

Tudományos Diákköri Dolgozat

A laskagomba D-vitamin tartalmának növelése ultraibolya fénnel

Kovács Amelita
Kertészmérnök (BSc) hallgató, IV. évfolyam



Konzulensek:

Dr. habil. Győrfi Júlia
Szabó Anna, PhD hallgató

Budapest, 2011.11.14.

Tartalomjegyzék

I. Bevezetés	3
II. Irodalmi áttekintés	5
II. 1. A gombák világa	5
II.2. A gombatermesztés helyzete a világban	5
II.2.1. A gombatermesztés helyzete Európában.....	9
II.2.2. A gombatermesztés helyzete Magyarországon	10
II.3. A laskagomba (<i>Pleurotus ostreatus</i> (Jacq.et Fr.) Kummer) jellemzése.....	12
II.3.1. Morfológiai jellemzése.....	12
II.3.2. Termesztésének története	14
II.3.3. A laskagomba termesztéstechnológiája.....	16
II.4. A laskagomba beltartalmi értékei.....	18
II.5. A D-vitamin jelentősége.....	21
II.6. A D-vitamin forrásai	22
III. Célkitűzés.....	26
IV. Anyag és módszer.....	28
IV.1. Anyag.....	28
IV.2. Módszer	30
V. Eredmények.....	32
V.1. A D-vitamin tartalom változásának eredményei az UVB és az UBC kezelések hatására	32
V.2. Az ergoszterin szint változásának eredményei az UVB és az UVC fény hatására.....	33
V.3. A hozam változásának eredménye a két hullámhossz alkalmazását követően	35
V.4. A laskagomba termőtestén az UV fény hatására bekövetkező változások eredményei	36
VI. Összefoglalás.....	38
VII. Irodalomjegyzék.....	39

I. Bevezetés

Az elmúlt évtizedben több nemzetközi vizsgálatban is felmérték a Föld népességének D-vitamin ellátottságát. Ezen kutatások alapján megállapították, hogy a D-vitamin hiány napjainkban már népbetegségnek számít, hiszen egyaránt érint különböző korú, nemű és társadalmi helyzetű embereket.

A D-vitamin hiány ilyen nagyarányú előfordulásának egyik oka, hogy kevés és korlátozottan elérhető természetes forrása van. A D-vitamin azon formájának elérhetőségét (D₃-vitamin), mely a bőrben, természetes napsugárzás hatására keletkezik, befolyásolja egyrészt az ember életkora (az emberi bőr minősége), az évszakok (a beeső fény mennyisége), de a földrajzi elhelyezkedés is (északi, fényszegény területek). A táplálékból származó D-vitamin típushoz (D₂-vitamin) az elszegényedett területeken élő, nem megfelelően táplálkozó lakosok, vagy a speciális étrendűek (pl. vegetáriánusok) nem jutnak megfelelő mennyiségben.

A gombák alacsony energiatartalmuk és magas tápértékük miatt az egészséges, korszerű táplálkozás fontos elemei. Előnyös táplálkozásélettani hatásukon felül ráadásul még azon kevés természetes eredetű élelmiszereink közé sorolhatóak, melyek D-vitamint tartalmaznak.

Szerte a világon megnövekedett azon kutatások száma, melyek valamilyen kiegészítő előnyös tulajdonsággal rendelkező egészséges táplálék (funkcionális élelmiszer) előállítását célozzák. A vizsgálatok egyik vonala az olyan termékek felkutatása, amelyek természetes forrásból fedezik az emberi szervezet vitaminszükségletét, többek között a D-vitamint is.

A gombák természetes D-vitamin tartalmuk mellett nagy mennyiségű ergoszterint is tartalmaznak, ez az ergoszterin alakul át természetes körülmények között D-vitaminná. Több kutatásnak is célja napjainkban azon eljárások kidolgozása, melyek segítségével ezt a természetben is lezajló átalakulást a termesztett gombákban UV megvilágítással, mesterségesen is generálni lehet.

A termesztett gombák D-vitamin tartalmának növelését célzó kutatások megoszlának aszerint, hogy milyen állapotban (szedés előtt vagy után, szeletelve vagy egészben) kezelik a gombát; hogy mely gombafajt vetik alá UV kezelésnek, illetve, hogy az ultraibolya sugárzás mely tartományában és mennyi ideig kezelik a gombákat. A kutatási irányok sokfélesége mellett a szakirodalomban jelenleg nincs elég információ arra vonatkozóan, hogy miként befolyásolja a termesztett gombák ergoszterin és D-vitamin tartalmát, ha a mesterséges UV világítás nem a post-harvest állapotú termőtesteket, hanem a még szedés előtt álló, termő kultúrát éri.

Kísérletünkben ezért mi egy pre-harvest állapotban lévő, biológiaiilag aktív gombakultúra kezelését tűztük ki célul a termesztő-létesítményben. Vizsgálatunk alanyául nem a leggyakrabban felhasznált fajjal, a fehérkalapú csiperkegombával (*Agaricus bisporus*), hanem egy kevésbé kutatott,

a világon harmadik legnagyobb volumenben termelt és Magyarországon is nagy múltra visszatekintő termesztésű fajjal, a laskagombával (*Pleurotus ostreatus*) foglalkoztunk.

Kísérletünkben a laskagombát különböző hullámhosszú (UVB és UVC) és időtartamú (15-90 perc) kezeléseknek vetettük alá. Vizsgáltuk, hogy miként változik a gombák D-vitamin és ergoszterin tartalma a különböző időtartamú kezelések hatására. Emellett méréseket készítettünk arra vonatkozóan is, hogy az UV sugárzás miként befolyásolja a termesztett gombák terméshozamát és termőtest növekedésüket, valamint hogy módosítja-e a termesztő számára a piacosságot, a küllemi változásokkal.

II. Irodalmi áttekintés

II. 1. A gombák világa

A rovarok után a gombák alkotják az élőlények legnagyobb csoportját a Földön. Világszerte kb. 1,5 millió gombafaj létezhet (HAWKSWORTH, 1991), eddig megközelítően 120.000 fajt azonosítottak, melyből 12.000 lehet az úgynevezett nagygomba. Ahogy JAKUCS (1999) is említi: „Valamennyi szárazföldi élőlény közül a gombák képesek a legnagyobbra nőni és egyben a legnagyobb biomasszát képezni. Növekedésük gyakorlatilag korlátlan.”

Ez a nagyságában és sokszínűségében is egyedülálló élőlényközösség a Föld bármely ökoszisztémájában fellelhető, részt vesznek a biológiai lebontó folyamatokban, ezért nagyon jelentősek, viszont veszélyes (emberi, állati és növényi) betegségek kórokozói is lehetnek (NAVTING&MAY, 1996). A gombákkal a növénykórtan, az orvosi mikológia, a fermentációs iparok: élelmiszeripar (tejtermékek, szeszipar), a gyógyszeripar (antibiotikumok, enzimek, vitaminok stb. előállítás), továbbá a gombatermesztés foglalkozik (SZILI, 2008).

A gombatermesztők és a vadontermő gombák gyűjtői számára a nagygombák (makrogombák) mesterséges csoportját alkotó egyedei az igazán érdekesek. Nagygombának azokat a gombákat nevezzük, amelyeknek termőtestük egyértelműen differenciálódott, szabad szemmel jól láthatóak, kézbe vehetőek (GYÖRFI, 2010).

CHANG (2004) a következőképpen osztotta fel a makrogombákat:

- húsos termőtesttel rendelkeznek, emberi fogyasztásra alkalmasak,
- gyógyítási célra is felhasználhatóak,
- mérgezőek,
- egyes fajok tulajdonságai részben vagy teljesen ismeretlenek.

II.2. A gombatermesztés helyzete a világban

Az emberiség több ezer éve ismeri a gombákat, és használja őket akár ételként, akár gyógyászati célokból, ennek ellenére csak mintegy 100 fajhoz köthető valamiféle termesztési ismeret. Mindezidáig 50 fajnak dolgozták ki a termesztéstechnológiáját, 30 fajt termesztene kereskedelmi céllal, viszont ebből csak 10 fajnak megoldott a nagyüzemi termesztése (CHANG, 1999a).

SÁNCHEZ (2004) szerint a legnagyobb mennyiségben termesztett gombáink termesztési múltja különböző századokra nyúlik vissza. Kínában a X-XI. század között kezdték el a shiitake termesztését, Franciaországban a csiperkegombát az 1600-as évek óta termesztik, míg a laskagomba termesztését az 1900-as években kezdték meg az Egyesült Államokban.

A termesztett gombafajok szempontjából megállapítható, hogy a világ két részre osztható. A csiperke- és a laskagomba termesztése nyugati féltekén terjedt el, míg a keleti térségekre, azon belül is az ázsiai országokra az egzotikus gombafajok termesztése a jellemző (CHANG, 2008).

Demográfiai adatok szerint a Föld népessége rohamosan növekszik. Mivel a gombatermesztés mára már minden égvön jelen van, így a termesztett gombáknak fontos szerepe lehet az elszegényedett országok élelemforrás növelésének megoldásában. Mindezek mellett a gombatermesztés újrahasznosítja a mezőgazdasági melléktermékeket, hulladék anyagokat termesztési alapanyagként, úgynevezett szubsztrátumként (GYÖRFI, 2010).

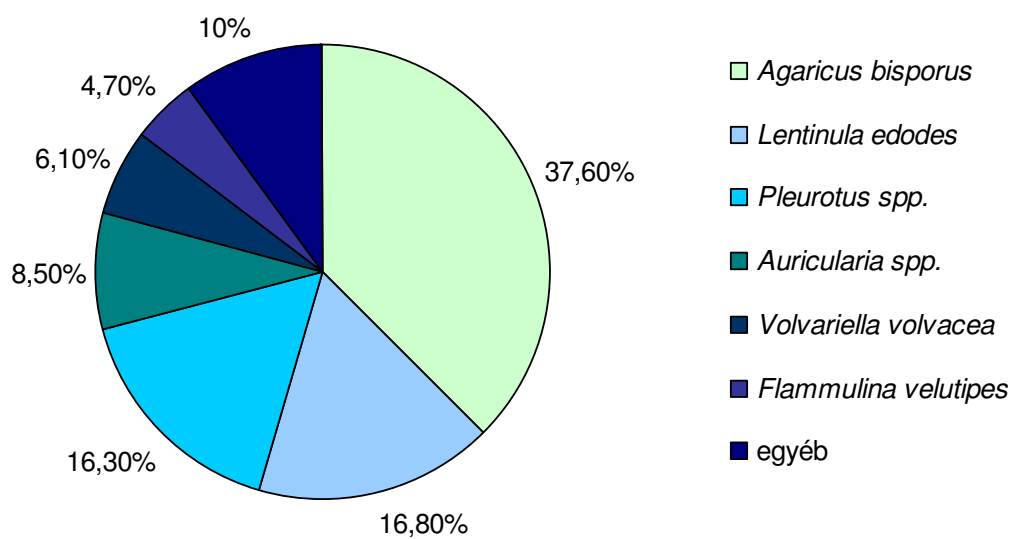
A gombatermesztés, elsősorban a kétspórás csiperkegomba (*Agaricus bisporus*/LANGE/IMBACH) termesztése nagyon dinamikusan fejlődő ágazat volt a XX. század végéig szerte a világon. Ezt jól mutatja a termesztett fajok megtermelt mennyiségének változása: 1997-ben 6,3 millió tonna volt, amely a 10 évvel korábbi termelésnek közel háromszorosa. A korábbi évekhez képest a csiperkegomba 60%-os, a shiitake 400%-os, a laskagomba-fajok pedig 420%-os termés mennyiség emelkedése volt megfigyelhető.

Körülbelül 30 termesztett gombafajunk közül 10 bír igazán nagy piaci jelentőséggel, amely a megtermelt gombának 95,2%- át adja.

A legnagyobb mennyiségben termesztett fajok százalékos megoszlása a következő (1. ábra):

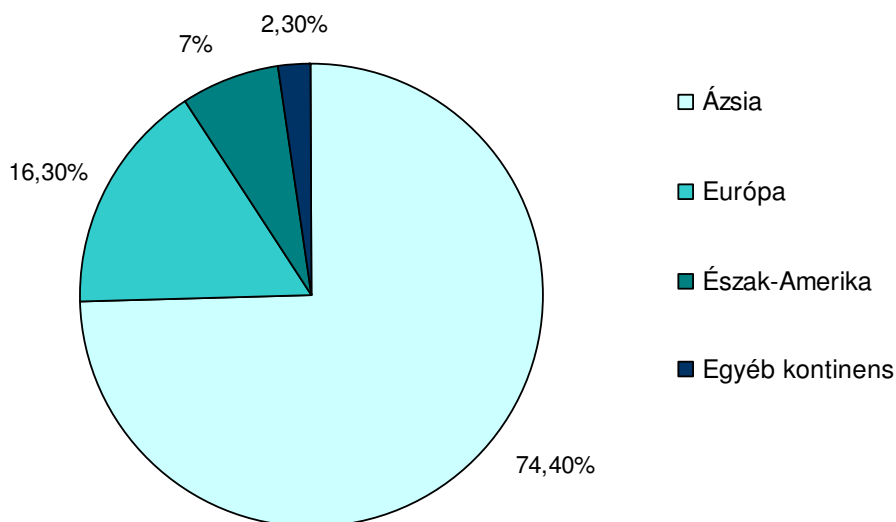
- 37,6% csiperkegomba - *Agaricus bisporus*, az *Agaricus bitorquis*-szal együtt,
- 16,8% shiitake - *Lentinula edodes*
- 16,3% laskagombafélék - *Pleurotus spp.*
- 8,5% fülgombafélék - *Auricularia spp.*
- 6,1% bocskoros gomba - *Volvariella volvacea*
- 4,7% téli fülőke – *Flammulina velutipes*

A fennmaradó 10% pedig a rezgőgomba- *Tramella fuciformis*, a *Hypsizygus marmoreus* (nincs magyar neve), a süngomba – *Hericium erinaceum*, és a nameko tőkegomba – *Pholiota nameko*, között oszlik meg különböző %-os arányban (GYÖRFI, 2003).



1. ábra: A legnagyobb mennyiségben termesztett gombafajok százalékos megoszlása (GYÖRFI, 2003)

1997-ben a világ gombatermesztésében Ázsia volt az élenjáró, a világ produktumának mintegy 74,4%-át adta. Európa a második, 16,3%-kal, majd Észak-Amerika következett 7%-kal (2. ábra). A világ gombatermelése hasonló fejlődést mutat 1997 és 2002 között is, hiszen a termesztett gomba mennyisége megduplázódott. Míg 1997-ben ez a szám 6128 ezer tonna, addig 2002-ben 12250 ezer tonnára növekedett. Ezt a változást Ázsia gombatermesztése, ezen belül Kína fejlődése eredményezte. Kína 2002-ben 8650 ezer tonna gombát állított elő (CHANG, 2008).



2. ábra: A világ gombatermesztésének %-os megoszlása kontinensenként 1997-ben (CHANG, 2008)

2001-es adatok szerint csiperkegomba termesztésében az Európai Unió áll az élen, a maga 837 ezer tonna megtermelt gombájával. Második helyen Kína áll, körülbelül 500 ezer tonnával, majd az Egyesült Államok következik 386 ezer tonnával (GYÓRFI, 2003).

Hollandia 2004-ben a 265 000 tonnás csiperkegomba termésével Európa vezető gombatermesztő országa volt, ami annak köszönhető, hogy magas szintű technológiával (teljesen automatizált termesztőházak, gépesített szedés), és jól szervezett háttérintézményekkel (kutatóhelyek, gombatermesztő iskola) rendelkeztek. Az EU-hoz újonnan csatlakozott tagállamok közül Lengyelország mutatta a legdinamikusabb növekedést. 1999-ben még csak 72 000 tonnát termelt, de 5 év alatt 180 000-re nőtt a termésmennyiség. 2009-re a megtermelt mennyiség közel 230.000 tonnára nőtt. A lengyelek frissen és feldolgozva is exportálnak gombát a szomszédos Németországba, amely a fő felvevőpiacot jelenti számukra évente közel 25.000 tonna friss exportgombával. A lengyel export másik célországa Hollandia, amely 2008-ban 16.600, míg 2009-ben 15.300 tonna friss gombát vásárolt Lengyelországból, feltehetőleg nagyrészt továbbértékesítés céljából (PETERS, 2010ab).

A világ gombatermesztésének körülbelül 65%-át az USA-ban, Franciaországban, Kanadában, Németországban, és Olaszországban értékesítik, de Kína gombafogyasztása is növekedést mutat. Ezek az országok gazdaságilag fejlettek, a lakosság életszínvonala kimagasló, ez lehetővé teszi, hogy többet költsenek az egészséges táplálkozásra, mindemellett megfigyelhető a

funkcionális élelmiszerek iránti keresletnövekedés, amelyben a gyógyhatású gombáknak fontos szerepe van (GYÖRFI, 2010).

II.2.1. A gombatermesztés helyzete Európában

Európában mindig is a csiperkegomba termesztés volt meghatározó, ez ma sincs másképp. Az elmúlt 15 évben a csiperketermesztés évről-évre nőtt, bár bizonyos országokban a termelés különböző mértékben csökkenő tendenciát mutat. Az európai csiperketermelésben a fehér kalapú fajták a meghatározóak, viszont egyre nagyobb a kereslet a barna kalapú fajták iránt. Az európai termesztés kimagasló éve 2000-ben volt, hiszen ekkor csak az Európai Unió országai 842 ezer tonna csiperkét termeltek, azóta a megtermelt mennyiség kisebb-nagyobb mértékben, de folyamatosan csökken (GYÖRFI, 2010).

Ez a csökkenő tendencia a holland és a francia gombatermesztésre is jellemző. A legnagyobb mértékű visszaesés Franciaországban volt tapasztalható, feltehetően értékesítési problémáik miatt. A Franciaországban termelt csiperkegomba 75%-ban konzervipari feldolgozásra kerül, viszont a világ csiperkekonzerv fogyasztása évtizedek óta egyre kisebb mértékű, így a franciák évről-évre nehezebben tudják értékesíteni konzervárujukat. Ehhez nagyban hozzájárult a lényegesebben olcsóbb kínai gombakonzerv megjelenése az Európai Unióban. Franciaország értékesítési nehézségeihez még az is hozzájárult, hogy a termesztők nem tértek át a vágott tönkkel való szedésre. Ez azt jelenti, hogy a takarófülleddel szennyezett tönk is értékesítésre kerül, mely a küllemen negatív hatást kelt a vásárlók számára. Hasonlóképpen szedik gombájukat az olaszok és a spanyolok is, és ezekben az országokban is visszaesett a megtermelt gomba mennyisége. Kisebb mértékű visszaesést mutatnak a belga termesztési mutatók is (GYÖRFI, 2010).

Az Európai Unió országaiban a 2001-ben megtermelt 837 ezer tonna csiperkegombából 58%-ot frissen fogyasztottak el, míg 42%-ából konzerv készült, illetve egyéb feldolgozott formában került a vásárlókhoz. Az EU-ban összesen 374,6 millió ember lakik, így az 1 főre jutó évi átlagos frissgomba fogyasztása 2001-ben körülbelül 1,3 kg volt (GYÖRFI, 2003).

2001-ben az Európai Unió országai közül csiperketermesztésben az évi mintegy 30%-os részesedésével Hollandia állt az első helyen, amely elsősorban annak köszönhető, hogy magas szintű technológiával, valamint jól szervezett háttérintézményekkel, laboratóriumokkal, kutatótelepekkel rendelkezett Hollandia nemcsak a legnagyobb termesztő ország volt, de a legjelentősebb friss- és konzervgomba exportőr volt Európában. Ők határozták meg Európa gombapiacát, valamint az árak alakulását. Franciaország a második, míg Olaszország a harmadik legnagyobb gombaexportőr volt. (GYÖRFI, 2003).

Lengyelország 2004-ben csatlakozott az Európai Unióhoz, amelynek következtében elmondható, hogy az utóbbi években a legdinamikusabban fejlődő Unióbeli gombatermesztő

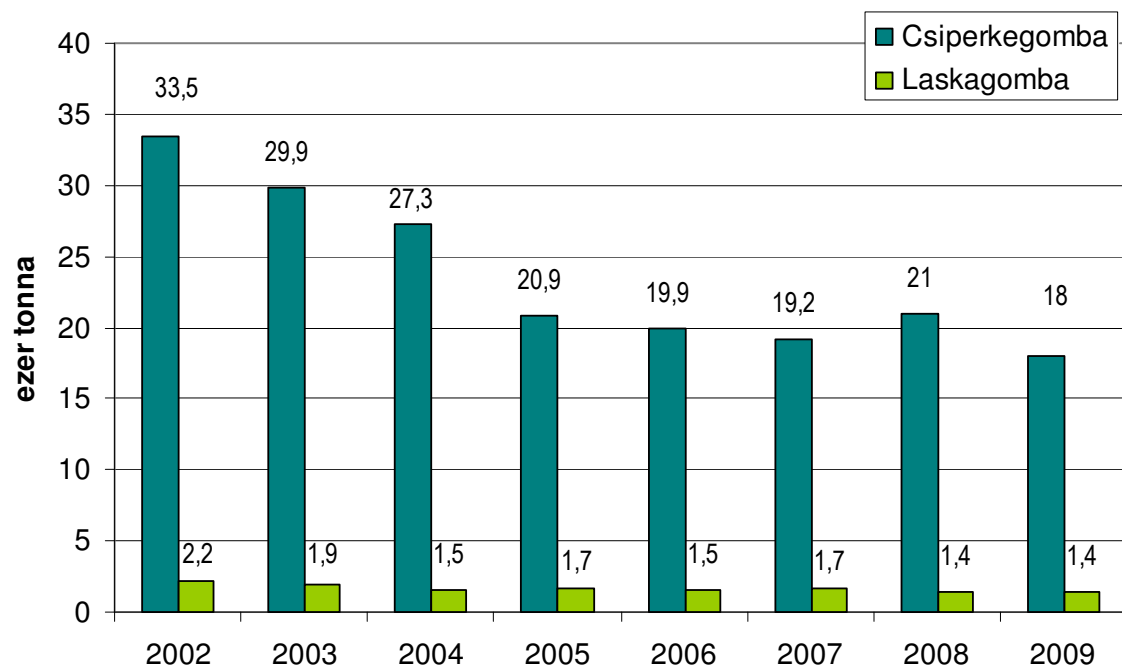
országga, mára már nagyhatalmává vált. Ezt jól szemlélteti az a példa, hogy 1999-ben a lengyelek körülbelül 72 ezer tonna gombát termeltek, és ez a szám 5 év leforgása alatt 180 ezerre emelkedett. Ez a növekvő tendencia továbbra sem állt le, 2005-ben 200 ezer tonna – míg 2010-ben 250 ezer tonna gombát állítottak elő. Ezt a kimagasló növekedést a többi tagállamhoz képest az alacsony termelési költségük miatt tudták elérni. Ilyen kimagasló termelési eredményekkel, és az újonnan megszerzett piacoknak köszönhetően Lengyelország Európa frissgomba exportőrévé vált (GYÖRFI, 2010).

Európában a csiperketermelés mellett körülbelül 30 éve foglalkoznak laskagombafélék termesztésével is. Az előállított mennyiség 1980-tól 1996-ig folyamatosan emelkedett, majd 1997-ben csökkenni kezdett. Az elmúlt 10 évben Olaszország volt a legnagyobb laskagomba termesztő ország Európa területén. Az olasz laskagomba termesztés elsősorban két magyar kutatócsoport által kidolgozott módszerek alkalmazásának köszönheti sikerét. (HTTV-eljárás, továbbá Balázs-Kovácsné, Gyenes-Tóth szabadalma.) Spanyolország laskagomba termesztésben feltűnő eredményt ért el 1993-1997 között, ugyanis 230%-kal növelte termelését. Ezáltal Európa második laskagomba termesztő országává vált, míg a harmadik helyen Franciaország áll (GYÖRFI, 2001).

II.2.2. A gombatermesztés helyzete Magyarországon

Magyarországon jelenleg főként csiperkegombát, laskagombaféléket és shiitakét termesztünk. 2001-ben körülbelül 36 ezer tonna gombát termeltünk, melynek 93-95%-a csiperkegomba volt. A csiperke mögött a laskagombafélék csak 5-6%-ban képviseltetik magukat, shiitakéból alig 1%-nyi termés volt jelen. Barna kalapú csiperkét is termesztenek hazánkban, de ennek szinte 100%-a külföldön kerül értékesítésre. 1990 és 2001 között a megtermelt gomba mennyisége közel hétszeresére növekedett, valamint a frissgomba-exportból származó jövedelem (USD-ben) több mint húszszorosára növekedett (GYÖRFI, 2003).

Legfrissebb adatok szerint 2009-ben 18 ezer tonna gombát termeltünk. Ez a mennyiség jelentős visszaesést jelent a 2000-ben mért termésmennyiséghez képest. Ennek a csökkenésnek nem lehet oka az alapanyaghiány, hiszen a magyarországi komposztüzemek jelentős mértékben exportálnak a környező országok számára, de mindemellett bőségesen ellátják a hazai termesztőket is komposztal. A termesztés visszaesésének elsőszámú oka, hogy a gombatermesztés jövedelmezősége évről-évre csökken, és hogy egyre nehezebb felvenni a versenyt a lengyel exportgomba árával. A hazai termesztőknek értékesítési problémái is akadnak, ugyanis a gazdasági válság miatt kevesebb gombát vásárolnak az emberek. Ez nem a gomba árával magyarázható, ugyanis Európa szerte megállapítható, hogy a csiperkegomba ára alacsony, inkább elkerüli az emberek figyelmét, hiszen nem tartozik az alapvető élelmiszerek közé (GYÖRFI, 2010).



3. ábra: Magyarország gombatermesztésének alakulása 2002-2009 között (Forrás: Fruitveb, 2010, Zöldség-gyümölcs jelentés)

II.3. A laskagomba (*Pleurotus ostreatus* (Jacq.et Fr.) Kummer) jellemzése

II.3.1. Morfológiai jellemzése

A *Pleurotus* név etimológiája: *pleura* (görög) = oldalt; *ours, otos* (görög) = fül.

A taxonómia az ismereteink folyamatos bővülésének és a vizsgálati módszerek fejlődésének köszönhetően egy folyamatosan alakuló tudomány, mely rengeteg vitát kelt. A késői laskagomba (*Pleurotus ostreatus*) sok szinonim néven vált ismertté a mikológusok körében. Ennek oka, hogy különböző szakkönyvek, más-más névvel emlegetik, valamint a világ legkülönbözőbb részein termesztik, és nemzetségét régóta tanulmányozzák. Egyéb elnevezései az Oyster mushroom, hiratake, shimeji, houbitake (SÁNCHEZ, 2010).

A laskagombák határozásakor viszonylag könnyen megállapítható a nemzetség, viszont az egyes fajok elkülönítése annál nehezebb. A taxonómusoknak a gombák rendszerezésekor sokszor szubjektív, nehezen mérhető tulajdonságokat kell figyelembe venniük, pl. a kalap pikkelyesedhet, de nem minden esetben pikkelyesedik, mely tulajdonságok függhetnek a környezeti tényezőktől is (HAJDÚ, 2007).

A rendszerezés legtöbbször morfológiai vizsgálatokon alapul. A laskagombáknál azonban sok nehézség mutatkozott, így a fajok definiálása is nehézkes volt és sok vitát keltett a rendszerezők között (EGER, 1978).

HAJDÚ (2007) szerint a laskagombák a bazídiumos gombák (*Basidiomycota*) törzsébe, a valódi bazídiumos gombák (*Basidiomycetes*) osztályába, osztatlan bazídiumú gombák (*Homobasidiomycetes*) alosztályba, *Agaricales* rendbe, *Pleurotaceae* családba tartoznak, míg CHANG (2008) a *Tricholomataceae* családba sorolja őket. A Mycobank és Index Fungorum adatbázisok szintén a *Pleurotaceae* családba sorolják (www.mycobank.org, www.indexfungorum.org).

A *Pleurotus* (Fr.) Quel. nemzetség típusfaja a *Pleurotus ostreatus* (Jacq.et Fr.) Kummer. Máig hozzávetőlegesen 70 *Pleurotus*-fajt tartanak nyilván. Ezek pontos faji meghatározása a tapasztalt szakemberek számára is bonyolult feladat. Mindenek előtt a morfológiai, élettani, genetikai, ökológiai tulajdonságaik alapján történik a fajok elkülönítése, de egyre komolyabb szerephez jutnak a molekuláris biológiai technikák is.



4. ábra: *Pleurotus ostreatus* (fotó: GEÖSEL A.)

A *Pleurotus* nemzetség jellemzése VASAS (2008) és VETTER (1985) nyomán:

A laskagombák micéliuma többé-kevésbé ritmikusan növekszik, amorf formájú, fehérbarna színű, legtöbbször hideghatás nélkül is képez primordiumokat. A micélium illata ánizsra emlékeztető vagy édeskés illatú, de egyes fajoknál semleges. Termőtestük vastagsága alapján többé-kevésbé a húsos gombák közé tartoznak, míg habitusuk szerint termőtestjei általában csoportosan nőnek. A nemzetségre igen jellemző a kalap formája, nagyságát tekintve 1,5-20 cm átmérőjű. Fiatalon púpos, majd kagyló vagy tányér alakot vesz fel növekedése közben, ill. egy-egy faj kalapja tölcséres formájú. Színe igen változatos, hidegebb időben általában sötétebb a kalapszín, felülete sima. Lemezeit vizsgálva megállapítható, hogy lefutóak, élük nem fogazott, színük változatos, mert lehet fehér, sötétkrém- és rózsaszínű. Tönkjükről általában elmondható, hogy rövid sőt, egyes fajoknál hiányozhat is. A tönk színe alapján több árnyalatot különböztethetünk meg, lehet fehér, szürkésbarna és bizonyos esetekben rózsaszínű. Felülete alapján pedig lehet sima vagy erezett. A laskagombafélék kalaphúsáról elmondható, hogy kompakt és törékeny, rugalmas, de nem szívós, rostos jellegű. A tönk ezzel ellentétben szívós, rostos, nem törékeny, különösen az idősebb példányoknál. Illatuk alapján igen különbözőek lehetnek, ugyanis a jellemzésekben olvashatunk semleges, ánizs-, hal- vagy retekszagú laskagombáról. Íz szempontjából általában semleges, esetleg

enyhén kesernyős. Spóraalakja szerint lehet hengeres és elliptikus. Spórafala vékony és áttetsző, felülete pedig sima. A bazídium az alakja szempontjából lehet hengeres vagy buzogányalakú. A *Pleurotus* nemzetségbe tartozó gombák életformájuk szerint szaprotrófok, általában xilofágok, amelyek lombos és tűlevelű fákon egyaránt megtalálhatók, úgynevezett fehér korhasztók. Általában korhadt fán, növényi maradványokon, ernyős virágzatúak gyökérzetén fordulnak elő, elterjedésüket tekintve pedig kozmopolita fajok. E nemzetségbe tartozó gombákról elmondható, hogy ehető, jó ízű gombák, és több fajuk termesztethető, viszont spórájuk allergiás tüneteket okozhat.

II.3.2. Termesztésének története

Hazánkban a laskagomba hasznosítás kísérletei viszonylag korán kezdődtek meg, az erdészek és az erdő közelében lakók körében, viszont az első termesztési próbálkozások jóval később történtek. Luthardt német professzor már az 1940-es évektől foglalkozott a laskagomba szaporítóanyag-előállítási és termesztési módszereivel. Az 1950-es évek elején dolgozta ki a laskagomba farönkön történő termesztését (HAJDÚ, 2002). Luthardt módszere alapján Magyarországon, a faanyagon történő laskatermesztést az 1960-as években Véssey Ede, Tóth Ernő, Tóth László és Gyurkó Pál vezette be. Az első termesztési kísérleteket követően 1968-tól már külföldre is szállítottak átszőtt rönköket Olaszországba, Dániába, Hollandiába és az NSZK-ba. Mivel ez a módszer nagyüzemi termesztésre nem alkalmas, így a későbbiekben csak kisüzemi, úgynevezett házi kerti módszerként maradt fent. Viszont ebben a formában a mai napig él, és érdemes vele foglalkozni. Az eredményesebb termesztési módszerek kidolgozásához a kutatók azt a tényt vették alapul, hogy a lágyszárú növények melléktermékein (kukoricacsutka, gabonaszalma) a laskagomba gyorsabban növekedett, hamarabb fordult termőre, valamint többet termelt, mint faanyagokon. Ennek hatására alakult ki a 60-as évek végére három új, intenzív termesztéstechnológia:

- a steril termesztési technológia
- a hőkezelés nélküli termesztéstechnológia
- a hőkezeléses termesztéstechnológia (SZABÓ, 2002).

A laskagomba intenzív termesztése hazánkból indult világhódító útjára, az 1970-es évek elején. Ez vonatkozik mind a fermentációs, mind a száraz hőkezelési eljárásra, de feltehetően még a perforáción való termesztésre is. Ennek ellenére a mai külföldi szakkönyvekből ez nem derül ki, pedig ezeket a módszereket részletesen ismertetik (SZILI, 2008).

A steril termesztési technológia magyar szabadalom, ezt nevezik a feltalálók neveinek - Heltay I., Tóth E., Tóth L., Véssei E. - kezdetű alapján HTTV- eljárásnak. A technológia lényege, hogy az alapanyagot csírázás előtt autoklávban 100°C feletti hőmérsékleten sterilizálják. Mivel a magas hőmérséklet hatására a gomba számára nem csak a versengő szervezetek pusztultak

el, hanem a számára nélkülözhetetlen baktériumok is, így ez az eljárás nem terjedt el, mindemellett nagyon költséges is (GYÖRFI, 2010).

Az előbbi tapasztalatok hatására dolgozta ki Benedek és Gyurkó 1969-ben a hőkezelés nélküli eljárást, amely szintén magyar találmány. A technológia lényege, hogy a sterilizálás elmarad, melyet több szaporítóanyag és fertőzésmentes táptalaj felhasználásával próbáltak kompenzálni. Az eljárás előnye, hogy kevésbé költséges, viszont hosszadalmas a csíra előállítás, és az alapanyag könnyen fertőződhet, így kevésbé biztonságos (SZILI, 2008).

A harmadik eljárás a hőkezelési technológia, mely sokban hasonlít a csiperkekomposzt előállításának módszeréhez. Ez egy nem teljesen steril, de hatásosabb módszer, mint a hőkezelés nélküli eljárás. A hőkezelés két részre bontva történik, az első a fermentációs szakasz, a második pedig a kondicionálás. A fermentációs szakasz figyelembe veszi a laskagomba számára előnyös mikroorganizmusok hőtűrését, ezáltal lehetővé válik, hogy rövid ideig (2-4 órán át) csúcshőn tartva (60-70°C) a hasznos mikroorganizmusok minimálisan károsodnak, viszont a konkurens szervezetek elpusztulnak. A kondicionáló szakaszban 50-55°C-on 20-48 órára módosul a kezelés, melynek célja a hasznos szervezetek felszaporítása, és védő hatásának kialakítása (SZABÓ, 2002).

1978-ban Halásztelken végezte Gyurkó Pál a laskagomba fajtakísérleteit, amelyek között szerepel a világ legismertebb és máig is legnagyobb mennyiségben termesztett laskagomba fajtája, a HK 35-ös, (mai neve: DUNA HK 35) mely sok kiváló tulajdonságot egyesít magában (SZILI, 2008).

1986-ban Magyarország kb. 2000 tonna laskagombát termelt. Ebből mintegy 100 tonna került friss exportra, bizonyos részét a hazai piacokon lett értékesítve, míg a fennmaradó rész konzervipari feldolgozásra került. Akkoriban nagy gondot jelentett a friss gomba minőségére ható tény, mely szerint a termesztők a nagyobb mennyiség elérését tartották szem előtt, nem pedig a friss, ám de kisebb méretű termőtesteket. GYÖRFI, (2010) szerint ez lehet az egyik oka a hazai kismértékű laskagomba fogyasztásnak, hiszen mikor a magyar piacokon népszerűvé válhatott volna ez a gombafaj, a nem megfelelő minősége miatt, a fogyasztókban a mai napig bizalmatlanságot ébreszt.

1991-ben a laskagomba termesztés kimagasló eredményeket produkált, hiszen abban az évben 3000 tonna laskagombát állítottak elő. Ennek oka, hogy a termesztési kedv évről-évre növekedett, továbbá a Kecskeméten nedves hőkezelési eljárással előállított alapanyag képes volt a termesztőket megfelelő minőségű szubsztrátummal ellátni.

Az ország laskagomba termesztésének központja Kecskemét és környéke, de szerencsére még sok helyen foglalkoznak a termesztésével. Jelenleg Kecskeméten található a legmodernebb felszereltséggel rendelkező fóliasátrak, melyekben a korszerű klímatechnikának köszönhetően,

egész évben megszakítás nélkül, a nagy nyári forróságban is biztonságosan folyhat a termesztés (GYÖRFI, 2010).

II.3.3. A laskagomba termesztéstechnológiája

A gombatermesztésben az alapanyag azt a funkciót látja el, mint a növényeknél a talaj. A micélium innen veszi fel a fejlődéséhez nélkülözhetetlen tápanyagokat. A táptalaj előállítási módját az alkalmazni kívánt termesztéstechnológia határozza meg. A laskagombánál két féle termesztésmódot különítünk el, az extenzív és az intenzív termesztéstechnológiát (KOVÁCSNÉ, 2010).

Az extenzív termesztés alapanyagaként faanyagot (fát, farönköt, gyökértuskót) használnak, melyet szemcsírával vagy pálcikás gombacsírával oltanak be. Ez egy igen hosszú időtartamú (3-4 éves) technológia, mely a szabadban történik (SZILI, 2008).

Az intenzív termesztésnél hőkezelt mezőgazdasági mellékterméket, főleg gabonaszalmát alkalmaznak alapanyagként, melyet szemcsírával oltanak be. A termesztés az extenzívvel ellentétben már zárt, optimális esetben klimatizált helyiségekben történik. A szabályozható környezeti körülményeknek köszönhetően a tenyészidő körülbelül 3 hónapig tart. Ennek a technológiának a segítségével oldották meg, hogy a termesztés egész évben folytatható legyen (KOVÁCSNÉ, 2010).

A hőkezelés intenzív technológia elemei SZABÓ, (2002) nyomán a következők:

- táptalajok gyűjtése és tárolása;
- táptalaj előkészítése, aprítása, nedvesítése;
- táptalaj hőkezelése;
- csírázás, zsákolás;
- termesztő helyiség fertőtlenítése;
- a zsákos anyag elhelyezése;
- átszövetés és ápolási munkák;
- érlelés és ápolási munkák;
- termőidő és ápolási munkák;
- letermett táptalaj letávolítása.

Magyarországon a laskagomba intenzív termesztése az 1970-es években kezdődött, s feltehetően innen terjedt el szerte világon. Az intenzív termesztésre használt termesztő helyiségek a kezdetek óta nagy fejlődésen mentek keresztül. Az első próbálkozások használaton kívüli istállókban, gazdasági épületekben történtek, melyeket a laskagomba igényeihez alakítottak. Mára már elterjedtek a duplafalú, műanyag borítású termesztőházak. A klímarendszereknek

köszönhetően szabályozhatóvá vált a hőmérséklet, a relatív páratartalom, a légcseré és a CO₂ szabályozása (SZILI, 2008).

A termesztés ma már döntő többséggel egy helyiségben valósul meg. Ekkor az átszövetés, termőre fordítás és a letermesztés ugyanabban a helyiségben zajlik. Az átszövetés ideje alatt a legfontosabb, hogy az alapanyagban az optimális hőmérsékletet tudjuk biztosítani. Ehhez a helyiség hőmérsékletét 22-24°C között kell tartani, mert a micélium a növekedése során hőt termel, így a szubsztrátumban mindig néhány fokkal magasabb a hőmérséklet. Ebben a fázisban csak akkor van szükséges szellőztetni, ha az alapanyag hőmérséklete eléri a 30°C-ot, ekkor ugyanis a micélium károsodik, és terméskieséssel kell számolni, ha nem tudjuk rövid időn belül lehűteni az alapanyagot. Ennek biztosítása érdekében óránként 300-600 m³/t alapanyag légcserére képes berendezésre van szükség (KOVÁCSNÉ, 2010).

Az átszövetés időtartama a hőmérséklettől, az alapanyagtól, a termesztett fajtától és a csíra mennyiségétől függően 15-25 napig tarthat. Általában a 10-15. nap környékére a zsákok már kifehérednek, a micélium besűrűsödik, az átszövődés teljes lesz. Mivel a micélium hőtermelése ekkor a legmagasabb, ezért érdemes hőmérővel figyelemmel kísérni az alapanyag maghőmérsékletének a változását. Ezután az átszövetett zsákokat termőre kell fordítani, melyet a hőmérséklet csökkentésével tudunk elérni. A termőre fordításkor a termesztő helyiségben 18-20°C-ra kell hűteni a léghőmérsékletet, valamint biztosítani kell a magas páratartalmat, és a szellőztetést is növelni kell. A laskagomba termőtest képződéséhez fény szükséges, így ekkor már megvilágításra, vagy természetes fényre van szüksége (SZILI, 2008).

A termőidőszak a gombakezdemények megjelenésével kezdődik és a tenyészidő végéig tart. Időtartama 4 és 6 hét körül mozog. A termőre fordulást segíti a több levegő, a fény, az alacsonyabb hőmérséklet, annak ellenére, hogy a ma termesztett hibrideknek nincs szükségük hideghatásra, mégis magasabb termésmennyiség figyelhető meg, ha hideghatás éri a zsákokat. A gomba hőigénye termőidőszakban alacsonyabb az eddigieknél, 14-18°C között az optimális. Ezt fontos betartanunk, hiszen magasabb hőmérsékleten a termőtestek növekedése megáll, míg ha az optimumnál alacsonyabb a hőmérséklet, akkor a termőtestek növekedése lelassul. Fontos ügyelnünk a páratartalomra, hiszen szép küllemű és egészséges termőtestek csak 80-90%-os páratartalom mellett várhatók. A szellőztetést is gondosan kell elvégeznünk, hiszen termőidőszakban a laskagombának nagy mennyiségű levegőre van szüksége. Amennyiben nem elég számára a légcseré mennyisége, rendellenes termőtesteket hoz létre, amelyek értékesíthetlenné válnak (SZABÓ, 2002).

A várható termés a nedves szubsztrátum súlyának 15-25%-a. A nagyobb üzemek két-három terméshullámot várnak meg. A szedés időzítése nagyon fontos, van, hogy naponta akár kétszer is szükséges átnézni az állományt. A szedésre érett gomba könnyen felismerhető, egyik fontos

bélyege, hogy a kalapszéle még enyhén aláhajló. A fiatal, friss gomba a tönk alsó végének kivételével teljes egészében felhasználható (SZILI, 2008).

A laskagomba-félék lebontó tulajdonságainak köszönhetően különböző kutatások alanyává vált az előnyös tulajdonságaik kihasználása érdekében. Németországban már a 80-as évek végén végeztek a laskagombával átszőtt szalmával in-situ remediációs kísérleteket policiklusos aromás szénhidrogénekkal (PAH) szennyezett talajok estében (HÜTTERMANN et al., 1989). EGGEN és SASEK (2002) a letermett laskagomba táptalajának PAH lebontó képességét vizsgálta. Kutatásuk igazolta, hogy a letermett laskagomba táptalaj degradációs képessége a vizsgált vegyület esetében nagymértékű (75%), egyes esetekben pedig majdnem teljes mértékű volt. OLIVERI et al. (2006) szerint a legújabb kutatásokban a laskagomba különböző ipari szennyvizek, mint pl. olíva-olaj préselők által kibocsátott szennyvizek kezelésében is sikeresen alkalmazható.

ESPINOSA-VALDEMAR et al. (2011) részletesen beszámolnak arról, hogy miként alkalmazható a laskagomba használt pelenkák lebontására. A kutatás során vizsgálták a laskagomba beltartalmi változásait is. Eredményeik szerint a „használt pelenkán” termesztett laskagomba kiválóan megfelel az emberi fogyasztásra.

Eben Bayer és kutatócsoportja a micéliumnak azt a tulajdonságát használja fel, hogy kitüres polimerekké képes alakítani a mezőgazdasági melléktermékeket, melyből különböző tárgyak állíthatók elő. A mezőgazdasági melléktermékeket oltást követően sablonokba helyezi, átszöveti. Ezzel a módszerrel sokféle (csomagoló-, hő- és hangszigetelő) anyagot lehet előállítani. Az ilyen eljárással készített termékek felhasználásukat követően 100%-ban komposztálhatók (www.gombaforum.hu).

II.4. A laskagomba beltartalmi értékei

A gombák élelmezési jelentősége igen nagy, erre már az őskorban is felfigyeltek, hiszen tudományos mérések nélkül is ismerték és fogyasztották azokat. Arisztotelész (i.e. 384-322) az „Istenek eledelének” nevezte őket, míg Claudius császár szerint „egy tál gomba többet ér minden hadvezéri dicsőségnél”. Ekkor még csak a vadon termő gombákat gyűjtötték, ma már a termesztett gombákat fogyasztjuk nagyobb mértékben, és ezeknek a beltartalmi vizsgálata került előtérbe (SZABÓ, 2002).

A gombák a gyógyászat számára is jelentősek, hiszen széles spektrumát adják a gyógyhatású vegyületeknek. Az emberi társadalom egyre inkább szenved az úgynevezett civilizációs betegségektől, ilyenek például a szív- és érrendszeri, valamint a daganatos betegségek. Ezek gyógyításában fontos szerepet játszatnak a gombák, hiszen a felépítő anyagaik és egyes anyagcseretermékeik hatékonyan alkalmazhatóak ezen betegségekre (SZILI, 2008).

SÁNCHEZ (2010) szerint a gomba- termesztőkről és fogyasztókról elmondható, hogy nem csak ízvilágukat szeretik, hanem gazdasági s ökológiai értékeit is fontosnak tartják. Emellett gyógyhatásuk miatt még nagyobb népszerűségnek örvend a fogyasztók körében. Általánosságban elmondható, hogy a gombák 90% vizet és 10% szárazanyagot tartalmaznak.

A laskagomba-félék a magas fehérje- és vitamintartalom, valamint az alacsony energia tartalom miatt az egészséges táplálkozás nélkülözhetetlen részei. LELLEY és VETTER (2005) megvizsgálták néhány termesztett gomba, köztük a *Pleurotus ostreatus* tápanyag összetételét és megállapították, hogy a késői laskagomba fogyasztása fontos szerepet játszhat az egészség megőrzésében, mivel energiatartalma alacsony, a glükóz tartalma kicsi, valamint nagyon alacsony a nátrium tartalma, ezért kifejezetten jó táplálék a magas vérnyomással rendelkezők számára. Bizonyos vitamintartalma magas, ilyenek például a B vitaminok és a D vitamin, továbbá egyes ásványi elem tartalma is kedvező, mint például a kálium és a foszfor.

1. Táblázat: A gombafajok fontosabb ásványi anyagai (forrás: SZABÓ, 2002)

Gombafaj	N	P	K	Ca	Mg
	mg/100 g friss anyagban				
harmatgomba	325	57	240	2,8	7,1
késői laskagomba	632	101	280	4,5	30,1
csiperkegomba	605	87	368	6	15

CHANG, (2008) könyvében olvashatunk a laskagomba félék táplálkozási értékeiről, melyben kiemeli fehérjetartalmuk fontosságát. A fehérjetartalom szárazanyagban mérve általában 10-30% közötti, mely fajtól függően akár 40% is lehet. Mindemellett fontos, hogy a laskagomba-fajok tartalmazzák az összes esszenciális aminosavat. A lipid tartalmuk 3-5% között mozog, melyet szintén szárazanyagban mérve határozott meg, és kutatásai során kiderült, hogy a kalap lipidtartalma magasabb, mint a tönké. A laskagomba félék száraz anyagban mérve általában 3-28% között tartalmaznak szénhidrátot és hasonló mértékben tartalmaznak nyers rostokat is. Ehhez képest a késői laskagomba szénhidráttartalma rendkívül magas 57% és nyers rosttartalma 14%, melynek 47%- élelmi rost.

2. Táblázat: A késői laskagomba tápanyagtartalma (CHANG&MILES, 2004)

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

CHANG (2008) írása alapján elmondható, hogy a laskagomba kalapjában található több gyógyhatású vegyület. A népi gyógyászatban már régóta hasznát veszik a laskagombának, ezt Guzman írta össze különböző bibliográfiai forrásokból. 30 betegségre vizsgálta meg hatását, hogy akadályozza vagy segíti a betegségek kialakulását. Szinte minden laskagomba faj termőtestében megtalálhatók az antitumor aktivitást szabályozó poliszacharidok. Ezek a poliszacharidok az 1-3 β D glükánokhoz tartoznak. A laskagombákban található még különböző glükánok, amelyek fokozzák a természetes ölüsejteknek és a limfokin aktív gyilkos sejteknek aktivitását, mindemellett nem módosítják az immunrendszer működését. A *Pleurotus* fajoknak antitumorikus hatásuk van, mely meggátolja a daganat növekedését, gyulladáscsökkentő hatása is igazolt, emellett csökkenti a vérnyomást és a plazma lipidkoncentrációját (CHANG, 2008). Mérések igazolják, hogy fokozza az antioxidáns aktivitást is. A mérésekben különböző kivonatú frakciókban vizsgálták az aktivitás mértékét (savas, fenolos, lúgos és semleges) melyről megállapítható, hogy a fenolos frakcióban volt a legmagasabb. Azt is kimutatták, hogy a termőtestben magasabb az antioxidáns tartalom, mint a micéliumban (CHANG, 2008).

3. Táblázat: A gombák és néhány élelmiszer összetétele (forrás: SZABÓ, 2002)

Élelmiszerek	Összfehérje	Szénhidrát	Ásványi anyag	Energia 100g/
	tartalom 100g-ban			joule
vargánya (friss)	5,4	5,2	1	141,4
vargánya (szárított)	35,9	34,5	6,4	1177,4
csiperke (friss)	4,8	3,5	0,8	116,5
laskagomba	3,95	9,66	1	343,7
búzakenyér	7,1	56,6	1,1	60,8
tej	3,5	4,8	0,7	257,6
vaj	0,7	0,6	0,7	3128,3
tojás	12,5	0,5	1,1	632,3
marhahús	21	0,5	1	719,7
tőkehal	16,9	-	1,2	291,2
fejes káposzta	1,5	4,2	1,9	99,8
alma	0,4	12,9	0,5	241,3

II.5. A D-vitamin jelentősége

Már több mint egy évszázada felismerték, hogy a D-vitamin nagy jelentőséggel bír az emberi szervezet megfelelő működésének biztosításában. Például részt vesz a csontok mineralizációjának folyamatában azáltal, hogy elősegíti a foszfor és kalcium felszívódását a vékonybélben, illetve a kiválasztását a vesékben, hatással van a sejtnövekedésre és támogatja az immunrendszer működését (GRANT&HOLICK, 2005, HOLICK, 2008). A megfelelő D-vitamin ellátottság számos – a Föld teljes lakosságát, korra és nemre való tekintet nélkül érintő – betegség megelőzésében játszik szerepet. Ilyen betegségek például az angolkór, csontritkulás, szívelégtelenség, elhízás és a diabétesz (HOLICK, 2006). A legújabb kutatások a D-vitaminnak – az egészség megőrzésében, a prevencióban betöltött szerepén túl – a rákos megbetegedések megelőzésében, illetve a rákterápiában való használhatóságát vizsgálják (MEHTA&MEHTA, 2002; BOUILLON et al., 2006; GARLAND et al., 2006).

A Föld lakosságának D-vitamin ellátottsága több országra és kontinensre kiterjedő felmérés középpontjában áll (CHAPUY et al., 1997; OVERESEN et al., 2003; GORDON et al., 2004; CALVO&WHITING, 2006; RODRÍGUEZ et al., 2008; LOOKER et al., 2011). Ezek eredményei alapján a D-vitamin hiányt egy általánosan előforduló, szinte az egész lakosságot érintő globális problémának nyilvánították (HOLICK&CHEN, 2008).

A D-vitamin hiányból adódó rendellenességek gyakoriak és a legtöbb embert érintik, viszont a lakosságnak vannak olyan csoportjai, amelyek még inkább veszélyeztetettnek tekinthetők. Mivel a D-vitamin egyik típusa a bőrben, napfény hatására képződik, a hiánybetegségek előfordulása a téli, fényszegény hónapok alatt gyakrabban megfigyelhető meg, mint a nyári, napsütötte időszak alatt (TYLAVSKY et al., 2006). Felmérések igazolják, hogy a D-vitamin hiánybetegségek előfordulása megnő azoknál az embereknél is, akik földrajzi helyzetüknél fogva nem jutnak elegendő napfényhez, ez az északi államok lakosaira jellemző.

A D-vitamin hiány kialakulásában meghatározó további a bőrszín is, ugyanis a sötétebb bőrszínűeknek, bőrük magas melanin tartalma korlátozza a fény elnyelésének mértékét. Nem csak a bőr színe, de a kora is fontos tényező, az idős emberek bőrének csökken ugyanis a D-vitamin szintetizáló képessége (JASINGHE&PERERA, 2006, BORRADALE&KIMLIN, 2009).

Annak érdekében, hogy megelőzzük gyermekeknél az angolkórt, felnőtteknél pedig a csontritkulást és a csontszerkezet romlásából adódó töréseket, elengedhetetlen a magas D-vitamin tartalmú ételek fogyasztása (MAU et al., 1998, HOLICK&CHEN, 2008).

Mivel a D-vitamin hiány a Föld népességének ilyen nagy hányadát érinti, illetve felismervén, hogy a megfelelő D-vitamin bevitellel hány rendellenesség és betegség előzhető meg, vizsgálni kezdték a D-vitamin mesterséges előállításának lehetőségét. A sikeres fejlesztések eredményeként tabletták és cseppek formájában forgalomba is került. A népesség nagy része

azonban előtérbe helyezi a természetes forrásból származó vitaminbevittelt. Ezért vizsgálni kezdték a gyakran fogyasztott élelmiszerek (tejtermékek, gyümölcsle, tojás) D-vitaminnal történő dúsításának lehetőségét is. A legtöbb ilyen termék az USA-ban került forgalomba, ott a mai napig lehet kapni D-vitaminnal dúsított tejet, margarint vagy gyümölcslevet. Ezekhez a termékekhez mesterségesen előállított D-vitamint adagoltak (CALVO&WHITING, 2006; GRANT&HOLICK, 2005).

II.6. A D-vitamin forrásai

D-vitaminnak valójában több, hasonló biológiai hatású vitamint nevezünk. A bőrben, ultraibolya sugárzás hatására képződő forma a D₃-vitamin (kolekalciferol), az állati eredetű termékekben pedig D₂-vitamin (ergokalciferol) található. A D-vitaminok természetes provitaminokból, a növényi eredetű ergoszterinből és az állati eredetű 7-dehidro- koleszterinből keletkeznek (GASZTONYI, 1979).

A gombákban előforduló szterinek közül a D₂-vitamin provitaminjaként az ergoszterin nagy jelentőségű. Az ergoszterin ultraibolya fény hatására messzemenő kémiai átalakulásokon megy keresztül: a gyűrűrendszer 9-es és 10-es szénatomok között bonyolult reakcióban felhasad és közben újabb kettős kötést alakít ki (NÁDOR, 1982). Az ergoszterinből a besugárzás hatására először lumiszterin, majd tachiszterin és végül D₂ vitamin (ergokalciferol) keletkezik. A D₂ vitaminról elmondható, hogy optikailag aktív, színtelen, tűs kristályokat alkotó anyag, amely szerves oldószerekben és zsírokban oldódik. Fontos, hogy biológiai értékét 100°C-ra hevítve is megtartja (GASZTONYI, 1979).

Ahogy az ergoszterin D₂-vitaminná, úgy a koleszta-5,7-dien-3 β-ol D₃-vitaminná alakítható át. A D₃ vitamin legnagyobb mennyiségben a tengeri halak májolajában fordul elő. Kémiaiag nagyon közel áll a D₂ vitaminhoz. A D₃ vitamin provitaminja endogén eredetű, a felsőbbrendű állatok és az ember bőre alatt lévő zsírban, a koleszterin kísérőjeként van jelen. Napfény vagy mesterséges UV besugárzás hatására az emberi és állati szervezetben D₃ vitaminná (kolekalciferol) alakul (NÁDOR, 1982). Mivel a D₃ vitamin nem képes önmagában biztosítani a D-vitamin szükségletet, így a D₂ vitaminban dús táplálékok fogyasztása elengedhetetlen a vitaminhiányból adódó rendellenességek megelőzésére, kezelésére (MAU et al., 1998; OVERSEN et al., 2003; SHRAPNEL&TRUSWELL, 2006).

Az emberi szervezet D-vitamin szintjének biztosítása azért is nehéz, mert csak kevés élelmiszerünk tartalmaz D₂-vitamint. Ezek közül a legtöbb a hal- és húsfélékben (főként a belsőségekben), illetve a tejtermékekben található. Ezen ételek átlagos fogyasztott napi adagja a D-vitamin szükséglet 6-80%-át képes fedezni (U.S.D.A., Agricultural Research Service, 2009). Mivel egyetlen növényi eredetű ételünk (zöldségek, gyümölcsök) sem tartalmaz D-vitamint, így azok a

vegetáriánusok, akik még tejtermékeket sem fogyasztanak, még inkább kitettek a D-vitamin hiány kialakulásának (LAMBERG-ALLARDT, 1993; MATTILA et al., 2000; JASINGHE&PERERA, 2005).

A szervezet csak kevés D-vitamint képes a májban tárolni, ez a mennyiség legfeljebb néhány heti szükségletet fedez. A természetes forrásból származó D-vitamin bevitel kiegészítésére szolgáló szintetikus D-vitamin (cseppek, tabletták) adagolását tehát legalább havonta kell ismételni (GASZTONYI, 1979).

A különböző D-vitamin források típusait, felhasználásuk, alkalmazásuk előnyeit és hátrányait a 4. táblázatban foglaltuk össze.

4. Táblázat: Különböző D-vitamin források előnyei és hátrányai (forrás: WILLIAM et al. 2005)

Forrás	Mennyiség (NE=Nemzetközi egység)	Előnyök	Hátrányok
Hal (olajos, hideg óceáni)	100-500 NE / adag		Halkészletek kifogyóban, higanyt tartalmazhat
Tej	400 NE / quart (negyed gallon) ~1 liter		A tej kapcsolatban áll a csontritkulás kockázatának növekedésével, és más betegségekkel, mit a prosztatarák vagy az acne vulgaris
Narancslé	400 NE / quart (negyed gallon) ~1 liter	Plusz C-vitaminforrás	
Szoláris UVB	0-10000 NE / nap	Természetes módszer, hosszabban fenntartja a D-vitamin szintet, mint a bejuttatott D- vitamin	Nem mindig elérhető, melanoma, bőrrák, leégés kockázata, különösen időszakos kitettséggel
Mesterséges UVB	10 perces időtartam: 2000-4000 NE	Általában elérhető	Lehetséges magas UVA sugárzás, valószínű kockázati tényezője a melanómának
Étrendkiegészítők	200-1000 NE / tabletta	Kényelmes, olcsó	Tartalmazhat A- vitamint (retinol), ez nagy dózisban növelheti a csontritkulás és születési rendellenességek kockázatát

A legtöbb gombaféle tartalmaz bizonyos mennyiségű D₂-vitamint és ergoszterint. Az ergoszterin a gombákban legnagyobb arányban előforduló fitoszterol, amely UV-fény hatására fotolízis során D₂-vitaminná és egyéb termékekké alakul (MATTILA et al., 1994; MATTILA et al., 2002). A gombák magas tápértékük és alacsony energiatartalmuk miatt az egészséges és korszerű táplálkozás elengedhetetlen alkotóelemei. A vegetáriánusok étrendjében például a gomba nagyon fontos szerepet tölt be, nem csak fehérjepótlás céljából, hanem a D-vitamin bevitelt tekintően is. Azáltal, hogy a vegetáriánusok az elsődleges élelmiszernek számító állati eredetű táplálékokat nem fogyasztják, minimális D-vitamin mennyiséghez jutnak, amely a hiánybetegségek valószínűbb bekövetkezéséhez vezethet (GYÖRFI et al., 2010).

A vadon termő gombák magasabb D₂-vitamin tartalommal rendelkeznek, mint a termesztett gombák. Előbbiek szokásos napi adagja (80-90 g) fedezheti a napi szükséges D-vitamin mennyiség 90-500%-át (U.S. D.A., Agricultural Research Service, 2009). CHAPUY et al., (1997) szerint az

emberi szervezet egészséges működéséhez szükséges napi D-vitamin mennyiség 400-800 NE (10-20 µg) (Institute of Medicine, Food and Nutrition Board, 2010).

A termesztett gombák alacsonyabb D-vitamin szintjének az oka, hogy a termesztő létesítményekben a gombákat ugyan éri fény, de hiányzik a közvetlen UV sugárzás, melynek hatására végbe mehetne az ergoszterin – D-vitamin átalakulás. A legnagyobb mennyiségben fogyasztott csiperkegombát ráadásul teljes sötétségben termesztik, mert erős fény hatására a kalapbőr barnulhat, és ez csökkentené a gomba piacosságát. Ezért a termesztett gombák alacsony D-vitamin, ám magas ergoszterin tartalommal jellemezhetőek (TEICHMANN et al., 2007; JASINGHE et al., 2007).

A gombák felhasználási módja sem mindegy a D-vitamin hasznosulása szempontjából, ugyanis a termőtestben nem egyenletesen oszlik el a D-vitamin. Mérésekkel kimutatták, hogy a legnagyobb koncentrációban a kalap külső felületéhez közel, valamint a kalap felbőrében van jelen. Ezért a fogyasztásra szánt gombák konyhai előkészítésekor nem célszerű a gombakalapok hámozása, mivel az éppen a D-vitaminban és ergoszterinben leggazdagabb részt távolítanak el. A gomba többi részében minimális mennyiségben van csak jelen a D-vitamin, a tönkben például alig kimutatható a mennyisége (GYÖRFI et al., 2010).

Számos kísérletben bizonyították már, hogy a termesztett gombák ergoszterin tartalma mesterséges UV megvilágítással D-vitaminná alakítható. Ezeknek a vizsgálatoknak különböző fajtájú, már leszedett (post-harvest) gombák voltak az alanyai. A kísérletek során mesterséges UV megvilágítást használtak, amellyel a gombák D-vitamin tartalmát a leghatékonyabb eljárással megtudták kilencszerezni (JASINGHE et al., 2005; MAU et al., 1998).

III. Célkitűzés

Miután a Föld népességének nagy hányadát érinti a D-vitamin hiány, fejlesztések indultak a mesterséges előállítására. Ez sikeresen meg is történt, mára már többféle készítményhez, például tabletta és cseppek formájában hozzá is lehet jutni. Ennek ellenére a táplálkozástudomány és a tudatos fogyasztók előtérbe helyezik a természetes forrásból származó vitaminbevitelt. Ilyen szempontból a gombák tökéletesen megfelelnek az elvárásoknak, hiszen természetes módon növelhető a D-vitamin tartalmuk.

A szakirodalomban jelenleg nincs elég információ arra vonatkozóan, hogy miként befolyásolja a termesztett gombafajok ergoszterin és D-vitamin tartalmát, ha a mesterséges UV világítás nem a post-harvest állapotú termőtesteket, hanem a még szedés előtt álló, termő kultúrát éri. Kísérletünkben ezért tűztük ki a pre-harvest állapotban lévő, biológiailag aktív gombakultúra kezelését a termesztő-létesítményben.

Vizsgálatunk alanya a késői laskagomba (*Pleurotus ostreatus*) HK 35 hibridje volt, amelyet különböző hullámhosszú és időtartamú UV- fénnel kezeltünk D-vitamin tartalom növelésének érdekében. Kutatásunkhoz az UV sugárzás két tartományában (UVB: 280-320 és UVC: 240-280) üzemelő lámpákat használtuk és azt vizsgáltuk, hogy miként változik a termőtestek D-vitamin tartalma a különböző időtartamú kezelésekre hatására. Méréseket végeztünk arra vonatkozóan is, hogy a besugárzás miként befolyásolja a termesztett laskagomba termésmennyiségét, a termőtestek növekedési mértékét, valamint hogy módosítja-e a termesztő számára a piacosságot, a küllemi változásokkal.

A kísérletben a következőket vizsgáltuk:

- 1:** Miként befolyásolja a laskagomba D-vitamin tartalmát a különböző hullámhosszon történő, különböző időtartamú UV besugárzás?
- 2:** Miként befolyásolja a termőtest ergoszterin szint alakulását a különböző hullámhosszú és időtartamú UV besugárzás?
- 3:** Megfigyelhető-e összefüggés a D-vitamin és az ergoszterin szint változása között?
- 4:** Befolyásolja-e a terméshozam alakulását az UV sugarak használata a termesztés során?
- 5:** Tapasztalható-e az ultraibolya fény hatására bekövetkező bármilyen elváltozás a termőtestek küllemében?

A kísérletek és mérések elvégzését indokolja, hogy szerte a világon egyre keresettebbekké válnak a funkcionális élelmiszerek. Az egészséges táplálkozás, a magas vitamin és antioxidáns hatású élelmiszerek fogyasztása folyamatosan növekszik. Vizsgálatunk eredményeivel hozzá

kívánunk járulni azon figyelemreméltó hazai és nemzetközi kezdeményezésekhez, melyek olyan új eljárások és eszközök kidolgozását tűzték ki célul, amelyek felhasználhatóak a Föld népességének D-vitamin hiányából adódó betegségeinek megelőzésére.

IV. Anyag és módszer

IV.1. Anyag

A kísérletben felhasznált gombákat a Budapesti Corvinus Egyetem, Kertészettudományi Kar, Zöldség- és Gombatermesztési Tanszékének kísérleti gombatermesztő helyiségében állítottuk elő.

A vizsgálathoz 260 kg szubsztrátumot használtunk fel, amelyet a Pilze-Nagy Kft. (Kecskemét) bocsátott a rendelkezésünkre.

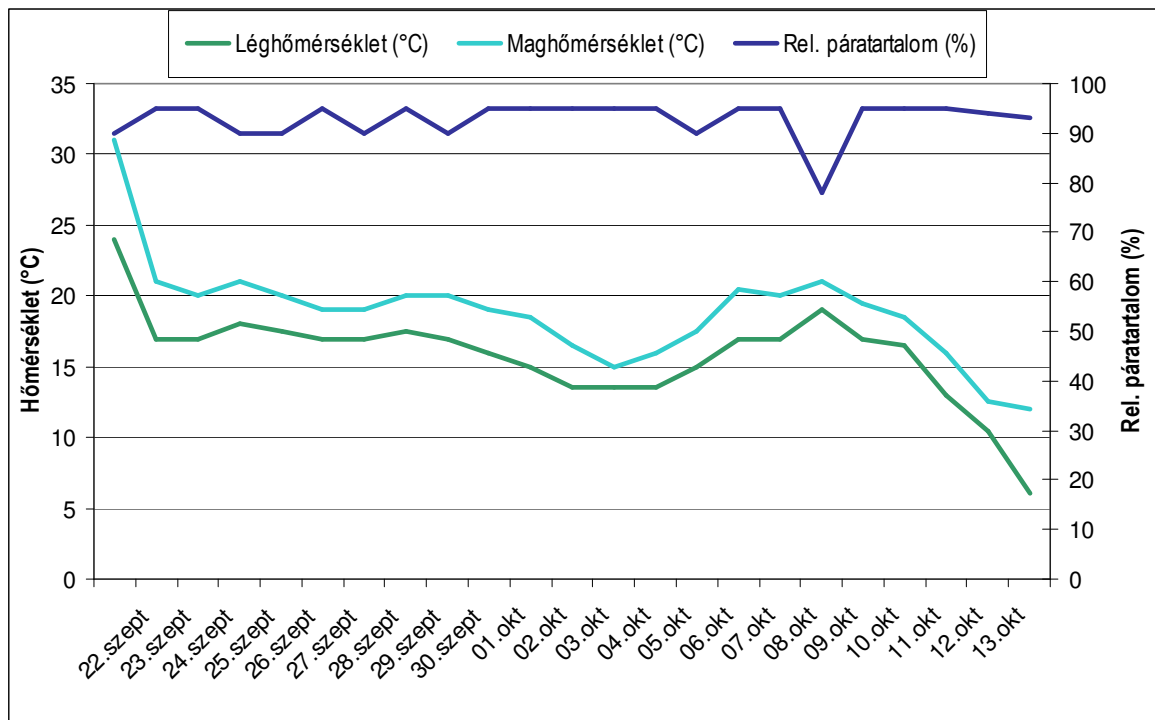
Az alapanyagot a laskagomba 'HK35' jelű törzsével szövettük át kísérleti helyiségünkben.

Összesen a 26 db, egyenként 10kg szubsztrátumot tartalmazó termőblokkból 12 db-ot az UVB és 12 db-ot az UVC kezelésekhez használtunk fel, illetve 2 db-ot kezeletlen kontrollnak. A termőblokkok elhelyezését a 6. és 7. ábra szemlélteti.

A behordást követően minden zsákot 8 helyen perforáltunk.

Az UV kezeléseket Vilbert-Lourmat-115M típusú, az UV fény B tartományában (312 nm-en), illetve Vilbert-Lourmat-115C típusú, UVC tartományban (254 nm-en) üzemelő, folyamatos megvilágítást adó lámpákkal végeztük.

A kísérlet során rögzítettük a termesztő helyiség klimatikus adatait, amelyeket grafikusan ábrázoltunk. Ezt az 5. ábra szemlélteti.



5. ábra. A termesztő helyiség klimatikus adatai (léghőmérséklet, szubsztrátum hőmérséklete, relatív páratartalom)



6. ábra: Behordást követően elhelyezett, még nem perforált blokkok (fotó: SZABÓ A.)



7. ábra: Az átszövetett blokkok a behordást követő 10. napon (fotó: SZABÓ A.)

IV.2. Módszer

A 6 különböző időtartamú kezelést (5, 10, 15, 20, 25 és 30 perc) a termőidőszakban összesen három alkalommal végeztük, 24 órás időközönként.

A három UV kezelést három egymást követő napon kapták a termőtestek, így a harmadik nap végére az egyes kezelések összesen 15-től 90 percig terjedő UV besugárzást jelentettek.

Naponta ugyanabban az időben történt mindegyik hullámhossznál és időtartamnál a kezelés.

Az UV kezeléseket a primordiumok megjelenésétől számított negyedik napon kezdtük meg. Minden kezeléshez 2 blokk tartozott (összesen 20 kg szubsztrátummal megtöltve).

A kezelések, az ismétlések és a jelölések áttekinthetőségét az 5. táblázat segíti.

5. táblázat. A kezelések elnevezései

Hullámhossz	Kezelések időtartama						
	0	15	30	45	60	75	90
UVB	kontroll	B15	B30	B45	B60	B75	B90
UVC	kontroll	C15	C30	C45	C60	C75	C90

Minden kezelésnél és ismétlésnél mértük a hozamot, hogy az UV esetleges micélium károsító hatása, illetve ezzel összefüggésben a hozamra gyakorolt hatása kimutatható legyen.

A D-vitamin és ergoszterin méréseket a Budapesti Corvinus Egyetem, Élelmiszertudományi Kar, Alkalmazott Kémia Tanszékén Dr. Abrankó László és Gyepes Attila végezték.

Az Alkalmazott Kémia Tanszékre összesen 13 x 500 g gombamintát mértünk le analitikai vizsgálatok céljára, amelyeket a szedés után azonnal, még teljesen frissen, 2-3 mm vastagságú szeletekre vágtunk.



8. ábra: Az UV lámpák elhelyezése az állványon (fotó: SZABÓ A.)



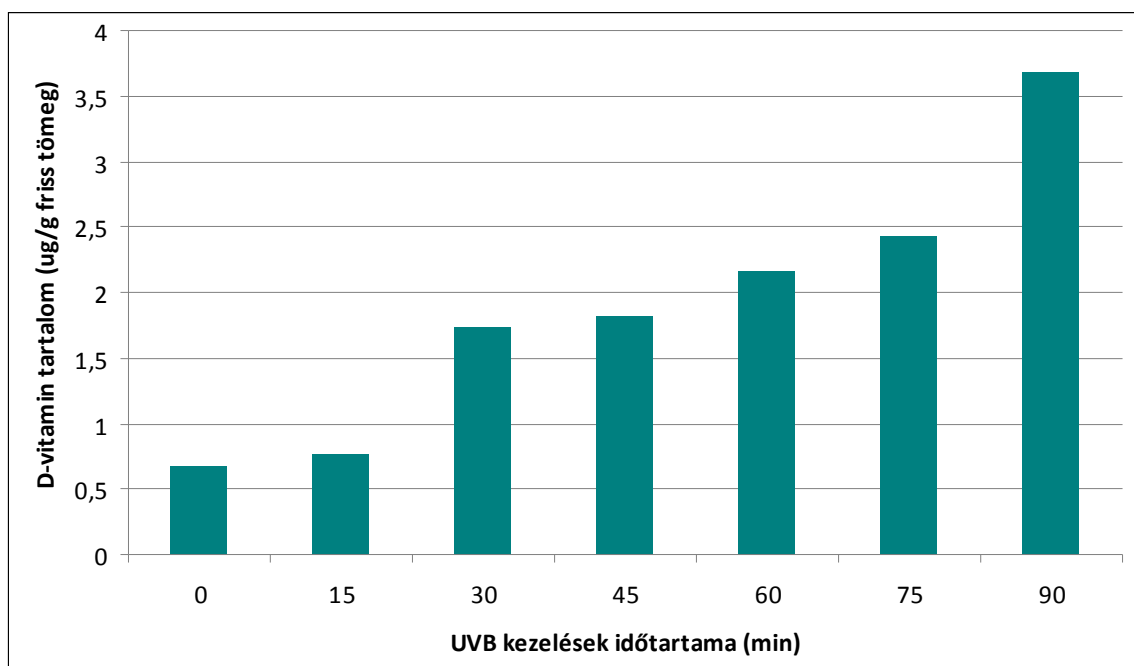
9. ábra: Jelöléssel ellátott termőblokkok (fotó: SZABÓ A.)

V. Eredmények

V.1. A D-vitamin tartalom változásának eredményei az UVB és az UVC kezelésekre hatására

Az UVB kezelésekre hatására bekövetkező változásokat az 10. ábra szemlélteti. Az eredmények a kezeltetlen kontrollhoz viszonyított %-os arányban értendők, a kontroll minták D₂ vitamin tartalmát tekintjük 100%-nak. Az értékeket friss tömegre vonatkoztatva adtuk meg.

Elmondható, hogy mindegyik időtartam pozitívan befolyásolta a gomba D-vitamin tartalmát, hiszen az UVB kezeléseknél 110-450%-os D₂-vitamin szint növekedés volt megfigyelhető. A kontroll D-vitamin tartalmához viszonyítva a 15 perces kezelést követően volt tapasztalható a legkisebb mennyiségnövekedés, mindössze 13% (0,67µg/g-ról 0,76µg/g-ra). Ezzel ellentétben a 90 perces kezelés (amely a leghatékonyabbnak bizonyult) közel 450%-os növekedést eredményezett (3,68µg/g). A 30 és a 45 perces kezeléseik között mindössze 11,9% növekedés volt tapasztalható, míg a 45 és 60-, valamint a 60 és 75 perces kezeléseik között 40-50%-os növekedés volt mérhető.

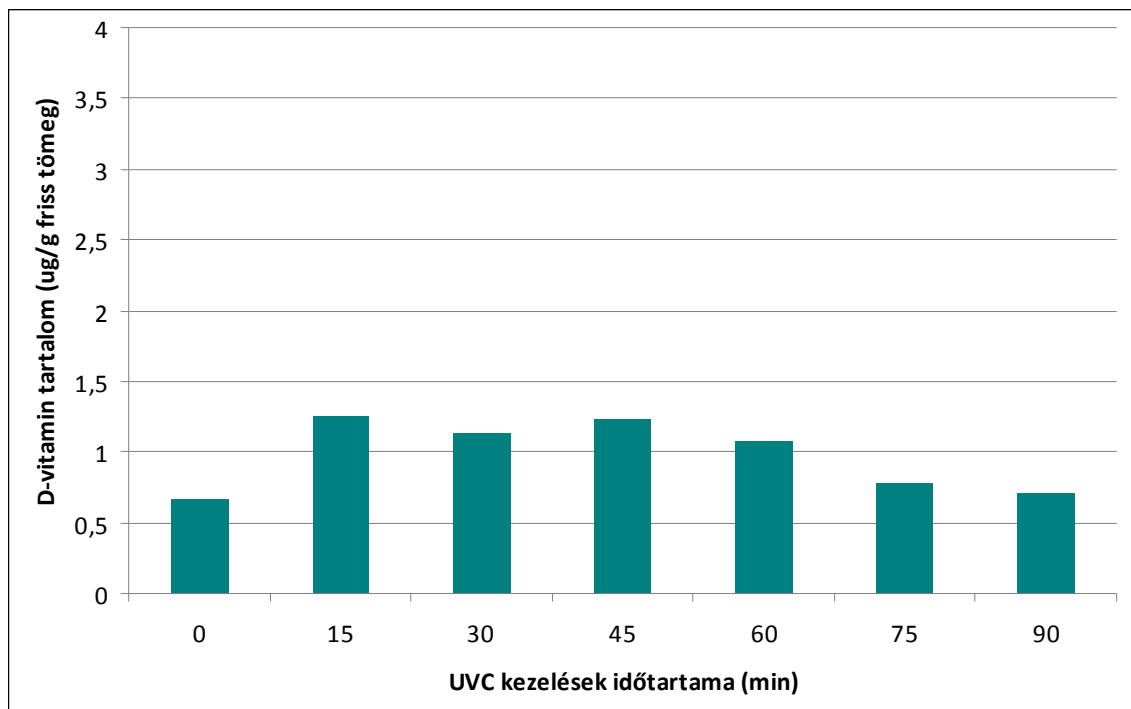


10. ábra: A D-vitamin tartalom változása az UVB fény hatására

Az UVC kezelésekre hatására bekövetkező D-vitamin szint változások (11. ábra) alapján elmondható, hogy az UVC sugárzás az UVB-vel szemben kevésbé hatékony.

Noha az UVB kezeléseknél azt láttuk, hogy a D-vitamin tartalom minden időtartamnál emelkedett, ez az UVC sugárzást követően nem volt tapasztalható. A legkisebb mértékű növekedés a 90 percig megvilágított gombában volt mérhető, a kontrollhoz viszonyítva alig 5%-os növekedéssel

(0,67 μ g/g-ról alig 0,7 μ g/g-ra növekedett). Az UVC kezelésnél, már a legrövidebb idő is elég volt ahhoz, hogy jelentősen növelje a D-vitamin tartalmat, hiszen már itt 88%-ra emelkedett a laskagomba vitaminszintje (1,26 μ g/g-ra), ezzel a leghatékonyabbnak bizonyult ebben a részeredményünkben. Mivel ezek az értékek messze elmaradnak az UVB fény hatásaitól, így megállapítható, hogy a D-vitamin tartalom növekedésére a két tartomány közül az UVB bizonyult hatásosabbnak.

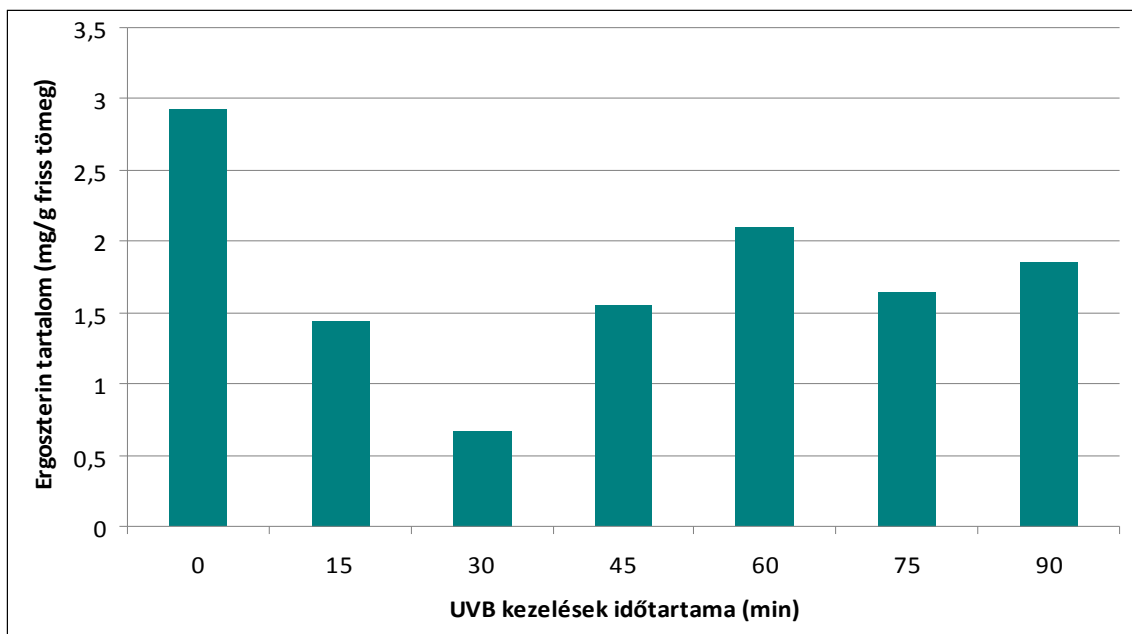


11. ábra: A D-vitamin tartalom változása az UVC fény hatására

V.2. Az ergoszterin szint változásának eredményei az UVB és az UVC fény hatására

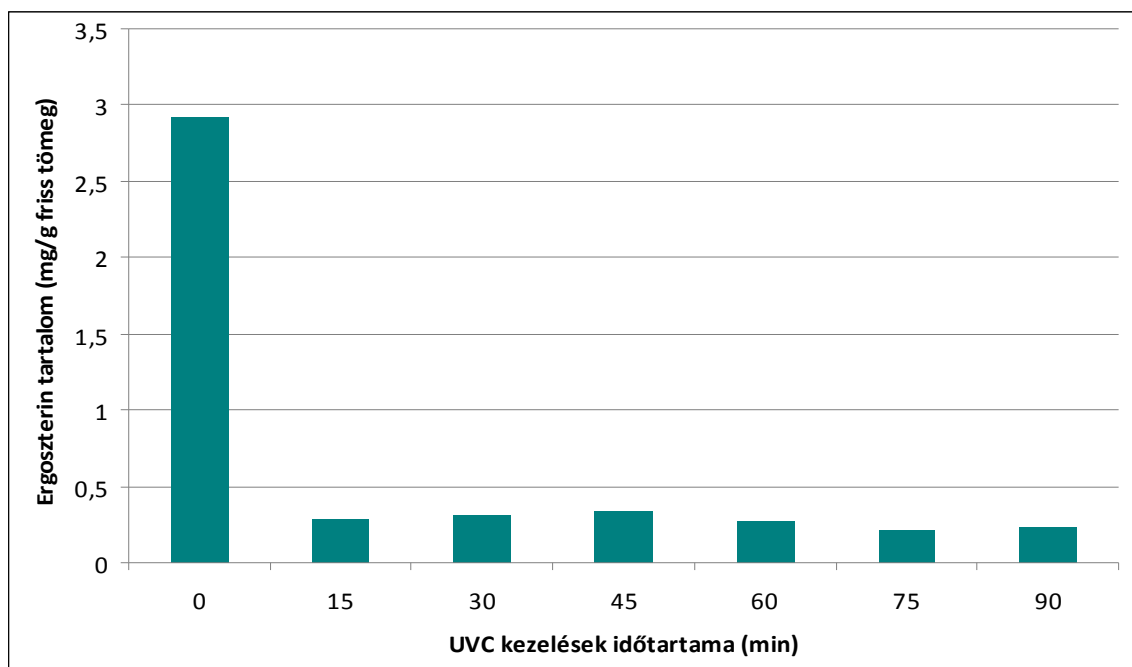
Az értékek ezekben a mérésekben is mindig friss tömegre vonatkoztatva értendők.

A 12. ábrán látható, hogy noha mindegyik kezelés jelentősen csökkentette az ergoszterin szintet, a csökkenés nem egyenletes. A mérési adatok alapján nem mutatható ki összefüggés az UVB kezelések időtartama és az ergoszterin szint között, a D-vitamin tartalomnál tapasztalt változások itt nem figyelhetők meg. Az UVB kezelések a kontrollhoz viszonyítva átlagosan 30-50%-kal vetették vissza az ergoszterin tartalmat.



12. ábra: Az ergoszterin szint változása az UVB kezelés hatására

Az UVB sugárzással ellentétben az UVC kezelések nagyon erősen csökkentették az ergoszterin szintet. A kontrollhoz képest a kezelések között nem mutathatók ki jelentős különbség, mindegyik mintánkban egyöntetűen csökkent az ergoszterin koncentrációja. Az UVC kezelés hatására a mintákban 0,22-0,33 $\mu\text{g/g}$ közötti értékben van jelen az ergoszterin, amelyet a 13. ábra mutat be. Az UVC kezelések a kontrollhoz viszonyítva 88-93 %-kal vetették vissza az ergoszterin tartalmat.

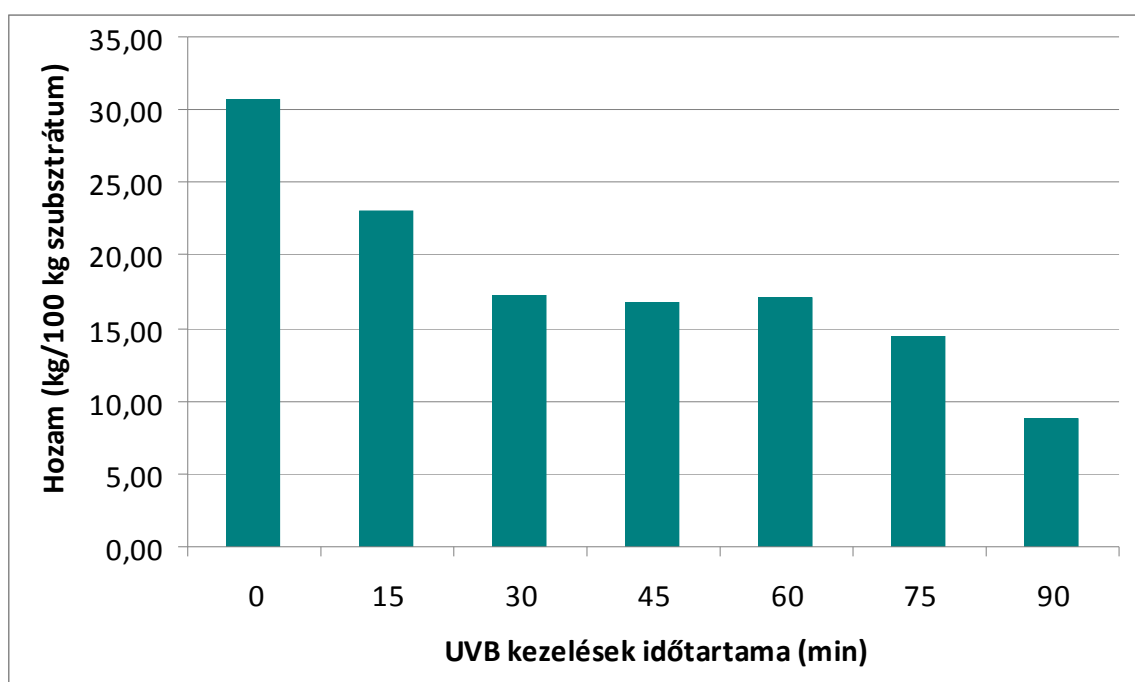


13. ábra: Az ergoszterin szint változása az UVC kezelés hatására

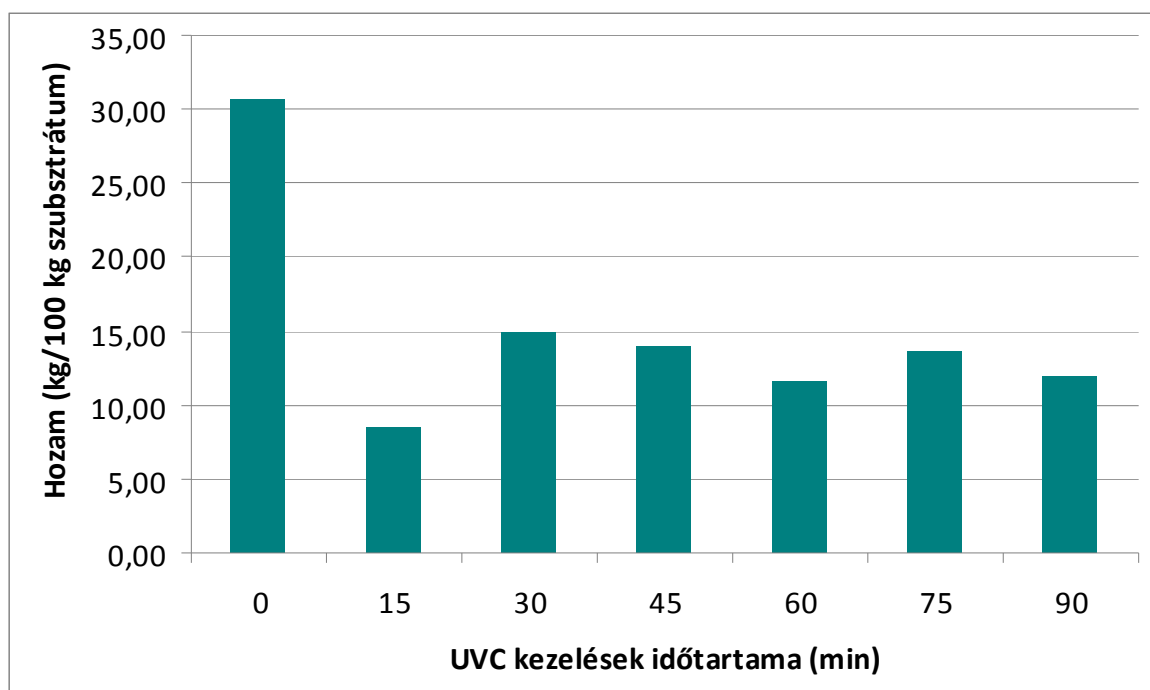
V.3. A hozam változásának eredménye a két hullámhossz alkalmazását követően

A két ismétlés miatt az átlag hozamok becslésének a megbízhatósága alacsony, ezért szórásokat nem ábrázoltunk. A kísérleti termesztő helyiségben így is a maximális szubsztrátum mennyiséget helyeztük el vizsgálatainkhoz, ezért nem volt lehetőségünk több ismétlést beállítani. Éppen ezért célszerű lenne megismételni a kísérletet, akár kisebb blokkokkal, de több ismétlésben az adatok megbízhatóságának növelése érdekében.

A 14. és 15. ábra az egyes kezelések átlaghozamát (kg) ábrázolja 100 kg szubsztrátumra vetítve. A grafikonok alapján úgy tűnik, hogy a növekvő UV dózis hatására csökken a hozam, ám ezt statisztikailag nem tudjuk értékelni az alacsony minta elemszám miatt.



14. ábra: A hozam változása az UVB kezelések hatására



15. ábra: A hozam változása az UVC kezelések hatására

V.4. A laskagomba termőtestén az UV fény hatására bekövetkező változások eredményei

Kísérletünk céljai közt szerepelt vizsgálni, hogy az UV fény okoz-e a termőtestek megjelenésében (szín, alak) bármilyen változást.

Korábban elvégzett kísérleteink szerint a fehér csiperkegombán az UV hatására erőteljes elszíneződés volt tapasztalható (Szabó, szóbeli közlés), amelynek mértékét a laskagombán is vizsgáltuk.

Kísérletünk céljai közt szerepelt a termőtest változásainak kimutathatósága az UV fény hatására. A laskagombán végzett kísérletek során nem tapasztaltunk a kalapbőr felszínén az UV fény hatására bekövetkező változást. Ezt természetesen abból is adódhat, hogy a laskagomba kalapszíne eredendően krémes szürkés-barnás színű, melyen kevésbé szembetűnő a várt sárgás elváltozás, míg a csiperkegomba hófehér kalapján könnyen észrevehető bármilyen apró elszíneződés is. Megfigyeléseink alapján elmondható, hogy a laskagomba kalapszínét nem befolyásolja az UV fény. A termőcsorok külső megjelenésében egyik hullámhossz vagy időtartam esetében sem tapasztaltunk változást.



16. ábra: UV fénnel kezelt laskagomba termőcsokor (kalapbőr elszíneződése nélkül) (fotó: SZABÓ A.)

VI. Összefoglalás

Kísérletünkkel egy, a nemzetközi szakirodalomban még nem ismertetett módszerrel kezeltük a még növekedésben lévő, biológiailag aktív laskagomba kultúrát.

A kísérletek adatai alapján elmondható, hogy az UV fény, mind a B, mind a C tartománya nem csak post-harvest hanem pre-harvest is alkalmas a gombák ergoszterin tartalmának D₂-vitaminná történő átalakítására, ezáltal a gombák D₂-vitamin szintjének meg többszörözésére. A kísérletben alkalmazott két hullámhossz közül egyértelműen az UVB bizonyult hatékonyabbnak, hiszen az ezzel kezelt termőtestekben 450 %-os növekedést mértünk, míg ugyanez az érték az UVC kezelések esetén csupán 88 % volt.

Noha az ergoszterin a D₂-vitamin alapanyaga, hiszen ergoszterinből alakul át, mégse tudtunk kísérleteink adatai alapján összefüggést találni a D₂-vitamin tartalom növekedése és az ergoszterin szint csökkenése között. Mindkét hullámhossz hatására csökkent a minták ergoszterin tartalma. Az UVC kezelések erőteljesebben vetették vissza az ergoszterin koncentrációt.

Kísérletünk mintaszáma nem bizonyult elegendőnek, hogy a mért hozamok alapján messzemenő következtetéseket vonhassunk le arra vonatkozóan, hogy befolyásolja-e a termő kultúra fejlődését és a növekvő micéliumot az UV sugárzás olyan mértékben, hogy az, az egyes kezelések hozamában is megmutatkozzon.

A Zöldség- és Gombatermesztési Tanszéken korábban, a fehérkalapú csiperkegombán, hasonló módszerrel végzett kísérletekben megfigyelték a gombák külsejének változását (az UV kezelések hatására elszíneződés jelentkezett), ezért mi is figyelemmel kísértük a termő laska kultúrán mutató eltéréseket. Elmondható, hogy a színváltozás nem volt olyan észrevehető, mint a csiperkegombánál.

A gombák előnyös táplálkozásélettani hatásaik okán, mindig is fontos szerepet töltek be egészségmegőrzésben. Amennyiben sikerülne kidolgozni egy kellően hatékony és jól alkalmazható UV kezelési módszert, nagyban meg lehetne növelni a gombák D-vitamin szintjét is, a természetes ergoszterin tartalmuk átalakításával. Ezáltal elő lehetne állítani olyan gombatermékeket, melyek alkalmasak lehetnek az emberi szervezet D-vitamin szintjének javítására, ezzel a népesség nagy részét érintő, a D-vitamin hiány következtében kialakuló súlyos rendellenességek és betegségek megelőzésére.

VII. Irodalomjegyzék

BORRADLE, D., KIMLIN, M. 2009. Vitamin D in health and disease: an insight into traditional functions and new roles for the 'sunshine vitamin'. *Nutrition Research Reviews*, 22: 118-136.

BOUILLON, R., EELEN, G., VERLINDEN, L., MATHIEU, C., CARMELIET, G., VERSTUFYF, A. 2006. Vitamin D and cancer. *Journal of Steroid Biochemistry & Molecular Biology*. 102: 156–162.

CALVO, M. S., WHITING, S., J. 2006. Public health strategies to overcome barriers to optimal vitamin D status in populations with special needs. *J Nutr.*;136(4):1135-9.

CHANG, S. T., MILES, P. G. 2004. Mushrooms Categories of mushrooms:4-5.

CHANG, S. T. 1999. Global impact of edible and medicinal mushrooms on human welfare in the 21st Century: non-green revolution. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 1:1-7.

CHANG, S. T. 2008. Training manual on mushroom cultivation technology. – United Nations – Nations Unies, Economic and Social Commission for Asia and the Pacific, Asian and Pacific Centre for Agricultural Engineering and Machinery, Beijing, China.

CHAPUY, M. C., PREZIOSI, P., MAAMER, M., ARNAUD, S., GALAN, P., HERCBERG, S., MEUNIER, P. J. 1997. Prevalence of vitamin D insufficiency in an adult normal population. *Osteoporosis International*. 7: 439-443.

EGER, G. 1978. Biology and Breeding of *Pleurotus*, The Biology and Cultivation of Edible Mushrooms. Edited by CHANG - HAYES, Academic Press, New York, 497-519.

EGGEN, T., SASEK, V. 2002. Use of Edible and Medicinal Oyster Mushroom [*Pleurotus ostreatus* (Jacq.: Fr.) Kumm.] Spent Compost in Remediation of Chemically Polluted Soils. - *Int. J. Med. Mushrooms*, 4:255-261.

ESPINOSA-VALDEMAR, R.M., TURPIN-MARION, S., DELFÍN-ALCALÁ, I., VÁZQUEZ-MORILLAS, A. 2011. Disposable diapers biodegradation by the fungus *Pleurotus ostreatus*. *Waste Manag* 31(8):1683-8

Fruitveb, 2010. Zöldség-gyümölcs jelentés.

GARLAND, C. F., GARLAND, F. C., GORHAM, E. D., LIPKIN, M., NEWMARK, H., MOHR, S. B., HOLICK, M. F. 2006. The role of vitamin D in cancer prevention. *American Journal of Public Health*, vol. 96, no. 2., 252-261.

GASZTONYI K. 1979. Az élelmiszerkémia alapjai, Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, p: 197-199.

GEÖSEL A. 2011. New developments in integrated pest management for mushroom culture, challenges and opportunities in quality mushroom production. *Proceedings of the 7th International Conference on Mushroom Biology and Mushroom Products (ICMBMP7)*. 495-499.

GORDON, C. M., DePETER, K. C., FELDMAN, H. A., GRACE, E., EMANS, S. J. 2004. Prevalence of vitamin D deficiency among healthy adolescents. *Arch. Pediatr. Adolesc. Med.* vol. 158: 532-537.

GRANT, W. B., HOLICK, M. F. 2005. Benefits and requirements of Vitamin D for optimal Health: a review. *Alternative Medicine Review*. (10) 2: 94–111.

GYÖRFI J. 2010. Gombafajok termesztése a világon, Európában és Magyarországon, In: GYÖRFI J. (szerk.): *Gombabiológia gombatermesztés*, p: 114-121.

GYÖRFI J. 2001. A magyar gombatermesztés helyzete és a fejlesztés lehetőségei, Doktori értekezés.

GYÖRFI J. 2003. Csiperketermesztés nem csak vállalkozóknak, Szaktudás Kiadó Ház, Budapest.

GYÖRFI J., GEÖSEL A., SZABÓ A. 2010. D-vitamin a gombákban. *Zöldségtermesztés* XLI. 2:14-16

HAJDÚ CS. 2007. A termesztett *Pleurotus ostreatus* hibridek tulajdonságainak javítása és új hibridek előállítása vadon termő törzsek alkalmazásával, Doktori értekezés.

HAWKSWORTH, D. L. 1991. The fungal dimension of biodiversity: magnitude, significance, and conversation. *Mycological Research*, 95:641-655.

HOLICK, M. F. 2006. Vitamin D: Its role in cancer prevention and treatment. *Progress in Biophysics and Molecular Biology*. 92: 49–59.

HOLICK, M. F., CHEN, T. C. 2008. Vitamin D deficiency: a worldwide problem with health consequences. *Am J Clin Nutr.*;87(4):1080S-6S.

HOLICK, M. F. 2008. Vitamin D: a D-Lightful health perspective. *Nutr Rev.*;66(10 Suppl 2):S182-94.

HÜTTERMANN, A., LOSKE, D., MAJCHERZYK, A., ZADRAZIL, F., WALDINGER, P., LORSON, H. 1989. Reclamation of PAH-contaminated soils with active fungus-straw-substrata. In: THOME-KOZMIENSKY K.J. (Szerk.): *Recycling International 3*, Berlin. 2191-2199.

Institute of Medicine, Food and Nutrition Board. *Dietary Reference Intakes for Calcium and Vitamin D*, 2010. Washington, DC: National Academy Press.

JAKUCS E. 1999. *A mikológia alapjai*. Budapest, ELTE Eötvös Kiadó, p: 147.

JASINGHE, V. J., PERERA, C. O. 2005. Distribution of ergosterol in different tissues of mushrooms and its effect on the conversion of ergosterol to vitamin D₂ by UV irradiation. *Food Chemistry*. Vol (92): 541–546.

JASINGHE, V. J., PERERA, C. O. 2006. Ultraviolet irradiation: The generator of vitamin D₂ in edible mushrooms. *Food Chemistry*. Vol (95): 638–643.

JASINGHE, V. J., PERERA, C. O., SABLANI, S. S. 2007. Kinetics of the conversion of ergosterol in edible mushrooms. *Journal of Food Engineering*. Vol (79): 864–869.

KOVÁCSNÉ GY. M. 2010. Laskagombafajok, In: GYÖRFI J. (szerk.) *Gombabiológia gombatermesztés*, Budapest, Mezőgazda Kiadó, p: 226-271.

LAMBERG-ALLARDT, C., KARKKAINEN, M., SEPPANEN, R., BISTROM, H. 1993. Low serum 25-hydroxyvitamin D concentrations and secondary hyperparathyroidism in middle-aged white strict vegetarians. *American Journal of Clinical Nutrition*, Vol 58., 684-689.

LELLEY J., VETTER J. 2005. The possible role of mushrooms in maintaining good health and preventing diseases. *The Spawn run*, 2005. 5(3):4-10.

LOOKER, A. C., JOHNSON, C. L., LACHER, D. A., PFEIFFER, C. M., SCHLEICHER, R. L., SEMPOS, C. T. 2011. Vitamin D Status: United States, 2001–2006. *NCHS Data Brief*, Number 59.

MATTILA, P. H., LAMPI, A.-M., RONKAINEN, R., TOIVO, J., PIIRONEN, V. 2002. Sterol and vitamin D₂ contents in some wild and cultivated mushrooms. *Food Chemistry*. Vol (76): 293–298.

MATTILA, P. H., PIIRONEN, V. I., UUSI-RAUVA, E. J., KOIVISTOINEN, P. E. 1994. Vitamin D contents in edible mushrooms. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. Vol (42): 2449–2453.

MATTILA, P. H., SUONPÄ, K., PIIRONEN, V. 2000. Functional properties of edible mushrooms. *Nutrition*. Vol (16): 694-696.

MAU, J. L., CHEN, P. R., YANG, J. H. 1998. Ultraviolet irradiation increased vitamin D₂ content in edible mushrooms. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. Vol (46): 5269–5272.

METHA, R. G., METHA, R. R. 2002. Vitamin D and cancer. *Journal of Nutritional Biochemistry*. Vol (13):252-264.

NÁDOR K. 1982. Szerves kémia, 25.3: Szterinek, Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, p: 508-509.

NATVIG, D.O., MAY, G. 1996. Fungal evolution and speciation. J. Genet, 75. 3:441-452.

OLIVERI, G., MARZOCHELLA, A., SALATINO, P., GIARDINA, P., CENNARNO, G., SANNIA, G. 2006. Olive mill wastewater remediation by means of *Pleurotus ostreatus*. Biochemical Engineering Journal, 31:180-187.

OVERSEN, L., ANDERSEN, R., JAKOBSEN, J. 2003. Geographical differences in vitamin D status, with particular reference to European countries. Proc Nutr Soc.;62(4):813-21.

PETERS, E. 2010a. Schweiz: Champignon-Markt weiter gewachsen. Der Champignon, 4 (476): 10.

PETERS, E. 2010b. Russland: Markt für Frischpilze und Pilzerzeugnisse in 2009. Der Champignon, 5 (477): 12-13.

RODRÍGUEZ SANGRADOR, M., BELTRÁN DE MIGUEL, B., QUINTANILLA MURILLAS, L., CUADRADO VIVES, C., MOREIRAS TUNY, O. 2008. The contribution of diet and sun exposure to the nutritional status of vitamin D in elderly Spanish women: the five countries study (OPTIFORD Project). Nutr Hosp.;23(6):567-76.

SÁNCHEZ, C. 2010. Cultivation of *Pleurotus ostreatus* and other edible mushrooms, Appl Microbiol Biotechnol, 85:1321–1337

SÁNCHEZ, C. 2004. Modern aspects of mushroom culture technology. Appl. Microbiol. Biotechnol. 64: 756-762.

SHRAPNEL, W., TRUSWELL, S. 2006. Vitamin D deficiency in Australia and New Zealand: What are the dietary options? Nutrition & Dietetics, Volume 63, Issue 4, 206–212.

STAMETS, P. 2005. Mycelium Running (How Mushrooms Can Help Save The World).

SZABÓ A., GYÖRFI J., GEÖSEL A. 2010. Enhancing the vitamin-D concentration in white button mushrooms by UV light. Proceeding of the 45th Croatian & 5th International Symposium on Agriculture (15th – 19th 2010 February 2010, Opatija, Croatia), p. 599-603.

SZABÓ I. 2002. A laskagomba, Szaktudás Kiadó Ház, Budapest.

SZILI I. 2008. Gombatermesztők könyve, Mezőgazda kiadó, Budapest.

TEICHMANN, A., DUTTA, P. C., STAFFAS, A., JÄGERSTAND, M. 2007. Sterol and vitamin D₂ concentrations in cultivated and wild grown mushrooms: Effects of UV irradiation. LWT 40 815–822.

TYLAVSKY, F.A., CHENG, S., LYYTIKÄINEN, A., VILJAKAINEN, H., LAMBERG-ALLARDT, C. 2006. Strategies to improve vitamin D status in northern European children: exploring the merits of vitamin D fortification and supplementation. J Nutr.;136(4):1130-4.

U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, 2009. USDA Nutrient Database for Standard Reference, Release 22.

VASAS G. 2008. Gombaszakértői praktikum. In JAKUCS, E. (Szerk.): Gombaismeretek. Budapest, Flakkus Kiadó, p: 88.

VETTER J. 1985. A *Pleurotus* nemzetség mai rendszeréről és biokémiai hátteréről, Mikológiai Közlemények, 25-40.

VETTER J. 1999. A laskagomba (*Pleurotus ostreatus*) beltartalmáról. Magyar Gomba, 3 (11):21-23.

WILLIAM, B.G., HOLICK, M.F. 2005. Benefits and Requirements of Vitamin D for Optimal Health: A Review. Alternative Medicine Review. Vol. 10, No. 2. 94-111.

Internetes hivatkozások:

<http://www.gombaforum.hu/?s=csomagol%C3%B3&x=0&y=0>

<http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp>

<http://www.mycobank.org/MycoTaxo.aspx?Link=T&Rec=174220>