



Doktori (PhD) értekezés

UV sugárzás hatása a termesztett csiperke- és laskagomba D-vitamin tartalmára, bioaktív anyagainra és érzékszervi jellemzőire

Készítette:

Szabó Anna

Konzulensek:

Balázs Sándor MHAS, professor emeritus
Kókai Zoltán PhD, egyetemi docens

Budapesti Corvinus Egyetem
Kertészettudományi Kar
Zöldség- és Gombatermesztési Tanszék

Budapest, 2015

A doktori iskola

- megnevezése:** Kertészettudományi Doktori Iskola
- tudományága:** 4. Agrártudományok (4.1 Növénytermesztési és kertészeti tudományok)
- vezetője:** Tóth Magdolna, DsC
egyetemi tanár
Budapesti Corvinus Egyetem
Kertészettudományi Kar,
Gyümölcsstermő Növények Tanszék
- Témavezetők:** Balázs Sándor, MHAS
professor emeritus
Budapesti Corvinus Egyetem
Kertészettudományi Kar,
Zöldség- és Gombatermesztési Tanszék
- Kókai Zoltán, PhD
egyetemi docens
Budapesti Corvinus Egyetem
Élelmiszertudományi Kar,
Árukezelési és Érzékszervi minősítési Tanszék

A doktori iskola- és a témavezetők jóváhagyó aláírása:

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

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

.....

Dr. Balázs Sándor Dr. Kókai Zoltán
témavezetők

A Budapesti Corvinus Egyetem Élettudományi Területi Doktori Tanácsának 2015. október 13-i határozatában a nyilvános vita lefolytatására az alábbi bíráló Bizottságot jelölte ki:

BÍRÁLÓ BIZOTTSÁG:

Elnöke:

Höhn Mária, CSc

Tagjai:

Rimóczi Imre, DSc

Vajna Balázs, PhD

Hajdú Csaba, PhD

Opponensek:

Kovács András, PhD

Sipos László, PhD

Titkár:

Karacs-Végh Anita, PhD

TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS	3
2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS	5
2.1 A csiperkegomba (<i>Agaricus bisporus</i> (J.E. LANGE) IMBACH)	5
2.1.1 A csiperkegomba táplálkozásélettani hatásai	5
2.1.2 A csiperkegomba gazdasági jelentősége	7
2.1.3 A csiperkegomba termesztéstechnológiája.....	9
2.2 A laskagomba (<i>Pleurotus</i> hibrid).....	13
2.2.1 A laskagomba táplálkozásélettani hatásai	13
2.2.2 A laskagomba gazdasági jelentősége	14
2.2.3 A laskagomba termesztéstechnológiája.....	15
2.3 Ergoszterol és D-vitamin az emberi szervezetben és a gombákban	18
2.3.1 Az ergoszterol felépítése és szerepe	18
2.3.2 A D-vitamin felépítése és szerepe	19
2.3.3 A D-vitamin forrásai	26
2.3.4 D-vitamin a gombákban	27
2.3.5 A gombák D-vitamin tartalmának növelési lehetőségei	29
2.4 Érzékszervi vizsgálatok	34
2.4.1 Érzékszervi vizsgálatok résztvevői, módszerei és céljai	34
2.4.2 Termékfejlesztés, termékoptimalizálás, conjoint analízis	37
3. CÉLKITŰZÉS	41
4. ANYAG ÉS MÓDSZER	44
4.1. Vizsgált csiperke és laskagombák	44
4.2. Alkalmazott módszerek és statisztikai értékelések	46
4.2.1. Az UV kezelések módszere.....	46
4.2.2 Műszeres analitikai módszerek	47
4.2.2.1 Hozamok mérése	47
4.2.2.2 Szárazanyag-tartalom vizsgálat	48
4.2.2.3 D-vitamin és ergoszterol tartalom vizsgálata	48
4.2.2.4 Színmérés	49
4.2.2.5 Polifenol- és antioxidáns-tartalom mérések	50
4.2.3 Érzékszervi módszerek.....	52
4.2.3.1 Szakértői termék karakterizálás (számítógéppel támogatott profilanalízis).....	53
4.2.3.2 Fogyasztói különbségtételi vizsgálat (háromszögteszt)	57
4.2.3.3 Termékoptimalizálás fókuszcsoport és conjoint analízis módszerkombinációval	60
5. EREDMÉNYEK	64
5.1. A műszeres analitikai mérések eredményei.....	64
5.1.1 Hozamok	64
5.1.1.1 Fehér csiperkegomba hozama.....	64
5.1.1.2 Barna csiperkegomba hozama	65
5.1.1.3 Laskagomba hozama	66
5.1.2 Szárazanyag tartalom vizsgálat eredményei.....	67
5.1.3 D-vitamin tartalom vizsgálat eredményei.....	68
5.1.3.1 Fehér csiperkegomba D-vitamin tartalmának változása	68
5.1.3.2 Barna csiperkegomba D-vitamin tartalmának változása	70
5.1.3.3 Laskagomba D-vitamin tartalmának változása	71
5.1.4 Ergoszterol tartalom vizsgálat eredményei.....	73
5.1.4.1 Fehér csiperkegomba ergoszterol tartalmának változása	73
5.1.4.2 Barna csiperkegomba ergoszterol tartalmának változása.....	75

5.1.4.3 Laskagomba ergoszterol tartalmának változása	76
5.1.5 Színmérés eredményei.....	78
5.1.6 Polifenol és antioxidáns mérés eredményei.....	80
5.1.6.1 Fehér csiperkegomba polifenol és antioxidáns mérés eredményei	80
5.1.6.2 Barna csiperkegomba polifenol és antioxidáns mérés eredményei	82
5.1.6.3 Laskagomba polifenol és antioxidáns mérés eredményei	83
5.2. Az érzékszervi mérések eredményei.....	84
5.2.1 Szakértői termék karakterizálás (profilanalízis) eredményei.....	84
5.2.1.1 Fehér csiperkegomba profilanalitikus eredményei	84
5.2.1.2 Barna csiperkegomba profilanalitikus eredményei	90
5.2.1.3 Laskagomba profilanalitikus eredményei	91
5.2.2 Fogyasztói különbségtételi vizsgálat (háromszögteszt) eredményei	95
5.2.2.1 UVB sugárzással kezelt fehér csiperkegomba eredményei.....	95
5.2.2.2 UVB sugárzással kezelt barna csiperkegomba eredményei	97
5.2.2.3 UVB sugárzással kezelt laskagomba eredményei	99
5.2.3 A fókuszcsoport és conjoint analízis termékoptimalizálás eredményei	101
6. KÖVETKEZTETÉSEK	106
7. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK	116
8. ÖSSZEFOGLALÁS.....	117
9. SUMMARY	119
MELLÉKLETEK	121
M.1. Felhasznált irodalom	122
M2. Az UVB és UVC kezelt gombaminták D-vitamin tartalmának páronkénti összehasonlítása.....	142
M3. Az UVB és UVC kezelt gombaminták ergoszterol tartalmának páronkénti összehasonlítása.....	144
M4. A polifenol és antioxidáns mérések eredményeinek értékei	146
KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	148

1. Bevezetés

Az elmúlt évtizedben több nemzetközi vizsgálatban is felmérték a Föld rohamosan növekvő népességének D-vitamin ellátottságát (Gordon et al., 2004; Hanley & Davison, 2005; Holick, 2007; Looker, 2011). Ezen kutatások alapján megállapították, hogy a D-vitamin hiány napjainkban már népbetegségnek számít, hiszen egyaránt érint különböző korú, nemű és társadalmi helyzetű embereket (Ginde et al., 2009). A D-vitamin hiány ilyen nagyarányú előfordulásának egyik oka, hogy viszonylag kevés és korlátozottan elérhető természetes forrása van (Holick, 2007). A D-vitamin egyik formája a D₃-vitamin, amely a bőrben, napsugárzás hatására keletkezik. Hozzáférhetőségét befolyásolja egyrészt az ember életkora (az emberi bőr minősége), az évszakok (a beeső fény mennyisége), de a földrajzi elhelyezkedés is (északi, fényszegény területek) (Webb et al., 1988; Tangpricha et al., 2002; Hanley & Davison, 2005; Park & Johnson, 2005; Schwartz & Hanchette, 2006; Holick, 2007). Az elszegényedett területeken élő, nem megfelelően táplálkozó lakosok, vagy a speciális étrendűek (pl. vegetáriánusok) nem jutnak hozzá megfelelő mennyiségben a táplálékból származó D-vitamin típushoz (D₂-vitamin) (Chen et al., 2007; Holick, 2007).

Miután a Föld népességének nagy hányadát érinti a D-vitamin hiány, a múlt század végén több táplálkozástudományi kutatás helyezte középpontba D-vitamin mesterséges előállításának lehetőségeit, illetve széles körben elérhetővé tételét D-vitamin tartalmú táplálék-kiegészítők vagy D-vitaminnal dúsított élelmiszerek formájában. A kezdeményezések eredményeképp mára már többféle készítményhez (tablettákhoz, cseppekhez) lehet széles körben hozzájutni (Holick et al., 1992; Jacobus et al., 1992; Tangpricha et al., 2003). A tudatos fogyasztók azonban előtérbe helyezik a természetes forrásból származó vitaminbevitelt, ezért az elmúlt évtizedekben számos kutatás célja volt olyan termékek kifejlesztése, amely magas, de természetes eredetű D-vitamin tartalommal rendelkezik.

A gombák alacsony energiatartalmuk és magas tápértékük miatt az egészséges, korszerű táplálkozás fontos elemei. Előnyös táplálkozásélettani hatásukon felül ráadásul még azon kevés élelmiszereink közé sorolhatóak, amelyek természetes eredetű D-vitamint is tartalmaznak (Mattila et al., 1994). A gombák D-vitamin tartalmuk mellett magas ergosterol szinttel is jellemezhetőek (Mattila et al., 2002; Jasinghe & Perera, 2005). Az ergosterol tartalom alakul át UV sugárzás hatására D-vitaminná (Jasinghe et al., 2007). Napjainkban több kutatásnak is célja olyan eljárások kidolgozása, melyek segítségével ezt a természetben is lezajló átalakulást mesterségesen is generálni lehet a természet

gombákban UV megvilágítással (Mau et al., 1998; Perera et al., 2003; Kalaras et al., 2012; Jasinghe & Perera, 2006; Teichmann et al., 2007; Ko et al., 2008; Simon et al., 2011; Phillips & Rasor, 2013). 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 legtöbb irodalmi forrás a fehér csiperkegomba, illetve a laskagomba post-harvest UV kezeléseinek eredményeiről számol be, kevés adat érhető el azonban a termesztett gombák aktívan növekvő, még szedés előtt álló (pre-harvest) kultúráinak UV kezeléseiről és azok eredményességéről (Kristensen et al., 2012).

Az UV sugárzás stressz faktorként válaszreakciót válthat ki a gombákban, ezáltal D-vitamin tartalmukon felül változhatnak például az olyan beltartalmi tulajdonságaik, mint az antioxidáns kapacitás vagy a polifenol tartalom. A gomba küllemére is hatással lehet az UV megvilágítás (változhat pl. a színe), de az UV sugárzás sejtroncsoló hatása is megmutatkozhat a kezelt termék érzékszervi jellemzőiben, vagy a gomba hozamában.

A megnövelt D-vitamin tartalmú termesztett gomba mint termék értékelése csak integrált megközelítésben tehető meg a táplálkozásélettani szempontok, a beltartalmi tulajdonságok, a fogyasztói értékelések és érzékszervi tényezők figyelembevételével. A komplex elemzés a gyakorlat számára könnyen hasznosítható információt nyújthat, ezáltal hozzájárul egy olyan termék kifejlesztéséhez, amely értékes egyrészt a beltartalmi mutatók és főként a D-vitamin tartalom szempontjából, másrészt pedig a fogyasztói szükségletekből kiinduló termékoptimalizálásnak köszönhetően vonzó és elfogadható a fogyasztói oldalról.

2. Irodalmi áttekintés

2.1 A csiperkegomba (*Agaricus bisporus* (J.E. LANGE) IMBACH)

A kétspórás csiperkegomba az egyik legrégebb óta és a világon valószínűleg a legnagyobb mennyiségben termesztett gombafaj. Rendszertanilag a *Basidiomycota* törzsbe, *Agaricomycetes* osztályba, *Agaricales* rendbe és *Agaricaceae* családba tartozik (Internet 1.).

A legtöbb nyelvben a francia eredetű *champignon* (= gomba) néven ismert, sokáig Magyarországon is használatos volt a *sampinyon* megnevezés. Angol neve: *button mushroom*, illetve a fehér fajták esetén *white button mushroom*.

A csiperkegomba termesztett fajtái között a legtöbb fehér kalapszínű, de a barna kalapú hibridek termesztése is egyre jelentősebb.

2.1.1 A csiperkegomba táplálkozásélettani hatásai

A csiperkegomba friss termőtestének *víz tartalma* igen magas, 90-92% körül alakul, emiatt a könnyen romló élelmiszerek közé tartozik, és a felhasználásig hűtést igényel. Ásványi elem tartalmának legnagyobb részét, közel 97-98%-át, négy *makroelem*, a kálium, foszfor, kalcium és magnézium adja (Vetter, 2000). Ezek közül is a legtöbbet káliumból tartalmaz (43-51 000 mg/kg szá.), ami az összes szárazanyag tartalom közel 75%-a, ezért táplálkozás-élettani szempontból értékes káliumforrásnak tekinthető. A magas kálium koncentráció nem csak a csiperkegombákra jellemző, a legtöbb bazídiumos gombafajnál is 28-32 000 mg/kg körül alakul. Ez a makroelem több jelentős biológiai hatással rendelkezik, így számos enzim működésében van fontos szerepe, és meghatározza a termőtest ozmotikus viszonyait is. A csiperkegomba a biológiailag szintén nagy jelentőségű, a sejtmembránokban és nukleinsavakban jelen levő foszforból mindössze harmad annyit tartalmaz, mint káliumból, és ez az érték kevésbé állandó mind a fajon, mind a bazídiumos gombák csoportján belül. A csiperkegomba kalcium (700-800 mg/kg szá.) és magnézium tartalma (1200-1500 mg/kg szá.) a termőtesttel rendelkező gombák átlagában szintén magasnak mondható (Vetter, 2000; Cheung, 2008).

A csiperkegomba a *mikroelemek* közül legtöbbet rézből (24-38 mg/kg szá.), cinkből (50-60 mg/kg szá.), nátriumból (300-500 mg/kg szá.) és szelénből (3-5 mg/kg szá.) tartalmaz. A réznek az emberi szervezetben szerepe van anyagcsere-folyamatok zavartalan működésének biztosításában, hatással van a hormonháztartásra, és egy másik mikroelem, a

cink mellett enzimaktivátorként is működik. A csiperkegombában található mikorelemek közül legnagyobb hatása az emberi szervezet működésére a nátriumnak van, hiszen az egyik legfontosabb makroelemmel, a káliummal együtt az ozmotikus viszonyok szabályozásáért felelős. A magas kálium- és alacsony nátrium tartalmú élelmiszerek, mint pl. a friss gombák, táplálkozás-élettani hatása egyre inkább felértékelődik a húsfélékkel szemben, ahol a két elem aránya éppen fordított, és ezért a szív- és érrendszeri betegségekben szenvedőknél magasabb egészségügyi kockázatot jelent. A szelén ugyan alig kimutatható mennyiségben van jelen, mégis nagy biológiai jelentőséggel bír, és az alapvetően szelénhiányos élelmiszereket fogyasztó átlag európai lakosság körében a friss gombák fogyasztása megoldást jelenthet (Vetter, 2000; Jakucs & Vajna, 2003; Cheung, 2008).

A csiperkegomba szerves alkotói között a *fehérjetartalom* kiemelkedő, mivel a szárazanyag tartalom 20-24%-a nyersfehérje. A csiperkegomba aminosav összetétele ráadásul igen hasonlít az állati fehérjéhez, ezáltal a növényi fehérjéknél magasabb biológiai értékkel rendelkezik. Az aminosav tartalom mintegy harmada esszenciális aminosav, de tartalmaz például olyan bázikus aminosavakat, amelyek felelősek lehetnek a jellemző illat kialakításáért (Cheung, 2008).

Az alacsony *nyerszsír-tartalom* (1,5-2% sza.) miatt a gombák, így a termesztett csiperkegomba is alacsony energiatartalommal jellemezhető. A gombákban található lipidek ráadásul a telítetlen, vagy többszörösen telítetlen vegyületek közé tartoznak. A zsírsavak közül kiemelendő a linolénsav, ami prekuzora az 1-oktén-3-ol-nak, amely az egyik legmeghatározóbb a gomba illatáért felelős vegyületek közül. Egy másik fontos lipid az ergoszterol, amely az össz lipidtartalom mintegy közel 15%-a. A gombák ergoszterol tartalma ugyan elsősorban a D-vitamin képzés szempontjából fontos, de önmagában is rendelkezik az emberi szervezet számára előnyös élettani hatásokkal. Az ergoszterol ugyanis bizonyítottan csökkenti a vér koleszterinszintjét azáltal, hogy gátolja annak beépülését a szervezetbe. Orvosi kutatások a vastagbélrák megelőzésében és kezelésében betöltött szerepét is vizsgálják pl. az *Agaricus blazei* esetében is (Jakucs, 2003; Lelley & Vetter, 2005; Cheung, 2008).

A csiperkegomba szárazanyag-tartalmának legnagyobb részét a *szénhidrátok* teszik ki (51-58%). A különböző mono-, oligo- és poliszacharidok közül az utóbbi csoportba tartozó glükánok és a kitin bír legnagyobb jelentőséggel. A glükánok biológiai hatása egészségvédő szerepükben rejlik. A kitin a gomba sejtfalának alkotója, bontása, emésztése azonban nehéz az emberi szervezet számára. A poliszacharidok és főleg a kitin miatt

magas a gombák ún. *élelmi rost* tartalma, ami az emésztést ugyan megnehezíti, de ballasztanyagként hozzájárul a teltségérzet kialakulásához. Számos kutatás bizonyította a koleszterinszint-csökkentő hatását is (Cheung, 2008).

A *vitaminok* közül a termesztett gombáknál, így a csiperkegombánál is mennyiségét tekintve elsőként a B-vitamin csoport emelendő ki. C-vitaminból keveset tartalmaz, és még ez a szint is csökkenhet a gombák felhasználása során, ami az ennél a terméknél jellemzően valamilyen hőkezelést jelent. D-vitaminból a termesztett gombák szinte alig, a vadon termők viszont annál többet tartalmaznak, hiszen a termőtestekben levő ergoszterol a természetes UV sugárzás hatására utóbbi fajoknál D₂-vitaminná alakul (Jasinghe & Perera, 2005; Cheung, 2008).

2.1.2 A csiperkegomba gazdasági jelentősége

Napjainkban a világon körülbelül 35 gombafajt termesztenek, de csak 20 körüli azoknak a fajoknak a száma, amelyek nagyüzemi termesztési módszere kidolgozott. A legnagyobb mennyiségben termesztett fajok a következők: *Agaricus bisporus* (csiperkegomba), *Lentinula edodes* (shiitake), *Pleurotus* spp. (laskagombafélék), *Auricularia auricula-judea* (júdásfüle gomba), *Flammulina velutipes* (téli fülőke) és *Volvariella volvacea* (bocskoros gomba) (Sánchez, 2004).

A termesztett gomba mennyisége 1997 és 2002 között megduplázódott (6.128 tonna éves megtermelt mennyiségről 12.250 ezer tonnára emelkedett) (Chang, 1999b), majd 2012-re ismét a kétszeresére nőtt és így elérte a közel 27 ezer tonnát/év (Royse, 2014). Ezzel párhuzamosan a gombafogyasztás is megnőtt 1 kg/fő éves mennyiségről 4 kg/fő/év-re az 1997 és 2012 közötti 15 éves időszakban (Royse, 2014).

Míg Európában és Amerikában az *Agaricus bisporus*, *Lentinula edodes*, és a *Pleurotus* fajok termesztése jellemző, addig Ázsiában több egzotikus és gyógygomba fajt termesztenek (Chang, 2008). A világ gombatermesztésének körülbelül 65%-át olyan gazdaságilag fejlett országokban értékesítik, mint az USA, Franciaország, Kanada, Németország vagy Olaszország, ahol a lakosság fizetőképes és hajlandó költeni az egészséges táplálkozásra, mindemellett keresi a funkcionális élelmiszereket is, emiatt a gyógyhatású gombáknak fontos szerepe van (Gyórfi, 2010).

A csiperkegomba termesztése az 1600-as évekre nyúlik vissza (Sánchez, 2004). A gombatermesztés, és azon belül is főként a kétspórás csiperkegomba termesztése dinamikusan fejlődő ágazat volt a XX. század végéig szerte a világon, amint azt a termesztett fajok összes megtermelt mennyiségének változása is jól mutat: az 1997-ben

termesztett 6,3 millió tonna a 10 évvel korábbi termelésnek közel háromszorosa volt, a csiperkegomba mennyisége pedig 60%-kal nőtt (Györfi, 2003; Chang, 2008). 2014-ben a világ gombatermelése már elérte a közel 8 millió tonnát, aminek 80%-a csiperkegomba volt (Royse, 2014).

A fehér csiperkehibridek a legnagyobb arányban termesztett gombák a világon, Európában és Magyarországon is. 2010-ben Kína termesztette a legtöbb csiperkegombát a világon (több mint 2,1 millió tonna), második helyen az Európai Unió állt közel 1 millió tonnával, majd az Egyesült Államok következett (350 ezer tonna) (Royse, 2014).

Az Európai Unió tagállamai közül a legmagasabb szintű technológiát képviselő, teljesen automatizált termesztőházaknak, a kutatási háttérnek és a szakképzett munkaerőnek köszönhetően sokáig Hollandia volt vezető szerepben, ám az európai termelés átalakulása, a Kelet- és Közép-európai országok gombatermelésének fellendülése nyomán napjainkban már Lengyelország van az első helyen. Európában az elmúlt másfél évtizedben Lengyelország gombaipara mutatta a legdinamikusabb növekedést, amit a többi tagállamhoz képest alacsony termelési költség miatt tudták elérni. 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, míg 2010-ben már 250 ezer tonna gombát állítottak elő (Györfi, 2010), 2014-re pedig elérte a 330-335 ezer tonnát az éves megtermelt mennyiség (Fruitveb, 2014). A lengyelek frissen és feldolgozva is exportálnak gombát a szomszédos Németországba, amely a fő felvevőpiacot jelenti számukra és évente közel 25 000 tonna friss lengyel gombát vásárol. A lengyel export másik célországa Hollandia, amely 2008-ban 16 600, míg 2009-ben 15 300 tonna friss gombát vásárolt Lengyelországból (Peters, 2010ab), de Oroszország friss csiperkegomba piacának 90%-a is lengyel eredetű (Royse, 2014). Az Európában termesztett csiperke közel 60%-át friss gombaként, míg a fennmaradó közel 40%-ot feldolgozott formában értékesítik (Györfi, 2010).

A hazánkban termesztett gombafajok közül a csiperke bír a legnagyobb piaci jelentőséggel, az összes megtermelt gombának 90-92%-át teszi ki (Fruitveb, 2014). 2009-ben 18 ezer tonna csiperkegombát termeltünk, ez a mennyiség jelentős visszaesést jelentett a 2000-ben mért termésmennyiséghez képest. A termesztés visszaesésének elsőszámú oka a gombatermesztés jövedelmezőségének csökkenése volt, és hogy egyre nehezebb volt felvenni a versenyt a lengyel exportgomba árával. A hazai termesztőknek értékesítési problémái is adódtak, ugyanis a gazdasági válság miatt kevesebb gombát vásároltak az

emberek (Győrfi, 2001; Győrfi, 2010). 2010 óta azonban ismét növekedni kezdett a hazai termelés, és 2014-ben már közel 30 ezer tonna gombát termesztünk (Fruitveb, 2014).

Friss fehér csiperkegombát Magyarországon ma már a legtöbb piacon és sok kiskereskedelmi egységben is lehet vásárolni. A nagyobb üzletláncok és hipermarketek polcain 500 g-os kiszerelésben mindig elérhető, de gyakran tartanak 250 és 1000 g-os műanyag tálcás csomagolású gombát is. Hipermarketekben a szeletelt gomba és a – sokszor gyengébb minőségű – ömlesztett gomba is általános. A (jellemzően kék) műanyag tálca mellett papírdobozos és hánckosaras csomagolási egységben is megvásárolható. A 4-6 cm-es kalapméretű gomba a leggyakoribb, de esetenként kettesével csomagolva a 10-12 cm-es kalapméretű fehér csiperkegomba is megtalálható.

Legalább egy kiszerelésű (általában 500 g-os, műanyag tálcás) barna csiperkegombát ma már általánosan elérhető a nagyobb élelmiszer üzletekben, de sosem olyan gazdag választékban, mint a fehér csiperkegomba.

2.1.3 A csiperkegomba termesztéstechnológiája

A csiperkegomba termesztő közege a *komposzt*, amely egy homogén, szelektív, hőkezelt, de nem steril anyag (Győrfi & Maszlavér, 2002; Győrfi, 2003; Oei, 2003). A komposzt összetevő közül a gomba fejlődéséhez szükséges szént a szalma (hazánkban többnyire búzaszalma), a nitrogént pedig a trágya (ló- és csirketrágya) adja, de emellett vizet is kevernek az alapanyaghoz az ideális nedveségtartalom eléréséhez, a szerkezetjavítás és pH optimalizálás érdekében pedig gipszet is adagolnak (Gerrits, 1977; Győrfi & Maszlavér, 2002, Győrfi, 2003; Oei, 2003; Straatsma, 2004).

A komposztálás során a kiindulási nyersanyagok tápanyagai feltáródnak, így azok a csiperkegomba számára felvehetővé válnak (Flegg, 1995; Győrfi, 2003). Emellett a gomba micéliumának fejlődését gátló, vagy később a termőidőszakban termés kiesést okozó versengő szervezetek (patogén gombák, kórokozók és kártevők) száma is csökken (Fermor & Wood, 1981; Van Zaayen & Rutjens, 1981; Flegg, 1995). A tápanyagok feltárását, a szénhidrátok bontását és a szabad ammónia megkötését végző baktériumok és mikroszkopikus gombák élettevékenységüket csak megfelelő nedveségtartalom mellett tudják folytatni, ezért már a komposztálás korai fázisától kezdve szükséges az alapanyag nedvesítése. A napjainkban használatos csiperkekomposztot erre specializálódott komposztüzemek állítják elő (Fergus, 1964; Fergus & Amelung, 1971; Gerrits, 1992; Győrfi & Maszlavér, 2002).

A hőkezelt, homogén és szelektív táptalajba a komposztálási folyamat befejeztével már belekeverhető a gomba szaporítóanyaga, az úgynevezett *gombacsíra*. Ebből a gomba micéliumával átszövetett gabonaszem alapú szaporítóanyagból 100 kg komposztba 0,8-1,4 litert kevernek. A szemcsírat tartalmazó alapanyagot nevezzük II. fázisú komposztnak (Gyórfi, 2003; Oei, 2003; Gyórfi, 2010).

A következő lépés a táptalaj micéliummal történő átszövetése. 25-27°C-on a csiperkegomba micéliuma az oltópontként funkcionáló szemcsírából kiindulva 14-16 nap alatt szövi át a rendelkezésre álló alapanyagot (Gyórfi, 2003). Ez a folyamat történhet a termesztés helyszínén, ahol a komposzt már zsákokba, vagy préselt blokkokba töltve áll, de a komposztüzemekben is átszövethető az alapanyag nagy tömegben, bunkerekben (Gerrits, 1985; Gyórfi, 2010). A tömegátszövetést követően magas fehérjetartalmú *dúsítóanyagokat* is kevernek az alapanyaghoz a hozam növelése érdekében (Sinden & Schisler, 1962; Buth, 2007; Gyórfi, 2010). A tömegátszövetés végére III. fázisú alapanyag keletkezik, és készen áll a termesztő létesítményekbe történő szállításhoz. Napjainkban a termesztők közel 90%-ban III. fázisú komposzttal dolgoznak.

A csiperkegomba *termesztése* több típusú berendezésben is megoldható, így napjainkban is jelentős arányban termesztnek gombát Budapesten és környékén mészkőpincékben (Gyórfi, 2003; Gyórfi, 2010). A legkorszerűbb technológiát képviselő, mennyiségi és minőségi gomba termesztésére alkalmas berendezések azonban az úgynevezett *holland típusú termesztőházak* (Oei, 2003). Ezekben a felszíni berendezésekben kizárólag III. fázisú komposztról történik a termesztés, hiszen azáltal, hogy az átszövetési időszakot nem itt tölti az alapanyag, egy termőciklus közel 20%-kal lerövidíthető és ezzel több telepítés valósítható meg egy évben (Gerrits, 1985; Morrissey, 1995; Gyórfi, 2003). A holland házak legnagyobb előnye az összes többi termesztő berendezéssel szemben, hogy a friss piacra történő szedést kivéve minden gépesíthető, a helyiségek jól klimatizálhatóak, így a gomba optimális fejlődéséhez szükséges környezeti feltételek (pl. hőmérséklet, páratartalom, CO₂ szint, vízutánpótlás) automatikusan vezérelhetőek (Gyórfi, 2003; Oei, 2003). Helyben történik az áruvá készítés (pl. szeletelés) és a különböző típusú csomagolási egységekbe és kiserelésekbe (pl. 250-1000 g-os műanyag tálca vagy papírdoboz) történő csomagolás, valamint a holland házak nagy hűtőkapacitással is rendelkeznek (Gyórfi, 2010).

A holland típusú berendezésekben helyiségenként több sor polc helyezkedik el, mindegyik polcsor öt- vagy hatszintes, így a pincés létesítményekhez képest (ahol a

termesztés legtöbbször egy, maximum két szinten történik) a hasznos termőfelület többszörösére növelhető. A polcok anyaga könnyű, de tartós galvanizált alumínium. Az ellenálló anyag és a pontos illesztés azért is különösen fontos, mert mind a tartóoszlopokat, mind a polcok oldalát és alját sínként használja több berendezés is, például az öntözőrendszer és a borzológép (Gyórfi, 2010).

Pincés termesztésnél a II. vagy III. fázisú alapanyag zsákokban vagy blokkokban érkezik a komposztüzemből. A 15-22 kg komposztot tartalmazó zsákokat az előkészített, tiszta termesztő helyiségbe hordják, egalizálják és elhelyezik a padozaton, vagy a helyiség padlóján. Ritkább esetben speciális, erre a célra kialakított asztalokon még egy szint zsákot helyeznek el a volumen növelése érdekében. A préselt blokkokat szorosan egymás mellé fektetik a polcokra. II. fázisú komposzt esetén a behordást egy 14-16 napos átszövetési időszak követ, melynek során a zsákokban a csiperkegomba micéliumának gyors fejlődéséhez szükséges 25-27 °C-ot tartanak. Az átszövetést követően, illetve III. fázisú komposzt használata esetén a zsákokat egyenként, a blokkokat pedig egybefüggő felületként kezelve takarófölddel takarják (Gyórfi, 2003; Gyórfi, 2010).

A *takaróföld* egy jó vízfelvevő és vízmelegtartó képességű keverék. A hazánkban használatos takaróföld általában 80-90% tőzeget és 10-20% örölt mészkőport, vagy cukorgyári mésziszapot tartalmaz, így tápanyagtartalma alacsony. A takaróföld a csiperkegomba termesztésben több feladatot is ellát: biztosítja a termőtestek fejlődéséhez szükséges nedvességtartalmat és biotikus feltételeket, továbbá pufferként funkcionál a környezet és a komposzt között, és így bizonyos fokú védelmet jelent kórokozók ellen. A takaróanyag teszi lehetővé a termőtestek által felvett, a fejlődésükhöz elengedhetetlen víz visszapótlását, mert a komposzttal ellentétben a takaróanyag öntözhető. Jó szerkezete biztosítja a megfelelő víz-levegő arányt (Szili, 1994; Szabó, 1990; Szili, 2008; Gyórfi, 2010).

A III. fázisú, micéliummal átszövetett, termesztésre kész komposzt ömlesztve, hűtött kamionokban érkezik a holland házakba. Az alapanyag hűtésére azért van szükség a szállítás során, hogy a komposzt túlmelegedését, és ezzel a micélium sérülését megelőzzék. A komposztot a kamionokról szállítószalagokkal közvetlenül a polcok végéhez juttatják, ahol egy gép 18-27 cm vastagságban a polc alá fektetett behúzószőnyegre tölti. A komposztra egy lépésben 4-6 cm vastag takaróanyagot is halmoznak, majd a takaróanyaggal ily módon fedett komposztot a behúzószőnyeg segítségével a helyiség túlsó végéről a polcok belső vége felé húzzák (Gyórfi, 2010). Amennyiben a takarás CAC-inggel (Compost Added at Casing) történik, tehát a takaróanyag egyenletes átszövődésének

biztosítása és a borzolás lépésének elkerülése érdekében kis mennyiségben átszövetett komposztot kevernek a takaróanyaghoz, a lappangási időszak (amíg a micélium átszövi a takaróanyag réteget) lerövidül, így akár már a betárolást követő 16-18. napon várható az állomány termőre fordulása. Ha a termesztés hagyományos technikával történik, akkor a takarást követően, a lappangási időszakban a 6-9. napon, amikor a micélium a komposztból kiindulva a takaróanyag réteg közel kétharmadát már átszötte, borzolásra (más néven bolygatásra) van szükség. A borzolás célja, hogy a vastag micéliumkötegeket széttörjedje, ezáltal darabos és nem csokros termőtest-fejlődést indukáljon. A borzolás után 2-3 napig nem öntözik a kultúrát, hogy a micélium regenerálódását ne hátráltassák (Rácz & Koronczy, 2001; Gyórfi, 2010).

Amikor a micélium megjelenik a takaró föld felületén, a kultúrát termőre fordítják: micéliumot a generatív fázisba lépésre, vagyis a termőtest kezdemények (primordiumok) képzésére készítetik a környezeti körülmények (hőmérséklet, páratartalom, CO₂ szint) megváltoztatásával (Oei, 2003). A komposzt hőmérséklete a termőre fordítás előtti időszakban 25-27 °C között van, a relatív páratartalom pedig 95% körül alakul. Friss levegő adagolásával a komposzt hőmérsékletét fokozatosan 18-20 °C-ra hűtik, míg a CO₂-szintet 5 000-6 000 ppm-ről 1 200-1 800 ppm-re, a relatív páratartalmat pedig 95%-ról 92%-ra csökkentik (Van Griensven, 1988; Oei, 2003; Gyórfi, 2010).

A kisméretű primordiumok, az úgynevezett tűfejek megjelenése után 3-6 nap alatt válik szedéséretté a termőtest (Szili, 2008; Gyórfi, 2010). Termőidőszakban a levegő és a komposzt hőmérséklete között mindig kell lennie 1-2 °C különbségnek, hogy a folyamatos párologtatás biztosítva legyen. A termesztő helyiség hőmérséklete 18 °C, míg a komposzt hőmérséklete 20 °C körül van. A CO₂-szint a termőidőszakban 600-1 800 ppm (0,06-0,18%) között ideális a csiperkegomba számára (Long & Jacobs, 1968; San Antonio & Thomas, 1972). A relatív páratartalmat a termőidőszakban 90-92% körül kell tartani. A szükségesnél alacsonyabb páratartalom (főleg, ha nagy légsebességgel párosul) a fejlődő termőtest kezdemények leszáradását, illetve a kifejlett termőtestek felületének kiszáradását, pikkelyesedését okozhatja és súlycsökkenést eredményez. A túlságosan magas relatív páratartalom (95% fölött) zavart okoz a transpiráció folyamatában és a micéliumot ismételt vegetatív fejlődésre készíti (Van Griensven, 1988; Oei, 2003; Szili, 2008; Gyórfi, 2010).

A csiperkegomba hullámokban terem. Legtöbbször 2, maximum 3 hullámot szednek, ezután a kultúra nagy eséllyel már kártevők, kórokozók által fertőzött, a minősége lecsökkent és további termesztése nem gazdaságos. A gomba szedése friss piaci

felhasználásra kizárólag kézzel történik, ez az az egy munkafolyamat, amely még holland házas termesztésben sem gépesíthető és automatizálható. A fehér csiperkegomba hozama a legkorszerűbb berendezésben történő termesztés esetén 32-35 kg gomba 100 kg komposztról (Rácz & Koronczy, 2001; Oei, 2003; Györfi, 2010).

A szedést követően pincés termesztésnél az alapanyagot kihordják, majd a helyiség falait magasnyomású mosó segítségével, 10%-os hipós oldattal lemossák. A holland rendszerű házakban a műszaki feltételek adottak a letermelt alapanyag kigőzöléséhez, ezáltal a felszaporodott kártevők és kórokozók számának csökkentéséhez. A 70 °C-on, 12 órán át kifőzött alapanyagot csak ezután hordják ki a helyiségből, majd a polcokat, padozatokat, falakat és más felületeket vízzel tisztára mossák (Van Zaayen & Rutjens, 1981; Györfi, 2010).

2.2 A laskagomba (*Pleurotus* hibrid)

A laskagomba a csiperkegomba és a shiitake mellett a legnagyobb mennyiségben termesztett gombafaj. A *Pleurotus* fajok rendszertanilag a *Basidiomycota* törzsbe, az *Agaricomycetes* osztályba, az *Agaricales* rendbe, és a *Pleurotaceae* családba tartoznak (Internet 1.).

Számos hibridjét termesztik, de a legnépszerűbb ezek közül a magyar nemesítésű 'HK 35'-ös elnevezésű törzs.

2.2.1 A laskagomba táplálkozásélettani hatásai

A csiperkegombához hasonlóan a laskagombafélék is magas fehérje- és vitamintartalommal, de alacsony zsír- és energiatartalommal jellemezhetőek (Vetter, 1999; Bonatti et al., 2004).

A laskagomba legfontosabb *ásványi elemei* közül kiemelkedő a kálium, amelyből a legtöbb bazídiumos gombára jellemző érték (28-32 000 mg/kg szá.) körüli 29-34 000 mg/kg-ot (szá.) tartalmaz, ezért táplálkozás-élettani szempontból értékes káliumforrásnak tekinthető. Foszfortartalma a csiperkéénél alacsonyabb, 6-7 000 mg/kg (szá.) körül alakul, míg kalciumból és magnéziumból 500-700, illetve 1 300-1 600 mg/kg található benne (Chang & Miles, 2004; Cheung, 2008).

A laskagomba *mikroelem* tartalmánál kiemelendő a cink (78-80 mg/kg szá.) és a réz (10-14 mg/kg szá.). A N/K aránya 160-170, ami magasabb ugyan, mint a csiperkegombára jellemző érték (100-145), de még így is nagyon kedvező (Chang & Miles, 2004; Cheung, 2008).

A termesztett gombákról általánosan elmondható, hogy jó fehérjeforrások, az összes esszenciális aminosav megtalálható bennük. A laskagomba a húsnál kevesebb *fehérjét* tartalmaz ugyan, de széles körben húspótló élelmiszerként tartják nyilván. A laskagomba nyersfehérje tartalma jellemzően 17-20%, amelynek nagyobb része a kalapban található (Chang & Miles, 2004; Cheung, 2008).

A laskagomba a termesztett gombákhoz hasonlóan alacsony *nyerszsírtartalommal* (1,5-1,7% sza.) és emiatt alacsony energiatartalommal jellemezhetők. Lipidösszetételének nagy részét, akár csak a csiperkegombánál, telítetlen vagy többszörösen telítetlen vegyületek teszik ki. Külön kiemelendő a laskagomba ergoszterol tartalma.

A laskagomba szárazanyag tartalmának nagy részét adó *szénhidrátok* közül is mannitolból tartalmaz többet, mint glükózból (Lelley & Vetter, 2005).

A jellemző *vitaminok* közül a B-vitamin csoport, illetve a D-vitamin emelendő ki. D-vitaminból a termesztett laskagombában lényegesen kevesebb található, mint a vadon gyűjtött példányokban, hiszen ez utóbbiaknál a termőtestekben levő ergoszterol a természetes UV sugárzás hatására már D-vitaminná alakult (Jasinghe & Perera, 2005).

A laskagombafélék *gyógyhatásai* között az antitumor, immunerősítő és antioxidáns hatás áll a kutatások középpontjában, és számos szakirodalmi forrás szól a gombák és azon belül is a laskagomba fajok gyulladáscsökkentő, a vér koleszterin és cukorszintjét csökkentő hatásáról (Gunde-Cimerman & Plemenitas, 2001; Chang & Miles, 2004; Shamtsyan et al., 2004; Gregori et al., 2007). A laskagombák antitumor hatását a poliszacharid frakció nagy részét (139 mg/100 g friss tömeg) adó β -D-glukánoknak tulajdonítják (Karacsonyi & Kuniak, 1994; Gunde-Cimerman & Plemenitas, 2001). A vérkoleszterin szintre gyakorolt hatás a kitin- és kitozántartalommal van összefüggésben (Razdan & Pettersson, 1994; Kurtzman, 2005). A kései laskagombánál a kitintartalom alacsonyabb (3,78% sz.a.) ugyan a csiperkegombánál mért értékeknél (6,67% sza.), de éppen emiatt terheli kevésbé az emésztőrendszert (Vetter, 2002; Vetter, 2007).

2.2.2 A laskagomba gazdasági jelentősége

A laskagomba termesztését az 1900-as években kezdték az Egyesült Államokban, előbb faanyagon, majd lágyszárú növényi melléktermékkel kevert alapanyagon. Már ebben az időszakban is steril szaporítóanyagot használtak a keverék beoltására (Szabó, 2002; Sánchez, 2010). A nagyüzemi termesztést 1960-70-es évekre dolgozták ki.

A csiperkegomba mellett a laskagomba termesztése is elsősorban a nyugati féltekén terjedt el, míg a keleti térségekre és főként az ázsiai országokra az egzotikus gombafajok termesztése jellemző (Chang, 2008).

A korszerű technológia terjedésével tíz év leforgása alatt, 1986-ra 169 000 tonnára, majd 1997-ben már 876 000 tonnára nőtt a világon a laskagomba fajok megtermesztett mennyisége (Chang, 1999a). 2003-ra ez a szám megháromszorozódott, 2010-re pedig elérte a 2,6-2,8 millió tonnát, amelynek 85%-át Kínában állították elő (Chang, 2008; Royse, 2014).

A laskagomba megtermelt mennyiségét tekintve hazánkban és Európában a második helyen áll a csipekegomba mögött, világviszonylatban pedig harmadik a csiperke és shiitake után. Az Európai Unióban 2010-ben 32 ezer tonna laskagombát termesztettek.

Magyarországon 2014-ben 2500-2800 tonna volt az éves laskatermelés, ami az Európai Unió országait tekintve közepesnek tekinthető (Fruitveb, 2014). A hazánkban termesztett laskagomba nagy része német, osztrák vagy egyéb uniós piacon kerül értékesítésre, ahol a magyar gomba kedvelt és keresett termék (Somosné et al., 2005).

2.2.3 A laskagomba termesztéstechnológiája

A laskagomba a fehérkorhasztó gombafajok közé tartozik, ezért enzimeivel képes a hemicellulózon és cellulózon túl a lignint is bontani, így a legkülönbözőbb mezőgazdasági hulladékok, illetve melléktermékek (pl. növényi részek, terméshéj, kukoricacsutka, a faanyagok közül pedig fűrészpor, faforgács, farönk stb.) felhasználhatóak termesztési alapanyagként (Chang, 2000; Eggen & Sasek, 2002). A csiperkegombáénál magasabb szén és alacsonyabb nitrogén igénye van, ezért intenzív laska termesztéstechnológiában is használható a csiperkegomba termesztésben is alkalmazott gabonafélék szalmája, amely 100:1 szén-nitrogén arányával a laskagomba termesztésénél is jól használható. Extenzív termesztésben farönkök és fatuskók a termesztési alapanyagok. Ennek a termesztési megoldásnak elsősorban hobbitermesztésben, vagy erdőirtás után a visszamaradó faanyag hasznosításánál van jelentősége (Szabó, 1990; Győrfi & Geösel, 2008; Kovácsné Gyenes, 2010).

Hazánkban a legnagyobb mennyiségben gabonaszalma képezi a táptalajt (szubsztrátumot). A laskagomba *szubsztrátuma* mind összetételében, mind előállításban és kezelésében különbözik a csiperkegomba termesztésben használatos komposzttól, előállítása történhet hőkezelés nélkül is, de intenzív termesztésben csak hőkezelt alapanyaggal dolgoznak. A hőkezelési eljárásoknak – akár csak a komposzt előállítás

folyamatában – célja csökkenteni a versengő szervezetek számát, hogy az a laskagomba micéliumának fejlődését lassító, gátló konkurensoktól mentessé váljon. A hőkezeléssel történő táptalaj-előállításnak több kidolgozott módszere van: steril eljárás, száraz hőkezelés, nedves hőkezelés és egyéb eljárások. Mennyiségi és minőségi laskagombát biztosító intenzív termesztéshez hazánkban csak hőkezelt, szalma alapú szubsztrátumot használunk (Balázs, 1985; Szabó, 1986; Szabó, 1990; Szili, 2008; Kovácsné Gyenes, 2010).

A hazánkban használt két fő szubsztrátum hőkezelési eljárás különbözik mind lépéseiben, hőmérsékleti értékeiben, mind pedig időtartamában. A száraz hőkezelést (más néven xerotherm eljárást) felváltotta a nedves hőkezelési eljárás (vagy fermentálás/pasztörizálás). Nedves eljárás során a szalmát első lépésként az előfermentálási fázis során kazlakban közel 70%-os víztartalomra nedvesítik és forgatják 3-7 napon keresztül. Ezt követi a csiperkekomposzt előállításában is alkalmazott nagy tömegben történő hőkezelés 60-70 °C-on 6 órán keresztül, majd a kondicionálás 50 °C-on 48 órán át. Az alapanyag 30 °C alá hűtését becsírázás (3-5 l csíra / 100 kg alapanyag), majd zsákokba töltés követi (Szabó, 1986; Mushroom Growers Handbook, 2004; Szili, 2008; Kovácsné Gyenes, 2010).

Laskagombát intenzív, korszerű technológiával speciális földfelszíni, többrétegű fóliaborítással ellátott, szigetelt, könnyűszerkezetes létesítményekben termesztnek. Kis mennyiségben régi, felhagyott mezőgazdasági épületekben, istállókban és pincékben is folyik termesztés. Az épület típusától függetlenül – akár csak a csiperkegomba termesztésben –, a klimatizálhatóság a legfontosabb követelmény, hogy a laskagomba fejlődési stádiumának megfelelő környezeti körülményeket (hőmérséklet, páratartalom, CO₂ szint stb.) biztosítani lehessen. A légtechnika kialakításánál ügyelni kell, hogy a légáram ne a perforációkra vagy a fejlődő csokrokra irányuljon, mert az a termőtest-kezdemények leszáradását, valamint a növekvő gombák deformitását, felületének pikkelyesedését okozhatja. Az optimális 75-85% közötti relatív páratartalom biztosítását speciális párasító berendezésekkel és szükség szerint a padozat nedvesítésével oldják meg (Oei, 2003; Royse, 2003).

A csiperkegombától eltérően, a laska igényel fényt a termőidőszak alatt, kb. 200-400 luxot napi 8 órában. Megvilágítás hiányában a termőtestek deformálódnak (a tönk megnyúlik, a kalapok aprók lesznek), illetve a jellemző színnél világosabb, más árnyalatú termőtestek fejlődnek (Oei, 2003; Kovácsné Gyenes, 2010).

A klimatizálhatóság mellett nagyon fontos szempont, hogy a termesztőhelyiségnek jól takaríthatónak és fertőtleníthetőnek kell lennie, hiszen a laskagomba-termesztésben engedélyezett növényvédőszer hiányában (és a vegyszermentes termesztés követelményének megfelelően) a fertőzések ellen szinte egyedül a higiénia javításával, az előírások szigorú betartásával és megelőzéssel lehet tenni (Geösel & Szabó, 2012).

Hazánkban a blokkok vagy zsákok intenzív termesztésben behordáskor a végleges helyükre kerülnek és itt szövődnek át 2-3 hét alatt. Mivel a micélium növekedése során hő termelődik, a blokkok melegítik egymást, ezáltal könnyebb az átszövetés alatt biztosítani a szükséges 18-22 °C-os lég- és 25-27 °C-os szubsztrátum hőmérsékletet. A blokkokat és zsákokat a behordás során úgy helyezik el, hogy a fejlődő laskacsokrok majd elférjenek egymás mellett. Az átszövetés végén a blokkok kifehérednek és készen állnak az érlelésre, termőre fordításra (van Griensven, 1988; Mushroom Growers Handbook, 2004; Kovácsné Gyenes, 2010).

Az átszövetést egy 7-10 napon át tartó érlelési szakasz követi, amely során a szubsztrátumot átszőtt micélium tápanyagot halmoz fel, hogy a vegetatív szakaszból a generatívba lépjen és termőtesteket képezzen. A folyamat végén a perforációknál megjelennek a termőtest kezdemények (primordiumok). Termőre fordításkor a szubsztrátum hőmérsékletét csökkenteni kell, az átszövetés alatt tartott 25-27 °C-ról 18 °C-ra. A relatív páratartalom 90-95% között tartva megakadályozza az alapanyag kiszáradását. A CO₂ szint ne legyen magasabb 1000 ppm-nél. Ennél magasabb CO₂ szintnél a termőtestek tönkje megnyúlik, kalapjuk pedig apró lesz (van Griensven, 1988; Kovácsné Gyenes, 2010).

Termőidőszak alatt a laskagomba számára a 10-17 °C közötti szubsztrátum hőmérséklet és 75-80% relatív páratartalom felel meg leginkább. A termőtestek növekedésével a gomba friss levegő igénye megnő, amit intenzívebb szellőztetéssel tudunk biztosítani (Mushroom Growers Handbook, 2004; Szili, 2008).

A legtöbb hibrid fajta 5-7 nap alatt válik szedéséretté. Ekkor a kalap széle kezd kiegyenesedni és kissé kivilágosodik. Ha elkésznek a szedéssel, a kalap tölcséresedik, a húsa szívóssá válik, és így elveszíti piacosságát. A túlérett csokroknál problémát jelent az is, hogy a spóraszórás megindul. A laskaspóra allergén, köhögést, lázat, influenzaszerű tüneteket okozhat, ezért az előregedett termőtestek szedését porvédő maszkban kell végezni. A laskagomba szedését kizárólag kézzel végzik. Nagyüzemi termesztésben az első hullám a teljes termés 60-70%-át teszi ki, ezért maximum két hullámot szednek. Egy termőidőszak 1,5-2 hónapig tart. Hazánkban a legkorszerűbb termesztéstechnológiával

dolgozó üzemben 100 kg alapanyagból 21-23 kg csokros laskagomba szedhető (Kovácsné Gyenes, 2010).

Letermesztés után a blokkokat el kell távolítani a helyiségekből. Takarítás és fertőtlenítés után következhet az újabb telepítés.

A jelenleg termesztett hibrid fajták (HK35, P80, Photios) szinte egész évben termesztethetők. Ezek között is vannak olyanok, amelyek jobban tűrik az alacsonyabb vagy magasabb hőmérsékletet. A különböző hőmérsékleti optimumú fajták kombinálásával még egy mérsékelt klimatizált termesztő berendezésben is megvalósítható a teljes évet lefedő termesztés, amelyhez a csíragyártó és fajtatulajdonos cégek iránymutatást adnak (Hajdú, 2008).

2.3 Ergoszterol és D-vitamin az emberi szervezetben és a gombákban

2.3.1 Az ergoszterol felépítése és szerepe

Az ergoszterol egy a gombák sejtmembránjában található szterol, amely hasonló funkciókat lát el a növényekben és gombákban, mint a koleszterol az állati szervezetekben, többek között a D₂-vitamin previtaminjaként jut jelentős szerephez. Nevét („ergot”) a *Claviceps* nemzetség (amelyből az ergoszterolt elsőként izolálták) jellemző anyagairól kapta. Elsősorban a magasabbrendű gombák jellemző sejtalkotója. Szintézise energiaigényes folyamat és feltehetőleg a klimatikus viszonyokhoz (kiegyenlítetlen nedvesség- és páratartalom) való alkalmazkodást hivatott segíteni (Weete et al., 1985; Weete, 1989; Grandmougin-Ferjani et al., 1999; Weete et al., 2010).

Az ergoszterol bioszintézise két 15 szénatomos farnezil-pirofoszfát molekula összekapcsolódásával kezdődik. Az így létrejövő 30 szénatomos molekula a lanoszterol, amelyből következő lépésként két metilcsoport leválásával ergoszterol keletkezik (Weete, 1989).

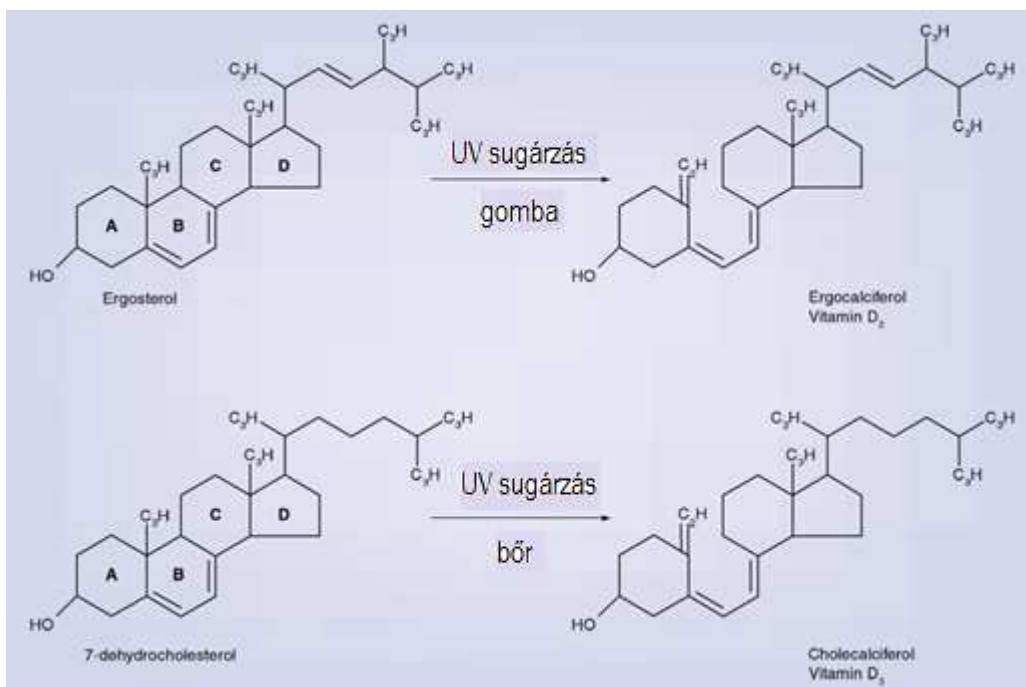
Az ergoszterol humán-egészségügyi vonatkozásai közül kiemelendő, hogy számos gombabetegség elleni szer hatásmechanizmusa az ergoszterol jelenlétén alapszik. A Fungilin és Fungizone humán gombabetegségek ellen használatos szerek hatóanyaga az amfotericin B. Ez a vegyület az emberi és állati szövetekben található szterollal, a koleszterollal nem reagál, egyedül az ergoszterolra (és ezen keresztül a gomba sejtjeire) hat: az ergoszterolhoz kötve pórusokat képez a sejtmembránon, ezeken keresztül ionok (főként kálium) áramlanak ki, így a sejt elhal. Más hatóanyag, mint például a mikonazol (Miconazole tableta, kenőcs), vagy az itrokonazol (Itriconazol kapszula) az ergoszterol

lanoszterolból történő szintézisét gátolják. Ezeknek a hatóanyagoknak az a működési elve, hogy megakadályozzák a metilcsoportok leválását a lanoszterol molekulákról az ergoszterol szintézis folyamatában (Nes et al., 1978; Bloch, 1983; Weete et al., 1983).

2.3.2 A D-vitamin felépítése és szerepe

D-vitaminnak valójában több, hasonló biológiai hatású vitamint nevezünk. A bőrben, ultraibolya sugárzás – annak is a B, 290 és 319 nm közé eső hullámhossz tartománya – hatására képződő forma a D₃-vitamin (kolekalciferol), az állati eredetű termékekben pedig D₂-vitamin (ergokalciferol) található (Carbone et al., 2008; Holick, 2010).

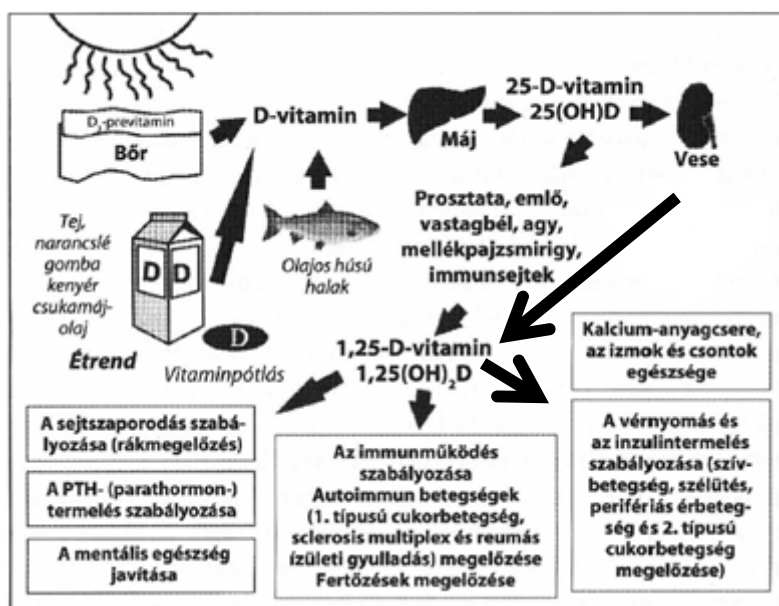
A kolekalciferol (D₃-vitamin) a koleszterol bioszintézis prekurzorából, a 7-dihidrocholeszterolból, az ergokalciferol (D₂-vitamin) pedig az ergoszterolból (ergosta-5,7,22-trien-3β-ol) alakul ki fotolízissel (Holick et al., 1980). Az átalakulás az UVB sugárzás hatására a B gyűrű felnyílásával, majd precalciferol kialakulásával kezdődik (**1. ábra**). A precalciferol aztán izomerizáció során D₃-vitaminná alakul a kettős kötés átrendeződésével. Melléktermékként többek között lumiszterol és tachiszterol képződik, amelyeknek azonban nincsen a D-vitaminra jellemző élettani hatásuk (Belitz et al., 2009; Chen et al., 2010).



1. ábra. A D₂- és D₃-vitamin fotokémiai konverziója (forrás: Belitz et al., 2009)

A D-vitaminnak ez a biológiailag inaktív formája már képes átlépni a bőrsejtekből a vérkeringésbe, ahonnan egy része a zsírrétegbe jutva elraktározódik, hogy onnan az emberi szervezetnek szükséges ütemben kerüljön vissza a véráramba, másik része pedig a májba jutva 25-D-vitaminná (kalcidiollá) alakul (Holick et al, 1980; Carbone et al., 2008). A 25-D-vitamin következő lépésként a vesékbe jut, ahol hidroxiláció folyamán átalakul az aktív, hormon jellegű formává, 1,25-dihidroxi-kolekalciferollá, más néven 1,25-dihidroxi-D-vitaminná. Ahhoz, hogy a D-vitamin el tudja látni az emberi szervezet egészséges működéséhez szükséges szerepét (pl. kalcium-anyagcsere és a csontok szerkezetének szabályozása), erre a biológiailag aktív formára van szükség. A vérben keringő 25-D-vitamin felezési ideje 15-20 nap (Holick, 2010).

A 1,25-dihidroxi-D-vitamin képződésének folyamata (2. ábra) legnagyobb részt a vesékben és a májban, de kisebb arányban a test más szerveiben is végbemegy (Holick et al, 1980).



2. ábra. 1,25-dihidroxi-D-vitamin aktív forma képződésének folyamata (forrás: Holick, 2010 alapján)

A D-vitaminnak tehát az emberi szervezetben előforduló aktív formája a 1,25-dihidroxi-D-vitamin, tulajdonképpen egy szekoszteroid hormon, amely az emberi génállomány közel 6%-ára, azaz mintegy 2000 génre van hatással (Holick, 2010). Ennek az aktív formának az azonosítása óta eltelt több mint három évtizedben ezzel a többi vitamintól eltérő, valójában inkább hormon jellegű vegülettel kapcsolatos orvostudományi kutatások és klinikai kísérletek eredményei bizonyították, hogy a D-vitaminnak az emberi szervezetben (és a Földön élő többi gerinces élőlény szervezetében) betöltött szerepe nem csupán a megfelelő kalcium és foszfor anyagcsere biztosításából és

így a csontok egészséges metabolizációjának kialakításából áll, hanem ennél sokrétűbb és összetettebb (Boland, 1986; Holick et al., 1980; Holick, 2004; Holick, 2007).

Alapvető, a csontváz kialakításából és szerkezetének fenntartásából álló feladata már több mint egy évszázada felismert és igazolt tény (Boland, 1986; Holick, 1992; Holick, 2007). Az egészséges csontozat mellett a megfelelő izomműködést és az ízületek funkciójának megőrzését is biztosítja, így a mozgásszervi megbetegedések megelőzésében és kezelésében is alkalmazható (Dawson-Hughes et al., 1997; Holick, 2004; Merlinno et al., 2004; Giovanucci et al., 2008; Wang et al., 2008).

A vázrendszer mellett az agyi- és idegműködésre is hatással van, így alkalmazzák a sclerosis multiplex és az Alzheimer-kór megelőzésében, a skizofrénia, a depresszió és a dementia tüneteinek enyhítésében (Eastman et al., 1998; Kendell & Adams, 2002; Munger et al., 2004; Van Amerongen et al., 2004; Munger et al., 2006; Sato et al., 2005). Amióta bizonyították, hogy D-vitamin receptorok nemcsak a csontokban, a vesékben és a belekben találhatóak, hanem a test minden szervében (így az agyban is), a pszichés betegségekre kifejtett hatást több vizsgálati eredménnyel is sikerült alátámasztani (Eastman et al., 1998; Gloth et al., 1999). Bizonyítottan hatékony szezonális affektív zavar, premenstruációs szindróma és alvászavarok esetén, valamint általános közérzet- és hangulatjavító hatása van (Rosenthal, 1993; Gloth et al., 1999; Sato et al., 2005).

A legújabb kutatások eredményei azonban bizonyítják, hogy ez a zsírban oldódó vitamin közvetlenül a sejtfejlődésre is befolyással van, így már klinikai kísérletek egész sora vizsgálja a rákbetegségek megelőzésében és kezelésében való alkalmazhatóságát (Mehta & Mehta, 2002; Holick, 2004; Bouillon et al., 2006). A klinikai kutatásoknak ezen vonala a leggyakrabban előforduló ráktípusokat – mint az emlő-, vastagbél-, hasnyálmirigy-, petefészek- és prosztaták – helyezi a középpontba (Apperly, 1941; Feldman et al., 2000; Freedman et al., 2002; Chen & Holick, 2003; Cross et al., 2004; Bertone-Johnson et al., 2005; Garland et al., 2006a; Garland et al., 2006b; Spina et al., 2006; Gorham et al., 2007; Holick, 2008; Garland et al., 2009).

Kutatások bizonyítják továbbá, hogy a D-vitamin közreműködik az immunrendszer megfelelő működésének biztosításában, a szervek egészségének megőrzésében, a szívbetegségek és a 2-es típusú cukorbetegség megelőzésében is (Krause, 1998; Holick, 2002; Cantorna et al., 2004; Pittas et al., 2006; Pittas et al., 2007). Védelmet nyújt a terhesség alatt, segít a testsúly csökkentésében és hozzájárul a fertőzések és krónikus betegségek elleni küzdelemhez (Wortsman et al., 2000; Wortsman et al., 2003; Holick, 2004; Holick, 2008).

Egy nemrég zárult, a Föld népességének D-vitamin ellátottságának felmérésére irányuló vizsgálat eredményei azt mutatják, hogy bolygónk lakosságának több mint fele szenved különböző mértékű D-vitamin hiányban, ezért elmondható, hogy a D-vitamin hiány népbetegségnek számít (Gordon et al., 2004; Hanley & Davison, 2005; Holick, 2007; Ginde et al., 2009; Looker, 2011). A D-vitamin ellátottság globális földrajzi eloszlásának vizsgálata során az emberek jelentős részénél csak veszélyesen alacsony D-vitamin szint volt mérhető és az eredmények igazolták, hogy a D-vitamin hiány az egyik leggyakoribb egészségügyi rendellenesség (Ovesen et al., 2003; Holick, 2004; Holick, 2007; Ginde et al., 2009; Looker, 2011). A szükségesnél lényegesen alacsonyabb D-vitamin szinttel rendelkező lakossággal jellemezhető területeken található Magyarország is: a magyar lakosság átlagos D-vitamin szintje az optimális érték alatt van (Békési et al., 2007).

Megfelelő D-vitamin ellátottságra minden életkorban szükség van, hiánya az emberi szervezetben nagyon súlyos következményekkel jár (Holick, 2004; Holick, 2008). A D-vitamin hiány kialakulásának számos oka lehet (Holick, 2007). Adódhat egyrészt a természetes napfény hiányából, vagy a nem megfelelő táplálkozásból (Chen et al., 2007; Holick, 2007). A leggyakrabban kialakuló rendellenességek egyik csoportja a csontok lecsökkent ásványianyag-tartalmának eredménye (Holick, 2004; Terris, 2006). Ilyenkor a csontok deformálódnak, szerkezetük meggyengül, elveszítik merevségüket, így könnyen törnek, és nehezen gyógyulnak (Boland, 1986; Holick et al., 1992; Terris, 2006; Wagner & Greer, 2008). D-vitamin hiány esetén gyermekeknél zavar adódik a csontképzés és csontfejlődés folyamatában; angolkór alakulhat ki, amely a csöves csontok jellemző deformációjával jár (Pettifor, 2005; Holick, 2006c; Wagner & Greer, 2008). Felnőtteknél jelentősen megnő a csontritkulás kialakulásának veszélye, mert a csontok szerkezetének megőrzéséhez a fokozott kalciumbevitel mellett szükséges a megfelelő D-vitaminszint biztosítása is (Bischoff-Ferrari et al., 2004; Bischoff-Ferrari et al., 2005; Terris, 2006; Holick, 2007). Ez utóbbi sajnos kisebb hangsúlyt kap az osteoporosis megelőzésben, illetve az idős emberek kezelésében (Dawson-Hughes et al., 1997; Holick, 2004; Abrams et al., 2005).

D-vitamin hiány esetén zsírsejtek leptin-termelése is lecsökken, ezáltal zavar áll be a testsúly szabályozásának rendszerében, a hasnyálmirigy inzulintermelésében, ezáltal fokozódik az inzulinrezisztencia, és megnő a 2-es típusú cukorbetegség kockázata (Pittas et al., 2006).

Az északi, fényszegény területek csaknem egész lakosságánál kimutatható a korlátozott ultrabolya sugárzás okozta D-vitamin hiány, mivel az északi szélesség 33.

fokánál északabbra november és március között nem áll rendelkezésre elegendő UVB sugárzás ahhoz, hogy a bőrben D-vitamin termelődjön (Hanley & Davison, 2005; Holick, 2007). Ezeken a hónapokon kívül is csak a nap bizonyos szakában, a déli órák körül van elég UVB sugárzás a D-vitamin bőrben történő szintéziséhez (Webb et al., 1988; Park & Johnson, 2005). Ugyanakkor még az Egyenlítő közelében sem kizárt a D-vitamin hiány kialakulása, mivel ebben a régióban a napsugárzás beesési szöge nem megfelelő, és annak nagy részét elnyeli az ózonréteg (Webb et al., 1988; Tangpricha et al., 2002; Park & Johnson, 2005).

A földrajzi szélesség mellett a tengerszint feletti magasság is meghatározó a D-vitamin szintézisé szempontjából (Webb et al., 1988; Hanchette & Schwartz, 1992; Grant, 2002; Park & Johnson, 2005). A magasan fekvő területek felett kisebb eséllyel nyeli el a légkör a beérkező UV sugarakat, így nem csak elegendő, de még akár káros mennyiségű sugárzás is érheti az itt tartózkodókat (Apperly, 1941; Webb et al., 1988). A légkörben felhalmozódó káros, szennyező anyagok is negatív hatással vannak a D-vitamin szintéziséhez szükséges UVB sugárzás mennyiségére (Holick et al., 1992; Hanley & Davison, 2005). Ennek jól ismert példája az ipari forradalom idején a túlzású, szennyezett levegőjű városok gyermekkorú lakosságának körében megjelenő súlyos, csontdeformációt okozó rendellenesség, az angolkór (rachitis) széles körű elterjedése (Holick et al., 1992; Pettifor, 2005; Holick, 2006c).

A bőrben képződő D-vitamin mennyiségét nemcsak az UVB sugárzás elérhetősége, illetve mennyisége határozza meg, hanem magának az emberi bőrnek az egészségi állapota és a kora is (Clemens et al, 1982; MacLaughlin & Holick, 1985; Tangpricha, 2002; Holick, 2004; Ginde et al, 2009). Az időskorú lakoságnál például a bőr D-vitamin szintetizáló képessége olyannyira lecsökken – egy hetvenéves személynél mindössze negyedakkorára, mint egy húszévesnél –, hogy megnöveli a hiánybetegségek és a csonttritkulás kialakulásának kockázatát (Clemens et al, 1982; MacLaughlin & Holick, 1985; Hanley & Davison, 2005; Holick, 2007). A bőrszín is hatással van a D-vitamin termelődésére. A sötétebb bőr több melanint, egy természetes fényvédőként működő festékanyagot tartalmaz, melynek hatására csökken az elnyelt UVB sugarak mennyisége, s így a D-vitamin szintézis intenzitása is (Clemens et al, 1982; Tangpricha, 2002; Bodiwala et al., 2003; Hanley & Davison, 2005; Park, 2005). Számos D-vitaminnal foglalkozó kutatás eredménye szerint részben az 1970-1980-as években széles körben elterjedt fényvédő szerek (naptejek, napkrémek) használatának köszönhető, hogy ezekben az években növekedett a bőrrákos esetek száma. Az eredmények rámutatnak, hogy UV szűrők

alkalmazásával a bőrt védő természetes anyag, a D₃-vitamin képződését gátoljuk meg (Clemens et al, 1982; Matsuoka et al., 1987; Garland & Garland, 1990; Holick, 2004; Holick, 2006b; Berwick et al. 2005), ezáltal éppen az ellentétes hatás érhető el, tehát nemhogy nem feltétlenül sikerül a bőrt megvédeni, de még D-vitamin hiány is kialakulhat a fényvédő szerek használata következtében (Matsuoka et al., 1987; Holick, 2001; Bickle, 2008). A kutatási eredményeket olyan megfigyelésekkel is alátámasztották, melyek szerint a zárt térben dolgozók körében nagyobb a bőrrák előfordulásának gyakorisága, mint azoknál, akik szabad ég alatt dolgoznak (Garland & Garland, 1990; Peller & Stephenson, 1937; Berwick et al. 2005).

Olyan esetekben is kialakulhat D-vitamin hiány, amikor a szervezetbe akár napsugárzás hatására, akár táplálék útján bekerülő D-vitamin mennyisége elegendő ugyan, de nem tud aktiválódni. Az emberi szervezetben a D-vitaminnak ugyanis csak az aktív, hormonszerű formája tudja kifejteni sokrétű hatását (Holick, 2004). Ez az aktív vegyület a vesében alakul ki egy egészséges szervezetben, ám a vese funkcióvesztése, veseelégtelenség, krónikus vesebetegség ezt meggátolhatja. Az ilyen betegségben szenvedő embereknél különösen fontos a mesterségesen előállított aktív D-vitamin adagolása a terápia alatt, hogy ne alakulhasson ki súlyos D-vitamin hiány és ebből fakadóan – leggyakrabban a csontrendszert érintő – probléma (Dusso et al., 2005; Holick, 2006a; Jones, 2007).

A bőrben képződő D₃-vitamin mellett fontos szerepe van a táplálékból származó D₂-vitaminnak is, ezért a szegényebb területeken élő, nem megfelelő táplálkozó emberek különösképpen veszélyeztetni a D-vitamin hiány (Holick, 2004; Holick, 2006a).

A D-vitamin a zsírban oldódó vitaminok körébe tartozik, így a testzsírban raktározódik, és fokozatosan szabadul föl. Az emberi szervezet D-vitamin ellátottságának megállapításához a vérben keringő 25-D-vitamin (szérum D-vitamin) szintjének mérése szükséges. A 25-D-vitamin egészséges, javasolt szintje 40-60 ng/ml a vérben. A sejtek ép működéséhez és a csontok egészségéhez minimálisan 30 ng/ml 25-D-vitamin szükséges, ez alatt enyhe (21-29 ng/ml) vagy súlyos (<20 ng/ml) hiányról beszélhetünk. A mérgezés alsó határértéke 150 ng/ml. A vér 25-D-vitamin szintje az elfogyasztott 100 NE (NE / IU = Nemzetközi Egység / International Unit; 1µg D-vitamin = 40 NE) D-vitamin hatására 1 ng/ml-rel nő (Holick, 2010).

Az ajánlott napi beviteli mennyiség (RDA=Recommended Daily Allowance) közel fél évszázadon keresztül azonos szinten volt, a D-vitaminnal kapcsolatos kutatások eredményei és a Föld népességének általános D-vitamin hiányára rámutató felmérések

eredményeképpen azonban az elmúlt évtizedben megemelték az ajánlásokat (Vieth et al., 2007). Mivel az emberi szervezet D-vitamin igényét több tényező is befolyásolja (pl. a kor, egészségügyi állapot stb.), a gyermekeknek és időskorúaknak, a várandós nőknek, illetve a különböző betegségekkel küzdőknek külön ajánlások készültek (Hollis & Wagner, 2004a; Hollis & Wagner, 2004b; Pawley & Bishop, 2004; Bodnar et al., 2007; Lee et al., 2007; Kumar et al., 2009; Mansbach et al., 2009). A D-vitamin életkornak és egészségi állapotnak megfelelő napi ajánlott beviteli adagját Nemzetközi Egységben megadva az *1. táblázat* tartalmazza.

1. táblázat. A D-vitamin ajánlott napi beviteli mennyisége (RDA = Recommended Daily Allowance) életkor és egészségi állapot szerint (forrás: USDA, 2009; Holick et al., 2011; Internet 2. alapján)

Életkor	Szükséges napi mennyiség (NE)	Ajánlott napi beviteli mennyiség (NE)	Biztonságos felső határ (NE)
0 – 6 hónap	400-600	400-1000	1000
6 – 12 hónap	400-600	400-1000	1500
1 – 12 év	400-600	1000-2000	5000
13 – 70 év	400-600	1500-2000	10 000
70 év felett	400-800	1500-2000	10 000
elhízott egyén	a fenti értékek két-háromszorosa		10 000
terhes nő, szoptató anya	400-600	1400-2000	10 000

A D-vitamin túladagolás elsődleges tünetei nem specifikusak: émelygéssel, hányással, étvágytalansággal, székrekedéssel, általános gyengeséggel és súlyvesztéssel járhat (Bauer & Freyberg, 1946; Chesney, 1989). Súlyosabb esetekben viselkedészavarokat, szívritmus zavart és magas vérnyomást okozhat. Hosszan tartó túlzott D-vitamin bevitel mellett hiperkalcémia alakulhat ki, a vér kalcium szintje megemelkedik, amely a lágy szövetek meszesedéséhez, kalcium lerakódások vagy vesekő képződéséhez vezethet (Bauer & Freyberg, 1946). A mérgezés alsó határértéke 150 ng/ml, de szakirodalmi adatok szerint a 200 ng/ml szérumban 25-D-vitamint tekinthető potenciálisan veszélyesnek (Jones, 2008; Holick et al., 2011).

A bőrben termelődő D-vitaminból sosem alakulhat ki mérgezés, mert a felesleges D-vitamint maga a napfény bontja le (Chen et al., 2010). Az állati eredetű termékek fogyasztása sem okozhat D-vitamin túladagolást. A publikált mérgezési esetek mindegyikénél a D-vitamin valamely mesterséges formájának helytelen adagolása okozott kisebb-nagyobb mértékű egészségkárosítást. Gyermekeknél megnövelt D-vitamin tartalmú

tej, felnőtteknél pedig egy nem megfelelő dozírozású étrend-kiegészítő okozott mérgezést (Vieth, 1999; Holick, 2010).

2.3.3 A D-vitamin forrásai

Az emberi szervezet számára a D-vitaminnak két fő forrása van (Holick, 2007). A D₃-vitamin a bőrben, UVB sugárzás hatására képződik, míg a D₂-vitamint az elfogyasztott élelmiszerekkel visszük be a szervezetünkbe.

Az elegendő mennyiségű, természetes eredetű D₃-vitamin bevitel biztosítása érdekében elengedhetetlen, hogy minél többet tartózkodjunk a napon, hogy a szabadon hagyott, fedetlen bőrfelületünkön megindulhasson a kolekalciferol szintézise (Holick, 2004). Már 20. század elején kidolgoztak különböző, pótmegvilágítást alkalmazó kezelési eljárásokat a napfény hiánya által okozott rendellenességek kezelésére (Hess & Unger, 1921; Huldschinsky, 1928). Napjainkban már elérhetőek a fényterápiában használatos különféle, korszerű, a napfényt pótolni hivatott, UVB forrásként működő, speciális lámpák, fénycsövek, amelyekkel még olyan földrajzi területeken is elő lehet segíteni a D₃-vitamin szintézist, ahol a természetes napfény hiányában nem történik meg (Koutkia et al., 2001; DeLucia et al., 2003; Tangpricha et al., 2004; Pettifor, 2005; Holick, 2006; Wagner & Greer 2008; Peterson et al., 2009; Internet 3.; Internet 4.; Internet 5.).

A bőrben képződő D₃-vitamin környezeti feltételek (földrajzi szélesség, tengerszint feletti magasság, légszennyezés, évszak stb.), vagy humán-egészségügyi okok (életkor, bőrszín, betegségek stb.) miatt azonban gyakran nem képes önmagában az emberi szervezet számára szükséges D-vitamin mennyiséget (400-1000 NE = 10-25 µg) biztosítani, ezért fontos a D₂-vitamint tartalmazó élelmiszerek fogyasztása (Calvo & Whiting, 2006; Holick, 2006c; Holick, 2007).

Kevés rendszeresen fogyasztott élelmiszer tartalmaz D-vitamint, és az elfogyasztott táplálékok még kiegyensúlyozott, egészséges étrend mellett sem képesek önmagukban fedezni az emberi szervezet D-vitamin szükségletét (Glerup et al., 2000). Kevésbé ismert tény, hogy a növényi eredetű termékekben, zöldségekben és gyümölcsökben D-vitamin nem található. Legnagyobb mennyiségben az állati eredetű táplálékokban, a halfélékben, a halmáj olajban, a tojásban, margarinban, vajban, tejben és sajtban fordul elő. A különböző gombafajok, ha nem is azonos mértékben, de szintén magas D-vitamin tartalmúak (Holick, 2007). A legfontosabb D-vitamin forrást jelentő élelmiszereket, jellemző D-vitamin tartalmukat (40 NE = 1 µg) és ennek az ajánlott napi beviteli mennyiséghez viszonyított arányát (RDA %) a 2. táblázat szemlélteti.

2. táblázat. Egyes élelmiszerek D-vitamin tartalma. Egy adag D-vitamin tartalmának (NE) az ajánlott napi beviteli mennyiséghez viszonyított aránya (RDA%) (forrás: Internet 6. alapján)

Élelmiszer	Egy adag	D-vitamin tartalom (NE)	RDA %
halmáj olaj	1ek	1360	340
tonhal, konzerv	90 g	154	39
szardínia, konzerv	2 db	46	12
sajt	30 g	6	2
marhahús, főtt	100 g	46	12
tojássárgája	1 db	25	6
tej, dúsított	2 dl	120	30
margarin, dúsított	1 ek	60	15
narancslé, dúsított	2 dl	100	25
gomba, UV kezelt	90 g	400	100

Bizonyos életfeltételek mellett, mint például a megfelelő táplálkozás hiányában, vegetarianizmus esetén, vagy a téli, fényszegény hónapok alatt fokozódik a D-vitamin hiány kialakulásának veszélye (Holick, 2004; Ginde et al, 2009). Ezekben az esetekben a szervezet D-vitamin ellátottságának javításához a vitamin mesterségesen előállított formáját tartalmazó étrendkiegészítőkkel is hozzájárulhatunk. A kolekalciferollal kémiai azonos vegyületet a gypjából kinyert lanolinból állítják elő. A kolekalciferollal alapvető élelmiszereket is dúsítanak már, így széles körben elérhetővé váltak olyan termékek (pl. narancslé, margarin, tej), aminek rendszeres fogyasztása segíthet a D-vitamin hiány megelőzésében, de kolekalciferolt tesznek a különféle vitaminkészítményekbe is (Holick et al., 1992; Jacobus et al., 1992; Tangpricha et al., 2003).

A megnövelt D-vitamin tartalmú élelmiszerek egy másik csoportjánál nem utólagosan adagolnak mesterségesen előállított D-vitamint, hanem a termék természetes vitamintartalmát emelik bizonyos eljárásokkal. Ilyen termék a termesztett gomba, amelynek D-vitamin tartalmát UV sugárzás segítségével sokszorozzák meg.

2.3.4 D-vitamin a gombákban

A gomba alacsony energiatartalma és magas tápértéke miatt az egészséges, korszerű táplálkozás egyik fontos eleme. Több más, táplálkozás-élettani szempontból fontos vegyület mellett D-vitamint és ergoszterolt tartalmaz. Az ergoszterol mennyisége a D-vitamin previtaminjaként meghatározza a gombák D-vitamin tartalmát (Mau et al., 1998;

Jasinghe et al., 2007; Belitz, 2009). Gomba még a vegetáriánusok étrendjében is szerepelhet, ami a D-vitamin bevitel szempontjából különösen jelentős számukra, hiszen ők az elsődleges forrásnak számító állati eredetű táplálékokat nem fogyasztják, a növényi eredetűekből pedig nem jutnak hozzá ehhez a vitaminhoz (Jasinghe & Perera, 2006; Holick, 2010).

A különböző gombafélék eltérő ergoszterol és D-vitamin szinttel jellemezhetők. Elsősorban nem a gomba faja a meghatározó ebben a kérdésben, hanem a termőhely: hogy a gomba a szabadban nőtt, vagy természetből származik-e (Jasinghe & Perera, 2005; Jasinghe & Perera, 2006; Jasinghe et al., 2007). Több összehasonlító vizsgálat is bizonyította, hogy a vadon termő gombákban (pl. ízletes vargánya, rókagomba) a D-vitamin nagyobb koncentrációban van jelen, mint a termesztett fajokban. Mattila és munkatársai (1994) az általuk vizsgált rókagomba (*Chantarellus tubaeformis* és *C. cibarius*) és shiitake (*Lentinula edodes*) termőtestekben 12,8-29,8 µg/g (friss tömeg), illetve 22-110 µg/g (friss tömeg) D-vitamin szintet mértek. Egy másik mérésorozat (Mattila et al, 2002) hasonló értékekről számol be. Ugyanezen vizsgálatban a termesztett fajok mindegyikénél (fehér és barna csiperke, laskagomba és shiitake) <1 µg/g (friss tömeg) D-vitamin tartalmat mértek. Teichmann és munkatársai (2007) rókagombában 10,7 és 21,1 µg/100 g (friss tömeg) D-vitamin tartalmat mutattak ki. Méréseik szerint a vargánya gomba (*Boletus edulis*) D-vitamin tartalma 58,7 µg/100 g (friss tömeg), amely messze felülmúlja mind az egyéb vadontermő, mind a termesztett gombák D-vitamin szintjét.

A vadontermő fajoknál azonban a magas D-vitamin szint többnyire alacsonyabb ergoszterol tartalommal párosul. A termesztett gombákban (laskagomba, fehér és barna csiperkegomba) ezzel ellentétben minden esetben fordított arány tapasztalható, tehát az alig kimutatható D-vitamin tartalom mellett magasabb az ergoszterol koncentráció (Mattila et al., 1994; Mattila et al., 2000; Jasinghe & Perera, 2005; Jasinghe & Perera, 2006; Jasinghe et al., 2007; Teichmann et al., 2007). Az ellentmondás oka a termesztési körülmények, a termesztéstechnológia és a természetes élőhely különbözőségében keresendő. A legtöbb gombafajt – így hazánkban a legnagyobb arányban fogyasztott csiperkegombát is – gyakorlatilag teljesen sötét helyiségben, vagy mint a laskagombát, kevés megvilágítás mellett termesztik. Ilyen körülmények között, természetes UV sugárzás hiányában az ergoszterol egyáltalán nem, vagy csak gyenge intenzitással alakul át D-vitaminná, és így magasabb koncentrációban kimutatható marad. A vadon termő gombafajokat a termesztettekkel ellentétben mindig éri természetes UV sugárzás, aminek

következtében nagyobb mértékben megy végbe az ergoszterol – D-vitamin átalakulás (Mattila et al., 2002; Teichmann et al., 2007).

A gombákban az ergoszterol és a D-vitamin nem egyenletes eloszlásban található, a kalapban, a tönkben és a lemezekben eltérő mennyiségben van jelen. Legnagyobb koncentrációban a kalap külső felületéhez közel eső részekben, illetve a kalap felbőrében mutatható ki (Jasinghe & Perera, 2005). Emiatt a fogyasztásra szánt gombák konyhai előkészítésekor nem célszerű a gombakalapok hámozása, mivel azzal épp a D-vitaminban és ergoszterolban leginkább gazdag részt távolítjuk el. A lemezekben alacsonyabb a fenti anyagok koncentrációja, míg a tönkből szinte már alig kimutathatóak (Jasinghe & Perera, 2005).

Miután felismerték, hogy a D-vitamin hiány a Föld népességének milyen nagy hányadát érinti, illetve, 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 (Magyarországon pl. Vitamin D₃ Fresenius 1000 NE tabletta) és cseppek (Vigantol 20 000 NE/ml belsőleges oldatos cseppek) formájában forgalomba is került. A gyógyszertárakban kapható termékek mellett hamar elérhetővé váltak a D-vitaminnal dúsított élelmiszer típusok, amelyek gyakran kerülnek az átlagfogyasztó asztalára (pl. tejtermékek). A legtöbb ilyen termék az Egyesült Államokban került forgalomba, ott a mai napig lehet kapni D-vitaminnal dúsított tejet, margarint, vagy gyümölcslevet (Holick, 1992; Tangpricha et al., 2003; Vieth et al., 2007). Ugyanakkor a táplálkozástudomány és a tájékozott közvélemény is előtérbe helyezi a természetes forrásból származó vitaminbevitelt, így megnőtt az érdeklődés a kivont vagy mesterségesen előállított és az élelmiszerhez utólagosan adagolt D-vitamin helyett a magas D-vitamin tartalmú ételek, alapanyagok felé is (Kurtzman, 2005; Cheung, 2008; Ozzard et al, 2009).

2.3.5 A gombák D-vitamin tartalmának növelési lehetőségei

A gombák esetében nem szükséges a D-vitamin mesterséges formáját a termékhez, hiszen elegendő a természetes ergoszterol tartalomnak a D-vitaminná történő átalakulását indukálni. A folyamat a természetben a napfény (UV sugárzás) hatására végbemegy a vadontermő gombákban, de mesterséges körülmények között is előidézhető meghatározott hullámhosszúságon üzemelő UV lámpák használatával (Mau et al., 1998; Jasinghe & Perera, 2006; Jasinghe & Perera, 2006).

Napjainkban több kutatás is foglalkozik termesztett gombák D-vitamin tartalmának UV sugárzással történő növelésével, hogy a fogyasztók számára elérhetővé váljon a megnövelt D-vitamin tartalmú termesztett gomba. Így olyan termékkel bővül az egészséges, funkcionális élelmiszerek köre, amely mesterséges anyag hozzáadása nélkül, csupán természetes összetevőinek köszönhetően – sok más jótékony táplálkozás-élettani hatása mellett – segíti a szervezet D-vitamin szükségletének biztosítását. A 3. táblázatban összefoglalva bemutatott, termesztett gombák D-vitamin szintjének emelését célzó kísérletek egyik vonala az egész, vagy szeletelt gombafejek post-harvest (szedés utáni) kezelésével foglalkozik (Mau et al., 1998; Perera et al., 2003; Kalaras et al., 2012; Jasinghe & Perera, 2006; Teichmann et al., 2007; Ko et al., 2008; Simon et al., 2011; Phillips & Rasor, 2013). Ezekben a vizsgálatokban egyaránt alkalmaznak természetes napsugárzást, UVA, -B és -C sugárforrást; 10-240 perc közötti folyamatos vagy megszakított megvilágítást; felülről vagy a kalap alsó része felől történő kezelést; a kísérletek alanya pedig legtöbbször *Agaricus bisporus* és más csiperke fajok, *Lentinula edodes*, *Pleurotus ostreatus* és más laska fajok voltak. Az ajánlott napi beviteli mennyiségnek megfelelő értéket a szeletelt gombafejeknél, illetve az egész kalapok lemez felőli oldaláról történő megvilágítással kapták. Eredményeik alapján elmondható, hogy a legintenzívebb D-vitamin képződést az UVB fénnel történő kezelés adta, kisebb mértékű ergoszterol/D-vitamin átalakulást okoztak az UVC, míg a leggyengébb eredményt az UVA kezeléseket eredményezték. A kísérleti beállítások sokfélesége (környezeti tényezők, gomba faja, időtartam, hullámhossz stb.) mellett igen változatos eredményekről számol be a szakirodalom. Shiitake gombában legalább kétszeres, de fehér csiperkegombában akár közel nyolcszoros D-vitamin tartalmat is sikerült elérni, a legeredményesebb módszerekkel pedig 90 g (egy adag) gombában az ajánlott napi D-vitamin beviteli mennyiség 1300%-át sikerült kialakítani (Mau et al., 1998; Jasinghe & Perera, 2006; Teichmann et al., 2007; Kalaras et al., 2012).

A vizsgálatok másik iránya és kisebb része a termesztőhelyiségben még szedés előtt álló, biológiailag aktív termőtestek UV kezelésének lehetőségét kutatja. (Kristensen et al., 2012). Az ilyen kísérletekből származó eredmények mennyisége messze elmarad a post-harvest mérések számától (3. táblázat).

3. táblázat. Termesztett és vadon termő gombákon végzett UV kezelések és az elért D-vitamin szintek

Forrás	Faj, előkészítés	Kezelés módja, lámpa típusa/napfény	Dózis (J/cm ²)	Kezdeti D-vit. tart. (µg/100 g, friss tömeg)	Elért D-vit. tart. (µg/100 g, friss tömeg)
Mau et al., 1998	fehér csiperke, egész	post-harvest, UVC lámpa	nincs adat	220	730
	ízletes csiperke, egész			401	532
	shiitake, egész			216	658
	bocskoros gomba, egész			386	758
Jasinghe & Perera, 2006	shiitake, egész	post-harvest, UVA lámpa, felülről, majd a lemezek felől	2,52	nincs adat	37,7 µg/g sza.
		post-harvest, UVB lámpa, felülről, majd a lemezek felől	3,48		53,9 µg/g sza.
		post-harvest, UVC lámpa, felülről, majd a lemezek felől	2,28		47,4 µg/g sza.
	laska, egész	post-harvest, UVA lámpa, felülről, majd a lemezek felől	2,52	nincs adat	98,86 µg/g sza.
		post-harvest, UVB lámpa, felülről, majd a lemezek felől	3,48		184,5 µg/g sza.
		post-harvest, UVC lámpa, felülről, majd a lemezek felől	2,28		147 µg/g sza.
	fehér csiperke, egész	post-harvest, UVA lámpa, felülről, majd a lemezek felől	2,52	nincs adat	22,9 µg/g sza.
		post-harvest, UVB lámpa, felülről, majd a lemezek felől	3,48		56,5 µg/g sza.
		post-harvest, UVC lámpa, felülről, majd a lemezek felől	2,28		34,4 µg/g sza.
Jasinghe & Perera, 2007	shiitake, egész	post-harvest, UVA lámpa, felülről	2,52	nincs adat	5,16 µg/g sza.
		post-harvest, UVA lámpa, lemezek felől			22,8 µg/g sza.
	laska, egész	post-harvest, UVA lámpa, lemezek felől			45,1 µg/g sza.
	fehér csiperke, egész	post-harvest, UVA lámpa, lemezek felől			12,48 µg/g sza.
	enoki, egész	post-harvest, UVA lámpa, lemezek felől			18,8 µg/g sza.

Jasinghe et al., 2007	laska, egész	post-harvest, UVA lámpa	21	nincs adat	150
			42		230
			63		320
			84		450
	shiitake, egész	post-harvest, UVA lámpa	21	nincs adat	180
			42		230
			63		300
			84		350
	fehér csiperke, egész	post-harvest, UVA lámpa	21	nincs adat	560
			42		840
			63		1120
			84		1400
Teichmann et al., 2007	fehér csiperke, egész	post-harvest, UVC lámpa	94,7	1,55 µg/g sza.	9,43 µg/g sza.
			189,5	1,55 µg/g sza.	12,75 µg/g sza.
			379	1,55 µg/g sza.	14,03 µg/g sza.
		post-harvest, UVA lámpa	94,7	1,55 µg/g sza.	1,57 µg/g sza.
			189,5	1,55 µg/g sza.	1,42 µg/g sza.
			379	1,55 µg/g sza.	1,57 µg/g sza.
Koyyalamudi et al., 2011	fehér csiperke, egész	post-harvest, pulzáló UVB lámpa	2,87	nincs adat	87,7
			3,45		100,8
			6,9		136,6
			10,35		191,8
	fehér csiperke, szeletelt	post-harvest, pulzáló UVB lámpa	2,87		931,2
			3,45		817,5
			6,9		1288,8
			10,35		1547,7
Simon et al., 2011	fehér csiperke, egész	post-harvest, UVB lámpa	1,08	5	410
		post-harvest, napfény	ismeretlen	5	374
Urbain et al., 2011	fehér csiperke, egész	post-harvest, UVB lámpa	1,5	<1	491
Kalaras et al., 2012	fehér csiperke, szeletelt	post-harvest, pulzáló UVB lámpa	2,4	nem kimutatható	38,3
			47,46	nem kimutatható	147,6

Kristensen et al., 2012	fehér csiperke, egész	pre-harvest, UVB lámpa	0,2	0,3	24,1
		post-harvest, UVB lámpa	0,2	0,3	32,4
		post-harvest, napfény	0,2	0,3	0,9
	vadon termő csiperke, egész	napfény	ismeretlen	ismeretlen	1,5
Witting et al., 2013	laska, szeletelt	post-harvest, UVB lámpa	nincs adat	nincs adat	7021-14130
Krings & Berger, 2014	laska, egész	post-harvest, UVB lámpa, lemezek felől	nincs adat	nincs adat	16000
	laska, szeletelt	post-harvest, UVB lámpa	nincs adat	nincs adat	13000
	laska, tönk	post-harvest, UVB lámpa	nincs adat	nincs adat	12000
	laska, egész	post-harvest, UVB lámpa, felülről	nincs adat	nincs adat	6000

A különféle UV kezelésekkel megemelt D-vitamint tartalmazó gombák értékével, a funkcionális élelmiszerek sorában elfoglalt helyével egyre több vizsgálat foglalkozik, ezek egy része az ily módon létrehozott termék biztonságosságát vitatja. Az UV megvilágítás hatására ugyanis képződhetnek a gombában olyan metabolitok, mint a lumiszterol és tachiszterol, amelyeknek az emberi szervezetre gyakorolt hatását sokáig nem vizsgálták. Ozzard (2009), Calvo (2013), valamint Simon és munkatársai (2013) eredményei alapján az UV kezeléssel megnövelt D-vitamin tartalmú gomba nem minősül veszélyesnek. Mások a D-vitamin ezen formájának hasznosulásával kapcsolatban végeztek vizsgálatokat. Houghton és munkatársai (2006) szerint az ergokalciferol és a kolekalciferol biológiai hatékonysága eltérő, így a D₂-vitamin kevésbé képes kötődni a D-vitamin receptorokhoz, ez a kötés alacsonyabb stabilitású és rövidebb hatóidejű. Trang és munkatársai (1998) kísérleteikkel szintén a D₃-vitamin hatékonyabb felszívódását mutatták ki a D₂-vitaminnal szemben. Jasinghe és munkatársai (2005) azonban patkányokon végzett kísérletekkel igazolta az UV sugárzással kezelt gombából származó D-vitamin felszívódása és metabolizációja megfelelően végbemegy, ezáltal növeli a vérben mérhető aktív D-vitamin szintet. Outila (1999), Ozzard (2009), Urbain (2011) és Simon és munkatársai (2013) is bizonyították emberek bevonásával végzett klinikai vizsgálatokban, hogy a vadon termő,

magas D-vitamin tartalmú gombák és az UV sugárzással megemelt D-vitamin tartalmú természetű gombák is alkalmasak az alanyok szérum D-vitamin szintjének megemelésére. Keegan és munkatársai (2013) az UV kezelt gombatermékkel az emberi szervezetbe juttatott D₂-vitamin hatékonyságát az étrend-kiegészítőként alkalmazott D₃-vitaminéhoz mérték és a vér szérum D-vitamin szintjének megemelésére alkalmasnak találták. Roberts és munkatársai (2008) eredményei alapján rámutatnak, hogy az UV sugárzással megnövelt D-vitamin tartalmú gombákban a tárolás során is stabil marad a vitaminszint.

A szakirodalmi eredmények alapján elmondható, hogy az UV kezelt gombák fogyasztása biztonságos és pozitív hatással van a szervezet D-vitamin ellátottságára.

2.4 Érzékszervi vizsgálatok

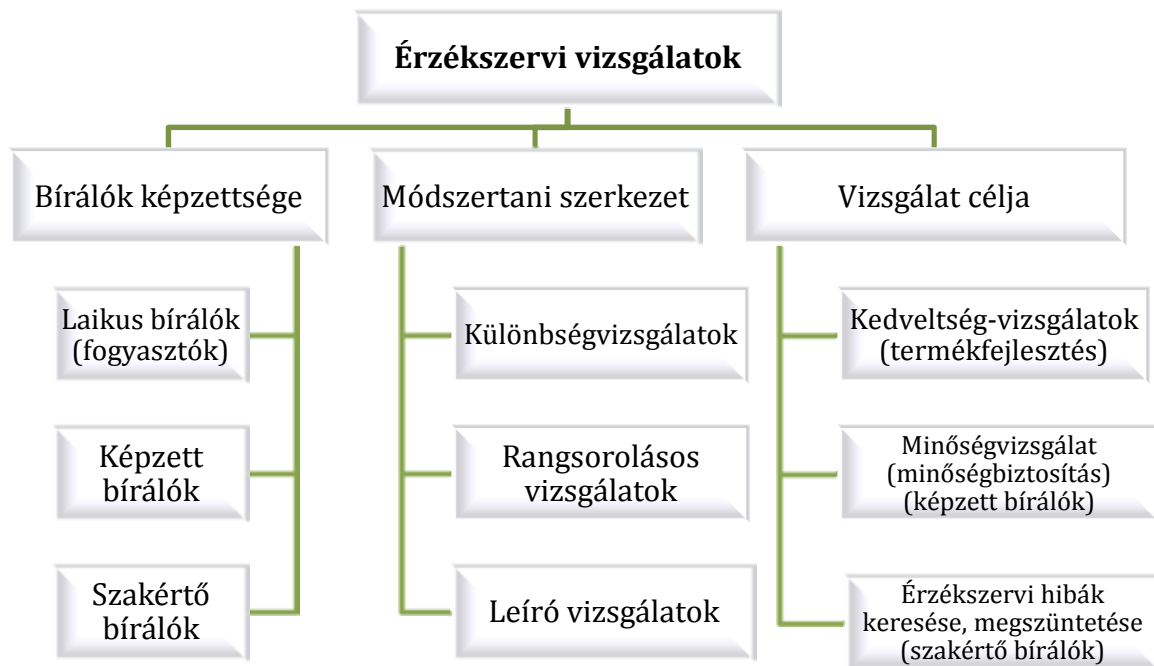
2.4.1 Érzékszervi vizsgálatok résztvevői, módszerei és céljai

Az érzékszervi vizsgálat valójában egy termék érzékszervi jellemzőinek érzékszervekkel történő vizsgálata. Az érzékszervi vizsgálatok során a műszereket és a szenzorokat az emberek és azok érzékszervei helyettesítik. Az élelmiszerek vizsgálatát a látás, hallás, tapintás, szaglás és ízlelés útján teszik meg. A korszerű érzékszervi vizsgálatokat az összehasonlíthatóság és reprodukálhatóság követelményeinek megfelelően szabványokban rögzítik, ezért is célszerű a kísérletek megtervezésénél, végrehajtásánál és a kísérleti körülmények biztosításánál a szabványok előírásait alkalmazni.

Az érzékszervi vizsgálatokkal kapcsolatos szabványosítás a Magyar Szabványügyi testület MSZT/MB 612 *Érzékszervi vizsgálatok* nemzeti szabványosító műszaki bizottság szakértőinek a segítségével történik. A nemzetközi ISO szabványok jellemzően módszerspecifikusak, amelyeket folyamatosan vesz át a nemzeti műszaki bizottság MSZ ISO, vagy MSZ EN ISO jelzetű szabványként.

Az érzékszervi vizsgálatok egyik legfontosabb alapidokumentuma az „MSZ EN ISO 5492:2009 *Érzékszervi vizsgálatok. Szakszótár*”, amely a szakkifejezéseket angol, francia, orosz és magyar nyelven az alábbi bontásban adja meg a szabvány: általános-, az érzékelő képességhez kapcsolódó-, az érzékszervi tulajdonságokhoz kapcsolódó-, a módszerekhez kapcsolódó fogalom meghatározások.

Az érzékszervi vizsgálatokat legelterjedtebben a bírálók képzettsége, a módszertani szerkezet és a vizsgálat célja szerint csoportosítja, amelyet a „MSZ ISO 6658:2008 *Érzékszervi vizsgálat. Módszertan. Általános irányelvek*” alapján mutatunk be (**3. ábra**).



3. ábra. Az érzékszervi vizsgálatok csoportosítása (forrás: MSZ ISO 6658:2008; Sipos, 2009 alapján)

Az érzékszervi vizsgálatokat elsősorban az alkalmazott cél, a bírálók jellege, az alkalmazott érzékszervi módszertan és a statisztikai elemzés különbözteti meg. A szakirodalom az érzékszervi bírálókat képzettségük szerint három kategóriába sorolja: laikus/fogyasztói bírálók, képzett bírálók, szakértő bírálók. Különböző típusú feladatokhoz különböző képzettségű bírálók alkalmazása szükséges (Molnár, 1991; Kókai ez al., 2003; MSZ ISO 6658:2008; Sipos, 2009). A bírálók képzésével és a bírálócsoport (panel) kialakításával kapcsolatos információkat az MSZ:ISO 8587 szabvány ismerteti.

A laikusok (fogyasztók) jellemzője, hogy a tesztelt élelmiszerek érzékszervi jellemzőit átéli, bírálata közben saját tapasztalatira hagyatkozik, kivetíti a saját ízlésvilágát a bírált termékekre. A fogyasztóknak feltett kérdések kedveltségre, preferenciára, vásárlási hajlandóságra irányulnak. A laikus fogyasztó véleményének megismerésére kialakított kérdőívek a lehető legrövidebb, átlátható, csak néhány egyszerű instrukciót tartalmaznak és a kedveltségek (íz, illat, állomány, küllem) értékelése általában néhánytagú kategóriaskálán történik. Amit csak lehet, képpel kell illusztrálni a könnyebb érthetőség érdekében. A fogyasztóknak jellemzően nincsen előzetes termékismeretük, csak néhány terméket értékelnek. A fogyasztók érzékszerveit a vizsgálat előtt nem teszteljük, továbbá módszertani képzésben sem részesülnek.

A fogyasztói teszteknel igen fontos, hogy a célcsoportot reprezentálja az a néhány fő, akik a tesztet elvégzik, különben torzított eredményt kaphatunk (allergiás a termékre,

nem fogyasztja a terméket stb.). A reprezentatív minta esetében mindig meg kell határozni, hogy mire reprezentatív a vett minta: pl. nem, kor, lakhely, iskolai végzettség, nettó kereset stb. A fogyasztói vizsgálatokban minden esetben minimum 60 főt kell lekérdezni szegmensenként (ISO 11136:2014).

A fogyasztókkal szemben a képzett bírálók speciális ismeretekkel rendelkeznek az érzékszervi tudományterületen alkalmazott kísérletek megtervezésével, végrehajtásával és a kísérleti körülmények, tesztelés jó gyakorlataival kapcsolatban.

Mivel az érzékszervi bíráló bizottság eredményei a tagoktól függenek, ezért kiválasztásuk és képzésük alapos és hosszadalmas, és megfelelő körülményt igénylő feladat. Az érzékszervi képességeiket különböző tesztekkel vizsgálják: szintésvizsga (Ishihara teszt), színárnyalat teszt (Farnsworth-Munsell), ízküszöb teszt, ízfelismerés, illatfelismerés teszt, illatintenzitás teszt stb. Ezeknek a vizsgálatoknak az a célja, hogy a bírálócsoporthoz (panel) résztvevő bírálók érzékszerveinek mérési határait, pontosságát megismerjük. A képzett bírálók bírálócsoporthoz objektív minősítést végeznek. A kérdéscsoport jellemzően analitikus jellegű: milyen intenzitásúak a minták egy konkrét, objektíven definiálható tulajdonság szempontjából, van-e különbség a minták között, milyen természetű ez a különbség (Kókai, 2003; Sipos, 2009).

A képzett bírálók közül a különleges érzékenységgel, tapasztalattal és tehetséggel bírók közül kerülnek ki a szakértői bírálók. A képzett bírálókhöz képest speciális több hónapon/éven keresztül termékspecifikus képzésben részesülnek, ahol részletesen megtanulják a termékek érzékszervi tulajdonságait, intenzitás értékeit, hibáit (Kókai, 2003; Sipos, 2009).

A képzett és szakértői bírálói tagok és csoportok teljesítmény ellenőrzése, és nyomon követése szükséges. A módszeres ellenőrzéssel és ismételt vizsgálatokkal a paneltagok és panelek elkülönítésre képesek, eredményeik állandóak és megismételhetőek (MSZ ISO 11132:2013). A módszereket jellemzően szoftveresen is jól ismerik, alkalmazzák. A bírálói panel fejlesztése csak egy többlépcsős, visszacsatoláson alapuló rendszeren keresztül valósítható meg, célszerűen szoftveres támogatás mellett.

A teljes körű szoftveres támogatás célja, hogy a számítógéppel támogatott érzékszervi bírálatok megvalósításával a teljes érzékszervi folyamat számítógépen valósuljon meg. A szoftveres támogatás kiterjed a kísérlettervezés, bírálati tervek/lapok elkészítésére, adatrögzítés, adatfeldolgozás, statisztikai értékelés, grafikai eredmények megjelenítése és a riport megvalósítása területeire. A teljes informatikai támogatásnak és a célszoftvernek köszönhetően a korrekt bírálati tervek automatizáltakká válnak, a kísérleti

tervek időszükséglete lerövidül, a számítási hibák lecsökkennek, a korábban lapokról átkonvertált adatbevitelből származott hibák minimálisra csökkennek (Kókai et al., 2003)

A vizsgálati cél határozza meg a célszerű módszerválasztást. A rangsorolások módszerei során egyszerre több mint kettő, jellemzően 3-6 mintát hasonlíthatunk össze a meghatározott érzékszervi szempontok alapján. Az adatok kiértékelésére a vonatkozó nemzetközi szabvány a Friedman-analízist javasolja (MSZ ISO 8587: 2014).

A különbségvizsgálatok során az vizsgálható, hogy megállapítható-e két minta között érzékszervi különbség. A gyakorlatban több elterjedt módszer létezik: egypróba, egyszerű összehasonlítás, páros összehasonlítás, páros preferencia vizsgálat, duó-trió próba, háromszög-próba, tetrád módszer, ötből kettő próba, R-index teszt (Meilgaard et al., 1999).

A leíró módszerek közé a tiszta magyar szabványok közül a különböző pontozásos módszerek tartoznak (20 pontos, 100 pontos, 20 pontos súlyozófaktoros stb.). Ezzel szemben a nemzetközi módszerek a profilanalitikus módszereket preferálják. Fő előnye, hogy a módszer segítségével az élelmiszerek tulajdonságait/komponenseit részletesen, közel teljes körűen leírja. Alapvető eltérés a különbségvizsgálati és rangsorolások vizsgálatokhoz képest, hogy a leíró módszerek esetében egynél több tulajdonságot értékelünk (ISO 11035:1994).

Az eredmények megbízhatóságához célszerű lehet érzékszervi tesztek speciálisan erre a célra kialakított érzékszervi minősítő laboratóriumában végezni. A laboratórium kialakításának a fő célja, hogy a bírálati körülmények megfelelő és lényegében állandóak (megvilágítás, hőmérséklet, páratartalom, levegő stb.), valamint az egyes bírálati fülkék egymástól elszeparáltak, jellemzően lokális hálózatba szervezett számítógépekkel (ISO 8589:2007). Ennek a kialakításnak a legfőbb előnye, hogy „Jó érzékszervi gyakorlatok” elemeivel kombinálva (mintavétel, mintakezelés és tárolás, mintaelőkészítés, minta bemutatása, bírálat, eredmények értékelése, jegyzőkönyv, adatok nyomonkövetése, tárolása, visszakereshetősége stb.) hatékony és precíz tesztelés hajtható végre.

2.4.2 Termékfejlesztés, termékoptimalizálás, conjoint analízis

A fogyasztói magatartás és döntéshozás megértése, évtizedek óta központi témája az élelmiszeripari cégeknek és a piackutatás gyakorlatának. Ezzel kapcsolatosan számtalan elméleti modell született az általános és termékspecifikus modellekig. Az utóbbi 90 évben elsősorban a modellek fókusza és a vizsgálati módszer toldott el. A kezdeti fogyasztói modellek leegyszerűsítve kezelték a fogyasztói döntéshozást, az első fogyasztói modellek a

'30-as évek után születtek: Lazarfeld, Preston, Würzburg, Katona, Nicosia, March és Simon, Howard, Nicosia stb. (Töröcsik, 2007). Az első modellek közgazdaságtani szempontból közelítettek, a racionálisan döntő fogyasztót állították a középpontba, de később az „irracionalitás” okát számos környezeti, személyes, társadalmi és pszichológia jellemzővel magyarázták. Napjainkra a fogyasztói választások előrejelzésére egyre kifinomultabb eszközök jelentek meg – terepi megfigyelések, média óra, szemkamera, agyhullámok detektálása, mélyinterjúk, fókuszcsoportok stb. – amelyre szükség is volt, mivel a megváltozott piaci környezet óriási változást hozott az élelmiszer kereskedelemben (Sipos és Tóth, 2005; Sipos és Tóth, 2006).

A termékdömping, új vásárlási környezet, vásárlóbarát üzletkialakítás, fokozódó bolti marketingeszközök, gyártók és kereskedelmi láncok közötti verseny új vásárlói szokásokat indukáltak. A felgyorsult élettempó, fokozódó városias környezet hatására új fogyasztási, vásárlási, étkezési szokások alakultak ki. A sikeres élelmiszeripari cégeknek a fogyasztói kereslettel rendelkező fogyasztói igényeknek megfelelően folyamatos *termékinnovációt* kell végrehajtania, miközben a fogyasztói igények sokszor ellentmondóak, vagy nehezen megvalósíthatóak. Ezért kerültek előtérbe a vásárlási döntési szituációkat középpontba helyező terméktesztelési módszerek alkalmazása (Janky et al., 2005).

A conjoint elemzés technikája meghatározza a *fogyasztói döntéshozást* meghatározó szempontok relatív súlyát, illetve meghatározza a termékek szintjeihez kapcsolódó fogyasztói hasznosságokat. A termékközpontú megközelítés lényege, hogy a terméket a tulajdonságok halmazának tekint, amely jellemzők összessége adja meg a termék teljes hasznosságát. A termékjellemzők fogyasztó által észlelt hasznosság összefüggései a hasznosság-függvény. A conjoint elemzés célja ezen függvény pontjainak a meghatározása. A statisztikai elemzés során a módszer linearitást feltételez, ahol a hasznosság-értékek előjeles additív mennyiségek (Orme & Krska, 2001). A conjoint analízis a preferenciákat függő, a faktorokat független változónak tekinti, és csak a fő hatásokat veszi figyelembe, az egyes faktorok interakcióját elhanyagolhatónak tekinti. A kapcsolatot leíró regressziós egyenlet az alábbi (Lehota, 2001):

$$r_i = a + \sum_{j=1}^s b_{jji}$$

r_i = az i -edik kártyára adott preferencia,

a = a regresszióból származó konstans,

b_{jji} = az i -edik kártya j -edik faktorának l -edik szintjéhez tartozó hasznosság,

s = a faktorok száma.

A conjoint analízis módszere lényegében egy szimulált vásárlási helyzet, ahol a megkérdezettek termék kombinációkat hasonlítanak össze, adott termékjellemzők és azok szintjeinek ismeretében. Az egyes jellemzők hatása a fogyasztói döntésre eltérő mértékű, és az eredmények a válaszadók *szubjektív véleményén* alapulnak (Green, 1987; Lehota 2001).

A módszer előnye, hogy a conjoint módszerrel sokkal kevésbé válik lehetővé a válaszadó számára, hogy valódi véleményét tudatosan befolyásolja (Nádasi, 2003). A módszer egyik legnagyobb előnye, hogy a termékek piaci bevezetése előtt tesztelhetők, így ezen eredmények visszacsatolása biztosíthatja a tervezéshez, gyártáshoz, sikeres termékértékesítéshez szükséges információt (Székely et al., 2006; Erneyi és Sipos 2006). A conjoint-analízis lépései Lehota (2001) és Szűcs (2014) alapján a következők:

1. A vizsgált terméktulajdonságok kiválasztása
2. Termékcsoporthoz meghatározása
3. Az egyes terméktulajdonságok szintjeinek meghatározása
4. Terméktulajdonságok szintjei kombinációnak (stimulusok) kialakítása
5. A conjoint-elemzés módszerének meghatározása
6. A conjoint-elemzés kérdőívének kialakítása
7. A conjoint-elemzés kérdőívének kitöltése
8. Elemzési módszer kiválasztása, elemzés, eredmények értelmezése

Két fő conjoint-elemzés adatgyűjtési módszert különböztetünk meg. A páros eljárás (pairwise) keretében a résztvevők egyszerre mindig csak két tényezőt hasonlítanak össze, míg az összes párosítással nem végeztek. A feladat nem túl nehéz, de hosszadalmas jellege miatt mentális kifáradáshoz vezet. A többtényezős értékelés (full profile) során a termék kombinációk teljes profiljait az összes jellemző bevonásával állítjuk össze és azokat külön kártyán mutatják be. A conjoint-elemzést leggyakrabban termék kombinációk értékelésére (rating), rangsorolására (ranking), vagy választására (choice based) alkalmazzák (Lehota, 2001; Szűcs, 2014).

A conjoint-elemzést az élelmiszerek széles körére alkalmazták már, azonban a szakirodalomban és nemzetközi adatbázisokban sem találtunk publikált eredményeket UV kezelt és megnövelt D-vitamin tartalmú gombatermékek termékoptimalizálására vonatkozóan. A conjoint analízis töretlen népszerűségét gyakorlati eredményeinek köszönheti, amelyet a legújabb hazai és nemzetközi publikációk is bizonyítják: pizza (Bernáth és Szabó, 1997), alma (Jaeger, 2000), margarin (Naes, 2001), bor (Orth és Krska, 2001), sör (Sántha és Lukács, 2000), funkcionális élelmiszerek (Moskowitz et al., 2004), olívaolaj (Krystallis és Ness, 2005), bányahús (Bernabéu és Tendero, 2005), szójaolaj (Carneiro, 2005), GM joghurt (O'Connor et al., 2006); ásványvíz (Sipos, 2008), tengeri halfélések (Claret et al., 2012), probiotikumok (Annunziata és Vecchio, 2013), marhahús (Nalley et al., 2004), helyi termesztésű szamóca (Darby et al., 2008), latte stílusú kávé italok (Jervis et al., 2012), chips (Szűcs, 2014).

3. Célkitűzés

A szakirodalomban jelenleg nincs elég információ arra vonatkozóan, hogy miként befolyásolja a termesztett gombafajok ergoszterol és D-vitamin tartalmát, ha a mesterséges UV világítás nem a post-harvest állapotú termőtesteket, hanem a még szedés előtt álló, termő kultúrát éri, valamint, hogy mennyiben módosulnak a kezelt gombák érzékszervi tulajdonságai.

Dolgozatom fő gyakorlati célja volt meghatározni, hogy miként változik a pre-harvest állapotban lévő, növekvő, tehát biológiailag aktív gombakultúrának a termesztő-létesítményben történő, különböző időtartamú és tartományú ultraibolya fénnel való kezelését követően a fehér- és barna csiperkegombák (*Agaricus bisporus*) és a laskagomba (*Pleurotus ostreatus*) D-vitamin és ergoszterol tartalma. Céлом volt továbbá megállapítani, hogy miként befolyásolja az UV kezelés a termesztett gomba termésmennyiségét, valamint meghatározni, hogy miként módosulnak a gombák kritikus érzékszervi paraméterei (pl. szín).

Következő lépésként célul tűztem ki a létrejött termékek laikus és képzett bírálók által végzett értékelését és minősítését, amelynek eredménye a termékfejlesztés alapjául szolgált.

A nemzetközi szakirodalmi adatok felhívják a figyelmet arra, hogy mind a csiperkegombák, mind a laskagomba esetében az UVA kezelés hatására szignifikánsan kisebb mennyiségű D-vitamint termelődik, mint az UVB és UVC kezeléseknél (Jasinghe & Perera, 2006), célkitűzéseim ezért kizárólag az UVB és UVC sugárzásnak a pre-harvest fehér- és barna csiperkegombára és kései laskagombára kifejtett hatásaira vonatkoztak.

Az alábbi tételes felsorolásnál 2 nagy területre bontottam az elvégzendő vizsgálatokat. Az első két csoportban a műszeres mérések, míg a második két csoportban az érzékszervi és fogyasztói módszerek szerepelnek.

1. A kísérleteimben a következőket vizsgáltam mindhárom termesztett gomba (fehér- és barna csiperkegombák, valamint a laskagomba) esetén a **hozam**, a **D-vitamin** és **ergoszterol tartalom**, valamint a **szín** és vonatkozásában:

1.1. Befolyásolja-e a terméshozam alakulását az UV sugarak termesztés során történő használata?

- 1.2. Miként befolyásolja a gombák D-vitamin tartalmát a különböző hullámhosszon történő, különböző időtartamú UV besugárzás?
 - 1.3. Miként befolyásolja a termőtest ergoszterol szintjének alakulását a különböző hullámhosszú és időtartamú UV besugárzás?
 - 1.4. Tapasztalható-e az ultraibolya fény hatására bekövetkező bármilyen elváltozás a termőtestek küllemében?
2. Kísérleteimben a következőket vizsgáltam mindhárom termesztett gomba esetén **antioxidánsok és polifenolok** vonatkozásában:
- 2.1. Adódik-e szignifikáns különbség az UVB és UVC kezeléseknél az antioxidáns és polifenol tartalomban?
 - 2.2. A megvilágítás időtartamának (15-90 perc) van-e szignifikáns hatása ezen egészségvédő anyagok felhalmozódásában?
 - 2.3. Az egyes fajok között van-e különbség?

Egy új termék értékeléséhez komplex vizsgálatokra van szükség, ezért a laboratóriumi mérések mellett elengedhetetlen a képzett érzékszervi bírálók és a laikus fogyasztók véleményének megismerése is.

A szakértői érzékszervi bírálatok jellemzően analitikus kérdésfeltevést jelentenek, ahol a termékparaméterek intenzitásértékeit értékeli a képzett bírálói csoport (érzékszervi panel). Az érzékszervi bíráló csoport tagjai, mint mérőműszerek jelennek meg. A jellemzően kis létszámú, 9-15 fős bírálókiválasztó teszteken és termékspecifikus teszteken átesett képzett érzékszervi panel feladata így teljesen más megközelítésű, mint a nagymintás, kedveltségre irányuló fogyasztói teszt. A termékek érzékszervi jellemzésére számos módszer használható, ezek jellemzően profilanalitikus jellegűek.

3. A **szakértői érzékszervi bírálók** a termékek objektív intenzitásértékeit tudják meghatározni. Ezzel kapcsolatos kutatási kérdéseim:
- 3.1. Mely érzékszervi leíró kifejezésekkel jellemezhetőek a különböző gombák?
 - 3.2. Milyen érzékszervi profillal jellemezhetőek az UV kezelt gombák?
 - 3.3. Mely érzékszervi tulajdonságban van egy vagy több különbség a kezelésekre hatására?

Az új piaci termék sikerét számos tényező befolyásolja, pl. az ár, származás, kiserelés, a csomagolás típusa, hozzáadott értékek (magnövelt D-vitamin tartalom) stb. Egy terméket

általában a fogyasztók ítélnék meg. Ők döntenek el, hogy az adott termékkombinációért hajlandók-e kifizetni az adott árat. A fogyasztóknak, vagy laikus bírálóknak csak azzal kapcsolatosan tehetünk fel kérdéseket, hogy melyik termékkombinációt preferálják, melyiket választanák. Feltételezzük, hogy amennyiben egy termékkombináció megfelel a fogyasztói elvárásoknak, úgy azt a terméket gyakrabban választják a fogyasztók és megismétlik vásárlásaikat. Ezért kiemelten fontos a fogyasztói szükségletekből kiinduló termékoptimalizálás.

4. Munkámban a **fogyasztói elvárásokkal** kapcsolatban az alábbi kérdéseket fogalmaztam meg:

4.1. Mely, a termékkel kapcsolatos tényezők befolyásolják a gombafogyasztókat?

4.2. Az egyes termékjellemzőknek milyen egymáshoz viszonyított súlya van a fogyasztói döntéshozásban?

4.3. A vizsgált fogyasztók körében melyik az ideális termékkombináció?

4.4. Az egyes termékjellemzők szintjei milyen hasznossággal bírnak a fogyasztóknál?

A kísérletek és mérések elvégzését indokolja, hogy világszerte egyre keresettebbekké válnak a funkcionális élelmiszerek. Az egészséges és tudatos táplálkozás elemeként folyamatosan növekszik a magas vitamin és antioxidáns tartalmú élelmiszerek fogyasztásának aránya.

Mind az itt bemutatott, mind a jövőbeni munkám célja hozzájárulni azon figyelemreméltó hazai és nemzetközi kezdeményezésekhez, melyek olyan új eljárások és eszközök kidolgozását tűzték ki célul, amelyeknek köszönhetően egyre több fogyasztó számára elérhető lesz a megnövelt D-vitamin tartalmú termesztett gomba, és amelyek felhasználhatóak a Föld népességének D-vitamin hiányából adódó betegségei megelőzésére. Ezen fejlesztések eredményeképpen egy olyan, a fogyasztói igényekre optimalizált termékkel bővülne az egészséges, funkcionális élelmiszerek köre, amely mesterséges anyag hozzáadása nélkül, csupán természetes összetevőinek köszönhetően – sok más jótékony táplálkozás-élettani hatása mellett – segíti a szervezet D-vitamin szükségletének biztosítását.

4. Anyag és módszer

4.1. Vizsgált csiperke és laskagombák

A vizsgálat anyagát képző fehér- és barna csiperkegombák és laskagomba a Budapesti Corvinus Egyetem Zöldség- és Gombatermesztési Tanszékének kísérleti gombatermesztő helyiségében kerültek letermesztésre.

Az első fehér csiperke termesztési és UV kezelési kísérlet 2009-ben, a második, ismételt kísérlet pedig 2011-ben került beállításra a gombatermesztő létesítményben. Az első barna csiperkegomba és laskagomba kísérletek egyaránt a 2010-es, az ismételt kísérletek pedig a 2012-es évben zajlottak.

A fehér és a barna csiperkegomba kísérletekhez a III. fázisú üzemi komposztot a Bio-Fungi Kft. (Áporka) biztosította. Fehér csiperke termesztéséhez a komposzt a Sylvan Kft. 'A15'-ös törzsével volt átszövetve, amely a leggyakrabban használt és legnagyobb arányban forgalmazott hibrid a fehér csiperkegomba esetén. A barna csiperkegomba termesztéséhez a Somycel Inc. '856'-os hibridjével átszövetett, a Bio-Fungi Kft. által rendelkezésünkre bocsátott III. fázisú komposztot használtunk.

A laskagomba kísérletekhez a 'HK 35'-ös törzssel becsírázott üzemi szubsztrátumot a Pilze-Nagy Kft. (Kecskemét) állította elő. A laskagomba termőblokkok átszövetése a kísérlet helyszínén történt.

A fehér csiperkegomba üzemi méretű, 15 kg-os zsákokban érkezett. Az összesen 350 kg komposztot 156 db modellkísérlet számára méretezett polietilén zsákba mértük szét, így végül minden zsák 2 kg komposztot tartalmazott. A barna csiperke esetén ugyanígy jártunk el. A zsákok egalizálása után elhelyeztük azokat a termesztő létesítmény polcain (**4. és 5. ábra**). Fehér csiperkénél a behordás napján, míg a barna csiperkénél az azt követő napon 5 cm takaró földet (Premium Terra, Hollandia) helyeztünk el minden egyes zsák felületén.



4-5. ábra. A fehér és barna csiperke termőzsákok elhelyezése a kísérleti termesztő létesítmény polcain (fotó: Györfi J.)

A 400 kg becsírázott laska szubsztrátum üzemi méretű, 22 kg-os préselt blokkokban került kiszállításra. A kísérlet céljára 10 kg szubsztrátum befogadására alkalmas blokkokba mértük szét az alapanyagot. A blokkokat lezárásuk után közvetlenül perforáltuk az elejükön és mindkét oldalukon. Átszövetéshez a blokkok álló helyzetben kerültek a polcokra (**6. ábra**), majd termőidőszakban elfekettettük őket a nem perforált oldalukra.



6. ábra. A laskagomba termőblokkok elhelyezése a kísérleti termesztő létesítmény polcain (fotó: Szabó A.)

Mindhárom gomba esetén a termőidőszakban automata adatgyűjtővel figyeltük és szabályoztuk a levegő és a komposzt hőmérsékletét, a páratartalmat és a CO₂ szintet, és a gomba fejlődési stádiumának megfelelő környezeti feltételeket biztosítottunk.

A csiperkegombák UVB és UVC kezeléseikhez mindkét fajtánál összesen 144 db (2 hullámhossz: UVB és UVC; 6 időtartam: 15, 30, 45, 60, 75 és 90 perc; 12 ismétlés: 12 db modellzsák) zsákot készítettünk elő (**7. és 8. ábra**). A fennmaradó 12 db zsák kezeletlen kontrollként szolgált.



7-8. ábra. A fehér csiperkegomba B30-as kezelése – első nap. A barna csiperkegomba C90-es kezelése – harmadik nap (fotó: Szabó A.)

4.2. Alkalmazott módszerek és statisztikai értékelések

4.2.1. Az UV kezelések módszere

Az UV kezelésekhez Vilbert Lourmat-115M típusú lámpákat használtunk. Az UV fény B tartományában sugárzó lámpák hullámhossza 312 nm, teljesítményük 2,1 W ($0,1023 \text{ mW/cm}^2$), míg a C tartományban üzemelő lámpák hullámhossza 245 nm teljesítménye 0,6 W ($0,5995 \text{ mW/cm}^2$) volt. Az UV lámpákat a termőfelület fölött 30-32 cm-rel helyeztük el (9. és 10. ábra). Ez a távolság megfelel egy korszerű holland rendszerű termesztőházban a termőfelület és a felette levő polcra esetlegesen felszerelt lámpák távolságának.



9-10. ábra. Az UV lámpák elhelyezése a pocokon (fotó: Szabó A.)

A biológiailag aktív, fejlődő gombaállományokat a zsákokon, illetve a termőblokkokon az első termőhullámban 5, 10, 15, 20, 25 és 30 perces UVB vagy UVC sugárzással kezeltük 3 egymást követő napon, így az egyes kezelések a 3. nap végére összesen 15, 30, 45, 60, 75 és 90 perces UV besugárzást jelentettek (4. táblázat).

4. táblázat. A termő gombakultúrákon alkalmazott UV kezelések időtartama, dózisa és elnevezései

Kezelés időtartama (perc)		0	15	30	45	60	75	90
UVB	Kezelés dózisa (J/cm ²)	0	0,54	1,08	1,62	2,16	2,7	3,24
	Kezelés elnevezése	kontroll	B15	B30	B45	B60	B75	B90
UVC	Kezelés dózisa (J/cm ²)	0	0,09	0,18	0,28	0,37	0,46	0,55
	Kezelés elnevezése	kontroll	C15	C30	C45	C60	C75	C90

A csiperkegombák esetén egy lámpa alá egyszerre 4 db zsák fért, egy kezeléshez pedig 12 db zsák tartozott, ezért egyszerre három lámpa üzemelt ugyanolyan időtartamon keresztül. A kezeletlen kontrollt képező 12 db zsákot a lámpák működtetésének idején takarással láttuk el.

Az UV kezeléseket a gomba termőtestek borsó nagyságú és szedésérett (4-6 cm kalapátmérőjű) állapotuk között végeztük mindhárom napon ugyanabban az időpontban.

Az utolsó UV kezelést követően az azonos kezeléshez tartozó 3x4 db zsákról leszedtük a kifejlett, 4-6 cm-es kalapátmérőjű csiperkegomba termőtesteket és az egyes kezeléseket elkülönítve kóddal láttuk el (pl.: FB15 = fehér csiperkegomba, UVB kezelés, összesen 15 perc).

500 g mintát szeletelve készítettünk elő D-vitamin és ergoszterol tartalom meghatározásához. A mintákat az előkészítést követően azonnal -70 °C-on üzemelő fagyasztógépbe helyeztük.

A laskagombánál is a csiperkéknél ismertetett módon történtek az UV kezeléseket. Itt 3 db termőblokk tartozott egy kezeléshez. A blokkok termő felületükkel az UV lámpák felé fordítva, azoktól 30-32 cm-re kerültek elhelyezésre.

Az analitikai mérésekhez a mintát a D-vitamin és ergoszterol tartalom meghatározásához a laskagombánál is szeletelve készítettünk elő és azonnal -70 °C-os fagyasztógépbe helyeztük.

4.2.2 Műszeres analitikai módszerek

4.2.2.1 Hozamok mérése

Az UV sugárzás ismert sejtroncsoló hatása miatt az ily módon kezelt termőfelületeken sérülhetett a gombák micéliuma, ezért minden egyes kezelés esetén három termőhullám hozamát mértük. A mérés a szedés során digitális mérleggel történt.

A fehér és a barna csiperkegombánál egy kezeléshez 3x4 db zsák tartozott, egyenként 2 kg komposzttal töltve. A kezelésenkénti hozammérések így azt mutatták meg, hogy hány kg gomba termett 24 kg komposzton. A laskagombánál egy kezeléshez 3 db, egyenként 10 kg szubsztrátumot tartalmazó blokkról mérve megkaptuk a 30 kg alapanyagról letermelt gomba mennyiségét.

Az adatokat mindhárom gomba esetén átszámoltuk 100 kg alapanyagra, a két kísérleti év adatait átlagoltuk. A statisztikai kiértékeléshez Kruskal-Wallis tesztet hajtottunk végre, egzakt p-érték kiszámolásával, 95%-os szignifikancia szint mellett, majd amennyiben szignifikáns különbség adódott, akkor Dunn-féle páronkénti post hoc tesztet végeztünk. Az elemzéseket az XL-Stat szoftverrel (Addinsoft, 28 West 27th Street, Suite 503, New York, NY 10001, USA) hajtottuk végre.

4.2.2.2 Szárazanyag-tartalom vizsgálata

Mindhárom gomba (fehércsiperke, barna csiperke, laska gomba) kezeletlen kontrolljából és minden kezeléséből is (UVB, UVC; 15, 30, 45, 60, 75, 90 perc) 5 g friss gomba mintát 5 párhuzamosban mértünk be analitikai mérlegen (4 tizedes pontossággal). Szárítószekrényben 80°C-on 4 órán át, majd további, közel 4 órán keresztül 105 °C-on tömegállandóságig szárítottuk. Ezután a visszanedvesedés elkerülése és a pontos mérés érdekében exikátorba helyeztük kihűlni a mintákat, majd visszamértük a szárazanyag tömegüket. A mérési eredmények ismertetésekor a két kísérleti év adatainak átlagát tüntettük fel, az eredményeket 3 tizedes pontossáig adtuk meg.

4.2.2.3 D-vitamin és ergoszterol tartalom vizsgálata

A kapcsolt analitikai rendszerben az elválasztást HPLC-vel, az ionizációt elektrospary (ESI) ionizációval, a detektálást pedig tömegspektrométerrel (mass spectrometry MS) valósítottuk meg. A HPLC elválasztással, majd a komponensek detektálásával pontosan megismerhető a minták D-vitamin tartalma. A D-vitamin tartalom meghatározása a Budapesti Corvinus Egyetem Élelmiszertudományi Karának Alkalmazott Kémia Tanszékén történt az EN 12821:2000 szabvány módosított változatával.

A fagyasztott minták első lépésként liofilizálásra kerültek. A homogenizált, porított liofilizált mintákból 0,5 g került bemérésre lombikba, ezt követte 4 ml Na-aszkorbát, 50 ml etanol és 10 ml 50%-os kálium-hidroxid oldat hozzáadása. Ezután került az 50 µg/g 1000 ppm-es belső D₃-vitamin standard az oldatba, majd az 1 órás extrakció következett vízfürdőben 80 °C-on. Az oldat ezután visszafolyós hűtővel lehűtésre került, majd az

oldatot rázótlöcsérbe mosattuk 15 ml desztillált vízzel és 15 ml etanollal. 50 ml n-pentán hozzáadása után pár perces rázatás következett. A fázisok szétválása után az alsó részt átengedtük egy újabb tölcsérbe, majd újabb 50 ml n-pentánt adtunk az oldathoz, és újabb rázatás következett. Az alsó fázishoz 20 ml n-pentánt adtunk. A szerves fázisok egyesítése után az oldat háromszori tisztítása következett 50 ml 5%-os etanolban feloldott 3%-os KOH oldattal. Az elegyet 3-szor 50 ml desztillált vízzel lehetett semleges pH-ra mosni. A szárazra párolás 40 °C-on rotációs bepárlóval történt. Következő lépésként 5 ml etanollal visszahígításra került az oldat, majd szűrés következett 0,45 µm-es membránszűrőn. Ezután a minta már készen állt a HPLC rendszerbe történő injektáláshoz.

Az előkészített mintákat fordított fázisú HPLC-s elválasztást követően ESI-MS/MS kapcsolt analitikai rendszerrel elemeztük (HPLC-ESI-MS/MS). Az elválasztás és a mennyiségi meghatározás az Agilent (Agilent Technologies, Waldbronn, Germany) 1100 HPLC Biosystems (Foster City, CA, USA) folyadékkromatográfiás rendszerhez kapcsolt 3200 Q-Trap hibrid (háromas kvadrupol/lineáris ioncsapda) tandem tömegspektrométerrel történt. Az MS/MS készülék egy Turbo-V ESI ionforrással volt felszerelve. Az elválasztást egy YMC Hydrosphere C₁₈ 100 × 2.0 mm, 2 µm C18 RP-HPLC (YMC Europe, Dinslaken, Germany) oszlopon történt, 6 perces izokratikus elúcióval, 0,3 ml/perces áramlási sebességű 0,1% (v/v) hangyasav tartalmú metanollal. A calciferol mennyiségi meghatározását referencia anyagon alapuló standard addíciós kalibrációval végeztük. Az ionátmeneteket MRM (Multiple reaction monitoring) pásztázással figyeltük, pozitív módban. Az ergocalciferol (D₂) csúcsainál az átmeneteket 397/105 és 397/159 átmeneteknél vizsgáltuk.

A mintákat 5 párhuzamosban mértük. A statisztikai kiértékeléshez Kruskal-Wallis tesztet hajtottunk végre, egzakt p-érték kiszámolásával, 95%-os szignifikancia szint mellett, majd Dunn-féle páronkénti post hoc tesztet végeztünk. Az elemzéseket az XL-Stat szoftverrel végeztük.

4.2.2.4 Színmérés

Az élelmiszerek színének objektív és számszerűsített meghatározására a tristimulusos színmérési módszert javasolja a Nemzetközi Világítástechnikai Bizottság (Commission Internationale de L'Éclairage, CIE). A világossági tényező (L*) megmutatja, hogy a mért felület a megvilágító fény hány százalékát veri vissza. Az a* koordináta a zöld-piros színátmenetet (-a* - +a*), míg a b* a kék-sárga színátmenetet (-b* - +b*) jelzi. A CIELab L*a*b* színkoordináták meghatározásához Chromameter CR-400-as színmérő műszert

alkalmaztunk. Az eredmények megbízhatósága miatt a méréseket 24 párhuzamosban végeztük (**11. ábra**). A gombák felületének színjellemzőit ($L^*a^*b^*$) lemértük a kezelés első napján, majd ismételtén a harmadik napon (az utolsó kezelést követően). Ennek a két mérésnek az alapján határoztuk meg az átlagos emberi szem által érzékelt színekülönbségek nagyságát. A színekülönbségeket a térbeli Pythagoras tétel alkalmazásával határozhatjuk meg: $\Delta E_{ab^*}=[(\Delta L^*)^2+(\Delta a^*)^2+(\Delta b^*)^2]^{1/2}$. Az átlagos emberi szem által érzékelt színekülönbségek nagysága: 0,0-0,5 nem vehető észre, 0,5-1,5 alig vehető észre, 1,5-3,0 észrevehető, 3,0-6,0 jól látható, 6,0-12,0 nagy (Wenczel, 2013).



11. ábra. Gombaminták színkoordinátáinak ($L^*a^*b^*$) mérése CR-400-as készülékkel (fotó: Fűri M.)

4.2.2.5 Polifenol- és antioxidáns-tartalom mérések

A minta előkészítése

Az intakt mintákból történő kivonatkészítéskor 500 g teljes gombából desztillált vízzel 1:1 arányban turmixot készítettünk. Ennek 200 g-jából 1 percig tartó 24000 min^{-1} fordulatszámú teflonkéses homogenizátorral készítettünk homogén mintát. Ennek a homogén mintának a 20 ml-ét, 15 percig ultrahangos fürdőben roncsoltuk, majd ezt követően 2000x g-n 15 percig centrifugáltuk 4 °C-on. A felülúszót a mérésekig -20 °C-on tároltuk.

Az antioxidáns mérések meghatározásának módszertana

ABTS-assay

A módszer elve, hogy a ferril-mioglobin gyökös formája, a metmioglobin és a hidrogén peroxid, ABTS (2,2'-azino-bis(3-ethylbenzthiazolin-6-sulfonil sav)-ból gyököt képez ($\text{ABTS}^{\bullet+}$). Ez a gyök zöld színű, $\lambda=405$ nm-en mérhető a fényelnyelése. Az antioxidánsok

ennek a gyöknek a képződését gátolják koncentráció függően. A módszert trolox-szal, egy vízzoldható E-vitamin analóggal kalibráltuk, így eredményeinket trolox ekvivalenciában kaptuk meg. A mérések során 96 well plate-be az alábbiakat mértük ki: 10 µl minta kivonat; 20 µl 3,50 mg/ml myoglobin 50 mM pH7,4 9% NaCl-t és 1% glükózt tartalmazó kálium-foszfát pufferben; 150 µl 1 mg ABTS-t és 25 µl 3% H₂O₂-t tartalmazó 0,1 M pH 5-ös citrát puffer. Az összeméréseket követően a plate-et 5 percig 37 °C-on rázattuk, majd alkalikus-stop oldatot adtunk a wellkekhez és spektrofotométeren λ=405 nm-en mértük az abszorbanciát.

CUPRAC-assay

A mérési elv értelmében a reakcióelegyben a CuCl₂(II) oxidációs száma csökken az antioxidánsok redukáló képességének köszönhetően. Az (I)-es oxidációs számú réz dimerizálja a neocuproint, mely ettől kék színt nyer.

A mérések során 1 ml 10⁻² M Cu²⁺ oldatot, 1ml 7.5*10⁻³ M neocuproine oldatot, 1 ml pH 7,4 1 M NH₄Ac puffert, 100 µl minta kivonatot és 1 ml desztillát vizet mérünk össze, 30 percig sötétben inkubáltuk, majd λ=450 nm-en mértük az abszorbanciát trolox-szal elkészített kalibrációs egyenesre.

DPPH-assay

A módszer elve, hogy a mintában lévő antioxidáns típusú vegyületek az 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH) gyökkel reagálnak, melytől az az eredeti sötétlila színét elveszti. Minél több antioxidáns típusú vegyület található adott térfogatú mintában/kivonatban, annál erősebb a színvesztés, tehát annál inkább csökken az abszorbancia.

A mérések során 3,9 ml 6*10⁻⁵M DPPH metanolos oldathoz 100µl minta kivonatot adunk, 20 percig sötétben inkubáljuk, majd λ=517 nm- en mérjük az abszorbanciát metanol vakkal szemben.

A kapott értékekből az alábbi képlet segítségével számoljuk az eredményeket:

$$I\% = \frac{A_0 - A}{A_0} * 100$$

Ahol:

I% = gátlás mértéke %-ban megadva

A₀ = a gyökoldat alap abszorbanciája λ=517 nm-en

A = a gyökoldat abszorbanciája a minta hozzáadását követő 20 perc után

FRAP-assay

A mérési elv értelmében pH 3,6-os értéken a vas (III)-as oxidációs állapotú formáját az antioxidánsok (II)-es oxidációs állapotúvá redukálják, mely a 2,4,6-tripiridil-S-triazin (TPTZ)-vel kék színű komplexet képez. Ez a keletkező kék szín spektrofotometriásan nyomon követhető 593 nm-en. A mérések során 100 µl minta kivonatot adtunk a pH 3,6 300 mM-os acetát puffer – 10 mM TPTZ (2,4,6-tripiridyl-s-triazine) 40 mM HCl-ben-20 mM FeCl₃ – által alkotott FRAP oldathoz, majd 5 perc várakozási időt követően λ=593 nm-en mértük az abszorbanciákat aszkorbinsavval felvett kalibrációs egyenesre.

Összes oldható fenolos komponens tartalom meghatározása Folin-Cioalteau reagenssel

A mérés elve, hogy pH 10-es közegben a fenolos komponensek a (VI)-os oxidációs számú molibdátot (V)-ös állapotú, kék színű vegyületté redukálják. A kék szín intenzitása arányos a fenolos komponensekkel. A módszer sokkal inkább egy redukció elvén működő antioxidáns-mérő módszer, mint valódi polifenol komponens mérő metodika. A mérések során 1250 µl 10x-es hígítású Folin-Cioalteau reagenshez 240 µl metanolt adtunk, majd 10 µl minta kivonatot, egy perc elteltével pedig 0,7 M NaCO₃-at. Ezt követően 5 percig 50 °C-os vízfürdőbe helyeztük a reakcióelegyet, majd λ =765 nm-en galluszsavval elkészített kalibrációs egyenesre mértük az abszorbanciákat.

Statisztikai értékelés

A statisztikai kiértékeléshez Kruskal-Wallis tesztet hajtottunk végre, egzakt p-érték kiszámolásával, 95%-os szignifikancia szint mellett, majd amennyiben szignifikáns különbség adódott, Dunn-féle páronkénti post hoc tesztet végeztünk. A antioxidáns mérési eredmények együttes összehasonlításához az értékek újaskálázására volt szükség (0-100 skálán). Az elemzéseket az XL-Stat szoftverrel hajtottuk végre.

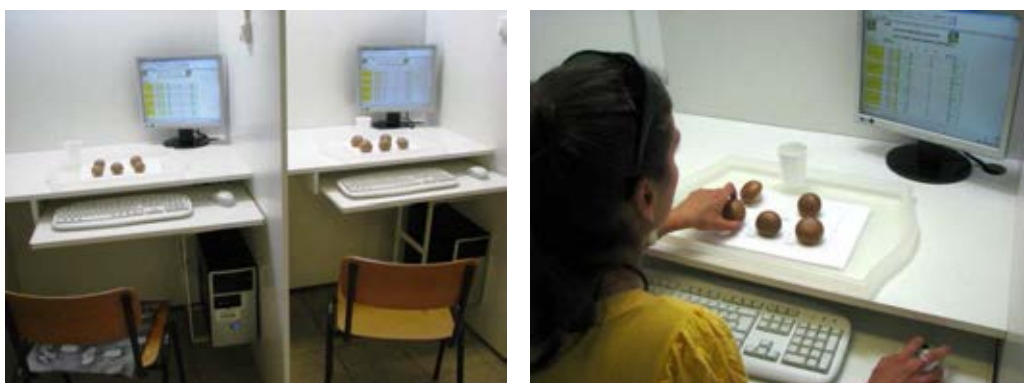
4.2.3 Érzékszervi módszerek

A vizsgált UV kezelt gombafajok érzékszervi tulajdonságainak elemzéséhez több módszercsoport tesztjeit is felhasználtuk. A kutatási kérdéseknek megfelelően mind leíró érzékszervi vizsgálatot, mind érzékszervi különbségvizsgálatot is alkalmaztunk. A kísérletek megtervezésénél, végrehajtásánál és a kísérleti körülmények biztosításánál nemzetközi szabványok, az ISO szabványok előírásait tartottuk irányadónak, a leírásokban pedig az érzékszervi szótárban megadott kifejezéseket alkalmaztuk (ISO 5492:2008). A vizsgálatok részletes leírását a következő alfejezetek tartalmazzák.

4.2.3.1 Szakértői termék karakterizálás (számítógéppel támogatott profilanalízis)

A bírálatokat az érzékszervi bírálócsoport a nemzetközi ajánlásoknak megfelelően minden nap ugyanabban az időpontban, délelőtt 10 órakor végezte, ugyanis ekkor a legérzékenyebbek az érzékszervek (ISO 6658:2005; ISO 8586:2012). Minden vizsgálatot ugyanaz a 11 szakértői bíráló, a Budapesti Corvinus Egyetem Érzékszervi Minősítő Laboratórium bírálói végezték, akik megfelelően teljesítettek a bírálókiválasztó teszteken (ízfelismerés és ízérzékenység vizsgálat, szintévesztés, színérzékenység, illat teszt stb.). Ezen túlmenően a bírálók a vizsgálat megkezdésekor gyakorlattal rendelkeztek, mivel korábban is végeztek szoftveres támogatás mellett, profilanalitikus módszerrel végrehajtott gombatermék minősítést.

Az érzékszervi tesztek a Budapesti Corvinus Egyetem, Érzékszervi Minősítő Laboratóriumában végeztük. A laboratórium minden, az állandó és reprodukálható körülmények biztosítását előíró nemzetközi előírásnak megfelel (ISO 8589:2007). Az egyes bírálati fülkék megvilágítása mesterséges, napfénynek megfelelő 6504 K színhőmérsékletű lámpákkal biztosított, a fülkék színe a termék értékelését nem befolyásolja, az elszeparált jelleg pedig a bírálati értékek megbízhatóságát javítja, a számítógépes hálózat és szoftver mellett (**12. és 13. ábra**).



12-13. ábra. Az UV kezelt csiperkegombák és laskagomba profilanalízisének helyszínt adó Budapesti Corvinus Egyetem Érzékszervi Minősítő Laboratóriumának bírálati fülkéi. Képzett érzékszervi bíráló teszt közben (fotó: Szabó A.)

A zöldségek, gyümölcsök és gombák karakterizáláshoz a nemzetközi szakirodalomban számos profilanalitikus módszert alkalmaznak (free-choice profile, flash profile, quantitative descriptive profile, qualitative sensory profile, Temporal dominance of sensations (TDS) (ISO 13299:2003). Varela és Ares (2014) munkájukban kiemelik, hogy amennyiben megfelelő idő áll rendelkezésre és a bírálók képzettek, úgy az egyik legalaposabb és legelterjedtebb módszert a mennyiségi leíró profilanalízist (quantitative

descriptive profile, QDA) célszerű alkalmazni. A szakirodalom szerint a QDA módszere az egyik legösszetettebb érzékszervi vizsgálat, a termékek teljes körű jellemzésével lehetőség nyílik a termékek egyedi jellemzésére, karakterizálására, profilozására. A módszer segítségével a profilok tulajdonságoként, vagy akár az összes tulajdonság alapján is összevethetőek (Kollár-Hunek et al. 2008).

A mennyiségi leíró analízist (quantitative descriptive analysis, QDA), a kísérleti kiosztást, a vizsgálatot és értékelést a releváns nemzetközi szabványoknak megfelelően (ISO 11035:1994; ISO 13299:2003), a gyakorlatban való megvalósítást pedig Sipos (2009) alapján az alábbiak lépések szerint végeztük:

1. A bírálók véletlen elrendezésben és kódolt minták segítségével értékelték, azaz listát készítettek a kapott minták érzékszervi jellemzőiről.
2. Ezt követően konszenzusra jutva kialakították az értékelési rendszert, meghatározták az érzékszervi jellemzőket és skálákat.
3. A bírálók az általuk kialakított rendszerben új mintákat kaptak. A minták előkészítése minden esetben ugyanúgy történt (mintamennyiség, hőmérséklet, kalapátmérő, tönkhosszúság stb.). A bírálók véletlen elrendezésben és kódolt minták segítségével értékelték. Minden bíráló 21 tulajdonságot értékelt, amely a gombák (vizuális, illat, íz, állomány) jellemzőire vonatkoztak. Az érzékszervi jellemzőket és azok szélső értékeit a 5. táblázat mutatja be.

5. táblázat. Fehér csiperkegomba profilanalitikus vizsgálatának érzékszervi jellemzői és szélső értékei

Érzékszervi jellemző	skála végpontjainak leírása (0-100)	
	0	100
kalap színe	fehér	sárga
kalap színének árnyalata	világos	sötét
kalap foltossága	nem foltos	foltos
kalap vastagsága	vékony	vastag
kalap alakja	lapított	ívelt
tönk színe	fehér	sárga
tönk vastagsága	vékony	vastag
törékenysége	törékeny	ellenálló
keményesség	szivacsos	szilárd, kemény
nyálkásság	száraz	nyálkás
lédúság	száraz	lédús
gomba illat	gyengén	erősen
föld illat	gyengén	erősen
friss illat	kevésbé friss	friss
egyéb illat leírása		
gomba íz intenzitása	gyengén	erősen
édes íz	gyengén	erősen
friss íz	nem friss	friss
egyéb ízjelleg	nincs	erősen
egyéb ízjelleg leírása		
utóíz	nincs	erősen

4. A vizsgálatokat a ProfiSens célszoftverrel végeztük, amely létrehozza a kísérleti tervet, a mintakódolást, a mintakiosztást, a tálcaalátétet és elvégzi az adatok értékelését (6. és 7. táblázat).

6. táblázat. A csiperkegomba rotált mintakiosztásai (ProfiSens)

minta neve/ tálca sorszáma	kontroll (A)	B15 (B)	B45 (C)	B90 (D)
1	B	A	D	C
2	C	D	A	B
3	D	C	B	A
4	A	B	D	C
5	B	A	C	D
6	C	D	B	A
7	D	C	A	B
8	A	C	B	D
9	B	D	A	C
10	C	A	D	B
11	D	B	C	A

7. táblázat. A csiperkegomba rotált mintakiosztásainak megfelelő háromjegyű random számjai (ProfiSens)

minta neve/ tálca sorszáma	kontroll (A)	B15 (B)	B45 (C)	B90 (D)
1	746	850	562	321
2	425	765	164	476
3	629	916	680	502
4	568	826	658	960
5	675	914	372	435
6	241	870	481	354
7	401	392	264	178
8	283	417	145	468
9	921	925	794	873
10	736	749	298	376
11	643	108	653	239

A ProfiSens segítségével előállított mintakiosztásokat és a tálcaalátéteket a következő, 8. táblázat és **14. ábra** mutatja be.

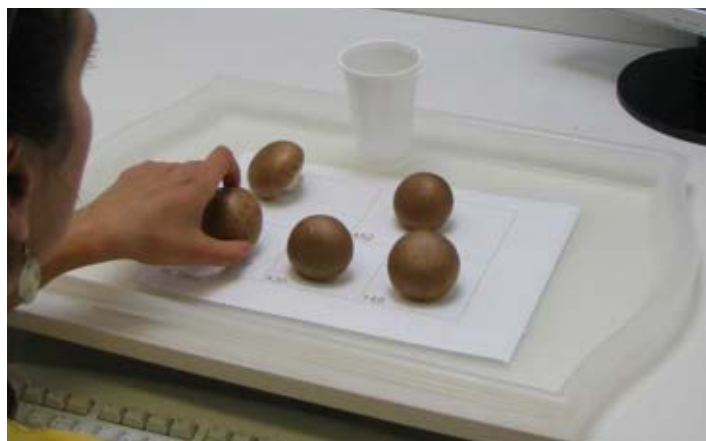
8. táblázat. Fehér csiperkegomba egyénileg kódolt mintakiosztásai (ProfiSens)

A	kontroll
B	B15
C	B45
D	B90

1	B	A
	746	850
	D	C
	562	321

2	C	D
	425	765
	A	B
	164	476

746	850	425	765
562	321	164	476
1. Tálca		2. Tálca	



14. ábra. A csiperkegomba minták kiosztásnak megfelelő tálcacalátétek és a minták elhelyezése (ProfiSens)

5. A ProfiSens minden érzékszervi tulajdonságra átlagot, szórást, variancia-analízist, LSD páronkénti összehasonlításokat, majd ezek grafikus megjelenítését végezte el. Termékenként megrajzolta a bírálói csoport átlagából az érzékszervi profilokat.

4.2.3.2 Fogyasztói különbségtételi vizsgálat (háromszögteszt)

A különbségvizsgálatok esetében azt vizsgáljuk, hogy statisztikailag igazolható különbség fennáll-e, vagy hasonlóság igazolható a vizsgált termékek esetében. A háromszögtesztet célszerű alkalmazni, ha a különbség jellege, mértéke nem ismert, illetve ha a termékek viszonylag homogének, illetve akkor, ha változás következik be az összetevőkben, a feldolgozásban, a csomagolásban, a kezelésben vagy a tárolási körülményekben.

A módszer kifejezetten hatékony kis különbségek kimutatására. Emellett a bírálót érő érzékszervi kifáradás, vagy a sok minta értékelése közben fellépő mentális terhelés csekély, ezért is ideális laikus (fogyasztók) bírálóknak. A módszer a különbségvizsgálatok közül az egyik legérzékenyebb, mivel a legkisebb a véletlen eltalálás valószínűsége (33,33%) (ISO 4120:2004).

A teszt célja az volt, hogy megállapítsuk, hogy a fogyasztók különbséget tudnak-e tenni a kontroll és az UV kezelt gombaminták között. A módszerrel különböző párosításokban végeztük a vizsgálatot. A bírálótagok a Budapesti Corvinus Egyetem

Kertészettudományi, és Élelmiszertudományi karainak hallgatóiból álltak, akiknek a teszt előtt elmagyaráztuk a módszert és a célfeladatot is megismerték. Az érzékszervi tesztek a Budapesti Corvinus Egyetem, Érzékszervi Minősítő Laboratóriumában végeztük. A laboratórium a nemzetközi előírásoknak megfelelő kialakítású, a bírálati körülmények állandóak (ISO 8589:2007). A bírálati mintákat külön erre a célra kialakított előkészítő helyiségben állítottuk össze (azonos termék mennyiség (1 db gomba), azonos terméknagyság (5 cm kalapátmérő, 1 cm tönk vízszintesen elmeteszve), azonos hőmérséklet (20 °C). Mivel az UV megvilágítás hatására a gombák színe változhatott, ezért nem maszkoltuk el ezeket a releváns különbségeket fényszűrők, vagy speciális megvilágítás alkalmazásával. A mintákat vaktesztben kapták a bírálók, és véletlen számgenerátorral előállított háromjegyű random számokkal kódoltuk, hogy a bírálókat ne befolyásolja a termékek megnevezése.

A bírálók számát a vizsgálathoz szükséges érzékenységhez választottuk a szabvány A.3 melléklete alapján. Statisztikai értelemben a teszt érzékenységét az α , β és p_d értékekkel határozzuk meg. Az alfa-kockázat (jele: α) elsőfajú hiba/hamis pozitív arány annak a megállapításnak a valószínűsége, hogy az érzékelhető különbség létezik, pedig nincs. A béta-kockázat (jele: β ; $\beta=1-\alpha$) másodfajú hiba/hamis negatív arány annak a megállapításnak a valószínűsége, hogy nem létezik érzékelhető különbség, pedig van. Az értékelések méretaránya (jele: p_d), amelyben az érzékelhető különbségek kimutathatóak két termék között.) A háromszög módszert bemutató szabvány leírja (ISO 4120:2004), hogy a nagy bírálatszám alkalmazása növeli a termékek közötti kis különbségek észlelésének valószínűségét. A különbség vizsgálatra 24 és 30 közötti bírálatot javasol és kiemeli, hogy az ismételt értékelések száma lehetőleg azonos legyen. A vizsgálatban ennek megfelelően minden bíráló két mintahármaszt kapott, ahol mintahármason belül a visszakóstolás engedélyezett volt (**15. ábra**). A bírálók a minták között egy neutrális jellegű ízsemlegesítő folyadékot fogyasztottak (Aquarius).



15. ábra. Az UV kezelt barna csiperkegomba háromszögtesztjéhez előkészített kiosztás és bírálati lap (fotó: Szabó A.)

A módszer bírálói oldalról az „itt a piros hol a piros” logikáját követi, azaz három minta közül kettő azonos egy eltérő. A feladat az eltérő minta kiválasztása. A bíráló a mintaszámok rögzítése után megjelöli az általa különbözőnek érzékelt mintát, majd a minta melletti vonalon szövegesen leírja, hogy miben tért el véleménye szerint. Amennyiben megoldható volt kiegyenlített mintatervet, mintapozícionálást alkalmaztunk. A minták kombinációi az alábbiak voltak: ABB, BBA, BAB, ABA, AAB, BAA. A háromszög-teszt bírálati lapját az **16. ábra** mutatja be.

Bíráló kódja vagy neve:		
Tálcsaszám:		Dátum:.....
Feladat ismertetése:		
1) Ön két tesztfeladatot kapott. Egy tesztfeladathoz három gomba tartozik, melyek egy oszlopban helyezkednek el. 2) Először írja le a tálcsaszámot és a gombák kódszámait ennek a bírálati lapnak a megfelelő részére. 3) <u>Egy tesztfeladaton belül két gomba egyforma, egy eltérő. A feladat az eltérő minta kiválasztása.</u> 4) Az első tesztfeladatban a gombokat kódszámra kell egyenként. 5) Válassza ki a három minta közül az eltérőt a kódszám melletti mező megjelölésével. <u>Írja le azt is, hogy mi az eltérés oka.</u> 6) Amennyiben nem tud különbséget tenni, akkor is választania kell, ez esetben jelezze, hogy csak tippelt. 7) Ezután rátérhet a következő mintahármas bírálatára. 8) Ha befejezte a bírálatot, kérem jelezze ezt a bírálatot vezető személyeknek.		
KÖSZÖNJÜK SEGÍTSÉGÉT! VISZONTLÁTÁSRA A KÖVETKEZŐ ÉRZÉKSZERVÍ TESZTEN!		

Ide írja a 3 jegyű kódokat	Tegyen X-et az eltérő mellé	Ide írja le, hogy miben tér el a megjelölt minta (vagy azt, ha csak tippelt)
<input style="width: 30px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="text"/> <input style="width: 30px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="text"/> <input style="width: 30px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="text"/>	<input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="checkbox"/>	
<input style="width: 30px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="text"/> <input style="width: 30px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="text"/> <input style="width: 30px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="text"/>	<input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="checkbox"/>	
<input style="width: 30px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="text"/> <input style="width: 30px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="text"/> <input style="width: 30px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="text"/>	<input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="checkbox"/>	

2. tesztfeladat

Ide írja a 3 jegyű kódokat	Tegyen X-et az eltérő mellé	Ide írja le, hogy miben tér el a megjelölt minta (vagy azt, ha csak tippelt)
<input style="width: 30px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="text"/> <input style="width: 30px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="text"/> <input style="width: 30px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="text"/>	<input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="checkbox"/>	
<input style="width: 30px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="text"/> <input style="width: 30px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="text"/> <input style="width: 30px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="text"/>	<input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="checkbox"/>	
<input style="width: 30px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="text"/> <input style="width: 30px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="text"/> <input style="width: 30px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="text"/>	<input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="checkbox"/>	

16. ábra. A háromszög-teszt bírálati lapja

A bírálót minden esetben kértük, hogy jelölje meg az egyik mintát, még akkor is, ha tippelt. (A vizsgálatban ennek megfelelően a kötelező választást alkalmaztuk, a "nincs különbség" válasz nem elfogadható.) Akkor tekintettünk egy választ helyesnek, ha a három minta közül az egyetlen eltérőt jelölte meg a bíráló. A helyes és helytelen válaszok számát bírálócsoportonként összegeztük a nemzetközi előírásoknak megfelelően. Az értékeléshez a szekvenciális eljárást (grafikus módszer) (ISO 16820:2004) és a binomiális tételt alkalmaztunk (ISO 4120:2004). A szekvenciális eljárás esetén a helyes válaszok száma alapján tudunk dönteni a termékek (kezelt vagy kezeletlen gombák) különbözőségéről adott ($\alpha=0,05$) szignifikancia szinten.

4.2.3.3 Termékoptimalizálás fókuszcsoporthoz és conjoint analízis módszerkombinációval

A fókuszcsoporthoz kutatások általános célja, hogy jellemzően 10-12 fővel, megengedő légkörben végzett beszélgetések alatt megismerhetők a résztvevők véleményei, prioritásai, gondolkodási módjai, jellemző információ-forrásai (Babbie, 1995; Lehota, 2001; Vicsek, 2006).

A fogyasztói fókuszcsoporthoz vizsgálat kifejezett célja az volt, hogy a conjoint módszer bemeneti adatait meghatározzuk. Ehhez célul tűztük ki, hogy azonosítsuk a csiperkegombákkal és laskagombával kapcsolatban a fogyasztók által a vásárlás szempontjából fontosnak tartott döntési elemeket, termékjellemzőket és termékjellemzők szintjeit.

A speciális moderátori képességek kulcsfontosságúak a fókuszcsoporthoz sikerességében, ezért a fókuszcsoporthoz interjúkat mediátor segítségével végeztük, akinek feladata többek között a résztvevők reakciójának figyelemmel kísérése és a beszélgetés irányítása, valamint ügyel arra, hogy egy-egy résztvevő ne dominálhassa a csoportot.

A fókuszcsoporthoz tagjai kizárólag 25-70 év közötti háziasszonyok voltak. 4 fókuszcsoporthoz vizsgálatot végeztünk, amelyet a téma természete és a vélemények homogenitása indokolt, a negyedik interjú már csak minimálisan szolgáltat új információval. A vizsgálatokat nyugodt környezetben, külön teremben, körben elhelyezkedő székekkel, megengedő légkörben végeztük. A fókuszcsoporthoz megbeszélés mindig a mediátor rövid bemutatkozásával kezdődött. A mediátor minden alkalommal hangsúlyozta, hogy célja minden résztvevő véleményének a megismerése, illetve biztosította a csoportot, hogy nem léteznek jó és rossz válaszok. A megbeszélésekről minden alkalommal feljegyzések készültek. A fókuszcsoporthoz megbeszélések jellemzően 2 órát vettek igénybe. A résztvevők a beszélgetés után 500 g csiperkegombát kaptak ajándékba. Kutatásaink

alkalmával félig strukturált interjúkat végeztünk, ahol a kérdések vezérfonalát előre elkészítettük (Vicsek, 2006).

A módszerek közül az érték alapú conjoint analízist (conjoint value analysis) választottuk, conjoint kártyákat (termékkombinációkat) hoztunk létre, amelyeket az ortogonális tömbök módszerével SPSS 22.0 programcsomag segítségével redukáltunk. A kártyák generálásához az alábbi parancssort írtuk meg:

```
ORTHOPLAN
/FACTORS=
ar 'ár' (1 '300' 2 '450' 3 '900')
marka 'márka' (1 'sajátmárkás' 2 'gyártói márkás')
faj_fajta 'faj_fajta' (1 'fehér csiperkegomba' 2 'barna csiperkegomba' 3 'laskagomba')
kiszereles 'kiszereles' (1 '250g' 2 '500g' 3 '1000g')
csomagolas 'csomagolás' (1 'műanyag tálca' 2 'hánckosár' 3 'ömlesztett')
taplalkozasi_elony 'táplálkozási előny' (1 'magnövelt D-vitamin tartalom' 2 'D-vitamin forrás' 3 'magnövelt antioxidáns tartalom' 4 'antioxidáns forrás' 5 'B-vitamin forrás' 6 'kálium forrás')
szarmazas 'származás' (1 'magyar' 2 'lengyel' 3 'román')
kalap_merete 'kalap mérete' (1 '3-4cm' 2 '5-6cm' 3 '7-8cm' 4 '10-15cm')
termesztes 'termesztés' (1 'bio' 2 'nem bio')
/REPLACE.
_DATASET NAME GombaConJointTerv.
```

A létrejött 32 kártyát a Microsoft Office Excel programcsomag segítségével 100-999 közötti háromjegyű, egyedi véletlenszámokkal kódoltuk. Az értékelésben jelentkező sorrendi hatást kiküszöbölésére 40 válaszonként új véletlen sorrendben prezentáltuk a mintákat.

A kártyák értékelését google dokumentumban tették meg a fogyasztók. A kérdőív végén gombafogyasztással kapcsolatos, valamint szocio-demográfiai kérdéseket tettünk fel a fogyasztói szegmensek jellemzésére (gombafogyasztás gyakorisága, vásárolt gomba típusa, háztartás nettó jövedelme, családfő legnagyobb iskolai végzettsége, családfő foglalkozása, lakhely). A kérdőíveket 306 fő töltötte ki. A Google dokumentumból exportált adatokat az SPSS conjoint moduljával értékeltük.

A nyitó oldalt és a fogyasztóknak szóló instrukciót, valamint két értékelendő conjoint kártyát a **17-19. ábrák** mutatják be.

Szabó Anna, a Budapesti Corvinus Egyetem Zöldség- és Gombatermesztési Tanszék PhD hallgatója vagyok, a kutatásomhoz szeretnék néhány perces segítséget kérni.

Az alábbiakban a **gombákra** vonatkozó vásárlási szokásokat szeretnék felmérni. Ehhez kérjük a segítségét.

Különféle termékkombinációkat mutatok be.

A kérdés mindig az, hogy mennyire lenne hajlandó a terméket megvásárolni.

Az egyes termékeket pontozással kell értékelni (0-100 pontig)

0 = egyáltalán nem venném meg

100= mindenféleképpen megvenném

A kérdőív kitöltése teljesen anonim, az adatok kizárólag a kutatásom során lesznek felhasználva!

Köszönöm a segítséget!

17. ábra. A conjoint kártyák értékelésére szolgáló kérdőív nyitó oldala kitöltési instrukciókkal

The image shows two separate conjoint cards, one above the other. Each card contains product information for a specific item. The top card is for '982. termék' and the bottom card is for '200. termék'. Both cards list attributes such as price, brand, type, weight, packaging, nutritional benefits, origin, and size.

982. termék

Ár: 300Ft
Márka: sajátmárkás
Faj-fajta: fehér csiperkegomba
Kiszerelés: 250g
Csomagolás: műanyag tálcá
Táplálkozási előny csomagoláson: megnövelt D-vitamin tartalom
Szarmazás: Magyarország
Kalap mérete: 3-4cm
Termesztés: bio

200. termék

Ár: 450Ft
Márka: gyártói márkás
Faj-fajta: barna csiperkegomba
Kiszerelés: 500g
Csomagolás: háncskosár
Táplálkozási előny csomagoláson: megnövelt D-vitamin tartalom
Szarmazás: Lengyelország
Kalap mérete: 5-6cm
Termesztés: bio

18. ábra. A 982-es és 200-as kódú conjoint kártya

*Kötelező

Demográfiai adatok

Nem *

- Férfi
 Nő

Életkor *

Milyen gyakran fogyaszt gombát? *

Ez egy kötelező kérdés

Háztartás nettó jövedelme *

- 0-150.000 Ft
 151.000 - 300.000 Ft
 301.000 - 450.000 Ft
 451.000 - 600.000 Ft
 601.000 Ft felett

Családfő legnagyobb iskolai végzettsége *

- Alapfokú
 Középfokú
 Felsőfokú

Családfő foglalkozása *

- vállalkozó
 szellemi szabadfoglalkozású
 egyéb szellemi
 szakmunkás
 egyéb fizikai
 munkanélküli
 GYES/GYED háztartásbeli
 diák/tanuló
 egyéb

Lakhely *

Ez egy kötelező kérdés

Kérem adja meg, milyen gombát szokott vásárolni *

Ez egy kötelező kérdés

← Vissza

Küldés

19. ábra. A conjoint kártyák kiértékeléséhez használt kérdőív végén szereplő, a fogyasztói szegmensek jellemzését segítő, gombafogyasztással kapcsolatos és szocio-demográfiai kérdések

5. Eredmények

5.1. A műszeres analitikai mérések eredményei

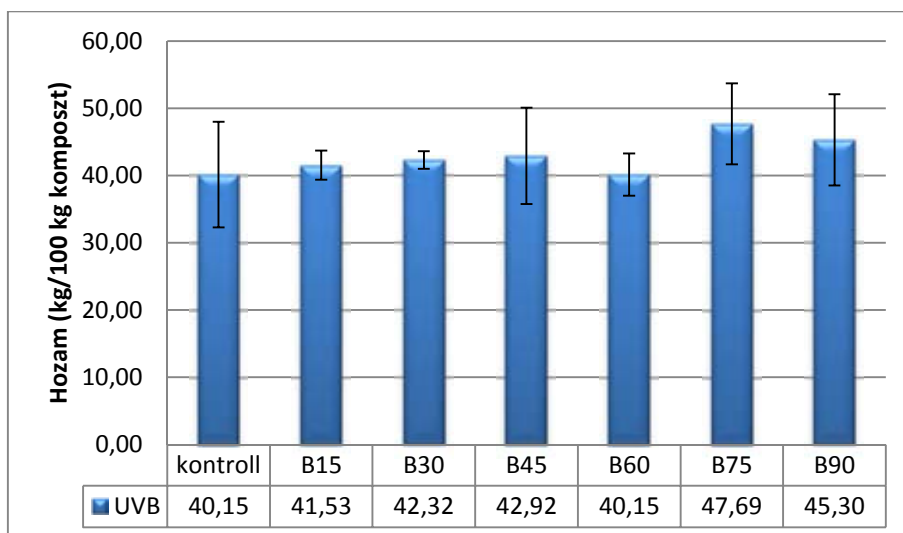
5.1.1 Hozamok

A statisztikai kiértékeléshez Kruskal-Wallis tesztet hajtottunk végre, egzakt p-érték kiszámolásával, 95%-os szignifikancia szint mellett. Az eredményeket összefoglalva megállapítható, hogy nem adódott szignifikáns különbség egyetlen kezelés hatására sem, egyetlen gombaminta esetében sem.

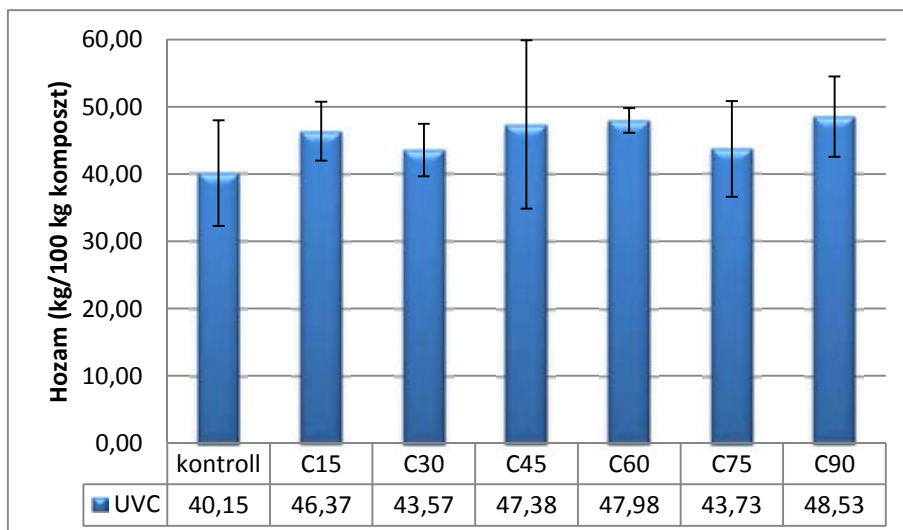
5.1.1.1 Fehér csiperkegomba hozama

A Kruskal-Wallis teszt egzakt p-értéke UVB kezeléseknél 0,253, UVC kezeléseknél 0,389, ami magasabb, mint az előre meghatározott elsőfajú hiba ($\alpha=0,05$). Ezért sem az UVB sem az UVC kezeléseknél nincsen szignifikáns hatása a hozamokra.

A fehér csiperkegomba hozamának 15-90 perc közötti UVB és UVC kezeléseknél bekövetkező változásait a **20.** és **21. ábra** szemlélteti.



20. ábra. A fehér csiperkegomba hozamának változása UVB kezeléseknél hatására

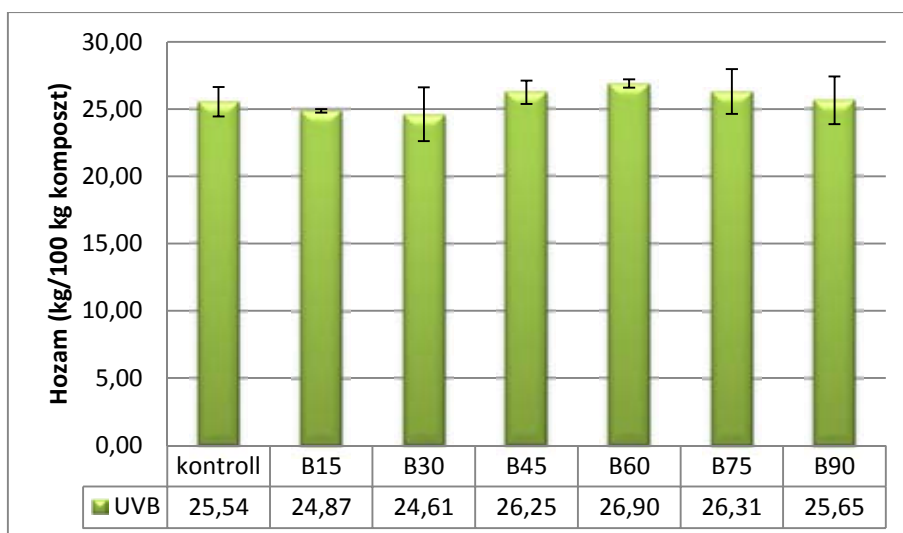


21. ábra. A fehér csiperkegomba hozamának változása UVC kezelések hatására

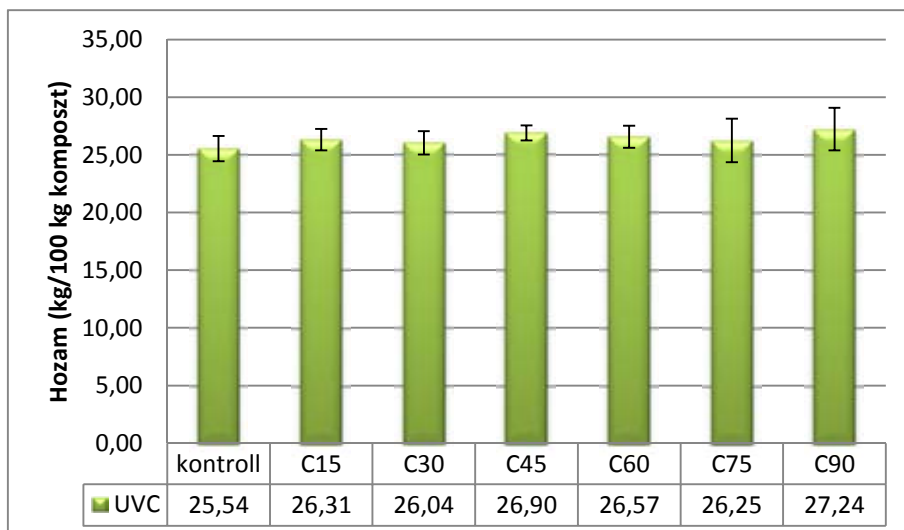
5.1.1.2 Barna csiperkegomba hozama

A Kruskal-Wallis teszt egzakt p-értéke UVB kezelések esetében 0,037, UVC kezelések esetében 0,439, ami magasabb, mint az előre meghatározott elsőfajú hiba ($\alpha=0,05$). Ezért sem az UVB sem az UVC kezeléseknek nincsen szignifikáns hatása a hozamokra.

A barna csiperkegomba hozamának 15-90 perc közötti UVB és UVC kezelések hatására bekövetkező változásait a **22.** és **23. ábra** szemlélteti.



22. ábra. A barna csiperkegomba hozamának változása UVB kezelések hatására

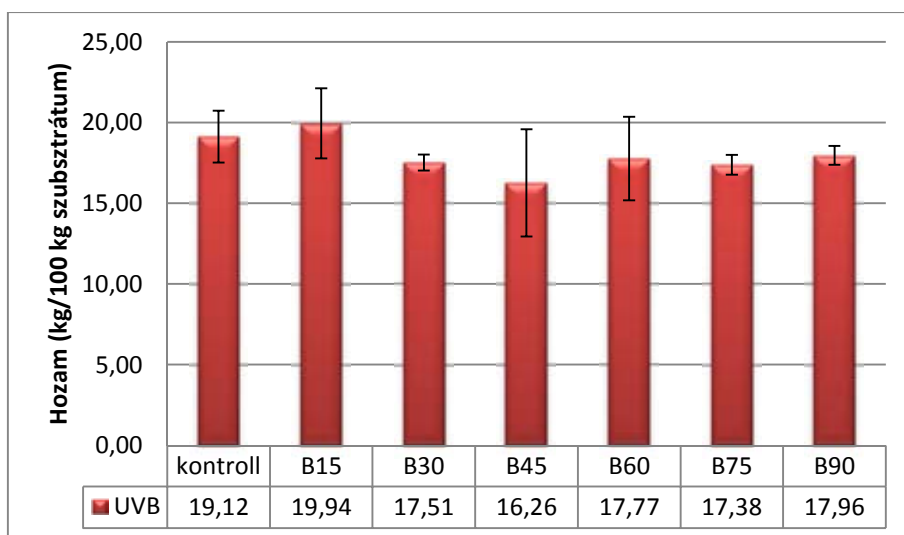


23. ábra. A barna csiperkegomba hozamának változása UVC kezelések hatására

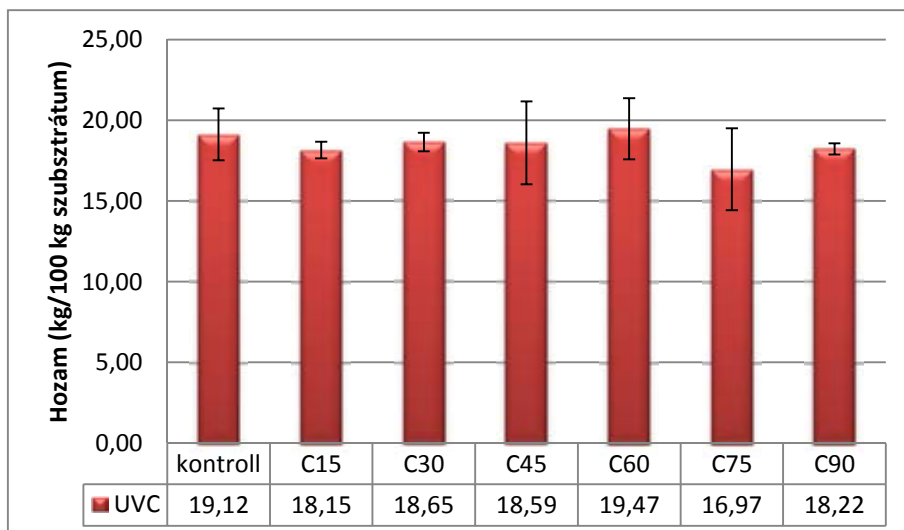
5.1.1.3 Laskagomba hozama

A Kruskal-Wallis teszt egzakt p-értéke UVB kezelések esetében 0,039, UVC kezelések esetében 0,287, ami magasabb, mint az előre meghatározott elsőfajú hiba ($\alpha=0,05$). Ezért sem az UVB sem az UVC kezeléseknek nincsen szignifikáns hatása a hozamokra.

A laskagomba hozamának 15-90 perc közötti UVB és UVC kezelések hatására bekövetkező változásait a **24.** és **25. ábra** szemlélteti.



24. ábra. A laskagomba hozamának változása UVB kezelések hatására



25. ábra. A laskagomba hozamának változása UVC kezelések hatására

5.1.2 Szárazanyag tartalom vizsgálat eredményei

A kezeletlen kontroll, 15, 30, 45, 60, 75 és 90 perces UVB és UVC kezelt fehér és barna csiperkegombák és laskagomba szárazanyag tartalom mérésének eredményeit a 9. táblázat tartalmazza.

9. táblázat. Kontroll, UVB és UVC kezelt fehér és barna csiperkegombák és laskagomba szárazanyag hányada (mg/g)

Kezelés	Fehér csiperkegomba		Barna csiperkegomba		Laskagomba	
	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás
K	0,076	0,00152	0,080	0,00160	0,111	0,00167
B15	0,070	0,00126	0,070	0,00139	0,086	0,00128
B30	0,068	0,00123	0,074	0,00133	0,086	0,00129
B45	0,066	0,00119	0,088	0,00159	0,087	0,00130
B60	0,068	0,00135	0,100	0,00181	0,089	0,00170
B75	0,071	0,00142	0,072	0,00130	0,089	0,00168
B90	0,067	0,00100	0,069	0,00139	0,089	0,00160
C15	0,068	0,00101	0,070	0,00140	0,102	0,00184
C30	0,076	0,00114	0,071	0,00141	0,096	0,00183
C45	0,064	0,00129	0,076	0,00114	0,094	0,00019
C60	0,068	0,00136	0,078	0,00117	0,098	0,00020
C75	0,087	0,00156	0,070	0,00105	0,089	0,00018
C90	0,065	0,00131	0,067	0,00100	0,100	0,00020

5.1.3 D-vitamin tartalom vizsgálat eredményei

A D-vitamin tartalom mérések értékelését mindhárom gomba esetében azonos módon, az alábbi lépések szerint végeztük el:

- A minták jellegéből adódóan az adatok értékelésénél Kruskal-Wallis tesztet alkalmaztunk ($\alpha=0,05$) Dunn-féle post hoc tesztel és Bonferroni korrekcióval, hogy a mintákat megalapozottan lehessen összehasonlítani. Ahol a Kruskal-Wallis teszt p-értéke kisebb, mint az előre meghatározott elsőfajú hiba ($\alpha=0,05$), ott 95%-os biztonsággal állítható, hogy van legalább kettő minta, amelyik eltér egymástól.
- A mért értékek átlagát és szórását ábrával mutatjuk be.
- Végül minden esetben elvégeztük a Dunn-féle páronkénti post hoc tesztet, amelynek során minden egyes minta összehasonlításra került minden másik mintával. Az eredmények ismertetését kifejezetten a kontroll és a kezelt minták közötti különbségekre fókuszálva mutatjuk be.

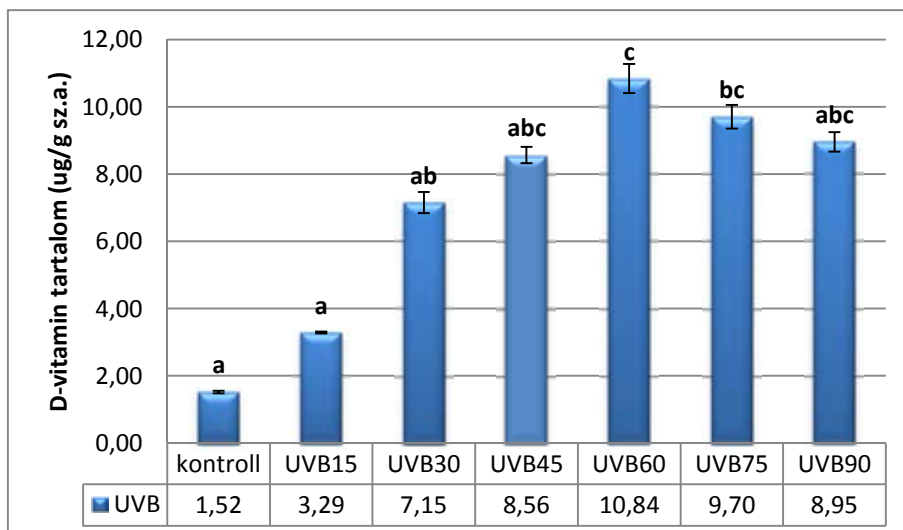
5.1.3.1 Fehér csiperkegomba D-vitamin tartalmának változása

Az eredmények alapján összességében megállapítható, hogy minden UVB kezelés (15, 30, 45, 60, 75, 90 perc) változást okoz a fehér csiperkegomba D-vitamin tartalmában.

Megállapítható, hogy már a legrövidebb (15 perc) UVB kezelés is több mint kétszeresére növelte a mintákban a D-vitamin szintet (kontroll: 1,52 $\mu\text{g/g}$ sza.; UVB15: 3,29 $\mu\text{g/g}$ sza.). A 60 perces (UVB60: 10,83 $\mu\text{g/g}$ sza.) és a 75 perces (UVB75: 9,70 $\mu\text{g/g}$ sza.) kezelés szignifikánsan ($\alpha=0,05$) nagyobb D-vitamin tartalmat indukál a kezeletlen kontroll mintához képest (kontroll: 1,51 $\mu\text{g/g}$ sza.).

A **26. ábrán** jól látható, hogy a 75 (UVB75: 9,70 $\mu\text{g/g}$ sza.) és 90 (UVB90: 8,95 $\mu\text{g/g}$ sza.) perces kezelés alacsonyabb D-vitamin szintet eredményezett, mint a 60 perces kezelés (UVB60: 10,83 $\mu\text{g/g}$ sza.). Ez a jelenség a D-vitaminnak azzal a tulajdonságával magyarázható, hogy egy bizonyos UV megvilágítási időtartam után bomlani kezd. A fotodegradációs hajlam ismeretében és a mért értékek szerint a fehér csiperkegombánál a 60 percnél hosszabb UVB kezelés nem eredményez magasabb D-vitamin szintet.

A különböző időtartamú UVB kezeléseknél a fehér csiperkegomba D-vitamin tartalmában okozott változásait, a mért értékek átlagát és szórását a **26. ábra**, a Dunn-féle páronkénti összehasonlítás eredményeit pedig a *2.1. melléklet* mutatja be részletesen.

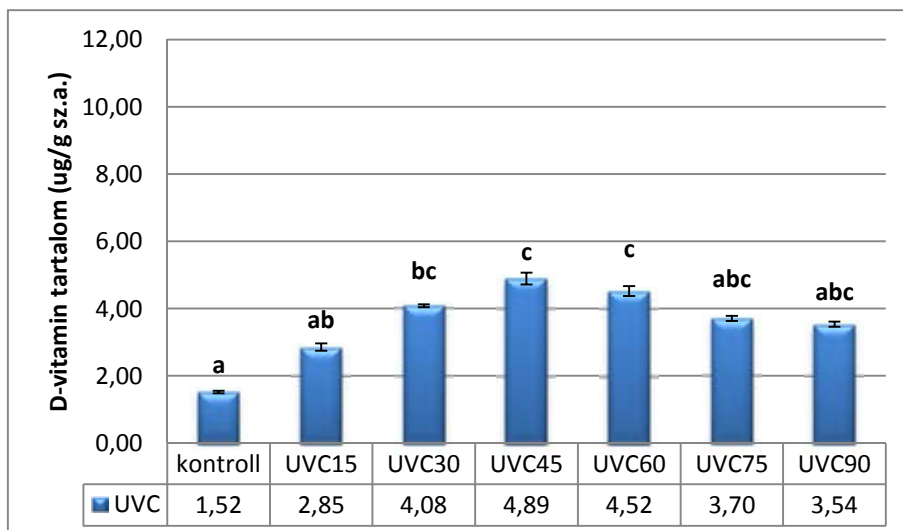


26. ábra. Az UVB kezelt fehér csiperkegomba D-vitamin tartalma a besugárzás hosszának függvényében (átlagérték, szórás, szignifikáns differenciák)

Az UVC kezeléseknek a fehér csiperkegomba D-vitamin tartalmában okozott változásai hasonló tendenciát mutatnak, mint azt az UVB kezelések esetében láthattuk, de a mért értékek elmaradnak azoktól.

A statisztikai értékelés alapján a kontrollhoz viszonyítva a 30, 45 és 60 perces kezeléseknél szignifikánsan ($\alpha=0,05$) magasabb D-vitamin tartalom volt kimutatható, de még a leghatékonyabbnak bizonyult 45 perces UVC kezelés is csak közel háromszoros D-vitamin szint növekedést eredményezett (kontroll: 1,52 $\mu\text{g/g}$ sza.; UVC45: 4,89 $\mu\text{g/g}$ sza.). A legrövidebb, 15 perces kezelés hatására kialakult D-vitamin tartalom (UVC15: 2,85 $\mu\text{g/g}$ sza.) pedig csak kevesebb, mint kétszerese a kontrollban mértnek. A 45 percnél hosszabb UVC kezelések itt is alacsonyabb D-vitamin szintet eredményeztek.

A különböző időtartamú UVC kezeléseknek a fehér csiperkegomba D-vitamin tartalmában okozott változásait, a kimutatott értékek átlagát és szórását a **27. ábra**, a Dunn-féle páronkénti összehasonlítás eredményeit pedig a 2.2. melléklet szemlélteti.

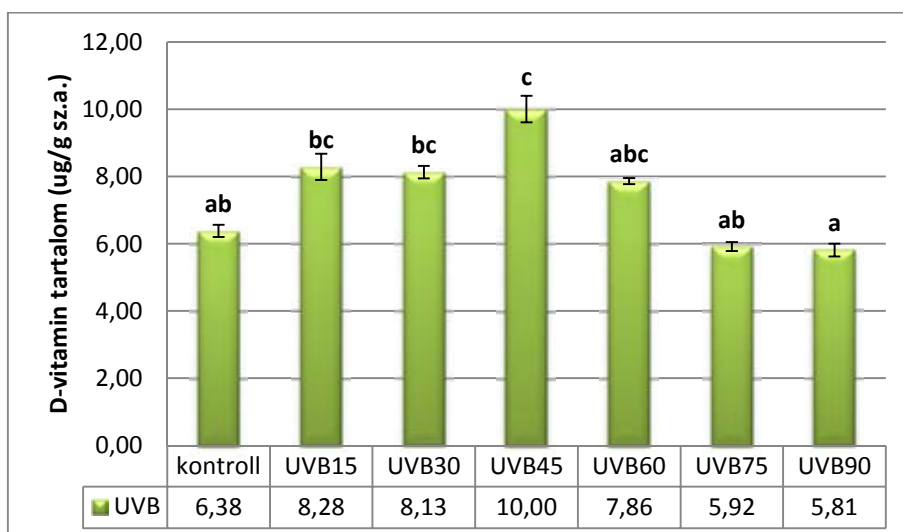


27. ábra. Az UVC kezelt fehér csiperkegomba D-vitamin tartalma a besugárzás hosszának függvényében (átlagérték, szórás, szignifikáns differenciák)

5.1.3.2 Barna csiperkegomba D-vitamin tartalmának változása

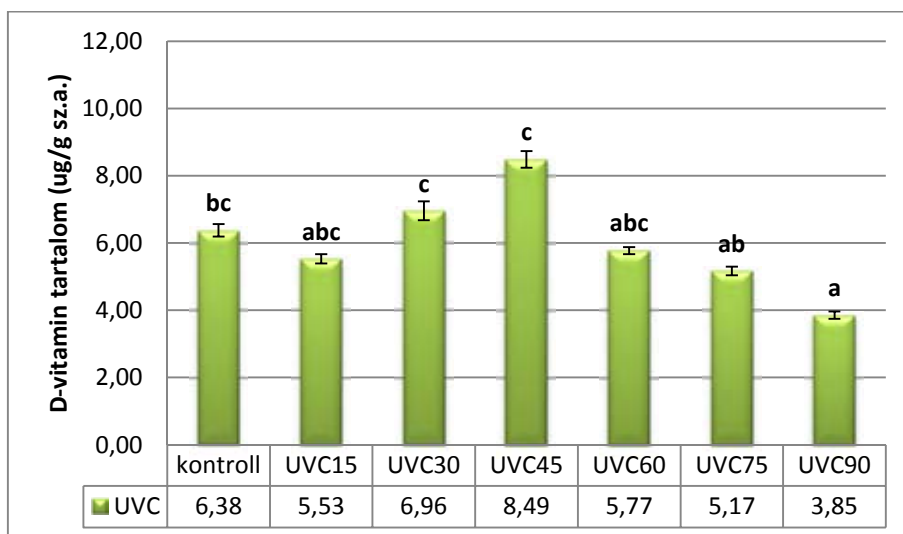
Akárcsak a fehérenél, a barna csiperkegombánál is magasabb D-vitamin szintek voltak mérhetőek a 15 és 90 perc közötti időtartamú UVB kezeléseket után (28. ábra). Míg a kezeltetlen kontroll a fehér csiperkénél 1,52 µg/g sz.a. D-vitamin tartalmazott, addig a barna csiperkegomba UV kezelést nem kapott mintáiban ez az érték 6,38 µg/g sz.a. volt.

Az alkalmazott kezelési időtartamok közül a 45 perces bizonyult legeredményesebbnek, amennyiben másfélszeres D-vitamin tartalmat indukált (kontroll: 6,38 µg/g sz.a.; UVB45: 10,00 µg/g sz.a.) és egyedül ez a kezelés növelte meg szignifikánsan ($\alpha=0,05$) a D-vitamin szintet (2.3. melléklet).



28. ábra. Az UVB kezelt barna csiperkegomba D-vitamin tartalma a besugárzás hosszának függvényében (átlagérték, szórás, szignifikáns differenciák)

A barna csiperkegomba UVC kezelése (29. ábra, 2.4. melléklet) összességében – két kivétellel – csökkentette a D-vitamin tartalmát. $\alpha=0,05$ mellett egyedül a 90 perces kezelés tér el szignifikánsan a kontrolltól, az is negatív irányban, hiszen míg a kontroll minta D-vitamin tartalma 6,38 $\mu\text{g/g}$ sza., addig 90 perces kezelésben alacsonyabb szint, mindössze 3,85 $\mu\text{g/g}$ sza. volt mérhető. A legmagasabb értéket (UVC45: 8,49 $\mu\text{g/g}$ sza.) 45 perces kezelés hatására lehetett kimutatni, de szignifikáns növekedést még ez sem eredményezett.



29. ábra. Az UVC kezelt barna csiperkegomba D-vitamin tartalma a besugárzás hosszának függvényében (átlagérték, szórás, szignifikáns differenciák)

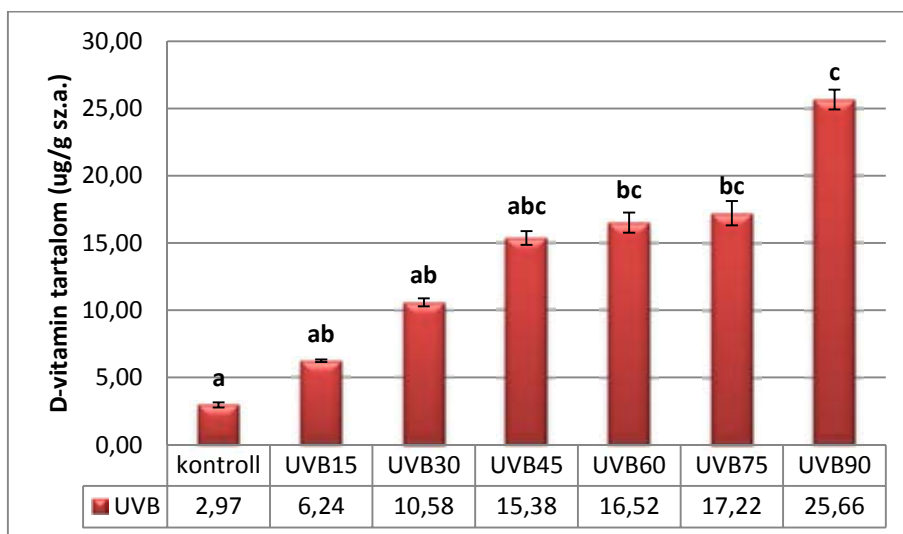
A barna csiperkegomba UV kezelésével kapcsolatban összességében elmondható, hogy a fehér csiperkegombához viszonyítva már a kezeletlen kontroll is magasabb D-vitamin tartalommal jellemezhető (fehér kontroll: 1,52 $\mu\text{g/g}$ sza.; barna kontroll: 6,38 $\mu\text{g/g}$ sza.). A fehér csiperkegomba vizsgálatunkban alkalmazott UVB kezelése közül egyedül a 15 perces nem volt alkalmas arra, hogy annyi D-vitamin képezzen, hogy a gomba 100 grammja (friss) az ajánlott napi beviteli mennyiséget meghaladja. Az UVC kezelések közül erre egyik sem volt alkalmas. A barna csiperkegombának már a kezeletlen kontrollja is meghaladta az 1500 NE-ben meghatározott ajánlott napi beviteli mennyiséget. A 75 és 90 perces UVC kezelés kivételével mind az UVB, mind az UVC fényel kezelt barna csiperkegomba eléri legalább az RDA 103%-át.

5.1.3.3 Laskagomba D-vitamin tartalmának változása

A kései laskagomba D-vitamin tartalmának a 15-90 perc közötti UVB kezelése hatására bekövetkező változásait a 30. ábra és 2.5. melléklet szemlélteti.

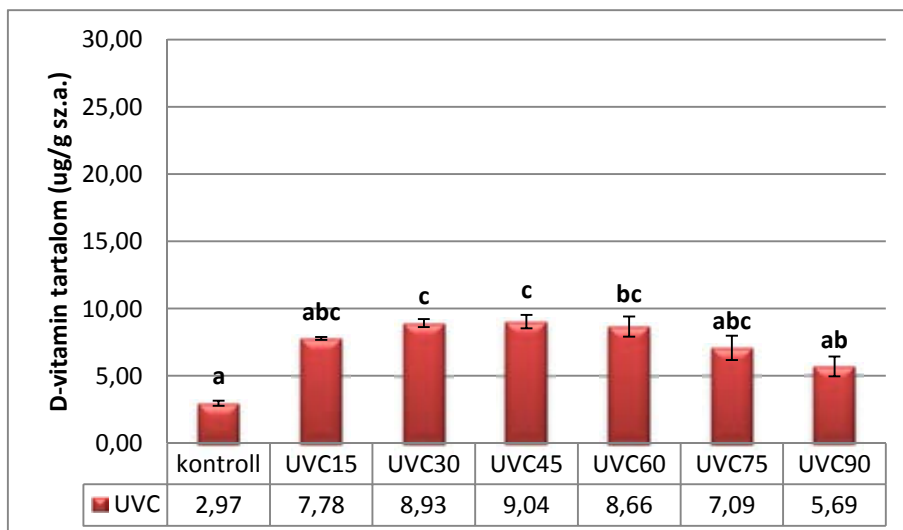
A laskagomba 15 és 90 perc közötti UVB kezelése a három leghosszabb időtartamú besugárzás esetében eredményeztek szignifikánsan magasabb ($\alpha=0,05$) D-vitamin tartalmat a kezeletlen kontroll értékéhez viszonyítva.

A leghosszabb, 90 perces kezelés hatására a D-vitamin tartalom közel kilencszeresére nőtt (kontroll: 2,97 $\mu\text{g/g}$ sza.; UVB90: 25,66 $\mu\text{g/g}$ sza.), de már a legrövidebb, 15 perces UVB sugárzás is megkétszerezte a D-vitamin szintet (UVB15: 6,24 $\mu\text{g/g}$ sza.).



30. ábra. Az UVB kezelt laskagomba D-vitamin tartalma a besugárzás hosszának függvényében (átlagérték, szórás, szignifikáns differenciák)

A laskagomba UVC kezelése (31. ábra, 2.6. melléklet) esetében 30, 45 és 60 perces kezeléseknél adódott szignifikáns eltérés, amely azonban messze elmarad az UVB besugárzás által indukált D-vitamin szint változás mértékétől. A 45 perces UVC kezelés 9,04 $\mu\text{g/g}$ sza. tartalmat eredményezett, amely a kezeletlen kontroll értékének (2,97 $\mu\text{g/g}$ sza.) mindössze közel háromszorosa.



31. ábra. Az UVC kezelt laskagomba D-vitamin tartalma a besugárzás hosszának függvényében (átlagérték, szórás, szignifikáns differenciák)

A laskagomba UV kezeléseivel kapcsolatban összefoglalásként elmondható, hogy az UVB kezelések ennél a fajnál is magasabb D-vitamin tartalmat eredményeztek, akár csak a vizsgált csiperkegombák esetében. Azonban itt nem mutatkozott fotodegradáció, csak az UVC kezeléseknél, ahol a 45 percesnél hosszabb kezeléseknél alacsonyabb értékek alakultak ki a mintavétel idejére (UVC45: 9,04 µg/g sza.; UVC90: 5,69 µg/g sza.). Ugyanez az UVB kezelt mintáknál nem volt megfigyelhető, ott a D-vitamin tartalom csaknem lineárisan növekedett, míg 90 percnél el nem érte a vizsgálat során mért legmagasabb, 25,66 µg/g sza. értéket.

A kezeletlen laskagomba D-vitamin tartalma (2,97 µg/g sza.) a fehér- (1,52 µg/g sza.) és barna (6,38 µg/g sza.) csiperkegombánál kimutatott értékek között van, de ennél a gombánál az összes kezelés maximum értékét tekintve a csiperkéknél több, mint kétszer magasabb D-vitamin tartalom volt elérhető (fehér UVB60: 10,84 µg/g sza.; barna UVB 45: 10,00 µg/g sza.; laska UVB90: 25,66 µg/g sza.).

5.1.4 Ergoszterol tartalom vizsgálat eredményei

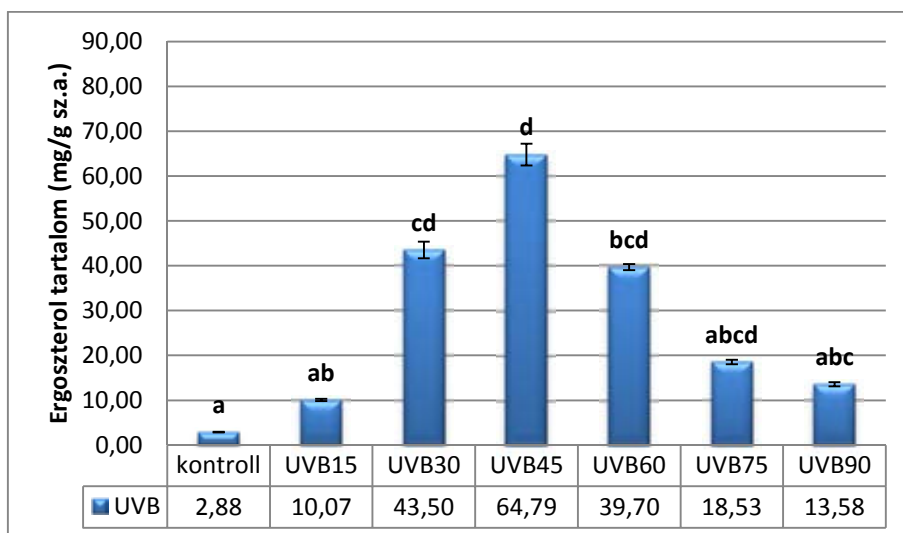
5.1.4.1 Fehér csiperkegomba ergoszterol tartalmának változása

A fehér csiperkegomba ergoszterol tartalmának UVB kezelések hatására bekövetkező változását a **32. ábra** és *3.1. melléklet* szemlélteti.

Az ergoszterol mint pre-D₂- vitamin jelenléte feltétele a D-vitamin kialakulásának. Mivel az elérhető D-vitamin tartalmat a gomba ergoszterol szintje határozza meg, szignifikáns D-vitamin tartalom növekedése esetén várható lenne az ergoszterol szint azzal

párhuzamos csökkenése. Simon (2011) kísérleteiben ezt az összefüggést vizsgálta, és akárcsak mi, ő is megnövekedett ergoszterol szintről számolt be az alkalmazott post-harvest UVB kezeléseket követően. A megfigyelés azzal a ténnyel magyarázható, hogy az ergoszterol milligrammos nagyságrendben van jelen a gomba szárazanyag tartalmában, míg D-vitaminból mikrogramm mennyiségeket mérhetünk. A D-vitamin tartalom egy nagyságrenddel történő növekedése ezért az ergoszterol tartalomban elenyésző változást okoz.

A biológiailag aktív kultúra UVB kezelése sem okozott csökkenést a fehér csiperkegomba ergoszterol szintjében. Az eredmények értelmében éppen ennek az ellentettje történt: a kontroll minták ergoszterol tartalmához viszonyítva (kontroll: 2,88 mg/g sza.) szignifikáns ($\alpha=0,05$) növekedést tapasztalhattunk a 30, 45 és 60 perces UVB kezelt mintákban (UVB30: 43,50 mg/g sza.; UVB45: 64,79 mg/g sza.; UVB60: 39,70 mg/g sza.).

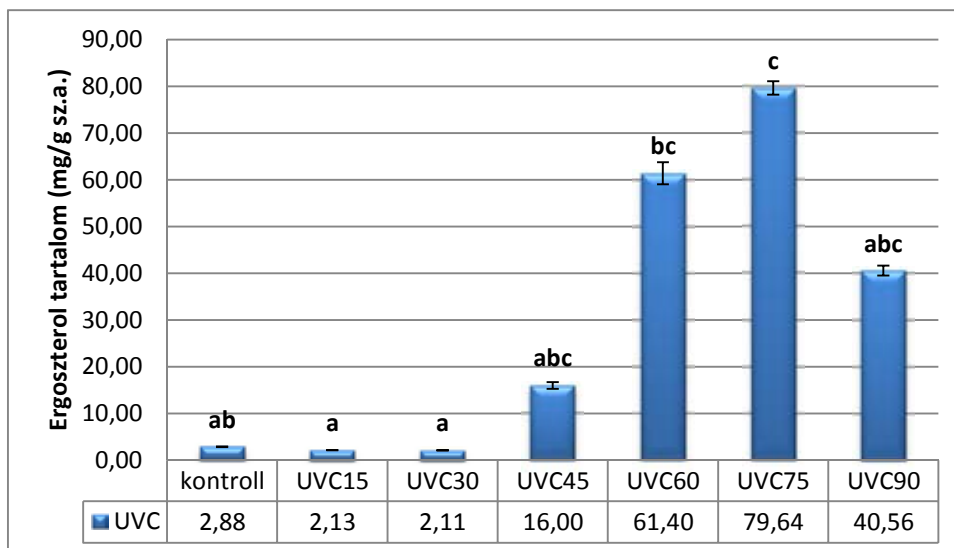


32. ábra. Az UVB kezelt fehér csiperkegomba ergoszterol tartalma a besugárzás hosszának függvényében (átlagérték, szórás, szignifikáns differenciák)

A fehér csiperkegomba UVC kezeléseinek hatására az ergoszterol tartalomban bekövetkező változásokat a **33. ábra** és *3.2. melléklet* szemlélteti.

A kontroll mintában mért ergoszterol szintjéhez képest (kontroll: 2,68 mg/g sza.) szignifikáns különbség egyedül a 75 perces kezelés hatására alakult ki (79,64 mg/g sza.), amely egy közel harmincszoros növekedést jelent.

A 15 és 30 perces UVC kezelések szignifikáns ($\alpha=0,05$) változást nem okoztak az ergoszterol tartalom tekintetében.

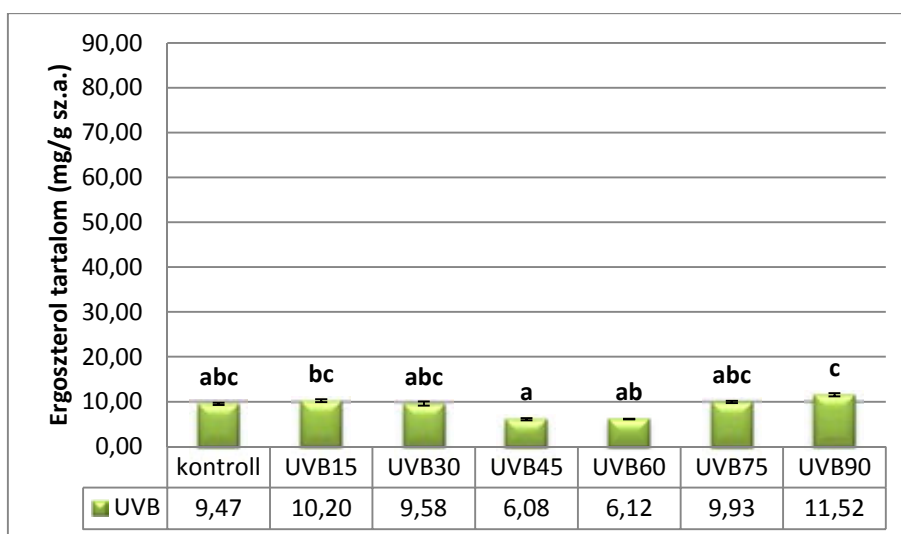


33. ábra. Az UVC kezelt fehér csiperkegomba ergoszterol tartalma a besugárzás hosszának függvényében (átlagérték, szórás, szignifikáns differenciák)

5.1.4.2 Barna csiperkegomba ergoszterol tartalmának változása

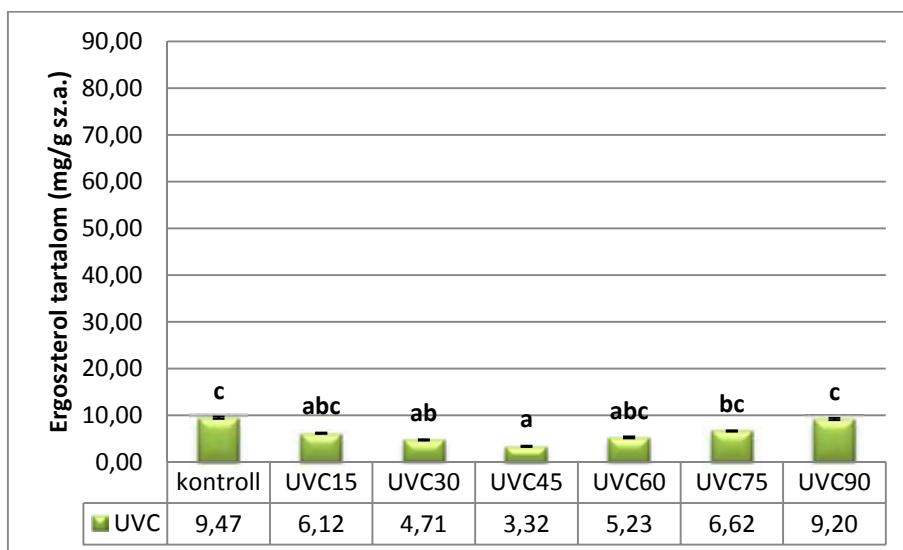
A barna csiperkegomba ergoszterol tartalmának UVB és UVC kezelések hatására bekövetkező változásait az **34-35. ábrák** és 3.3-3.4. *melléletek* szemléltetik.

Az UVB kezelések ennél a gombánál nem okoztak a kezeletlen kontroll minták ergoszterol tartalmához viszonyított szignifikáns ($\alpha=0,05$) változást. A vizsgálatban szereplő két csiperkegomba ergoszterol tartalmának változásában tapasztalt különbségekre nem találtunk magyarázatot, erre vonatkozó információt tudomásunk szerint a hazai és nemzetközi szakirodalom sem tartalmaz.



34. ábra. Az UVB kezelt barna csiperkegomba ergoszterol tartalma a besugárzás hosszának függvényében (átlagérték, szórás, szignifikáns differenciák)

Az UVC kezelések hatására szignifikáns ($\alpha=0,05$) változást a 30 és 45 perces megvilágítás okozott (kontroll: 9,47 mg/g sza.; UVC30: 4,71 mg/g sza.; UVC45: 3,32 mg/g sza.), a kezelt mintákban mért ergoszterol szintek alacsonyabbak voltak.

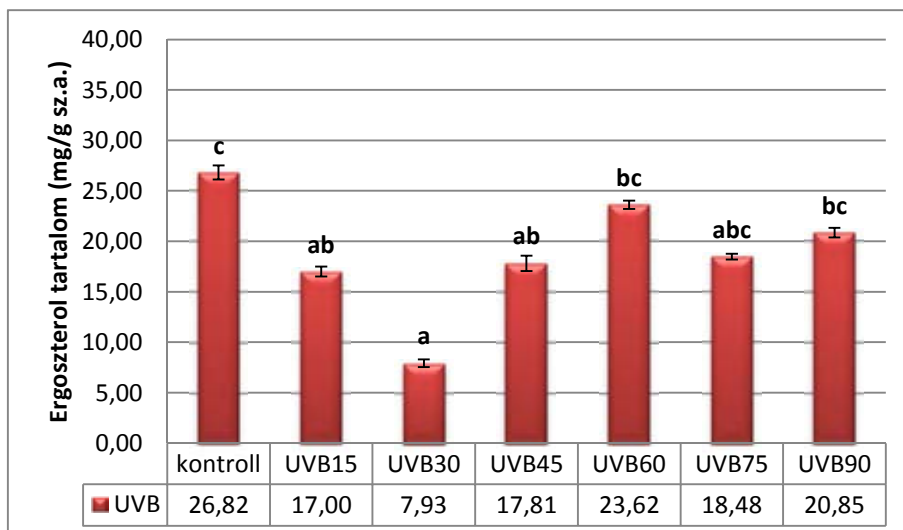


35. ábra. Az UVC kezelt barna csiperkegomba ergoszterol tartalma a besugárzás hosszának függvényében (átlagérték, szórás, szignifikáns differenciák)

5.1.4.3 Laskagomba ergoszterol tartalmának változása

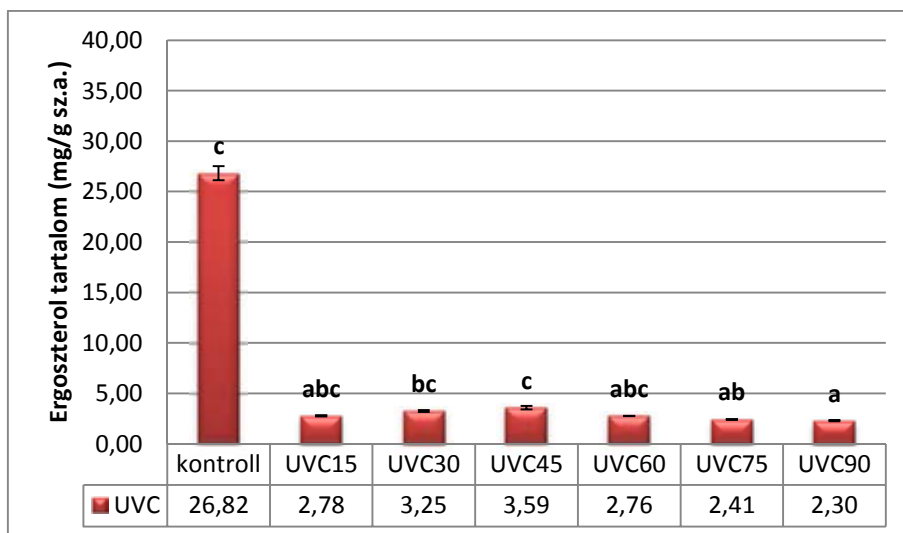
A laskagomba ergoszterol tartalmának a 15-90 perc közötti UVB és UVC kezelések hatására bekövetkező változásait a **36. ábra** és **37. ábra** és a 3.5. és 3.6. mellékletek szemléltetik.

A laskagomba ergoszterol tartalma a 15, 30 és 45 perces UVB kezelések hatására szignifikánsan ($\alpha=0,05$) csökkent (kontroll: 26,82 mg/g sza.; UVC15: 17,00 mg/g sza.; UVC30: 7,93 mg/g sza.; UVC45: 17,81 mg/g sza.).



36. ábra. Az UVB kezelt laskagomba ergoszterol tartalma a besugárzás hosszának függvényében (átlagérték, szórás, szignifikáns differenciák)

A **37. ábrán** látható, hogy a laskagomba esetében az UVC kezelések mindegyike lecsökkentette az ergoszterol tartalmat, de a statisztikai értékelés egyedül a 75 és 90 percig megvilágított mintáknál mutatott ki szignifikáns eltérést ($\alpha=0,05$). A kontroll mintában mért 26,82 mg/g sza. ergoszterol tartalom az UVC75 (2,41 mg/g sza.) és az UVC90 (2,30 mg/g sza.) kezeléseknél mért szintnek több mint tízszerese.



37. ábra. Az UVC kezelt laskagomba ergoszterol tartalma a besugárzás hosszának függvényében (átlagérték, szórás, szignifikáns differenciák)

5.1.5 Színmérés eredményei

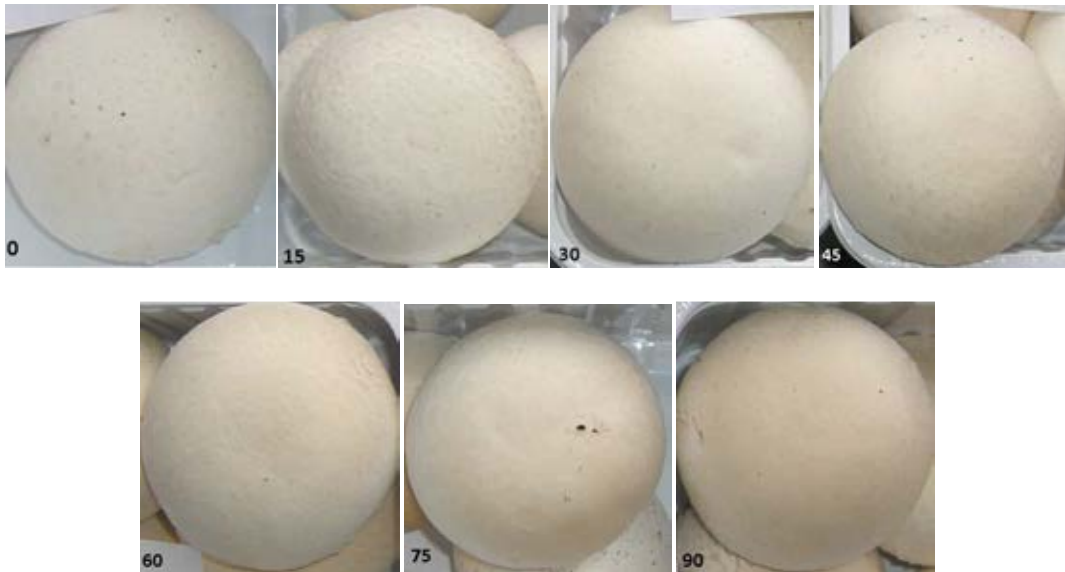
Az átlagos emberi szem által érzékelt színkülönbségek (ΔE_{ab^*}) nagysága: 0,0-0,5 nem vehető észre, 0,5-1,5 alig vehető észre, 1,5-3,0 észrevehető, 3,0-6,0 jól látható, 6,0-12,0 nagyon jól látható. A fehér csiperkegomba UV kezelések hatására bekövetkezett színváltozásainak mért adatait és értékelését a 10. táblázat foglalja össze és a 38. ábra szemlélteti.

A műszeres színmérés során kapott eredmények alapján elmondható, hogy a fehér csiperkegombánál mind az UVB, mind az UVC sugárzás jól vagy nagyon jól látható színváltozást okozott 30 a percnél hosszabb kezeléseknél. Az ennél a gombánál a kísérletek során legmagasabb D-vitamin tartalmat indukáló 45 perces UVB kezelés a színmérési eredmények alapján jól látható ($\Delta E_{ab^*}=5,73$) színváltozást okozott.

A mért színváltozás egy halványasárga elszíneződést jelentett a fehér kalapokon. A fehér csiperkegomba alapesetben hófehér felszínén bármilyen mértékű és bármilyen színű elszíneződés könnyen detektálható akár szabad szemmel is, akár a kezeletlen kontrollal történő összehasonlítás nélkül is.

10. táblázat. A fehér csiperkegomba UVB és UVC kezeléseinek hatására bekövetkező színváltozások és értékelésük

UV kezelés típusa (hullámhossz és időtartam)	Érték	Színváltozás mértéke (ΔE_{ab^*})
B15	1,267271	0,5-1,5 alig vehető észre
B30	1,476671	
B45	5,737887	3,0-6,0 jól látható
B60	6,113879	6,0-12,0 nagyon jól látható
B75	14,03191	
B90	13,894	
C15	1,32	0,5-1,5 alig vehető észre
C30	1,82	
C45	4,80	3,0-6,0 jól látható
C60	4,39	
C75	6,55	6,0-12,0 nagyon jól látható
C90	6,11	



38. ábra. A fehér csiperkegomba 15-90 perc időtartamú UVB kezelés hatására bekövetkező színváltozása (fotó: Szabó A.)

A barna csiperkegomba UV kezelésekre hatására bekövetkező színváltozásainak mért adatait és értékelését a 11. táblázat foglalja össze. A színváltozás intenzitását jelző (ΔE_{ab^*}) érték alapján a barna csiperkegombán mind az UVB, mind az UVC kezelésekre nagyon jól megfigyelhető elváltozást okoztak ($\Delta E_{ab^*} > 6,0$).

11. táblázat. A barna csiperkegomba UVB és UVC kezeléseire hatására bekövetkező színváltozások és értékelésük

UV kezelés típusa (hullámhossz és időtartam)	Érték	Színváltozás mértéke (ΔE_{ab^*})
B15	7,71	6,0-12,0 nagyon jól látható
B30	7,50	
B45	7,61	
B60	8,24	
B75	8,28	
B90	9,75	
C15	7,95	
C30	8,20	
C45	8,55	
C60	8,73	
C75	8,95	
C90	10,10	

A laskagomba UV kezelésekre hatására bekövetkező színváltozásainak mért adatait és értékelését a 12. táblázat foglalja össze. Laskagombánál a műszeres mérés eredményei szerint a 15 és 75 perc közötti UVB kezelésekre jól látható, míg a 90 perces nagyon jól

látható színváltozást okoztak. A 15-45 perc közötti UVC sugárzás jól látható, az ennél hosszabb kezelések (60, 75 és 90 perc) pedig nagyon jól látható színváltozást eredményeztek.

12. táblázat. A laskagomba UVB és UVC kezeléseinek hatására bekövetkező színváltozások és értékelésük

UV kezelés típusa (hullámhossz és időtartam)	Érték	Színváltozás mértéke (ΔE_{ab^*})
B15	4,04	3,0-6,0 jól látható
B30	4,34	
B45	4,82	
B60	5,41	
B75	5,73	
B90	8,16	6,0-12,0 nagyon jól látható
C15	4,88	3,0-6,0 jól látható
C30	5,33	
C45	5,63	
C60	6,05	6,0-12,0 nagyon jól látható
C75	6,631056	
C90	12,49447	

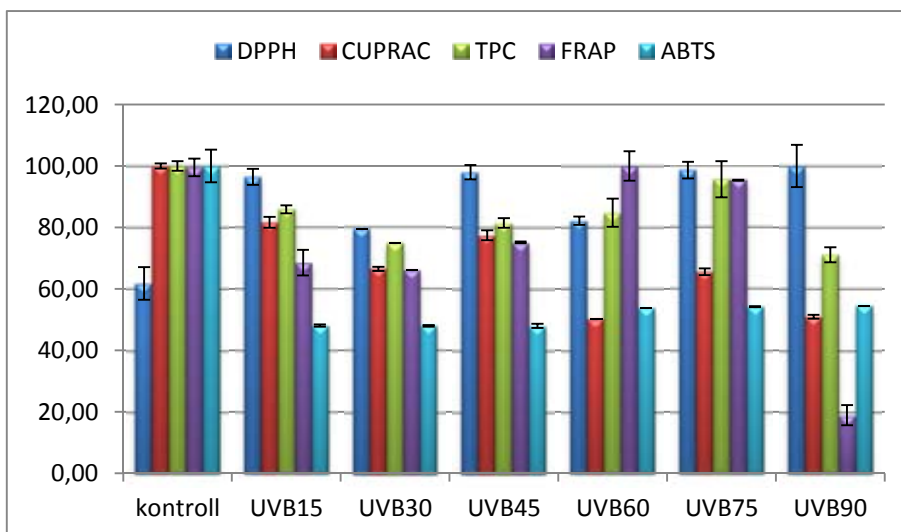
A három vizsgált gombáról összességében elmondható, hogy a 15 és 90 perc közötti UVB és UVC kezelések eltérő mértékben ugyan, de kimutatható színváltozást okoznak a kalap felületén. Ennek a változásnak a fehér csiperkegomba esetében van gyakorlati jelentősége, amennyiben általa a gomba elveszíti a fogyasztó által keresett, jellemző, piacos hófehér színét. A barna csiperke és a laskagomba alapállapotában is jellemzően színes, de ennek az alapszínnek több árnyalata elfogadott mindkét gomba esetében. Amennyiben a fogyasztónak nem áll rendelkezésére kezeletlen gomba, ami viszonyítási alapot jelenthetne, úgy ezt a színváltozást nagy valószínűséggel nem veszi észre.

5.1.6 Polifenol és antioxidáns mérés eredményei

5.1.6.1 Fehér csiperkegomba polifenol és antioxidáns mérés eredményei

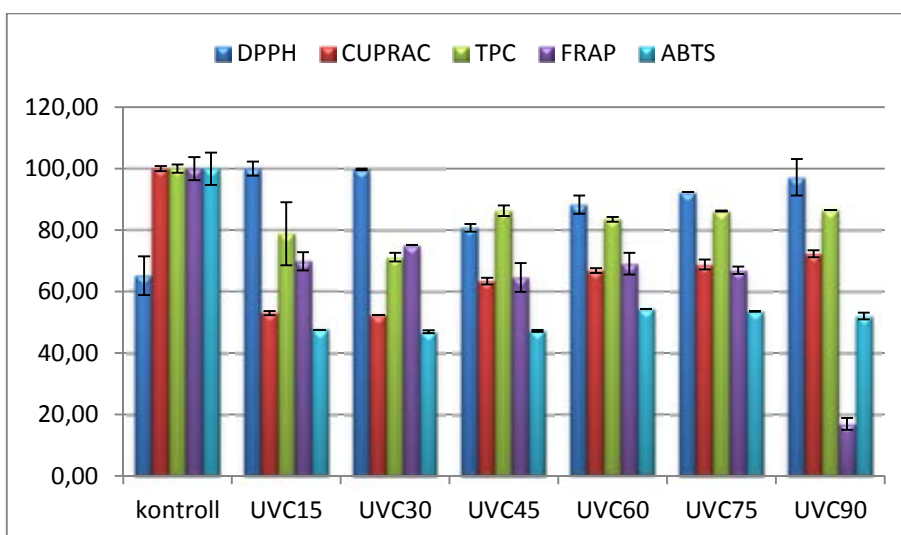
A szakirodalomban a kutatások elsősorban arra vonatkoznak, hogy az egyes fajok/fajták illetve különböző növényi részekből származó minták mekkora antioxidáns kapacitással rendelkeznek. Ahhoz, hogy egy mintában levő antioxidáns jellemzőiről megalapozott képpel rendelkezünk, ahhoz egyszerre több módszer eredményét célszerű figyelembe

venni (Hegedűs, 2013). A DPPH, CUPRAC, TPC, FRAP, ABTS mérési módszerek együttes eredményei – 0-100-ig sztenderdizált adatokon – azt mutatják, hogy minden UVB kezelés csökkenést okozott, minden módszer esetében kivéve a DPPH módszert tekintve (39. ábra és 4.1. melléklet).



39. ábra. A fehér csiperkegomba UVB kezelt mintáinak sztenderdizált antioxidáns értékei

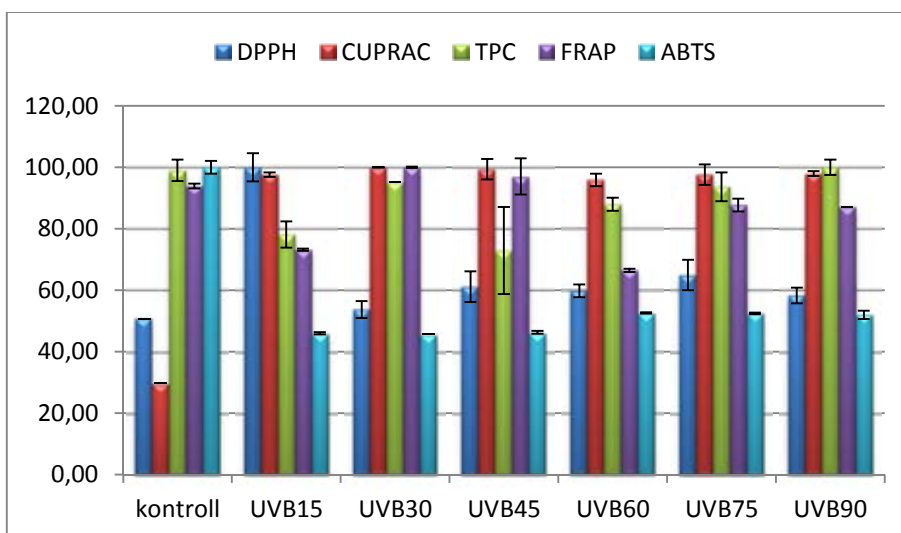
A DPPH, CUPRAC, TPC, FRAP, ABTS mérési módszerek együttes eredményei – 0-100-ig sztenderdizált adatokon – azt mutatják, hogy minden UVC kezelés csökkenést okozott minden módszer esetében, kivéve a DPPH módszert tekintve (40. ábra és 4.2. melléklet).



40. ábra. A fehér csiperkegomba UVC kezelt mintáinak sztenderdizált antioxidáns értékei

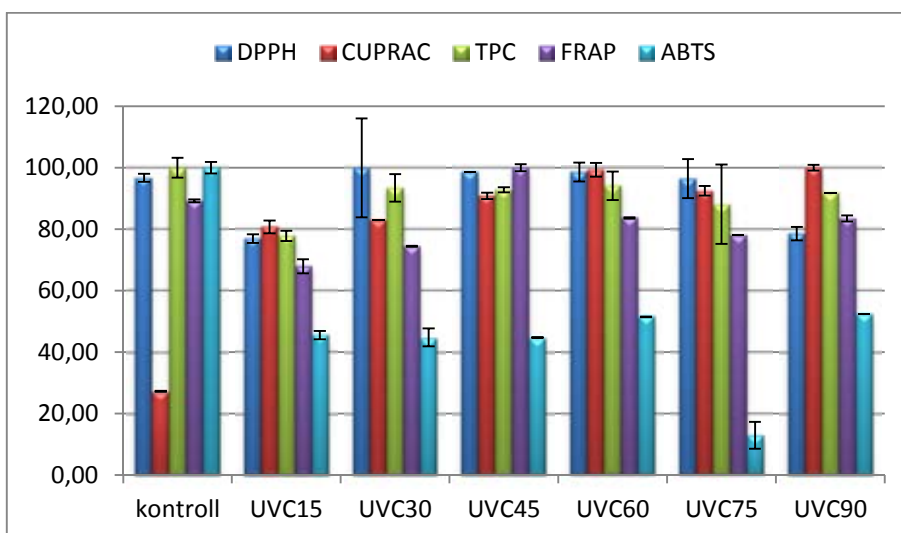
5.1.6.2 Barna csiperkegomba polifenol és antioxidáns mérés eredményei

A barna csiperkegombában az UVB kezelés hatására megnőtt a DPPH és CUPRAC módszerekkel mérhető antioxidáns anyagok mennyisége. A TPC, FRAP, ABTS mérés módszereknél viszont a kezeletlen kontroll mintája adta a legmagasabb értékeket. A 60, 75, 90 perces kezelés antioxidáns mintázata nagyon hasonlóan adódott (41. ábra és 4.3. melléklet).



41. ábra. A barna csiperkegomba UVB kezelt mintáinak sztenderdizált antioxidáns értékei

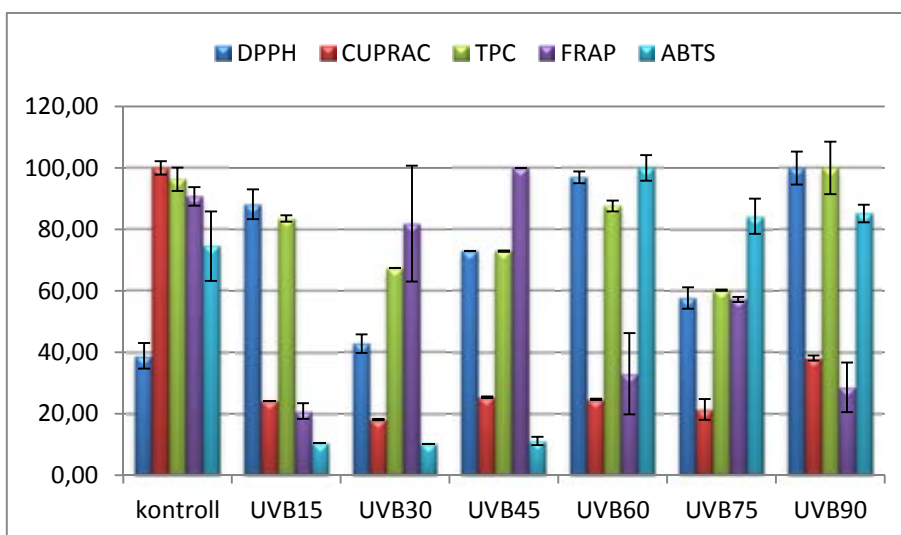
A barna csiperkegombában az UVC kezelés hatására megnőtt a CUPRAC módszerrel mérhető antioxidáns anyagok mennyisége. A TPC, FRAP, ABTS mérés módszereknél a kezeletlen kontroll mintához képest a kezelték antioxidáns tartalma nem változott, vagy csökkent (42. ábra és 4.4. melléklet).



42. ábra. A barna csiperkegomba UVC kezelt mintáinak sztenderdizált antioxidáns értékei

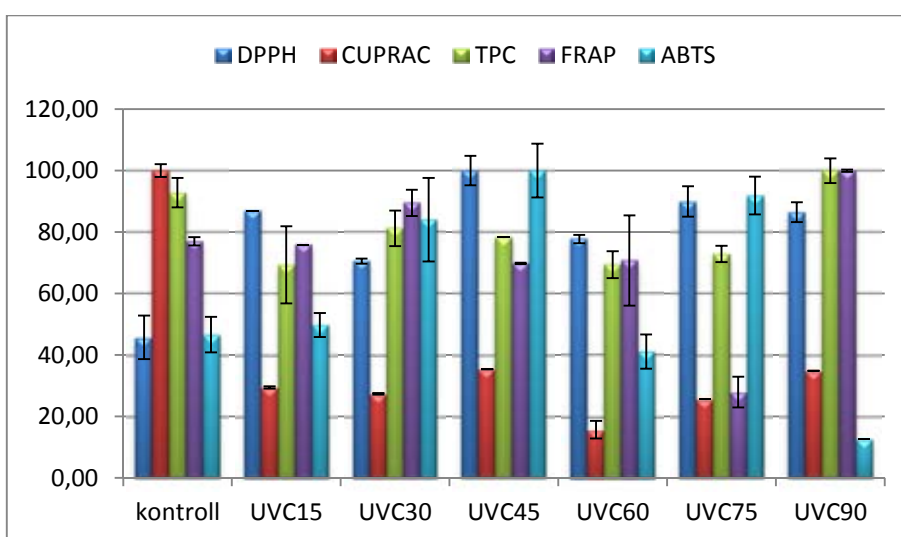
5.1.6.3 Laskagomba polifenol és antioxidáns mérés eredményei

A laskagombában az UVB kezelés hatására a DPPH módszerrel mérhető antioxidáns anyagok mennyisége nőtt, a CUPRAC pedig csökkent. A TPC, FRAP, ABTS mérés módszereknél a kezeletlen kontroll mintához képest a kezelték antioxidáns tartalma nem mutatott tendenciát (43. ábra és 4.5. melléklet).



43. ábra. A laskagomba UVB kezelt mintáinak sztenderdizált antioxidáns értékei

A laskagombában az UVC kezelés hatására megnőtt a DPPH módszerrel mérhető antioxidáns anyagok mennyisége, viszont a CUPRAC csökkent. A TPC, FRAP, ABTS mérés módszereknél a kezeletlen kontroll mintához képest a kezelték antioxidáns tartalma nem mutatott tendenciát (44. ábra és 4.6. melléklet).



44. ábra. A laskagomba UVC kezelt mintáinak sztenderdizált antioxidáns értékei

5.2. Az érzékszervi mérések eredményei

A D-vitamin tartalom mérések adatai alapján megállapítottuk, hogy a fehér csiperkegombánál a 60 perces UVB bizonyult a legeredményesebbnek, továbbá, hogy az UVC fényel kezelt minták D-vitamin tartalma elmarad az UVB kezeltékétől. Az összes kezelés teljes körű profiljának megalkotására ilyen módon nem volt szükség, a termékfejlesztés szempontjából egyértelműen az UVB-vel kezelt termékeket célszerű részletes érzékszervi vizsgálatok alá vonni. Ezek közül is mindössze a kezeletlen kontroll gombákat, a legrövidebb (15 perc, jelölés: UVB15), a közepes (45 perc, jelölés: UVB45), illetve a leghosszabb (90 perc, jelölés: UVB90) időtartamú UVB sugárzással kezelt mintákat vizsgáltuk és vetettük össze.

A barna csiperkegombánál a 45 perces, míg a laskagombánál a 90 perces UVB indukált szignifikáns különbséget a D-vitamin tartalomban, de bevontuk a vizsgálatba az UVC kezelt sorozat két mintáját is. Ennél a két gombánál az érzékszervi vizsgálatok alanyai a kezeletlen kontroll, a közepes (45 perc, jelölés: UVB45 és UVC45), illetve a leghosszabb (90 perc, jelölés: UVB90 és UVC90) időtartamú UVB és UVC sugárzással kezelt minták voltak.

5.2.1 Szakértői termék karakterizálás (profilanalízis) eredményei

5.2.1.1 Fehér csiperkegomba profilanalitikus eredményei

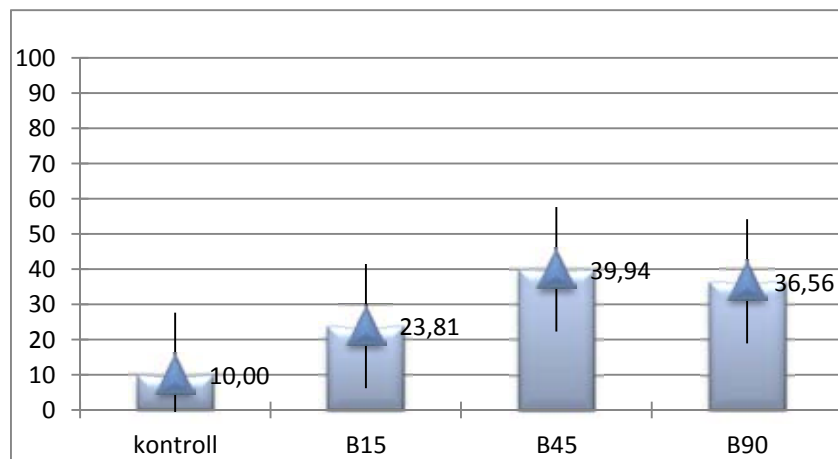
A bírálócsoport a konszenzuscsoport eredményének megfelelően a fehér csiperkegomba 21 érzékszervi tulajdonságát értékelve határozta meg a kontroll minta, az UVB15, az UVB45 és az UVB90 minták teljes érzékszervi profiljait. A konszenzuscsoport által összeállított és a profilanalízishez felhasznált érzékszervi jellemzőket és azok szélső értékeit a *13. táblázat* tartalmazza.

13. táblázat. Fehér csiperkegomba profilanalitikus vizsgálatának érzékszervi jellemzői és szélső értékei

Érzékszervi jellemző	skála végpontjainak leírása (0-100)	
kalap színe*	fehér	sárga
kalap színének árnyalata*	világos	sötét
kalap foltossága*	nem foltos	foltos
kalap vastagsága	vékony	vastag
kalap alakja	lapított	ívelt
tönk színe	fehér	sárga
tönk vastagsága	vékony	vastag
törékenység	törékeny	ellenálló
keménység	szivacsos	szilárd, kemény
nyálkásság	száraz	nyálkás
lédúság	száraz	lédús
gomba illat	gyengén	erősen
föld illat	gyengén	erősen
friss illat	kevésbé friss	friss
egyéb illat leírása		
gomba íz intenzitása	gyengén	erősen
édes íz*	gyengén	erősen
friss íz	nem friss	friss
egyéb ízjelleg	nincs	erősen
egyéb ízjelleg leírása		
utóíz	nincs	erősen

*-gal jelölt érzékszervi tulajdonságokban a vizsgált minták közül legalább kettő szignifikánsan eltér

A minták között szignifikáns különbség a vizuális tulajdonságok esetében (kalap színe, kalap színének árnyalata, kalap foltossága), valamint az édes íz esetében adódott. A továbbiakban a szignifikánsan eltérő érzékszervi paramétereket mutatjuk be, mivel a többi érzékszervi jellemzőben egyformának tekinthetők a minták.



45. ábra. A vizsgált fehér csiperkeminták kalap színének átlagos intenzitás értékei és szórásai (0= fehér, 100=sárga)

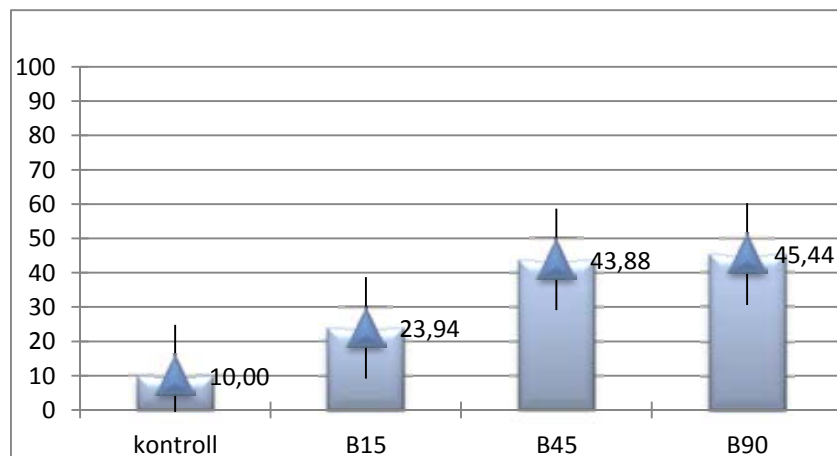
A **45. ábra** értékei alapján a legfehérebb mintának a kezeletlen kontroll adódott, a leginkább sárgás kalapúnak az UVB45, de az UVB90 és UVB45 szórásai erősen átfednek, így ezek között nem volt különbség. A legkisebb páronkénti differenciák mátrixa szerint a kontroll mindegyik mintától eltért (*14. táblázat*).

14. táblázat. A vizsgált fehér csiperkegombák páronkénti összehasonlítása és szignifikáns differenciái a kalap színe mint érzékszervi tulajdonság vizsgálatánál

kalap színe	kontroll	B15	B45	B90
kontroll	-	5%	1%	1%
B15	13.8125	-	5%	nincs
B45	29.9375	16.125	-	nincs
B90	26.5625	12.75	3.375	-

sd(5%)=13.26; sd(1%)=17.64

A kalapszín árnyalata hasonló mintázatot mutat. A grafikon értékei alapján a képzett bírálók a legvilágosabbnak a kontroll, míg a legsötétebb árnyalatúnak az UVB45 és UVB90 mintákat jelölték meg (**46. ábra**).



46. ábra. A vizsgált fehér csiperkeminták kalap színárnyalatának átlagos intenzitás értékei és szórásai (0= világos, 100=sötét)

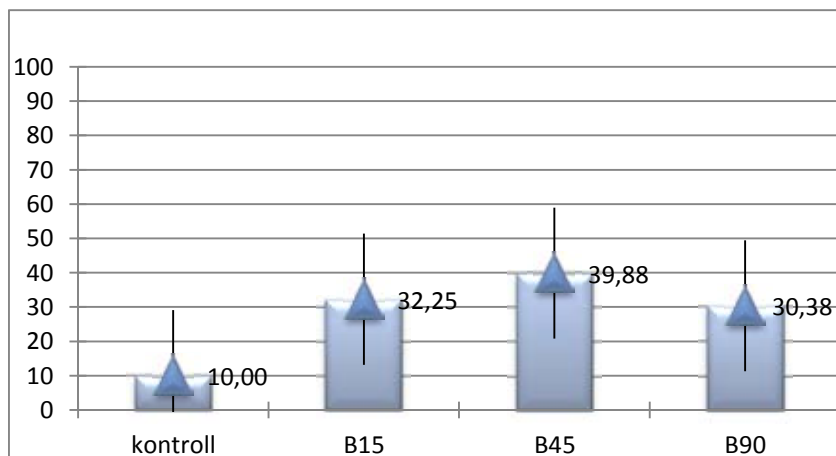
A legkisebb páronkénti differenciák mátrixa szerint a kontroll és az UVB15 egymástól is és a többi mintától is különböznek, azaz a legvilágosabb a kontroll, utána pedig az UVB15 következik. A relatíve legsötétebbnek az UVB45 és UVB90 adódott, egymástól nem különböztek, amelyet a 15. táblázat mutat be.

15. táblázat. A vizsgált fehér csiperkegombák páronkénti összehasonlítása és szignifikáns differenciái a kalap szín árnyalata mint érzékszervi tulajdonság vizsgálatánál

kalap színének árnyalata	kontroll	B15	B45	B90
kontroll	-	5%	1%	1%
B15	13.9375	-	1%	1%
B45	33.875	19.9375	-	nincs
B90	35.4375	21.5	1.5625	-

sd(5%)=11.13; sd(1%)=14.80

A kalap foltosságát bemutató grafikonon (47. ábra) egyértelműen látszik, hogy legkevésbé foltosnak a kontroll minta adódott, amelyik minden másik mintától eltért. A kezelt mintákat a képzett bírálók foltosabbaknak találták, ugyanakkor a foltosságaiknak szórásai átfednek, így statisztikailag bizonyítható módon nem különböznek. Ennek eredményeit támasztja alá a szignifikáns differenciák mátrixa is, ahol szintén a kontroll minta tér el a több mintától (16. táblázat).



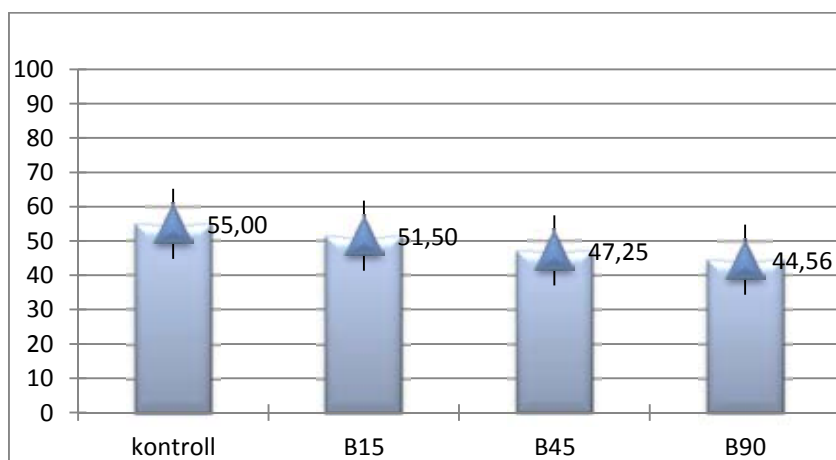
47. ábra. A vizsgált fehér csiperkeminták kalap foltosságának átlagos intenzitás értékei és szórásai (0= nem foltos, 100=foltos)

16. táblázat. A vizsgált fehér csiperkegombák páronkénti összehasonlítása és szignifikáns differenciái a kalap foltossága mint érzékszervi tulajdonság vizsgálatánál

kalap foltossága	kontroll	B15	B45	B90
kontroll	-	1%	1%	1%
B15	22.25	-	nincs	nincs
B45	29.875	7.625	-	nincs
B90	20.375	1.875	9.5	-

sd(5%)=14.37; sd(1%)=19.11

Az édes íz vizsgálata alapján a grafikon értékeit megvizsgálva tendencia azonosítható, miszerint minél hosszabb az UVB kezelés ideje, annál inkább csökken az édes íz intenzitása, azonban a szórás értékei átfednek (48. ábra). A szignifikáns differenciák mátrixa alapján a kontroll különbözik az UVB45 és UVB90, az összes többi termék között nem adódott szignifikáns különbség (17. táblázat).



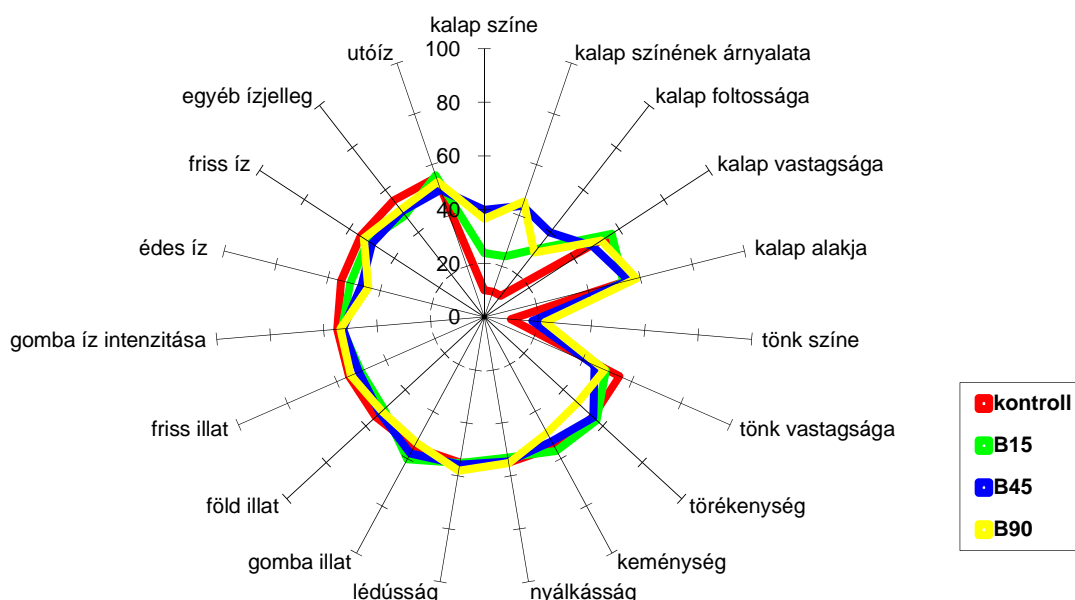
48. ábra. A vizsgált fehér csiperkeminták édes ízének átlagos intenzitás értékei és szórásai (0= gyengén édes, 100=erősen édes)

17. táblázat. A vizsgált fehér csiperkegombák páronkénti összehasonlítása és szignifikáns differenciái az édes íz intenzitása mint érzékszervi tulajdonság vizsgálatánál

édes íz	kontroll	B15	B45	B90
kontroll	-	nincs	5%	1%
B15	3.5	-	nincs	nincs
B45	7.75	4.25	-	nincs
B90	10.4375	6.9375	2.6875	-

sd(5%)=7.68; sd(1%)=10.21

A képzett bírálócsoport által meghatározott fehér csiperkegombák profildiagramjai teljes körűen leírják a kontroll és a többi UVB fényvel kezelt mintát is. Ezeknek a profiloknak az egymásra vetítésével jól látszik, hogy a kontroll és a kezelt minták profilja hasonló, mivel a profilok sok esetben szinte teljesen fedésben vannak (szignifikánsan nem eltérőek), ugyanakkor van néhány jellegzetes tulajdonság, amiben eltérnek. Ezek elsősorban a vizuális (kalap színe, kalap színének árnyalata, kalap foltossága) és édes íz tulajdonságok. Az átlagokat bemutató profildiagramok nem szemléltetik a szórás értékeket, ezért tűnhet úgy, mintha az UVB90-es minta a törékenységi texturális tulajdonságában törékenyebbnek adódna, ám mivel a szórás értékek átfednek, így nincs szignifikáns különbség ebben a tulajdonságban (**49. ábra**).



49. ábra. A vizsgált fehér csiperkegombák profildiagramjai

5.2.1.2 Barna csiperkegomba profilanalitikus eredményei

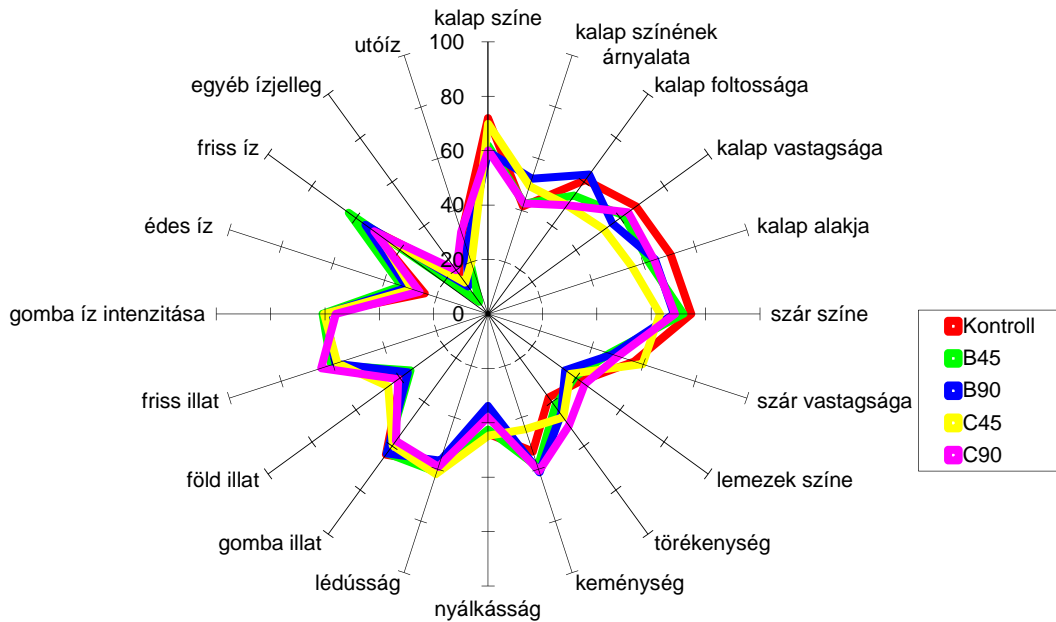
A bírálócsoport a konszenzuscsoport eredményének megfelelően 22 érzékszervi tulajdonságot értékelve határozta meg a kontroll minta az UVB45, a UVB90, az UVC45, a UVC90 minták teljes érzékszervi profiljait, amelyeket a 18. táblázat mutat be.

18. táblázat. Barna csiperkegomba profilanalitikus vizsgálatának érzékszervi jellemzői és szélső értékei

Érzékszervi jellemző	skála végpontjainak leírása (0-100)	
kalap színe	sárga	barna
kalap színének árnyalata	sötét	világos
kalap foltossága	nem foltos	foltos
kalap vastagsága	vékony	vastag
kalap alakja	lapított	ívelt
szár színe	sötét	világos
szár vastagsága	vékony	vastag
lemezek színe	sötét barna	fehér
törékenység	ellenálló	törékeny
keménység	szivacsos	szilárd, kemény
nyálkásság	száraz	nyálkás
lédúság	száraz	lédús
gomba illat	gyengén	erősen
föld illat	gyengén	erősen
friss illat	kevésbé friss	friss
egyéb illat leírása		
gomba íz intenzitása	gyengén	erősen
édes íz	gyengén	erősen
friss íz	nem friss	friss
egyéb ízjelleg	nincs	erősen
egyéb ízjelleg leírása		
utóíz	nincs	erősen

Az eredmények azt mutatták, hogy a képzett bírálócsoport által meghatározott barna csiperkegombák profildiagramjai teljes körűen leírták a kontroll és a többi UVB és UVC fényel kezelt gombamintákat is, a vizsgált minták között nem volt szignifikáns ($\alpha=0,05$) különbség (**50. ábra**). A profilok nagyon hasonlóan adódtak, sok esetben teljesen fedésben vannak. Az átlagokat bemutató profildiagramok nem szemléltetik a szórás értékeket, ezért tűnhet úgy, mintha az UVC45-ös minta keménység jellemzője alacsonyabb lenne, azonban szignifikáns különbség nem volt ebben a tulajdonságban sem.

Kiemelendő eredmény, hogy a műszeres színmérés során a mért adatok mindegyik kezelt mintánál szignifikáns különbséget jeleztek, de a szakértő bírálók nem észleltek különbséget. Ennek a gombának a barna kalapszínén szabad szemmel észlelhető különbséget a vizsgálat során kimutatni nem tudtunk.



50. ábra. A vizsgált barna csiperkegombák profildagramjai

5.2.1.3 Laskagomba profilanalitikus eredményei

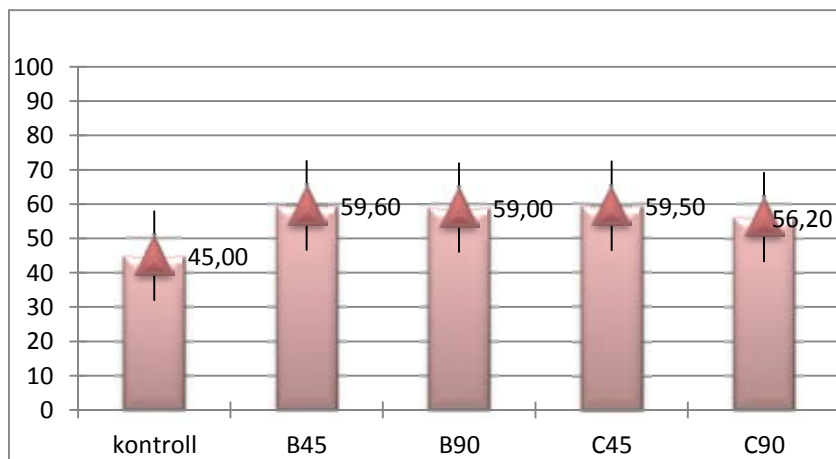
A bírálócsoport a konszenzuscsoport eredményének megfelelően 22 érzékszervi tulajdonságot értékelve határozta meg a kontroll minta az UVB45, a UVB90, az UVC45, a UVC90 minták teljes érzékszervi profiljait, amelyeket a 19. táblázat mutat be.

19. táblázat. A laskagomba profilanalitikus vizsgálatának érzékszervi jellemzői és szélső értékei

Érzékszervi jellemző	skála végpontjainak leírása (0-100)	
kalap színe	szürke	sárga
kalap színének árnyalata*	világos	sötét
kalap foltossága	nem foltos	foltos
kalap vastagsága	vékony	vastag
kalap alakja	lapított	ívelt
tönk színe	világos	sötét
tönk vastagsága	vékony	vastag
lemezek színe	fehér	sárga
törékenység	törékeny	ellenálló
keménység*	szivacsos	szilárd, kemény
nyálkásság	száraz	nyálkás
lédúság	száraz	lédús
gomba illat	gyengén	erősen
föld illat	gyengén	erősen
friss illat	kevésbé friss	friss
egyéb illat leírása		
gomba íz intenzitása	gyengén	erősen
édes íz	gyengén	erősen
friss íz	nem friss	friss
egyéb ízjelleg	nincs	erősen
egyéb ízjelleg leírása		
utóíz	nincs	erősen

*-gal jelölt érzékszervi tulajdonságokban a vizsgált minták közül legalább kettő szignifikánsan eltér

Az eredmények azt mutatták, hogy két tulajdonságban, a kalap színének árnyalatában és a keménység érzékszervi paraméterében tértek el szignifikánsan a vizsgált minták, amelyeket az **51. és 52. ábra** részletesen bemutat. Az eredmények alapján a laskagombák kalapjának színe alapján a kontroll minta volt a legvilágosabb, amelyik minden UV fénnyel kezelt mintától eltért. A kezelt minták sötétebbnek adódtak, de közöttük szignifikáns különbséget kimutatni nem tudtunk (**51. ábra** és **20. táblázat**).



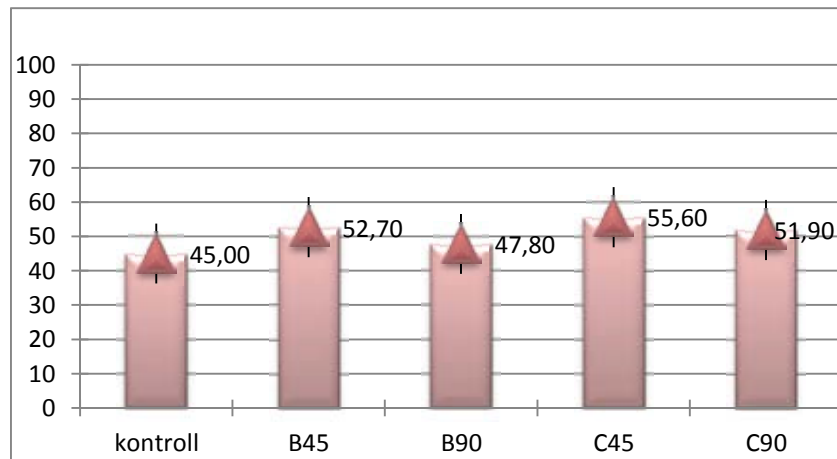
51. ábra. A vizsgált laskagombák kalap színárnyalatának átlagos intenzitás értékei és szórásai (0= világos, 100=sötét)

20. táblázat. A vizsgált laskagombák páronkénti összehasonlítása és szignifikáns differenciái a kalap színének árnyalata mint érzékszervi tulajdonság vizsgálatánál

kalap színének árnyalata	kontroll	B45	B90	C45	C90
kontroll	-	1%	1%	1%	5%
B45	14.6	-	nincs	nincs	nincs
B90	14	0.6	-	nincs	nincs
C45	14.5	0.1	0.5	-	nincs
C90	11.2	3.4	2.8	3.3	-

sd(5%)=9.84; sd(1%)=13.14

Az eredmények alapján az értékek a középső tartományban, tehát a szivacsos és szilárd között helyezkednek el. A laskagombák keménysége alapján a kontroll minta volt a legkeményebb, amelyik minden UV fényvel kezelt mintától eltért. A kezelt minták sötétebbnek adódtak, de közöttük szignifikáns különbséget bizonyítani nem tudtunk (52. ábra és 21. táblázat). A vizsgált minták közül a kontroll minta adódott a legszivacsosabbnak, amely minden más mintától eltért, kivéve az UVC90 mintát. A többi minta nem különbözött ebben az érzékszervi tulajdonságban.



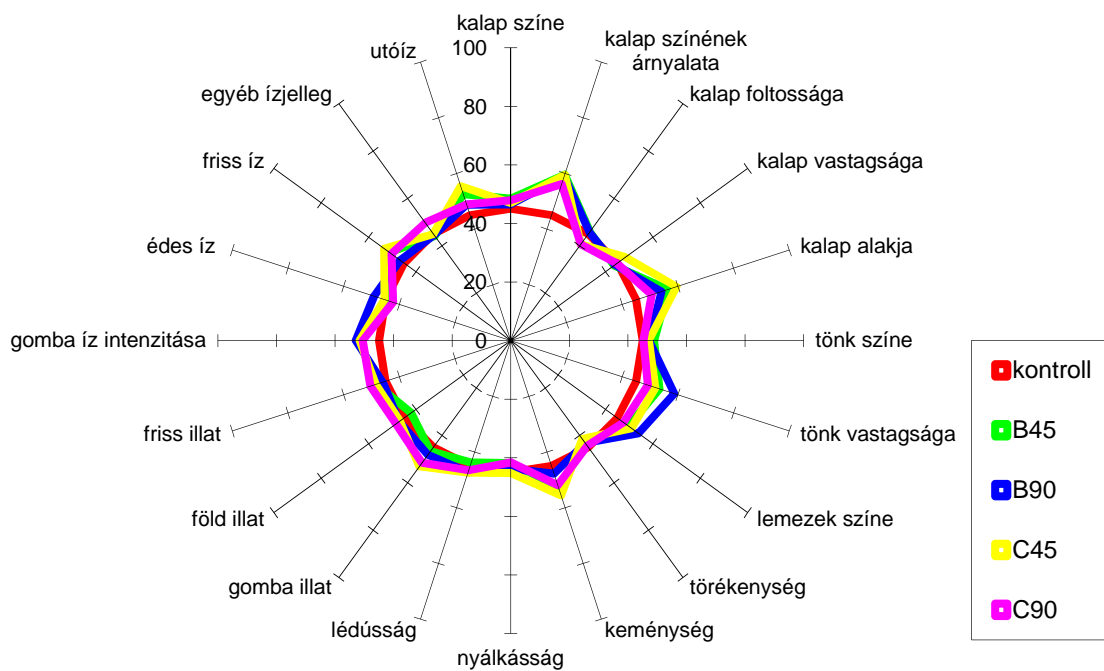
52. ábra. A vizsgált laskagombák keménység átlagos intenzitás értékei és szórásai (0= szivacsos, 100=szilárd, kemény)

21. táblázat. A vizsgált laskagombák páronkénti összehasonlítása és szignifikáns differenciái a keménység mint érzékszervi tulajdonság vizsgálatánál

keménység	kontroll	B45	B90	C45	C90
kontroll	-	5%	nincs	1%	5%
B45	7.7	-	nincs	nincs	nincs
B90	2.8	4.9	-	5%	nincs
C45	10.6	2.9	7.8	-	nincs
C90	6.9	0.8	4.1	3.7	-

sd(5%)=6.56; sd(1%)=8.76

Az eredmények azt mutatták, hogy a képzett bírálócsoport által meghatározott laskagombák profildiagramjai teljes körűen leírták a kontroll és a többi UVB és UVC fényvel kezelt gombamintákat (53. ábra). A bírálók átlagértékeit bemutató profilok nagyon hasonlóan adódtak, kalap színének árnyalatában és a keménység paraméterében van egyedül szignifikáns különbség.



53. ábra. A vizsgált laskagombák profildiagramjai

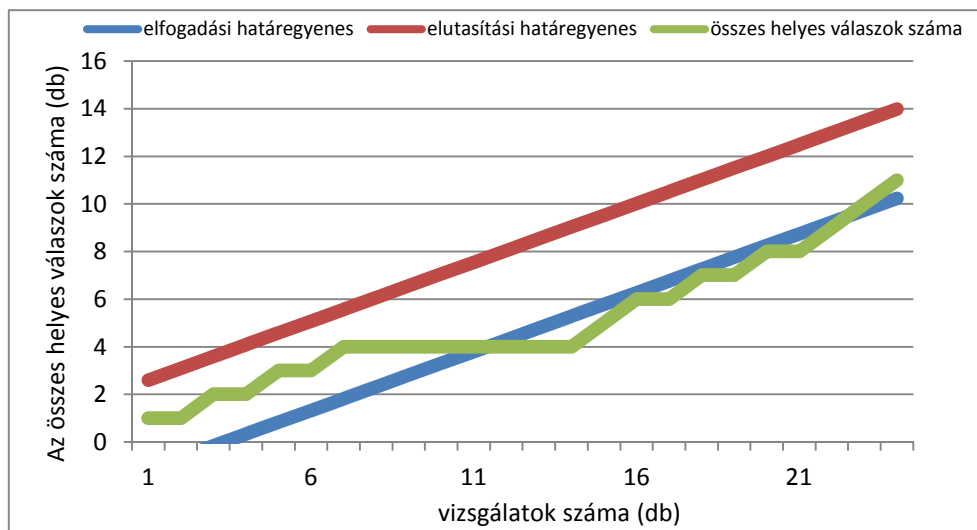
5.2.2 Fogyasztói különbségtételi vizsgálat (háromszögteszt) eredményei

A háromszögtesztek kiértékelését a javasolt nemzetközi szabvány (ISO 4120) mindkét módszerével elvégeztük (grafikus módszer, binomiális tétel). A H_0 hipotézis alapján – előre rögzített, jellemzően 95%-os szignifikancia szint mellett – a kezeletlen (kontroll) és az UV fényel kezelt két termék között nincs érzékszervi különbség. A H_1 alternatív vagy másnéven ellen hipotézis ezzel szemben az, hogy a kezeletlen (kontroll) és az UV fényel kezelt két termék – előre rögzített, jellemzően 95%-os szignifikancia szint mellett – érzékszervileg különbözik.

5.2.2.1 UVB sugárzással kezelt fehér csiperkegomba eredményei

Kontroll és 45 percig UVB fényel kezelt fehér csiperkeminták közötti különbségpróba

A grafikus vagy másnéven szekvenciális eljárás alapján az összes helyes válaszok száma (zöld) az elfogadási határegyenes alá került (kék), ezért H_0 -t elfogadjuk (H_1 -et elvetjük), így 95%-os szignifikanciaszinten állíthatjuk, hogy a 45 perces UVB fénykezelésben részesített fehér csiperkegomba és a kezeletlen kontroll minták között, laikus fogyasztói bírálók esetén matematikailag igazolható szignifikáns érzékszervi különbség *nem adódott*. A szekvenciális eljárás eredményét a **54. ábra** mutatja be.

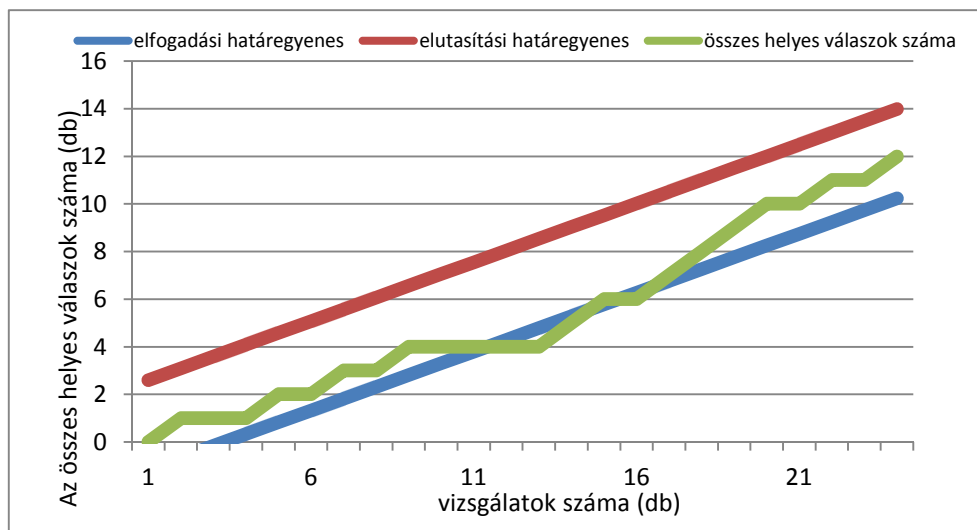


54. ábra. Kezeletlen kontroll és a 45 percig UVB fényel kezelt fehér csiperkegomba háromszögtesztje szekvenciális eljárással

A binomiális tétel alkalmazásával is hasonló eredményre jutottunk. Mivel a számított valószínűségi érték magasabbnak adódott (0,0676) az előre rögzített szinthez képest ($\alpha=0,05$), ezért a H_0 -t elfogadjuk (H_1 -et elvetjük), azaz 95 százalékos valószínűséggel állíthatjuk, hogy a 45 perces UVB kezelésben részesített fehér csiperkegomba és a kezeletlen kontroll között matematikailag igazolható érzékszervi különbség *nem adódott* (laikus bírálók esetén).

Kontroll és 90 percig UVB fényel kezelt fehér csiperkeminták közötti különbségpróba

A szekvenciális eljárás alapján az összes helyes válaszok száma (zöld) az elfogadási határegyenes (kék) és az elutasítási (piros) határegyenes közé került. A két határegyenes közötti sávban megalapozott döntést hozni ez alapján nem lehet. A szekvenciális eljárás eredményét a **55. ábra** mutatja be.



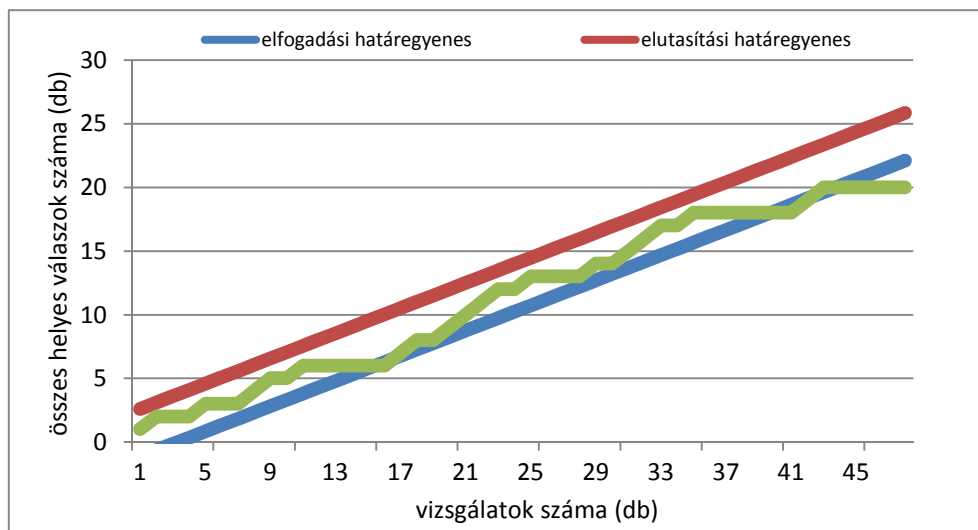
55. ábra. Kezeletlen kontroll és a 90 percig UVB fényvel kezelt fehér csiperkegomba háromszögtesztje szekvenciális eljárással

A szakirodalom a binomiális értékelés módszerét javasolja ilyen helyzetek eldöntésére (Meilgaard et al., 1999). Mivel a számított valószínűségi érték alacsonyabbnak adódott (0,0284) az előre rögzített szinthez képest ($\alpha=0,05$), ezért a H_0 -t elvetjük (H_1 -et elfogadjuk), azaz 95 százalékos valószínűséggel állíthatjuk, hogy a 90 perces UVB kezelésben részesített fehér csiperkegomba és a kezeletlen kontroll között matematikailag igazolható érzékszervi *különbség adódott* (laikus bírálók esetén). A laikus bírálók (fogyasztók) az alábbi megjegyzéseket fűzték a kezelt mintákhoz: „fehérebb színe van törés után”, „kívül sárgásabb”, „mintha más lenne a színe”, „sötétebb a kalapja”, „ez a gomba puhább”. A megjegyzések túlnyomó része a szín és színárnyalat változással voltak kapcsolatosak.

5.2.2.2 UVB sugárzással kezelt barna csiperkegomba eredményei

Kontroll és 45 percig UVB fényvel kezelt barna csiperkeminták közötti különbségpróba

A szekvenciális eljárás alapján az összes helyes válaszok száma (zöld) az elfogadási határegyenes (kék) és az elutasítási határegyenes között helyezkedik el. A szignifikáns eltérés eldöntéséhez a binomiális tételt alkalmaztuk. A szekvenciális eljárás eredményét a **56. ábra** mutatja be.

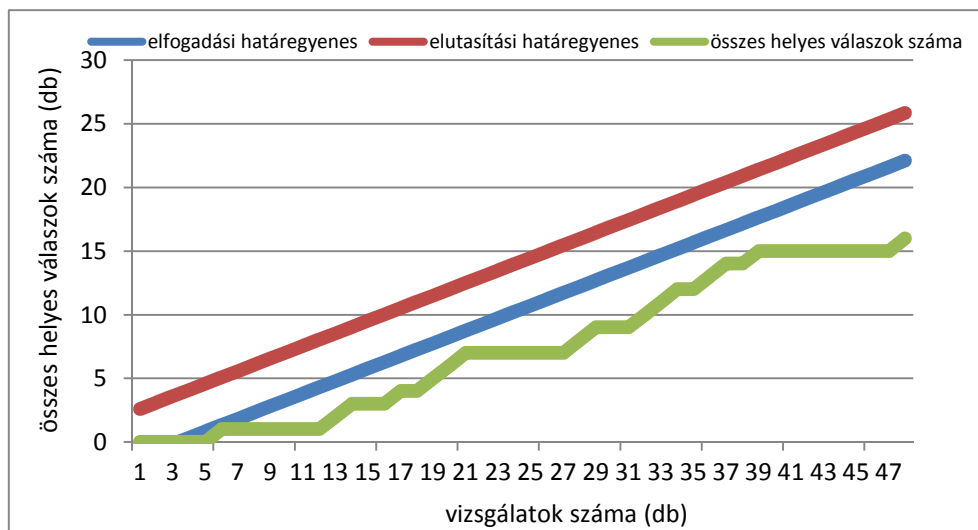


56. ábra. Kezeletlen kontroll és a 45 percig UVB fénnel kezelt barna csiperkegomba háromszögtesztje szekvenciális eljárással

A binomiális tétel szerint, mivel a számított valószínűségi érték magasabbnak adódott (0,0859) az előre rögzített szinthez képest ($\alpha=0,05$), ezért a H_0 -t elfogadjuk (H_1 -et elvetjük), azaz 95 százalékos valószínűséggel állíthatjuk, hogy a 15 perces UVB kezelésben részesített barna csiperkegomba és a kezeletlen kontroll között matematikailag igazolható érzékszervi különbség *nem adódott* (laikus bírálók esetén).

Kontroll és 90 percig UVB fénnel kezelt barna csiperkeminták közötti különbségpróba

A szekvenciális eljárás alapján az összes helyes válaszok száma (zöld) az elfogadási határegyenes alá került (kék), ezért H_0 -t elfogadjuk (H_1 -et elvetjük), így 95%-os szignifikanciaszinten állíthatjuk, hogy a 90 perces UVB fénykezelésben részesített barna csiperkegomba és a kezeletlen kontroll minták között, laikus fogyasztói bírálók esetén matematikailag igazolható szignifikáns érzékszervi különbség *nem adódott*. A szekvenciális eljárás eredményét a **57. ábra** mutatja be.



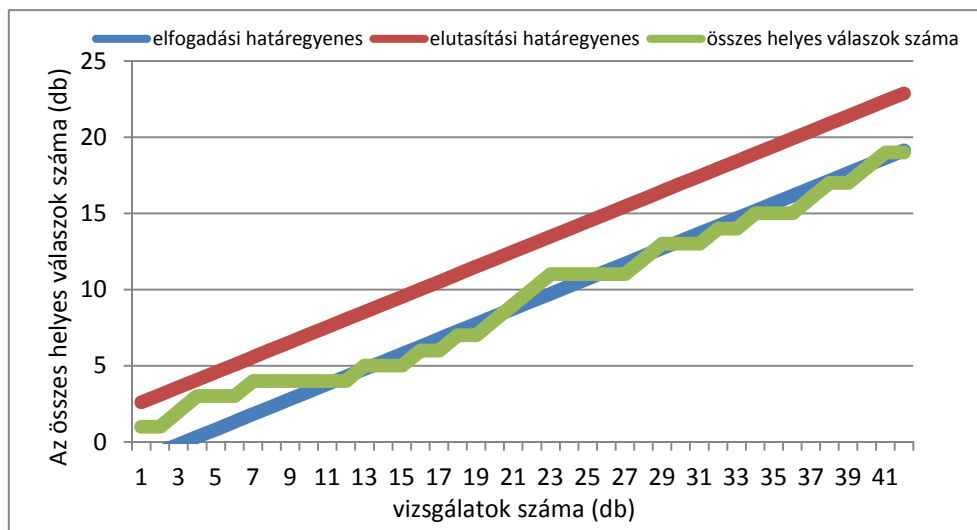
57. ábra. Kezeletlen kontroll és a 90 percig UVB fényel kezelt barna csiperkegomba háromszögletes szekvenciális eljárással

A binomiális tétel alkalmazásával is hasonló eredményt kaptunk. Mivel a számított valószínűségi érték magasabbnak adódott (0,4326) az előre rögzített szinthez képest ($\alpha=0,05$), ezért a H_0 -t elfogadjuk (H_1 -et elvetjük), azaz 95 százalékos valószínűséggel állíthatjuk, hogy a 90 perces UVB kezelésben részesített barna csiperkegomba és a kezeletlen kontroll között matematikailag igazolható érzékszervi különbség *nem adódott* (laikus bírálók esetén).

5.2.2.3 UVB sugárzással kezelt laskagomba eredményei

Kontroll és 45 percig UVB fényel kezelt laskagomba minták közötti különbségpróba

A szekvenciális eljárás alapján az összes helyes válaszok száma (zöld) az elfogadási határegyenes (kék) és az elutasítási határegyenes (piros) között helyezkedik el. A szignifikáns eltérés eldöntéséhez a binomiális tételt alkalmaztuk. A szekvenciális eljárás eredményét a **58. ábra** mutatja be.

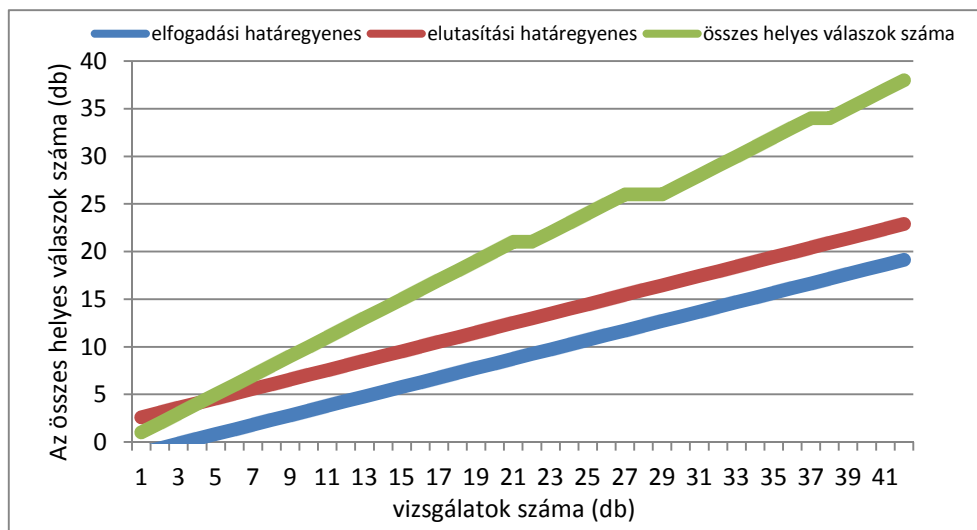


58. ábra. Kezeletlen kontroll és a 45 percig UVB fényvel kezelt laskagomba háromszögtesztje szekvenciális eljárással

A binomiális tétel alapján a számított valószínűségi érték alacsonyabbnak adódott (0,03836), mint az előre rögzített szignifikancia szint ($\alpha=0,05$), ezért a H_0 -t elvetjük (H_1 -et elfogadjuk), azaz 95 százalékos valószínűséggel állíthatjuk, hogy a 45 perces UVB kezelésben részesített laskagomba és a kezeletlen kontroll között matematikailag igazolható érzékszervi *különbség adódott* (laikus bírálók esetén). A laikus bírálók (fogyasztók) az alábbi megjegyzéseket fűzték a kezelt mintákhoz: „kicsit ez sötétebb”, „sárgásabb, mint a másik kettő”, „más a színe”.

Kontroll és 90 percig UVB fényvel kezelt laskagomba minták közötti különbségpróba

A szekvenciális eljárás alapján az összes helyes válaszok száma (zöld) az elutasítási határegyenes (piros) fölött helyezkedik el, ezért 95%-os szignifikancia szinten a 90 perces UVB fénykezelésben részesített laskagomba és a kezeletlen kontroll minták között, laikus fogyasztói bírálók esetén matematikailag igazolható szignifikáns érzékszervi különbség adódott. A szekvenciális eljárás eredményét a **59. ábra** mutatja be.



59. ábra. Kezeletlen kontroll és a 90 percig UVB fényvel kezelt laskagomba háromszögtesztje szekvenciális eljárással

A binomiális tétel alapján hasonló eredményre jutottunk. A számított valószínűségi érték alacsonyabbnak adódott, mint az előre rögzített szignifikancia szint ($\alpha=0,05$), ezért a H_0 -t elvetjük (H_1 -et elfogadjuk), azaz 95 százalékos valószínűséggel állíthatjuk, hogy a 90 perces UVB kezelésben részesített laskagomba és a kezeletlen kontroll között matematikailag igazolható érzékszervi *különbség adódott* (laikus bírálók esetén). A laikus bírálók (fogyasztók) az alábbi megjegyzéseket fűzték a kezelt mintákhoz: „sötétebb a színe”, „ez barnásabb lett”, „egyenletesebb a színe”, „külsőre és törés hatására is eltér”.

5.2.3 A fókuszcsoport és conjoint analízis termékoptimalizálás eredményei

A fókuszcsoportok meghatározták a gombavásárlásaik alapján legfontosabb döntési tényezőket (9 termékjellemzőt), valamint ehhez tartozóan elkülönülő szinteket fogalmaztak meg (22. táblázat):

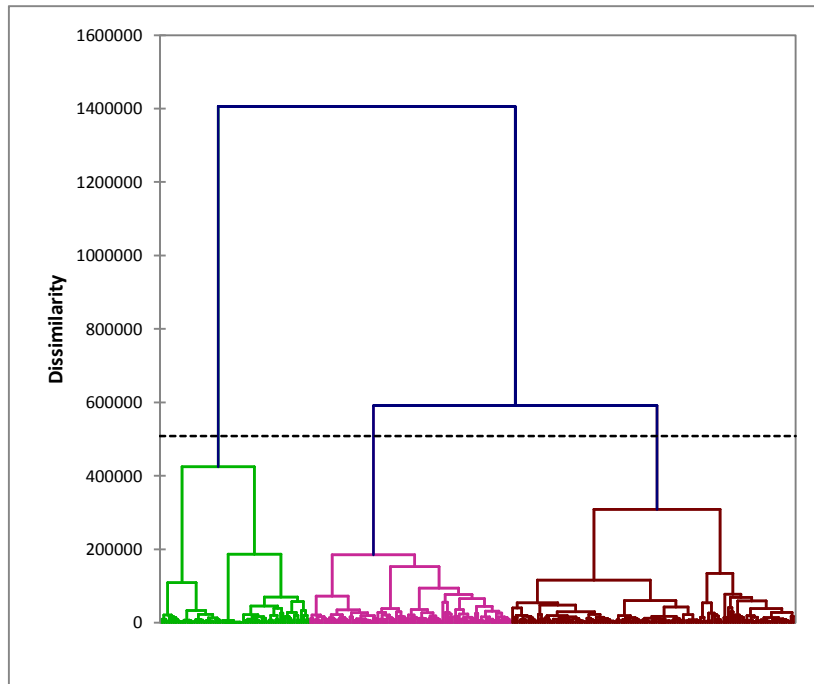
- ár: 300 Ft, 450 Ft, 900 Ft
- márka: saját márkás, gyártói márkás
- faj/fajta: fehér csiperkegomba, barna csiperkegomba, laskagomba
- csomagolás: műanyag tálca, hánckosár, ömlesztett
- kiszereles: 250 g, 500 g, 1000 g
- egyéb táplálkozási előny: megnövelt D-vitamin tartalmú, D-vitamin forrás, megnövelt antioxidáns tartalmú, antioxidáns forrás, B-vitamin forrás, kálium forrás
- származás: Magyarország, Lengyelország, Románia
- kalap mérete: 3-4 cm, 5-6 cm, 7-8 cm, 10-15 cm
- termesztés: bio, nem bio

A kutatásban alkalmazott teljes profilú megközelítés általános eredményei a következők: döntési tényezők relatív fontossági értékei, termékjellemző szintek hasznossági értékei, ideális termék, ezért ennek megfelelően mutatjuk be az eredményeket.

Első lépésben a válaszadók közül kihagytuk az elemzésből azokat, akik egyáltalán nem fogyasztanak gombát, így a 306 főből 273 fő maradt. Az együttes értékelés a gombafogyasztók véleménye alapján történt meg. Az összes válaszadó döntési tényezőinek relatív fontossági értékei alapján a legfontosabbak a származás (18,2%), táplálkozási előny (15,6%), ár (14,3%), kiszерelés (13,1%). Ezt követik a kalap mérete (9,9%), faj/fajta (8,6%), termesztés (8,4%), csomagolás (8,0%). Minimálisan vesz részt a döntésben a márka megítélése (3,2%).

Az együttes értékelés alapján a fogyasztói szükségleteinek megfelelően optimalizált termék: magyar származású, megnövelt D-vitamin tartalmú, 300 Ft, 1000 g-os kiszérelésű, 7-8 cm-es kalapméretű, fehér csiperkegomba, bio, hánckosár csomagolásban, gyártói márkás.

A feltételezés szerint a válaszadók teljes, 273 fős halmaza nem alkot homogén fogyasztó csoportot. Ennek ellenőrzésére szükséges klaszteranalízist végezni. A conjoint elemzés fogyasztói válaszai alapján három hasonló döntési mintázattal rendelkező fogyasztói szegmenst határoztunk meg. Ennek eredménye, hogy adott csoporton belüli fogyasztók döntési mechanizmusaikban a leginkább hasonlítanak egymáshoz, míg a csoporton kívüli fogyasztóktól a leginkább eltérnek. A dendrogram számunkra fontos összefüggése a szerkezet. Az elemzéseket az XL-Stat szoftverrel hajtottuk végre **(60. ábra)**.



60. ábra. A fogyasztói szegmensek/klaszterek dendrogramja (Agglomeratív Hierarchikus klaszterezés, Euklideszi távolság, Ward módszer; XL-Stat, Addinsoft) (zöld:1. klaszter, rózsaszín: 3. klaszter, barna: 2. klaszter)

A fogyasztói klaszterek jellemzését a conjoint kérdőív szocio-demográfiai adatokkal kapcsolatos kérdéseire adott válaszok elemzésével adtuk meg. Az 1. fogyasztói klaszterbe 64 fő tartozik, 27 férfi (42%), 38 (58%) nő. Jellemzően 30-50 év közöttiek, havonta fogyasztanak gombát, 151-300 e Ft a nettó átlagkeresetük, a családfő jellemzően felsőfokú végzettséggel rendelkezik, a családfő foglalkozása jellemzően egyéb szellemi kategóriába esik, nagyvárosban laknak.

A 2. klaszterbe 122 fő tartozik 47 (38%) férfi, 75 (62%) nő. Életkorukat tekintve 50 év feletti, kéthetente fogyasztanak gombát, 151-300 e Ft a nettó átlagkeresetük, a családfő jellemzően középfokú végzettségű, vállalkozó vagy szellemi szabadfoglalkozású, kis, vagy közepes városokban laknak.

A 3. klaszterbe 87 fő tartozik 34 (64%) férfi, 53 (36%) nő. Jellemzően 20-40 év közöttiek, havonta-kéthetente fogyasztanak gombát, 151-300 e Ft a nettó átlagkeresetük, családfő jellemzően közép vagy felsőfokú végzettségű, egyéb szellemi foglalkozásúak, városokban laknak.

Az 1. fogyasztói klaszter döntési tényezőinek relatív fontossági értékei alapján a legfontosabb a termék származása (40,4%). Ezt követte a táplálkozási előny (11,9%), a csomagolás (11,3%), az ár (9,5%), a márka (8,5%) és a kiszereles (8,1%). A fogyasztói döntésben minimálisan számít a kalap mérete (3,8%), a faj/fajta (3,4%) és a termesztés

módja (2,7%). Ennek a szegmensnek a fogyasztói szükségleteinek megfelelően optimalizált terméke: magyar származás, megnövelt D-vitamin tartalom, háncskosár csomagolás, 300 Ft, gyártói márkás, 1000g, 5-6cm-es kalapméret, fehér csiperkegomba, bio.

A 2. fogyasztói klaszter döntési tényezőinek relatív fontossági értékei alapján a legfontosabb a származás (19,6%), táplálkozási előny (16,8%) és az ár (12,7%). Ezt követi a kalap mérete (11,3%), a kiszereles (9,9%), a termesztés (9,8%), a csomagolás (8,2%), a faj/fajta (8,1%). A legkisebb elenyésző jelentőséggel a márka (3,2%) rendelkezik. Ennek a szegmensnek a fogyasztói szükségleteinek megfelelően optimalizált terméke: magyar származás, megnövelt D-vitamin tartalom, 300 Ft, 7-8 cm-es kalapméret, 1000 g, bio, háncskosár csomagolás, laskagomba, sajátmárkás.

A 3. fogyasztói klaszter döntési tényezőinek relatív fontossági értékei alapján a legfontosabb a kiszereles (20,5%), ár (20,4%), táplálkozási előny (13,7%), származás (9,8%), faj/fajta (9,5%), kalap mérete (9,2%), csomagolás (8,1%). A legkisebb pedig a termesztés (5,2%) valamint a márka (3,3%) döntéstényezői lettek. Ennek a szegmensnek a fogyasztói szükségleteinek megfelelően optimalizált terméke: 1000 g, 300 Ft, megnövelt D-vitamin tartalom, magyar származás, barna csiperkegomba, 7-8 cm-es kalapméret, háncskosár csomagolás, bio, gyártói márkás.

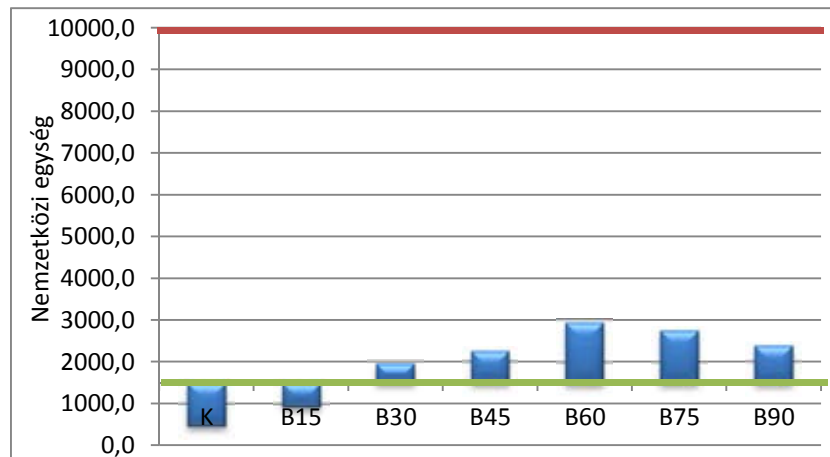
22. táblázat. Conjoint analízis termék szintjeinek hasznossági értékei a három klaszterre vonatkozóan

		teljes		1.klaszter		2.klaszter		3.klaszter	
		Haszn.	szórás	Haszn.	szórás	Haszn.	szórás	Haszn.	szórás
ár	300	6,494	0,842	2,869	1,310	3,017	0,717	13,892	1,328
	450	1,196	0,988	-,835	1,536	1,259	0,841	2,692	1,557
	900	-7,690	0,988	-2,034	1,536	-4,277	0,841	-16,584	1,557
márka	sajátmárkás	-0,040	0,632	-0,438	0,982	0,266	0,538	-0,212	0,996
	gyártói márkás	0,040	0,632	0,438	0,982	-0,266	0,538	0,212	0,996
faj, fajta	fehér csiperkegomba	0,414	0,842	2,856	1,310	-0,012	0,717	0,-549	1,328
	barna csiperkegomba	-0,371	0,988	-0,873	1,536	-1,100	0,841	0,912	1,557
	laskagomba	-0,044	0,988	-1,983	1,536	1,112	0,841	-0,363	1,557
kiszereles	250g	-7,340	0,842	-3,504	1,310	-3,123	0,717	-15,868	1,328
	500g	0,757	0,988	0,397	1,536	0,333	0,841	1,645	1,557
	1000g	6,583	0,988	3,108	1,536	2,790	0,841	14,223	1,557
csomagolás	műanyag tálca	-0,256	0,842	0,345	1,310	-0,447	0,717	-0,358	1,328
	hánckosár	1,975	0,988	2,527	1,536	2,379	0,841	0,865	1,557
	ömlesztett	-1,718	0,988	-2,872	1,536	-1,932	0,841	-0,507	1,557
táplálkozási előny	megnövelt D-vitamin tartalom	2,772	1,228	4,300	1,910	2,194	1,046	2,709	1,936
	D-vitamin forrás	0,122	1,228	-0,513	1,910	0,908	1,046	-0,398	1,936
	megnövelt antioxidáns tartalom	-1,063	1,604	2,130	2,494	-2,958	1,366	-0,557	2,528
	antioxidáns forrás	-2,604	1,604	-5,901	2,494	-1,659	1,366	-1,692	2,528
	B-vitamin forrás	1,207	1,604	0,608	2,494	1,940	1,366	0,420	2,528
	kálium forrás	-0,434	1,604	-0,625	2,494	-0,425	1,366	-0,482	2,528
származás	magyar	11,848	0,842	22,634	1,310	11,564	0,717	4,844	1,328
	lengyel	-3,580	0,988	-10,502	1,536	-2,292	0,841	-0,553	1,557
	román	-8,268	0,988	-12,131	1,536	-9,272	0,841	-4,291	1,557
kalap mérete	3-4cm	-1,912	1,094	-1,292	1,702	-1,837	0,932	-2,244	1,725
	5-6cm	0,705	1,094	1,111	1,702	0,657	0,932	0,407	1,725
	7-8cm	1,153	1,094	0,773	1,702	1,305	0,932	1,153	1,725
	10-15cm	0,054	1,094	-0,592	1,702	-0,125	0,932	0,684	1,725
termesztés	bio	4,133	0,632	4,704	0,982	5,027	0,538	2,282	0,996
	nem bio	-4,133	0,632	-4,704	0,982	-5,027	0,538	-2,282	0,996

6. Következtetések

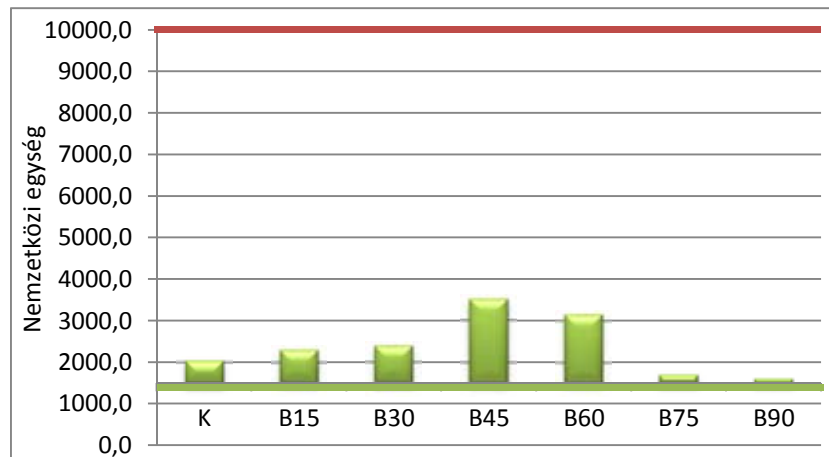
A pre-harvest fehér- és barnakalpú csiperkegomba és laskagomba állományokat a 5, 10, 15, 20, 25 és 30 perces UVB vagy UVC sugárzással kezeltük 3 egymást követő napon, így az egyes kezelések a 3. nap végére összesen 15, 30, 45, 60, 75 és 90 perces UV besugárzást jelentettek. Az UV sugárzás ismert sejtroncsoló hatása miatt az íly módon kezelt termőfelületeken sérülhetett a gombák micéliuma, ezért minden egyes kezelés esetén lemértük a **hozamot**. Az eredményeket összefoglalva megállapítható, hogy a hozamokban nem adódott szignifikáns különbség ($\alpha=0,05$) egyetlen kezelés hatására sem, egyetlen gombaminta esetében sem.

A **D-vitamin** és ergoszterol tartalom meghatározását az egyik legspecifikusabb, legérzékenyebb és legszelektívebb módszerrel, fordított fázisú HPLC-s elválasztást követően ESI-MS/MS kapcsolt analitikai rendszerrel elemeztük (HPLC-ESI-MS/MS) (Trenerry et al., 2011; Bilodeau, 2011). Az eredmények rámutatnak arra, hogy a fehér csiperkegomba esetében a 60 percig tartó UVB kezelést célszerű választani a D-vitamin tartalom növeléséhez, mivel több, mint meghétszerezte a D-vitamin szintet. Míg 100 g kezeletlen fehér csiperkegomba fogyasztásával az emberi szervezet számára szükséges minimum 400 NE D-vitaminból csupán 115%-ot, az 1500 NE ajánlott napi beviteli mennyiségből pedig mindössze 31%-ot biztosíthatunk, addig a 60 perces UVB kezeléssel megnövelt D-vitamin tartalmú gomba 100 grammja (friss tömeg) 73,22 $\mu\text{g}/100\text{ g}$ D-vitamint tartalmaz, amely az 1500 NE ajánlott napi beviteli mennyiség 195%-a, de még jóval a biztonságos felső érték (10 000 NE) alatt van. A legeredményesebbnek bizonyult 45 perc időtartamú UVC fénnel kezelt 100 g friss gomba a minimális D-vitamin bevitel (400 NE) 314%-át, az ajánlott napi beviteli mennyiség (RDA: 1500 NE) 84%-át éri el. A **61. ábra** szemlélteti, hogy a vizsgáltak közül mely UVB kezelések voltak alkalmasak az ajánlott napi beviteli mennyiség biztosítására.



61. ábra. A fehér csiperkegomba UVB kezelései által indukált D-vitamin tartalom az ajánlott napi beviteli mennyiség (1500 NE, zöld vonal) és a biztonságos felső határ (10000 NE, piros vonal) függvényében (100 g friss gomba)

A barna csiperkegombánál alkalmazott kezelési időtartamok közül a 45 perces bizonyult legeredményesebbnek, amennyiben másfélszeres D-vitamin tartalmat indukált (kontroll: 6,38 $\mu\text{g/g}$ sza.; UVB45: 10,00 $\mu\text{g/g}$ sza.) és egyedül ez a kezelés növelte meg szignifikánsan ($\alpha=0,05$) a D-vitamin szintet. 100 g kezeletlen barna csiperkegomba fogyasztásával az emberi szervezet számára szükséges minimum 400 NE D-vitaminból is már 500%-ot, tehát az 1500 NE ajánlott napi beviteli mennyiségből 136%-ot biztosíthatunk. A 45 perces UVB kezeléssel megnövelt D-vitamin tartalmú gomba 100 grammja (friss tömeg) 3526 NE (88,17 $\mu\text{g}/100$ g) D-vitamint tartalmaz, amely az 1500 NE ajánlott napi beviteli mennyiség 235%-a, de még a biztonságos felső érték (10 000 NE) alatt van. A barna csiperkegomba UVC kezelései közül a legmagasabb értéket (UVC45: 8,49 $\mu\text{g/g}$ sza.) 45 perces kezelés hatására lehetett kimutatni, de szignifikáns növekedést még ez sem eredményezett. 100 g ily módon kezelt friss gomba D-vitamin tartalma 2580 NE (64,5 $\mu\text{g}/100$ g), amely a minimális D-vitamin bevitel (400 NE) 645%-át, az ajánlott napi beviteli mennyiség (RDA: 1500 NE) 172%-át éri el, de a biztonságos felső érték (10 000 NE) alatt van. A **62. ábra** szemlélteti, hogy az alkalmazott UVB kezeléseik közül melyek biztosították az ajánlott napi beviteli mennyiséget.

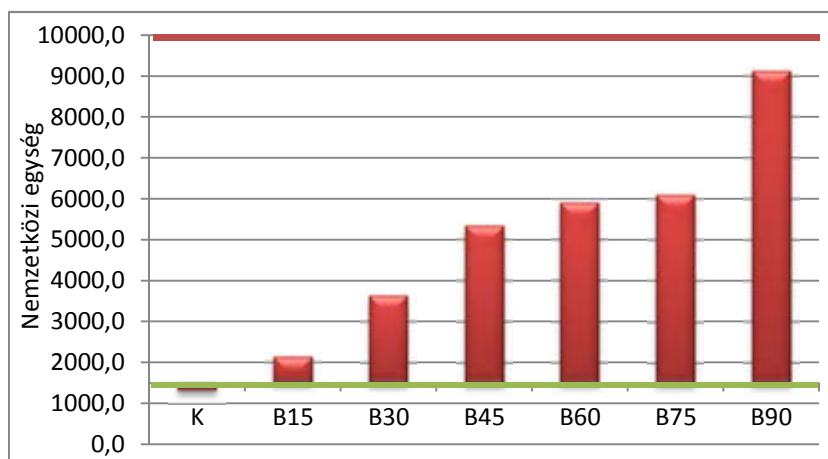


62. ábra. A barna csiperkegomba UVB kezelései által indukált D-vitamin tartalom az ajánlott napi beviteli mennyiség (1500 NE, zöld vonal) és a biztonságos felső határ (10000 NE, piros vonal) függvényében (100 g friss gomba)

A barna csiperkegomba UV kezelésével kapcsolatban összességében elmondható, hogy a fehér csiperkegombához viszonyítva már a kezeletlen kontroll is magasabb D-vitamin tartalommal jellemezhető (fehér kontroll: 1,52 $\mu\text{g/g}$ sza.; barna kontroll: 6,38 $\mu\text{g/g}$ sza.). A fehér csiperkegomba vizsgálatunkban alkalmazott UVB kezeléseik közül egyedül a 15 perces nem volt alkalmas arra, hogy annyi D-vitamin képezzen, hogy a gomba 100 grammja (friss) az ajánlott napi beviteli mennyiséget meghaladja. Az UVC kezeléseik közül erre egyik sem volt alkalmas. A barna csiperkegombának már a kezeletlen kontrollja is meghaladta az 1500 NE-ben meghatározott ajánlott napi beviteli mennyiséget. A 75 és 90 perces UVC kezelés kivételével mind az UVB, mind az UVC fényel kezelt barna csiperkegomba eléri legalább az RDA 103%-át. A D-vitamin egy bizonyos UV megvilágítási időtartam után bomlani kezd, ami a fehér- és barna csiperkegombánál is megfigyelhető. A fotodegradáció következtében a fehér csiperkegombánál a 75 és 90 perces UVB kezeléseik a 60 perces kezelésnél mértnél alacsonyabb D-vitamin szintet eredményeztek.

Az UV fényel kezelt laskagomba minták D-vitamin tartalmának mérései megmutatták, hogy a leghosszabb, 90 perces kezelés hatására a D-vitamin tartalom közel kilencszeresére nőtt (kontroll: 2,97 $\mu\text{g/g}$ sza.; UVB90: 25,66 $\mu\text{g/g}$ sza.), de már a legrövidebb, 15 perces UVB sugárzás is megkétszerezte a D-vitamin szintet (UVB15: 6,24 $\mu\text{g/g}$ sza.). A barna csiperkegombához hasonlóan 100 g kezeletlen laskagomba is meghaladja a minimum 400 NE D-vitamin tartalmat. Az 1317 NE (32,93 $\mu\text{g}/100$ g) D-vitamin tartalom az emberi szervezet számára szükséges minimális érték 329%-a, a RDA-

nak pedig 88%-a. A 90 perces UVB kezeléssel megnövelt D-vitamin tartalmú gomba 100 grammja (friss tömeg) 9128 NE (228 $\mu\text{g}/100\text{ g}$) D-vitamint tartalmaz, amely az 1500 NE ajánlott napi beviteli mennyiség 609%-a. A biztonságos felső érték D-vitaminnál 10 000 NE. A 90 perces UVB megvilágítással kezelt friss laskagomba 109 grammja tartalmazza a napi beviteli mennyiség biztonságos felső értékét, 10000 NE (250 μg) D-vitamint. A laskagomba UVC kezeléseivel kapcsolatban elmondható, hogy a 15 és 60 perc közötti időtartamú UVC fénnel kezelt friss laskagomba 100 grammja az ajánlott napi beviteli mennyiségnek (RDA: 1500 NE) legalább kétszeresét (212-229%-át) biztosítja. A kezeletlen laskagomba D-vitamin tartalma (2,97 $\mu\text{g}/\text{g}$ sza.) a fehér- (1,52 $\mu\text{g}/\text{g}$ sza.) és barna (6,38 $\mu\text{g}/\text{g}$ sza.) csiperkegombánál kimutatott értékek között van, de ennél a gombánál az összes kezelés maximum értékét tekintve a csiperkéknél több mint kétszer magasabb D-vitamin tartalom volt elérhető (fehér UVB60: 10,84 $\mu\text{g}/\text{g}$ sza.; barna UVB 45: 10,00 $\mu\text{g}/\text{g}$ sza.; laska UVB90: 25,66 $\mu\text{g}/\text{g}$ sza.). A **63. ábra** szemlélteti, hogy a vizsgáltak közül mely UVB kezelések voltak alkalmasak az ajánlott napi beviteli mennyiség biztosítására.



63. ábra. A laskagomba UVB kezelése által indukált D-vitamin tartalom az ajánlott napi beviteli mennyiség (1500 NE, zöld vonal) és a biztonságos felső határ (10000 NE, piros vonal) függvényében (100 g friss gomba)

A kapott értékek nemzetközi szakirodalomban található adatokkal történő összehasonlítása az igen változatos kísérleti körülmények (pl. gombafaj, minta előkészítés, pre/post-harvest kezelés, dózis stb.) miatt nehéz. A *3. táblázatban* összefoglalt adatok alapján elmondható azonban, hogy fehér csiperkegombánál Jasinghe és Perera (2006) értek el a dolgozatban bemutatotthoz leginkább hasonló eredményeket. Post-harvest UVA kezeléssel, a gombafejeket a lemezek felől megvilágítva 2,52 J/cm^2 dózis mellett 12,48 $\mu\text{g}/\text{g}$ (sza.) D-vitamin szintet értek el, míg mi 2,7 J/cm^2 pre-harvest UVB besugárzás után 10,84 $\mu\text{g}/\text{g}$ (sza.) D-

vitamin mértünk a mintákban. Teichmann és munkatársai (2007) fehér csiperkegomba kezelésével értek el 9,43 $\mu\text{g/g}$ (sza.) D-vitamin tartalmat 94,7 J/cm^2 UVC sugárzással. Ennek az értéknek a felét (4,89 $\mu\text{g/g}$ sza.) mi pre-harvest kezeléssel nagyságrendekkel alacsonyabb, mindössze 0,28 J/cm^2 dózissal, 45 perces UVC kezeléssel értük el. Koyyalamudi és munkatársai (2011) pulzáló UVB lámpa használata 2,87 J/cm^2 után 87,7 $\mu\text{g/g}$ D-vitamin szintet mért 100 g friss gombában. Hasonló dózissal (2,7 J/cm^2) pre-harvest kezelve a fehér csiperkegombát mi 69 $\mu\text{g/g}$ (100 g friss tömeg) D-vitamin szintet értünk el. A szakirodalomban jelenleg egyetlen pre-harvest kezelésekről beszámoló forrás érhető el. Kristensen és munkatársai (2012) 0,2 J/cm^2 dózissal pre-harvest UVB kezeléssel 24,1 $\mu\text{g/g}$ -ra (100 g friss tömeg) növelték a fehér csiperkegomba D-vitamin tartalmát. Hasonló kísérleti körülmények mellett mi 0,54 J/cm^2 dózissal pre-harvest UVB kezelés után 23,1 $\mu\text{g/g}$ (100 g friss tömeg) D-vitamin tartalmat mértünk. Barna csiperkegombára nem találtunk adatot. Laskagomba esetén leginkább Jasinghe és munkatársai (2007), illetve Jasinghe és Perera (2006) értek el hasonló értékeket. UVA, UVB vagy UVC lámpák post-harvest használatával 150 $\mu\text{g/g}$ D-vitamin szintről számoltak be 100 g friss gombában, de ezt az általunk alkalmazottnál (2,16 J/cm^2) közel tízszeres dózissal (21 J/cm^2) érték el. Krings és Berger (2014) nem közölt adatot a dózissal vagy a kezdeti D-vitamin szintre vonatkozóan, de az általunk mért legmagasabb értéknél (3,24 J/cm^2 pre-harvest UVB kezelés hatására 228 $\mu\text{g/g}$ D-vitamin, 100 g friss tömeg) nagyságrendekkel magasabb (6000-16000 $\mu\text{g/g}$, 100 g friss tömeg) D-vitamin tartalmat értek el laskagomba post-harvest kezelésével.

Az **ergoszterol**, mint pre-D₂- vitamin jelenléte feltétele a D-vitamin kialakulásának. Mivel az elérhető D-vitamin tartalmat a gomba ergoszterol szintje határozza meg, szignifikáns D-vitamin tartalom növekedése esetén várható az ergoszterol szint azzal párhuzamos csökkenése. A fehér csiperkegomba esetében ezzel szemben azt tapasztaltuk, hogy kontroll mintában mért ergoszterol szintjéhez képest (kontroll: 2,68 mg/g sza.) a 30, 45 és 60 perces UVB kezelés, valamint a 75 perces UVC kezelés szignifikánsan megnövelte az ergoszterol tartalmat.

Az UVB kezelések a barna csiperkegombánál nem okoztak a kezeletlen kontroll minták ergoszterol tartalmához viszonyított szignifikáns ($\alpha=0,05$) változást. Ezzel szemben az UVC kezelések az ergoszterol tartalom szignifikáns csökkenését eredményezték a 30 és 45 perces időtartamú megvilágításnál.

A laskagomba ergoszterol tartalma a 15, 30 és 45 perces UVB kezelések hatására szignifikánsan ($\alpha=0,05$) csökkent. Az UVC kezelések mindegyike lecsökkentette az

ergoszterol tartalmat, de a statisztikai értékelés egyedül a 75 és 90 percig megvilágított mintáknál mutatott ki szignifikáns eltérést (csökkenést).

A CIELab L*a*b* színkoordináták meghatározását Chromameter CR-400-as **színmérő** műszert alkalmaztunk. Az átlagos emberi szem által érzékelt színkülönbségek nagysága: 0,0-0,5 nem vehető észre, 0,5-1,5 alig vehető észre, 1,5-3,0 észrevehető, 3,0-6,0 jól látható, 6,0-12,0 nagy (Wenczel, 2013).

A fehér csiperkegomba 90 perces UVB kezelés hatására történő színváltozását, mind a műszeres, mind az érzékszervi módszerek alátámasztották.

A barna csiperkegomba UV kezelésekre hatására bekövetkezett színváltozás intenzitását jelző (ΔE_{ab}^*) érték alapján, a barna csiperkegombán mind az UVB, mind az UVC kezelésekre nagyon jól megfigyelhető elváltozást okoztak ($\Delta E_{ab}^* > 6,0$). Fontos hangsúlyozni, hogy a műszeres mérés során a különbségeket a kezelés előtti színhez hasonlítottuk, míg a fogyasztó vásárlásakor nem áll rendelkezésére kezeletlen minta. A színmemória korlátos volta, valamint a biológiai anyag színvariabilitása miatt a színkülönbség megállapítása kicsi valószínűségű.

Laskagombánál a műszeres színmérés eredményei szerint a 15 és 75 perc közötti UVB kezelésekre jól látható, míg a 90 perces nagyon jól látható színváltozást okoztak. A laskagomba esetében is elmondható, hogy műszer nélkül, a kezeletlen kontroll és az UV kezelt minták egyidejű összehasonlítása nélkül, szabad szemmel ez a különbség nem valószínű, hogy észlelhető. Ennél a gombánál a kalapszín még inkább változatos árnyalatban elfogadott, a halványbarnától (már-már krémszínű) a szürke árnyalatai keresztül egészen a csokoládébarnáig. Még ha az eredeti kalapszínen változtat is az UV kezelés, enyhe vagy erősebb sárgás, vagy akár barnás elszíneződést okozzon is, azt a fogyasztó nem valószínű, hogy észreveszi. Fontos hangsúlyozni, hogy a háromszög próba kiosztásának megfelelően a kezelt és a kezeletlen minta is szerepel egymás mellett (egy mintahármasban), így a különbség megállapítása nem igényel színmemóriát.

Az **antioxidáns és polifenol anyagok** mérési eredményei szerint mindkét hullámhosszon (UVB és UVC) történő kezelés eltéréseket okozott a kezelt mintákban, de az értékek alapján nem tudtunk tendenciát megállapítani. A fehér csiperkegombánál minden UVB és UVC kezelés csökkenést okozott minden módszer esetében, kivéve a DPPH módszert tekintve.

A barna csiperkegombában az UVB kezelés hatására megnőtt a DPPH és CUPRAC módszerekkel mérhető antioxidáns anyagok mennyisége. A TPC, FRAP, ABTS mérés

módszereknél viszont a kezeletlen kontroll mintája adta a legmagasabb értékeket. A két kezelés közötti különbség, hogy az UVC sugárzás hatására a DPPH módszer eredményei nem mutatnak egyértelmű tendenciát, a TPC, FRAP, ABTS mérés módszereknél pedig a kezeletlen kontroll mintához képest a kezelt antioxidáns tartalma nem változott, vagy csökkent.

A laskagombában mind az UVB, mind az UVC kezelés hatására összességében hasonlóan reagált. Megnőtt a DPPH módszerrel mérhető antioxidáns anyagok mennyisége, viszont a CUPRAC csökkent. A TPC, FRAP, ABTS mérés módszereknél a kezeletlen kontroll mintához képest a kezelt antioxidáns tartalma nem mutatott tendenciát.

További kutatásokat igényel annak megválaszolása, hogy az antioxidáns kapacitások csökkenésének vagy növekedésének mi áll a háttérben. A növekedés oka lehet, hogy a gomba stresszként érzékeli a különböző UV kezeléseket, ezért a válasz védekező reakció miatt megnöveli a kiválasztott antioxidáns anyagok mennyiségét.

A teljes körű **profilanalízis** segítségével az UV kezelt gombaminták érzékszervi karakterizálása szakértői bíráló panel segítségével hatékonyan megvalósítható volt. Az eredmények azt mutatták, hogy a 45 és 90 perces időtartamú UVB sugárzással kezelt fehér csiperkegomba vizuális tulajdonságai szignifikánsan ($\alpha=0,05$) nőttek: a kalap színe sárgább, a kalap színének árnyalata sötétebb, a kalap foltosabbá vált. A szakértői elemzések rámutatnak, az UV kezelések vizuális hatásaira, ezekkel az eredményekkel van összhangban a műszeres színmérés eredménye is. Ugyanezen kezeléseknél az édes íz csökkent a kontroll mintához képest.

A barna csiperkegomba esetében az érzékszervi profilok nagyon hasonlóak adódtak, a profilok sok esetben teljesen fedésben vannak és szignifikáns különbség nem volt egyik tulajdonságban sem.

A laskagomba esetén az eredmények azt mutatták, hogy két tulajdonságban, a kalap színének árnyalatában és a keménység érzékszervi paraméterében tértek el szignifikánsan a vizsgált minták, a kontroll minta volt a legvilágosabb, amelyik minden UV fényel kezelt mintától eltért. A kezelt minták sötétebbnek adódtak, mint a kontroll minta. A laskagombák keménysége alapján a kontroll minta volt a legkeményebb, amelyik minden UV fényel kezelt mintától eltért.

A **háromszögpróba** érzékszervi módszerével a vizsgált fogyasztók a kezeletlen kontroll és a 90 perces UVB kezelt fehér csiperkegomba között, valamint a kezeletlen kontroll és a 45, valamint a 90 perces UVB kezelt laskagomba között állapítottak meg

szignifikáns ($\alpha=0,05$) érzékszervi különbséget. Az eredmények rámutattak arra, hogy a grafikus szempontból szemléletesebb módszernél (szekvenciális eljárás) érzékenyebb a binomiális tétellel történő kiértékelés.

Hatékony termékfejlesztés csak a fogyasztói igényeken alapuló termékoptimalizálással valósítható meg, hiszen többszörösen bizonyított tény, hogy a fogyasztói igényeknek kialakított termékkombinációkat nagyobb mennyiségben vásárolják a célfogyasztók. Eddig Magyarországon a gombákkal kapcsolatos publikált **conjoint elemzést** nem találtam. Az eredményeimmel bizonyítottam fehér és barna csiperkegombák valamint a laskagomba esetében a vizsgált fogyasztók döntéstényezőinek egymáshoz viszonyított fontosságát, hasznosságértékeit és az ideális termékkombinációt. A fókuszcsoportos interjúk során azonosított bevallott fogyasztói döntési tényezők felhasználásával a szoftveresen támogatott SPSS 20.0 conjoint moduljával hatékonyan támogatható és kombinálható. Módszertani oldalról célszerű lenne ugyanezt a kísérletet felépíteni Sawtooth conjoint célszoftverrel adaptív megvalósításban. Ennek lényege az, hogy a fogyasztó az értékelésének függvényében kapja a következő termékkombinációt, ezzel lecsökkenthető a conjoint kártyák száma. A conjoint elemzést klaszteranalízissel kombinálva feltártam és jellemeztem az egyes fogyasztói szegmenseket és a fogyasztói igényeikre optimált termékkombinációt.

Az UV kezelt **fehér csiperkegomba** komplex vizsgálatának eredményei alapján összefoglalásként elmondható, hogy amennyiben biológiailag aktív pre-harvest a *D-vitamin tartalom* növelése a cél, akkor 60 perc időtartamú UVB sugárzás történő kezelését célszerű alkalmazni, amely 100 g friss gombában a napi ajánlott beviteli mennyiség (1500 NE) 195%-ának megfelelő D-vitamin tartalmat indukál. A kezelés a *hozamra* nincsen negatív hatással, a színben viszont jól látható ($\Delta E_{ab^*}=5,73$) *színbeli változás* adódik. Mivel a *profilanalízis* során a kísérleti kiosztásban a 60 perces kezelt mintákat nem vizsgáltuk, de a 45 és 90 perces kezelések eredményei alapján feltehetőleg vizuális változások alakulnak ki: sárgább szín, sötétebb árnyalat és foltosabb kalap. További vizsgálatokat (például sok résztvevő bevonásával végzett háromszög-teszt) igényel megállapítani, hogy a fogyasztók ezt a színbeli változást hogyan értékelnék. Mivel a *conjoint analízis* eredményei felhívják a figyelmet, hogy a megnövelt D-vitamin tartalom nagyobb hasznossággal bír, ezért célszerű ezt a kommunikáció középpontjába állítani. Másik megoldás lehet a 45 perces kezelés alkalmazása, ahol a D-vitamin tartalom szintén szignifikánsan megnő és eléri a RDA

150%-át (100 g friss gombában), viszont a színbeli eltérés műszeres méréssel igazolhatóan kisebb.

Az elérhető *D*-vitamin tartalom szempontjából a **barna csiperkegomba** 45 perc időtartamú UVB kezelése bizonyult legeredményesebbnek. Az ily módon kezelt gombának 100 grammja (friss tömeg) 3526 NE (88,17 $\mu\text{g}/100\text{ g}$) *D*-vitamint tartalmaz, amely az 1500 NE ajánlott napi beviteli mennyiség 235%-a, de még a biztonságos felső érték (10 000 NE) alatt van. A *hozamot* az UV kezelés ennél a gombánál sem befolyásolja szignifikánsan ($\alpha=0,05$). A *színváltozás* intenzitását jelző (ΔE_{ab^*}) érték alapján a barna csiperkegombán a 45 perces UVB nagyon jól megfigyelhető elváltozást okoztak ($\Delta E_{ab^*}=7,61$), de míg a műszeres színmérés során az adatok ennél a kezelésnél szignifikáns különbséget jeleztek, az *érzékszervi profilt* összeállító szakértő bírálók nem észleltek különbséget, a barna kalapszínén szabad szemmel észlelhető különbséget a vizsgálat során kimutatni nem tudtak. A *háromszög-teszt* eredményei is megerősítik, hogy a laikus bírálók még akkor sem észlelnek különbséget a gomba színében, mikor a kezelt és a kezeletlen minta egyidejű összevetésére van lehetőségük, így feltételezhető, hogy amennyiben a fogyasztónak nem áll rendelkezésére kezeletlen gomba, ami viszonyítási alapot jelenthetne, úgy ezt a színváltozást nem veszi észre. A *conjoint analízis* eredménye megmutatta, hogy a barna gombát azok a fogyasztók részesítik előnyben (a fehér csiperkegombával és laskagombával szemben), akik jellemzően 20-40 év közöttiek, havonta-kéthetente fogyasztanak gombát, 151-300 e Ft a nettó átlagkeresetük, a családfő jellemzően közép vagy felsőfokú végzettségű, egyéb szellemi foglalkozásúak, városokban laknak. Ez a fogyasztói csoport preferálja a megnövelt *D*-vitamin tartalmat, és, mint hozzáadott értéket előnyben részesíti.

A **laskagomba** 90 perc időtartamú UVB kezelése indukálta a legnagyobb növekedést a *D*-vitamin tartalomban, míg a *hozamra* nem volt negatív hatással. A 90 perces UVB kezeléssel megnövelt *D*-vitamin tartalmú laskagomba 100 grammja (friss tömeg) 9128 NE (228 $\mu\text{g}/100\text{ g}$) *D*-vitamint tartalmaz, amely az 1500 NE ajánlott napi beviteli mennyiség 609%-a. A biztonságos felső érték *D*-vitaminnál 10 000 NE. A 90 perces UVB megvilágítással kezelt friss laskagomba 109 grammja tartalmazza a napi beviteli mennyiség biztonságos felső értékét, 10000 NE (250 μg) *D*-vitamint. Ez a *D*-vitamin tartalom 100 g friss gombában túl magasnak mondható, hiszen az élelmiszerek *D*₂-vitamin tartalma és a bőrben képződő *D*₃-vitamin együttesen kell, hogy biztosítsa az emberi szervezet számára szükséges napi *D*-vitamin mennyiséget. Lehetséges, hogy ilyen magas *D*-vitamin tartalmú termék fogyasztása a biztonságos felső értéknél magasabb napi

bevitelt eredményezne. Ezért célszerű lehet egy rövidebb kezelést alkalmazni. A vizsgálatban szereplő UVB kezelések mindegyikének, még a legrövidebb, 15 perces kezelésnek hatására is képződik annyi D-vitamin a laskagombában, hogy az ajánlott napi mennyiség (1500 NE) többszörösét biztosítani tudja. Az UV kezelés a laskagomba *hozamát* nem befolyásolja szignifikánsan ($\alpha=0,05$). A műszeres *színmérés* adatai alapján elmondható, hogy a 90 perces kezelés nagyon jól látható színváltozást okoz, de minden ennél rövidebb kezelés alig láthatóan változtatja meg a laskagomba színét. A szakértő bírálók által végzett *profilanalízis* és a laikus bírálók által végzett *háromszög-teszt* is alátámasztja a műszeres színmérési adatokat, amennyiben mind a 45, mind a 90 perces UVB fényel kezelt laskagomba esetében kimutatható a színváltozás szabad szemmel történő észlelése, tehát ellentétben a barna csiperkegombával, a laskagomba esetén észlelhető a színváltozás a kontroll és a kezelt gomba egyidejű összehasonlításával. Ez azonban nem lehet akadálya egy UV sugárzással megnövelt D-vitamin tartalmú laskagomba termék értékesítésének, mivel választható olyan csomagolási mód, ahol a gomba színe nem érvényesül, de az üzletek polcain is megoldható a termék elhelyezése úgy, hogy ne kerüljön a kezeletlen laskagombák közelébe. Ennél a változatos kalapszínekkel jellemezhető gombánál is elmondható, hogy a megváltozott (akár sötétebb, akár sárgább) szín nem lehet oka a fogyasztó részéről a termék elutasításának. A *conjoint analízis* eredményei alapján a megnövelt D-vitamin tartalmú laskagombát a jellemzően 50 felett korcsoportba tartozó fogyasztók preferálják, akik kéthetente fogyasztanak gombát, 151-300 e Ft a nettó az átlagkeresetük, a családfő jellemzően középfokú végzettségűek, vállalkozó vagy szellemi szabadfoglalkozású, illetve kis, vagy közepes városokban laknak.

7. Új tudományos eredmények

1. Bizonyítottam, hogy a biológiailag aktív preharvest fehér csiperkegomba 60 perc időtartamú, a barna csiperkegomba 45 perc időtartamú, valamint a laskagomba 90 perc időtartamú UVB sugárzás történő kezelése eredményezi a legnagyobb D₂ vitamin-tartalmat.
2. Nemparametrikus Kruskal-Wallis statisztikai teszttel bizonyítottam, hogy a vizsgált gombák hozamait szignifikánsan ($\alpha=0,05$) nem befolyásolják az UVB és UVC fényrel történő 15, 30, 45, 60, 75 és 90 perces kezelései.
3. Elsőként jellemeztem több módszerrel (DPPH, CUPRAC, TPC, FRAP, ABTS) a fehér és barna csiperke és laskagomba fajok kontroll és UV fényrel kezelt mintáinak antioxidáns kapacitását, és a kezelés szignifikáns ($\alpha=0,05$) változásait.
4. Szakértői bírálócsoport segítségével elsőként alkottam meg a különböző UV fényrel kezelt fehér és barna csiperke és laskagomba fajok teljes körű érzékszervi profiljait.
5. A háromszög-próba érzékszervi módszerével elsőként bizonyítottam, hogy a vizsgált fogyasztók a kezeletlen kontroll és a 90 perces UVB kezelt fehér csiperkegomba között, valamint a kezeletlen kontroll és a 45, valamint a 90 perces UVB kezelt laskagomba között állapítottak meg szignifikáns ($\alpha=0,05$) érzékszervi különbséget.
6. A fehér és barna csiperkegombák, valamint a laskagomba esetében Magyarországon elsőként határoztam meg a vizsgált fogyasztók döntéstényezőinek egymáshoz viszonyított fontosságát, hasznosságértékeit és az ideális termék kombinációt. A conjoint elemzést klaszteranalízissel kombinálva feltártam és jellemeztem az egyes fogyasztói szegmenseket és a fogyasztói igényeikre optimált termék kombinációt.

8. Összefoglalás

A D-vitaminnak korlátozottan elérhető természetes forrása van, így a D-vitamin hiány napjainkban a Föld lakosságának nagy részét érinti. A gombákban található ergoszterol UV sugárzás hatására átalakul D-vitaminná, így napjainkban több kutatásnak is célja olyan eljárások kidolgozása, melyek segítségével ezt a természetben is lezajló átalakulást mesterségesen is generálni lehet a termesztett csiperke- és laskagombákban pre- vagy postharvest UV megvilágítással.

A megnövelt D-vitamin tartalmú termesztett gomba mint termék értékelése csak integrált megközelítésben tehető meg a táplálkozásélettani szempontok, a beltartalmi tulajdonságok, a fogyasztói értékelések és érzékszervi tényezők figyelembevételével.

Dolgozatom fő gyakorlati célja volt meghatározni, hogy miként változik a preharvest állapotban lévő, biológiailag aktív gombakultúrának a különböző időtartamú (15, 30, 45, 60, 75 és 90 perc) és tartományú (UVB és UVC) ultraibolya fénnel való kezelését követően a fehér- és barna csiperkegombák (*Agaricus bisporus*) és a laskagomba (*Pleurotus hibrid*) D-vitamin és ergoszterol tartalma. Céлом volt továbbá megállapítani, hogy miként befolyásolja az UV kezelés a termesztett gomba termésmennyiségét, valamint meghatározni, hogy miként módosulnak a gombák kritikus érzékszervi paraméterei (pl. szín), ezért elvégeztem a létrejött termék fejlesztésének alapjául szolgáló, laikus és képzett bírálók által végzett értékelését és minősítését. A fogyasztói szükségletekből kiinduló termékoptimalizálás kiemelten fontos, ehhez nyújt értékes információt a laikus bírálók által végzett értékelés (pl. háromszögpróba), illetve a képzett érzékszervi bírálók által előállított érzékszervi profil és a conjoint analízis.

Az eredményeket összefoglalva megállapítható, hogy a **hozamokban** nem adódott szignifikáns különbség ($\alpha=0,05$) egyetlen kezelés hatására sem, egyetlen gombaminta esetében sem.

A **D-vitamin** mérések eredményei alapján elmondható az alkalmazott UV kezelések közül minden vizsgált gombánál az UVB kezelések indukáltak magasabb D-vitamin tartalmat, mint az UVC kezelések. A fehér csiperkegombánál a 60 perc időtartamú UVB sugárzás történő kezelését célszerű alkalmazni, amely 100 g friss gombában a napi ajánlott beviteli mennyiség (RDA=1500 NE) 195%-ának megfelelő D-vitamin tartalmat indukál. A barna csiperkegombánál a 45 perces UVB kezelés bizonyult legeredményesebbnek: 3526 NE (88,17 $\mu\text{g}/100\text{ g}$) D-vitamin/100 g (friss), RDA 235%-a.

A laskagomba 90 perc időtartamú UVB kezelésénél a D-vitamin tartalom: 9128 NE (228 µg/100 g) D-vitamin/100 g (friss), RDA 609%-a. Az elért eredmények a nemzetközi szakirodalom post-harvest adataival összhangban vannak.

Az **ergoszterol**, mint pre-D₂- vitamin jelenléte feltétele a D-vitamin kialakulásának. A fehér csiperkegomba esetében a 30, 45 és 60 perces UVB kezelés, valamint a 75 perces UVC kezelés szignifikánsan megnövelte az ergoszterol tartalmat. Az UVB kezelések a barna csiperkegombánál változást nem okoztak, ezzel szemben a 30 és 45 perces UVC kezelések szignifikáns csökkenését eredményezték. A laskagomba ergoszterol tartalma a 15, 30 és 45 perces UVB és 75 és 90 perces UVC hatására csökkent.

A gombák UV kezelés hatására történő bizonyos fokú **színváltozását**, mind a műszeres, mind az érzékszervi módszerek alátámasztották.

Az **antioxidáns és polifenol anyagok** mérési eredményei szerint mindkét hullámhosszon (UVB és UVC) történő kezelés eltéréseket okozott a kezelt mintákban, de az értékek alapján nem tudunk tendenciát megállapítani.

A teljes körű **profilanalízis** segítségével az UV kezelt gombaminták érzékszervi karakterizálása szakértői bíráló panel segítségével hatékonyan megvalósítható volt, az elemzések a műszeres szín mérés eredményével összhangban voltak.

A **háromszögpróba** érzékszervi módszerével a laikus bírálók a kezeletlen kontroll és a 90 perces UVB kezelt fehér csiperkegomba között, valamint a kezeletlen kontroll és a 45, valamint a 90 perces UVB kezelt laskagomba között állapítottak meg szignifikáns ($\alpha=0,05$) érzékszervi különbséget. Az eredmények rámutattak arra, hogy a grafikus szempontból szemléletesebb módszernél (szekvenciális eljárás) érzékenyebb a binomiális tétellel történő kiértékelés.

Az **conjoint elemzés** eredményeivel bizonyítottam fehér és barna csiperkegombák valamint a laskagomba esetében a vizsgált fogyasztók döntéstényezőinek egymáshoz viszonyított fontosságát, hasznosságértékeit és az ideális termékkombinációt. Klaszteranalízissel kombinálva feltártam és jellemeztem az egyes fogyasztói szegmenseket és a fogyasztói igényeikre optimált termékkombinációt.

Munkámmal hozzájárultam azon kezdeményezésekhez, amelyeknek köszönhetően a fogyasztók számára elérhető lesz a megnövelt D-vitamin tartalmú termesztett gomba. Így egy olyan, a fogyasztói igényekre optimalizált termékkel bővíthet az egészséges élelmiszerek köre, amely csupán természetes összetevőinek köszönhetően – sok más jótékony táplálkozás-élettani hatása mellett – segíti a szervezet D-vitamin szükségletének biztosítását.

9. Summary

Vitamin D has a limited number of sources, thus vitamin D deficiency has become a global problem that affects the majority of the World's population. The ergosterol content of the mushrooms can be converted into vitamin D by UV light. The aim of many studies is to find ways to generate this natural conversion in cultivated button and oyster mushrooms by applying artificial UV irradiation in the growing rooms before or after harvest.

The evaluation of such vitamin D enhanced mushroom product can only be done in a complex approach, by taking the nutritional value, consumer demands and organoleptic features into consideration.

The aim of my thesis was to determine the effect of different UV treatments on the vitamin D and ergosterol levels of biologically active, pre-harvest mushroom cultures. Six different irradiation times (15, 30, 45, 60, 75 and 90 minutes) and two wavelengths (UVB and UVC) were applied in white and cream button mushrooms (*Agaricus bisporus*) and oyster mushroom (*Pleurotus* hybrid) cultures. I studied the effect of UV treatments on the yield and on certain critical organoleptic parameters (e.g. color). Naive and trained panelists evaluated the UV enhanced mushroom products, which is the first step of product development. Triangle tests performed by naive panelists provide crucial data for product optimization based on consumer demand. Trained panelists prepared the sensory evaluation and conjoint analysis.

Based on the data of the mushroom cultures, none of the UV treatments had a significant ($\alpha=0,05$) effect yields.

The **vitamin D** levels of the different treated samples showed that UVB irradiation is able to generate higher vitamin D levels in the mushrooms than UVC light. In case of white button mushroom the 60 minute long UVB treatment proved to be most effective: 100 g fresh mushroom contained 195% of the requested daily amount (RDA=1500 IU; IU= International Unit) from this vitamin. For cream button mushrooms a 45 minute long UVB treatment is recommended, since this generated 3526 IU (88.17 $\mu\text{g}/100\text{ g}$) vitamin D, which is 235% of RDA. In case of oyster mushroom 90 minutes of UVB irradiation caused the vitamin D content to rise to a level of 9128 IU (228 $\mu\text{g}/100\text{ g}$), which is 609% of RDA. The data presented in this thesis correspond with the data found in international sources.

The presence of **ergosterol**, as pre-vitamin D₂ is essential in mushrooms for vitamin D conversion. In case of white button mushroom 30, 45 and 60 minutes of UVB and 75 minutes of UVC treatments caused significantly higher ergosterol levels in the

samples. In cream button mushrooms UVB irradiation did not cause any change, but the ergosterol level decreased after 30 and 45 minutes of UVC treatments. A drop in ergosterol content was observed in case of oyster mushroom samples as well due to 15, 30 and 45 minutes UVB and 75 and 90 minutes of UVC irradiation.

Both colorimetry data and sensory analysis proved a certain level of **color change** in case of each studied mushroom.

Although the **antioxidant capacity** and **polyphenol levels** were affected by the different UV treatments, we were not able to find any tendencies.

Sensory analysis was performed by an expert panel. The results were in correlation with colorimetry data.

The **triangle test** results of white button mushrooms showed that naive assessors can find differences between the untreated control and the samples treated for 90 minutes with UVB light, and in case of oyster mushroom, between the control and the 45 and the 90 minutes UVB treated samples. The results proved that evaluation on the basis of binomial distribution is more susceptible to differences than the sequential analysis.

With conjoint analysis I was able to identify the relative importance and utility function of the decision factors, and to find the ideal combination. By using cluster analysis I characterized the consumer segments and based on their demand I prepared their optimized product.

With the result of my doctoral thesis I would like to contribute to the initiatives which are working towards the goal of providing a healthy alternative of vitamin D supplementation: the vitamin D enhanced mushroom, which can be characterized by high vitamin D level and other health beneficial features as well. This way another product optimized to consumer demands will appear amongst the foodstuffs to help us fight global vitamin D deficiency.

Mellékletek

M1. Felhasznált irodalom

M2. Az UVB és UVC kezelt gombaminták D-vitamin tartalmának páronkénti összehasonlítása

M3. Az UVB és UVC kezelt gombaminták ergoszterol tartalmának páronkénti összehasonlítása

M4. A polifenol és antioxidáns mérések eredményeinek sztenderdizált értékei

M.1. Felhasznált irodalom

1. 1995. évi XXVIII. törvény. a nemzeti szabványosításról.
2. Abrams S. A., Griffin I. J., Hawthorne K. M., Gunn S. K. (2005): Relationship among Vitamin D levels, parathyroid hormone, and calcium absorption in young adolescents. *Journal of Endocrinology and Metabolism*, 90 (10), 5576-5581. p.
3. Annuziata A., Vecchio R. (2013): Consumer perception of functional foods: A conjoint analysis with probiotics. *Food Quality and Preference*. 28, 348-355. p.
4. Apperly F. L. (1941): The relation of solar radiation to cancer mortality in North America. *Cancer Research*, 1, 191-195. p.
5. Babbie E. (1995): A társadalomtudományi kutatás gyakorlata. Budapest, Balassi Kiadó. 103-348, 411-473, 494-526. p.
6. Balázs S. (1985): A laskagomba termesztésének helyzete Magyarországon. *Nemzetközi Mezőgazdasági Szemle*, 29 (4):50-53. p.
7. Bauer J. M., Freyberg R. H. (1946): Vitamin D intoxication and metastatic calcification. *Journal of the American Medical Association*, 130, 1208-1215. p.
8. Békési K., Vértesné Bálint M., Kiss A. (2007): Tápláltsági állapot és tápanyag-ellátottság időskorban. *Új Diéta*, 1, 10-11. p.
9. Belitz H-D., Grosch W., Schieberle P. (2009): *Food Chemistry*. Springer, Berlin.
10. Bernabéu R., Tendero A. (2005): Preference structure for lamb meat consumers. A Spanish case study. *Meat Science*, 71 (3) 464-470. p.
11. Bernáth A., Szabó T. (1997): Új lehetőségek a marketing-információelemzésben: A conjoint-analízis. *Marketing & Menedzsment*, 31 (4) 539-46. p.
12. Bertone-Johnson E. R., Chen W. Y., Holick M. F. (2005): Plasma 25-hydroxyvitamin D and 1,25-dihydroxyvitamin D and risk of breast cancer. *Cancer Epidemiology, Biomarkers and Prevention*, 14, 1991-1997. p.
13. Berwick M, Armstrong B. K., Ben-Porat L. (2005): Sun exposure and mortality from melanoma. *Journal of the National Cancer Institute*, 97, 195-199. p.
14. Bickle D. (2008): Vitamin D receptor, UVR and skin cancer: A potential protective mechanism. *Journal of Investigative Dermatology*, 128, 2357-2361. p.
15. Bilodeau L., Dufresne G., Deeks J., Clément G., Bertrand J., Turcotte S. (2011): Determination of vitamin D₃ and 25-hydroxyvitamin D₃ in foodstuffs by HPLC

- UV-DAD and LC-MS/MS. *Journal of Food Composition and Analysis*, 24 (3), 441-448. p.
16. Bischoff-Ferrari, H. A., Dietrich, T., Orav, J., Dawson-Hughes, B. (2004): Positive association between 25-hydroxivitamin D levels and bone mineral density: A population based study of younger and older adults. *Journal of the American Medical Association*, 116, 634-639. p.
 17. Bischoff-Ferrari, H. A., Willet, W. C., Wong, J. B., Giovannucci, E. (2005): Fracture prevention with vitamin D supplementation: A meta-analysys of randomized controll trials. *Journal of the American Medical Association*, 293, 2257-2264. p.
 18. Bloch K. E. (1983): Sterol structure and membrane function. *Critical Reviews in Biochemistry and Molecular Biology*, 14, 47-92. p.
 19. Bodiwala D., Luscombe C. J., Liu S., Saxby M., French M., Jones P. W. (2003): Prostate cancer risk and exposure to ultraviolet radiation: Further support for the protective effect of sunlight. *Cancer Letters*, 192 (2), 145-149. p.
 20. Bodnar L. M., Catov J. M., Simhan H. N., Holick M. F. (2007): Maternal vitamin D deficiency increases the risk of preeclampsia. *Jorunal of Clinincal Edocrinology and Metabolism*, 92 (9), 3517-3522. p.
 21. Boland R. (1986): Role of vitamin D in skeletal muscle function. *Endocrine Reviews*, 7, 434-438. p.
 22. Bonatti M., Karnopp P., Soares H. M., Furlan S. A. (2004): Evaluation of *Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus sajor-caju* nutritional characteristics when cultivated in different lignocellulosic wastes. *Food Chemistry*, 88:425-428. p.
 23. Bouillon R., Eelen G., Verlinden L., Mathieu C., Carmeliet G., Vertuyf A. (2006): Vitamin D and cancer. *Journal of Steroid Biochemistry & Molecular Biology*, 102, 156-162. p.
 24. British Pediatric Association (1956): Hypercalcemia in infants and vitamin D. *British Medical Journal*, 45, 401. p.
 25. Buth, J. (2007): Influences and parameters in composting. *Mushroom Business*, 25, 12-13. p.
 26. Calvo M. S. & Whiting, S. J. (2006): Public health strategies to overcome barriers to optimal vitamin D status in populations with special needs. *Journal of Nutrition*, 4, 1135-1139. p.

27. Calvo M. S., Babu U. S., Garthoff L. H., Woods T. O., Dreher M., Hill G., Nagaraja S. (2013): Vitamin D₂ from light-exposed edible mushrooms is safe, bioavailable and effectively supports bone growth in rats. *Osteoporosis International*, 24 (1), 197-207. p.
28. Cantorna M. T., Zhu Y., Froicu M., Wittke A. (2004): Vitamin D status, 1,25-dihydroxyvitamin D₃ and the immune system. *American Journal of Nutrition*, 80 (suppl.), 1717S-1720S. p.
29. Carbone L. D., Rosenberg E. W., Tolley E. A., Holick M. F. (2008): 25-Hydroxyvitamin D, cholesterol, and ultraviolet irradiation. *Metabolism Clinical and Experimental*, 57, 741-748. p.
30. Carneiro J. D. S. (2005): Labelling effects on consumer intention to purchase for soybean oil. *Food Quality and Preference*, 16 (3), 275-282. p.
31. 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. p.
32. Chang S. T. (1999b): World production of cultivated and medicinal mushrooms in 1997 with emphasis on *Lentinus edodes* (Berk.) Sing. in China. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 1, 291-300. p.
33. Chang S. T. (2000): The world mushroom industry: Trends and technological development. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 8, 297-314. p.
34. Chang S. T. (2008): Training manual on mushroom cultivation technology. – United Nations – Nations Unies, Economic and Social Commission for Asia and the Pacific, Asian and Pacific Centre for Agricultural Engineering and Machinery, Beijing, China, <http://www.unapcaem.org/publication/TM-Mushroom.pdf>. Utolsó letöltés: 2014.11.15.
35. Chang S. T., Miles P. G. (2004): *Mushrooms: Cultivation, Nutritional Value, Medicinal Effect, and Environmental Impact*. Boca Raton, Florida, USA, CRC Press LLC.
36. Chen T. C., Holick M. F. (2003): Vitamin D and prostate cancer prevention and treatment. *Trends in Endocrinology and Metabolism*, 14, 423-430. p.
37. Chen T. C., Lu Z., Holick M. F. (2010): Photobiology of Vitamin D. In: Holick M. F.: *Nutrition and Health: Vitamin D*. Springer, London.

38. Chen T. C., Chimeh F., Lu Z., Mathiew J (2007): Factors that influence the cutaneous synthesis and dietary sources of vitamin D. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 460 (2), 213-217. p.
39. Chesney R. W. (1989): Vitamin D: can an upper limit be defined? *Journal of Nutrition*, 119 (12), 1825-1828. p.
40. Cheung P. C. K. (2008): *Mushrooms as functional foods*. John Wiley & Sons, Hoboken, New York, USA. 258. p.
41. Claret A., Guerrero L., Aguirre E., Rincón L., Hernander M. D., Martínez I., Peleteiro J. B., Rodríguez-Rodríguez C. (2012): Consumer preferences for sea fish using conjoint analysis: Exploratory study of the importance of country of origin, obtaining method, storage conditions and purchasing price. *Food Quality and Preference*. 26, 259-266. p.
42. Clemens T. L., Henderson S. L., Adams J. S., Holick M. F. (1982): Increased skin pigmentation reduces the capacity of skin to synthesis vitamin D. *Lancet*, 1 (8263), 74-76. p.
43. Cross H. S., Kallay E., Lechner D., Gerdenitsch W. (2004): Phytoestrogens and vitamin D metabolism: A new concept for the prevention and therapy of colorectal, prostate and mammary carcinoma. *Journal of Nutrition*, 134 (5), 1207S-1212S. p.
44. Darby K., Batte M. T., Ernst S., Roe B. (2008): Decomposing local: A conjoint analysis of locally produced foods. *American Journal of Agricultural Economics*. 90 (2), 476-486. p.
45. Dawson-Hughes, B., Harris S. S., Krall, E. A., Dallal, G. E. (1997): Effect of calcium and vitamin D supplementation on bone density in men and women of 65 years of age or older. *New England Journal of Medicine*, 337, 670-676. p.
46. DeLucia, M. C., Mitnick M. E., Carpenter T. O. (2003): Nutritional rickets with normal circulating 25-hydroxivitamin D: A call for reexamining the role of dietary calcium intake in North American infants. *Journal of Clinical Endocrinology and Meatbolism*, 88, 3539-3545. p.
47. Dusso A. S., Brown A. J., Slatopolsky E. (2005): Vitamin D. *American Journal of Physiology-Renal Physiology*, 289, F8-F28. p.
48. Eastman, C. I., Young M. A., Fogg L. F., Meaden P. M. (1998): Bright light treatment of winter depression. *Archives of General Psychiatry*, 55, 883-889.p.

49. 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. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 4, 255-261. p.
50. Erneyi Gy., Sipos L. (2006): *Minőségmenedzsment*. Budapest, Aula Kiadó, 5-22. p.
51. European Norm, EN 12821:2000, Foodstuffs. Determination of vitamin D by high performance liquid chromatography. Measurement of cholecalciferol (D₃) and ergocalciferol (D₂).
52. Feldman D., Zhao X. Y., Krishnan A. V. (2000): Editorial/Mini-review: Vitamin D and prostate cancer. *Endocrinology*, 141, 5-9. p.
53. Fergus C. L. (1964): Thermophilic and thermotolerant moulds and actinomycetes of mushroom compost during peak heating. *Mycologia*, 56, 267-284. p.
54. Fergus C. L., Amelung R.M. (1971): The heat resistance of some thermophilic fungi on mushroom compost. *Mycologia*, 63, 657-679. p.
55. Flegg P.B. (1995): Indoor-Kompostierung. *Der Champignon*, 384, 74-76. p.
56. Freedman D. M., Dosemeci M., McGlynn K. (2002): Sunlight and mortality from breast, ovarian, colon, prostate-, and non-melanoma skin cancer: A composite death certificate based case-control study. *Occupational and Environmental Medicine*, 59, 257-262. p.
57. Fruitveb (2010): *Zöldség-gyümölcs jelentés*.
58. Fruitveb (2014): *Zöldség-gyümölcs jelentés*.
59. Garland C. F., Garland F. C., Gorham E. D. (2006): The role of vitamin D in cancer prevention. *American Journal of Public Health*, 96 (2), 252-261. p.
60. Garland C. F., Gorham E. D., Mohr S. B., Garland F. C. (2009): Vitamin D for cancer prevention: Global perspective. *Annals of Epidemiology*, 19 (7), 468-483. p.
61. Garland C. F., Gorham E. D., Mohr S. B., Grant W. B., Garland F. C. (2006): Vitamin D and prevention of breast cancer: Pooled analysis. *Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology*, 103 (3-5), 708-711. p.
62. Garland, F. C., Garland C. F. (1990): Occupational sunlight exposure and melanoma in the U.S. Navy. *Archives of Environmental Health*, 45, 261-267.

63. Geösel A., Szabó A. (2012): A never ending story: hygiene in mushroom production. *Bulletin of WSMBMP*, 4(7).
64. Gerrits J. P. G. (1992): Trends in composting. *Mushroom Journal*, 508, 46-51. p.
65. Gerrits J. P. G. (1977): The significance of gypsum applied to mushroom compost, in particular in relation to ammonia content. *Netherlands Journal of Agricultural Science*, 25, 288-302. p.
66. Gerrits J. P. G. (1985): Further studies on factors in bulk pasteurization and spawnrunning. *Mushroom Journal*, 161, 169-174. p.
67. Ginde A. A., Liu M. C., Camargo Jr. C. A. (2009): Demographic differences and trends of Vitamin D insufficiency in the US population, 1988-2004. *Archives of International Medicine*, 158, 531-537. p.
68. Giovannucci E., Liu Y., Hollis B. W., Rimm E. B. (2008): 25-hydroxyvitamin D and myocardial infarction in men. *Archives of Internal Medicine*, 168 (11), 1174-1180. p.
69. Glerup H., Mikkelsen K., Poulsen L. (2000): Commonly recommended daily intake of vitamin D is not sufficient if sunlight exposure is limited. *Journal of Internal Medicine*, 247, 260-268. p.
70. Gloth F. M., Alam W., Hollis B. (1999): Vitamin D vs broad spectrum phototherapy in the treatment of seasonal affective disorder. *Journal of Nutrition, Health and Aging*, 3, 5-7. p.
71. Gordon C. M., DePeter K. C., Feldman, H. A., Grace E., Emans S. J. (2004): Prevalence of vitamin D deficiency among healthy adolescents. *Archives of Pediatrics and Adolescent Medicine*, 158, 532-537. p.
72. Gorham E. D., Garland C. F., Garland F. C. (2007): Optimal vitamin D status for colorectal cancer prevention: A quantitative meta analysis. *American Journal of Preventive Medicine*, 32 (3), 210-216. p.
73. Grandmougin-Ferjani A., Dalpé Y., Hartmann M. A., Laruelle F., Sancholle M. (1999): Sterol distribution in arbuscular mycorrhizal fungi. *Phytochemistry*, 50, 1027-1031. p.
74. Grant W. B. (2002): An estimate of premature cancer mortality in the U.S. due to inadequate doses of ultraviolet-B radiation. *Cancer*, 94 (6), 1867-1875 p.
75. Green P. E., Srinivasan V. (1987): Conjoint analysis in consumer research: Issues and outlook. *Journal of Consumer Research*. 5, 103-152. p.

76. Gregori A., Svagelj M., Pohleven J. (2007): Cultivation techniques and medicinal properties of *Pleurotus* spp. Food Technology and Biotechnology. 45, 238-249. p.
77. Gunde-Cimerman N., Plemenitas A. (2001): Hypocholesterolemic activity of the genus *Pleurotus* (Jacq.: Fr.) P.Kumm. (*Agaricales*, *Basidiomycetes*). International Journal Medicinal Mushrooms, 3:395-397. p.
78. Györfi J. (2001): A magyar gombatermesztés helyzete és a fejlesztés lehetőségei, Doktori értekezés.
79. Györfi J. (2003): Csiperketermesztés nem csak vállalkozóknak. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest.
80. Györfi J. (2010): Gombabiológia, gombatermesztés. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
81. Györfi J., Geösel A. (2008): Gondolatok a gombatermesztésről. Agrofórum, 19, 1, 36-38. p.
82. Györfi, J. Maszlavér P. (2002): Technológiai forradalom a csiperkekomposzt készítésében. Kertgazdaság, 34, 1, 64-69. p.
83. Hajdú Cs. (2008): A termesztett *Pleurotus ostreatus* hibridek tulajdonságainak javítása és új hibridek előállítása vadon termő törzsek alkalmazásával. Doktori disszertáció.
84. Hanchette C. L., Schwartz G. G. (1992): Geographic patterns of prostate cancer mortality. Cancer, 70 (12), 2861-2869. p.
85. Hanley D. A., Davidson K. S. (2005): Vitamin D insufficiency in North America. Journal of Nutrition, 135, 332-337. p.
86. Hegedűs A. (2013): A csonthéjas gyümölcsök antioxidáns hatásában megnyilvánuló genetikai variabilitás jellemzése. Akadémiai Doktori Értekezés.
87. Hess A. F., Unger L. J. (1921): The cure of infantile rickets by sunlight. Journal of the American Medical Association, 77, 39-41. p.
88. Holick M. F. (2001): Sunlight Dilemma: Risk of skin cancer or bone disease and muscle weakness. Lancet, 357 (9249), 4-6. p.
89. Holick M. F. (2002): Sunlight and vitamin D: Both good for cardiovascular health. Journal of General Internal Medicine, 17 (9), 733-735. p.
90. Holick M. F. (2004): Sunlight and Vitamin D for bone health and prevention of autoimmune diseases, cancers and cardiovascular disease. American Journal of Clinical Nutrition, 80, 16788-16885. p.

91. Holick M. F. (2006a): High prevalence of vitamin D inadequacy and implications for health. *Mayo Clinic Proceedings*, 81 (3), 353-373. p.
92. Holick M. F. (2006b): Vitamin D: Its role in cancer prevention and treatment. *Progress in Biophysics and Molecular Biology*. 92, 49-59. p.
93. Holick, M. F. (2006c): Resurrection of vitamin D deficiency and rickets. *Journal of Clinical Investigation*, 116 (8), 2062-2072. p.
94. Holick M. F. (2007): Vitamin D deficiency. *American Journal of Clinical Nutrition*, 87 (4), 1080S-1086S. p.
95. Holick M. F. (2008): Vitamin D and sunlight: Strategies for cancer prevention and other health benefits. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology*, 3-5, 1548-1555. p.
96. Holick M. F. (2010): *The Vitamin D Solution: A 3-Step Strategy to Cure Our Most Common Health Problems*. Hudson Street Press, London.
97. Holick M. F., Binkley N. C., Bischoff-Ferrari H. A., Gordon C. M., Hanley D. A., Heaney R. P., Murad M. H., Weaver C. M. (2011): Evaluation, treatment and prevention of vitamin D deficiency: an Endocrine Society clinical practice guideline. *Journal of Endocrinology and Metabolism*. 97 (7), 1-20. p.
98. Holick M. F., MacLaughlin J. A., Clark M. B., Holick S. A. (1980): Photosynthesis of previtamin D₃ in human skin and the physiologic consequences. *Science*, 210, 203-205. p.
99. Holick, M. F., Shao Q., Liu, W. W., Chen T. C. (1992): The vitamin content of fortified milk and infant formula. *New England Journal of Medicine*, 326, 1178-1181. p.
100. Hollis B. W., Wagner C. L. (2004a): Assessment of dietary vitamin D requirements during pregnancy and lactation. *American Journal of Clinical Nutrition*, 79, 717-726. p.
101. Hollis B. W., Wagner C. L. (2004b): Vitamin D requirements during lactation: High-dose maternal supplementation as therapy to prevent hypovitaminosis D for both the mother and the nursing infant. *American Journal of Clinical Nutrition*, 80, 1752S-1758S. p.
102. Houghton L. A., Vieth R. (2006): The case against ergocalciferol (vitamin D₂) as a vitamin supplement. *American Society of Clinical Nutrition*, 84 (4), 694-697 p.
103. Huldschinsky, K. (1928): *The ultra-violet treatment of rickets*. Alpine Press, New Jersey, 3-19. p.

104. Institute of Medicine, Food and Nutrition Board. Dietary Reference Intakes for Calcium and Vitamin D (2010): Washington, DC, National Academy Press.
105. ISO 11035:1994 Sensory analysis – Identification and selection of descriptors for establishing a sensory profile by a multidimensional approach.
106. ISO 11136:2014 Sensory analysis – Methodology – General guidance for conducting hedonic tests with consumers in a controlled area.
107. ISO 13299:2003 Sensory analysis – Methodology – General guidance for establishing a sensory profile.
108. ISO 16820:2004 Sensory analysis – Methodology – Sequential analysis.
109. ISO 4120:2004 Sensory analysis – Methodology – Triangle test.
110. ISO 5492:2008 Sensory analysis – Vocabulary.
111. ISO 6658:2005 Sensory analysis – Methodology – General guidance.
112. ISO 8586:2012 Sensory analysis – General guidelines for the selection, training and monitoring of selected assessors and expert sensory assessors.
113. ISO 8589:2007 Sensory analysis – General guidance for the design of test rooms.
114. Jacobus C. H., Holick M. F., Shao Q., Chen T. C. (1992): Hypervitaminosis D associated with drinking milk. *New England Journal of Medicine*, 326, 1173-1177. p.
115. Jaeger S. R. (2000): Uncovering cultural differences in choice behaviour between Samoan and New-Zealand consumers: a case study with apples. *Food Quality and Preference*. 11 (5) 405-417. p.
116. Jakucs E., Vajna L. (2003): *Mikológia*. Agroinform Kiadó, Budapest. 477. p.
117. Janky B., Králik M., Sipos L. (2005): *A fogyasztás társadalmi beágyazottsága*. Budapest, BME Kiadó. 7-69. p.
118. 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*. 92, 541-546. p.
119. Jasinghe V. J., Perera C. O. (2006): Ultraviolet irradiation: The generator of vitamin D₂ in edible mushrooms. *Food Chemistry*. 95, 638-643. p.
120. Jasinghe V. J., Perera C. O., Barlow P. J. (2005): Bioavailability of vitamin D₂ from irradiated mushrooms: an in vivo study. *British Journal of Nutrition*, 93, 951-955. p.

121. Jasinghe V. J., Perera C. O., Sablani S. S. (2007): Kinetics of the conversion of ergosterol in edible mushrooms. *Journal of Food Engineering*. 79, 864-869. p.
122. Jervis S. M., Lopetcharat K., Drake M. A. (2012): Application of ethnography and conjoint analysis to determine key consumer attributes for latte-style coffee beverages. *Journal of Sensory Studies*. 27, 48-58. p.
123. Jones G. (2007): Expanding role of vitamin D in chronic kidney disease: Importance of blood 25-OH-D levels and extra-renal 1 α -hydroxylase in the classical and nonclassical actions of 1 α ,25-dihydroxyvitamin D₃. *Seminars in Dialysis*, 20 (4), 316-324. p.
124. Jones G. (2008): Pharmacokinetics of vitamin D toxicity. *American Journal of American Nutrition*, 88, 582-586. p.
125. Kalaras M. D., Beelman R. B., Elias R. J. (2012): Effects of post-harvest pulsed UV light treatment of white button mushrooms (*Agaricus bisporus*) on Vitamin D content and quality attributes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60, 220-225. p.
126. Karacsonyi S., Kuniak L. (1994): Polysaccharides of *Pleurotus ostreatus*: isolation and structure of pleuran, an alkali insoluble beta-D-glucan. *Carbohydrate Polymers*, 24, 107-111. p.
127. Keegan R-J. H., Lu Z., Bogusz J. M., Williams J. E., Holick M. F. (2013): Photobiology of vitamin D in mushrooms and its bioavailability in humans. *Dermato-Endocrinology*, 5 (1), 165-176. p.
128. Kendell, R. E., Adams, W. (2002): Exposure to sunlight, vitamin D and schizophrenia. *Schizophrenia Research*, 54 (3), 193-198. p.
129. Ko J. A., Lee B. H., Lee J. S., Park H. J. (2008): Effect of UV-B exposure on the concentration of vitamin D₂ in sliced shiitake mushroom (*Lentinus edodes*) and white button mushroom (*Agaricus bisporus*). *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 56: 3671-3674. p.
130. Kókai, Z. (2003): Az almafajták érzékszervi bírálata. Doktori értekezés. Budapest: Budapesti Közgazdaságtudományi és Államigazgatási Egyetem, 35-59. p.
131. Kókai Z., Henze E., Heszberger J., Kápolna B., Szabó R. (2003): IT support for exploring sensory quality of sustainably grown apple varieties, *Proceedings of 4th EFITA Conference, Debrecen, 2003. július, 5-9.* 632-640. p.

132. Kollár-Hunek K., Heszberger J., Kókai Z., Láng-Lázi M., Papp E. (2008): Testing panel consistency with GCAP method in food profile analysis, *Journal of Chemometrics*, 22 (3-4) 218-226. p.
133. Koutkia P., Lu Z., Chen T. Z., Holick M. F. (2001): Treatment of vitamin D deficiency due to Crohn's disease with tanning bed ultraviolet B radiation. *Gastroenterology*, 121, 1485-1488. p.
134. Kovácsné Gyenes M (2010): Laskagombafajok. In: Gyórfi, J. (szerk): Gombabiológia, gombatermesztés. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
135. Koyyalamudi S. R., Jeong S-C., Pang G., Teal A., Biggs T. (2011): Concentration of vitamin D₂ in white button mushroom (*Agaricus bisporus*) exposed to pulsed UV light. *Journal of Food Composition and Analysis*, 24, 976-979. p.
136. Krause R., Buhring M., Hopfenmüller W., Holick M. F., Sharma A. M. (1998): Ultraviolet B and blood pressure. *Lancet*, 352 (9129), 709-710. p.
137. Kristensen H. L., Rosenqvist E., Jakobsen J. (2012): Increase of Vitamin D₂ by UV-B exposure during the growth phase of white button mushroom (*Agaricus bisporus*). *Food & Nutrition Research*, 56, 1-7. p.
138. Krings U., Berger R. G. (2014): Dynamics of sterols and fatty acids during UV-B treatment of oyster mushroom. *Food Chemistry*, 149, 10-14. p.
139. Krystallis A., Ness, M. (2005): Consumer preferences for quality foods from a South European perspective: A conjoint analysis implementation on Greek olive oil. *International Food and Agribusiness Management Review*. 8 (2), 62-91. p.
140. Kumar J., Muntner P., Kaskel F. J., Hailpern S. M., Melamed M. L. (2009): Prevalence and associations of 25-hydroxyvitamin D deficiency in US children: NHANES 2001-2004. *Pediatrics*, 124, e362-e370. p.
141. Kurtzman Jr. R.H. (2005): Mushrooms: Sources of modern western medicine. *Micologia Aplicada International*, 17 (2) 21-33. p.
142. Lee J. M., Smith J. R., Philipp B. L., Ghen T. C. (2007): Vitamin D deficiency in a healthy group of mothers and newborn infants. *Clinical Pediatrics*, 46, 42-44. p.
143. Lehota, J. (2001): Marketingkutató az agrárgazdaságban. Budapest, Mezőgazda Kiadó.
144. Lelley I. J., Vetter J. (2005): The possible role of mushrooms in maintaining good health and preventing diseases. *The Spawn run*, 5(3), 4-10. p.

145. Long P. E., Jacobs L. (1968): Some observation on CO₂ and sporophore initiation in the cultivated mushroom. *Mushroom Science*, 7, 373-384. p.
146. 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.
147. MacLaughlin J., Holick M. F. (1985): Aging decreases the capacity of human skin to produce vitamin D₃. *Journal of Clinical Investigation*, 76, 1536-1538. p.
148. Mansbach J. M., Ginde A. A., Carmargo Jr. C. A. (2009): Serum 25-hydroxyvitamin D levels among US children aged 1 to 11 years: Do children need more vitamin D? *Pediatrics*, 124, 1404-1410. p.
149. Matsuoka L. Y., Ide L., Wortsman J., MacLaughlin J., Holick M. F. (1987): Sunscreen suppress cutaneous vitamin D₃ synthesis. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 64, 1165-1168. p.
150. 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*. 76, 293-298. p.
151. 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*. 42, 2449-2453. p.
152. Mattila P. H., Suonpää K., Piironen V. (2000): Functional properties of edible mushrooms. *Nutrition*. 16 (7/8), 694-696. p.
153. 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*. 46 (12), 5269-5272. p.
154. Mehta R. G., Mehta R. R. (2002): Vitamin D and cancer. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 13, 252-264. p.
155. Meilgaard M., Civille G. V., Carr B. T. (1999): *Sensory Evaluation Techniques*, New York, CRC Press.
156. Merlino L. A., Curtis J., Mikuls T. R., Cerhan J. R., Criswell L. A., Saag K. G. (2004): Women's health study. Vitamin intake inversely associated with rheumatoid arthritis. *Arthritis and Rheumatism*, 50 (1), 72-77. p.
157. Molnár P. (1991): *Élelmiszerek érzékszervi vizsgálata*. Budapest, Akadémiai Kiadó.

158. Morrissey, L. (1995): Benefits of Phase III (spawn-run) compost to the mushroom grower. Proceedings of 11th Irish National Mushroom Conference, 38-39. p.
159. Moskowitz H., Beckley J., Minkus-Mckenna, D. (2004): Use of conjoint analysis to assess web-based communications on functional foods. *Appetite*, 43 (1) 85-92. p.
160. MSZ EN ISO 5492:2009 Érzékszervi vizsgálatok. Szakszótár.
161. MSZ EN ISO 8589:2015 Érzékszervi vizsgálatok. Általános útmutató a bírálati helyiségek kialakításához.
162. MSZ ISO 11132:2013 Érzékszervi vizsgálatok. Módszertan. Általános irányelvek a leíró vizsgálatot végző bírálóbizottság teljesítményének mérésére.
163. MSZ ISO 6658:2008 Érzékszervi vizsgálat. Módszertan. Általános irányelvek.
164. MSZ ISO 8587:2014 Érzékszervi vizsgálat. Módszertan. Rangsorolás.
165. Munger K. L., Levin L. I., Hollis B. W., Howard N. S., Ascherio A. (2006): Serum 25-dihydroxyvitamin D levels and risk of multiple sclerosis. *Journal of the American Medical Association*, 296, 2832-2838. p.
166. Munger K. L., Zhang S. M., O'Reilly E., Hernán M. A., Olek M. J., Willett, W. C., Ascherio A. (2004): Vitamin D intake and incidence of multiple sclerosis. *Neurology*, 62 (1), 60-65. p.
167. Mushroom Growers Handbook 1. (2004): Oyster Mushroom Cultivation, Mushworld, Seoul.
168. Nádasi K. (2003): A márkázási stratégia hatása a fogyasztói márkaértékre. Doktori értekezés. Budapest, Budapesti Közgazdaságtudományi és Államigazgatási Egyetem, 142-143, 165. p.
169. Naes T. (2001): Identifying and interpreting market segments using conjoint analysis. *Food Quality and Preference*, 12 (2) 133-143. p.
170. Nalley L. L., Hudson D., Rogers R. W., Martin J. M., Herring J. L. (2004): Instore evaluation of consumer willingness to pay for „farm-raised” pre-cooked roasted beef: A case study. *Journal of Agribusiness*. 22 (2), 163-173. p.
171. Nes W. R., Sekula B. C., Nes W. D., Adler J. H. (1978): The functional importance of structural features of ergosterol in yeast. *Journal of Biochemistry and Chemistry*, 253, 6218-6225. p.

172. O'Connor E., Cowan C., Williams G., O'Connell J., Boland M. P. (2006): Irish consumer acceptance of a hypothetical second-generation GM yogurt product. *Food Quality and Preference*, 17 (5) 400-411. p.
173. Oei P. (2003): *Mushroom cultivation*. Backhuys Publishers, Leiden, 1-429. p.
174. Orme, B. K. (2010): *Getting started with conjoint analysis: Strategies for product design and pricing research*. 2nd edition. Madison: Wis.: Research Publishers LLC. 29-37. p.
175. Orth U. R., Krska, P. (2001): Quality signals in wine marketing: the role of exhibition awards. *International Food and Agrobusiness Management Review*, (4) 385-397. p.
176. Outila T. A., Mattila P. H., Piironen V. I., Lamberg-Allard C. J. E. (1999): Bioavailability of vitamin D from wild edible mushroom (*Cantharellus tubaeformis*) as measured with human bioassay. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 69, 95-98. p.
177. Ovesen L., Andersen R., Jakobsen J. (2003): Geographical differences in vitamin D status, with particular reference to European countries. *Proceedings of the Nutritional Society*, 4, 813-21. p.
178. Ozzard A., Hear G., Morrison G., Hoskin M. (2009): Vitamin D deficiency treated by consuming UVB-irradiated mushrooms. *British Journal of General Practice*, 58, 644-645. p.
179. Park S., Johnson M. A. (2005): Living in low altitude regions in the United States does not prevent poor vitamin D status. *Nutrition Reviews*, 63, 203-209. p.
180. Pawley N., Bishop N. J. (2004): Prenatal and infant predictors of bone health: The influence of Vitamin D. *American Journal of Clinical Nutrition*, 80 (suppl), 1748S-1751S. p.
181. Peller S., Stephenson C. S. (1937): Skin irritation and cancer in the United States Navy. *American Journal of the Medical Sciences*, 194, 326-333. p.
182. Perera C. O., Jasinghe V. J., Ng F. L., Mujumdar A. S. (2003): The effect of moisture content on the conversion of ergosterol to vitamin D in shiitake mushrooms. *Drying Technology*, 21, 1093-1101. p.
183. Peters E. (2010a): Schweiz: Champignon-Markt weiter gewachsen. *Der Champignon*, 4 (476), 10. p.

184. Peters E. (2010b): Russland: Markt für Frischpilze und Pilzerzeugnisse in 2009. *Der Champignon*, 5 (477), 12-13. p.
185. Peterson C. A., Heffernan M. E., Sisk K. A., Ring S. M. (2009): The effects of regular tanning bed use and increased vitamin D status on serum markers of bone turnover in healthy adult women. *Clinical Medicine: Women's Health*, 2, 1-7. p.
186. Pettifor J. M. (2005): Vitamin D deficiency and nutritional rickets in children. In: Feldman D., Pike W., Glorieux F. H. (szerk.) (2005): *Vitamin D*. Boston: Elsevier Academic Press, 1065-1084. p.
187. Phillips K. M., Rasor A. S. (2013): A Nutritionally Meaningful Increase in Vitamin D in Retail Mushrooms is Attainable by Exposure to Sunlight Prior to Consumption. *Journal of Nutrition and Food Sciences*, 3 (6), 236. p.
188. Pittas, A. G., Dawson-Hughes, B., Li, T., Van Dam, R. M., Willet, W. C. (2006): Vitamin D and calcium intake in relation to type 2 diabetes in women. *Diabetes Care*, 29 (3), 650-656. p.
189. Pittas, A. G., Lau, J., Hu, F. B., Dawson-Hughes (2007): Review: The role of vitamin D and calcium in type 2 diabetes. A systematic review and meta-analysis. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 92, 2017-2029. p.
190. Rác J., Koronczy, I.-né (2001): Hogyan termeszünk csiperkegombát? *Quality Champignons Kft., Kerecsend*.
191. Razdan A., Pettersson R. (1994): Effect of chitin and chitosan on nutrient digestibility and plasma lipid concentrations in broiler chickens. *British Journal of Nutrition*, 72: 277-288. p.
192. Roberts J. S., Teichert A., McHugh T. H. (2008): Vitamin D₂ formation from post-harvest UV-B treatment of mushrooms (*Agaricus bisporus*) and retention during storage. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 56, 4541. p.
193. Rosenthal N. K. (1993): Diagnosis and treatment of seasonal affective disorder. *Journal of the American Medical Association*, 270 (22), 2717-2020. p.
194. Royse D. J. (2003): Cultivation of oyster mushrooms. The Pennsylvania State University, College of Agricultural Sciences, Pennsylvania, USA. <http://pubs.cas.psu.edu/freepubs/pdfs/UL207.pdf>. Utolsó letöltés: 2014. 11.02.
195. Royse D. J. (2014): A global perspective on the high five: *Agaricus*, *Pleurotus*, *Lentinula*, *Auricularia* & *Flammulina*. *Proceedings of the 8th International*

- Conference on Mushroom Biology and Mushroom Products (ICMBMP8) 2014, 1-6. p.
196. San Antonio, J. P., Thomas, R. L. K. (1972): Carbon dioxide stimulation of hyphal growth of the cultivated mushroom *Agaricus bisporus* (Lge) Sing. *Mushroom Science*, 8:, 623-629. p.
 197. Sánchez C. (2004): Modern aspects of mushroom culture technology. *Applied Microbiological Biotechnology*, 64. 756-762. p.
 198. Sánchez C. (2010): Cultivation of *Pleurotus ostreatus* and other edible mushrooms. *Applied Microbiological Biotechnology*, 85, 1321-1337. p.
 199. Sántha T., Lukács G. (2000): Fialatok sörfogyasztási szokásainak felmérése conjoint analízissel. *Élelmiszermarketing-tudomány*, 1 (2) 13-20. p.
 200. Sato Y., Iwamoto J., Kanoko T., Satoh K. (2005): Amelioration of osteoporosis and hypovitaminosis D by sunlight exposure in hospitalized, elderly women with Alzheimer's Disease: A randomized controlled trial. *Journal of Bone and Mineral Research*, 1327-33. p.
 201. Schwartz G. G., Hanchette C. L. (2006): UV, latitude, and spatial trends in prostate cancer mortality: All sunlight is not the same (United States). *Cancer Causes Control*, 17, 1091-1101. p.
 202. Shamtsyan M., Konusova V., Maksimova, Y., Goloshchev A., Panchenko A., Simbirtsev A. (2004): Immunomodulating and anti-tumor action of extracts of several mushrooms. *Journal of Biotechnology*, 113 (1-3), 77-83. p.
 203. Simon R. R., Borzelleca J. F., DeLuca H. F., Weaver C. M. (2013): Safety assessment of the post-harvest treatment of button mushrooms (*Agaricus bisporus*) using ultraviolet light. *Food and Chemical Toxicology*, 56, 278-289. p.
 204. Simon R. R., Phillips K. M., Horst R. L., Munro I. O. (2011): Vitamin D mushrooms: Comparison of the composition of button mushrooms (*Agaricus bisporus*) treated postharvest with UVB light or sunlight. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59, 8724-8732. p.
 205. Sinden, J. W., Schisler L. C. (1962): Nutrient supplementation of mushroom compost at casing. *Mushroom Science*, 5, 267-280. p.
 206. Sipos L. (2009): Ásványvízfogyasztási szokások elemzése és ásványvizek érzékszervi vizsgálata. Doktori (PhD) értekezés, Budapesti Corvinus Egyetem. 33-36. p.

207. Sipos, L. (2008 c): A conjoint elemzés mint a vásárlói preferenciák vizsgálatának eszköze az élelmiszergazdasági marketingben. *Marketing & Menedzsment*, 42 (3).
208. Sipos, L., Tóth, A. (2005): A fogyasztói döntés közgazdasági megközelítése. *Marketing & Menedzsment*, 39 (6) 4-12. p.
209. Sipos, L., Tóth, A. (2006): A közgazdasági értelemben vett irracionális döntések kognitív okai. *Marketing & Menedzsment*, 40 (1) 22-31. p.
210. Somosné-Nagy A., Kovács A., Kovácsné-Gyenes M. (2005): A nagyüzemi laskagomba termesztés – lehetőségek és korlátok Magyarországon. Lippay János – Ormos Imre – Vas Károly Tudományos Ülésszak 2005. Összefoglalók, 370-371. p.
211. Spina C. S., Tangpricha V., Uskokovic M., Adorinic L. (2006): Vitamin D and cancer. *Anticancer Research*, 26 (4a), 684-696. p.
212. Straatsma, G. (2004): Processing and Composition of Mushroom Compost. *Mushroom Science*, XVI: 241-246. p.
213. Szabó I. (1986): A laskagomba termesztése. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
214. Szabó I. (1990): A csiperke, a laska és más gombák termesztése. ILK Modul Vállalkozási Iroda, Budapest.
215. Szabó I. (2002): A laskagomba. Budapest, Szaktudás Kiadó Ház, 13. 28-29. p.
216. Székely G., Sipos L., Kiss O., Kocsis M. (2006): Basic Marketing. Budapest: Aula. 44-63, 260-188. p.
217. Szili I. (1994): Gombatermesztés. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
218. Szili I. (2008): Gombatermesztők könyve. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
219. Szűcs V. (2014): Az élelmiszeripari adalékanyagok fogyasztói kockázateészlelése. Doktori (PhD) értekezés, Budapesti Corvinus Egyetem, Tájépítészeti és Tájökológiai Doktori Iskola. DOI 10.14267/phd.2014038
220. Tangpricha V., Pearce E. N., Chen T. C., Holick M. F. (2002): Vitamin D insufficiency among free-living healthy young adults. *American Journal of Medicine*, 121 (8), 659-662. p.
221. Tangpricha V., Turner A., Spina C., Decastro S. (2004): Tanning is associated with optimal vitamin D status (serum 25-dihydroxyvitamin D concentration) and higher bone mineral density. *American Journal of Clinical Nutrition*, 80, 1645-1649. p.

222. Tangpricha V., Koutkia P., Rieke S. M., Chen T. C. (2003): Fortification of orange juice with vitamin D: A novel approach to enhance vitamin D nutritional health. *American Journal of Clinical Nutrition*, 77, 1478-1483. p.
223. Teichmann A., Dutta, P. C., Staffas A., Jägerstad M. (2007): Sterol and vitamin D₂ concentrations in cultivated and wild grown mushrooms: Effects of UV irradiation. *LWT*. 40: 815-822. p.
224. Terris S. (2006): Calcium plus vitamin D and the risk of fractures. *New England Journal of Medicine*, 354 (21), 2285. p.
225. Töröcsik M. (2007): Vásárlói magatartás. Budapest, Akadémiai Kiadó. 35-45, 221-227. p.
226. Trang H. M., Cole D. E., Rubin L. A., Pierratos A., Siu S., Vieth, R. (1998): Evidence that vitamin D₃ increases serum 25-hydroxyvitamin D more efficiently than does vitamin D₂. *American Journal of Clinical Nutrition*, 68, 854-858. p.
227. Trenerry V. C., Murphy S. (2011): The determination of vitamin D₃ in bovine milk by liquid chromatography mass spectrometry. *Food Chemistry*, 125 (4), 1314-1319. p.
228. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service (2009): USDA Nutrient Database for Standard Reference, Release 22.
229. Urbain P., Biesalki H. K., Bertz H. (2011): Bioavailability of vitamin D₂ from UVB-irradiated button mushrooms in healthy adults deficient in serum 25-hydroxyvitamin D (25 OHD): A randomized-controlled trial. *European Journal of Clinical Nutrition*. 65, 965-971. p.
230. Van Amerongen B. M., Dijkstra C. D., Lips P., Polman C. H. (2004): Multiple sclerosis and vitamin D: an update. *European Journal of Clinical Nutrition*, 58 (8), 1095-1109. p.
231. Van Griensven L. J. L. D. (1988): *The Cultivation of Mushrooms*. Mushroom Experimental Station, Horst.
232. Van Zaayen A., Rutjens A. J. (1981): Thermal death point for two *Agaricus* species and for the spores of some major pathogens. *Mushroom Science*, 11, 393-402. p.
233. Varela P., Ares G. (2014): *Novel Techniques in Sensory Characterization and Consumer Profiling*, CRC Press, Boca Raton. 1-408. p.
234. Vetter J. (2000): Mikoterápia – a gyógyászat új lehetősége? *Gyógyszerészet*, 44, 464-469. p.

235. Vetter J. (2002): Ismét a gyógyító gombákról. Hazai tájakon: a laskagomba. Magyar Gombahíradó, 10 (33), 14 p.
236. Vetter J. (2007): Chitin content of cultivated mushrooms *Agaricus bisporus*, *Pleurotus ostreatus* and *Lentinula edodes*. Food Chemistry, 102:6-9. p.
237. Vetter J. (1999): A laskagomba (*Pleurotus ostreatus*) beltartalmáról. Magyar Gomba, 3 (11), 21-23. p.
238. Vicsek L. (2006): Fókuszcsoport. Budapest: Osiris Kiadó, 18, 59-64, 166, 228. p.
239. Vieth R. (1999): Vitamin D supplementation, 25-hydroxyvitamin D concentrations and safety. American Journal of Clinical Nutrition, 69, 842-856. p.
240. Vieth R., Garland C., Heaney R. (2007): The urgent need to reconsider recommendations for vitamin D nutrition intake. American Journal of Clinical Nutrition, 85, 649-650. p.
241. Wagner C. L., Greer F. R. (2008): American Academy of Pediatrics Section on Breastfeeding; American Academy of Pediatrics Committee on Nutrition: Prevention of rickets and vitamin D deficiency in infants, children and adolescents. Pediatrics, 122 (5), 1142-1152. p.
242. Wang T. J., Pencina M. J., Booth S. L., Jacques P. F. (2008): Vitamin D deficiency and risk of cardiovascular disease. Circulation, 117 (4), 503-511. p.
243. Webb A. R., Kline L., Holick M. F. (1988): Influence of season and latitude on the cutaneous synthesis of vitamin D₃: Exposure to winter sunlight in Boston and Edmonton will not promote vitamin D synthesis in human skin. Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism, 67, 373-378. p.
244. Weete J. D. (1989): Structure and function of sterols in fungi. Adv Lipid Res., 23:484-491. p.
245. Weete J. D., Abril M., Blackwell M. (2010): Phylogenetic distribution of fungal sterols. PLoS One. 28 (5), e10899.
246. Weete J. D., Kulifaj M., Montant C., Nes W. R., Sancholle M. (1985): Distribution of sterols in fungi. II. Brassicasterol in *Tuber* and *Terfezia* species. Californian Journal of Microbiology, 313:1127-1130. p.
247. Weete J. D., Sancholle M. S., Montant C. (1983): Effects of triazoles on fungi. II. Lipid composition of *Taphrina deformans*. Biochimica et Biophysica Acta, 752, 19-29. p.

248. Weete J. D., Abril M., Blackwell M. (2010): Phylogenetic distribution of fungal sterols. *Public Library of Science One*. 28 (5).
249. Wenczel K. (2013): Színtan. Budapest, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gépészmérnöki Kar, Mechatronika, Optika és Gépészeti Informatika Tanszék. 36-45., 69-70. p.
250. Witting M., Krings U., Berger R. (2013): Single-run analysis of vitamin D photoproducts in oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) after UV-B treatment. *Journal of Food Composition and Analysis*, 31, 266-274. p.
251. Wortsman J., Matsuoka L. Y., Chen T. C., Lu Z., Holick M. F. (2000): Decreased bioavailability of vitamin D in obesity. *American Journal of Clinical Nutrition*, 72, 690-693. p.
252. Wortsman J., Matsuoka L. Y., Chen T. C., Zhiren L., Holick M. F. (2003): Decreased bioavailability of vitamin D in obesity. *American Journal of Clinical Nutrition*, 77, 1342. p.

Internetes források:

1. <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp> (utolsó letöltés dátuma: 2014.12.11.)
2. <http://www.iom.edu/reports/2010/dietary-reference-intakes-for-calcium-and-vitamin-d.aspx> (utolsó letöltés dátuma: 2014.12.11.)
3. <http://www.sperti.com/Default.asp> (utolsó letöltés dátuma: 2014.12.11.)
4. <http://www.drholicksdsolution.com/> (utolsó letöltés dátuma: 2014.12.11.)
5. http://www.sunalux.com/s_lightboxes.cfm (utolsó letöltés dátuma: 2014.12.11.)
<http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/search> (utolsó letöltés dátuma: 2014.12.11.)

M2. Az UVB és UVC kezelt gombaminták D-vitamin tartalmának páronkénti összehasonlítása

2.1. melléklet. Az UVB kezelt fehér csiperkegomba minták D-vitamin tartalmának Dunn-féle páronkénti összehasonlítása (Bonferroni korrekcióval)

	kontroll	UVB15	UVB30	UVB45	UVB60	UVB75	UVB90
kontroll	–	No	No	No	Yes	Yes	No
UVB15	0.440	–	No	No	Yes	Yes	No
UVB30	0.123	0.440	–	No	Yes	No	No
UVB45	0.016	0.102	0.388	–	No	No	No
UVB60	< 0,0001	0.000	0.002	0.028	–	No	No
UVB75	0.000	0.002	0.021	0.147	0.459	–	No
UVB90	0.002	0.024	0.139	0.537	0.116	0.405	–
Bonferroni corrected significance level: 0,0024							

2.2. melléklet. Az UVC kezelt fehér csiperkegomba minták D-vitamin tartalmának Dunn-féle páronkénti összehasonlítása (Bonferroni korrekcióval)

	kontroll	UVC15	UVC30	UVC45	UVC60	UVC75	UVC90
kontroll	–	No	Yes	Yes	Yes	No	No
UVC15	0,440	–	No	Yes	Yes	No	No
UVC30	0,002	0,021	–	No	No	No	No
UVC45	< 0,0001	0,000	0,130	–	No	No	No
UVC60	0,000	0,002	0,422	0,478	–	No	No
UVC75	0,024	0,139	0,405	0,019	0,102	–	No
UVC90	0,109	0,405	0,139	0,003	0,022	0,517	–
Bonferroni corrected significance level: 0,0024							

2.3. melléklet. Az UVB kezelt barna csiperkegomba minták D-vitamin tartalmának Dunn-féle páronkénti összehasonlítása (Bonferroni korrekcióval)

	kontroll	UVB15	UVB30	UVB45	UVB60	UVB75	UVB90
kontroll	–	No	No	Yes	No	No	No
UVB15	0,052	–	No	No	No	No	Yes
UVB30	0,073	0,877	–	No	No	No	Yes
UVB45	0,002	0,254	0,195	–	No	Yes	Yes
UVB60	0,371	0,294	0,371	0,028	–	No	No
UVB75	0,323	0,003	0,005	< 0,0001	0,060	–	No
UVB90	0,185	0,001	0,002	< 0,0001	0,026	0,734	–
Bonferroni corrected significance level: 0,0024							

2.4. melléklet. Az UVC kezelt barna csiperkegomba minták D-vitamin tartalmának Dunn-féle páronkénti összehasonlítása (Bonferroni korrekcióval)

	kontroll	UVC15	UVC30	UVC45	UVC60	UVC75	UVC90
kontroll	–	No	No	No	No	No	Yes
UVC15	0,139	–	No	No	No	No	No
UVC30	0,440	0,024	–	No	No	Yes	Yes
UVC45	0,123	0,002	0,440	–	No	Yes	Yes
UVC60	0,405	0,517	0,109	0,017	–	No	No
UVC75	0,021	0,405	0,002	0,000	0,139	–	No
UVC90	0,002	0,109	0,000	< 0,0001	0,024	0,440	–
Bonferroni corrected significance level: 0,0024							

2.5. melléklet. Az UVB kezelt laskagomba minták D-vitamin tartalmának Dunn-féle páronkénti összehasonlítása (Bonferroni korrekcióval)

	kontroll	UVB15	UVB30	UVB45	UVB60	UVB75	UVB90
kontroll	–	No	No	No	Yes	Yes	Yes
UVB15	0,440	–	No	No	No	No	Yes
UVB30	0,123	0,440	–	No	No	No	Yes
UVB45	0,016	0,102	0,388	–	No	No	No
UVB60	0,001	0,015	0,096	0,422	–	No	No
UVB75	0,000	0,004	0,036	0,217	0,666	–	No
UVB90	< 0,0001	0,000	0,002	0,026	0,156	0,323	–
Bonferroni corrected significance level: 0,0024							

2.6. melléklet. Az UVC kezelt laskagomba minták D-vitamin tartalmának Dunn-féle páronkénti összehasonlítása (Bonferroni korrekcióval)

	kontroll	UVC15	UVC30	UVC45	UVC60	UVC75	UVC90
kontroll	–	No	Yes	Yes	Yes	No	No
UVC15	0,021	–	No	No	No	No	No
UVC30	< 0,0001	0,090	–	No	No	No	Yes
UVC45	< 0,0001	0,052	0,805	–	No	No	Yes
UVC60	0,001	0,323	0,478	0,339	–	No	No
UVC75	0,123	0,440	0,014	0,007	0,079	–	No
UVC90	0,440	0,123	0,001	0,000	0,011	0,440	–
Bonferroni corrected significance level: 0,0024							

M3. Az UVB és UVC kezelt gombaminták ergoszterol tartalmának páronkénti összehasonlítása

3.1. melléklet. Az UVB kezelt fehér csiperkegomba minták ergoszterol tartalmának Dunn-féle páronkénti összehasonlítása (Bonferroni korrekcióval)

	kontroll	UVB15	UVB30	UVB45	UVB60	UVB75	UVB90
kontroll	–	No	Yes	Yes	Yes	No	No
UVB15	0,440	–	Yes	Yes	No	No	No
UVB30	0,000	0,002	–	No	No	No	No
UVB45	< 0,0001	0,000	0,440	–	No	No	Yes
UVB60	0,002	0,021	0,440	0,123	–	No	No
UVB75	0,021	0,123	0,123	0,021	0,440	–	No
UVB90	0,123	0,440	0,021	0,002	0,123	0,440	–
Bonferroni corrected significance level: 0,0024							

3.2. melléklet. Az UVC kezelt fehér csiperkegomba minták ergoszterol tartalmának Dunn-féle páronkénti összehasonlítása (Bonferroni korrekcióval)

	kontroll	UVC15	UVC30	UVC45	UVC60	UVC75	UVC90
kontroll	–	No	No	No	No	Yes	No
UVC15	0,280	–	No	No	Yes	Yes	No
UVC30	0,217	0,877	–	No	Yes	Yes	No
UVC45	0,440	0,064	0,045	–	No	No	No
UVC60	0,021	0,001	0,000	0,123	–	No	No
UVC75	0,002	< 0,0001	< 0,0001	0,021	0,440	–	No
UVC90	0,123	0,009	0,005	0,440	0,440	0,123	–
Bonferroni corrected significance level: 0,0024							

3.3. melléklet. Az UVB kezelt barna csiperkegomba minták ergoszterol tartalmának Dunn-féle páronkénti összehasonlítása (Bonferroni korrekcióval)

	kontroll	UVB15	UVB30	UVB45	UVB60	UVB75	UVB90
kontroll	–	No	No	No	No	No	No
UVB15	0,123	–	No	Yes	No	No	No
UVB30	0,711	0,241	–	No	No	No	No
UVB45	0,090	0,001	0,039	–	No	No	Yes
UVB60	0,156	0,003	0,073	0,781	–	No	Yes
UVB75	0,267	0,666	0,459	0,005	0,011	–	No
UVB90	0,007	0,254	0,021	< 0,0001	< 0,0001	0,116	–
Bonferroni corrected significance level: 0,0024							

3.4. melléklet. Az UVC kezelt barna csiperkegomba minták ergoszterol tartalmának Dunn-féle páronkénti összehasonlítása (Bonferroni korrekcióval)

	kontroll	UVC15	UVC30	UVC45	UVC60	UVC75	UVC90
kontroll	–	No	Yes	Yes	No	No	No
UVC15	0,033	–	No	No	No	No	No
UVC30	0,000	0,123	–	No	No	No	Yes
UVC45	< 0,0001	0,021	0,440	–	No	Yes	Yes
UVC60	0,004	0,440	0,440	0,123	–	No	No
UVC75	0,175	0,440	0,021	0,002	0,123	–	No
UVC90	0,688	0,084	0,001	< 0,0001	0,012	0,339	–
Bonferroni corrected significance level: 0,0024							

3.5. melléklet. Az UVB kezelt laskagomba minták ergoszterol tartalmának Dunn-féle páronkénti összehasonlítása (Bonferroni korrekcióval)

	kontroll	UVB15	UVB30	UVB45	UVB60	UVB75	UVB90
kontroll	–	Yes	Yes	Yes	No	No	No
UVB15	0,000	–	No	No	No	No	No
UVB30	< 0,0001	0,355	–	No	Yes	No	Yes
UVB45	0,002	0,537	0,123	–	No	No	No
UVB60	0,440	0,003	0,000	0,021	–	No	No
UVB75	0,014	0,217	0,031	0,537	0,090	–	No
UVB90	0,123	0,031	0,002	0,123	0,440	0,355	–
Bonferroni corrected significance level: 0,0024							

3.6. melléklet. Az UVC kezelt laskagomba minták ergoszterol tartalmának Dunn-féle páronkénti összehasonlítása (Bonferroni korrekcióval)

	kontroll	UVC15	UVC30	UVC45	UVC60	UVC75	UVC90
kontroll	–	No	No	No	No	Yes	Yes
UVC15	0,009	–	No	No	No	No	No
UVC30	0,123	0,280	–	No	No	No	Yes
UVC45	0,440	0,064	0,440	–	No	Yes	Yes
UVC60	0,005	0,877	0,217	0,045	–	No	No
UVC75	0,000	0,217	0,021	0,002	0,280	–	No
UVC90	< 0,0001	0,045	0,002	0,000	0,064	0,440	–
Bonferroni corrected significance level: 0,0024							

M4. A polifenol és antioxidáns mérések eredményeinek értékei

4.1. melléklet. A fehér csiperkegomba UVB kezelt mintáinak antioxidáns értékei

kezelés	DPPH gátlás%	CUPRAC trolox egyenérték, mM	ABTS trolox egyenérték, mM	FRAP aszorbinsav egyenérték mg/100g	TPC galluszsav egyenérték mg/100g
	átlag±szórás	átlag ± szórás	átlag ± szórás	átlag ± szórás	átlag ± szórás
kontroll	823,8±96,7 ^a	1010,3±14,6 ^b	136,4±7,3 ^c	53,9±2,3 ^b	78,0±1,6 ^b
UVB15	1271,2±61,6 ^b	826,2±24,2 ^b	65,7±0,6 ^{ab}	37,4±3,0 ^{ab}	67,1±1,5 ^{ab}
UVB30	1052,4±28,0 ^{ab}	674,0±13,5 ^{ab}	65,5±0,5 ^{ab}	36,0±0,8 ^{ab}	58,6±0,4 ^a
UVB45	1290,5±58,0 ^b	784,0±22,5 ^{ab}	65,5±1,0 ^a	40,9±0,9 ^{ab}	63,7±1,6 ^{ab}
UVB60	1087,0±45,7 ^{ab}	510,4±6,5 ^a	73,5±0,2 ^{abc}	54,1±3,4 ^b	66,2±4,0 ^{ab}
UVB75	1299,4±62,8 ^b	664,5±17,7 ^{ab}	73,9±0,4 ^{abc}	51,7±0,9 ^b	74,7±5,0 ^b
UVB90	1316,6±116,4 ^b	517,9±12,6 ^a	74,5±0,1 ^{bc}	10,9±2,6 ^a	55,6±2,3 ^a

A Dunn-féle post hoc teszt homogén és heterogén csoportjai abc-vel jelölve

4.2. melléklet. A fehér csiperkegomba UVC kezelt mintáinak antioxidáns értékei

kezelés	DPPH gátlás%	CUPRAC trolox egyenérték, mM	ABTS trolox egyenérték, mM	FRAP aszorbinsav egyenérték mg/100g	TPC galluszsav egyenérték mg/100g
	átlag±szórás	átlag ± szórás	átlag ± szórás	átlag ± szórás	átlag ± szórás
kontroll	823,8±96,7 ^a	1010,3±14,6 ^b	136,4±7,3 ^c	53,9±2,3 ^c	78,0±1,6 ^b
UVC15	1253,8±46,7 ^c	537,7±12,9 ^a	65,0±0,2 ^{ab}	37,7±1,9 ^{abc}	61,6±8,6 ^a
UVC30	1251,0±21,8 ^{bc}	532,7±6,2 ^a	64,1±0,8 ^a	40,5±0,3 ^{bc}	55,7±1,7 ^a
UVC45	1015,9±34,3 ^{ab}	642,6±17,6 ^{ab}	64,4±0,6 ^a	34,9±2,8 ^{ab}	67,5±1,9 ^{ab}
UVC60	1109,4±55,3 ^{abc}	676,9±14,4 ^{ab}	74,1±0,2 ^{bc}	37,3±2,2 ^{abc}	65,3±1,2 ^a
UVC75	1158,1±18,9 ^{abc}	696,8±22,5 ^{ab}	73,1±0,3 ^{abc}	36,2±1,0 ^{abc}	67,3±0,7 ^{ab}
UVC90	1218,8±92,1 ^{bc}	1010,3±14,6 ^b	71,0±1,6 ^{abc}	9,4±1,4 ^a	67,6±0,6 ^{ab}

A Dunn-féle post hoc teszt homogén és heterogén csoportjai abc-vel jelölve

4.3. melléklet. A barna csiperkegomba UVB kezelt mintáinak antioxidáns értékei

kezelés	DPPH gátlás%	CUPRAC trolox egyenérték, mM	ABTS trolox egyenérték, mM	FRAP aszorbinsav egyenérték mg/100g	TPC galluszsav egyenérték mg/100g
	átlag±szórás	átlag ± szórás	átlag ± szórás	átlag ± szórás	átlag ± szórás
kontroll	1336,8±46,6 ^a	293,0±13,4 ^a	139,1±3,0 ^b	54,4±1,2 ^{bc}	86,2±3,9 ^b
UVB15	2589,0±163,6 ^b	932,0±20,2 ^{ab}	64,1±0,7 ^a	42,5±1,0 ^{ab}	68,2±4,6 ^a
UVB30	1411,9±116,2 ^a	954,2±14,8 ^b	63,7±0,2 ^a	57,9±0,9 ^c	82,8±0,9 ^{ab}
UVB45	1601,0±172,6 ^{ab}	948,6±44,9 ^{ab}	64,4±0,8 ^a	56,2±4,1 ^{bc}	63,7±13,1 ^a
UVB60	1565,7±99,9 ^{ab}	915,7±32,4 ^{ab}	73,2±0,5 ^{ab}	38,7±1,0 ^a	76,7±2,7 ^{ab}
UVB75	1697,2±171,6 ^{ab}	931,8±44,5 ^{ab}	73,0±0,5 ^{ab}	50,9±2,0 ^{abc}	81,6±5,0 ^{ab}
UVB90	1528,7±111,6 ^{ab}	934,8±20,9 ^{ab}	72,3±2,1 ^{ab}	50,5±0,8 ^{abc}	87,0±3,1 ^b

A Dunn-féle post hoc teszt homogén és heterogén csoportjai abc-vel jelölve

4.4. melléklet. A barna csiperkegomba UVC kezelt mintáinak antioxidáns értékei

kezelés	DPPH gátlás%	CUPRAC trolox egyenérték, mM	ABTS trolox egyenérték, mM	FRAP aszorbinsav egyenérték mg/100g	TPC galluszsav egyenérték mg/100g
	átlag±szórás	átlag ± szórás	átlag ± szórás	átlag ± szórás	átlag ± szórás
kontroll	1336,8±46,6 ^a	293,0±13,4 ^a	139,1±3,0 ^c	54,4±1,2 ^{bc}	86,2±3,9 ^b
UVC15	1069,0±48,6 ^a	847,4±33,3 ^a	63,5±2,3 ^{abc}	41,6±2,3 ^a	67,3±2,5 ^a
UVC30	1381,2±246,8 ^a	870,0±11,8 ^{ab}	62,5±4,5 ^{abc}	45,5±1,0 ^{ab}	80,7±4,9 ^{ab}
UVC45	1364,1±29,2 ^a	952,0±22,3 ^{ab}	62,4±0,7 ^{ab}	60,9±1,6 ^c	80,1±1,8 ^{ab}
UVC60	1361,9±70,7 ^a	1039,5±35,1 ^b	71,7±0,5 ^{bc}	51,1±1,1 ^{abc}	81,2±5,1 ^{ab}
UVC75	1333,4±115,0 ^a	969,0±27,8 ^{ab}	18,3±6,5 ^a	47,7±0,9 ^{ab}	76,1±12,1 ^{ab}
UVC90	1091,0±58,2 ^a	1046,8±21,3 ^b	73,0±0,4 ^{bc}	51,0±1,5 ^{abc}	79,2±1,1 ^{ab}

A Dunn-féle post hoc teszt homogén és heterogén csoportjai abc-vel jelölve

4.5. melléklet. A laskagomba UVB kezelt mintáinak antioxidáns értékei

kezelés	DPPH gátlás%	CUPRAC trolox egyenérték, mM	ABTS trolox egyenérték, mM	FRAP aszorbinsav egyenérték mg/100g	TPC galluszsav egyenérték mg/100g
	átlag±szórás	átlag ± szórás	átlag ± szórás	átlag ± szórás	átlag ± szórás
kontroll	257,1±59,6 ^a	902,7±26,5 ^c	56,9±9,6 ^{ab}	12,4±0,5 ^{bc}	80,4±5,1 ^c
UVB15	538,5±63,3 ^{bc}	223,9±7,1 ^{abc}	9,0±1,2 ^a	2,9±0,5 ^a	70,0±2,8 ^{abc}
UVB30	279,8±53,0 ^{ab}	169,1±9,1 ^a	8,8±1,2 ^a	11,2±2,7 ^{bc}	56,8±1,9 ^{ab}
UVB45	451,1±35,8 ^{abc}	233,9±9,8 ^{abc}	9,5±2,2 ^a	13,6±0,1 ^c	61,3±2,1 ^{abc}
UVB60	588,4±46,9 ^c	227,7±9,2 ^{abc}	75,9±4,3 ^b	4,6±1,9 ^{ab}	73,3±3,4 ^{bc}
UVB75	364,4±56,0 ^{abc}	198,3±37,4 ^{ab}	64,1±5,5 ^{ab}	7,8±0,2 ^{abc}	51,0±2,1 ^a
UVB90	605,9±66,4 ^c	348,3±14,8 ^{bc}	64,8±3,4 ^{ab}	4,0±1,2 ^{ab}	83,4±8,5 ^c

A Dunn-féle post hoc teszt homogén és heterogén csoportjai abc-vel jelölve

4.6. melléklet. A laskagomba UVC kezelt mintáinak antioxidáns értékei

kezelés	DPPH gátlás%	CUPRAC trolox egyenérték, mM	ABTS trolox egyenérték, mM	FRAP aszorbinsav egyenérték mg/100g	TPC galluszsav egyenérték mg/100g
	átlag±szórás	átlag ± szórás	átlag ± szórás	átlag ± szórás	átlag ± szórás
kontroll	257,1±59,6 ^a	902,7±26,5 ^c	56,9±9,6 ^{ab}	12,4±0,5 ^{abc}	80,4±5,1 ^{bc}
UVC15	468,3±23,3 ^b	271,4±11,5 ^{abc}	60,4±7,4 ^{ab}	12,2±0,3 ^{abc}	60,3±11,7 ^{ab}
UVC30	384,0±27,7 ^{ab}	252,5±10,5 ^{ab}	100,2±18,7 ^b	14,4±1,0 ^{bc}	70,5±5,9 ^{abc}
UVC45	534,8±267,6 ^{ab}	324,6±8,9 ^{bc}	118,7±24,6 ^b	11,3±0,3 ^{ab}	67,9±0,9 ^{abc}
UVC60	420,8±30,1 ^{ab}	147,9±33,9 ^a	50,4±9,3 ^{ab}	11,4±2,6 ^{abc}	60,3±4,7 ^a
UVC75	483,3±48,6 ^b	236,7±8,2 ^{ab}	109,3±10,0 ^b	4,7±1,1 ^a	63,3±3,2 ^{ab}
UVC90	465,5±39,9 ^b	319,6±8,7 ^{bc}	17,4±2,9 ^a	16,0±0,4 ^c	86,6±4,4 ^c

A Dunn-féle post hoc teszt homogén és heterogén csoportjai abc-vel jelölve

Köszönetnyilvánítás

Elsőként szeretnék köszönetet mondani **Dr. Gyórfi Júliának**, aki témavezetőként még elindított engem az úton, de a megérkezésnek már nem lehetett tanúja.

Hálás köszönettel tartozom **Prof. Dr. Balázs Sándornak** és **Dr. Kókai Zoltánnak**, hogy Gyórfi tanárnő után magukra vállalták a témavezetői feladatokat, hogy a Tanárnővel közösen végzett sokéves munkánkat nem hagyták veszendőbe menni.

Köszönöm **Dr. Geösel Andrásnak**, hogy szakmai iránymutatására és baráti támogatására mindig számíthattam. Soha nem szűnő bizalma és bátorítása nélkül most biztosan nem tartanék itt.

Szeretném megköszönni **Ertseyné dr. Peregi Katalin** jelenlegi tanszékvezetőnek, hogy a fokozatszerzési eljárás folyamatában támogatott és **Dr. Terbe István** korábbi tanszékvezetőnek, hogy a kutatáshoz lehetőséget biztosított számomra.

Köszönöm a Zöldség- és Gombatermesztési Tanszék munkatársainak, köztük is **Füri Mariannak** a segítségét a minták előkészítésében és a laboratóriumi munkákban.

Köszönöm **Gere Attilának** a statisztikai értékelésben nyújtott nélkülözhetetlen segítségét, valamint az Élelmiszertudományi Kar Árukezelési és Érzékszervi Minősítési Tanszék munkatársainak, hogy a vizsgálatokhoz hozzájárultak.

Az antioxidáns vizsgálatokat **Orbán Csaba** (Semmelweis Egyetem, Egészségtudományi Kar, Dietetikai és Táplálkozástudományi Tanszék) fáradhatatlan és lelkes munkája tette lehetővé.

A D-vitamin és ergoszterol méréseket az Élelmiszertudományi Kar Alkalmazott Kémia Tanszék munkatársai, **Dr. Abrankó László**, **Gyepes Attila** és **Nagy Tamás**, színmérésekhez a Konzervtechnológia Tanszék munkatársai, köztük **Komlós Gábor** járult hozzá. Köszönöm a Hűtő és Állatitermék Technológiai Tanszéken **Polyákné Dr. Fehér Katalinnak** és **Jónás Gábornak**, hogy a VITADFUN (TECH_08/2008) pályázat időtartama alatt a hatékony együttműködést lehetővé tették. A kísérletekben hallgatóim, Kovács Amelita, Krocskó Gabriella, Csiky András és Tóth Ádám segítettek.

Szeretném megköszönni **Szőke Andreának**, **Dr. Balázs Gábornak** és **Papp Viktornak** a baráti, biztató szavakat.

A leghálásabb köszönet **Szüleimet** illeti, akik a munkavégzéshez szükséges nyugodt feltételeket biztosították számomra, akik jó példával járnak előttem, szeretnek és támogatnak.