

XXXI. OTDK Biológia Szekció

*Termeszthető, étkezési gombák kivonatainak hatása probiotikus
Lactobacillus-fajokra*

A dolgozatot készítette:

Kiss Anita

Biológia BSc.

Küldő intézmény:

Eszterházy Károly Főiskola

Természettudományi Kar

Élelmiszertudományi Intézet

Élelmiszerkémiai és Biokémiai Tanszék

Témavezető:

Dr. Szarvas József

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés.....	4
2. Célkitűzés	5
3. Irodalmi áttekintés	6
3.1. Probiotikumok	6
3.2. Prebiotikumok	7
3.3. Szinbiotikumok.....	8
3.4. A gombafajok legfontosabb gyógyászati hatásai	8
3.5. A felhasznált gombafajok jellemzése és gyógyhatásai.....	13
3.5.1. Pecsétviasz gomba - <i>Ganoderma lucidum</i> (Curt.: Fr.) P. Karst	13
3.5.2. Kései laskagomba - <i>Pleurotus ostreatus</i> (Jacq.) Quéél.....	14
3.5.3. Kétspórás csiperkegomba - <i>Agaricus bisporus</i> (J.E.Lange) Imbach.....	15
3.5.4. Mandulagomba - <i>Agaricus blazei</i> (Murill).....	16
3.5.5. Lepketapló - <i>Trametes versicolor</i> (L.:Fr.)Pilát.....	16
3.6. A gombák táplálkozási értékei	17
3.7. Gombák gyógyhatású anyagai.....	19
4. Anyag és módszer.....	21
4.1. Gombaporok előkészítése.....	21
4.2. Gombakivonatok előállítása	21
4.3. Baktériumok tenyésztése	22
5. Eredmények.....	24
5.1. Vizes kivonatokon mutatott növekedési ráta eredményei	24
5.2. A savas kivonatokon mutatott növekedési ráta eredményei.....	26
5.3. A lúgos kivonatokon mutatott növekedési ráta eredményei.....	28
5.4. A etanolos kivonatokon mutatott növekedési ráta eredményei.....	30
5.5. A száraz frakción mutatott növekedési ráta eredményei.....	32
6. Következtetések, javaslatok	34
7. Összefoglalás.....	35
8. Irodalomjegyzék.....	36
8.1. Internetes Hivatkozások	47
9. Mellékletek	48
9.1. Melléklet.....	48
9.2. Melléklet.....	49

9.3. Melléklet.....	51
9.4. Melléklet.....	53
10. Köszönetnyilvánítás	63

1. Bevezetés

Napjainkban a gazdasági és társadalmi változásoknak köszönhetően új értelmet nyert a táplálkozás fogalma. Manapság a táplálkozás nem csupán a tápanyagbevitelt és az energiaforrást jelenti, mivel az utóbbi időben megnövekedett érdeklődés tapasztalható az egészséges táplálkozás és étrend, illetve a természetes anyagból származó táplálék-kiegészítők iránt. A táplálkozástudomány a „megfelelő táplálkozás” fogalmától az „optimális táplálkozás” fogalma felé haladása lehetővé tette az olyan új élelmiszerek kifejlesztését, melyekben megvan a lehetőség, hogy javítsák a szellemi és testi jóllétet, és amelyek csökkenthetik is a betegségek kockázatát. Az ilyen kedvező élettani tulajdonságokkal rendelkező élelmiszerek az úgynevezett funkcionális élelmiszerek, amelyek a hagyományos tápanyagokon kívül jótékony hatást is nyújtanak. Kutatásuk és fejlesztésük az egyik legdinamikusabban fejlődő területe az élelmiszeriparnak. Dolgozatomban ezen hasznos táplálékok közül a probiotikus *Lactobacillus* fajokat, illetve az étkezési- és gyógyhatású gombafajokat szeretném előtérbe helyezni.

Az egyik legrégebben fogyasztott funkcionális élelmiszerek a probiotikumokat tartalmazó tejtermékek, melyekben számos bizonyítottan kedvező hatású baktériumfaj fordul elő. A velünk szimbiózisban élő több mint négyszáz baktériumtörzs közül a *Lactobacillus* fajok a leginkább meghatározóak, mivel az ő jótékony élettani hatásaiuk érvényesülnek legszélesebb körben.

A gombák legfontosabb hatóanyagai a sejtfalukból kivonható, a természetben is előforduló béta-(1,3)-D-glükánok és a béta-(1,6)-D-glükánok, amelyeket egyes gabonafélékből is extrahálni lehet. A béta-glükán immunerősítő, koleszterinszint-csökkentő és tumor ellenes hatását számos tanulmány igazolja.

Megítélésem szerint rendkívül fontos a funkcionális élelmiszerek kutatása és fejlesztése, mivel kedvező élettani hatásaiuk által számos rendellenességet és betegséget akadályozhatunk meg, és mindezt természetes módon, szintetikus összetevők nélkül. Ebből a szempontból is rendkívül fontosnak tartom a gombakivonatok *Lactobacillus*-fajokon való prebiotikus hatásának tanulmányozását. Akár szimbiotikus mikroorganizmusokkal, akár növényekben vagy gombákban lévő, esetleg kivont hatóanyagokkal egészségünket megőrizhetjük, mi több, az „optimális táplálkozással”, agyonadalékozott élelmiszerek helyett természetes táplálékot fogyasztva esetlegesen az átlagéletkorunk is meghosszabodhat.

2. Célkitűzés

A szakirodalom elemzését követően a következő célkitűzéseket teszem:

- Az irodalmi feldolgozás eredményeként információkat szerezzünk a bazídiumos nagygombák lehetséges prebiotikus anyagairól.
- Képet kapjunk öt bazídiumos nagygomba-faj különböző kivonatainak, probiotikus baktériumtörzsekre gyakorolt hatásáról.
- Kiderítsük, hogy melyik gombafaj képes a probiotikus baktériumok szaporodását leginkább fokozni.
- Képet kapjunk arról, hogy milyen kivonaton képesek a probiotikus törzsek legintenzívebben szaporodni.
- Eredményeket kapjunk arról, hogy a probiotikus baktériumfajok közül melyek képesek bizonyos gombakivonatokon jelentős szaporodási ütemet mutatni.

3. Irodalmi áttekintés

A mikroorganizmusok jellemzően az emésztőrendszer egyes részein fordulnak elő, a szájüregben és a bélcsatornában, a gazdaszervezettel szimbiotikus vagy kommenzalista kapcsolatot alkotva (BERG, 1996). Ezek a probiotikus mikrobák egészséges emberben csak a vastagbélben képesek szaporodni. Feltehetőleg a bélflóra baktériumainak 99%-a 30-40 fajból kerül ki (BEAUGERIE & PETIT, 2004). A probiotikumok képesek meggátolni a bélnyálkahártyán megtelepedő kórokozók szaporodását, ennél fogva az immunrendszer működése szempontjából fontosnak tekinthetők. Mivel a bélnyálkahártya emberi és állati újszülöttek esetében is steril, ezért mikroorganizmusok ekkor még nem találhatók ott. Születést követően, az anyatejes táplálás során, a tárgyak szájba vételével, belégzéssel, a környezettel való kapcsolat kialakítása révén fokozatosan épül fel a normál bélmikrobióta. Bizonyos mikroorganizmusok a bél különböző területein kolonizálódnak. (FALK, 1998).

3.1. Probiotikumok

Az emberi szervezet szempontjából jótékony hatással bíró baktériumokat probiotikumoknak nevezik. Megfelelő számban előforduló élő mikroorganizmusok, amelyeknek hasznos szerepük van az egészség megőrzésében (FAO & WHO, 2001). A probiotikumok rendszerint erjesztett tejtermék, illetve étrend kiegészítő formájában hozzáférhetők (ROBERFROID, 2001).

A XX. század kezdetén merült fel, hogy a probiotikumok hasznos hatással rendelkeznek, biztosítják a bélmikrobióta egyensúlyát és gátolják a patogéneket és a toxinokat termelő baktériumokat (METCHNIKOFF, 1907). Jellegzetes savanyú ízük az alacsony pH-értéknek köszönhető, ezzel akadályozzák meg a káros mikroorganizmusok elszaporodását, így az emésztőrendszeri fertőzések kialakulását is (NICHOLS, 2007). Pozitív hatásukat feltehetően a coliformok háttérbe szorítása révén fejtik ki (WHITE et al., 2001).

Napjainkra már számos egészségügyi hatást dokumentáltak, mint például a krónikus bélgyulladás enyhítését (MACH, 2006), a patogének okozta hasmenés (YAN & POLK, 2006), az urogenitális fertőzések (REID, 2008), illetve az atópiás betegségek megelőzését és kezelését (VANDERHOOF, 2008). Gyakran javasolják antibiotikumos kúrák után, valamint candidiasis gyógyítására is. A normál bélflóra számos előnnyel bír, elősegíti a nyálkahártya mechanikus védelmét, a nyomelemek felszívódását, enzimtermelés révén a tápanyagok emésztését, emellett K- és B-vitaminokat termelnek, csökkentik a

koleszterinszintet és a rák kialakulásának kockázatát, és nem utolsó sorban az immunrendszert ellenanyag termelésre serkentik (HOLM, 2003).

A kísérleteink során felhasznált probiotikus baktériumfajok:

- *Lactobacillus acidophilus*
- *Lb. casei*
- *Lb. paracasei*
- *Lb. rhamnosus*
- *Lactobacillus GG*

3.2. Prebiotikumok

Prebiotikumnak tekinthető minden olyan, a bélrendszer felső traktusaiban (szájüreg-gyomor-vékonybél) található, enzimeik által nem emészthető táplálék-alkotórész, amely változatlan formában jut el a vastagbélig (BROWN, 1998; MODLER, 1994), ahol szelektíven támogatja a jótékony probiotikus baktériumok szaporodását és aktivitását a vastagbélben, elősegítve az emberi szervezet egészségének a megőrzését (GIBSON & ROBERFROID, 1995). A leggyakoribb prebiotikus vegyületek az oligoszacharidok közül kerülnek ki (GRITTENDEN & PLAYNE, 1996). Legelterjedtebb képviselőik a frukto-oligoszacharidok, a galakto-oligoszacharidok, izomalto-oligoszacharidok, xilo-oligoszacharidok, lakto-oligoszacharidok, malto-oligoszacharidok, ciklodextrinek, kito-oligoszacharidok a leván, az inulin és a laktulóz. Az olyan prebiotikus oligoszacharidokat, melyek elsősorban a bifidobaktériumokat támogatják, bifidus vagy bifidogén faktoroknak tekintik (GOMES & MALCATA, 1999). A legújabb ismeretek szerint az anyatejben több mint 130 laktózból származtatható oligoszacharid jelentős mennyiségben található meg. (NEWBURG, 2000). Ezen felül a prebiotikumok számos élelmiszerben előfordulnak természetes formában. Ilyen nyersanyagok lehetnek pl.: a csicsóka- és cikóriagyökér, a vörös-, póré- és fokhagyma, az articsóka, a bab, a borsó, a zabpehely, a búza, a banán, a tej és az érett sajtok.

A prebiotikumok szerepet játszanak a patogén baktériumok bélfalon való megtapadásának megakadályozásában, előnyösen befolyásolják a bél kémhatását, fokozzák a vastagbél perisztaltikáját, illetve elősegítik egyes ásványi anyagok és nyomelemek felszívódását (COXAM, 2007; SCHOLZ-AHRENS & SCHREZENMEIR, 2007). Szerepet játszanak a vastagbélrák megelőzésében (GEIER, 2006), ezen kívül csökkentik a

koleszterin- és triglicerid-szintet, a magas vérnyomást, így a szív- és érrendszeri betegségek kialakulásának kockázatát is (OOI & LIONG, 2010).

A prebiotikumok közül a legfontosabbak az inulin és származékai. Az inulin egy vízdéékony növényi rost, melynek legfőbb forrása a csicsóka- és a cikóriagyökér. A kísérleteink során a Sensus America ipari inulin termékét a Frutafit-et használtuk fel, illetve analitikai tisztaságú Dahlia inulint (SIGMA).

3.3. Szinbiotikumok

A bél mikroflóra módosításának egy másik lehetősége a pre- és probiotikumok egyidejű alkalmazása (GIBSON & ROBERFROID, 1995; KUMPRECHT & ZOBAC, 1998; NEMCOVA et al., 1999; SHIM, 2005). Egyes irodalmi adatok szerint a tápcsatorna mikrobiontájának stabilizációján, illetve a bélflóra kedvező arányainak kialakításán keresztül a gazdaszervezet egészségi állapota, ellenálló képessége és teljesítménye hatékonyabban növelhető, mint a pro-, illetve prebiotikumok önálló használatával (NEMCOVA et al., 1999; SHIM, 2005).

A szinbiotikumok olyan főként tejtermékekben található készítmények, amelyek egyszerre tartalmaznak prebiotikus rostokat és jótékony hatású élő baktériumokat, azaz probiotikumokat.

3.4. A gombafajok legfontosabb gyógyászati hatásai

Egyre népszerűbbek azok a kutatások, amelyek a gombák gyógyhatásával és a hatások hátterében lévő bioaktív komponensek vizsgálataival foglalkoznak. Az utóbbi időben megszületett a mikoterápia fogalma, amely a gombákból készített hatóanyagokkal való gyógyítást takarja (LELLEY, 1997). A szakkifejezés viszonylag új, viszont a gombákkal történő gyógyítás lehetőségét azonban már nagyon régen felfedezték. A világ egyes részein, elsősorban a Távol-Keleten, Kínában és Japánban már évezredek óta használnak gombákat gyógyászati célra. Egyes gombáknak a szervezetre gyakorolt hatásaira már az ókori Rómában is felfigyeltek. A könyvnyomtatás korában ezek az ismeretek még szélesebb körben terjedtek el. Számos vizsgálat bizonyítja, hogy a gombák az ember életfolyamataihoz nélkülözhetetlen nyomelemeken kívül számos gyógyhatású vegyületet is tartalmaznak.

Antibakteriális hatás

A gombák adott környezetben való túlélését segíthetik az antibakteriális hatású vegyületek. A hatóanyagok leginkább poliacetilének, purin- és pirimidinvegyületek, kinonok vagy terpenoidok közül kerülnek ki. A pecsétviaszgombából (*G. lucidum*) izolált ganomicin, a multirezisztensként ismert *Staphylococcus aureus* ellen hatásos, kivonata pedig eredményesnek bizonyult különböző bőrproblémákat okozó baktériumfajokkal szemben. Antibakteriális hatásúak még többek között a téli fülőke (*Flammulina velutipes*), a déli tőkegomba (*Agrocybe aegerita*) és különböző *Pleurotus*-fajok (KALYONCU et al., 2010; KARAMAN et al., 2010).

Fungicid hatás

Léteznek olyan gombák, melyek anyagcseretermékei gátolják más gombafajok szaporodását. Ilyen hatásúnak bizonyul a káposztgomba (*Sparassis crispa*), a téli fülőke (*F. velutipes*) és a gyűrűs fülőke (*Oudemansiella mucida*), amelyek hatékonyak egyes *Candida*, *Torulopsis*, *Trichosporon* bőrgomba fajok ellen. Hatóanyagaik a strobilurin, amelyet keserű tobozfülőkéből (*Strobilurus tenacellus*) izoláltak, és az oudemansin már kis koncentrációban is hatékony számos növénypatogén gombafaj ellen. A nyári laskagombából (*Pleurotus pulmonarius*) és a szenes likacsosgombából (*Bjerkandera adusta*) izolált egyszerű aromás vegyületek, mint az ánizsaldehid vagy a (4-metoxifenil)-1,2-propándiol szintén fungicid hatásúak (ANKE et al., 1977; GYÖRFI, 2010).

Antimaláriás hatás

Ilyen hatást mutat a világító tölcsérgomba (*Omphalotus olearius*) vagy a *Clitocybe illudens*, viszont gyakorlati hasznosításukra nem került sor (VETTER, 2000). Egy újabb tanulmány szerint a patkónyelv gomba (*Phellinus linteus*) bizonyítottan antimaláriás hatást mutat a *Plasmodium falciparum* fajjal szemben (SAMCHAI et al., 2009).

Antivirális hatás

A gombák vírusellenes hatásáról az 1960-as évek közepén születtek tanulmányok. Az antivirális hatás kétféle módon következhet be. Közvetlen hatásként érintheti a vírus nukleinsavainak, fehérjéinek szintézisét vagy a vírusok gazdasejtbe való behatolását. Másrészt közvetett módon pedig az immunrendszer serkentését jelenti leginkább poliszacharidok vagy más, komplex molekulák révén. A legelső faj, amelyről közvetlen antivirális hatást mutattak ki a pecsétviaszgomba (*G. lucidum*) volt. Extraktumában

viszonylag kis molekulatömegű triterpénszármazékok találhatók, amelyek a HIV-1 vírussal szemben hatékonyak (JONG & DONOVICK, 1989). A shiitake (*Lentinula edodes*) hatékonynak bizonyult egyes influenza vírusok ellen, az ízletes tőkegomba (*Kuehneromyces mutabilis*) extraktuma, illetve a feketedő likacsosgomba (*Inonotus hispidus*) taplófajból izolált fenoloidok pedig az influenza A és B vírusa ellen hatékonyak (VETTER, 2010).

Antioxidáns hatás

Egyes amerikai kutatók szerint bizonyos gőgygombák sokkal jobb antioxidánsok, mint azok a táplálékok, melyeket korábban a legjobb antioxidáns forrásoknak hittünk. Az antioxidánsok a szervezetben a káros hatású szabadgyököket semlegesítik, amelyek sejtekben természetes körülmények között lejátszódó biokémiai folyamatok, rendszerint oxidációs folyamatok során keletkeznek. (Davies, 2000).

Különböző gombafajok többek között a *G. lucidum*, *Grifola fondosa*, *P. osreatus*, *P. cystidiosus* és a *L. edodes* metanolos extraktumai erős antioxidáns kapacitást jeleznek, ezzel megerősítve azt a tényt, hogy a polifenolok jelentik a természetesen előforduló fő antioxidáns ágenseket. Legújabb kutatások szerint a fenolok mellett az α -tokoferol és a β -karotin emelhető ki antioxidáns vegyületként. A csiperkéből és a shiitakéből több fenolsavat mutattak ki, beleértve a transz-fahéjsavat, a hidroxibenzoesavat, a protokaechusavat és a kávéssavat. Gyengébb, de szintén antioxidáns hatást mutató szterolok is előfordulnak, mint az ergoszterol, amely a csiperkében vagy a laskagombában található meg. Új vizsgálatok szerint az ergothioneinnek a termesztett gombák antioxidatív sajátságaiiban feltétlen *in vivo* szerepe van. A csiperké antioxidatív sajátságát kiemelkedőnek tekinthetjük a polifenol-tartalma miatt, ugyanis egyértelműen bizonyított, hogy elég szoros korrelatív kapcsolat van a gombák polifenol-tartalma és oxigéngyökmegkötő képessége között (VETTER, 2010).

Antitumor és immunmódosító hatások

A gombák egy hatalmas és mégis kiaknázatlan forrása lehetnek az új gyógyszerészeti termékeknek. A gomba termőtestek tumorellenes poliszacharidok és immunstimuláló tulajdonságok korlátlan forrásával rendelkeznek, ezért részét képezhetik az újabb gyógyszerkészítményeknek. A tumorellenes hatás a gombákban lévő triterpéneknek és az ergoszterol-peroxidnak köszönhető. A téli fűlőkét (*F. velutipes*) és a shiitakét a Távol Keleten évek óta rákellenes hatásuk miatt, külön termesztik. A

pecsétviaszgomba (*G. lucidum*) gyógyteáját is a magas germánium és triterpén tartalma miatt évszázadok óta fogyasztják (LU et al., 1998). Az óriás pófeteg (*Langermannia gigantea*) calvacin tartalma is feltehetően tumorelles hatású. Az 1970-80-as években fordult a figyelem a különféle daganat ellenes hatású poliszacharidok felé. Ilyenek többek között a *Lentinula edodes*-ből izolált lentián vagy a *Schizophyllum commune*-ből izolált schizophyllán is. Számos bazídiumos gombából izolált béta-D-glükánokat egyre szélesebb körben alkalmazzák gyógyhatású termékekben vagy étrendkiegészítőkben. A gomba eredetű poliszacharidok, vagyis a glükánok, illetve a poliszaharid-fehérje komplexek immunmodulátorként hatnak. Aktiválják a különböző immunsejteket, beleértve a makrofágokat és a T-limfocitákat, amelyek ezt követően különböző, osztódást gátló, illetve a tumoros sejtek pusztulását eredményező molekulákat szintetizálnak (TNF- α , IFN- γ , IL-1 β). A maitake-ből (*Gr. fondosa*) izolált, erősen elágazó poliszacharid váltja ki a ma ismert legerősebb tumor ellenes aktivitást (VETTER, 2010).

Koleszterin- és lipidszintet befolyásoló hatások

Humán kísérletek folyamán bebizonyosodott, hogy az 5%-nyi shiitake gombával kiegészített diétás étrend 24-45%-kal csökkenti a vér koleszterinszintjét, valamint a triglicerid- és foszfolipidszintet. Néhány más gombafaj, mint a téli fülőke, a júdásfüle-fajok vagy a termesztett csiperke kisebb mértékben ugyan, de hasonló hatásúnak bizonyult. A vizsgálatok alatt sikerült a gomba koleszterinszint-csökkentő hatóanyagát, az eritadenint izolálni, amely hatásmechanizmusa során egy olyan lipoprotein szintézisét stimulálja, amely a koleszterint a májban tartja, illetve a vegyület hatására a koleszterin gyorsabb szelektációja történik meg. A *G. lucidum* esetében a hatóanyag a ganodermasav, amely a koleszterin szintézisét lassítja le. A laskagomba fajokból, (*P. ostreatus*, *P. eryngii*, *P. sapidus* és *P. cornucopiae*) izolált lovasztatin és származékai közismert gátlói a 3-hidroxi-3-metil-glutaril-CoA reduktáz enzimnek és ezen keresztül a koleszterinszint csökkentői.

Az eritadenin és a lovasztatin mellett tehát az úgynevezett étkezési rostok tűnnek koleszterinszint csökkentő hatásúnak. A júdásfülegombából és a *Tremella fuciformis*-ből izolált ilyen rostkészítmények csökkentik a szérum összkoleszterin-szintjét, illetve az LDL koleszterin szintjét is, amely a zsírok és a koleszterin lerakódásáért, hosszabb távon az arterioszklerózis kialakulásáért felelős. A gomba hatására az LDL koleszterin szint csökken, így csökkentve az érrendszeri betegségek kialakulásának rizikóját (MORI et al., 2008; BERGER et al., 2004).

Vérnyomáscsökkentő hatás

Dr. Shigere Yuji a Kinki Egyetem tanára szerint a *G. lucidum* nagyon jó hatással rendelkezik a kardiovaszkuláris betegségekre: csökkenti a magas vérnyomást és a koleszterin szintet, segít megelőzni a vérrögképződést és az érelmeszesedést az eritadeninnek köszönhetően. A hagyományos vérnyomáscsökkentő gyógyszerek elsősorban a szisztolés vérnyomásra vannak hatással. A *G. lucidum* a szisztolés és a diasztolés vérnyomás értékeit is képes szignifikánsan csökkenteni, káros mellékhatások nélkül (CHU et al., 2011). A bokrosgomba (*Gr. frondosa*) is rendelkezik vérnyomás csökkentő hatással (PREUSS et al., 2010). Az érrendszeri betegségek gyógyításában alkalmazzák egyes gombák véralvadásgátló hatását is. A téli fülőke (*F. velutipes*) trombolitikus hatású proteázai immobilizált formában a műerek falába beépítve érprotó mütéteknél megakadályozzák a vérrögök kialakulását (VETTER, 2010).

Vércukorszint csökkentő hatás

A magas vércukorszint kezelésében is egyre nagyobb jelentősége van a gombák nyújtotta lehetőségeknek. Az 1960-as években például a gyapjas tintagombát (*Coprinus comatus*) sikerrel próbálták ki cukorbetegség kezelésére.

A bokrosgomba (*Gr. frondosa*) ezen tulajdonságát a benne található - Preuss által felfedezett - X frakciónak köszönheti, amelyet kísérletekben egyértelműen igazoltak (NANBA & KUBO, 1994). A pecsétviaszgombából izolált ganoderán-A, ganoderán-B, és glükánok, valamint a lepketaplóból izolált coriolán (béta-glükán-fehérje-komplex) és a *Tremella aurantia* termelte tremellastin indukálták vércukorszint-csökkenést, illetve mérsékeltek a diabetes tüneteit. A meginduló vizsgálatok a fajok termőtestére és a termőtestből izolált rostok, poliszacharidok és a hasnyálmirigy inzulintermelését serkentő lektinek hatásaira terjednek ki. Vizsgálták a bazídiumos gombafajokból izolált béta-glükán ilyen jellegű hatását is. A júdásfüle- és rezgőgombafajokból izolált savas poliszacharidok antidiabetikus hatásában fontosak különböző enzimek aktivitásának növekedései, mint a glükokináz vagy a hexokináz (MANOHAR et al., 2002; HONG et al., 2007).

Egyéb hatások

Egyes gombafajok fehérjebontó (proteolitikus) enzimet tartalmaznak, mely trombolitikus, azaz vérrögoldó hatással is párosulhat. Ilyen faj többek közt a téli fülőke, a shiitake, a júdásfüle-fajok és a csiperke. A *G. lucidum* esetében a nukleozidok, illetve a nukleozid-származékok ilyen hatásúak. Egyes gombafajokat, például a nyárfa pereszkrét

(*Tricholoma populinum*) sikeresen alkalmaztak egyes allergiás jellegű tünetek enyhítésére. A pecsétviaszgombát is már évszázadok óta alkalmazzák a kelet-ázsiai népgyógyászatban asztma és bronchitis, és más egyéb allergiás betegség tüneteinek csillapítására, illetve egyes idegrendszeri tünetek kezelésére is (VETTER, 2010; JAN et al., 2011).

3.5. A felhasznált gombafajok jellemzése és gyógyhatásai

Leszögezhető, hogy valamennyi általunk felhasznált gombafaj bármikor termeszthető, nem szezonálisan terem. Az újrahasznosítás egyik lehetséges módja a különböző gombák termesztése. A jelenleg termesztett gombák mindegyike mezőgazdaságban, faiparban vagy élelmiszeriparban keletkezett hulladékokon termesztendő. A magasabbrendű termesztett és vadon termő gombafajok termelése fontos, mivel a gombafogyasztás által az állati fehérjékkel nem megfelelően ellátott országokban a fehérjehiány pótolható, emellett diétás és a vegetáriánus étrendben is kiemelt helyet foglalnak el. A gombákból készült táplálék-kiegészítők és a különféle gyógyhatású összetevőik új lehetőségeket nyújtanak a gyógyászat számára (GYÖRFI, 2010). Jelenleg a termesztett gombák 95%-át csupán 10 faj adja, legfontosabbak a csiperkegombák (a kétspórás csiperkegomba (*A. bisporus*) és az ízletes csiperkegomba (*A. bitorquis*), összesen 37,6%) illetve, a shiitake (*L. edodes*: 16,8%) és a laskagomba-fajok (*Pleurotus* spp: 16,3%) (GYÖRFI, 2003). A *G. lucidum*, a *P. ostreatus* és a *T. versicolor* élettani hatásainak összegzése a 9.1. mellékletben található (STAMETS, 2005)

3.5.1. Pecsétviasz gomba - *Ganoderma lucidum* (Curt.: Fr.) P. Karst

A gyógyhatással rendelkező gombafajok közül a világon a pecsétviaszgomba áll az első helyen. Távol-Keleten, elsősorban Kínában, a népi gyógyászatban már több mint 2000 éve ismerik és használják. Kínában és Koreában a „halhatatlanság gombáját” jelenti. Japánban Reishi-nek (10,000 éves gomba) nevezik. Az elmúlt évtizedekben a *Ganoderma* nemzetség fajainak kutatása fellendült (GYÖRFI, 2010; VETTER, 2010).

Elsőként W. Curt írta le (1817-28-ban) a *Flora Londiensis* című munkájában *Boletus lucidus* néven (CURTIS, 1828).

Általában a melegebb klímát részesíti előnyben (GILBERTSON & RYVARDEN, 1993), a faj 5-20 cm átmérőjű, a tönkhöz aszimmetrikusan illeszkedő, 1-3 cm vastagságú, veséhez hasonló alakú kalapot fejleszt. Kalapjának felülete lakkszerű, élénk vörösesbarna színű, gyakran fénylő, amelyre a gomba tudományos neve is utal (*lucidum*). Alsó részén fehéres

pórusok találhatóak. Az újonnan növekvő területek fehéresek és az érés során folyamatosan sötétednek, koncentrikus növekedési zónákat alkotva. Tönkje fehér, majd sárgás, végül feketére vagy barnára sötétedik. Spórái barnák, oválisak, 6-8 μm -esek, alapjuknál szélesen, csúcsuknál keskenyedően kerekdedek. A spórafal többretegű, kemény.

A legtöbb tanulmány szerint a reishi gombák nem közvetlenül fejtik ki tumorellenes hatásukat, ahogy sok másik gombafaj (OOI et al., 2002). Elsősorban immunválasz serkentő hatásúak. Kísérletek szerint egyes spórákból izolált triterpenoidok limitálják az *in vitro* tenyésztett meth-A és LLC tumor sejtvonalakat (MIN et al., 2000) és a cervikális HeLa sejteket (ZHU et al., 2000).

A reishi antioxidáns aktivitását is számos kutató állapította meg (CHEN & ZHANG, 1987; WANG et al., 1985; LEE et al., 2001). Zhu és kollégái több triterpén frakciót fedeztek fel, amelyek megszakítják a szabadgyökök összekapcsolt láncreakcióit (ZHU et al., 1999). Gyulladáscsökkentő tulajdonságúnak bizonyultak (UKAI et al., 1983), emellett arterioszklerózis (érszűkület) kezelésére is alkalmazhatók (TAO & FENG, 1990) és a HIV-1 vírussal szemben is hatékony. Növeli a koronaerek vérellátását, de vérnyomás csökkentő hatása is ismert (ANDREACCHI et al., 1997).

Használata tehát széleskörű gyógyhatásának köszönhetően vált elterjedté. Elsősorban forró vizes extraktumát alkalmazzák többek között tea, kávé vagy levesek készítéséhez (STAMETS, 2005).

3.5.2. Kései laskagomba - *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) Quél

A *P. ostreatus* termelése napjainkban már kereskedelmi szinten folyik a étkezési célból. Taxonómiáját első alkalommal az osztrák származású Jacquin írta le 1774-ben.

Küllemét tekintve a késői laskagomba kalapátmérője 5-20 cm kissé domború, kagylószerű, vese alakú, majd lapos, féloldalas, széle pedig hullámos lesz. Ezért hasonlítják az osztrigakagylóhoz. A kalapok emeletesen állnak egymáson, felül a legnagyobbak. Színük sokféle lehet, de legtöbbször szürkésfekete. Lemezei sűrűn állók, színük fehér, szürkésfehér. Spórái fehérek, hosszúkas elliptikusak. Vaskos tönkje excentrikusan kapcsolódik a kalaphoz, és egy közös töből sok termőtest fejlődik. Húsa fehér, puha, de később szívós és rágós lesz. A világon termesztető gombák közül a *P. ostreatus* a legegyszerűbb termesztetni, mivel faanyag, fűrészporon, sőt különféle hulladékanyagokon is képes nőni (STAMETS, 2005; HAJDÚ, 2008; SOMOSNÉ NAGY, 2010)

A laskagombák gyógyászati jelentősége egyre fontosabbnak tűnik a béta-glükán, illetve glükoprotein tartalmuknak köszönhető tumorellenes hatásaik miatt. Igazolt, hogy csökkenti a lipid- és a koleszterin szintet a korábban már említett lovasztatin által (GUNDE-CIMERMAN & CIMERMAN, 1995; BOBEK, 1998; GUNDE-CIMERMAN, 1999; GUNDE-CIMERMAN & PLEMENITAS, 2002). A lovasztatinhoz hasonló anyagok nagyobb mennyiségben vannak jelen a kalapban, mint a tönkben, és még magasabb koncentrációban a spórákban. A száraz gombapor étrend-kiegészítőként történő alkalmazásakor szignifikáns koleszterinszint csökkenést mutattak ki a zsírban gazdag étrenden tartott, valamint genetikailag magas koleszterin-szintet mutató állatoknál (Hajdú, 2008; Rop, 2009; Györfi, 2010).

3.5.3. Kétspórás csiperkegomba - *Agaricus bisporus* (J.E.Lange) Imbach

A kétspórás csiperkegombát (*A. bisporus*) világszerte több mint hetven országban termesztik (CAPPELLI & ALBERTO, 1984) és az egyik legszélesebb körben fogyasztott faj az étkezési gombák között.

Nevezéktana bonyolult, 1946-ban Emil Imbach közölte a faj aktuális tudományos nevét, az *Agaricus bisporus*-t (CAPPELLI & ALBERTO, 1984).

A kétspórás csiperke közepes termetű, zömök és vastag húsú. Kalapja 4-10 cm átmérőjű, gömb vagy félgömb alakú, széle sokáig begöngyölt, túlnő a lemezeken. Felszíne változatos: fiatalon sima, később vagy sima, vagy apró pikkelyekkel borított, színe a fehértől a kakaóbarnáig változhat. Lemezei sűrűn állók és rózsaszínűek, spórái simák, elliptikusak, sötétbarna színűek. Tönkje 4-7 cm hosszú, vaskos, hengeres alakú, húsa fehér, elvágva kissé vöröszödik, kellemes csiperkeízű és illatú (CALLAC et al., 1993).

Legjelentősebb gyógyhatásait a kémiai összetételéből fakadó, táplálékként alkalmazott tulajdonságai jelentik. A táplálkozás-élettani előnyök mellett jó néhány más előnyös tulajdonsága is van. Antioxidáns aktivitású (SHI, 2002), emellett antibakteriális hatását is kimutatták. Kísérleti vizsgálatok utalnak arra is, hogy képes csökkenteni a szérum glükózkoncentrációját, így a csiperkegomba potenciálisan alkalmas lehet a hiperglikémiás állapot javítására (GYÖRFI, 2010). Mi több, CHEN és munkatársai (2006) szerint ez a közönséges gomba képes gátolni az aromatáz enzimet, így az ösztrogén-szintet is, ezáltal csökkenti az emlőrákra való hajlamosságot (GRUBE et al., 2001).

3.5.4. Mandulagomba - *Agaricus blazei* (Murill)

Az *Agaricus blazei*-t világszerte elsősorban kiemelkedő gyógyhatásai miatt ismerik. Fogyasztása még nem terjedt el viszonylagos újszerűsége és magas ára miatt. Tudományos neve az *A. blazei* MURILL (rövidítése ABM), amelyet egy amerikai mikológus W. A. Murill írt le 1945-ben.

Megjelenését illetően hasonlít a kétszórás csiperkéhez (*A. bisporus*), azzal a különbséggel, hogy a tönkje vastagabb és hosszabb, íze és illata mandulához hasonló. A szakirodalom szerint mandula illata és íze főzés során különösen intenzív (STAMETS, 2000; CHANG & MILES, 2004; GEÖSEL, 2011).

Klinikai vizsgálatok során derült ki, hogy a gomba bizonyos betegségek kialakulását megakadályozza, sőt egyes betegségek gyógyítására is alkalmazható. Ez a kiemelkedő gyógyhatással rendelkező gomba béta-(1,6)-glükánt és béta-(1,3)-glükánt tartalmaz. A béta-glükánok egyedülálló tulajdonságai közé tartozik, hogy serkentik a natural killer sejteket, és szelektíven citotoxikusak a tumorsejtekre. Az *A. blazei*-t számos izolációs vizsgálat során alkalmazták, mind immunerősítő, mind tumorelles tulajdonságai miatt, illetve a rák kezelésére (FUJIMIYA, 1998; ITO, 1997; ITOH, 1994).

A micélium által kiválasztott sárgás metabolitnak baktériumölő hatása van. Széles körben alkalmazták az immunrendszer általános serkentésére, cukorbetegségben szenvedők életminőségének javítására, a vér koleszterinszintjének csökkentésére, csonttritkulás kialakulása ellen, illetve gyomorfekélynél is (CHANG & MILES, 2004). Egyes összetevőinek köszönhetően csökkenti a hipertóniát és a trombózis kialakulásának kockázatát (WASSER, 2002).

A Londrina-i Egyetemen az *A. blazei* vizes kivonatával végzett vizsgálatok eredményei szerint a gomba a humán herpeszvírussal (HHV-1) és a szarvasmarha herpesz (BoHV-1) szemben is hatékony védelmet biztosít (BRUGGEMANN, 2006).

3.5.5. Lepketapló - *Trametes versicolor* (L.:Fr.)Pilát

A *T. versicolor* az egész világon elterjedt gombafaj, hazánkban a leggyakoribb és leglátványosabb, minden évszakban fellelhető gombáink egyike. Könnyen összetéveszthető más *Trametes*-fajokkal, például a *T. multicolor*-ral, illetve a hamis „turkey tail” taplóval (*Stereum ostrea*) és a *Stereum hirsutum* gombával, melyek alja gyakran barnás (STAMETS, 2005).

A lepketapló a fehérkorhasztó gombák közé tartozik, kisebb termetű, vízszintesen elhelyezkedő több legyező alakú, vékony termőtestből összetett, szívósan kemény húsú tapló. Termőtest lapított, kör alakú, felszíne szabályos, sűrű koncentrikus növekedési zónák találhatók rajta, melyek színe feketés, kékes, barnás vagy szürkés lehet, jó határozóbélyeg, hogy mindig legalább négy különböző színű zóna van (a fehérén kívül) a termőtesten. Széle fehér, éles és hullámos. Az idősebb termőtestek felülete algásodik, ezért zöldes színű. Termőrétégén fehéres-sárgásbarna színű pórusok találhatók. Spórái simák, $5-6 \times 2-2,5 \mu\text{m}$ -esek, hengeresek és fehér színűek. Húsa kemény és vékony, nincs jellegzetes szaga, íze. Étkezési értéke jelentéktelen (STAMETS, 2005).

Egész éven át csoportosan nő különféle lombos fák elhalt ágain, fák tövén, sőt különböző tűlevelűeken is (GILBERTSON & RYVARDEN, 1987). A legutóbbi húsz év tanulmányai során bebizonyosodott, hogy a gomba micéliumából olyan enzimek izolálhatók, amelyek a legerősebb, természetes forrásból azonosított toxin-megsemmisítő hatóanyagok közé sorolhatók. A gomba kettős gyógyászati aktivitással rendelkezik: tumorelleses összetevői gátolják a ráksejtek növekedését, illetve fokozzák az immunreakciókat az immunrendszer NK-sejtjeit stimulálva (GARCIA-LORA et al., 2001).

Legaktívabb hatóanyaga a poliszacharid-K (nemzetközi márkaneve a Krestin, PSK), amelyet immunrendszer serkentő hatóanyagként használnak a rák kezelése során. Ázsiában jóváhagyott rákellenes gyógyszerként értékesítik. Gyógyászatban a cervikális carcinóma kezelésére alkalmazzák sugárzásos kezeléssel kiegészítve. A PSK fokozza a szervezet ellenállóképességét tüdőrák, különféle hormonfüggő rákfajták esetében, például májban, gyomorban, mellben, torokban, orrban, továbbá leukémia, agydaganat esetén (OHNO, 1984; SUTO, 1994; IINO, 1995).

Egy magas vízdékonyságú, alacsony citotoxicitást mutató poliszacharid peptidet (PSP) is izoláltak *T. versicolor*ból, amelyet vírusellenes hatóanyagnak javasoltak, mivel egy tanulmány alapján gátló hatást fejt ki a HIV-vírus replikációjára (COLLINS & NG, 1997).

3.6. A gombák táplálkozási értékei

A gombákat az ember évezredek óta fogyasztja. Kezdetben csak gyűjtögették őket, saját tapasztalataik vezettek annak felismeréséhez, mely gombák fogyaszthatók és melyek kerülendők. A mai tudományos ismereteink alapját tehát az etnomikológiai tudás adta.

Napjainkban egyes fajokat nagyüzemi módszerekkel termesztnek. A gomba sokoldalúan hasznosítható táplálék: frissen, szárítva vagy konzervnek elkészítve kerül forgalomba. Hogyan jutottunk el a természet ajándékaitól a modern tudomány és élelmezési gyakorlat „functional food” (funkcionális élelmiszer) fogalmáig? A kérdésre úgy válaszolhatunk, ha szemügyre vesszük a gombák legfőbb kémiai alkotóit, figyelemmel a táplálkozásban játszott szerepükre, értékükre.

A friss gombák 85-90%-át víz teszi ki. A rostosabb jellegű termőtestek (taplófélénél) 60-70% vizet vagy akár ennél kevesebbet is tartalmazhatnak, míg a friss termőtest víztartalma a 90%-ot is meghaladhatja. A legtöbb gomba fehérjetartalma viszonylag magas, 20-30%, a tej fehérjetartalmát megközelíti és összetétele kedvező, mert nagy benne az esszenciális aminosavak aránya. A gombafehérjék értéke jobb, mint a növényi fehérjéké, közelít az állati eredetű élelmiszerek biológiai értékéhez. Friss tömegre számolt értékei megfelelnek a tej fehérjetartalmának. A fehérjék és értékes aminosavak mellett jelentős mennyiségű szénhidrátot, vitaminokat (A-, B- és D-vitaminokat) és ásványi elemeket - főleg káliumot és foszfort - tartalmaznak (INTERNETES HIVATKOZÁS 1.). A gombáknak csekély a nátriumtartalma, és az ebből következő nátrium/kálium arány kedvezően befolyásolja a kardiovaszkuláris rendszer működését. A termőtestek mikroelem-összetétele hozzájárulhat egyes elemek (Cu, Zn, Mn, szelén) szükséges mennyiségének felvételéhez. A termőtestek zsír (nyerszsír) tartalma alacsony, a gomba energiatartalma csekély, így fontos része lehet a diétás étrendeknek. Élelmi rost tartalma és a különféle íz- és zamatanyagok szintén alkalmassá teszik őket arra, hogy az emésztési folyamatokat segítsék. Emellett a gombák számos biológiailag aktív vegyületet tartalmaznak (REIS et al, 2012).

A fogyasztást gátló tényező ugyanakkor a sejtek falának kitintartalma, mely a száraztömeg 3-10%-a, lassítja a gomba emészthetőségét, viszont fontos része az élelmi rost frakciónak, újabb adatok szerint pedig szerepet játszik a koleszterinszint csökkentésében. Bizonyos gombák allergiás hatásokat is kifejthetnek, illetve jelentős víz- és fehérjetartalmuk miatt a könnyen romló élelmiszerek közé sorolandók. Aránylag rövid ideig tárolhatók, és a kész gombás ételek is hamar romlanak. A hűtés nélkül tárolt gombás ételek könnyen okozhatnak ételmérgezést (VETTER, 2010).

3.7. Gombák gyógyhatású anyagai

Glükánok

A béta-glükánok D-glükóz monomerekből álló, béta glikozidos kötésekkel kapcsolódó poliszacharidok. A D-glükóz molekulák számos variációban kapcsolódhatnak egymáshoz. A glükánok közül a legbehatóbban a béta-(1,3)-D-glükánokat és a béta-(1,3)-(1,6)-D-glükánokat tanulmányozták.

A glükánok nélkülözhetetlen komponensek a gombák és az élesztőgombák sejtfalában vagy a baktériumok által kiválasztott exopoliszacharidokban. A béta-(1,3)-(1,4)-D-glükánok a gabonamagvakban is megtalálhatók, mint például a zabban vagy az árpában, viszont izolálásuk a mai napig hátrányt jelent az ipari felhasználásukban. Egyes esetekben búzából és rozsból is kivonhatók. A béta-(1,3)-D-glükánok megtalálhatók a prokariótákban és az eukariótákban is, kinyerhetők gabonafélékből, egyes tengeri fűfélékből (TEAS, 1983), különböző gombafajokból, mint a számos gyógyhatásáról ismert *G. lucidum*, a *L. edodes*, valamint a bokrosgomba néven ismert *Gr. frondosa* (WASSER, 1999), továbbá élesztőkből (BOHN JA, BE MILLER JN., 1995). Az élesztőgombák sejtfalából kivont béta-(1,3)-D-glükánok általában oldhatatlanok, viszont, amelyeket gabonafélékből izolálnak, lehetnek oldhatóak és oldhatatlanok is (TEAS, 1983).

A béta-(1,3)-D-glükánoknak jól ismert hatása az immunrendszer nem specifikus védekező mechanizmusának aktiválása (MIURA, 1996). Bizonyos hatóanyagok a kívánnál erőteljesebben serkenthetik az immunválaszt, és ennél fogva ellenjavaltak az allergiás, autoimmun esetekkel szemben. A glükánok túlterhelés nélkül fokozzák az immunológiai védekező mechanizmusokat. Ezt úgy érik el, hogy orális fogyasztást követően aktiválják a makrofágokat, az NK sejteket, valamint a T-sejteket és a B-sejteket (CHIHARA, 1992).

A fagociták aktivitásának fokozása mellett, a béta-(1,3)-D-glükánok a tapasztalatok szerint csökkentik a „rossz koleszterin”, azaz LDL-koleszterin magas szintjét, segítik a sebek begyógyulását, a fertőzések kivédését, fokozzák az NK-sejtek működését, és nem utolsósorban daganatellenes hatással rendelkeznek. MITSOU és munkatársai (2010) által tett legújabb felfedezés szerint az árpából extraktált béta-glükán prebiotikus aktivitással is rendelkezik (MITSOU et al., 2010).

A 1980-as évektől fogva immunerősítő kezelésekben használják a béta-glükánt. Először Japánban alkalmazták. Számos tanulmány szerint a béta-(1,3)-glükán tumor- és rákellenes aktivitással rendelkezik (DILUZIO, 1980; MORIKAWA, 1985). Azoknak az

embereknek, akiknek előrehaladott gyomor vagy végbélrákjuk volt, a shiitake gombából izolált béta-(1,3)-D-glükán szedésével, kemoterápiás kezelést kiegészítve az életidejük meghosszabbodott (WAKUI, 1986).

A béta-(1,3)-D-glükán koleszterinszint csökkentő szerepe abban nyilvánul meg, hogy csökkenti a bélrendszerből a koleszterin felszívódását (MINERVA MEDICAL, 2009). Túlsúlyos embereken végzett vizsgálat bebizonyította, hogy a béta-glükán jelentősen csökkenti az összkoleszterin-szintet és növeli a HDL koleszterin koncentrációját, ezáltal csökkenti a koronarek betegségeinek kockázatát (NICOLosi, 1999).

További gyógyhatású anyagok

A gombák tumorelles hatása a bennük lévő aktív triterpéneknek és az ergoszterol-peroxidnak köszönhető. A pecsétviaszgomba extraktumában kis molekulatömegű triterpénszármazékok találhatók (ganoderiol F, ganodermanotriol, ganoderma sav), amelyek a HIV-1 vírussal szemben is hatékonyak bizonyulnak. A *G. lucidum* lanosztán típusú triterpénjei, a ganoderánsavak koleszterinszint-csökkentő, gyulladásgátló, és májvédő hatásúak.

A lentián az úgynevezett mirigyes típusú daganatok esetében, mint például emlőrák, bélrák vonatkozásában mutatott jelentős tumorgátló hatást. Fő forrása többek között a shiitake (HAO et al., 2012; AKAZAWA et al., 2010).

Az eritadenin koleszterinszint csökkentő hatással rendelkezik. Fő forrása shiitake, de a téli fülőke, a júdásfüle-fajok vagy a termesztett csiperke kisebb mértékben ugyan, de hasonló hatásúnak bizonyult.

A calvacin vírus- és tumorgátló hatású, az óriás pófeteg (*Langermannia gigantea*) hatóanyaga.

A kitin a gombasejtfal fő alkotója. N-acetil-D-glükózamin biopolimer, nitrogéntartalmú poliszacharid (LOWER, 1984). A gombák sejtfalán kívül az ízeltlábúak külső vázának is anyaga. A kitinből deacetilezéssel kitozánt állítanak elő, amely zsírmegkötő hatással rendelkezik, megakadályozza a zsír felszívódását a béltraktusban. Az így megkötött zsírok természetes módon ürülnek ki a szervezetből (KUMAR & MAJETI, 2000).

A lepketapló legfontosabb hatóanyagai közé tartozik a kresztin (poliszacharid-K, azaz PSK) és a PSP. Kutatási eredmények szerint a PSK csökkentheti a mutáció, a sugárzás hatását vagy a spontán kifejlődő rákos sejteket (KOBAYASHI, et al. 1995).

4. Anyag és módszer

4.1. Gombaporok előkészítése

Munkánk során gombatermesztésből származó kétspórás csiperkegomba (*A. bisporus*) és kései laskagomba (*P. ostreatus*) termőtestet szereztünk be. A szintén termesztésből származó *A. blazei* faj termőtesteinek száraz porát dr. Geösel András (BCE, Zöldség- és Gombatermesztés Tanszék), a *G. lucidum* porított mintáit Prof. Dr. Jan Lelley (GAMU Ltd. Institute for Mushroom Research, Krefeld, Germany) bocsátotta rendelkezésünkre. A *Trametes versicolor* termőtestek Papp Viktor (BCE, Növényteni Tanszék és Soroksári Botanikus Kert) gyűjtéséből (Juhdöglő-völgy Erdőrezervátum, tölgyes-bükkös erdő), valamint saját gyűjtéséből (Répáshuta, Hereg-rét) származott.

A friss csiperke- és a laskagombát 2 mm-es szeletekre vágtuk, majd tálcára terítve 50 °C-os termosztátban egy éjszakán át szárítottuk. Az így kapott szárított gombaminták porítását Fritsch típusú golyósmalomban végeztük 200-600 rpm-en 5 percen keresztül.

4.2. Gombakivonatok előállítása

Kivonatkészítés

Minden fajból származó porból vizes kivonatot, lúgos kivonatot, savas kivonatot és etanolos kivonatot készítettünk. Ezen felül fölhasználtuk még a vizes kivonatok szilárd frakcióját is.

A vizes kivonatok készítésénél 20 g gombaport hétszeres mennyiségű desztillált vízzel nedvesítettünk és 4 órán keresztül forraltuk. A lehűlt szuszpenziót Falcon csövekben 2000 g-n centrifugáltuk 3 percig. A felső vizes fázist Heidolph-féle rotációs vákuumdesztillációs készülék segítségével 60°C-on, 250 ml-es gömblombikban pároltuk be.

A savas kivonat esetében a porokat hétszeres mennyiségű desztillált vízzel rehidratáltuk és keverés után a szuszpenzió pH értékét 3-ra állítottuk be 1 M-os HCl oldattal. 20 perces folyamatos rázást követően a pH értékét 7-re állítottuk be 1M NaOH-dal. A szuszpenziót 2000 g-n 3 percig centrifugáltuk szobahőmérsékleten. Ezt követően a felső fázist leszedtük és a vizes kivonathoz leírtak szerint bepároltuk.

A lúgos kivonat előállítás esetében a porok előnedvesítését követően a keverék pH-értékét 9-re állítottuk be 1M NaOH-dal. 20 perces rázást követően 1M HCl-dal közömbösítettük. A továbbiak során a savas kivonat elkészítésénél leírtakkal azonos módon jártunk el.

Az alkoholos kivonat előállítása során a porokhoz azonos mennyiségű desztillált vizet adtunk. Ezt követően ötször annyi 96%-os etanollal középsűrűségűre hígítottuk, később rázógépen 45 percen keresztül 170 rpm-en ráztuk. A centrifugálás után a felülúszót tiszta üvegedénybe fogtuk fel. A visszamaradó szilárd frakcióhoz 60 %-os etanolt adtunk, majd újabb 45 percig rázógépre helyeztük. 2000 g-n 3 percen át történő centrifugálást követően a felülúszókat összeöntöttük és bepároltuk.

Az összes bepárolt kivonatot desztillált vízzel 80 ml-re töltöttük föl. A szilárd frakció esetében a vizes kivonatok szedimentjét 50°C-on tömegállandóságig szárítottuk, majd porítottuk.

4.3. Baktériumok tenyésztése

A tenyésztés során fölhasznált baktériumfajok

A munka során az alábbi fajokat használtuk föl: *Lactobacillus acidophilus* (DSM 20079), *Lb. casei* (DSM 20011), *Lb. paracasei* (DSM 5622), *Lb. rhamnosus* (DSM 20021), *Lb. rhamnosus* LGG (ATCC 53103 - Gorbach & Goldin), *E. coli* (tanszéki izolátum), *Ec. faecium* (tanszéki izolátum).

Tápfolyadékok összeállítása

A legtöbb *Lactobacillus*-fajhoz MRS táplevest állítottunk elő. A *Lb. acidophilus* esetében ciszteines MRS-t használtunk. Az *E. coli* és az *Ec. faecium* esetében CM táplevest (9.2 számú melléklet) alkalmaztunk. Minden táptalajt szénforrás (glükóz) nélkül állítottunk össze. 2,5 ml tápfolyadékhoz 2,5 ml gombakivonatot mértünk. Minden táplevesből 3-3 ismétlést állítottunk be. A vizes kivonatból visszamaradt szilárd, porított frakcióból pedig minden kémcsőbe 0,5 g mennyiséget mértünk, amelyhez 4,5 ml táplevest adtunk.

Kontrollok

A különböző fajok esetében itt is az előzőekben leírt tápfolyadékokat használtuk. A negatív kontroll csövekbe 2,5 ml tápfolyadék és 2,5 ml desztillált víz került. További két pozitív kontrollal dolgoztunk. Az egyik esetben analitikailag tiszta Dahlia inulint (SIGMA), a másik esetben pedig egy iparilag alkalmazott inulint (Frutafit) alkalmaztunk. Mindkét inulint desztillált vízben oldottuk (8 g inulin 40 ml desztillált vízben), és fecskendő szűrőn sterilre szűrtük. Az oldatokból 2,5 ml-mértünk a 2,5 ml tápfolyadékokhoz, így az inulin mennyisége 10% volt.

Oltás és inkubálás:

A baktériumfajok 48 órás tenyészeiből szuszpenziót készítettünk, melyet denzitómméterrel 1McF-es értékre állítottunk be. A tápfolyadékokat 100 µl szuszpenzióval oltottuk be, majd vortexeltük. A csöveket 37 °C-on inkubáltuk.

Csíraszám-becslés

A csíraszám meghatározásokat a tenyésztés 0-24 és 48 órájában végeztük el. Ehhez ELISA-plate well-jeibe előzőleg 270 µl steril izotóniás oldatot mértünk be. A tenyésztőcsövekből alapos vortexelést követően 30 µl-t vettünk ki, amelyet az ELISA-plate első well-jébe vittünk. Ezt követően 30 µl-es mennyiséggel 8 tagú hígítási sort készítettünk. A szelektív vagy általános táptalajok (lásd lentebb) alapján jelöltük a hígítás fokát, valamint a minta eredetét. A hígítási sor utolsó tagjától kezdve 20-20 µl-es mennyiségeket csepegtettünk föl a lemezekre, majd száradást követően mikroaerofil termosztátszekrényben 37 °C-on inkubáltuk.

A *Lb. acidophilus*hoz ciszteines MRS táptalajt (9.2.2. számú melléklet), a *Lb. rhamnosus*, *Lb. casei*, *Lb. paracasei* és *Lb. GG* fajoknál MRS médiumot (SCHARLAU) (9.2.1. számú melléklet), és az *Ec. faecium* esetében Compass *Enterococcus* agart (BIOKAR DIAGNOSTICS), használtunk (9.2.4. számú melléklet). Az *E. coli* esetében Coli-coliform differenciáló kromogén táptalajt (MERCK CHROMOCULT) alkalmaztunk (9.2.4. számú melléklet). A táptalajok és táplevesek összetevői a 9.2. számú mellékletben, a gyakorlati munkát szemléltető ábrák a 9.3. mellékletben tekinthetők meg.

5. Eredmények

5.1. Vizes kivonatokon mutatott növekedési ráta eredményei

Általánosságban elmondható, hogy a *P. ostreatus*, valamint az *A. blazei* vizes kivonatán mutatnak a probiotikus törzsek intenzív szaporodást. Nem elhanyagolható azonban az *A. bisporus* kivonatokon mutatott növekedési ráta sem az ipari minőségű inulinhoz képest.

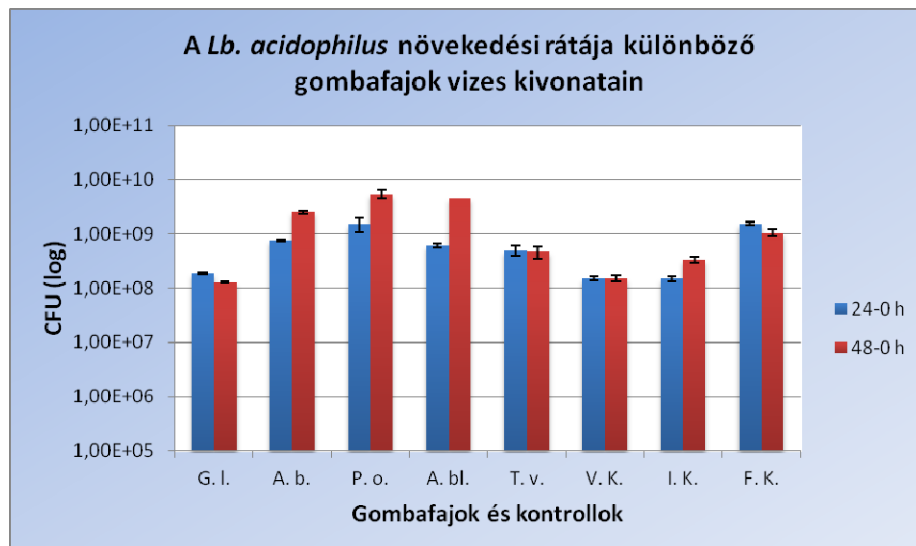
A vizes kontrollon mért növekedéshez hasonló szaporodási ütemet tudtunk megfigyelni a *G. lucidum* kivonatán, tehát a faj vizes kivonata nem rendelkezik probiotikus baktériumok szaporodását elősegítő hatással. A *T. versicolor* vizes kivonatán mutatott növekedés általában a vizes kontrollhoz vagy a Sigma inulinon tapasztalt szaporodási rátához volt hasonló, így ebben az esetben sem tapasztalható prebiotikus hatás.

A LGG probiotikum sejtszáma a *P. ostreatus* vizes kivonatán egy nagyságrenddel volt magasabb, mint az ipari minőségű inulinos kontrollon. Ez a növekedési ráta azonban az analitikai minőségű inulinon mutatott szaporodáshoz képest közel két nagyságrenddel volt magasabb. A vizes kivonatok esetében e gombafaj vizes kivonatának volt a legjelentősebb szaporodást fokozó hatása.

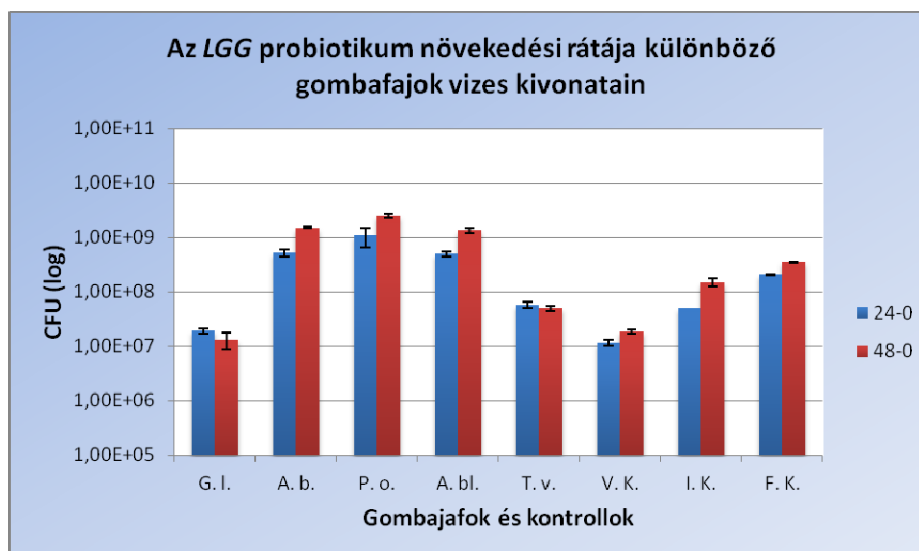
Az *Ec. faecium* a *P. ostreatus* kivonatán mutatott - az analitikai minőségű inulin kontrollhoz képest - egy nagyságrenddel nagyobb növekedést. A többi faj esetében nem vagy csak minimális szaporodást fokozó hatást tudtunk megfigyelni.

Az *E. coli* esetében az összes kontroll és a legtöbb gombafaj megközelítőleg azonos sejtszámot adott, azonban közel egy nagyságrendnyivel jobb növekedést mutatott az *A. blazei* kivonatán 48 órás inkubációs idő elteltével, az inulin kontrollokhoz képest. Ehhez képest kisebb mértékű sejtszámnövekedés volt tapasztalható a *P. ostreatus* kivonatán 24 óra elteltével.

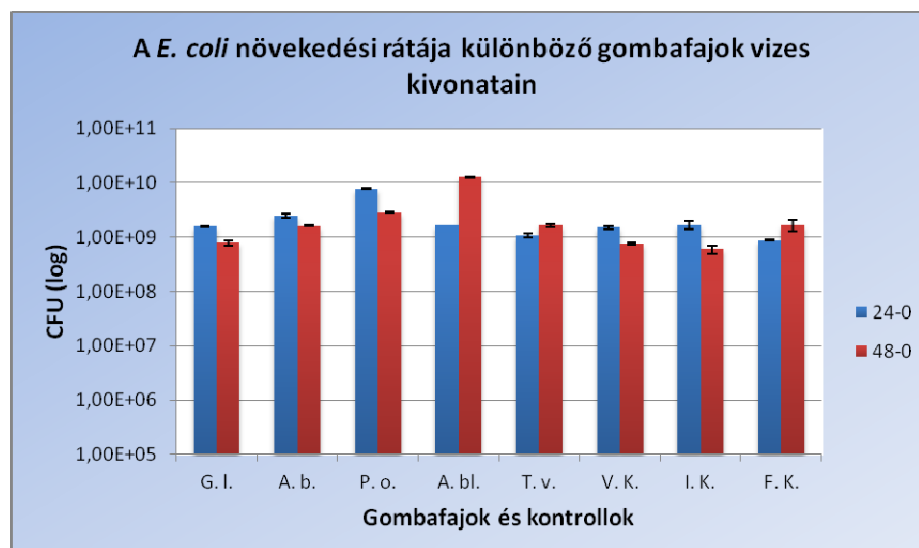
A *Lb. acidophilus*, a *Lb. rhamnosus* LGG és *E. coli* fajok vizes kivonatokon mutatott növekedését 24 és 48 órás tenyésztést követően az 1., 2. és a 3. ábra mutatja. A fennmaradó fajok szaporodásának grafikonjai az 9.4.1. számú mellékletben találhatók.



1. ábra. A *Lb. acidophilus* növekedése a különböző gombakivonatokon.



2. ábra. Az *LGG* probiotikum növekedése a különböző gombakivonatokon.



3. ábra. Az *E. coli* sejtszámának alakulása különböző gombafajok vizes kivonatain.

5.2. A savas kivonatokon mutatott növekedési ráta eredményei

A vizes kivonatokhoz hasonlóan, a savas kivonatoknál is elmondható, hogy a *P. ostreatus*, valamint az *A. blazei* fajoknak volt jelentősebb szaporodás fokozó hatása. A vizes kivonathoz képest jobb eredményeket tapasztaltunk az *A. bisporus* kivonatok esetében.

A *G. lucidum* savas kivonata esetében is hasonló eredményeket kaptunk, mint amelyet a vizes kivonathoz képest tapasztaltunk, azaz a vizes kontrollon mért növekedéshez hasonló szaporodási ütemet tudtunk megfigyelni. Megállapítható tehát, hogy a faj savas kivonatának sincs probiotikus baktériumok szaporodását fokozó hatása.

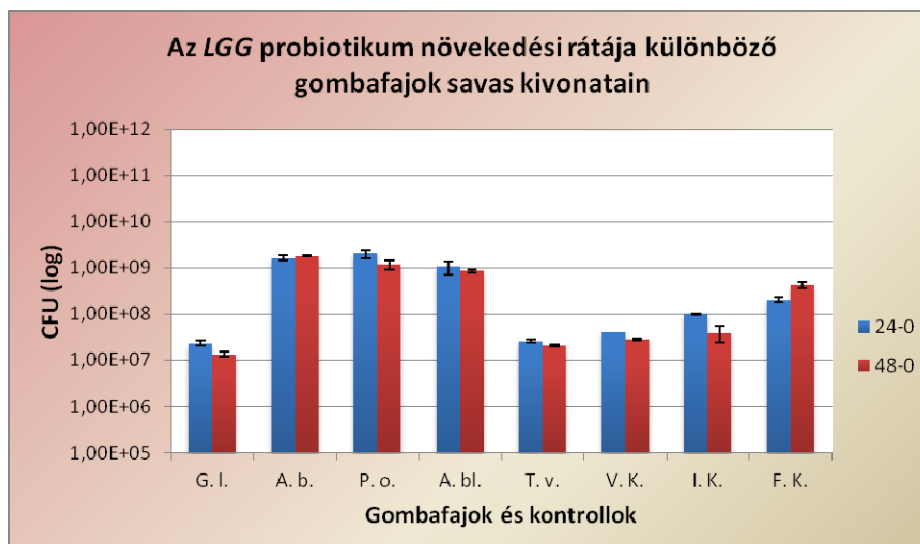
A *T. versicolor* savas kivonatán mutatott növekedés a *Lb. casei* és az *Ec. faecium* kivételével azonos volt a vizes kontrolléval. A *Lb. casei* esetében egy erőteljesebb, míg az *Ec. faecium* esetében gyengébb gátlást tudtunk megfigyelni, ugyanis a sejtszám az inkubációs idő végén a vizes kontrolléhoz képest alulmaradt. A *Lb. casei* sejtszáma 24 óra elteltével több, mint egy nagyságrenddel csökkent a vizes kontrollban becsült sejtszámhoz képest.

Érdekes eredmény, hogy amíg a *T. versicolor* faj savas kivonata gátolta a *Lb. casei* növekedését, addig az *A. bisporus* és *P. ostreatus* fajok extraktuma egy nagyságrenddel növelte a *Lb. casei* csíraszámát a két inulinos kontrollhoz képest, így elmondható, hogy a gombafajok savas kivonatának jelentős prebiotikus hatása van.

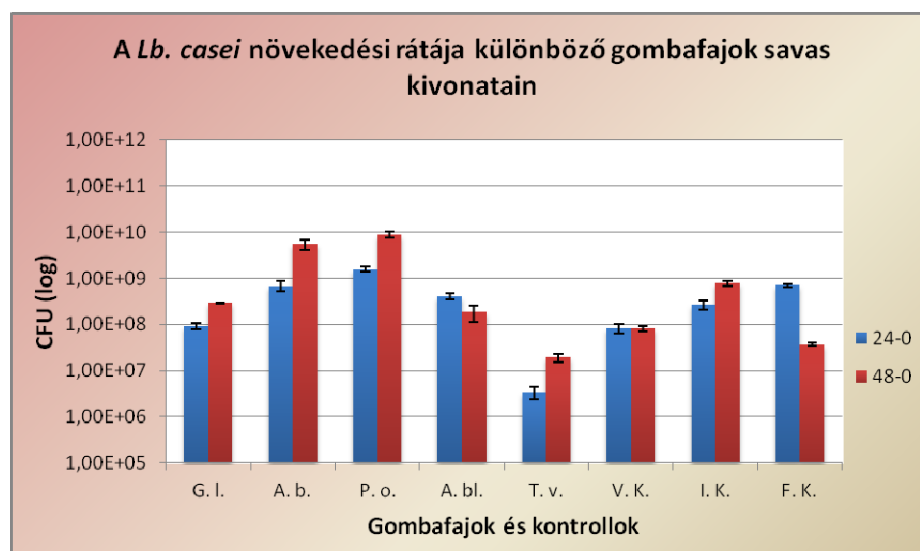
Minimális sejtszámnövekedést tapasztaltunk az *A. bisporus*, az *A. blazei* és a *P. ostreatus* savas kivonatain az inulinos kontrollokhoz viszonyítva. A többi faj esetében nem vagy csak minimális szaporodást fokozó hatást tudtunk megfigyelni.

Az *E. coli* esetében az összes kontroll és a legtöbb gombafaj megközelítőleg azonos sejtszámot adott, azonban közel két nagyságrendnyivel jobb növekedést mutatott az *A. bisporus* kivonatán 24 órás inkubációs idő elteltével, az ipari minőségű inulin kontrollhoz képest. Ehhez képest a *P. ostreatus* és az *A. blazei* kivonatán a Sigma inulinos kontrollal közel megegyező mértékű sejtszámnövekedés volt tapasztalható.

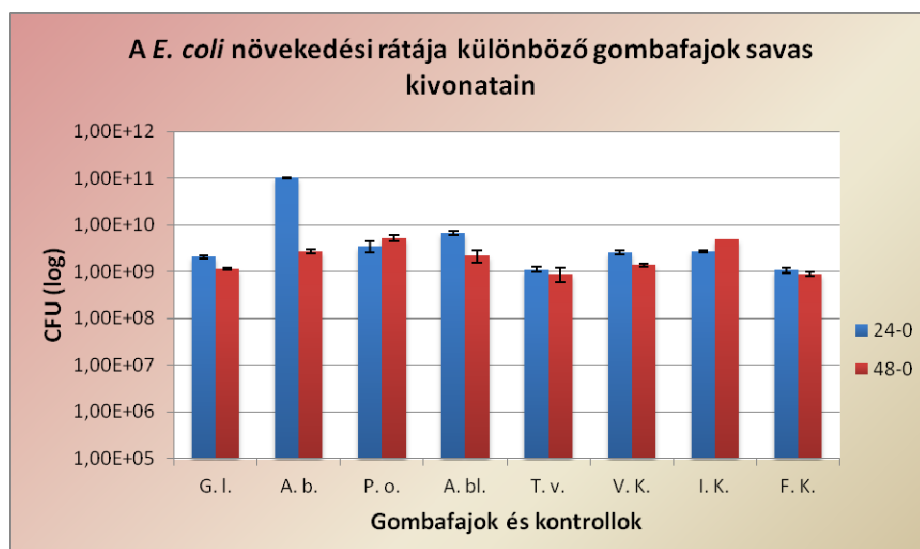
A *Lb. rhamnosus* LGG, az *Lb. casei* és az *E. coli* fajok savas kivonatokon mutatott növekedését 24 és 48 órás tenyésztést követően az 4., 5. és a 6. ábra mutatja. A fennmaradó fajok szaporodásának grafikonjai az 9.4.2. számú mellékletben találhatók.



4. ábra. Az LGG probiotikum sejtszámának alakulása a gombafajok savas kivonatain



5. ábra. A *Lb. casei* sejtszámának alakulása különböző gombafajok savas kivonatain



6. ábra. Az *E. coli* sejtszámának alakulása különböző gombafajok savas kivonatain

5.3. *A lúgos kivonatokon mutatott növekedési ráta eredményei*

A legtöbb esetben az *A. bisporus* kivonatokon tapasztalt növekedési ráta mutatta a probiotikus törzsek legintenzívebb szaporodását. Ezen kívül nem elhanyagolható a *P. ostreatus*, valamint az *A. blazei* savas kivonatán mutatott növekedési ráta sem.

Meglepő eredmény, hogy egyes baktérium fajok a *G. lucidum* kivonatán az ipari minőségű inulinnál is jobb szaporodási ütemet mutattak, tehát a faj lúgos kivonata rendelkezik a probiotikus baktériumok szaporodását elősegítő hatással.

A *T. versicolor* lúgos kivonatán mutatott növekedés általában a vizes kontrollhoz tapasztalt szaporodási rátához volt hasonló, az *LGG* probiotikum esetében a vizes kontrollal összevetve egy nagyságrendes gátlás történt, azonban az *Lb. casei* növekedési rátája egy nagyságrenddel meghaladta a vizes kontrollon való sejtszámot. A *P. ostreatus* és az *A. blazei* kivonatán mutatott növekedés az ipari minőségű inulinos kontrolléval volt egyenlő.

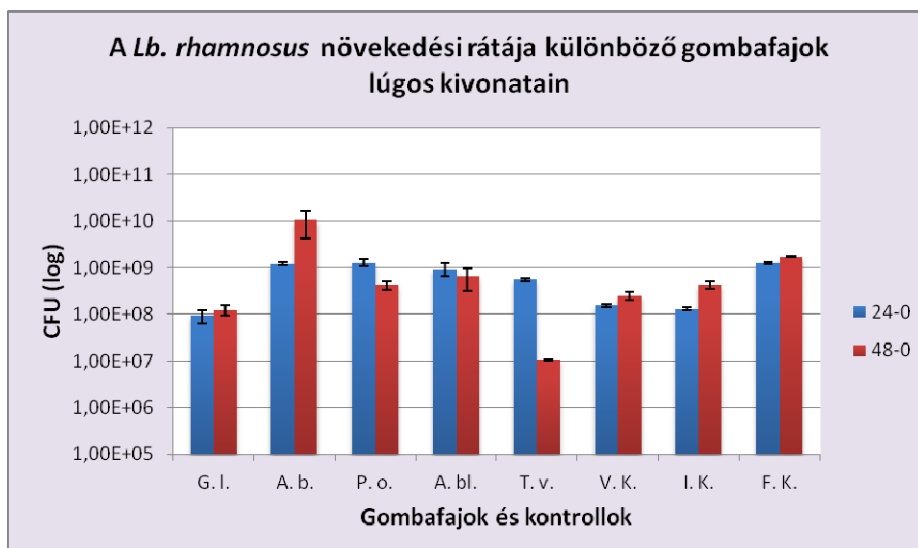
A *Lb. rhamnosus* sejtszáma a *A. bisporus* lúgos kivonatán közel egy nagyságrenddel volt magasabb, mint az ipari minőségű inulinos kontrollon. Ez a növekedési ráta azonban az analitikai minőségű inulinon mutatott szaporodásnak közel másfél szerese volt.

A *Lb. casei* esetében a *P. ostreatus* lúgos kivonatán mutatott szaporodási ráta két nagyságrenddel haladta meg az analitikai tisztaságú Sigma inulinon tapasztalt csíraszám növekedést. Az *A. bisporus* és az *A. blazei* és a *G. lucidum* kivonatán ez a növekedés egy nagyságrenddel volt nagyobb. Tehát az *Lb. casei* esetében e négy gombafaj kivonata mutatott jelentősebb szaporodást fokozó hatást.

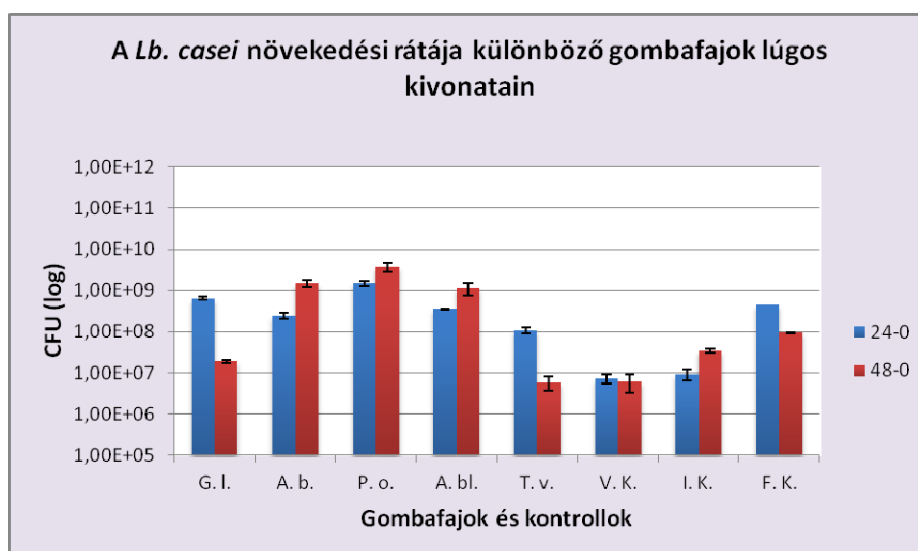
Az *Ec. faecium* a *G. lucidum* az *A. bisporus* és a *P. ostreatus* extraktumán megközelítőleg azonos módon növekedett, mindhárom esetben meghaladta a két inulinos kontrollon való szaporodási rátát. Ennek következtében elmondható, hogy e fajok esetében kismértékű szaporodást fokozó hatás figyelhető meg. A *T. versicolor* kivonatán, mint a legtöbb esetben, itt is közel egy nagyságrendes gátlás történt.

Az *E. coli* esetében az összes kontroll és a legtöbb gombafaj megközelítőleg azonos sejtszámot adott.

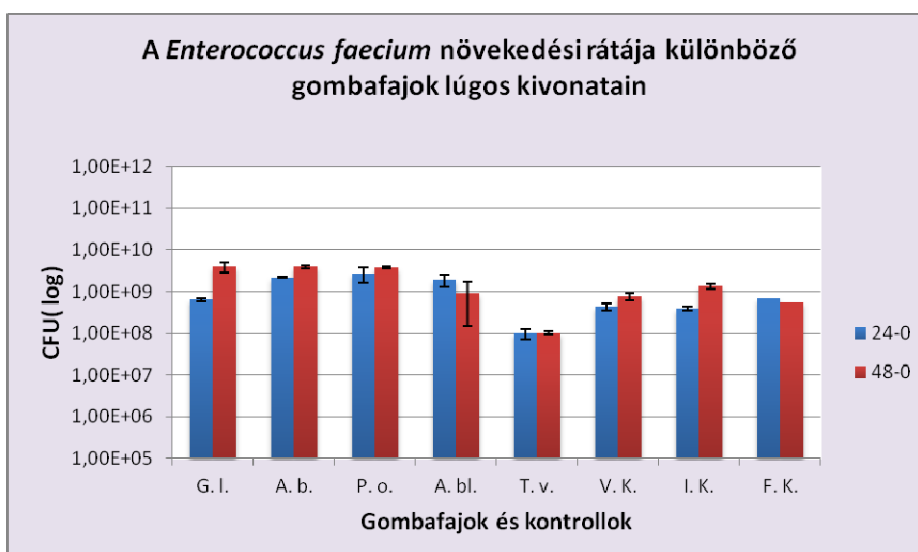
A *Lb. rhamnosus*, az *Lb. casei* és az *Ec. faecium* lúgos kivonatokon mutatott szaporodási rátáját 24 és 48 órás tenyésztést követően a 7., 8. és 9. ábra mutatja. A fennmaradó fajok szaporodásának grafikonjai az 9.4.3. számú mellékletben találhatók.



7. ábra. A *Lb. rhamnosus* sejtszámának alakulása a gombafajok lúgos kivonatain



8. ábra. A *Lb. casei* sejtszámának alakulása különböző gombafajok lúgos kivonatain



9. ábra. Az *Ec. faecium* sejtszámának alakulása a lúgos kivonatokon

5.4. *A etanolos kivonatokon mutatott növekedési ráta eredményei*

A gombafajok etanolos kivonatairól általánosságban elmondható, hogy a *P. ostreatus*, valamint az *A. bisporus* kivonatai mutatták a legjelentősebb szaporodás fokozó hatást, azonban a két inulinos kontrollhoz képest a csíraszám növekedés kisebb mértékű volt.

A *G. lucidum* kivonatán a vizes kontrollon mért növekedéshez hasonló szaporodási ütemet tudtunk megfigyelni az etanolos kivonaton is, tehát a faj etanolos kivonata nem rendelkezik probiotikus baktériumok szaporodását elősegítő hatással.

A *T. versicolor* etanolos kivonatán mutatott növekedés általában a vizes kontrollon tapasztalt szaporodási rátához volt hasonló, a *Lb. casei* és a *Ec. faecium* esetében több mint egy nagyságrendes gátlás történt a vizes kontrollhoz viszonyítva. Több esetben az *A. blazei* kivonatán 24 órás inkubációs idő elteltével kisebb mértékű sejtszámnövekedés volt tapasztalható vizes és a két inulinos kontrollhoz képest, így ebben az esetben sem tapasztalható prebiotikus hatás.

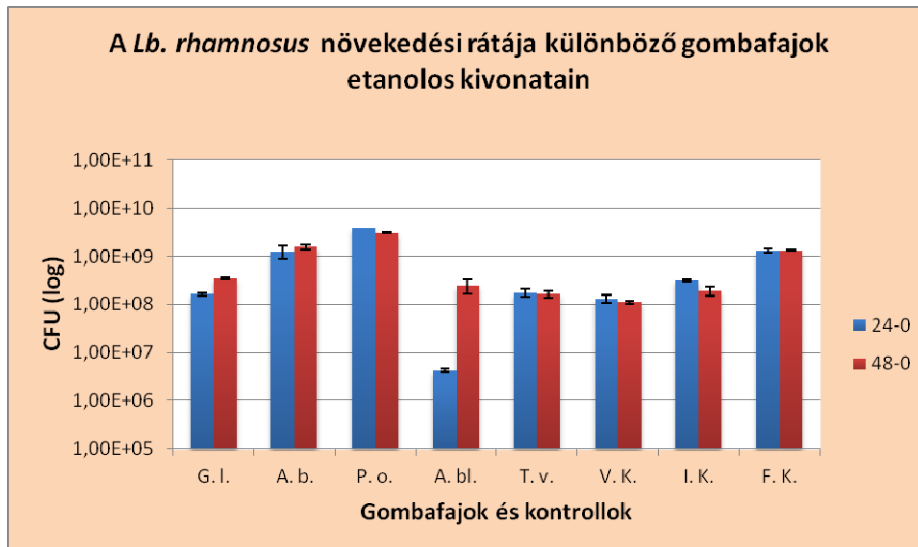
Az LGG probiotikum esetében a legtöbb gombakivonat a vizes kontrollhoz volt hasonló, az *A. blazei* kivonatán két nagyságrenddel kisebb prebiotikus hatást tapasztalhattunk a vizes kontrollhoz képest. Kisebb mértékű sejtszámnövekedés a *P. ostreatus* valamint az *A. bisporus* etanolos kivonatán történt.

Az *Lb. rhamnosus* a *P. ostreatus* etanolos kivonatán egy nagyságrenddel nagyobb szaporodási ütemet mutatott a Sigma inulinos kontrollhoz képest, viszont az *A. blazei* kivonatán másfélszeres nagyságrenddel kisebb mértékű növekedés a vizes kontrollhoz viszonyítva.

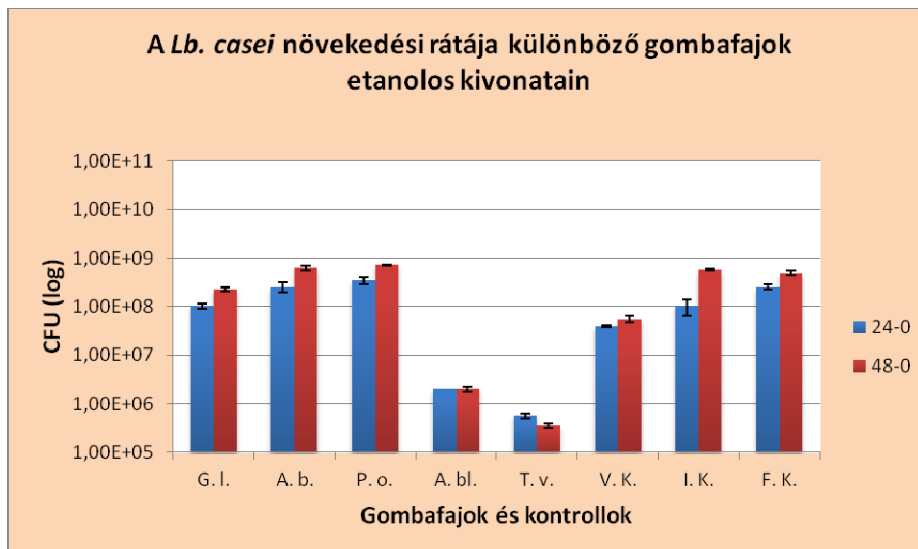
A *Ec. faecium* a *P. ostreatus* kivonatán mutatott - az analitikai minőségű inulin kontrollhoz képest - egy nagyságrenddel nagyobb növekedést. A többi faj esetében nem vagy csak minimális szaporodást fokozó hatást tudtunk megfigyelni.

Az *E. coli* esetében a legtöbb gombafaj és az összes kontroll megközelítőleg azonos sejtszámot adott, azonban kiemelkedően jó növekedést mutatott az *T. versicolor* kivonatán 48 órás inkubációs idő elteltével, az inulin kontrollokhoz képest. Ehhez képest kisebb mértékű sejtszámnövekedés volt tapasztalható a *P. ostreatus* kivonatán 24 óra elteltével.

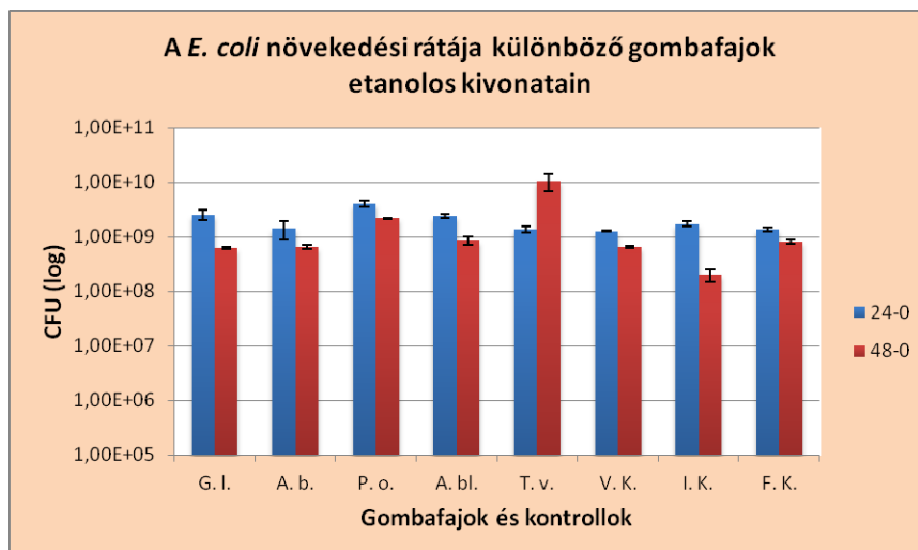
A *Lb. rhamnosus*, a *Lb. casei* és az *E. coli* sejtszámának alakulása különböző gombafajok etanolos kivonatán a 10., 11. és 12. ábrán látható. A fennmaradó fajok szaporodásának grafikonjai az 9.4.4. számú mellékletben találhatók.



10. ábra. A *Lb. rhamnosus* sejtszámának alakulása etanolos kivonatokon



11. ábra. A *Lb. casei* sejtszámának alakulása a gombafajok etanolos kivonatain



12. ábra. Az *E. coli* sejtszámának alakulása különböző gombafajok etanolos kivonatain

5.5. A száraz frakción mutatott növekedési ráta eredményei

A többi kontrollhoz hasonlóan, a vizes kivonat száraz frakciója esetében is a *P. ostreatus*, valamint az *A. blazei* vizes kivonatán mutatnak a probiotikus törzsek jelentős szaporodást. Az *A. bisporus* kivonatokon mutatott szaporodási ráta sem elhanyagolható az ipari és az analitikai minőségű inulinhoz képest.

A *G. lucidum* kivonatán A Sigma inulinos kontrollon mért növekedéshez hasonló szaporodási ütemet tudtunk megfigyelni, tehát a faj száraz frakciója nem rendelkezik probiotikus baktériumok szaporodását elősegítő hatással.

A *T. versicolor* vizes kivonatán mutatott növekedés általában a vizes kontrollhoz vagy a Sigma inulinon tapasztalt szaporodási rátához volt hasonló, így ebben az esetben sem tapasztalható prebiotikus hatás. Az *E. coli* esetében a *T. versicolor* növekedési rátája közel két nagyságrenddel meghaladta az ipari minőségű inulinos kontrollon tapasztalt növekedést, tehát a faj vizes kivonatából visszamaradt szilárd frakciója nem rendelkezik probiotikus baktériumok szaporodását elősegítő hatással.

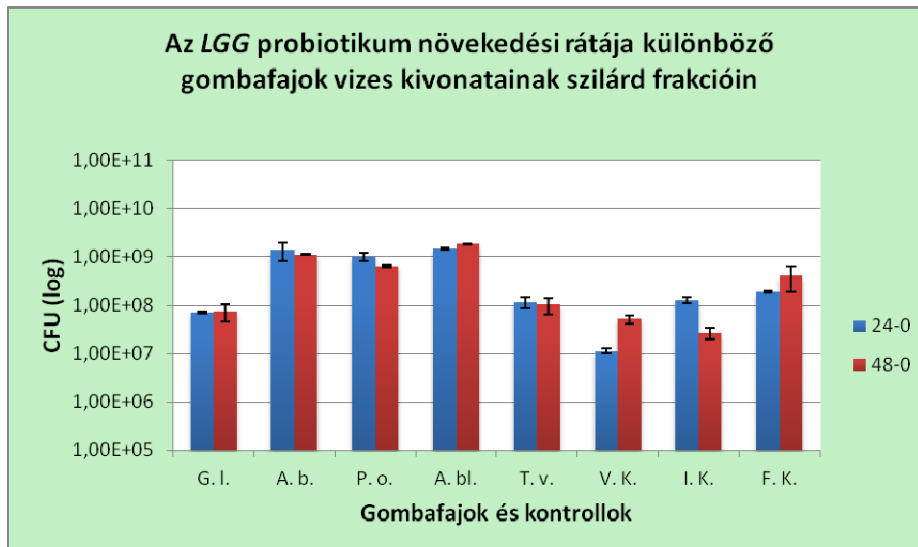
A LGG probiotikum sejtszáma a *P. ostreatus* és az *A. bisporus* szilárd frakcióján egy nagyságrenddel magasabb volt, mint az ipari minőségű inulinos kontrollon.

A *Lb. acidophilus* esetében a *G. lucidum*, a *T. versicolor* fajokon, illetve a Sigma inulinos kontrollon azonos szaporodási rátát tapasztaltunk. A *P. ostreatus* *A. bisporus* és a *A. blazei* is azonos mértékben fokozta a probiotikus baktériumok szaporodását, az ipari inulinhoz képest fél nagyságrendnyi, az analitikai tisztaságú inulinhoz képest egy nagyságrendnyi szaporodást fokozó hatást tudtunk megfigyelni. A vizes kivonat szilárd frakciójának esetében ez utóbbi gombafajok kivonatainak volt a legjelentősebb szaporodást fokozó hatásuk.

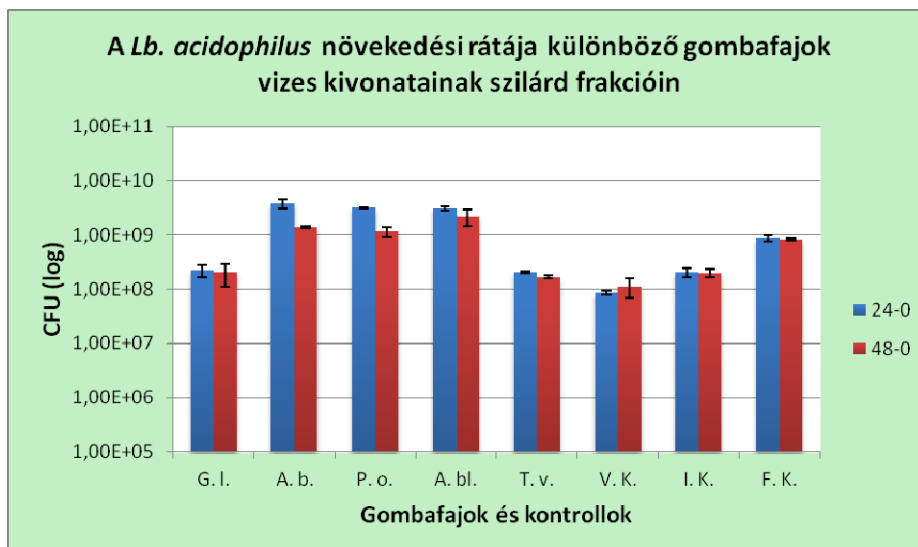
A *Ec. faecium* a *P. ostreatus* kivonatán mutatott - az analitikai minőségű inulin kontrollhoz képest - egy nagyságrenddel nagyobb növekedést. A többi faj esetében nem vagy csak minimális szaporodást fokozó hatás figyelhető meg. A fajok szaporodási üteme a két inulinos kontrollhoz viszonyítva hasonló tendenciát mutatott.

A *Lb. casei* és a *Lb. rhamnosus* szaporodási rátája mindkét esetben egy nagyságrenddel meghaladta az *A. blazei* vizes kivonatából visszamaradt szilárd frakción a Sigma inulinos kontrollon tapasztalt növekedést.

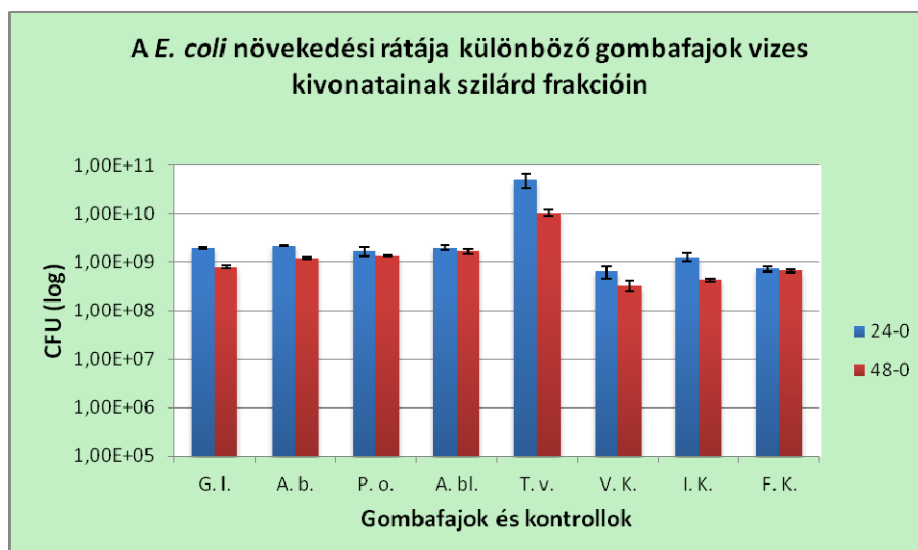
Az LGG probiotikum, az *Lb. acidophilus* és az *E. coli* szaporodási rátáját a 13., a 14. és a 15. ábra mutatja. A fennmaradó fajok szaporodásának grafikonjai az 9.4.5. számú mellékletben találhatók.



13. ábra. Az LGG probiotikum szaporodása vizes kivonatok szilárd frakcióin



14. ábra. A *Lb. acidophilus* szilárd frakciókon mutatott sejtszámának alakulása



15. ábra. Az *E. coli* sejtszámának alakulása a vizes kivonatainak szilárd frakcióin

6. Következtetések, javaslatok

A dolgozat „eredmények” részében tett azon megállapítás, miszerint bizonyos probiotikus baktériumok az inulin kontrollhoz képest (egy, esetleg két nagyságrenddel) magasabb szaporodási rátát mutatnak, még nem bizonyítja azt, hogy prebiotikus hatásról lenne szó, amelynek a hátterében a béta-glükánok állnának. A probiotikus baktériumokra gyakorolt szaporodást elősegítő hatás azonban bizonyos gombafajok és kivonatok esetében nem kérdéses. Korábban SYNYTSYA és munkatársai (2008) számoltak be arról, hogy a *P. ostreatus* és a *P. eryngii* fajok rendelkeznek probiotikumokra gyakorolt pozitív hatással. Esetünkben a hatás függött a gombafajtól, a kivonattól és a baktériumfajtól. Amennyiben a kivonatok élelmiszeripari, például szinbiotikus alkalmazásában gondolkodunk fontos megállapítani, hogy a baktérium szaporodását pozitívan befolyásoló gombafajjal kompatibilis baktériumfaj kerüljön az adott élelmiszertermékbe.

Mivel a szaporodást előnyösen befolyásoló gombakivonatok baktériumfajokra gyakorolt aktív összetevőjét, összetevőit nem ismerjük, ezért fontos lenne a jövőben azok beazonosítását elvégezni analitikai módszerekkel. Szintén fontosnak tartjuk újabb vadon gyűjtött vagy termesztésből származó étkezési és gyógyhatású gombafajok hatását is megvizsgálni a probiotikus baktériumokra vonatkozóan. Ilyen gombafajok lehetnek például a hernyógomba (*Cordyceps sinensis*), a shiitake (*L. edodes*), a bokrosgomba (*Gr. frondosa*), a süngomba (*Hericium erinaceus*), a túskegomba (*Polyporus umbellatus*), ferde csertapló (*I. obliquus*), a gyapjas tintagomba (*Coprinus comatus*) stb. A jövőben érdemes lenne szélesebb körben megvizsgálni a gombakivonatok más probiotikus mikrobákra (bifidobaktériumokra, bizonyos élesztőgombákra és spórás baktériumokra) gyakorolt hatását is. Végül, célszerű lenne a gombák további alkalmazási lehetőségeit kutatni élelmiszeripari termékfejlesztés céljából.

Amennyiben az aktív hatóanyagok kivonásában gondolkodunk, úgy elsősorban a termesztett gombafajokban kellene gondolkodnunk, mivel ezek egész évben rendelkezésre állnak, így a folyamatos ellátás biztosított. A gombafajoknak nem a termőtesteit, hanem elsősorban a letermelt, átszőtt szubsztrátumát, valamint szedési hulladékait lenne célszerű hasznosítani prebiotikus hatású komponensek kinyerése céljából. Ezzel lényegében a gombatermesztés melléktermékeit, hulladékait részben újra tudnánk hasznosítani, amelyből kedvező élettani hatású készítményeket lehetne előállítani, anélkül, hogy a megtermelt friss gomba mennyisége csökkenne.

7. Összefoglalás

A szakdolgozati munkám során arra a kérdésre kerestem a választ, hogy milyen hatást gyakorolnak a különböző étkezési vagy gyógyhatással rendelkező gombafajok a különféle probiotikus baktériumfajokra. Napjainkban alig találunk olyan tudományos közleményeket, amelyek ebben, vagy hasonló témában születtek.

A munkánk során öt gombafaj (*A. bisporus*, *A. blazei*, *P. ostreatus*, *G. lucidum*, *T. versicolor*) termőtesteiből állítottunk elő ötféle gombakivonatot (vizes, savas, lúgos, etanolos kivonat és a vizes kivonatból visszamardt szilárd frakció). A kivonatok hatását a következő baktériumfajok szaporodási rátáján keresztül értékeltük a tenyésztés 24. és 48. órájában: *Lactobacillus acidophilus*, *Lb. casei*, *Lb. paracasei*, *Lb. rhamnosus*, *Lb. rhamnosus* LGG, *E. coli* és *Ec. faecium*. Kontrollként desztillált vizet, valamint egy analitikai minőségű és egy ipari minőségű inulint használtunk.

A kivonatok vonatkozásában elmondható, hogy a vizes és savas kivonatok, illetve a vizes kivonat szilárd frakciója fokozta a *Lactobacillus*-fajok és bizonyos esetekben az *Ec. faecium* szaporodását. A sejtszámok gyakran még a két inulinos kontrollon mutatott növekedési rátát is meghaladták.

A gombafajok kapcsán általánosságban megemlíthető, hogy az *A. bisporus*, az *A. blazei* és a *P. ostreatus* legtöbb kivonata jelentős hatással volt a *Lactobacillus*-fajok növekedésére. A *G. lucidum* és *T. versicolor* kivonatán nem tapasztaltunk jelentős sejtszámemelkedést a vizes kontrollhoz képest.

Az *A. bisporus*, az *A. blazei* és a *P. ostreatus* vizes és savas kivonatán a baktériumfajok közül a *Lb. acidophilus* és a *Lb. rhamnosus* intenzív szaporodást mutatott, emellett a probiotikumként számon tartott LGG faj esetében is jelentős szaporodást figyelhettünk meg. Összességében elmondható, hogy számottevő csíraszám növekedés a vizes, a savas kivonaton, valamint a vizes kivonat száraz frakcióján történt. A *Lb. casei* és a *Lb. paracasei* az *A. blazei* és a *P. ostreatus* kivonatain több esetben is legalább egy nagyságrenddel magasabb növekedési rátát mutatott az analitikai minőségű inulinon tapasztalt szaporodáshoz képest. Az *Ec. faecium* esetében legtöbbször a vizes kontrollal azonos mértékű szaporodási ütemet tudtunk megfigyelni. Az *E. coli* növekedésére nézve jelentős szaporodást fokozó hatást nem tapasztaltunk.

Eredményeink alapján sikerült a gombák eddig ismert táplálkozás élettani jellemzőin felül egy újabb kedvező egészségre gyakorolt hatását megállapítanunk.

8. Irodalomjegyzék

1. AKAZAWA, N., TAGUCHI, K., IMAI, A., KIKUCHI, H., MINATO, M., IWAKI, H. (2010): A case of advanced gastric cancer responding to S-1/paclitaxel/lentinan as neoadjuvant chemoimmunotherapy. *Cancer Chemother.* 37(7): 1365-1367.
2. ANDREACCHI, A., WANG, T. AND WU, J.H. (1997): Cardiovascular effects of the fungal extract of *Basidiomycetes* sp. YL8006. *Life Sci.* 60(22): 1987-1994.
3. ANKE, T., OBERWINKLER, F., STEGLICH, W., SCHRAMM, G. (1977): The strobilurins- new antifungal antibiotics from the basidiomycete *Strobilurus tenacellus*. *J. Antibiot.* 30(10): 806-810.
4. BEAUGERIE, L. AND PETIT, J.C. (2004): Microbial-gut interactions in health and disease. Antibiotic-associated diarrhoea. *Best. Pract. Res. Cl. Ga.* 18(2): 337-352.
5. BERG, R.D. (1996): The indigenous gastrointestinal microflora. *Trends Microbiol.* 4: 430-435.
6. BERGER, A., REIN, D., KRATKY, E., MONNARD, I., HAJJAJ, H., MEIRIM, I., PIGUET-WELSCH, C., HAUSER, J., MACE, K., NIEDERBERGER, P. (2004): Cholesterol-lowering properties of *Ganoderma lucidum* in vitro, ex vivo, and in hamsters and minipigs. *Lipids. Health. Dis.* 18(3): 2.
7. BOBEK, P., OZDÍN, L., GALBAVY, S. (1998): Dose- and time-dependent hypocholesterolemic effect of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) in rats. *Nutr.* 14(3): 282-286.
8. BOHN, J.A., BE MILLER, J.N. (1995): β -(1 $\rightarrow$ 3)-Glucan as biological response modifiers: a review of structure-functional activity relationships. *Carbohydr Polym.* 28: 3-14.

9. BROWN, I.L., WANG, X., TOPPING, D.L., PLAYNE, M.J., CONWAY, P.L. (1998): High amylose maize starch as a versatile prebiotic for use with probiotic bacteria. *Food Aust.* 50(12): 603-609.
10. CALLAC, P., BILLETTE, C., IMBERNON, M., KERRIGAN, R.W. (1993): Morphological, genetic, and interfertility analyses reveal a novel, tetrasporic variety of *Agaricus bisporus* from the Sonoran Desert of California. *Mycologia* 85(5): 835-851.
11. CAPPELLI, A. (1984): Fungi Europaei: *Agaricus*. Saronno, Italy: Giovanna Biella. 123-125.
12. CHANG, S.T., MILES, P.G. (2004): Mushrooms – Cultivation, Nutritional Value, Medicinal Effect, and Environmental Impact. CRC Press, USA
13. CHEN, K. AND ZHANG, W. (1987): Advances in anti-aging herbal medicines in China. *Abstr. Chinese Med.* 1: 309-330.
14. CHEN, S., OH, S.R., PHUNG, S., HUR, G., YE, J.J., KWOK, S.L., SHRODE, G.E., BELURY, M., ADAMS, L.S., WILLIAMS, D. (2006): Anti-aromatase activity of phytochemicals in white button mushrooms (*Agaricus bisporus*). *Cancer Res.* 66 (24): 12026-12034.
15. CHIHARA, G. (1992): Recent progress in immunopharmacology and therapeutic effects of polysaccharides. *Dev. Biol. Stand.* 77: 191–197.
16. CHU, T.T., BENZIE, I.F., LAM, C.W., FOK, B.S., LEE, K.K., TOMLINSON, B. (2011): Study of potential cardioprotective effects of *Ganoderma lucidum* (Lingzhi): results of a controlled human intervention trial. *Br. J. Nutr.* 1: 1-11.
17. COLLINS, R.A., NG, T.B. (1997): Polysaccharopeptide from *Coriolus versicolor* has potential for use against human immunodeficiency virus type 1 infection. *Life Sci.* 60(25): 383-387.
18. CORNETTI, U. (2009): Antioxidant use in nutraceuticals. *Clin. Dermatol.* (27): 175-194.

19. COXAM, V. (2007): Current data with inulin-type fructans and calcium, targeting bone health in adults. *J. Nutr.* 137: 2527 -2533.

20. CURTIS, W. (1817-1828): *Flora londinensis*. Londres.4: 224.

21. DAVIES, K.J.A. (2000): Oxidative stress, antioxidant defenses, and damage removal, repair, and replacement systems. *IUBMB Life*, (50): 279-289.

22. DiLUZIO, N.R., WILLIAMS, D.L., MCNAMEE, R.B., MALSHET, V.G. (1980): Comparative evaluation of the tumor inhibitory and antibacterial activity of solubilized and particulate glucan. *Recent results in cancer research. Fortschritte der Krebsforschung. Progrès dans les recherches sur le cancer* 75: 165–172.

23. FALK, P.G., HOOPER, L.V., MIDVEDT, T. AND GORDON, J.I. (1998): Creating and maintaining the gastrointestinal ecosystem: what we know and need to know from gnotobiology. *Microbiol. Mol. Biol. R.* 62: 1157-1170.

24. FAO/WHO (2001): Health and Nutritional Properties of Probiotics in Food including Powder Milk with Live Lactic Acid Bacteria. Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation on Evaluation of Health and Nutritional Properties of Probiotics in Food Including Powder Milk with Live Lactic Acid Bacteria. *FAO Food Nutr. Pap.* 85: 50.

25. FUJIMIYA, Y., SUZUKI, Y., OSHIMAN, K, KOBORI H, MORIGUCHI K, NAKASHIMA H, MATUMOTO Y, TAKAHARA S, EBINA T, KATAKURA R. (1998): Selective tumoricidal effect of soluble proteoglucan extracted from the basidiomycete, *Agaricus blazei* Murill, mediated via natural killer cell activation and apoptosis. *Cancer Immunol. Immunother.* 46: 147-159.

26. GARCÍA-LORA, A., PEDRINACI, S., GARRIDO, F. (2001): Protein-bound polysaccharide K and interleukin-2 regulate different nuclear transcription factors in the NKL human natural killer cell line. *Cancer Immunol. Immunother.* 50(4): 191-198.

27. GEIER, M.S. (2006): Probiotics, prebiotics and synbiotics: a role in chemoprevention for colorectal cancer? *Cancer Biol. Ther.* 5(10): 1265-1269.

28. GEÖSEL, A. (2011): Az *Agaricus blazei* (Murrill) termesztési lehetőségei és komplex összehasonlító vizsgálata = The cultivation opportunities and complex comparison survey of *Agaricus blazei* (Murrill). Doktori (PhD) értekezés, Budapesti Corvinus Egyetem, Kertészettudományi Doktori Iskola.

29. GIBSON, G.R., ROBERFROID, M.B. (1995): Dietary modulation of the human colonic microbiota: Introducing the concept of prebiotics. *J. Nutr.* 125(6): 1401-1412.

30. GILBERTSON, R.L., RYVARDEN, L. (1987): North American polypores. vols. 2. Oslo, Norway: *Fungiflora*.

31. GILBERTSON, R.L., RYVARDEN, L. (1993): European polypores. 2 vols. Oslo, Norway: *Fungiflora*.

32. GOMES, A.M.P., MALCATA, F.X. (1999): *Bifidobacterium spp.* and *Lactobacillus acidophilus*: biological, biochemical, technological and therapeutical properties relevant for use as probiotics. *Trends Food Sci. Tech.* 10: 139-157.

33. GRITTENDEN, R.G., PLAYNE, M.J. (1996): Production, properties and applications of food-grade oligosaccharides. *Trends Food Sci. Tech.* 7: 353-361.

34. GRUBE, B.J., ENG, E.T., KAO, Y.C., KWON, A., CHEN, S. (2001): White button mushroom phytochemicals inhibit aromatase activity and breast cancer cell proliferation. *J. Nutr.* 131(12): 3288-3293.

35. GUNDE-CIMERMAN, N. (1999): Medicinal Value of the genus *Pleurotus* (Fr.) P. Karst. (*Agaricales* s.l., *Basidiomycetes*). *Int. J. Med. Mushrooms.* 1(1): 69–80.

36. GUNDE-CIMERMAN, N., CIMERMAN, A. (1995): *Pleurotus* fruiting bodies contain the inhibitor of 3-hydroxy-3-methylglutaryl-coenzyme A reductase-lovastatin. *Exp. Mycol.* 19(1): 1-6.

37. GUNDE-CIMERMAN, N., PLEMENITAS, A. (2002): *Pleurotus sporocarps: a hypocholesterolemic nutraceutical. In Proceedings of the 7th International Mycological Congress.* 97.
38. GYÖRFI, J. (2003): Csiperketermesztés nemcsak vállalkozóknak. Szaktudás Kiadó Ház. Budapest.
39. GYÖRFI, J. (2010): Gombabiológia, gombatermesztés. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
40. HAJDÚ, CS. (2008): A termesztett *Pleurotus ostreatus* hibridek tulajdonságainak javítása és új hibridek előállítása vadon termő törzsek alkalmazásával. Doktori (PhD) értekezés, Budapesti Corvinus Egyetemi, Kertészettudományi Doktori Iskola.
41. HAO, T., WANG, Y.M., LI, J.J., DU, Z.Y., DUAN, C.M., WANG, C.Y., SONG, J.P., WANG, L.J., LI, Y.H., WANG, Y. (2012): Effect of Lentinan against Immunosuppression of Lymphocytes Cultured in Simulated Microgravity Environment. *J. Exp. Hematol.* 20(1): 182-186.
42. HOLM, F. (2003): New functional food ingredients. Cancers and oxidative degradations. Flair-Flow 4 Synthesis report. Institut national de la Recherche. 32.
43. HONG, L., XUN, M., WUTONG, W. (2007): Anti-diabetic effect of an α -glucan from fruit body of maitake (*Grifola frondosa*) on KK-Ay mice. *J. Pharm. Pharmacol.* 59(4): 575-582.
44. IINO, Y., YOKOE, T., MAEMURA, M. *et al.* (1995): Immunochemotherapies versus chemotherapy as adjuvant treatment after curative resection of operable breast cancer. *Anticancer Res.* 15: 2907-2911.
45. ITO, H., SHIMURA, K., ITOH, H., KAWADE, M. (1997): Antitumor effects of a new polysaccharide-protein complex (ATOM) prepared from *Agaricus blazei* (Iwade strain 101) "Himematsutake" and its mechanisms in tumor-bearing mice. *Anticancer Res.* 17: 277-284.

46. ITOH, H., ITO, H., AMANO, H. & NODA, H. (1994): Inhibitory action of a (1-->6)beta-D-glucan-protein complex (FIII-2-b) isolated from *Agaricus blazei* Murrill ("Himematsutake") on Meth A fibrosarcoma-bearing mice and its antitumor mechanism. *Jpn. J. Pharmacol.* 66 (2): 265-271.
47. JAN, R.H., LIN, T.Y., HSU, Y.C., LEE, S.S., LO, S.Y., CHANG, M., CHEN, L.K., LIN, Y.L. (2011): Immuno-modulatory activity of *Ganoderma lucidum*-derived polysaccharide on human monocytoïd dendritic cells pulsed with Der p 1 allergen. *BMC Immunol.* 25(12): 31.
48. JONG, S.C., DONOVICK, R. (1989): Antitumor and antiviral substances from fungi. *Adv. Appl. Microbiol.* 34: 183-262.
49. KALYONCU, F., OSKAY, M., SAĞLAM, H., ERDOĞAN, T.F., TAMER, A.U. (2010): Antimicrobial and antioxidant activities of mycelia of 10 wild mushroom species. *J. Med. Food.* 13(2): 415-419.
50. KARAMAN, M., JOVIN, E., MALBASA, R., MATAVULY, M., POPOVIĆ, M. (2010): Medicinal and edible lignicolous fungi as natural sources of antioxidative and antibacterial agents. *Phytother Res.* 24(10): 1473-1481.
51. KOBAYASHI, H., MATSUNAGA, K., OGUCHI, Y. (1995): Antimetastatic effects of PSK (Krestin), a protein-bound polysaccharide obtained from basidiomycetes: an overview. *Cancer Epidemiol. Biomarkers Prev.* 4(3): 275-281.
52. KUBO, K., AOKI, H., NANBA, H. (1994): Anti-diabetic activity present in the fruit body of *Grifola frondosa* (Maitake). *Biol. Pharm. Bull.* 17: 1106-1110.
53. KUMAR, MAJETI, N.V. RAVI. (2000): A review of chitin and chitosan applications. *React. Funct. Polym.* 46(1): 1-27.

54. KUMPRECHT, I. AND ZOBAC, P. (1998): Study of the effect of a combined preparation containing enterococcus faecium M-74 and mannan-oligosaccharides in diets for weanling piglets. *Czech J. Anim. Sci.* 43: 477-481.
55. LEE, J.M., KWON, H., JEONG, H., LEE, J.W., LEE, S.Y., BAEK, S.J. & SURH, Y.J. (2001): Inhibition of lipid peroxidation and oxidative DNA damage by *Ganoderma lucidum*. *Phytother. Res.* 15(3): 245-249.
56. LELLEY, J. (1997): Die Heilkraft der Pilze. Econ Verlag GmbH, Düsseldorf und München. 236.
57. LOWER, S.E. (1984): Polymers from the Sea Chitin and Chitosan. *Manuf. Chem.* 55: 73-75.
58. LU, L., QIAN, Y., HU, Z., YE, Y. (1998): Study on certified reference material of germanium in *Ganoderma lucidum*. *Wei. Sheng. Yan. Jiu.* 27(4): 283-284.
59. MACH, T. (2006): Clinical usefulness of probiotics in inflammatory bowel diseases. *J. Physiol. Pharmacol.: an Official Journal of the Polish Physiological Society* 57(9): 23-33.
60. MANOHAR, V., TALPUR, N.A., ECHARD, B.W., LIEBERMAN, S., PREUSS, H.G. (2002): Effects of a water-soluble extract of maitake mushroom on circulating glucose/insulin concentrations in KK mice. *Diabetes Obes. Metab.* 4(1): 43-48.
61. METCHNIKOFF, E. (1907): Essais optimistes. Paris. The prolongation of life. Optimistic studies. Translated and edited by P. Chalmers Mitchell.
62. MIN, B.S., GAO, J.J., NAKAMURA, N., HATTORI, M. (2000): Triterpenes from the spores of *ganoderma lucidum* and their cytotoxicity against Meth-A and LLC tumor cells. *Chem. Pharm. Bull.* 48(7): 1026-1033.
63. MINERVA MEDICAL (2009): The Biological activity of beta-glucans. *Pub. Med.* 100(3): 237-245.

64. MITSOU, E.K., PANOPOULOU, N., TURUNEN, K., SPILIOTIS, V., KYRIACOU, A. (2010): Prebiotic potential of barley derived β -glucan at low intake levels: A randomised, double-blinded, placebo-controlled clinical study. *Food Res. Int.* 43(4): 1086-1092.
65. MIURA, N.N., OHNO, N., AKETAGAWA, J., TAMURA, H., TANAKA, S., YADOMAE, T. (1996): Blood clearance of (1 $\rightarrow$ 3)-beta-D-glucan in MRL lpr/lpr mice. *FEMS Immunol. Med. Microbiol.* 13(1): 51-57.
66. MODLER, H.W. (1994): Bifidogenic factors, sources, metabolism and application. *Int. Dairy J.* 4(5): 383-407.
67. MORI, K., KOBAYASHI, C., TOMITA, T., INATOMI, S., IKEDA, M. (2008): Antiatherosclerotic effect of the edible mushrooms *Pleurotus eryngii* (Eringi), *Grifola frondosa* (Maitake), and *Hypsizygus marmoreus* (Bunashimeji) in apolipoprotein E-deficient mice. *Nutr. Res.* 28(5): 335-342.
68. MORIKAWA, K., TAKEDA, R., YAMAZAKI, M., MIZUNO, D. (1985): Induction of tumoricidal activity of polymorphonuclear leukocytes by a linear beta-1,3-D-glucan and other immunomodulators in murine cells. *Cancer Res.* 45(4): 1496-1501.
69. NEMCOVÁ, R., BOMBA, A., GANCARČIKOVÁ, S., HERICH, R. AND GUBA, P. (1999): Study of the effect of lactobacillus paracasei and fructo-oligosaccharides on the faecal microflora in weanling piglets. *Berl. Münch. Tierärztl. Wschr.* 112: 225-228.
70. NEWBURG, D.S. (2000): Oligosaccharides in human milk and bacterial colonization. *J. Pediatr. Gastroenterol. Nutr.* 30: 8-17.
71. NICHOLS, A.W. (2007): Probiotics and athletic performance: A systematic review. *Curr. Sports Med. Rep.* 6(4): 269-273.
72. NICOLOSI, R., BELL, S.J., BISTRIAN, B.R., GREENBERG, I., FORSE, R.A. AND BLACKBURN, G.L. (1999): Cholesterol Benefits from Beta 1,3/1,6 Glucan Purified from Yeast Cell Wall. Nutrition and Infection Laboratory, Harvard Medical School;

the Centers for the Study of Nutrition and Medicine and for Nutritional Research, and Clowes Surgical Metabolism Laboratory, Beth Israel Deaconess MEDICAL CENTER, Boston. *Am. J. Clin. Nutr.* 70(2): 208-212.

73. OHNO, R., YAMADA, K., MASAOKA, T., OHSHIMA, T., AMAKI, I., HIROTA, Y., HORIKOSHI, N., HORIUCHI, A., IMAI, K., KIMURA, I. (1984): A randomized trial of chemoimmunotherapy of acute nonlymphocytic leukemia in adults using a protein-bound polysaccharide preparation. *Cancer Immunol. Immunother.* 18(3): 149-154.
74. OOI, L.G., LIONG, M.T. (2010): Cholesterol-Lowering Effects of Probiotics and Prebiotics: A Review of *in Vivo* and *in Vitro* Findings. *Int. J. Mol. Sci.* 11(6): 2499-2522.
75. OOI, L.S.M., OOI, V.E.C., FUNG, M.C. (2002): Induction of gene expression of immunomodulatory cytokines in the mouse by a polysaccharide from *Ganoderma lucidum* (Curt.: Fr.) P. Karst. (Aphyllophoromycetidae). *Int. J. Med. Mushrooms* 4: 27-35.
76. PREUSS, H.G., ECHARD, B., BAGCHI, D., PERRICONE, N.V. (2010): Maitake mushroom extracts ameliorate progressive hypertension and other chronic metabolic perturbations in aging female rats. *Int. J. Med. Sci.* 7(4): 169-180.
77. REID, G. (2008): Probiotic Lactobacilli for urogenital health in women. *J. Clin. Gastroenterol.* 42(3): 234-236.
78. REIS, F.S., BARROS, L., MARTINS, A., FERREIRA, I.C. (2012): Chemical composition and nutritional value of the most widely appreciated cultivated mushrooms: an inter-species comparative study. *Food Chem. Toxicol.* 50(2): 191-197.
79. ROBERFROID, M.B. (2001): Prebiotics: preferential substrates for specific germs? *Am. J. Clin. Nutr.* 73: 406-409.
80. ROP, O., MLCEK, J., JURIKOVA, T. (2009): Beta-glucans in higher fungi and their health effects. *Nutr. Rev.* 67(11): 624-631.

81. SAMCHAI, S., SEEPHONKAI, P., SANGDEE, A., PUNTUMCHAI, A., KLINHOM, U. (2009): Antioxidant, Cytotoxic and Antimalarial Activities from Crude Extracts of Mushroom *Phellinus linteus*. *J. Biol. Sci.* 9: 778-783.
82. SCHOLZ-AHRENS, K.E., SCHREZENMEIR, J. (2007): Inulin and Oligofructose and Mineral Metabolism: The Evidence from Animal Trials. *J. Nutr.* 137(11): 2513-2523.
83. SHI, Y.L., JAMES, A.E., BENZIE, I.F., BUSWELL, J.A. (2002): Mushroom-derived preparations in the prevention of H₂O₂-induced oxidative damage to cellular DNA. *Teratog. Carcinog. Mutagen.* 22(2): 103-111
84. SHIM, S.B. (2005): Effects of prebiotics, probiotics and synbiotics in the diet of young pigs. Ph.D. Thesis, Animal Nutrition Group, Wageningen Institute of Animal Sciences, Wageningen University and Research Centre, Wageningen, The Netherlands.
85. SOMOSNÉ NAGY, A. (2010): Laskagomba fajtaspecifikus termesztéstechnikájának fejlesztése = Development of oyster mushroom variety-specific growing technology. Doktori (PhD) értekezés, Budapesti Corvinus Egyetem, Kertészettudományi Doktori Iskola.
86. STAMETS, P. (2005): Mycelium Running: how mushrooms can help save the world. Ten Speed Press. 40-299.
87. SUTO, T., FUKUDA, S., MORIYA, N. et al. (1994): Clinical study of biological response modifiers as maintenance therapy for hepatocellular carcinoma. *Cancer Chemother. Pharmacol.* 33: 145-148.
88. SYNITSYA, A., MÍCKOVÁ, K., SYNITSYA, A., JABLONSKY, I., SPEVÁČEK, J., ERBAN, V., KOVÁŘÍKOVÁ, E. & COPÍKOVÁ, J. (2008): Glucans from fruit bodies of cultivated mushrooms *Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus eryngii*: Structure and potential prebiotic activity. *Carbohydr. Polym.* (kötetszám és oldalszám nem hozzáférhető).

89. TAO, J., FENG, K.Y. (1990): Experimental and clinical studies on inhibitory effect of *Ganoderma lucidum* on platelet aggregation. *J. Tongji Med. Univ.* 10(4): 240-243.
90. TEAS, J. (1983): The dietary intake of Laminarin, a brown seaweed, and breast cancer prevention. *Nutr. cancer* (Lawrence Erlbaum Associates) 4(3): 217-222.
91. UKAI, S., KIHO, T., HIRA, C., KURUMA, I. AND TANAKA, Y. (1983): Polysaccharides in fungi. XIV. Anti-inflammatory effect of the polysaccharides from the fruitbodies of several fungi. *J. Pharmacobiodyn.* 6(12): 983-990.
92. VANDERHOOF, J.A. (2008): Probiotics in allergy management. *J. Pediatr. Gastroenterol. Nutr.* 47(2): 38-40.
93. VETTER, J. (2000): Mikoterápia-a gyógyászat új lehetősége? *Gyógyszerészet*, 44: 464-469.
94. VETTER, J. (2010): A gombák gyógyhatásai-gyógygombák. in Györfi, J. (Ed.). (2010): *Gombabiológia, gombatermesztés*. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 64-77.
95. VETTER, J. (2010): A gombák táplálkozási értékei. in Györfi, J. (Ed.). (2010): *Gombabiológia, gombatermesztés*. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 48-63.
96. WAKUI, A., KASAI, M., KONNO, K., ABE, R., KANAMARU, R., TAKAHASHI, K., NAKAI, Y., YOSHIDA, Y., KOIE, H., MASUDA, H. (1986): Randomized study of lentinan on patients with advanced gastric and colorectal cancer. Tohoku Lentinan Study Group (in Japanese). *Cancer. Chemoth.* 13(4): 1050-1059.
97. WANG, J.F., ZHANG, J.J., CHEN, W.W. (1985): Study of the action of *Ganoderma lucidum* on scavenging hydroxyl radicals from plasma. *J. Tradit. Chin. Med.* 5(1): 44-60.
98. WASSER, S.P., DIDUKH, M.Y., AMAZONAS MAL, EVIATAR, N., STAMETS, P., AUGUSTO, F.E. (2002): Is a Widely Cultivated Culinary-Medicinal Royal Sun *Agaricus* (the

Himematsutake Mushroom) Indeed *Agaricus blazei* Murrill? *Int. J. Med. Mushrooms*. 4(4): 267-290.

99. WASSER, S.P., WEIS, A.L. (1999): Therapeutic effects of substances occurring in higher *Basidiomycetes* mushrooms: a modern perspective. *Crit. Rev. Immunol.* 19(1): 65-96.
100. WHITE, L.A., NEWMAN, M.C., CROMWELL, G.I., LINDEMANN, M.D. (2001): Efficacy of brewers dried yeast as a source of mannan-oligosaccharides without and with organic acids and carbadox on performance and intestinal bacterial population of weanling pigs. *J. Anim. Sci.* 79(2): 78.
101. YAN, F., POLK, D.B. (2006): Probiotics as functional food in the treatment of diarrhea. *Curr. Opin. Clin. Nutr. Metab. Care.* 9(6): 717-721.
102. ZHU, H.S., YANG, X.L., WANG, L.B., ZHAO, D.X., CHEN, L. (2000): Effects of extracts from sporoderm-broken spores of *Ganoderma lucidum* on HeLa cells. *Cell Biol. Toxicol.* 16(3): 201-206.
103. ZHU, M., CHANG, Q., WONG, L.K., CHONG, F.S., LI, R.C. (1999): Triterpene antioxidants from *Ganoderma lucidum*. *Phytother. Res.* 13: 529-531.

8.1. Internetes Hivatkozások

Internetes hivatkozás 1.

<http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/search/>

Lekérdezés ideje: 2011.10.11.

Food and Nutrition Information Center

United States Department of Agriculture- National Agricultural Library

9. Mellékletek

9.1. Melléklet

Néhány gombafaj és élettani hatásai (STAMETS, 2005)

	<i>Ganoderma lucidum</i>	<i>Pleurotus ostreatus</i>	<i>Trametes versicolor</i>
antibakteriális	x	x	x
Candida-ellenes	x		
gyulladáscsökkentő	x		
antioxidáns	x		x
daganat ellenes	x		x
vírusölő	x	x	x
vérnyomás szabályozó	x	x	
vércukorszint szabályozó	x		
szív és érrendszerre ható	x	x	
koleszterinszint csökkentő	x	x	
immunerősítő	x		x
veseerősítő	x		x
májerősítő	x		x
tüdőre, légzőszervrendszerre ható	x		
idegrendszer erősítő	x	x	
potencianövelő			
stresszcsökkentő	x		

9.2. Melléklet

9.2.1. MRS táptalaj

(1liter) – Scharlau (*Lb. rhamnosus*, *Lb. casei*, *Lb. paracasei*, LGG)

Proteospepton	10 g
Húskivonat	8 g
Élesztőkivonat	4 g
Na-acetát	5 g
Triammónium-citrát	2 g
Mg-szulfát	0.2 g
Mn-szulfát	0.05 g
K ₂ HPO ₄	2 g
Poliszorbát (Tween20)	1 g
Agar	14 g

121 °C, 15 percig, pH=6,2

9.2.2. *Ciszteines MRS*-hez L-ciszteint használtunk, 1 literhez 0,5 grammot (*Lb. acidophilus*)

9.2.3. *CM táptalaj* - Coliform Agar, Merck KGaA (Microbiology Chromocult) (*E. coli*)

Húskivonat	15g
Trypton	30g
Élesztőkivonat	5g
K ₂ HPO ₄	5g
Deszt. víz	1000 ml

pH-7

9.2.4. *Compass Enterococcus Agar* (Biokar Diagnostics) (*Ec. faecium*)

- Pepton	27.5 g
- Élesztőkivonat	5 g
- Nátrium-klorid	5 g
- Tween 80	1 g

- Szelektív hatóanyagok 0.3 g
- X-glükózid 0.1 g
- Bacteriological agar 14 g

pH: 25 °C-on 7.5 ± 0.2 .

A tápleveseket glükóz és agar nélkül készítettük.

Az *Ec. faecium*-nál és az *E. coli*-nál is CM táplevest alkalmaztunk.

9.3. Melléklet



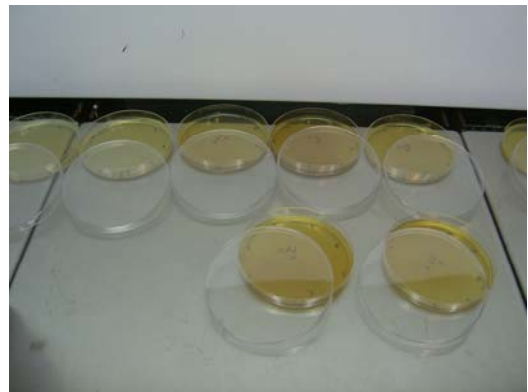
16. ábra. A centrifugálás és kiszáritás után visszamaradt szilárd frakció porítás előtt



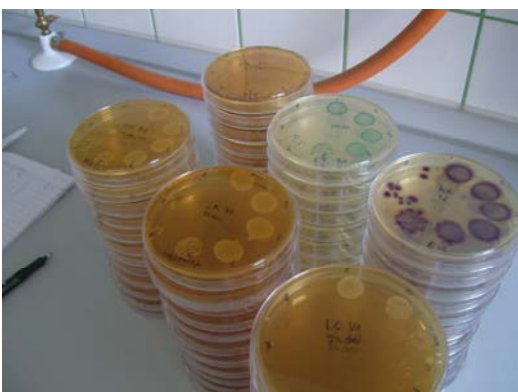
17. ábra. A vizesből visszamaradt szilárd frakció és a tápleves



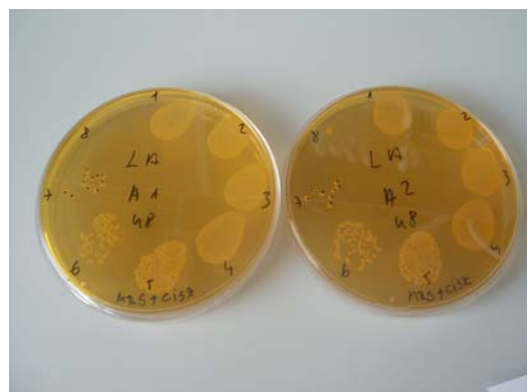
18. ábra. Hígítási sor készítése microplate-ben



19. ábra. A kicsöpögtetés utáni száradás a lamináris boxban



20. ábra. Telepszámolás



21. ábra. A *Lb. acidophilus* két kontrollja az *A. bisporus* kivonatán



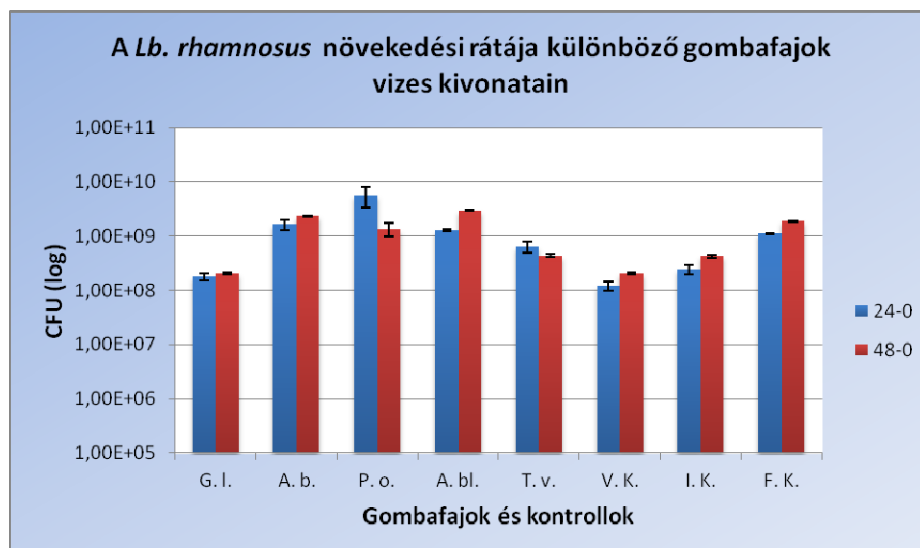
22. ábra. Az *Ec. faecium* szaporodása a beoltás után 48 órával vizes kontrollon



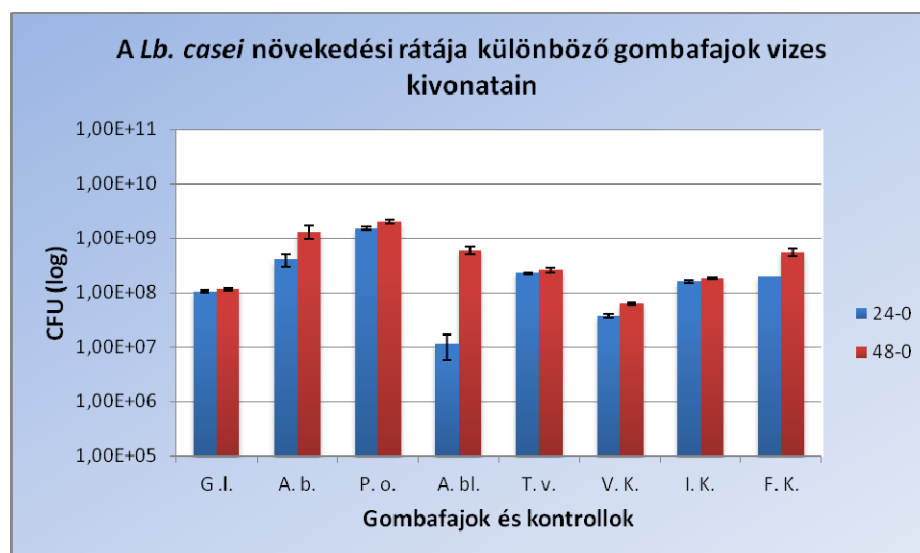
23. ábra. Az *E. coli* szaporodása a beoltás után 48 órával *A. bisporus* kivonatán

9.4. Melléklet

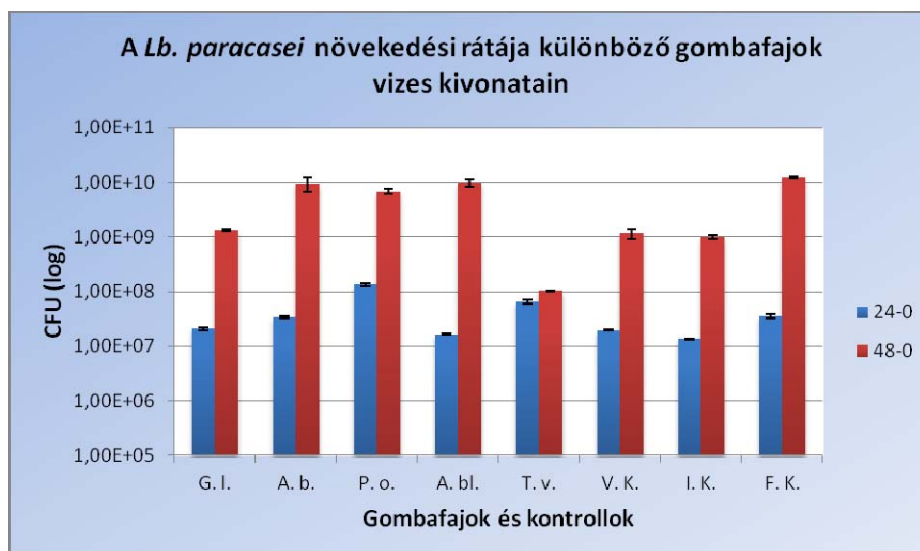
9.4.1. A különböző baktériumfajok sejtszámának alakulása a gombafajok vizes kivonatain



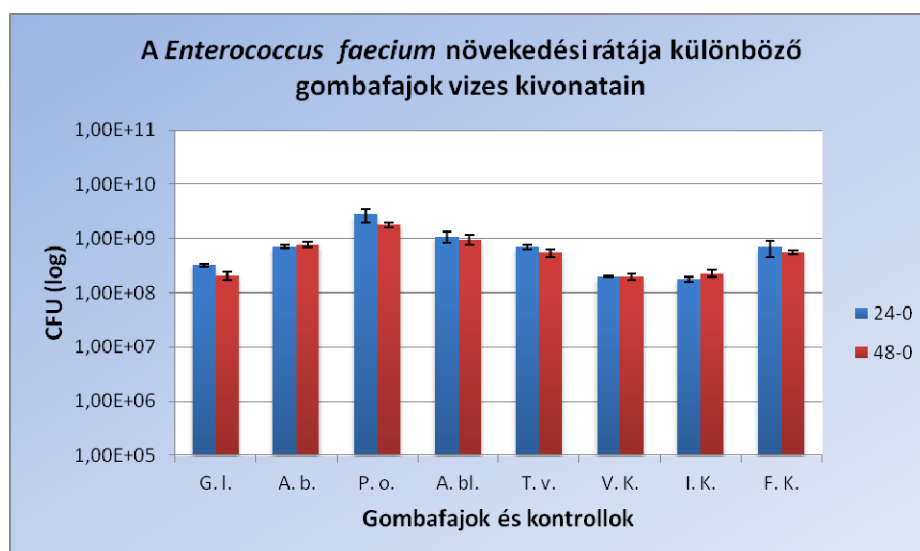
24. ábra. A *Lb. rhamnosus* sejtszámának alakulása különböző gombafajok vizes kivonatain



25. ábra. A *Lb. casei* sejtszámának alakulása különböző gombafajok vizes kivonatain

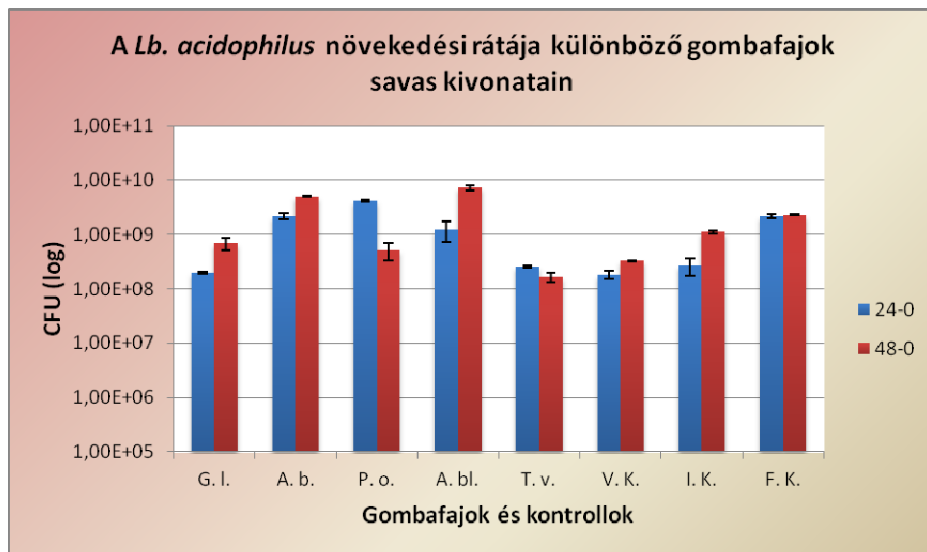


26. ábra. A *Lb. paracasei* sejtszámának alakulása különböző gombafajok vizes kivonatain

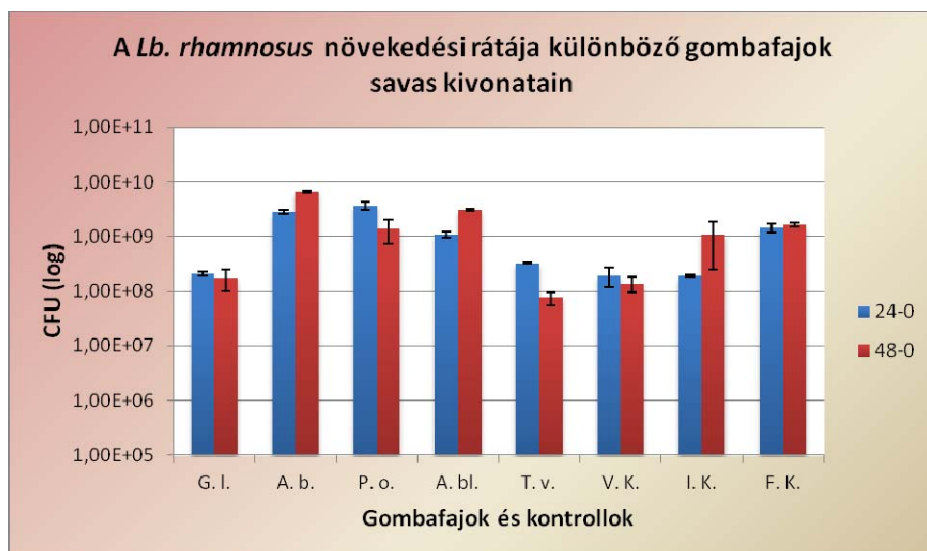


27. ábra. Az *Ec. faecium* sejtszámának alakulása a gombafajok vizes kivonatain

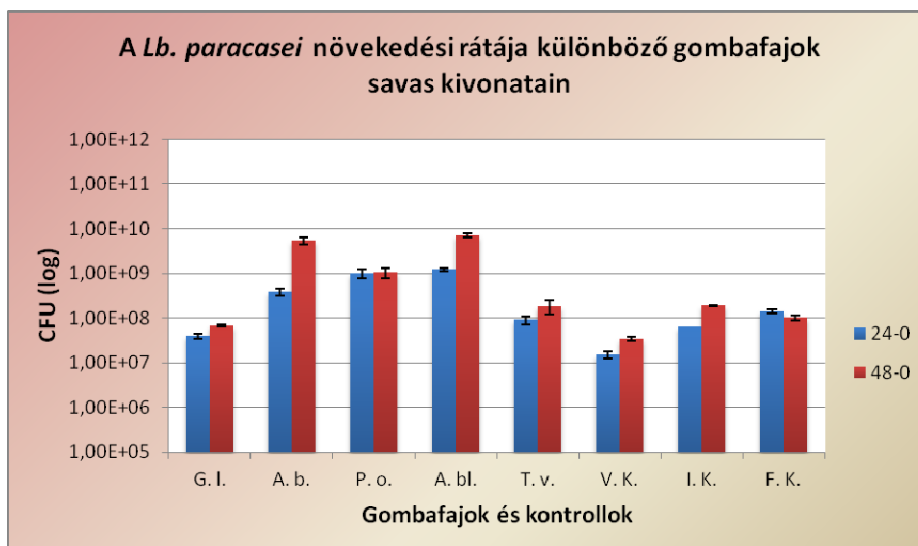
9.4.2. A különböző baktériumfajok sejtszámának alakulása a gombafajok savas kivonatain



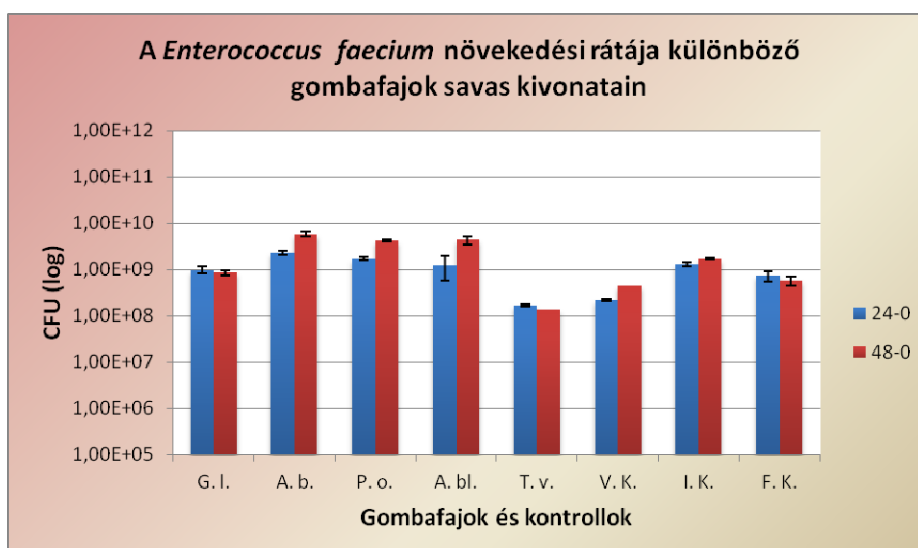
28. ábra. A *Lb. acidophilus* szaporodási rátája különböző gombafajok savas kivonatain



29. ábra. A *Lb. rhamnosus* sejtszámának alakulása különböző gombafajok savas kivonatain

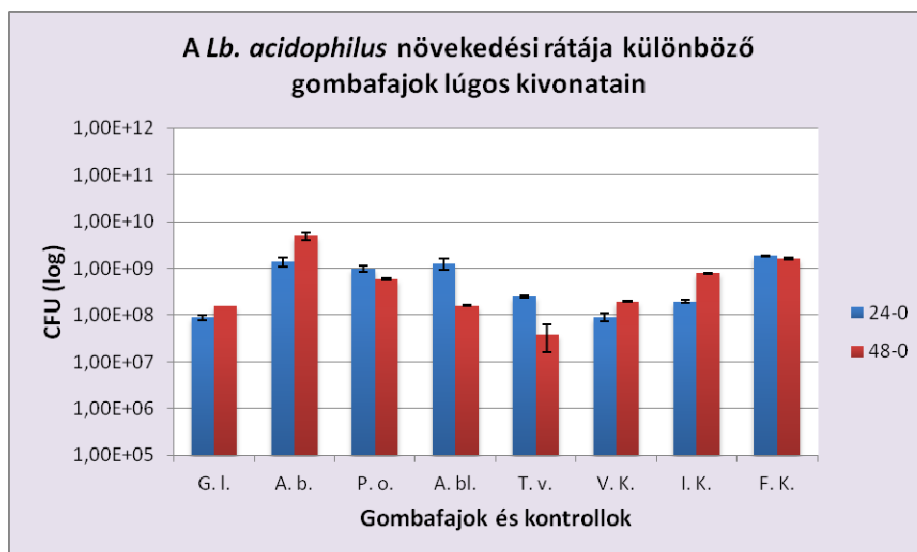


30. ábra. A *Lb. paracasei* sejtszámának alakulása különböző gombafajok savas kivonatain

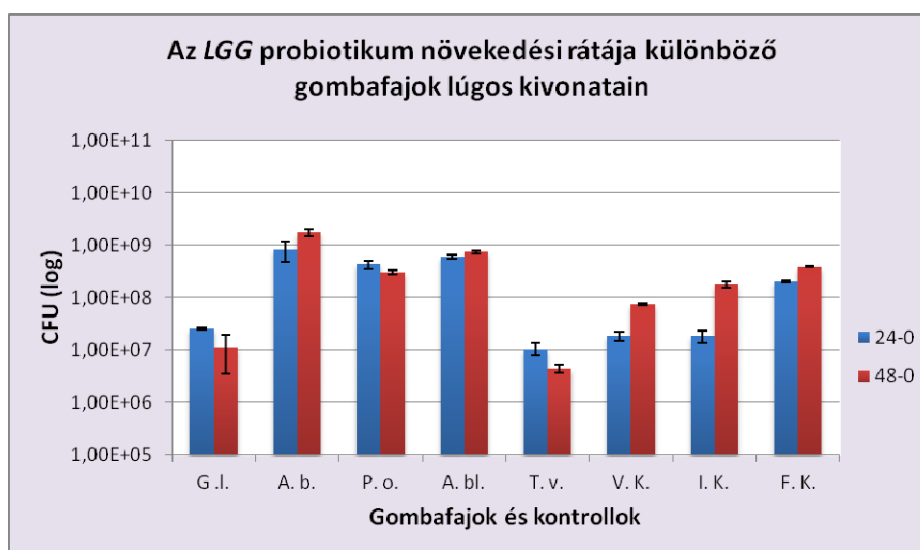


31. ábra. Az *Ec. faecium* szaporodási rátája különböző gombafajok savas kivonatain

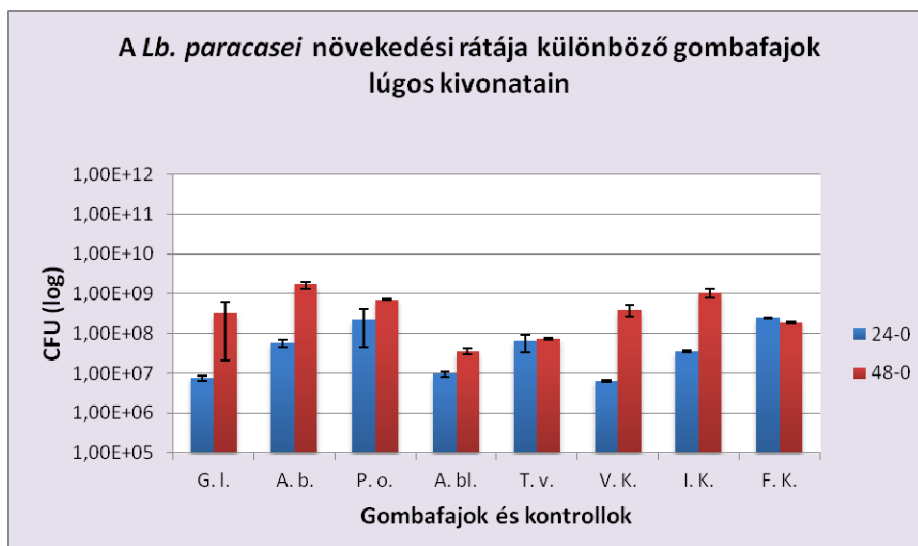
9.4.3. A különböző baktériumfajok sejtszámának alakulása a gombafajok lúgos kivonatain



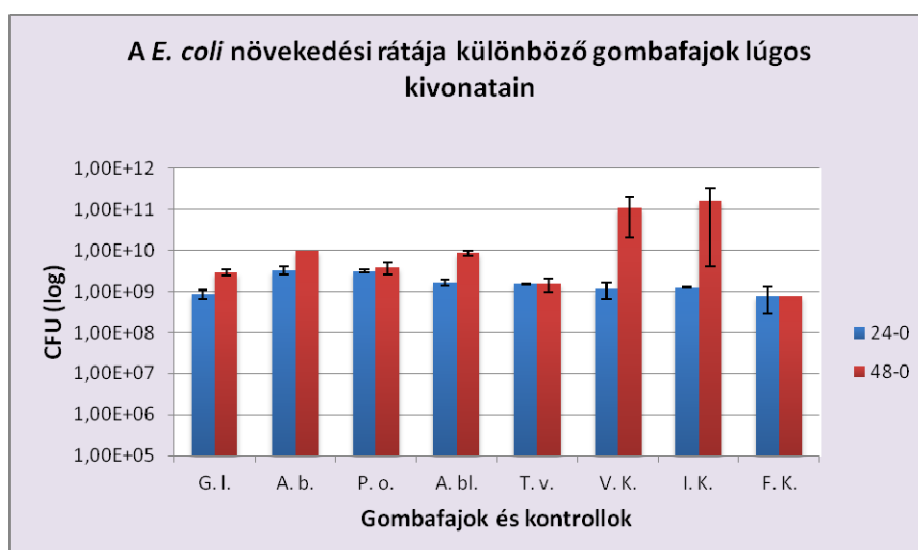
32. ábra. A *Lb. acidophilus* sejtszámának alakulása különböző gombafajok lúgos kivonatain



33. ábra. Az LGG probiotikum sejtszámának alakulása a gombafajok lúgos kivonatain

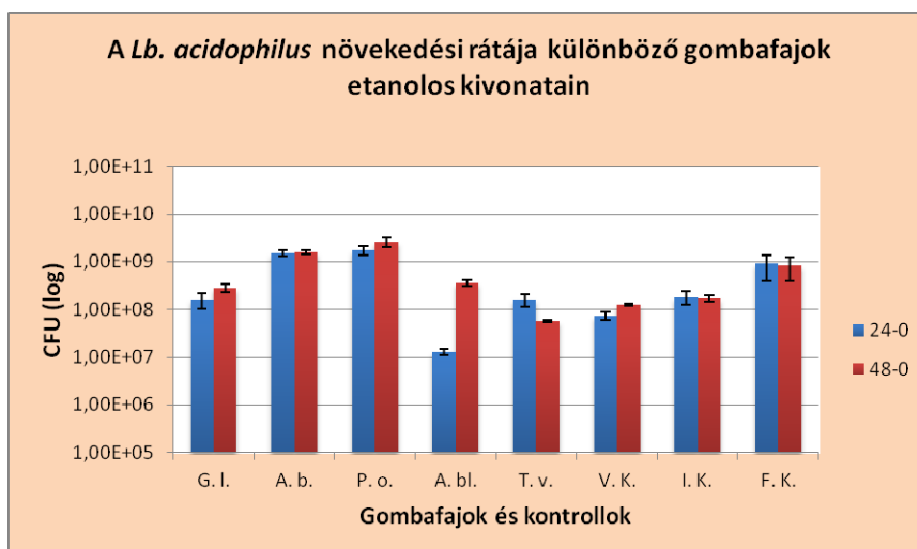


34. ábra. A *Lb. paracasei* sejtszámának alakulása különböző gombafajok lúgos kivonatain

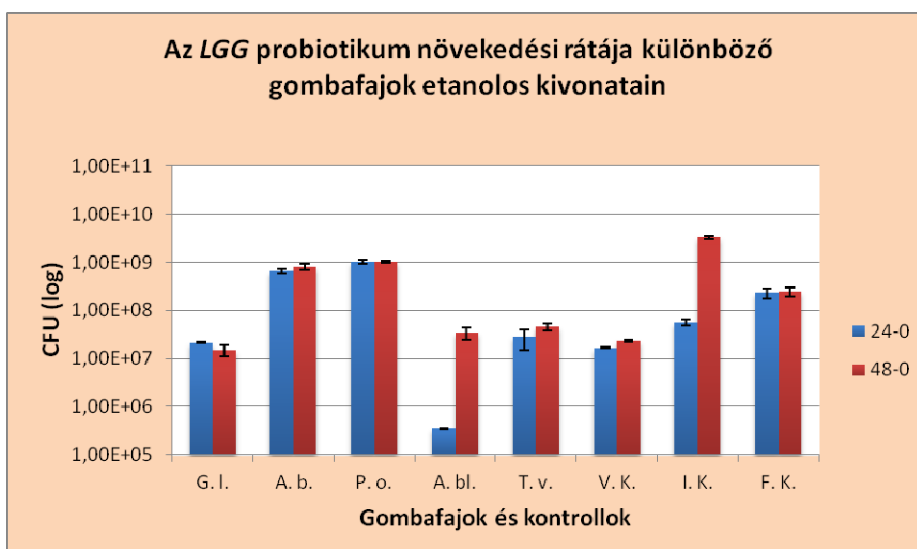


35. ábra. Az *E. coli* sejtszámának alakulása különböző gombafajok lúgos kivonatain

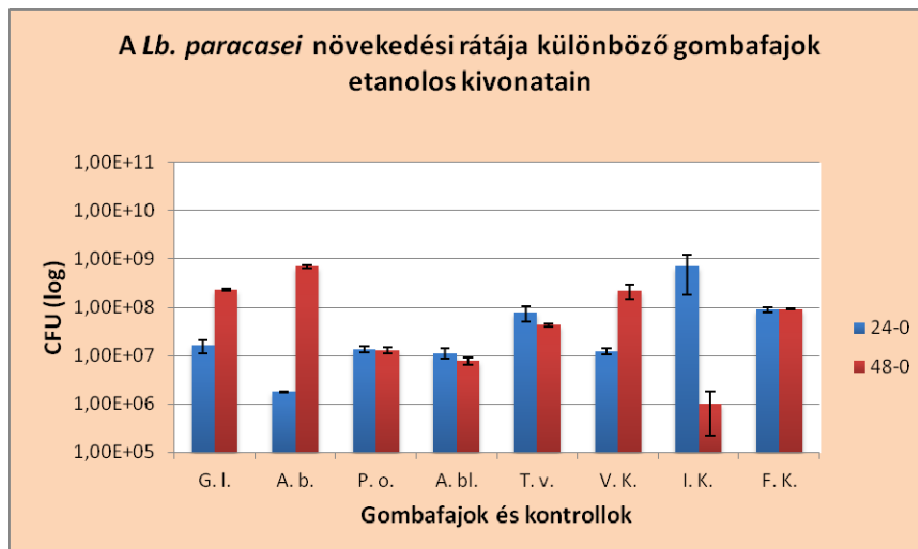
9.4.4. A különböző baktériumfajok sejtszámának alakulása a gombafajok etanolos kivonatain



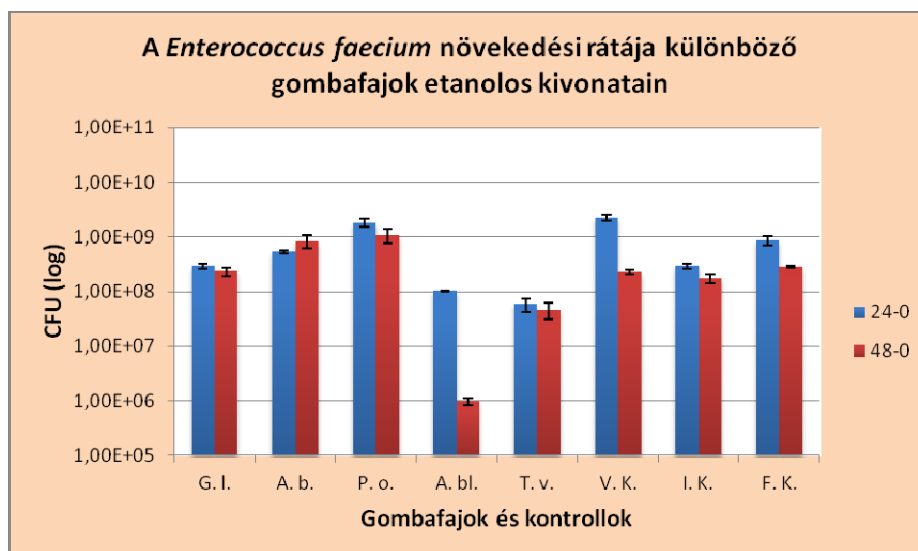
36. ábra. A *Lb. acidophilus* sejtszámának alakulása különböző gombafajok etanolos kivonatain



37. ábra. Az *LGG* probiotikum sejtszámának alakulása a gombafajok etanolos kivonatain

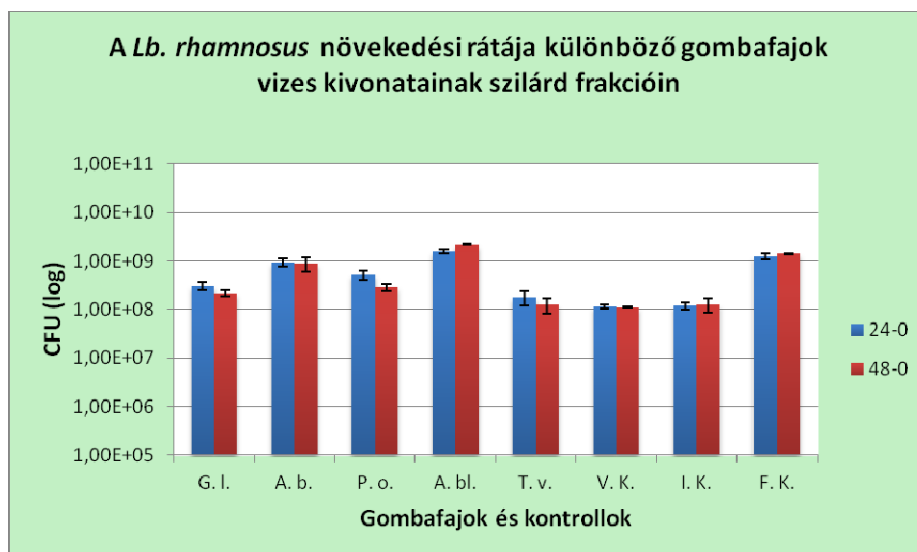


38. ábra. A *Lb. paracasei* sejtszámának alakulása különböző gombafajok etanolos kivonatain

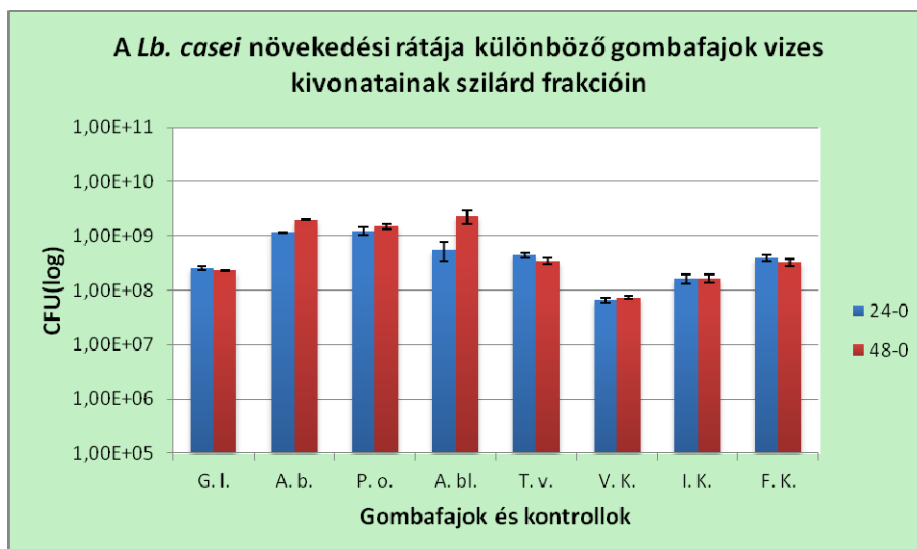


39. ábra. Az *Ec. faecium* szaporodási rátája a gombafajok etanolos kivonatain

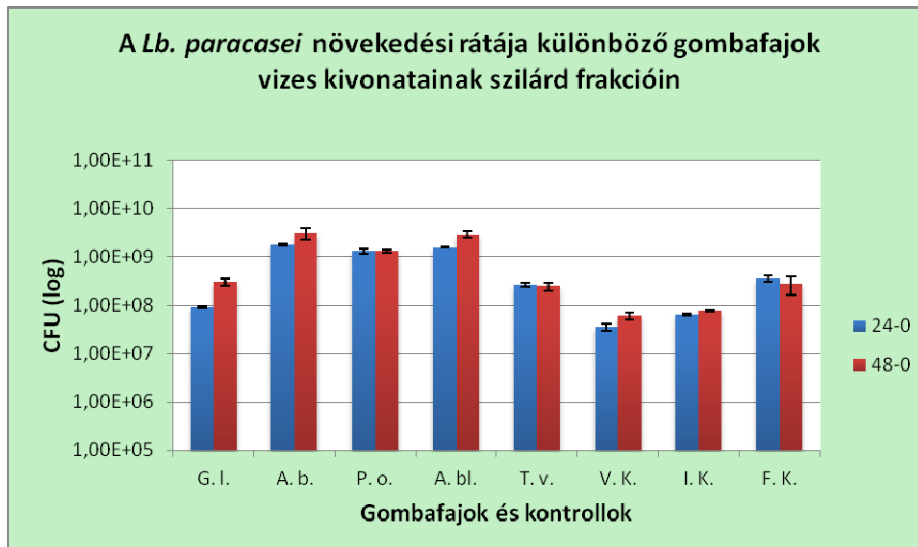
9.4.5. A különböző baktériumfajok sejtszámának alakulása a gombafajok vizes kivonatából visszamaradt szilárd frakcióin



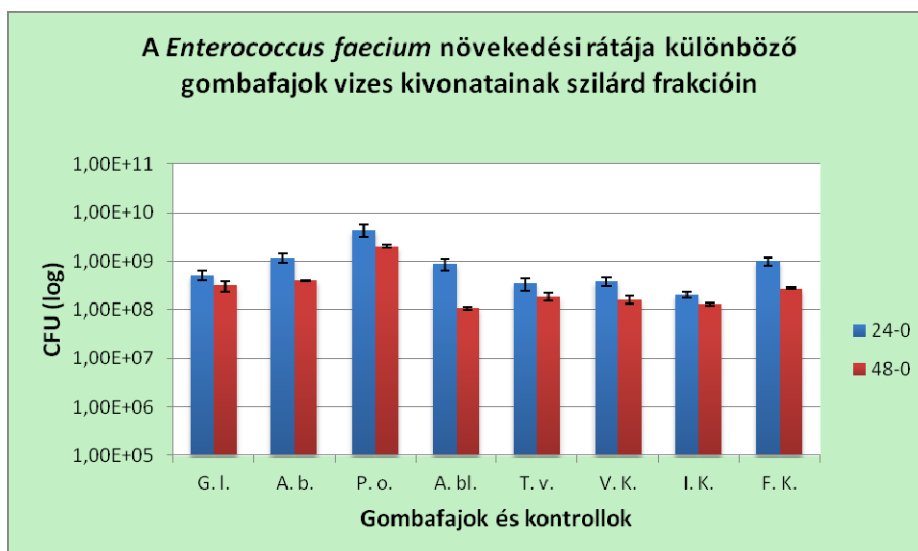
40. ábra. A *Lb. rhamnosus* szaporodása a gombafajok vizes kivonatainak szilárd frakcióin



41. ábra. A *Lb. casei* szaporodása a gombafajok vizes kivonatainak szilárd frakcióin



42. ábra. A *Lb. paracasei* szaporodása gombafajok vizes kivonatainak szilárd frakcióin



43. ábra. Az *Ec. faecium* szaporodása a gombafajok vizes kivonatainak szilárd frakcióin

10. Köszönetnyilvánítás

Szeretném megköszönni dr. Kiss Attila (Élelmiszerkémiai és Biokémiai Tanszék) és dr. Naár Zoltán (Mikrobiológia és Élelmiszertechnológia Tanszék) tanszékvezető uraknak a támogatását, hogy tanszékükön lehetőséget biztosítottak a kísérletes munka elvégzésére.

Hálásan köszönöm konzulensem, dr. Szarvas József (Élelmiszerkémiai és Biokémiai Tanszék) segítségét és bizalmát, hogy kérdéseimmel bármikor fordulhattam hozzá, és nélkülözhetetlen szakmai támogatást nyújtott szakdolgozatom és az eredményes kutatási munka elvégzése során.

Nagyon köszönöm Hilyákné Kadlott Mária sok-sok segítségét, türelmét és támogatását.

Köszönettel tartozom Dr. Jan Lelley (GAMU Ltd. Institute for Mushroom Research, Krefeld, Germany) professzornak, dr. Geösel András (BCE, Zöldség- és Gombatermesztés Tanszék) és Papp Viktor (BCE, Növényteni Tanszék) egyetemi tanársegédnek, hogy segítséget nyújtottak a gombafajok beszerzésében, begyűjtésében.

Köszönöm csoporttársamnak, Szijj Orsolyának az elmúlt három év alatt nyújtott önzetlen, szakmai és baráti segítségét.

Hálásan köszönöm családom türelmét, biztatását, és támogatását, és a lehetőséget, hogy főiskolai tanulmányaimat elvégezhettem.

NYILATKOZAT

Alulírott Kiss Anita, büntetőjogi felelősségem tudatában kijelentem, hogy az általam benyújtott, Termeszhető, étkezési gombák kivonatainak hatása probiotikus *Lactobacillus*-fajokra című TDK dolgozat önálló szellemi termékem. Amennyiben mások munkáját felhasználtam, azokra megfelelően hivatkozom, beleértve a nyomtatott és az internetes forrásokat is.

Aláírással igazolom, hogy az elektronikusan feltöltött és a papíralapú szakdolgozatom formai és tartalmi szempontból mindenben megegyezik.

Eger, 2012. 06. 16.



.....
aláírás