavetette a fejlődést, míg 2500 mg/l esetében a további növekedést teljesen leállt. Feltételezésünk szerint azonban a kifőzött kávéőrleményben még megtalálható 0,02-0,08% koffein nem befolyásolja kedvezőtlenül a micélium fejlődését és a termőtest képzést.

Ahogy az átszövődést vizsgáló részben is kifejtésre került, a kifőzött kávéőrlemény – vélhetőleg kis szemcsemérete miatt – önmagában alkalmazva lassabb és nem teljes átszövődést eredményezett. Nem tapasztaltunk azonban hasonló problémákat csökkentett (50%-os) kifőzött kávéőrlemény-arány mellett.

Zsákos termesztésnél láthatóvá vált, hogy azonos termesztési körülmények között a tapasztalt termésgörbe és terméskoraiság nemcsak, hogy megfelel a hagyományos alapanyagon (búzaszalma) elért eredményeknek, de hozam tekintetében 7-8%-kal meg is haladja azt.

A kifőzött kávéőrlemény tehát alkalmas lehet azonos dúsítási arányok mellett az elérhető hozamok további mérsékelt emelésére.

6.4 Termesztési módok vizsgálata

Az elért eredmények alapján megállapítható, hogy mindkét termesztési móddal elérhető a fajra jellemző biológiai hatékonyság (50-80%).

Zsákos és üveges kultúra összehasonlításakor megállapítható, hogy a zsákos termesztés egy héttel korábban, már a 6. héten letermett és ezt követően a 12. héten a hozam mértéke tovább növekedett mintegy a harmadával. A gyakorlat szempontjából ilyen hosszú termesztési ciklus azonban már gazdaságtalan. Ennek alapján zsákos termesztésnél mintegy 50%-biológiai hatékonysággal és 14.4 g hozammal számolhatunk 6 hetes termesztési ciklusban, összességében egy terméshullámmal számolva.

Egyéb források takaratlan zsákos termesztés esetében 8-12g-os (Oei, 2004), 20-28 g-os (Cha et al., 2004), 23 g-os (Györfi et al., 2007), ill. 30-40 g-os (Szarvas et al., 2011) hozamról számoltak be. Az elért biológiai hatékonyság 60-70% (Moonmoon et al., 2010) és 80-110% (Szarvas et al., 2011) volt. Az idézett források esetében a dúsítás aránya meghaladta a 10%-ot.

Bár az elérhető terméskoraiság, a kultúra telepítésének és fenntartásának, ill. a munkaszervezésnek (egy szedési nap) relatív alacsonyabb költségei vonzóvá teszik a zsákos technológiát, a kísérletben mért viszonylag alacsony terméshozam a technológia további finomításának irányába mutat.

A zsákos termesztéssel szemben az üveges kultúra beruházás- és az első szedési hullám elhúzódozó (több menetes szedés) jellege miatt munkaigényesebb technológia, de az átlagosnál magasabb hozam (23,6 g) és biológiai hatékonyság (közel 80%) kompenzálja a fáradságot. A jelenleg elért termesztési hossz 7 hetes és a technológia a zsákos termesztéshez hasonlóan csak az első terméshullámra épül.

Szintén 10%-os dúsítási arányú takarásos üveges kísérletben elért hozam 17-23 g volt 55-75%-os biológiai hatékonysággal (Kirbag, Akyüz, 2008b). Egyéb kísérletekben magasabb dúsítási arányok mellett elért biológiai hatékonyság 46-73% (Moonmoon et al., 2010), ill. 40-90% (Peng et al., 2001) körül alakult. Kifőzött kávéőrlemény alapú termesztő közegen 10-17 g-ot értek el (Kasetani et al., 2004).

Mindezek fényében a jelen kísérletben üveges termesztés esetében dúsított, búzaszalma és kifőzött kávéőrlemény keverékén elért hozam és biológiai hatékonyság kielégítőnek tekinthető.

Koraiság szempontjából, amint arra már Szarvas is rámutatott (Szarvas et al., 2011) nagy a szórás a szakirodalmi adatok között.

Zsákos termesztésnél Stamets (Stamets, 2000) 20-29 napra várja az első terméshullámot, Szarvas (Szarvas et al., 2011) és bangladesi kutatók (Moonmoon et al., 2010) egyaránt a 27-28. napon, Rodriguez Estrada (Rodriguez Estrada et al., 2009) a 38. napon, míg török kutatók (Kirbag, Akyüz, 2008a) a 37-54. napon kezdték az első szedést.

Szintén előbbi kutatópáros (Kirbag, Akyüz, 2008b) 117 nap alatt érte el az első szedést üveges termesztés esetében. Kínai források (Peng et al., 2001) a 48-52. napon kezdték tipikusan a szedést, míg mások (Moonmoon et al., 2010) már a 26-30. napon sikerrel jártak. Japán kutatók (Kasetani et al., 2004) kifőzött kávéőrleményről már a 30. napon termőtesteket tudtak betakarítani.

Esetünkben az első szedés a 37-39. napok között következett be. Stamets, Szarvas és Moonmoon és Kasetani eredményei arra engednek következtetni, hogy ez vélhetőleg nem a faj esetében elérhető legjobb eredmény. A törzsválasztással, az oltási technológia (pl. oltás csíraszuszpenzióval) és a termesztéstechnológia további optimalizálásával a koraiság javítására van lehetőség.

7 Összefoglalás

A kísérlet célja a *Pleurotus eryngii* var. *ferulae* termesztési lehetőségének vizsgálata volt kifőzött kávéőrlemény tartalmú termeszto közegen, amely egy bőségesen és olcsón rendelkezésre álló alapanyag forrásként szolgálhatna ennek, az Európában is növekvő népszerűségnek örvendő, ízletes laskagombafajnak.

A gombafaj micéliuma képes volt a kukoricadarával és zabkorpával 5-5%-os arányban dúsított kifőzött kávéőrleményen fejlődni és azon termőtest-kezdeményeket hozni. A kísérlet eredményei mindazonáltal azt mutatják, hogy a gombafajnak nehézséget okoz a tömör szerkezetű kifőzött kávéőrlemény birtokbavétele. Az átszövődés nem volt teljes és a termőtest-kezdeményekből végül nem fejlődtek szedésérett termőtestek.

Ez a probléma lazítóanyag, mint például búzaszalma, hozzáadásával szerencsére teljesen kiküszöbölhető volt. A gombafaj a kifőzött kávéőrleményt csupán 50%-os mértékig tartalmazó alapanyagot (dúsítva és dúsítás nélkül egyaránt) mind üveges, mind zsákos termesztés esetében átszotte és azokon termőtesteket nevelt.

A dúsítás az *eryngii* félék termesztésében általános eljárásnak számít. A kísérlet során is bebizonyosodott, hogy dúsítással mind üveges, mind zsákos termesztés esetében számottevő hozamnövekedést lehet elérni a dúsítás nélküli keverékhez képest. Dúsítás alkalmazásával tapasztalatunk szerint egyrészt elérhető a fajra jellemző biológiai hatékonyság, másrészt magasabb hozamhoz lehet jutni, mint a hasonlóképpen dúsított és azonos termesztési körülmények között tartott aprított búzaszalma alapú termeszto közegen.

A termesztési módok vizsgálata során az üveges termesztés számottevően jobban teljesített hozam és biológiai hatékonyság tekintetében, mint a zsákos technológia és csak kissé maradt el attól koraiságban.

A zsákos termesztés esetében további kísérletek szükségesek egy hatékonyabb termesztéstechnológia kidolgozásához és üveges kultúra esetében is számos lehetőség kínálkozik a módszer tökéletesítésére.

Ilyen további, optimalizációt célzó, lépések lehetnének például a *Pleurotus eryngii* fajkomplexben tartozó törzsek tudatos szelekciója kifőzött kávéőrleményen való termesztéshez, valamint a csírázási arány és egyéb oltási módok (pl. csíraszuszpenzió) vizsgálata. Alapanyag szempontjából érdekes témát jelenthet a továbbiakban a kifőzött kávéőrleményhez hasonlóan szintén fogyasztói végfelhasználásból származó hulladék anyagok (pl. lignocellulóz alapú csomagolóanyagok) lazítóanyagként való alkalmazása az aprított búzaszalma helyettesítésére.

Mivel a kifőzött kávéőrlemény a kifőzés következtében már részlegesen sterilizáltan kerül begyűjtésre, megfelelő higiénia és magasabb csíra-arány biztosításával már most is több kisebb vállalkozás és hobbi termeszto foglalkozik az alapanyag további sterilizálás nélküli felhasználásával, elsősorban *Pleurotus ostreatus* termesztéséhez. Javasolt volna az ezzel az eljárással elérhető hozam szintet és koraiságot is megvizsgálni.

Izgalmas témát jelenthet egyrészt a borzolás - amely üveges technológiát alkalmazó üzemi termesztésben széleskörűen alkalmazott eljárás - , másrészt a különböző takaróanyagok hatásának vizsgálata is.

Zárógondolatként érdemes megemlíteni, hogy a kávéipari melléktermékek felhasználásának egyik fő célja, hogy a még értékes tápanyagokat tartalmazó alapanyagokat a hulladékgyűjtő telepekre való elhelyezés helyett visszakapcsolják a termelési ciklusba és további értéknövelt biológiai komponensek, ill. táplálékok előállítására használják fel őket. Ennek szellemében a letermett szubsztrátum sorsa is fontos további kutatási terület. Megvizsgálható állati takarmányozásban való alkalmazhatósága, alkalmassága takaróanyagnak takarásos gombakultúrákban, illetve alapanyagnak pl. *Pleurotus ostreatus* termesztéséhez.

Köszönetnyilvánítás

*Köszönet illeti Szili Istvánt a Zöldség- és Gombatermesztési Tanszék rendelkezésére bocsátott *Pleurotus eryngii* var. *ferulae* oltóanyagért, valamint Dr. Elio Cortit, a Summa Gallicana honlap szerkesztőjét, a *Ferula communis*-t, ill. az azzal asszociáltan nöövő *P. eryngii* var. *ferulae* termőtesteket ábrázoló fotók szíves közrebocsátásáért és Adam Saynert a Fungi Futures Ltd. képzésén készült képek felhasználásának engedélyezéséért.*

Köszönöm Győrfi Tanárnőnek minden, a kísérlettel és a szakmai felkészítéssel töltött önzetlen percét és a lehetőséget, hogy megismerhettem és együtt dolgozhattunk. Tudása, személyisége, jelleme örök iránymutatásul szolgál. Mindig hiányozni fog.

8 Irodalomjegyzék

1. Abdollahzadeh, J., Asef, M. és Mirmahmoodi, T. 2007. The *Pleurotus eryngii* species-complex in Kurdistan Region of Iran. In: Pakistan Journal of Biological Sciences, 10. kötet. p. 3006-3009.
2. Aga, E. 2005. Molecular Genetic Diversity Study of Forest Coffee Tree [*Coffea arabica* L.] Populations in Ethiopia: Implications for Conservation and Breeding. Doktori Disszertáció. Alnarp. Swedish University of Agricultural Sciences.
3. Ahmed, I., Zia, M. A. és Iqbal, H. M. N. 2010. Bioprocessing of Proximally Analyzed Wheat Straw for Enhanced Cellulase Production through Process Optimization with *Trichoderma viride* under SSF. In: International Journal of Biological and Life Sciences, 6(3). p. 164-170.
4. Alam, N., Yoon, K. N. és Lee, T. S. 2011. Antihyperlipidemic activities of *Pleurotus ferulae* on biochemical and histological function in hypercholesterolemic rats. In: J. Res. Med. Sci., 16(6). p. 776–786.
5. Albert L., Locsmándi C. és Vasas G. 1995. Ismerjük fel a gombákat! Borsodi Nyomda Kft.
6. Amodio, M., Colelli, G. 2003. Controlled-atmosphere storage of fresh cut 'Cardoncello' mushrooms (*Pleurotus eryngii*). In: ISHS Acta Horticulturae 599. p. 731-735.
7. Babos M. 1985. *Pleurotus eryngii* (DC. : Fr.) Quél. var. *ferulae* Lanzi előfordulása Magyarországon. In: Mikol. Közlem., Clusiana, 1-3. kötet. p. 32-34.
8. Behnamian, M., Mohammadi S.A., Sonnenberg, A., Goltapeh, E.M., Alavi, A. és Hendrickx, P. 2010. Genetic diversity and population structure of Iranian wild *Pleurotus eryngii* speciescomplex strains revealed by URP-PCR markers. In: Journal of Food, Agriculture & Environment, 8(3-4). p. 1203-1207.
9. Caetano, N. S., Silva, V. F. és Mata, T. M. 2012. Valorization of coffee grounds for biodiesel production. In: Chemical Engineering Transactions, 26. kötet. p. 267-272.
10. Cailleux, R., Diop, A. 1974. Recherches expérimentales sur les conditions d'ambiance requises pour la fructification du *Pleurotus eryngii* et de l' *Agrocybe aegerita*. In: Mushroom Science, IX (Part I). Kötet. p. 607-619.
11. Cha, W.-S., Choi, D. és Kang, S.-Y. 2004. Optimization of culture media for solid-state culture of *Pleurotus ferulae*. In: Biotechnology and bioprocess engineering, 9(5). p. 369-373.
12. Chen, J., Mao D., Yong, Y., Li J., Wei, H. és Lu, L. 2012. Hepatoprotective and hypolipidemic effects of water-soluble polysaccharidic extract of *Pleurotus eryngii*. In: Food Chemistry, 130(3). p. 687-694.
13. Choi, D., Cha, W.-S., Kang, S.-H. és Lee, B.-R. 2004. Effect of *Pleurotus ferulae* Extracts on Viability of Human Lung Cancer and Cervical Cancer Cell Lines. In: Biotechnology and Bioprocess Engineering, 9. kötet. p. 356-361.

14. De Gioia, T., Sisto, D., Rana, G. L. és Figliulo, G. 2005. Genetic structure of the *Pleurotus eryngii* species-complex. In: Mycol. Res., 109(1). p. 71-80.
15. Debry, G. 1994. Coffe and Health. Paris. John Libbey Eurotext.
16. Eira, M. T. S., Amaral da Silva, E.A., De Castro, R.D., Dussert, S., Walters, C., Bewley, J.D. és Hilhorst, H.W.M. 2006. Coffee seed physiology. In: Braz. J. Plant Physiol., 18(1). p. 149-163.
17. Fan, L., Carlos, R. S. 2005. Shiitake Bag Cultivation - Coffe Residues. In: Mushroom Growers Handbook 2. Seoul. MushWorld. p. 92-95.
18. Fan, L., Pandey, A., Mohan, R. és Soccol, C. 2000. Use of various coffee industry residues for the cultivation of *Pleurotus ostreatus* in solid state fermentation. In: Acta Biotechnologica, 20(1). p. 41-52.
19. Fan, L., Soccol, A., Pandey, A. és Soccol, C. 2003. Cultivation of *Pleurotus* mushroom on Brazilian coffee husk and effects on caffeine and tannic acid. In: Micologia Aplicada International, 15(1). p. 15-21.
20. Fan, L., Soccol, C. R. és Pandey, A. 2008. Mushroom production. In: Pandey et al. (szerk.). Current Developments in Solid-state Fermentation. New Delhi. Springer - Asitech Publishers Inc.
21. Gong, Z.Y., Yu, S.F., Qu, L. 2003. Nutrient Analysis of *Pleurotus eryngii* and *Pleurotus ferulae* Cultivated with Cotton Seed Hull Compost. In: Acta Edulis Fungi, 10(1). p.21-24
22. Györfi J. 2010. Gombabiológia, gombatermesztés. Budapest. Mezőgazda Kiadó.
23. Györfi J., Hajdú Cs., Maszlavér P. és Fehérvári-Póczik E. 2007. Takaróanyag kísérletek a *Pleurotus eryngii*-vel. In: Kertgazdaság, 39(2). p. 3-10.
24. Hajdú Cs. (2008): A termesztett *Pleurotus ostreatus* hibridek tulajdonságainak javítása és új hibridek előállítása vadon termő törzsek alkalmazásával. Doktori disszertáció, BCE-KTDI, Budapest.
25. Hammel, K. 1997. Fungal Degradation of Lignin. In: Cadish, G., Giller, K.E. (szerk.). Driven by Nature: Plant Litter Quality and Decomposition. Wallington, Oxon. CAB International.
26. Han, E.H., Hwang, Y.P., Kim, H.G., Choi, J.H., Im, J.H., Yang, J.H., Lee, H.U., Chun, S.S., Chung, Y.C. és Jeong, H.G. 2011. Inhibitory effect of *Pleurotus eryngii* extracts on the activities of allergic mediators in antigen-stimulated mast cells. In: Food Chem. Toxicol., 49(6). p. 1416-25.
27. Heinfling, A., Martínez, M.J., Martínez, A.T., Bergbauer, M. és Szewzyk, U. 1998. Transformation of Industrial Dyes by Manganese Peroxidases from *Bjerkandera adusta* and *Pleurotus eryngii* in a Manganese-Independent Reaction. In: Appl. Environ. Microbiol, 64(8). p. 2788–2793.
28. Job, D. 2004. La utilización de la borra del café como sustrato de base para el cultivo de *Pleurotus ostreatus* (Jacq.:Fr.) Kummer. In: Rev Iberoam Micol, 21. kötet. p. 195-197.
29. Kalmár Z. 1960. Termesztési kísérletek ördögsekér-laskagombával. Kísérletügyi Közlemények, Kertészet 52/c(4). p. 119–125.

30. Kasetani, T., Okazaki, Y., Miyagawa, K. és Suematsu, S. 2004. Effective Utilization of Waste Discharged from Canned Drinks Manufacturing Lines-Shortening Cultivation Period of the Edible Mushroom *Pleurotus eryngii* by using the Spent Coffee Grounds Medium. Searching Strains Suitable for Short Cultivation time. In: Report of Toyo Junior College of Food Technology and Toyo Institute of Food Technology, 25. kötet. p. 25-28.
31. Kim, J-I., Kang, M-J., Im, J., Seo, Y-J., Lee, Y-M., Song, J-H., Lee, J-H. és Kim, M-E. 2010. Effect of king oyster mushroom (*Pleurotus eryngii*) on insulin resistance and dyslipidemia in db/db mice. In: Food Science and Biotechnology, 19(1). p. 239-242.
32. Kirbag, S., Akyüz, M. 2008a. Effect of various agro-residues on growing periods, yield and biological efficiency of *Pleurotus eryngii*. In: Journal of Food, Agriculture & Environment, 6(3-4.). p. 402-405.
33. Kirbag, S., Akyüz, M. 2008b. Evaluation of agricultural wastes for the cultivation of *Pleurotus eryngii* (DC. ex Fr.) Quel. var. *ferulae* Lanzi. African Journal of Biotechnology, 20 October, 7(20). p. 3660-3664.
34. 43. Lee, D., Owens, V. N., Boe, A. és Jeranyama, P. 2007. Composition of Herbaceous Biomass Feedstocks. Brookings. SunGrant Initiative.
35. Lee, Y-H., Park, K-H., Lee, B-W., Cho, Y-U., Choi, Y-J. És Gal, S-W. 2006. Antitumor sterol isolated from the fruiting body of *Pleurotus eryngii*. In: Journal of Life Science, 16(2). p. 282-288.
36. Lelley, J., Vetter; J. 2005. The Possible Role of Mushrooms in Maintaining Good Health and Preventing Diseases. In: Tan et al (szerk.). Proceedings of the 5th International Conference on Mushroom Biology and Mushroom Products. Acta Edulis Fungi 12. kötet. p. 412-419.
37. Lewinsohn, D., Wasser, S.P., Reshetnikov, S.V., Hadar, Y. és Nevo, E. 2002. *Pleurotus eryngii* species-complex in Israel: distribution and morphological description of a new taxon. In: Mycotaxon, 81. kötet. p. 51-67.
38. Li, M. 2006. Effect of Chinese Medicinal in Umbelliferae Family on *Pleurotus ferulae* Lanzi Hypha Growth. In: Journal of Anhui Agricultural Sciences, 34(21), 178.szám, p. 5499-5500.
39. Li, G., Wang, X., Zheng, L., Li, L., Huang, R. és Zhang, K. 2007. Nematicidal metabolites from the fungus *Pleurotus ferulae* Lanzi. In: Annals of Microbiology, 57(4). p. 527-529.
40. Lv, H., Kong, Y., Yao, Q., Zhang, B., Leng, F-W., Bian, H-J., Balzarini, J., Van Damme, E. és Bao J-K. 2009. Nebrodeolysin, a novel hemolytic protein from mushroom *Pleurotus nebrodensis* with apoptosis-inducing and anti-HIV-1 effects. In: Phytomedicine, 16. kötet. p. 198–205.
41. M. Mang, S., Figliuolo, G. 2010. Species delimitation in *Pleurotus eryngii* species complex inferred from ITS and EF-1 α gene sequences. In: Mycology: An International Journal on Fungal Biology, 1(4). p. 269-280.
42. Machado, E. M., Rodriguez-Jasso, R. M., Teixeira, J. A. és Mussatto, S. I. 2012. Growth of fungal strains on coffee industry residues with removal of polyphenolic compounds. In: Biochemical Engineering Journal, 60. kötet. p. 87-90.
43. Manzi, P., Gambelli, L., Marconi, S., Vivanti, V. és Pizzoferrato, L. 1999. Nutrients in edible mushrooms: an inter-species comparative study. In: Food Chemistry, 65. kötet. p. 477-482.

44. Moonmoon, M., Uddin, N., Ahmed, S., Shelly, N. J. és Khan, A. 2010. Cultivation of different strains of king oyster mushroom (*Pleurotus eryngii*) on saw dust and rice straw in Bangladesh. In: Saudi Journal of Biological Sciences, 17. kötet. p. 341-345.
45. Murthy, P. S., Naidu, M. M. 2012a. Sustainable management of coffee industry by-products and value addition - A review. In: Resources, Conservation and Recycling, 66. kötet. p. 45-58.
46. Murthy, P. S., Naidu, M. M. 2012b. Production and Application of Xylanase from *Penicillium* sp. Utilizing Coffee By-products. In: Food Bioprocess Technol, 5. kötet. p. 657–664.
47. Mussatto, S. I., Carneiro, L.M., Silva, J.P.A., Roberto, C.I. és Texeira, J.A. 2011a. A study on chemical constituents and sugars extraction from spent coffee grounds. In: Carbohydrate Polymers, 83. kötet. p. 368-374.
48. Mussatto, S. I., Machado, E. M., Martins, S. és Teixeira, J. A. 2011b. Production, Composition, and Application of Coffee and Its Industrial Residues. In: Food Bioprocess Technol., 4. kötet. p. 661-672.
49. Oei, P. 2003. Mushroom cultivation. Leiden. Backhuys Publishers.
50. Oestreich-Janzen, S. 2010. Chemistry of Coffee. In: Mander, L., Liu. H. (szerk). Comprehensive natural products II. Kidlington. Elsevier. p. 1085-1113.
51. Peng, J.-T., Dai, M-C., Tsai, Y-F., Chen, M-H. és Chen, J-T. 2001. Selection and Breeding of King Oyster Mushroom. In: Jour.Agric.Res.China, 50(4). p. 43-58.
52. Philippoussis, A. N. 2009. Production of Mushrooms Using Agro-Industrial Residues as Substrates. In: Nigam, P. S., Pandey, A. (szerk). Biotechnology for Agro-Industrial Residues. Coleraine: Springer.
53. Ravash, R., Shiran, B., Alavi, A-A., Bayat, F., Rajaei, S. és Zervakis, G.I. 2010. Genetic variability and molecular phylogeny of *Pleurotus eryngii* species-complex isolates from Iran, and notes on the systematics of Asiatic populations. In: Mycol Progress, 9. kötet. p. 181-194.
54. Rimóczi I. 2007. Gombaválogató I. Budapest. Szaktudás Kiadó Ház.
55. Rodriguez Estrada, A. E. 2008b. Molecular Phylogeny and increases of yield and the antioxidants selenium and ergothioneine in basidiomata of *Pleurotus eryngii*. Doktori disszertáció. Pennsylvania. The Pennsylvania State University Graduate School Department of Plant Pathology.
56. Rodriguez Estrada, A. E., Jimenez-Gasco, M. d. M. és Royse, D. J. 2009. Improvement of yield of *Pleurotus eryngii* var. *eryngii* by substrate supplementation and use of a casing overlay. In: Bioresource Technology, 100. kötet. p. 5270–5276.
57. Rodriguez Estrada, A. E., Jimenez-Gasco, M. d. M. és Royse, D. J. 2010. *Pleurotus eryngii* species complex: Sequence analysis and phylogeny based on partial EF1a and RPB2 genes. In: Fungal Biology, 114. kötet. p. 421 – 428.
58. Rodriguez Estrada, A. E. és Royse, D. J. 2008a. *Pleurotus eryngii* and *P. nebrodensis*: from the wild to commercial production. In: Mushroom News, 56(2). p. 4-11.
59. Royse, D. J., Shen, Q. és McGarvey, C. 2005. Consumption and production of recently domesticated edible fungi in the United States with a projection of their potential. In: Tan et al

- (szerk.). Proceedings of the 5th International Conference on Mushroom Biology and Mushroom Products. Acta Edulis Fungi 12. kötet. p. 331-337.
60. Shimizu, K., Yamanaka, M., Gyokusen, M. és Kaneko, S. 2006. Estrogen-like activity and prevention effect of bone loss in calcium deficient ovariectomized rats by the extract of *Pleurotus eryngii*. In: Phytother. Res., 20(8). p. 659–664.
 61. Stamets, P. 2000. Growing Gourmet and Medicinal Mushrooms. Toronto. Ten Speed Press.
 62. Stamets, P. és Chilton, J. 1983. The Mushroom Cultivator. Washington. Agarikon Press.
 63. Szarvas J., Pál K., Geösel A. és Györfi J. 2011. Comparative studies on the cultivation and phylogenetics of King Oyster Mushroom (*Pleurotus eryngii* (DC.: Fr.) Quel.) strains. In: Acta Universitatis Sapientiae, Agriculture and Environment, 3. kötet. p. 18-34.
 64. Szili I. 2008. Gombatermesztők könyve. Budapest. Mezőgazda Kiadó.
 65. Takemoto, M., Fujiwara, S. és Kiuchi, N. 1999. The Use of Coffee Grounds as Mushroom Media and Recycling of Spent Media by Composting. In: Bulletin of the Agricultural Research Institute of Kanagawa Prefecture, 139. kötet. p. 13-19.
 66. Tan, Q., Wang, Z., Cheng, J., Guo, Q. és Guo, L. 2005. Cultivation of *Pleurotus* spp. in China. In: Tan et al (szerk.). Proceedings of the 5th International Conference on Mushroom Biology and Mushroom Products. Acta Edulis Fungi 12. kötet. p. 338–349.
 67. Thielke, C. 1989. Cultivation of edible fungi on coffee grounds. In: Mushroom Science, 12. kötet. p. 337-343.
 68. Tsai, S.-Y., Huang, S.-J., Lo, S.-H., Wu, T.-P., Lian, P.-Y. és Mau, J.-L. 2009. Flavour components and antioxidant properties of several cultivated mushrooms. Food Chemistry, 113. kötet. p. 578-584.
 69. Urbanelli, S., Della Rosa, V., Punelli, F., Poretta, D., Reverberi, M., Fabbri, A.A. és Fanelli, C. 2007. DNA-fingerprinting (AFLP and RFLP) for genotypic identification in species of the *Pleurotus eryngii* complex. In: Applied Microbiology and Biotechnology, 74(3). p. 592-600.
 70. Urbanelli, S., Fanelli, C., Fabbri, A.A., Della Rosa, V., Maddau, L., Marras, F. és Reverberi, M. 2002. Molecular genetic analysis of two taxa of the *Pleurotus eryngii* complex: *P. eryngii* (DC.Fr.) Quél. var. *eryngii* and *P. eryngii* (DC.Fr.) Quél. var. *ferulae*. In: Biological Journal of the Linnean Society, 75(1). p. 125-136.
 71. Véssey E. 1971. Adatok az ördögsekér laskagomba termesztéséhez. In: Mikológiai Közlemények, 3. kötet. p. 121-131.
 72. Vilgalys, R., Moncalvo, J.-M., Liou, S.-R. és Volovsek, M. 1996. Recent advances in molecular systematics of the genus *Pleurotus*. In: Royse, D.J. (szerk.). Mushroom Biology and Mushroom Products, PennState. PennState University. p. 91–102.
 73. W. Trigg, C. 1922. The Chemistry of the Coffee Bean. In: All About Coffee. New York. The tea and coffee journal company.
 74. Wang, H., Ng, T. 2004. Eryngin, a novel antifungal peptide from fruiting bodies of the edible mushroom *Pleurotus eryngii*. Peptides, 25(1). p. 1-5.
 75. Wintgens, J. N. 2004. Coffee: Growing, Processing, Sustainable production. Weinheim: WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.

76. Yamanaka, K. 2011. Mushroom Cultivation in Japan. WSMBMP Bulletin, 4. kötet. p. 1-10.
77. Zervakis, G.I., Balis, C. 1996. A pluralistic approach in the study of *Pleurotus* species with emphasis on compatibility and physiology of the European morphotaxa. In: Mycol. Res., 100. kötet. p. 717-731.
78. Zervakis, G.I., Venturella, G., és Papadopoulou, K. 2011. Genetic polymorphism and taxonomic infrastructure of the *Pleurotus eryngii* species-complex as determined by RAPD analysis, isozyme profiles and ecomorphological characters. In: Microbiology, 147(11). p. 3183-3194.
79. Zhang, J., Huang, C., Ng, T. B. és Wang, H. 2006. Genetic polymorphism of ferula mushroom growing on *Ferula sinkiangensis*. In: Appl Microbiol Biotechnol, 71. kötet. p. 304-309.
80. Zuorro, A., Lavecchia, R., 2012. Spent coffee grounds as a valuable source of phenolic compounds and bioenergy. In: Journal of cleaner production, 34. kötet. p. 49-56.

Internetes hivatkozások

1. Economist. 2009. Fuelled by coffee.
<http://www.economist.com/node/13174477>
[Hozzáférés dátuma: 2012. október 7.].
2. FAO 2006. Safer coffee.
<http://www.fao.org/ag/magazine/0607sp1.htm>
[Hozzáférés dátuma: 2012. október 7.].
3. FungiFutures. 2012. Enterprise.
<http://www.fungi-futures.co.uk/enterprise/>
[Hozzáférés dátuma: 2012. szeptember 10.].
4. Govera, C. 2012. About Us.
<http://chidos.org/about-us.html>
[Hozzáférés dátuma: 2012. szeptember 29.].
5. Gutierrez, B. 2005. Market Research - Eastern Europe: Coffee in Hungary. [Online]
<https://www.mincomercio.gov.co/descargar.php?id=26032>
[Hozzáférés dátuma: 2012. október 7.].
6. Heys, J. 2011. Coffe Plant.
<http://factsanddetails.com/world.php?itemid=1567&catid=54&subcatid=346>
[Hozzáférés dátuma: 2012. október 6.].
7. Holland, G., 2012. Duurzaamheidsaward.
<http://www.gro-holland.com/nieuws/duurzaamheidsaward-2011/>
[Hozzáférés dátuma: 29 szeptember 2012].
8. 35. ICO, 2011. Statistics on Coffee - Hungary.
<http://www.ico.org/countries/hungary.pdf>
[Hozzáférés dátuma: 7 október 2012].
9. ICO, 2012. International Coffee Organisation - Trade Statistics.
http://www.ico.org/trade_statistics.asp
[Hozzáférés dátuma: 6 október 2012].

10. Oei, P. 2004. Cultivating King Oyster Mushrooms: *Pleurotus eryngii*.
http://www.mushroombusiness.com/magazine_index/003_february_2004/cultivating_king_oyster_mushrooms.php
[Hozzáférés dátuma: 29 szeptember 2012].
11. Ogul, J. 2011. Startup Profile: Stimulating a Connection to Food through Recycled Coffee Grounds.
<http://seedstock.com/2011/06/07/stimulating-a-connection-to-food-through-recycled-coffee-grounds>
[Hozzáférés dátuma: 10 október 2012].
12. Back To the Roots. 2012. Our Story.
Available at: www.bttrventures.com
[Hozzáférés dátuma: 29 szeptember 2012].