



MAGYAR AGRÁR- ÉS  
ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM

Doktori (Ph.D.) értekezés tézisei

**GLOBÁLIS MEGATRENDEK HATÁSAI MIKROSZKOPIKUS GOMBÁK  
ELŐFORDULÁSÁRA A PANNON BIOGEOGRÁFIAI RÉGIÓBAN**

DOI: 10.54598/001890

Tischner Zsófia Bernadett

Gödöllő

2022

## A doktori iskola

**Megnevezése:** Környezettudományi Doktori Iskola

**Tudományága:** Környezettudomány

**Vezetője:** Csákiné Dr. Michéli Erika, MTA lev. tagja  
*egyetemi tanár, intézetigazgató*  
Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem  
Szent István Campus  
Környezettudományi Intézet

**Témavezető:** Dr. Dobolyi Csaba, C.Sc.  
*nyug. egyetemi docens*  
Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem  
Szent István Campus  
Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet  
Környezetbiztonsági Tanszék

**Témavezető:** Dr. Magyar Donát, Ph.D.  
*vezető hivatali főtanácsos*  
Nemzeti Népegészségügyi Központ  
Laboratóriumi Központ  
Környezetegészségügyi Laboratóriumi Főosztály



Iskolavezető jóváhagyása



Témavezetők jóváhagyása

## TARTALOM

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. A MUNKA ELŐZMÉNYEI, CÉLKITŰZÉSEK.....</b>  | <b>3</b>  |
| <b>2. ANYAG ÉS MÓDSZER .....</b>   | <b>6</b>  |
| 2.1. A globalizáció megatrendjével kapcsolatos kutatások módszerei .....                             | 6         |
| 2.2. A technológiai fejlődés megatrendjével kapcsolatos kutatások<br>módszerei .....                 | 6         |
| 2.3. A klímaváltozás megatrendjével kapcsolatos kutatások módszerei ....                             | 8         |
| <b>3. EREDMÉNYEK ÉS AZOK MEGBESZÉLÉSE.....</b>   | <b>10</b> |
| 3.1. A globalizáció megatrendjével kapcsolatos eredmények.....                                       | 10        |
| 3.2. A technológiai megatrenddel összefüggésbe hozható gombakolonizáció ..                           | 11        |
| 3.2.1. A mosógépek gombaszennyezettsége .....  | 11        |
| 3.2.2. Ballonos vízadagolók gombaszennyezettsége .....   | 17        |
| 3.2.3. A technológiai fejlődési trenddel összefüggésbe hozható<br>egyéb vizsgálatok eredményei ..... | 18        |
| 3.3. A klímaváltozás megatrendjével kapcsolatos eredmények.....                                      | 20        |
| <b>4. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS A JAVASLATOK .....</b>  | <b>22</b> |
| <b>5. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK .....</b>   | <b>26</b> |
| <b>6. AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉHEZ KAPCSOLÓDÓ PUBLIKÁCIÓK.....</b>                                       | <b>29</b> |
| <b>7. IRODALOMJEGYZÉK .....</b>  | <b>32</b> |

## 1. A munka előzményei, célkitűzések

Beltéri és kültéri, illetve mesterséges és természetes környezetünk komplexitása, változása, az ipar és a technológia fejlődése meghatározó jelentőségű a mikroszkopikus gombák elterjedésében és diverzitásában. Az emberi tevékenység nyomán létrejövő globális szintű változások meghatározására a megatrend fogalmat használjuk, melyek kezdetben alig észrevehető lassú folyamatok, később azonban hosszú távú globális hatásokat váltanak ki. Hatásaik következményeként társadalmi, politikai, demográfiai és környezeti változások figyelhetők meg. Az Európai Környezetvédelmi Ügynökség (EEA) 11 globális megatrendet fogalmazott meg 2015-ben (SOER riport). A Földművelésügyi Minisztérium 2017-es kiadványában hazai környezetbe emelte ezeket a megatrendeket, melyek magyar fordításban a következőképp hangzanak:

1. „Eltérő globális népesedési folyamatok”
2. „Egy városiasabb világ felé”
3. „Változó betegségterhek és egyes világjárványok kockázata”
4. „Felgyorsuló technológiai változás”
5. „Folyamatos gazdasági növekedés?”
6. „Az egyre inkább többpólusú világ”
7. „Fokozódó globális verseny az erőforrásokért”
8. „Növekvő nyomás az ökoszisztémákon”
9. „Az éghajlatváltozás egyre súlyosabb következményei”
10. „Növekvő környezetszennyezés”
11. „Új szemlélet a kormányzásban”.

Néhányuk jelentős hatással lehet a mikroszkopikus gombák elterjedésére, túlélésére és szaporodására. Hazánkban ez a változás különösen jelentős, mivel Európa egyik sérülékeny, különleges földrajzi adottságokkal bíró, zárt régiójában, a Pannon Biográfiai Régióban (PBR) található. E fajok jelenléte környezetünkben nem elhanyagolható, hiszen toxintermelő képességük és egyéb tulajdonságaik (szálló spóráik, illékony szerves vegyületeik, fertőzőképességük) komoly növény-, állat- és humán-egészségügyi kérdéseket vetnek fel.

Doktori munkám során célunk volt a PBR-t érintő globális megatrendekkel kapcsolatba hozható mikrogomba taxonok áttekintése, a legelterjedtebb gombák behurcolásával kapcsolatos tudásbeli hiányosságok pótlása, valamint azok helyi lakosságra és környezetre gyakorolt komplex hatásainak vizsgálata és megvitatása. Öt megatrendet emeltünk ki, nevezetesen: „*Egy városiasabb világ felé*”, „*Változó betegségterhek és egyes világjárványok kockázata*”, „*Felgyorsuló technológiai változás*”, „*Folyamatos gazdasági növekedés?*” és „*Az éghajlatváltozás egyre súlyosabb következményei*”, (2., 3., 4., 5. és 9.), amelyek befolyásolhatják a mikroszkopikus gombák elterjedési tartományát, szaporodását és toxintermelését a PBR-ben. Mikológiai aspektusból közelítve a fenti megatrendeket összevontuk és átfogalmaztuk annak érdekében, hogy ténylegesen azok a folyamatok legyenek kihangsúlyozva, amelyek a gombavilágot közvetlenül érintik, így kaptuk a **globalizáció, technológiai fejlődés és éghajlatváltozás** megatrendjeit. A globalizáció megatrendje a felgyorsult személy- és áruforgalom világszerte, ideértve az online vásárlást és a járványterhek fokozódását (mely a gombák esetében eddig főleg a növény- és az állatvilágot érintette). A „*Folyamatos gazdasági növekedés?*” és a „*Változó betegségterhek és egyes világjárványok kockázata*” szorosan egybefonódnak. EHRENFELD (2003) és HULME (2009) tanulmányai szerint a globalizáció egyik fő hajtóereje a gazdasági bevételek növekedése. A technológiai fejlődés során új anyagok és modern mikrokörnyezetek jönnek létre, amelyek támogatják a gombák kolonizációját. Az urbanizáció („*Egy városiasabb világ felé*”) megatrendje összevonható a technológiai fejlődéssel a tekintetben, hogy a városiasodás, nagyvárosi létforma révén olyan életterek, körülmények jönnek létre, amelyek új feltételeket teremtenek a gombák számára. Az éghajlatváltozás a globális felmelegedés és a szélsőséges időjárási események révén lehetővé teszi idegenhonos gombafajok új természetes élőhelyeken történő megtelepedését.

### **Célkitűzések:**

- Trópusi és szubtrópusi import árucikkek és csomagolóanyagok gombaszennyezettségének vizsgálata
- Az extremotoleráns gombák számára élőhelyet biztosító modern háztartási gépek vizsgálata: mosógépek, ballonos vízadagolók, egyéb készülékek
- Új épületanyagok mikológiai vizsgálata, pl.: gipszkarton, kőzetgyapot, OSB
- Új típusú belső terek levegőjének vizsgálata: sósobák, passzív házak, egyéb légterek
- Trópusi és szubtrópusi régiókból behurcolt gombafajok termotoleranciájának vizsgálata hazánkra vonatkoztatott klímajóslatok figyelembevételével.

## 2. Anyag és módszer

A doktori munka célkitűzéseinek megvalósításához az említett megatrendekhez köthetően különböző környezeti mintákat gyűjtöttünk (víz-, levegő-, felületi és anyagminták) tenyésztéses vizsgálatokhoz. A kitenyésztett mikroszkopikus gombák telepeinek számából koncentráció adatokat nyertünk, majd morfológiai és molekuláris tulajdonságaik alapján meghatároztuk az egyes törzseket. A morfológiai azonosítást fénymikroszkóp 300× nagyításán végeztük. A DNS alapú molekuláris határozáshoz az ITS, TEF, kalmodulin és  $\beta$ -tubulin markergéneket határoztuk meg hagyományos Sanger-szekvenálási technikákkal. Az izolált törzseket hazai és nemzetközi törzsgyűjteményekben helyeztük el. Gyűjtéseinket kiegészítettük 2001 óta megjelent, a megatrendekhez köthető szakirodalmi adatokkal, annak érdekében, hogy átfogóbb képet kapjunk a globális megatrendeknek a penész- és élesztőgombák terjedésére és előfordulására gyakorolt hatásairól a PBR-ben. Mintavételezéseink mellett kiegészítő vizsgálatokat is végeztünk, melyeket az alábbi alfejezetekben ismertetünk. A továbbiakban a módszertani leírások az egyes megatrendekhez köthető kutatások köré csoportosulnak.

### 2.1. A globalizáció megatrendjével kapcsolatos kutatások módszerei

A globalizáció megatrendje kapcsán vizsgáltuk a szubtrópusi és trópusi régiókból érkező import árucikkek – elsősorban déligyümölcsök, fűszerek és csomagolóanyagok – gombaszennyezettségét. Ehhez anyagmintákat gyűjtöttünk. Gyümölcsök esetében steril szikével, az előzetesen lefertőtlenített epicarpium szövet alól, fűszerek és csomagolóanyagok esetében steril vattapálcával.

### 2.2. A technológiai fejlődés megatrendjével kapcsolatos kutatások módszerei

A technológiai fejlődés megatrendje kapcsán vizsgáltuk modern, vizes háztartási berendezések gombaszennyezettségét. Összesen 61 budapesti háztartásban üzemeltetett mosógépből gyűjtöttünk steril vattapálcával törletmintákat a mosószer adagoló, a gumitömítések,

valamint az idegentest csapda felületeiről. Összesen 31 egészségügyi intézményben elhelyezett ballonos vízadagoló (BWD) készülékből gyűjtöttünk vízmintákat csapnyitások módszerrel, valamint felületi mintákat a csapokról és a csepegtető tálcákról. Steril vattapálcával mintáztunk további vizes berendezéseket (pl.: split klímaberendezés, páramentesítőgép), valamint modern épületanyagokat (pl.: MMVF, gipszkarton) is. Vizsgáltuk modern technológiával előállított belső légterek levegőjének gombaszennyezettségét Andersen-típusú (MAS-100 Eco, Merck Millipore) készülékkel. A levegőmintavételezéseket összesen 21 szobában és 15 passzív házban végeztük el.

Kiegészítő vizsgálatokat végeztünk mosógépek és ballonos vízadagolók esetében, annak érdekében, hogy a gombaszennyezettség és az esetleges használati szokások, valamint környezeti paraméterek közötti összefüggésekre fényt derítsünk. Kérdőívvel mértük fel a használati szokásokat, valamint vizsgáltuk a készülékek tárolására, üzemeltetésére és tisztítására vonatkozó körülményeket. BWD-k esetében vizsgáltuk a készülékből származó víz fizikai, kémiai és biológiai vízminőség jellemzőit is. Mosógépek esetében, az 5 leggyakrabban izolált humánpatogén gombafajjal tolerancia tesztekkel végeztünk, mely során vizsgáltuk különböző (mosógépekre is jellemző) paraméter hatását a választott gombák növekedésére. Hőmérséklet (25 °C; 37 °C; 50 °C; 22 óra 25 °C-on/2 óra 40 °C-on és 22 óra 25 °C-on/2 óra 60 °C-on), pH (2,09; 4,10; 7,00; 8,36 és 10,88) és kiszáradástűrés (NaCl koncentrációk: 0% ( $a_w=0,99$ ); 3% ( $a_w=0,97$ ); 6% ( $a_w=0,95$ ); 9% ( $a_w=0,93$ ); 12% ( $a_w=0,91$ )) tesztekkel végeztünk. A választott gombák: a *Fusarium oxysporum* fajkomplexumhoz (FOSC) tartozó fonalas gombatörzs és négy élesztő törzs (*Candida parapsilosis*, *Meyerozyma guilliermondii*, *Cystobasidium sloffiae* és *Cutaneotrichosporon dermatis*) voltak. A 6 napig tartó kísérletek során 24 óránként mértük a gombatörzsek növekedését. Élesztők esetében átlagos gombaelemszámot számítottunk a gombával beoltott táplevesből előzetesen – SPECTROstarNano (BMG LABTECH) típusú spektrofotométer segítségével 620 nm-es hullámhosszon – mért optikai denzitás (OD) értékekből. A vizsgált fonalas gomba esetében telepátmérő (mm) növekedést mértünk.



### 2.3. A klímaváltozás megatrendjével kapcsolatos kutatások módszerei

A klímaváltozás megatrendje kapcsán vizsgáltuk 10 trópusi eredetű, kereskedelmi termékkel behurcolt gombatorzs növekedését klímaszcenáriók alapján beállított hőmérsékleti értékeken. Kontrollként két, hazánkban gyakori *Cladosporium*-törzset választottunk (**1. táblázat**).

**1. táblázat** A modellkísérletben részt vevő gombafajok és azok eredete

| Gombataxon                            | Termék típusa   | Termék eredete        |
|---------------------------------------|-----------------|-----------------------|
| <i>Aspergillus flavus</i>             | chili paprika   | India                 |
| <i>Aspergillus niger</i>              | kábeldob        | India                 |
| <i>Aspergillus tubingensis</i>        | gránátalma      | Izrael                |
| <i>Aspergillus tubingensis</i>        | gránátalma      | Izrael                |
| <i>Aspergillus tubingensis</i>        | gránátalma      | Izrael                |
| <i>Fusarium musae</i>                 | bio banán       | Dominikai Köztársaság |
| <i>Fusarium ananatum</i>              | ananász         | Costa Rica            |
| <i>Fusarium bubalinum</i>             | sárkánygyümölcs | Vietnám               |
| <i>Penicillium adametzioides</i>      | gránátalma      | Izrael                |
| <i>Talaromyces albobiverticillius</i> | gránátalma      | Izrael                |
| <i>Cladosporium cladosporioides</i>   | parlagfű        | Magyarország          |
| <i>Cladosporium xylophilum</i>        | parlagfű        | Magyarország          |

A modellkísérlethez a PONGRÁCZ és munkatársai (2016) által hazai viszonylathoz illesztett RCP 4.5 és RCP 8.5 emissziós forgatókönyveket választottuk (RCP: reprezentatív koncentrációváltozási pályák), melyből az RCP 4.5 egy mérsékelt, az RCP 8.5 egy erősen pesszimista scenáriót képvisel. Ezek alapján egyhetes hőhullámot modelleztünk, melyet Binder KT53, 9020-0311 (Din12880) típusú légkeveréses, időzíthető termosztátokban hajtottunk végre (**2. táblázat**). A kísérlet során 24 óránként mértük a gombatorzsek telepátmérő növekedését (mm).

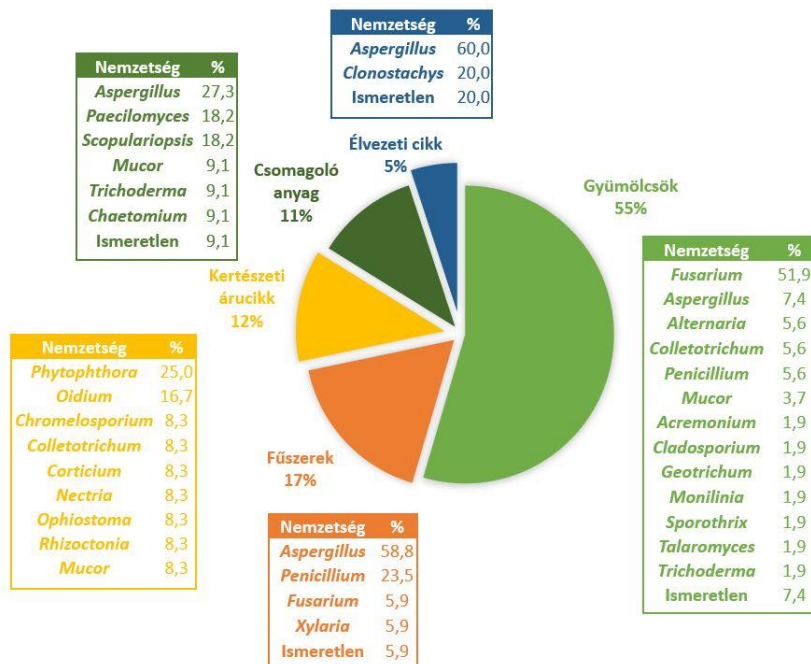
**2. táblázat** A modellkísérlethez beállított hőmérsékleti értékek

| <b>Időintervallum (h)</b>   | <b>0-6</b> | <b>6-12</b> | <b>12-18</b> | <b>18-24</b> |
|-----------------------------|------------|-------------|--------------|--------------|
| Hőmérsékleti értékek (°C)   | minimum    | átlag       | maximum      | átlag        |
| Kontroll                    | 20         | 21,5        | 30           | 21,5         |
| Kezelések RCP 4.5 szcenárió | 22         | 27          | 35           | 27           |
| RCP 8.5 szcenárió           | 24         | 30          | 40           | 30           |

### 3. Eredmények és azok megbeszélése

#### 3.1. A globalizáció megatrendjével kapcsolatos eredmények

A vizsgálat során 106 db mintát gyűjtöttünk a PBR-be importált, főként trópusi eredetű termékekről, amelyek közül 99 minta tartalmazott egy, vagy több gombafajt. Összesen 54 db gombatörzset izoláltunk, melyet további, 45 gombatörzs előfordulási adataival egészítettünk ki a szakirodalomból. Ezek közül 47 db gombaizolátum származik valamilyen déligyümölcsről és 7 db egyéb importált gyümölcsről, 17 db fűszerekről, 12 db kertészeti árucikkekről, 11 db fa- és papír csomagolóanyagokról, 5 db élvezeti cikkekről (elsősorban kávé és tea) (1. ábra).



1. ábra Főként trópusi eredetű import árucikkekről izolált gombák nemzetségek és árucikkek szintjén csoportosítva

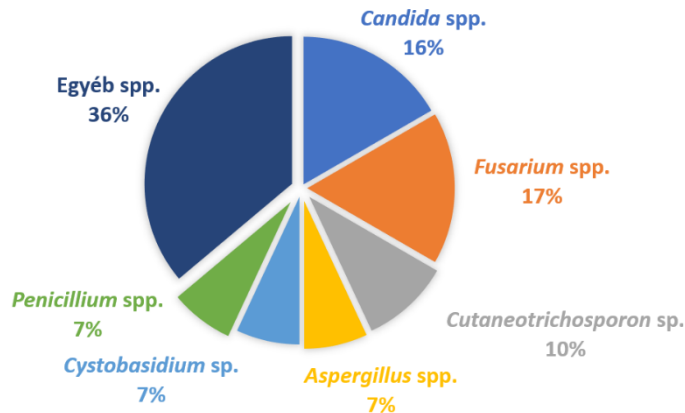
Az azonosított törzsek többsége az *Aspergillus*-, *Fusarium*- és *Penicillium*-nemzetségekhez tartoznak, emellett *Chaetomium*-, *Mucor*-, *Paecilomyces*-, *Scopulariopsis*- és *Trichoderma*-fajokat is kimutattunk. A vizsgált, hazánkba importált trópusi gyümölcsök 62,5%-a fertőzött volt

valamilyen gombafajjal. A trópusi gyümölcsökről származó, azonosított törzsek többsége a minőségromlást okozó, raktári kórokozók közé tartozott (*Fusarium*-, *Aspergillus*-, *Penicillium*- és *Mucor*-fajok), de emellett kisebb arányban (24%) más mikroszkopikus gombatörzs is előfordult (*Alternaria*, *Colletotrichum*, *Acremonium*, *Cladosporium*, *Geotrichum*, *Monilinia*, *Sporothrix*, *Talaromyces* és *Trichoderma* spp.). A fűszerek esetében a mintában szereplő termékek főként *Aspergillus*- és *Penicillium*-fajokkal voltak szennyezettek. Csomagolóanyagokról *Aspergillus*-, *Chaetomium*-, *Paecilomyces*-, *Scopulariopsis*- és *Trichoderma*-fajokat izoláltunk.

## **3.2. A technológiai megatrenddel összefüggésbe hozható gombakolonizáció**

### *3.2.1. A mosógépek gombaszennyezettsége*

A vizsgált 61 mosógépből összesen 71 tiszta gombatenyészetet izoláltunk, 32 élesztő- és 39 fonalas gombát mutattunk ki. Mikroszkópos elemzéssel 8 nemzetséget különítettünk el morfológiai tulajdonságaik alapján (*Acremonium*, *Aspergillus*, *Fusarium*, *Geotrichum*, *Mucor*, *Rhizopus*, *Scolecobasidium* és *Trichoderma*). A szekvenált DNS-minták alapján 22 különböző fonalas gomba- és 8 különféle élesztő fajt azonosítottunk. A molekuláris módszerekkel azonosított, leggyakrabban izolált taxonok a következők voltak: *Acremonium sclerotigenum*, *Aspergillus insuetus*, *A. jensenii*, *A. niger*, *Candida orthopsilosis*, *C. parapsilosis*, *Cladosporium halotolerans*, *Cutaneotrichosporon dermatis*, *Cystobasidium slooffiae*, *Exophiala* sp., *Fusarium oxysporum*, *F. solani*, *F. fujikuroi*, *F. proliferatum*, *Meyerozyma guilliermondii*, *Penicillium chrysogenum*, *P. terrigenum*, *P. viridicatum*, *Rhodotorula mucilaginosa* és *Trichoderma orientale* (**2. ábra**).

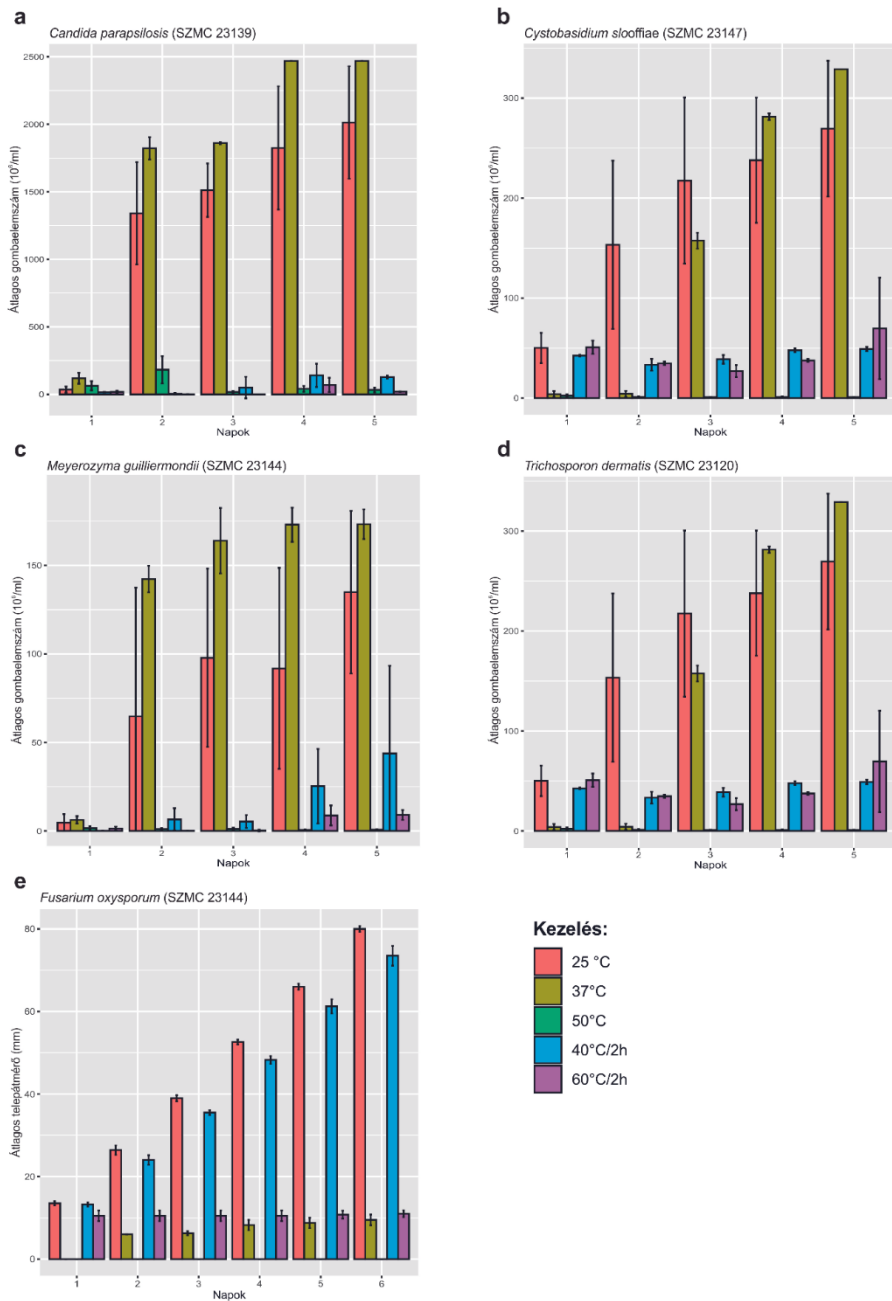


**2. ábra** Mosógépekből izolált gombataxonok nemzetség szintű megoszlása

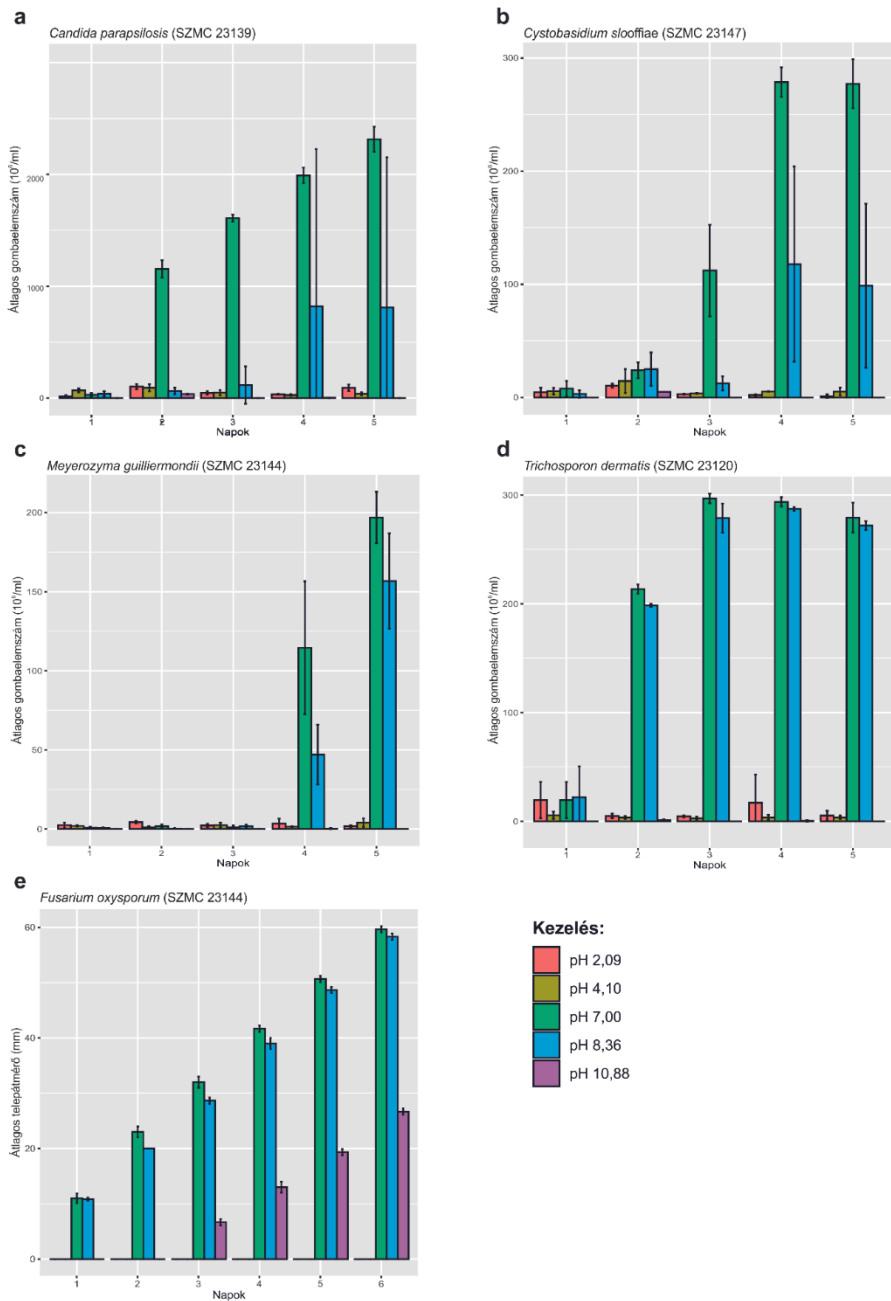
A mosógépekben előforduló gombafajszámot számos környezeti tényező és használati szokás befolyásolta. A *Penicillium*-nemzetség jelenléte szignifikáns negatív összefüggést mutatott az épületek szigetelésével: a teljesen szigetelt házakhoz képest a részben szigetelt házakban a *Penicillium*-nemzetség előfordulása hatszor magasabb volt (OR=6, CI: 0,9832-49,7003, p=0,0613), és nyolcszor magasabb a nem szigetelt házakban (OR=8, CI:1,5301-62,0262, p=0,0216). A gombafajok száma nagyobb volt a konyhákban található mosógépekben (átlag: 3,33), mint a fürdőszobákban (átlag: 1,74) vagy más helyiségekben (átlag: 2,00) (OR=1,9111, CI: 0,9273-3,5203, p=0,0544), azonban a felhasználók csupán 6%-a (n=4) tette a mosógépet a konyhába. A *Penicillium*-nemzetség szignifikánsan ritkábban fordult elő olyan mosógépekben, amelyekből a látható szennyeződést mechanikai vagy kémiai módszerekkel rendszeresen eltávolították (OR=0,1384, CI: 0,0226-0,7134, p=0,0214). Lényegesen több *Cladosporium*-törzset izoláltunk elöltöltős mosógépekből, mint felültöltős mosógépekből (OR=3,9039, CI: 1,0031-17,2016, p=0,0551). Ennek magyarázata feltehetően az, hogy a gombafajok jelenléte a mosógépekben nagymértékben függ attól, hogy a gomba mennyire képes tolerálni a felületek kiszáradását. Mivel az elöltöltős készülékek ajtótomításában gyakran pangó víz marad, mely az említett gombáknak preferált körülményeket biztosít. A felhasználók 30%-

a fűtetlen helyiségekben tartja mosógépét, ahol a fajok száma szignifikánsan nagyobb volt az eszközök belsejében (átlag: 2,10) (OR=2,3906, CI: 1,3700-3,9296, p=0,0011), mint a fűtött helyen tároltakban (átlag: 1,72). Ennek valószínűsíthető oka az, hogy a készülékek belső felületei alacsonyabb hőmérsékleten lassabban száradnak ki.

A vizsgált törzsek egyike sem volt képes növekedni 50 °C-on, a napi kétórás 40 és 60 °C-os kezelések viszont gátolták a növekedésüket (**3. ábra**). A vizsgált törzsek növekedését gátolta az erősen savas (pH: 2,09) és erősen lúgos pH (pH: 10,88), az enyhén lúgos kezelés (pH: 8,36) azonban nem gátolta a növekedésüket (**4. ábra**). A vizsgált törzsek képesek voltak növekedni az általunk beállított sókoncentráció értékek mellett, ugyanakkor a töményebb koncentrációk (szárabb közeg) késleltették, valamint csökkentették növekedésüket (**5. ábra**).

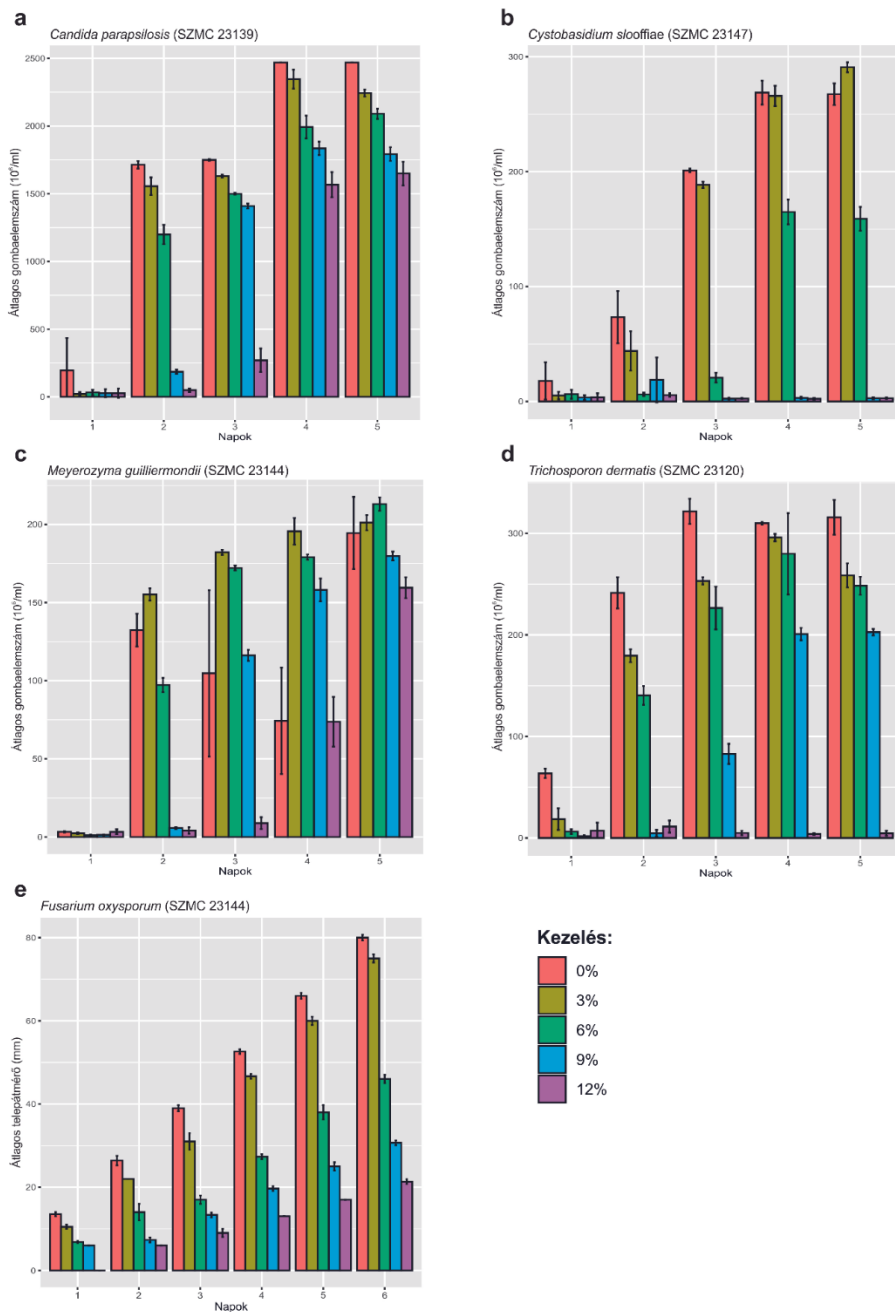


**3. ábra** A hőmérsékleti tolerancia teszt eredményei négy élesztő és egy fonalgomba esetében (x tengely: napok, y tengely: átlagos gombaelemszám\*10<sup>6</sup>/ml (e ábra esetében átlagos telepátmérő (mm)))



**4. ábra** A pH tolerancia teszt eredményei négy élesztő és egy fonalgomba esetében (x tengely: napok, y tengely: átlagos gombaelemszám\*10<sup>6</sup>/ml (e ábra esetében átlagos telepátmérő (mm)))

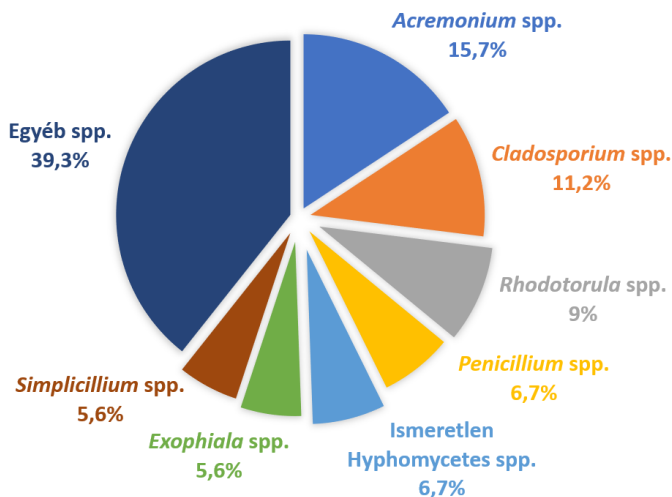




**5. ábra** A só tolerancia teszt eredményei négy élesztő és egy fonalas gomba esetében (x tengely: napok, y tengely: átlagos gombaelemszám\*10<sup>6</sup>/ml (e ábra esetében átlagos telepátmérő (mm)))

### 3.2.2. Ballonos vízadagolók gombaszennyezettsége

A BWD-kből vett minták vizének 56,76%-a gombákkal erősen szennyezett volt. Az eszközökből származó víz 51,35%-ában magas fonalas gomba, 29,73%-ában magas élesztő koncentrációt mutattunk ki. A víz- és törletmintákból összesen 36, illetve 38 gombataxont azonosítottunk, a leggyakoribb nemzetségek az *Acremonium* spp., *Cladosporium* spp., *Cystobasidium* spp., *Penicillium* spp., *Rhodotorula* spp. és *Simplicillium* spp. voltak (**6. ábra**).



**6. ábra** Ballonos vízadagolókból izolált gombataxonok nemzetség szintű megoszlása

A teljes gombaszámot befolyásoló legfontosabb tényezők a pH, az utolsó karbantartás vagy fertőtlenítés óta eltelt idő és a víz hőmérséklete voltak. A vízmintákban a fonalas gombák száma szignifikánsan korrelált az élesztők számával ( $p=0,0002$ ,  $R=0,5$ ), továbbá a BWD csapjairól gyűjtött törletminták fonalas gomba eredményeivel ( $p=0,0063$ ,  $R=0,53$ ). Szintén szignifikánsan korrelált a vízmintákban a fonalas gombák száma a palackok lejárataival, az utolsó karbantartással, a víz pH-jával és további paraméterekkel. A vízmintákban az élesztők logaritmizált száma szignifikáns összefüggést mutatott a nitrition koncentrációval ( $p<0,0001$ ,  $R=0,7$ ), a fonalas gombák számával ( $p=0,0001$ ,  $R=0,5$ ) és a pH-val ( $p=0,0252$ ,  $R=0,33$ ). A detektálható nitrition pozitív, a napsugárzás a

tárolás során negatív hatással volt a fonalas gombákra. Az élesztők számát negatívan befolyásolta a kötelező karbantartások mellett – a személyzet által – végzett további fertőtlenítés.

### 3.2.3. A technológiai fejlődési trenddel összefüggésbe hozható egyéb vizsgálatok eredményei

A mosógépek és ballonos vízadagolók mellett vizsgáltuk egyéb vizes háztartási berendezések mikológiai szennyezettségét is. Ezek közül érdekesnek tartottuk kiemelni a páramentesítőket és a split klímákat, mivel ezeknél a szennyeződés viszonylag hasonló mechanizmussal jön létre. A beszívott levegőből kondenzált nedvesség találkozik a szintén beszívott levegőből származó porral és annak spóratartalmával. Ez a nedvességgel érintkező alkatrészek penészedéséhez vezet. A vizsgált split klímaberendezésekből származó izolátumok (n=7) 42,9%-a *Alternaria* spp., a többi *Aspergillus* sect. *Flavi*, *Cladosporium* sp., *Scolecobasidium* sp. és *Trichoderma* sp. Páramentesítők esetében, az izolált gombák (n=18) 27,8%-a *Penicillium* spp., 11,1%-a *Cladosporium* spp. és 11,1%-a *Samsoniella* spp., de izoláltunk még egy-egy esetben *Alternaria*-, *Aspergillus*-, *Byssochlamys*-, *Chaetomium*-, *Nothophoma*-, *Pithomyces*- és *Rhodotorula*-fajokat. Ezek közül az *Aspergillus*, a *Byssochlamys*, a *Chaetomium* és a *Penicillium* spp. belsőtéri falpenész alkotói lehetnek. Páramentesítőgépeket gyakran használnak olyan helyiségekben, ahol a magas páratartalom miatt jelen van falpenész. Ezzel szemben a split klímaberendezésekben főként a külső térből származó gombák telepedtek meg.

Vizsgáltuk modern technológiával előállított belső légterek gombaszennyezettségét. Ennek kapcsán összesen 29 sószoabát vizsgáltunk, a beltéri mintákból 18 gombanemzetséget mutattunk ki. A sószoabákban legmagasabb koncentrációban *Cladosporium* spp., *Penicillium* spp., *Paraengyodontium album* és *Aspergillus* spp. fordultak elő. A sószoabák túlnyomó részében külsőtéri gombák jelentek meg, viszont kisebb hányadban belsőtéri eredetű szennyezettségre utaltak eredményeink. Ezekben az esetekben a szennyeződés okozói: *Cladosporium* spp., *Paraengyodontium album*, *Penicillium italicum*, *Penicillium* spp. voltak. A

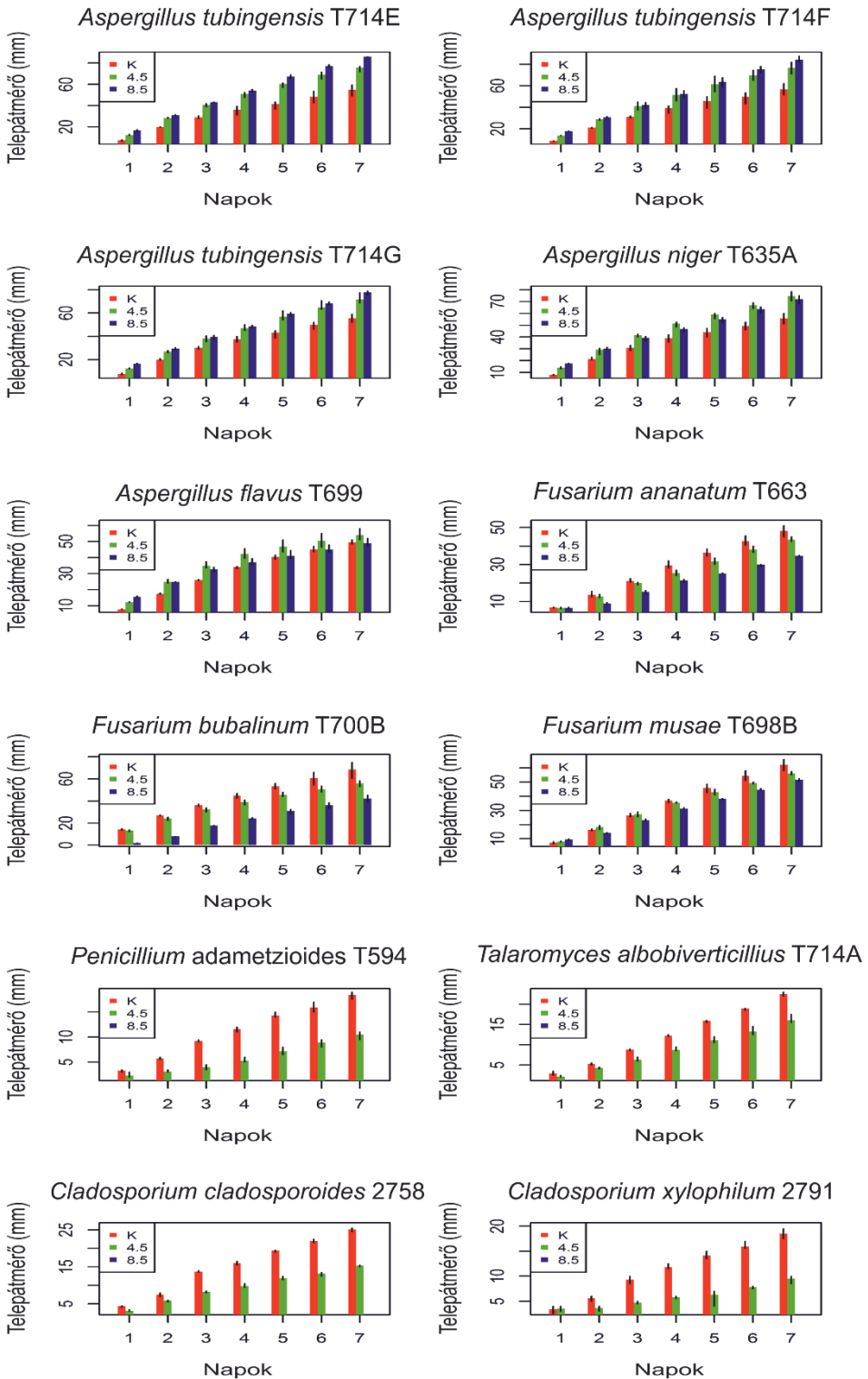
sószobák mellett 15 modern technológiával épített passzív ház belső légtérét is megvizsgáltuk. A beltéri levegőmintákban 14 gombanemzetség volt jelen; a legmagasabb koncentrációban a *Cladosporium* spp., az *Aspergillus* sect. *Nigri* és a *Penicillium* spp. fordultak elő. A passzív házak belső légtéréből kimutatott gombák szintén túlnyomó részben kültéri eredetűek, viszont 4 esetben kimutattunk belsőtéri eredetre utaló gombaszennyezettséget. Ezekben az esetekben a szennyeződés okozói: *Aspergillus* sect. *Nigri*, *A. sydowii*, *Cladosporium* és *Penicillium* spp. voltak.

A technológiai fejlődés megatrendje kapcsán vizsgáltuk az új típusú épületanyagokat, melyeken 16,4%-ban *Penicillium*-, 9,8%-ban *Aspergillus*-fajok, egyéb gombák 5% alatt fordultak elő (pl.: *Acremonium*, *Chaetomium*, *Cladosporium*, *Scolecobasidium*, sp.). Fontos azonban megjegyeznünk, hogy ezek anyaga egymástól meglehetősen eltér, és ennek következtében az eredmények nem általánosíthatók. A nagyobb mennyiségben vizsgált MMVF mintákban például túlnyomó részt (75%, n=8) *Penicillium*-fajokat lehetett kimutatni. Ezzel szemben gipszkartonról izolált gombák között (n=8) nem találtunk domináns nemzetséget, az azonban megállapítható, hogy az *Aspergillus*-, *Dicyma*- és *Stachybotrys*-fajok, valamint a *Chaetomium*-fajok (MAGYAR D. szóbeli közlése) viszonylag gyakorinak tekinthetők. Eredményeink egybevágóak korábbi kutatások eredményeivel, az általunk izolált gombataxonokat más országokban szintén kimutatták gipszkartonról (GRAVESEN et al. 1999, MENSAH-ATTIPOE 2016, BRAMBILLA és SANGIORGIO 2020). Műanyag tapétáról (n=4), kerámia csempék alól (n=5), linóleumról (n=3) és szilikon tömitésekről (n=3) szintén változatos összetételben mutattunk ki gombafajokat.

### 3.3. A klímaváltozás megatrendjével kapcsolatos eredmények

A vizsgált gombatörzsek mindegyike képes volt növekedni a kevésbé pesszimista klímamodell (RCP 4.5) alapján beállított kezeléson. A vizsgált összes *Aspergillus sect. Nigri* és *Flavi* törzs esetében szignifikánsan nagyobb növekedést figyeltünk meg a kontrollhoz képest, már az első naptól kezdve. Ezzel ellentétben az említett kezelés hatására a *Fusarium*-, a *Penicillium*-, a *Talaromyces*- és a két kontrollként választott *Cladosporium*-törzsek növekedése szignifikánsan alacsonyabb volt, mint a kontroll csoporté. Utóbbiak közül a *Penicillium*-, *Talaromyces*- és a kontroll törzsek növekedése volt a legkisebb mértékű. Az RCP 4.5-ös modellhez hasonlóan szintén szignifikánsan nagyobb növekedést figyeltünk meg a kontrollhoz képest a pesszimista (RCP 8.5) klímamodellnek megfelelő kezeléson részt vevő összes *Aspergillus sect. Nigri* törzs esetében már az első naptól kezdve. Közülük izraeli gránátalmáról izolált *A. tubingensis* törzsek esetében ez a növekedés még az RCP 4.5-ös kezeléson megfigyelt növekedést is szignifikánsan meghaladta. Bár az indiai kábeldobról izolált *A. niger* törzs ezen a kezeléson szintén szignifikánsan jobb eredményeket mutatott, mint a kontrollként beállított kezeléson, a növekedése nem haladta meg az RCP 4.5-ös kezelés növekedését. A szintén Indiából érkezett (chili paprikáról izolált) *A. flavus* növekedési üteme megközelítőleg megegyezett a kontroll csoportéval. A *Fusarium*-, *Penicillium*-, *Talaromyces*- és a két kontroll *Cladosporium*-törzsek egyáltalán nem mutattak növekedést e kezelés teljes ideje alatt (**7. ábra**).

Eredményeink alapján valószínűsítjük, hogy a behurcolt *Penicillium*-, *Talaromyces*- és a kontrollként használt honos *Cladosporium*-törzsek a modellek által jósolt jövőbeni klímán visszaszorulnak a PBR területén. A déligyümölcsökről származó *Fusarium*-törzsek elszaporodását viszont a PBR-ben valószínűleg nem gátolja a jövőbeni klíma. Az *Aspergillus*-törzsek növekedésére egyértelműen kedvezően hatottak a klímamodellek alapján jósolt hőmérsékleti értékek. A vizsgált behurcolt törzsek akár stabil populációkat hozhatnak létre a PBR területén, génjeik keveredhetnek a honos törzsek génjeivel, mely új tulajdonságokkal bíró törzsek megjelenését eredményezheti (STENLID 2002, STEENWYK et al. 2020). Ezek a tulajdonságok kiterjedhetnek a hőmérsékleti toleranciára és a mikotoxin termelésre is.

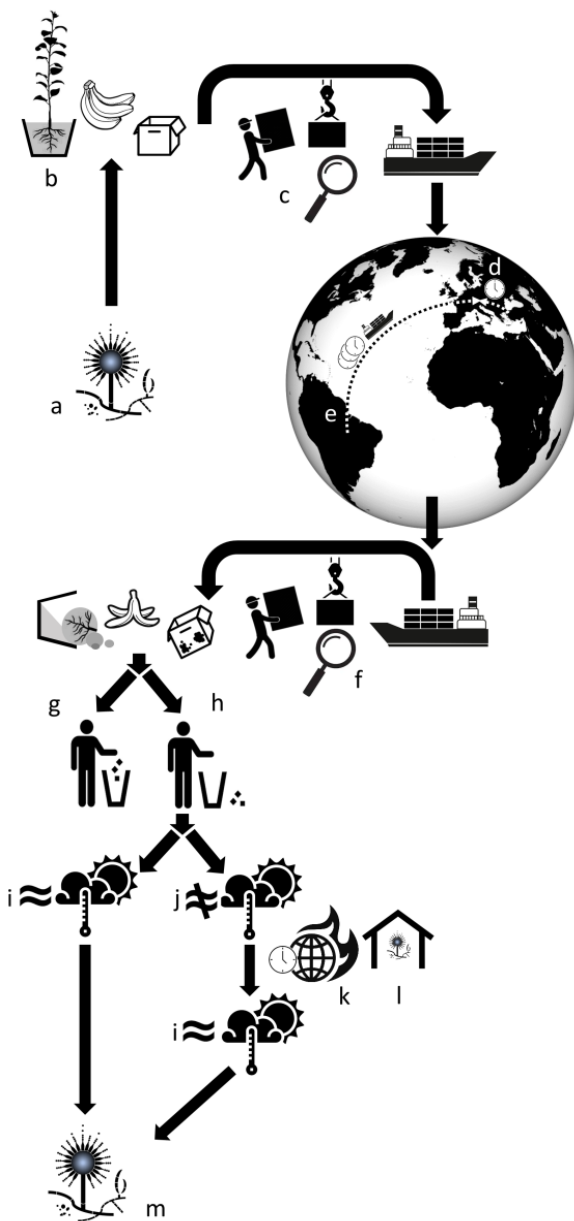


**7. ábra** A vizsgált gombatörzsek növekedése a modellkísérlet során (piros: kontroll, zöld: RCP 4.5 kezelés, kék: RCP 8.5 kezelés)

## 4. Következtetések és a javaslatok

Az állat- és növényfajok, mikroorganizmusok, köztük a mikroszkopikus gombák nem kívánt, olykor invazív terjedése általános, világméretű problémává vált. A fajok elterjedésének biogeográfiai akadályai megszűntek, a gombák rakományok, utazók közreműködésével könnyen szállíthatók egyik helyről a másikra. A légáramlatok, vándormadarak stb. is jelentős szerepet játszanak a spórák nagy távolságra történő terjedésében (MAGYAR et al. 2016). Az éghajlatváltozás és a modern technológia új lehetőségekkel segíti e fajok életben maradását, új populációk létrejöttét, invazív vá válásukat vagy akár járványok kialakulását a behurcolt helyeken. A globális megatrendek befolyásolhatják a különböző toxintermelő, patogén és allergén penészgombák, ill. még ismeretlen hatású fajok terjedését (8. ábra). E fajok megjelenése a PBR-ben újabb terheket ró a hatóságokra az előkészítés, tervezés, szervezés és megelőzés szempontjából (LÁSZLÓ 2013). A megjelenő gombabetegségek szükségessé teszik egy olyan gyakorlati útmutató kidolgozását, amely elősegíti a globális megatrendek negatív hatásaihoz történő adaptációt, amelyhez ajánlásaink hasznosak lehetnek. Az érintett csoportok a vásárlók, turisták, gazdálkodók, kutatók, az iparág érdekelt felei és a döntéshozók. Fokozott hangsúlyt kell fektetnünk a növényvédelemre és az élelmiszerbiztonságra, hogy a globális megatrendek ne vezessenek közegészségügyi problémákhoz a PBR-ben.

Eredményeink és a szakirodalmi adatok is igazolják, hogy a globális megatrendek gombákra gyakorolt hatásai igen komplexek, ami megnehezíti a jövőbeni trendek előrejelzését. A komplexitás maga is kockázati tényezőnek tekinthető. A globalizáció és az éghajlatváltozás közötti összefüggések még nincsenek kellőképpen feltárva, így azok kimenetelét nehéz megjósolni (RAMSFIELD et al. 2016). A globalizáció egyik elsődleges mozgatórugója a technológiai fejlődés (EHRENFELD 2003, HULME 2009). A gazdasági növekedés eredményeként, a felgyorsuló világkereskedelem révén nagy mennyiségű idegenhonos gombaspóra kerülhet a PBR-be. A hőmérséklet emelkedése következtében egyes újonnan behurcolt, trópusi/szubtrópusi gombatorzsek a mérsékelt égövi területeken is könnyen elterjedhetnek (GILARDI et al. 2018).



**a:** őshonos gombák az exportáló országban (pl. trópusok),  
**b:** exportált áruk (pl.: cserepes növények, banán, csomagolóanyagok),  
**c:** rakomány betöltése és növény-egészségügyi vizsgálat,  
**d-e:** logisztika (**G**) **d:** rövid távú szállítás, **e:** távolsági szállítás,  
**f:** importált rakomány kirakása a PBR-ben és növény-egészségügyi vizsgálat,  
**g:** az importált áruk maradványai (talaj, banánhéj, hulladék), és a megfelelő hulladékgazdálkodás,  
**h:** nem megfelelő hulladékkezelés,  
**i:** az exportáló ország éghajlata hasonló a PBR jelenlegi éghajlatához,  
**j:** az exportáló ország éghajlata nem hasonlít a PBR jelenlegi éghajlatához,  
**k:** az idő múlásával a klímaváltozás az exportáló országéhoz hasonló klímát teremt a PBR-ben is (**C**).  
**l:** a betelepített gombák fennmaradnak a rezervoárookban: mikroéölhelyek, mint pl. üvegházak, háztartási berendezések, amelyek a modern technológia produktumai (**T**).  
**m:** Megfelelő körülmények a szabadtéri populációik megalapításához

**8. ábra** A globális megatrendek (**G**-globalizáció, **T**-technológiai fejlődés és **C**-klímaváltozás) komplex hatásai a mikroszkopikus gombák terjedésére a Pannon Biogeográfiai Régióban (PBR) (MAGYAR et al. 2021).



A dolgozat eredményei alapján megfogalmaztuk a globális megatrendek hazai mikroszkopikus gombákra gyakorolt hatásait és az azokra vonatkozó kockázatcsökkentési javaslatokat:

### Globalizáció

1. **Hazai termékek részarányának növelése**
2. **Központosított átcsomagolás.** Az Európai Unióba történő beléptetés után kisebb kiszerelésű termékek átcsomagolása a beléptetési ponton.
3. **Monitoring kiterjesztése.** Trópusi eredetű biotermékek felvétele a növényegészségügyi kockázatfelmérő monitoring programba.
4. **Lakossági tájékoztató a déligyümölcsök higiéniés kezeléséről.** Fontos, hogy déligyümölcsök érintése, hámozása után mossunk kezet, ill. ne nyúljunk a szemükbe.
5. **Tájékoztatás a déligyümölcs hulladék helyes elhelyezéséről.** A déligyümölcs hulladékot ne dobják el a természetben, hanem helyezték a kijelölt hulladéktárolókba. Az ismeretek átadása a közoktatásban.
6. **Fogyasztói tudatosság növelése.** Élelmiszerhulladék mennyiségének csökkentése.

### Technológiai fejlődés

1. **Építészek oktatása.** Fontos az építészek továbbképzése, az egészségi szempontok ismeretanyagának továbbadása, beemelése az építőipari képzésbe.
2. **Tervezőmérnökök oktatása.** A tervezőmérnökök képzésébe be kell vezetni az egészségi szempontok megismertetését. A tervezés során törekedni kell arra, hogy a szennyeződésre hajlamos, vizes felületek hozzáférhetőek, tisztíthatóak, száríthatóak legyenek. A felületek cseppmentesek legyenek, ne képezzenek vizes areaszórt.
3. **Lakossági tájékoztatás.** Biztosítani kell a vizes cellák kiszáradását, pl. szellőztetés, fűtés, szárazra törés, vízelvezetés; emellett szakszerű tisztítás, vízkő, biofilm eltávolítás, fertőtlenítés, forralás. Víz cseréje.

## Klímaváltozás

1. **Mitigációs célkitűzések megvalósítása.** Törekedni kell a Párizsi Megállapodás (UNFCCC 2015) által előirányzott 1.5 °C -os határérték betartására.
2. **"One health" koncepció követése.** Fel kell készülni a mikotoxin termelő gombák várható előtérbe kerülésére, és az általuk képviselt fokozott növényvédelmi és élelmiszerbiztonsági kockázat kezelésére.
3. **\*NÉS-2 klímapolitika követése.** Az ismeretanyag oktatása és az alkalmazkodási stratégiák elsajátítása az egyes szektorokban.

\*Hazánk klímapolitikáját meghatározó Második Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégiáról szóló 23/2018. (X. 31.) országgyűlési határozat-ban (NÉS-2) szereplő mitigációs irányelvek, adaptációs stratégiák és éghajlati szemléletformálás megismerése és betartása kiemelkedő jelentőségű. A határozatban ismertetett, a kormány által 2013-ban elfogadott Élelmiszerlánc-biztonsági Stratégia (ÉLBS) kitér a globális környezeti és klimatikus változások mezőgazdaságot érintő veszélyeire: „A változó klíma új élelmiszerkárosítók, új gyomnövények és mikotoxinokat termelő penészgombák elterjedéséhez vezethet. A más földrészekről érkező károsítók különösen veszélyeztetik a termesztési és természeti környezetet, az utóbbi időben pedig a globális kereskedelem és az éghajlatváltozás következtében jelentősen megnöttek a kockázatok.” Törekedni kell az ÉLBS 11 programjában leírtakra; a mezőgazdasági szektoroknak fel kell készülni többek között a mikotoxin-termelő gombák várható előtérbe kerülésére, és az általuk képviselt fokozott növényvédelmi és élelmiszerbiztonsági kockázatok megjelenésére, majd kezelésére.

## 5. Új tudományos eredmények

### I. TÉZIS (a 3.1. fejezetben bemutatott eredmények alapján):

Tenyésztés és molekuláris taxonómiai vizsgálatokkal bizonyítottuk, hogy a trópusi és szubtrópusi régiókból Magyarországra importált árucikkkel – elsősorban gyümölcsökkel – jelentős mennyiségű mikroszkopikus gomba érkezik. Az általunk és a szakirodalomban azonosított törzsek többsége a minőségromlást okozó, raktári kórokozók közé tartozott (*Fusarium* sp. (51,9%), *Aspergillus* sp. (7,4%), *Penicillium* sp. (5,6%) és *Mucor* sp. (3,7%)), de emellett kisebb arányban (24%) más, mikroszkopikus gombatörzs is előfordult (*Alternaria*, *Colletotrichum*, *Acremonium*, *Cladosporium*, *Geotrichum*, *Monilinia*, *Sporothrix*, *Talaromyces* és *Trichoderma* spp.). A mintázott fűszerek *Aspergillus*- és *Penicillium*-fajokkal voltak szennyezettek, míg a csomagolóanyagok felületéről *Aspergillus*-, *Chaetomium*-, *Paecilomyces*-, *Scopulariopsis*- és *Trichoderma*-törzseket lehetett izolálni.

### II. TÉZIS (a 3.2.1. fejezetben bemutatott eredmények alapján):

A technológiai megatrend hatásait vizsgálva, Magyarországon elsőként mértük fel a mosógépek gombaszennyezettségét és annak lehetséges okait. A vizsgált 61 mosógépből 53 volt bizonyítottan mikroszkopikus gombával szennyezett, a gépek 32%-a erősen szennyezettnek bizonyult. Bizonyítottuk, hogy hazai körülmények között a mosógépekben a leggyakoribb fajoknak tekinthetők a *Candida parapsilosis* (12,5%), *Fusarium oxysporum* (8,3%), *Cystobasidium slooffiae* (7%), *Cutaneotrichosporon dermatis* (7%), *Fusarium solani* (4,2%), *Meyerozyma guilliermondii* (4,2%) és *Rhodotorula mucilaginosa* (4,2%) és a *Candida orthopsilosis* (3%).

### III. TÉZIS (a 3.2.1. fejezetben bemutatott eredmények alapján):

Mintavételezéssel és kérdőíves felméréssel elsőként bizonyítottuk, hogy a mosógépek mikroszkopikus gombaszennyezettségét szignifikánsan befolyásolják egyes használati szokások. A fajok száma szignifikánsan magasabb volt azokban a készülékekben, melyeket fűtetlen helyiségben tároltak, valamint melyek mosószeradagolóiban lerakódásokat figyelhettünk meg. Kimutattuk, hogy lényegesen több *Cladosporium* sp.

fordul elő előltöltős mosógépekben, mivel e készülékek ajtó-tömítésében gyakran pangó víz marad, mely az említett gombáknak preferált körülményeket biztosít. Tolerancia tesztekkel bizonyítottuk, hogy bizonyos, mosógépekből izolált törzsek magas hőmérsékletű kezeléssel, savas tisztítószerrel és a nedves felületek (mosószer adagoló, gumitömítések) kiszárításával visszaszoríthatók.

#### **IV. TÉZIS** (a 3.2.2. fejezetben bemutatott eredmények alapján):

Tenyésztés és molekuláris taxonómiai vizsgálatokkal Európában elsőként bizonyítottuk, hogy a ballonos vízadagoló berendezések – még egészségügyi intézményekben is – mikroszkopikus gombákkal magas arányban szennyezettek. A vizsgált 36 ballonos vízadagoló 86,8%-a volt mikroszkopikus gombával szennyezett. A vízminták 56,8%-a erősen szennyezettnek bizonyult. Az eszközökből származó víz 51,4%-ában magas fonalas gomba, 29,7%-ában magas élesztő koncentrációt mutattunk ki. Leggyakoribb nemzetségek: *Acremonium* spp. (15,7%), *Cladosporium* spp. (11,2%), *Rhodotorula* spp. (9%), *Penicillium* spp. (6,7%), *Exophiala* spp. (5,6%), *Simplicillium* spp. (5,6%), *Aspergillus* spp. (4,5%) és *Cystobasidium* spp. (4,5%).

#### **V. TÉZIS** (a 3.2.2. fejezetben bemutatott eredmények alapján):

Mintavételezéssel és kérdőíves felméréssel elsőként igazoltuk, hogy a magyarországi egészségügyi intézményekben üzemelő ballonos vízadagoló berendezések gombaszennyezettségét szignifikánsan befolyásolják egyes környezeti paraméterek, valamint tárolási, használati és karbantartási szokások. A vízmintákban a fonalas gombák száma szignifikánsan korrelált az élesztők számával ( $p=0,0002$ ,  $R=0,5$ ), továbbá a készülék csapjairól gyűjtött törletminták fonalas gomba eredményeivel ( $p=0,0063$ ,  $R=0,53$ ). A fonalas gombák száma pozitívan korrelált a vízmintákban a palackok lejárat, valamint a készülékek utolsó karbantartási idejével, a víz pH-jával, hőmérsékletével, teljes szerves szén tartalmával és negatívan korrelált a heterotróf összesírással. A vízmintákban az élesztők logaritmizált száma szignifikáns összefüggést mutatott a nitrition koncentrációval ( $p<0,0001$ ,  $R=0,7$ ), a fonalas gombák számával ( $p=0,0001$ ,  $R=0,5$ ) és a pH-val ( $p=0,0252$ ,  $R=0,33$ ).

## VI. TÉZIS (a 3.3. fejezetben bemutatott eredmények alapján):

Magyarország területén 2050-re jósolt hőhullámokat modellezve elsőként bizonyítottuk, hogy a vizsgált, trópusi eredetű *Aspergillus tubingensis* törzsek növekedése szignifikánsan magasabb a pesszimista (RCP 8.5) klímaszcenárión alapuló kezelésem, mint az optimistább (RCP 4.5) kezelésem, és hazánk jelenlegi klímáján. A vizsgált *A. niger* törzs az optimistább klímamodell hatására nőtt a legintenzívebben. Az *A. flavus* törzs növekedési ütemét nem befolyásolták, a *Fusarium ananatum*, *F. bubalinum* és *F. musae* törzsek növekedését csökkentették az alkalmazott modellek. A szintén trópusi eredetű *Penicillium adametzioides* és *Talaromyces albobiverticillius*, továbbá a hazai eredetű *Cladosporium cladosporioides* és *C. xylophilum* törzsek a pesszimista modell alapján nem, az optimistább modell alapján alig mutattak növekedést. Bizonyítottuk, hogy hazánk előrevetített jövőbeli klímáján egyes trópusi eredetű gombatörzsek elterjedése és bizonyos hazai eredetű gombatörzsek visszaszorulása várható.

## 6. Az értekezés témaköréhez kapcsolódó publikációk

**Tudományos folyóiratokban megjelent, lektorált, teljes szövegű tudományos közlemény:**

Magyar, D., **Tischner, Z.**, Páldy, A., Kocsubé, S., Dancsházy, Z., Halász, Á., Kredics, L., (2021): Impact of global megatrends on the spread of microscopic fungi in the Pannonian Biogeographical Region. *Fungal Biology Reviews*. In Press **IF: 4,806; Q1**

**Tischner, Z.**, Sebők, R., Kredics, L., Allaga, H., Vargha, M., Sebestyén, Á., Dobolyi, C., Kriszt, B. Magyar, D., (2021): Mycological investigation of bottled water dispensers in healthcare facilities. *Pathogens* 10(7), 871. **IF: 3,492; Q2**

Magyar, D., **Tischner, Z.**, Dancsházy, Z., Páldy, A., (2021): A globális megatrendek – világjárványok és globalizáció, technológiai fejlődés és klímaváltozás – hatása a mikroszkopikus gombák terjedésére Magyarországon. *Egészségtudomány* 65(1), 30-37.

**Tischner, Z.**, Kredics, L., Marik, T., Vörös, K., Kriszt, B., Péter, B., Magyar, D., (2019): Environmental characteristics and taxonomy of microscopic fungi isolated from washing machines. *Fungal Biology*, 123(9), 650-659. **IF: 2,789; Q1**

**Tischner, Z.**, Kredics, L., Marik, T., Vörös, K., Magyar, D., (2019): Hazai háztarásokban üzemelő mosógépek gombaszennyezettsége a használati szokások tükrében. *Egészségtudomány*, 1-2, 45-65.

**Kongresszusi kiadványokban megjelent közlemény (az ISBN, ISSN vagy más, hitelesített kiadványaira vonatkozóan):**

**Tischner, Z.**, Kakucs, R., Szigeti, T., Szabó, István., Kriszt, Balázs., Magyar, D., (2021): Aerobiological investigation of fungal and bacterial pollution of salt chambers in Hungarian kindergartens. *Acta Microbiologica et Immunologica Hungarica*, 68, 121-122. ISSN: 1217-8950

**Tischner, Z.**, Kakucs, R., Szigeti, T., Szabó, István., Kriszt, Balázs., Magyar, D., (2021): Magyarországi óvodákban üzemelő terápiás sószobák biológiai légszennyezőinek vizsgálata. *Egészségtudomány*, LXV. évfolyam, 2021/3. szám. ISSN: 0013-2268

Magyar, D., **Tischner, Z.**, Dancsházy, Z., Páldy, A., (2021): Gombák által okozott pandémia lehetőségének vizsgálata a SARS-CoV-2 járvány tapasztalatai alapján. *Egészségtudomány*, LXV. évfolyam, 2021/3. szám. ISSN: 0013-2268

**Tischner, Z.**, Sebők, R., Dobolyi, C., Kriszt, B., Magyar, D., (2019): Fungal Contamination of Bottled Water Dispensers in Health Institutions. 18th International Congress of the Hungarian Society for Microbiology, július 3-5, Budapest, *Acta Microbiologica et Immunologica Hungarica*, 66, 200-201. ISSN: 1217-8950

**Tischner, Z.**, Kocsubé, S., Marik, T., Kredics, L., Dobolyi, C., Kriszt, B., Magyar, D., (2019): A világkereskedelem hatása a mikroszkopikus gombafajok terjedésére és hazai megjelenésére. *Egészségtudomány*, LXIII. évfolyam, 2019/3-4. szám. ISSN: 0013-2268

Sebők, R., **Tischner, Z.**, Bufa-Dórr, Z., Khayer, B., Sebestyén, Á., Vargha, M., Kriszt, B., Magyar, D., (2019): Bacterial Contamination of Bottled Water Dispensers in Health Institutions. 18th International Congress of the Hungarian Society for Microbiology, július 3-5, Budapest, *Acta Microbiologica et Immunologica Hungarica*, 66, 185-186. ISSN: 1217-8950

- Tischner, Z.**, Kredics, L., Marik, T., Sebők, F., Magyar, D., (2017): Hazai háztartásokban üzemelő mosógépek mikológiai felmérése; diverzitásvizsgálat és patogenitás - Occurrence of microscopical fungi in washing machines kept in Hungarian households; diversity and pathogenicity research. *Mikológiai Közlemények-Clusiana*, 56(1), 141. ISSN: 0133-9095
- Tischner, Z.**, Vargha, M., Magyar, D., (2017): Mikroszkopikus gombák izolálása ballonos vízadagoló készülékekből nyert vizekből - Occurrence of microscopic fungi in water derived from bottled water dispensers. *Mikológiai Közlemények-Clusiana*, 56(1), 143. ISSN: 0133-9095
- Magyar, D., Kredics, L., Marik, T., Körmöczi, P., **Tischner, Z.**, Papp, T., Vágvolgyi, C., (2017): Levegőből és beltéri környezetből izolált gombák a Szegedi Mikrobiológiai Törzsgyűjteményben - Airborne and indoor fungi in the Szeged Microbiology Collection. *Mikológiai Közlemények-Clusiana*, 56(1), 116. ISSN: 0133-9095
- Tischner, Z.**, Vargha, M., Magyar, D., (2016): Ballonos vízadagolók által biztosított víz mikológiai vizsgálata. *Egészségtudomány*, LXI. évfolyam, 2017/1. szám. ISSN: 0013-2268
- Tischner, Z.**, Magyar, D., Kredics, L., Marik, T., (2016): Adatok a hazai mosógépekben előforduló mikroszkopikus gombák ismeretéhez. *Egészségtudomány*, LX. évfolyam, 2016/2. szám. ISSN: 0013-2268



## 7. Irodalomjegyzék

- Brambilla, A., Sangiorgio, A. (2020): Mould growth in energy efficient buildings: Causes, health implications and strategies to mitigate the risk. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 132, 110093.
- Ehrenfeld, D. (2003): Globalisation: effects on biodiversity, environment and society. *Conservation and Society* 1(1), 99-111.
- Gilardi, G., Garibaldi, A., Gullino, M. (2018): Emerging pathogens as a consequence of globalization and climate change: leafy vegetables as a case study. *Phytopathologia Mediterranea* 57(1), 146-152.
- Gravesen, S., Nielsen, P. A., Iversen, R., Nielsen, K. F., (1999): Microfungal contamination of damp buildings—examples of risk constructions and risk materials. *Environmental Health Perspectives* 107, 505–8.
- Hulme, P. E. (2009): Trade, transport and trouble: managing invasive species pathways in an era of globalization. *Journal of Applied Ecology* 46(1), 10-18.
- László, F. (2013): A klímaváltozás által jelentkező új kihívások a kritikus infrastruktúra védelmében. In: Báthy, S. [et al.] (Szerk.): *Fejezetek a kritikus infrastruktúra védelemből: Kiemelten a közlekedési alrendszer.* 323 p. Budapest: Magyar Hadtudományi Társaság 2013. pp. 268-280.
- Magyar, D., Tischner, Z., Páldy, A., Kocsubé, S., Dancsházy, Z., Halász, Á., Kredics, L. (2021a): Impact of global megatrends on the spread of microscopic fungi in the Pannonian Biogeographical Region. *Fungal Biology Reviews* 37, 71-88.
- Magyar, D., Vass, M., Li, D. W. (2016): Dispersal Strategies of Microfungi. In: Li DW (Szerk.): *Biology of Microfungi.* Springer International Publishing, pp. 315-371.
- Mensah-Attipoe, J. (2016): Microbial contamination of building materials: growth and aerosolization (PhD értekezés, Itä-Suomen yliopisto). [https://erepo.uef.fi/bitstream/handle/123456789/16693/urn\\_isbn\\_978-952-61-2010-2.pdf?sequence=1](https://erepo.uef.fi/bitstream/handle/123456789/16693/urn_isbn_978-952-61-2010-2.pdf?sequence=1)

- Pongrácz, R., Bartholy, J., Pieczka, I., Szabóné André, K. (2016): RegCM szimulációkon alapuló éghajlati becslések eredményei In: Pongrácz, R., Mészáros, R., Kis, A. (Szerk.): *Kutatási és operatív feladatok meteorológusként. Az ELTE Meteorológus TDK 2016. évi Nyári Iskola előadásának összefoglalói*. Egyetemi Meteorológiai Füzetek 27, 125–133.
- Ramsfield, T. D., Bentz, B. J., Faccoli, M., Jactel, H., Brockerhoff, E. G. (2016): Forest health in a changing world: effects of globalization and climate change on forest insect and pathogen impacts. *Forestry* 89(3), 245-252.
- SOER (2015): The European Environment: State and Outlook 2015: Assessment of Global Megatrends. Publications Office of the European Commission. *European Environment Agency*, Copenhagen, Denmark
- Steenwyk, J. L., Lind, A. L., Ries, L. N., Dos Reis, T. F., Silva, L. P., Almeida, F., Bastos, R. W., da Silva, T. F. C. F., Bonato, V. L. D., Pessoni, A. M., Rodriguez, F., Raja, H. A., Knowles, S. L., Oberlies, N. H., Lagrou, K., Goldman, G. H., Rokas, A. (2020): Pathogenic allodiploid hybrids of *Aspergillus* fungi. *Current Biology* 30(13), 2495-2507.
- Stenlid, J. (2002): Pathogenic fungal species hybrids infecting plants. *Microbes and Infection* 4(13), 1353-1359.