

HAZAI HÁZTARÁSOKBAN ÜZEMELŐ MOSÓGÉPEK
GOMBASZENNYEZETTSÉGE A HASZNÁLATI SZOKÁSOK TÜKRÉBEN
FUNGAL CONTAMINATION OF WASHING MACHINES IN DOMESTIC
HOUSEHOLDS IN THE LIGHT OF USAGE HABITS

TISCHNER ZSÓFIA^{1,2}, KREDICS LÁSZLÓ³, MARIK TAMÁS³, VÖRÖS KRISZTINA⁴,
MAGYAR DONÁT¹

1 Nemzeti Népegészségügyi Központ

2 Szent István Egyetem, Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet

3 Szegedi Tudományegyetem, Természettudományi és Informatikai Kar, Mikrobiológiai Tanszék

4 Semmelweis Egyetem, Patológiai Tudományok Doktori Iskola

DOI: 10.29179/EgTud.2019.1-2/45-65

Összefoglalás

Háztartásainkban előforduló mikroszkopikus gombák gyakran extrém környezethez alkalmazkodtak, ilyen például a különböző vizes berendezésekben kialakuló magas hőmérséklet, változó kémhatás és nedvesség. E környezet a higiénés szokásaink megváltozásával időről-időre átalakul. A készülékekben megtelepedő gombáknak egészségkockázata lehet. Vizsgálatunk során célul tűztük ki a mosógépekben előforduló gombafajok azonosítását, gyakoriságuk és növekedésük vizsgálatát a mosógépekre jellemző fizikai és kémiai körülmények között, továbbá a mosógép-használati szokások és a gombaszennyezettség közötti összefüggések elemzését. Ennek érdekében tenyésztéses gombavizsgálatokhoz mintákat gyűjtöttünk 62 mosógépből, továbbá ezzel párhuzamosan kérdőíves felmérést végeztünk a használati szokásokra vonatkozóan. A mosógépek 32%-a erősen szennyezettnek bizonyult. A vizsgált készülékek 46%-át opportunistá humánpatogén gombák kolonizálták.

**EGÉSZSÉGTUDOMÁNY
HEALTH SCIENCE**

Közlésre érkezett:

Submitted:

Elfogadva:

Accepted:

2019;63(1-2): 45-65.

2019. január 7.

7 January 2019

2019.március 24.

24 March 2019

Levelezési cím/Correspondence:

TISCHNER ZSÓFIA

Nemzeti Népegészségügyi Központ

1098 Budapest, Albert Flórián út 2-6.

tischner.zsofia@nnk.gov.hu

Szignifikánsan több gombafajt találtunk azokban a mosógépekben, melyeket konyhában ($p=0.021$), illetve fűtetlen helyiségben ($p=0.003$) tartottak. A kimutatott fajok patogének lehetnek cisztás fibrózisban és asztmában szenvedők esetében. Vizsgálataink alapján ajánlásokat fogalmaztunk meg a mosógéphasználattal járó esetleges egészségkockázat csökkentésére.

Kulcsszavak: mikroszkopikus gombák, mosógép, patogenitás, higiéné

Abstract

Microscopic fungi colonising household equipments like washing machines are adapted to the extremely changing environments, such as high temperature, continuously changing pH and humidity level. These fungi may have health risks. This study is focused on the diversity of fungal species colonising washing machines, and investigated the possible relationships between the habits of washing machine users and the colonising species. A total of 62 washing machines were sampled. Housekeeping conditions and habits of washing machine users were assessed by a questionnaire. Based on the results, 32% of the sampled washing machines were highly polluted with various species of fungi. Forty six percent of the observed devices were colonised also by opportunistically human pathogenic species. The number of species was significantly higher in washing machines located in rooms without heating systems ($p=0.003$) and in the kitchen ($p=0.021$). The results of this study suggest that washing machines may serve as a reservoir of indoor pathogenic fungi which may be dangerous especially to people with asthma and cystic fibrosis. Based on our research we have made recommendations for reducing the potential health risks associated with washing machine using habits.

Keywords: microscopic fungi, washing machine, human pathogen, hygiene

Bevezetés

Különböző mikroszkopikus gombafajok megtelepedhetnek az épületek, lakások falain és berendezési tárgyain. Előfordulásuk feltétele a nedvesség jelenléte, amelyet okozhat helytelen szigetelés, rossz szellőzés révén kialakult magas páratartalom, illetve nedvesedés. A beltérekben létrejövő gombásodás, melynek nagy része falpenészedés, levegőminőség-romlást idéz elő (1,2). Ennek okai a gombák szaporodása során a levegőbe kerülő spórák, illetve a gombák által termelt illékony szerves vegyületek (*VOC: Volatile Organic Compounds*) levegőbe jutása (3). Az illékony szerves vegyületek terpéneket, terpénszármazékokat, ketonokat, alkoholokat és kéntartalmú összetevőket tartalmaznak. Ezek a komponensek felelősek a tipikus penészszagért, de kiválthatnak irritációt, az érzékenyebbeknél légúti gyulladásokat, illetve citotoxikus hatásuk is ismert (3,4). A rossz minőségű levegő egyéni érzékenységtől függően egészségromlást idézhet elő (5,6). Megfigyelték, hogy ezek a vegyületek fáradékonyságot, rossz közérzetet, levertséget is okozhatnak, illetve különböző pszichoszomatikus hatásaik is lehetnek (7). A gombaspórák pedig allergiás reakciókat, asztmát válthatnak ki, illetve bizonyos fajok immunszuppresszált betegek

szervezetében megtelepedve mikózist okozhatnak (8). Különösen veszélyeztetettek az atópiás betegek, a cisztás fibrózisban és az immunhiányos betegségekben szenvedő egyének, továbbá a frissen műtöttek, illetve az érzékeny korcsoportokba tartozók (újszülöttek, idősek), akiknél még nem alakult ki megfelelő immunitás, vagy már nem működik olyan jól az immunrendszer (8).

Gombásodás az épületekben látható és rejtett helyeken is jelentkezhet, attól függően, hogy hol alakul ki a gombák számára előnyös mikroklíma (9). Vizes helyiségeink (konyha, fürdőszoba) és vízzel kapcsolatos berendezéseink kedvező környezetet biztosítanak a gombák számára. Ezek használata akár 70%-os relatív páratartalmat is létrehozhat a lakásban, megfelelő feltételeket teremtve a gombák kolonizációjához, illetve szaporodásához (10). A páratartalmat növelő emberi tevékenységek közé tartozik többek között a főzés, a fürdőszoba-használat, a beltéri ruhaszárítás. Vizes berendezéseinken belül szintén kialakulnak hosszabb ideig fennmaradó nedves felületek és magas páratartalom, mely kedvező feltételeket teremt a különféle mikroszkopikus gombáknak. Az ilyen környezetben megjelenő szervesanyag-lerakódások megfelelő tápanyagforrást biztosítanak a gombáknak (11). Miután a gombatelepek kialakultak, maga a készülék is könnyen válhat a lakás egyik szennyező forrásává. Bár e berendezések szinte valamennyi háztartásban megtalálhatóak, viszonylag kevés mikológiai vizsgálat foglalkozott eddig velük. E kutatások az alábbi vizes berendezésekre terjedtek ki: zuhanyzó (12), lefolyó (13), WC (14), mosogatógép (15) és mosógép (11,16,17). A mosógépek, mosogatógépek extrém élőhelynek tekinthetők a magas hőmérséklet és a hőmérsékleti ingadozások, a gyakori kiszáradás és a detergensok használata miatt (15,17). Nemzetközi vizsgálatok extrém toleráns gombákat, pl.: *Penicillium*, *Cladosporium*, *Exophiala*, *Mucor*, *Rhodotorula* fajokat mutattak ki mosógépekben, mosogatógépekben (11,13,15,17). Jelenlétük meglehetősen gyakori, ezért egészségügyi, higiénés és esztétikai jelentőségük nagy. Számos háztartásban problémát jelentenek ezek a fajok, melyek leginkább a gumitömítéseken (fürdőkád szélén, csaptelep illesztésénél), csempefugákon és illesztésekben, szappantartókon, edénycsepegtetőkön, illetve vizes berendezéseinkben hoznak létre nehezen eltávolítható, újra meg újra megjelenő telepeket. A szennyeződés gombafaj-összetételéről, az egyes fajok gyakoriságáról, elterjedésük okairól, ökológiai niche-ükről kevés információ áll rendelkezésünkre. Az elmúlt öt évben kezdtek nagyobb jelentőséget tulajdonítani a gombák háztartási berendezésekben való megtelepedésének (15,17). Mosógépek esetében ennek oka, hogy a mosógéphasználati szokások megváltoztak. Előtérbe kerültek azok a készülékek, melyek viszonylag alacsony hőmérsékleten működnek és víztakarékosak. Kloridion-mentes mosószerrel jelentek meg a

piaci kínálatban, egyre gyakoribb a biodegradális mosószerek használata. Ezek a feltételek elősegítették a termotoleráns, oxidatív stressznek ellenálló és általános stressztoleráns mikroorganizmusok megtelepedését a mosógépekben (11,17).

Egy, a mosogatógépek szennyezettségét vizsgáló nemzetközi kísérletsorozatban 101 városból gyűjtöttek mintát a világ különböző pontjairól (15). A gyűjtött mintákból humánpatogén gombákat is izoláltak. Ezek közül a leggyakoribb nemzetség az *Exophiala* volt. A szerzők hangsúlyozták, hogy e gomba a cisztás fibrózisban szenvedő betegek tüdejét támadhatja meg. Ugyanez a kutatócsoport a mosógépek gombaszennyezettségével kapcsolatos vizsgálatot végzett Szlovéniában, mely során több termofil és kiszáradástűrő fajt (pl. *Exophiala phaeomuriformis*, *Cladosporium halotolerans*) is izoláltak. Az általuk izolált fajok növekedése arra utal, hogy ezek a fajok adaptálódtak a mosógépekben jellemző fizikai-kémiai körülményekhez (17).

Ezek a vizsgálatok azonban nem tértek ki a gombaszennyezettség háttérében álló esetleges használati szokásokra. Számos tényező befolyásolhatja, hogy milyen mikroszkopikus gombafajok milyen gyakorisággal fordulnak elő az épületeinkben, illetve háztartási berendezéseinkben. Ezeket a szempontokat célszerű figyelembe venni mindennapi életünk során, mert ezeknek ismeretével a megtelepedett élesztő- és penészfajok jelenléte visszaszorítható otthonainkban. A kutatócsoport számos faj előfordulását jelezte a mosógépekből. Az egyes mosógépek között jelentős eltérés mutatkozott a fajösszetételben, a jelenség háttérében álló környezeti tényezőket azonban még nem vizsgálták részletesen. BABIČ és mtsai (17) egyes mosógéphasználati szokásokat, például az öblítőszeres rendszeres használatát fontos tényezőnek találták a gombaszennyezettség vonatkozásában. Számos más, belső téri penészesedés háttérében álló lakáshasználati tényezőt (5) azonban nem vizsgáltak. Ennek alapján fontosnak tartjuk a mosógép- és lakáshasználat, mint a készülékek penészesedése háttérében valószínűsíthető környezeti tényezők vizsgálatát. A mosógépek gombafaj-összetételét nem csupán készülék- és lakáshasználati szokások befolyásolhatják. GATTLEN és mtsai (11) megállapították, hogy a mosógépek mikrobiális összetétele az egyes országokban is különböző. Hazánkban korábban nem végeztek ilyen irányú kutatásokat, így fontosnak tartottuk, hogy a hazai háztartásokra jellemző mosógéphasználati szokások mellett további vizsgálatokat folytassunk. Célul tűztük ki Budapesten és környékén, a lakásokban üzemeltetett mosógépek gombaszennyezettségének felmérését a mosógép-használati és higiénés szokások tükrében.

Anyag és módszerek

Összesen 61 mosógép esetében végeztük el a vizsgálatot, melynek részei: helyszíni szemle, törletmintavétel és kérdőíves felmérés. Vizsgálatunk előzetes vizsgálatnak (pilot study) tekinthető. A mintákat magánházakból és kollégiumból gyűjtöttük a főváros különböző területeiről, illetve az agglomerációhoz tartozó településekről. A mosógépek kiválasztásánál igyekeztünk reprezentálni a legelterjedtebb géptípusokat, valamint igyekeztünk feltérképezni a készülékek lakáson belüli tipikus tárolási helyét. A helyszíni szemle vizuális értékelést jelent, mely során három kategóriába soroltuk a készülékeket a látható lerakódások és egyéb szennyeződések mértéke szerint: 1. tiszta, 2. közepesen szennyezett, 3. erősen szennyezett. A helyszíni szemle során 2-es és 3-as kategóriába eső szennyezett mosógépek esetében anyagmintákat gyűjtöttünk a bennük található lerakódásokból annak érdekében, hogy mikroszkóp segítségével meg tudjuk vizsgálni a lerakódás összetételét.

A kérdőív elsősorban a mosógép- és a lakáshasználati szokások felmérése céljából készült, melyet összesen 37, elsősorban zárt jellegű kérdés alkotott. Ezek három kategóriába voltak sorolhatók: 1. lakáskörülményekkel, 2. mosógéppel és mosógéphelyiséggel, 3. a mosógép használatával kapcsolatos kérdések. A kérdőívet minden esetben a mosógép tulajdonosa és egyben használója töltötte ki. A kérdőív kitöltését követően törletmintát gyűjtöttünk a mikológiai vizsgálatokhoz, melynek célja volt a mosógépekben előforduló gombafajok feltérképezése. A törletmintákat steril vattapálcával gyűjtöttük a mosógépekből (mosószeradagoló, gumitömítés, idegentest-csapda). GATTLEN (11) és BABIČ (17) cikkében javasolt mintavételi helyeket részesítettük előnyben (1. ábra).



1. ábra: A gombaszennyezettség jellemző kialakulási pontjai a felültöltős (balra) és az előltöltős (jobbra) mosógépekben (a szerző saját felvétele)

Figure 1: Typical development points of fungal contamination in the top-loading (left) and front-loading (right) washing machines (picture made by the author)

A mintákat 24 órán belül táptalajra szélesztettük. Táptalajként 2% klóramfenikolt tartalmazó malátakivonat agart használtunk. A mintákat 25 °C-on 5 napig inkubáltuk. Amennyiben a megjelent telepek között háromnál több fordult elő ugyanabból a morfortípusból, az adott morfortípust kioltottuk és tiszta tenyészeteket hoztunk létre belőle. A tisztítás során mikroszkópos vizsgálat segítségével különítettük el a gombákat az esetlegesen megjelenő baktériumtelepektől. Az azonosítást első körben morfológiai alapon nemzetség szinten végeztük Jenaval (Carl Zeiss) mikroszkóp 312,5-szörös nagyításán (250-szeres objektív nagyítás és 1,25-szörös nagyításváltó használatával) (18–23). Ezt követően az izolátumokat molekulárisan is meghatároztuk a DNS köztes átíró elválasztó régiói (ITS1 és ITS4) alapján (24). A fonalas- és élesztőgombák tiszta tenyészeit a Szegedi Tudományegyetem Mikrobiológiai Tanszékének nemzetközileg regisztrált törzsgyűjteményében (Szeged Microbiological Collection, szmc.hu) helyeztük el.

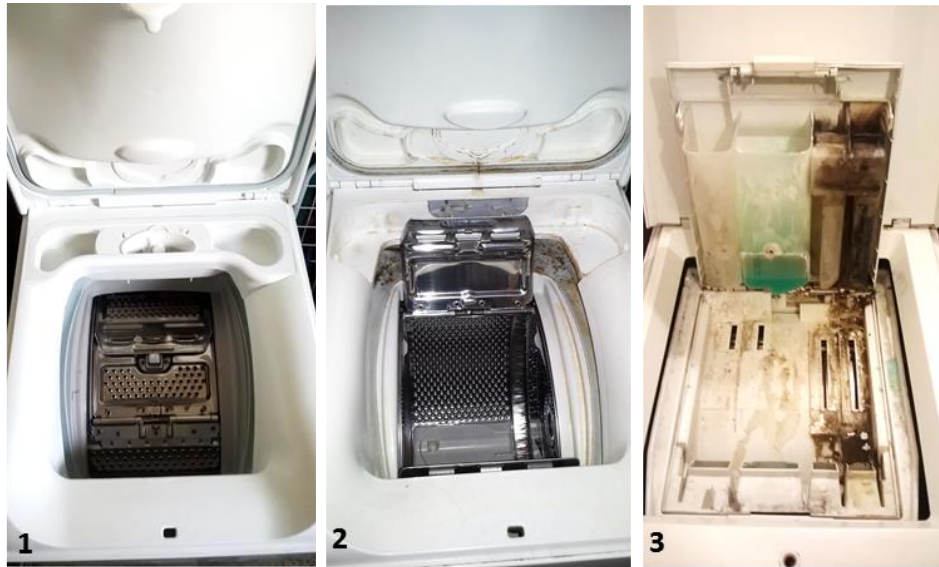
Öt kiválasztott fajjal tolerancia vizsgálatokat végeztünk (hőmérséklet, pH és szárazságtűrés), mely során a kiválasztott törzsek növekedését vizsgáltuk a beállított értékeken. A választás a következő fajokra esett: *Candida parapsilosis*, *Meyerozyma guilliermondii*, *Cystobasidium slooffiae*, *Trichosporon dermatis (mucooides?)*, *Fusarium oxysporum* (FOOSC). A hőmérséklet tolerancia vizsgálatok termosztát berendezésekben zajlottak. A beállított hőmérsékletek a következők voltak: 25 °C (kontroll), 37 °C, 50 °C. Mivel a mosógépeket csak időszakosan jellemzi magas hőmérséklet, ezért a kísérlet során napi kétórás 40 °C-os és 60 °C-os kezeléseket is beállítottunk, mely jobban jellemzi a mosógép-használati szokásokat. A pH tesztek az alábbi szempontok szerint állítottuk be: A mosógépek tisztítására többen háztartási ecetet használnak, melynek pH-ja közelítőleg 2 és 3 közötti (25). Sokan vízzel hígítják az ecetet, aminek következtében savassága csökken. A savas tartományban ezért két pH értéket vizsgáltuk: pH=2,09 és pH=4,10. A mosószer kémhatása 7 és 11 közötti, a folyékony mosószer kevesbé lúgosak (~pH=7-8,5), a mosóporok kémhatása lúgosabb (~pH=10-11) (26). Ezért vizsgálatunkban két értéket állítottuk be a lúgos tartományban: pH=8,36 és pH=10,88. Kontrollként semleges pH-t állítottunk be. A növekedési tesztek harmadik sorozata a gombák szárazságtűrését vizsgálta. Ehhez növekvő koncentrációjú só (NaCl-ot) tartalmazó tápközeget alkalmaztunk: 0%, 3%, 6%, 9%, 12%. Az egyre növekvő koncentráció, egyre nagyobb külső ozmotikus nyomást eredményez, melynek hatására a gombasejtek dehidratálódnak. Arid körülmények között a

sejtek szintén elveszítik víztartalmukat, így ez a vizsgálat jól alkalmazható a kiszáradástűrés modellezésére (27).

Az adatok statisztikai kiértékelése során első körben deskriptív elemzéseket végeztünk. A törlésmintákból származó fajok és a hozzá tartozó kérdőíves adatok analitikai feldolgozására általánosított lineáris modelleket használtunk. Az egyes változók hatását a fajszámra Poisson-regresszióval vizsgáltuk. Logisztikus regresszióval vizsgáltuk, hogy milyen tényezőktől függ az egyes fajok előfordulása. A végleges modellek kiválasztásához a modell-szelekciót az Akaike Információs Kritérium (AIC) alapján végeztük. A kiválasztott modellek feltételeit minden alkalommal ellenőriztük. A növekedési vizsgálatok adatainál a számtani középértékeket és a szórásokat kiszámoltuk. Ezt követően az átlagos sejtszám-, illetve a telepátmérő-értékekre varianciaanalízist (ANOVA) alkalmaztunk. A kapott eredményre a páronkénti összehasonlítást Dunnett-féle post-hoc teszttel végeztük, ami minden egyes kezelést a kontroll csoporthoz hasonlított. Ahhoz, hogy szimultán 5%-os szignifikancia szintet érjünk el, Bonferroni módszerét alkalmazva az egyenkénti szignifikancia szinteket 5%-ról 1%-ra változtattuk. Így az öt összehasonlítás összesített eredményére az elsőfajú hiba valószínűsége 5%, szemben az 5%-os szignifikanciaszint megtartásával kapott 23%-kal. A statisztikai számításokat és grafikai ábrázolásukat az R programban végeztük (28,29). Az R programhoz az alábbi programcsomagokat használtuk: multcomp, Rcmdr, RcmdrMisc, MASS, lattice.

Eredmények

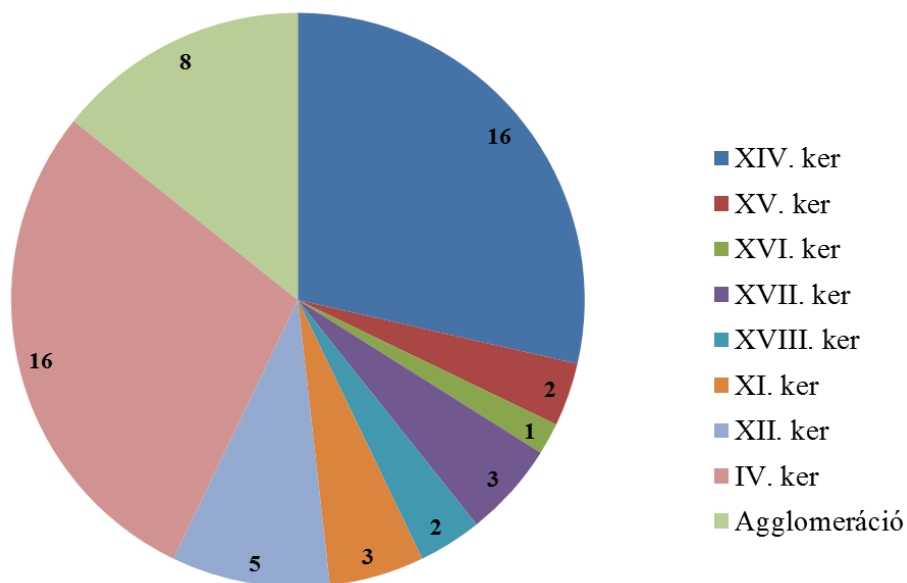
A helyszíni szemle eredményei alapján a mosógépek 4%-a bizonyult tisztának, 64%-a közepesen és 32%-a erősen szennyezett volt (2. ábra).



2. ábra: Eltérő szennyezettségű mosógépek osztályozása (balról jobbra: 1. kategória: tiszta, 2. kategória: közepesen szennyezett, 3. kategória: erősen szennyezett) (a szerő saját felvétele)

Figure 2: Classification of contaminated washing machines (from left to right: type 1: completely clean, type 2: moderately contaminated, type 3: heavily contaminated) (picture made by the author)

A mikroszkópos vizsgálat során a mosógépekből gyűjtött lerakódásokban számos gombaelemet találtunk, elsősorban egysejtű hialin gombaelemeket, valamint hialin és pigmentált hifatöredékeket. Emellett nagyobb mennyiségben fordultak elő különböző egyéb szennyező anyagok (textilszálak, vízkőszemcsék, stb.), amelyek gyakran nagyobb tömegét adták a megvizsgált lerakódásoknak. Összesen 56 db kérdőív került kitöltésre a főváros különböző kerületeiben és Pest-megyei városokban (Göd, Alsógöd, Dunakeszi és Szigetszentmiklós). 5 esetben nem volt lehetőségünk a kérdőív kitöltésére, mivel a mosógépek közösségi használatban voltak (kollégium). A kérdőívek terület szerinti megoszlását a 3. ábra mutatja.



3. ábra: A mosógéphasznlátra vonatkozóan kitöltött kérdőívek hely szerinti megoszlása budapesti kerületekben és az agglomerációban (Göd, Alsógöd, Dunakeszi és Szigetszentmiklós)

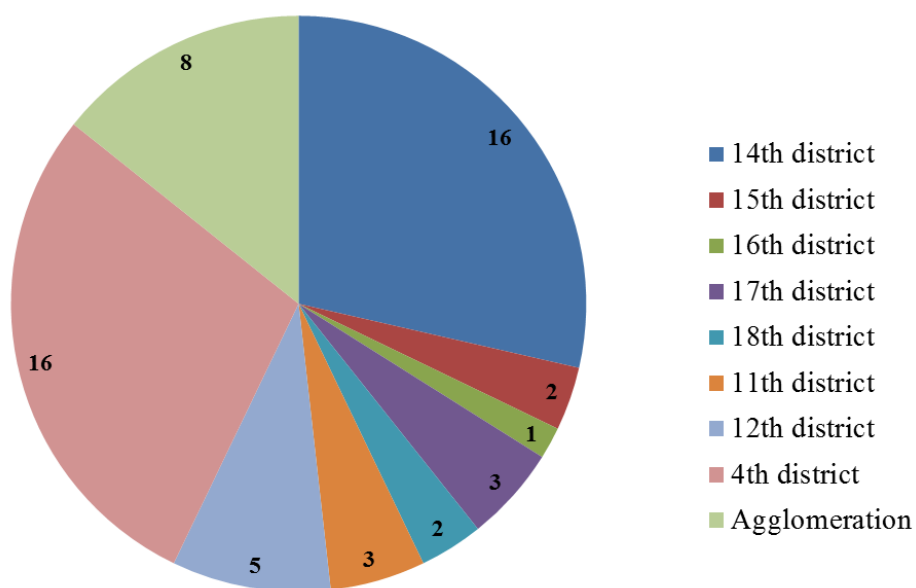


Figure 3: Location distribution of the sampled washing machines in Budapest districts and in the agglomeration (Göd, Alsógöd, Dunakeszi and Szigetszentmiklós)

A kérdőívet kitöltők 30%-a családi házban, 38%-a társasházban, 32%-a pedig panelházban lakik. A kitöltők 49%-a állította, hogy teljes mértékben szigetelt a ház, amelyben lakik, míg 23% esetében részben, 28%-nál pedig egyáltalán nem szigetelt. A válaszadók a földszinttől az ötödik emeletig terjedő szinteken laktak a következő arányban: 16% (fsz.), 19% (1. em.), 27% (2. em.), 22% (3. em.), 14% (4. em.), 3% (5. em.). A kérdőíves válaszadók 32%-a esetében az egy főre eső lakás alapterület 20 m² alá esett, 45% esetében pedig 20-40 m² közötti volt (1. táblázat). Ez a zsúfoltság és az ebből következő magasabb páratartalom miatt jelentős.

1. TÁBLÁZAT: Az egy főre eső lakásalapterület (m²) megoszlása a kérdőíves válaszadók körében

TABLE 1: Distribution of the per capita flat floor space (m²) among the questionnaire respondents

Egy főre eső lakásalapterület (m ²) The per capita flat floor space (m ²)	Gyakoriság (%) Frequency (%)
0 – 20	32
20 – 40	45
40 – 60	9
60 – 80	8
80 – 100	2
100 –	4

A mosógépet használók 62%-a felültöltős, 38%-a elöltöltős mosógéppel rendelkezik. A mosógépek többsége (42%) 0-5 éves; a készülékek kor szerinti megoszlását a 2. számú táblázat mutatja be.

2. TÁBLÁZAT: Mosógépek kor szerinti megoszlása

TABLE 2: Age distribution of washing machines (w.m.)

Mosógép kora (év) Age of w.m. (year)	Gyakoriság (%) Frequency (%)
0-5	42
6-10	31
11-15	8
16+	19

Gumitömítést az esetek 94%-ban soha nem cseréltek. A mosógépet 81%-ban a fürdőszobában tartották, 6%-ban konyhában, 2%-ban a pincében és 11%-ban egyéb helyiségekben, például kamrában. A mosógépet tartalmazó helyiségben az esetek 36%-ában

volt ablak, mely 47%-ban műanyagkeretes, légtömör kialakítású volt. Amennyiben a helyiség, ahol a mosógép található, ablakkal rendelkezett, azt a válaszadók 70%-ban naponta többször szellőztették, míg 10-10%-ban naponta egyszer, hetente vagy ritkábban. Az esetek 51%-ában volt szellőző a helyiségben és 21%-ban volt működőképes páraelszívó. A helyiséget fűtési szezonban a kérdőívet kitöltők 53%-a folyamatosan, 4%-a csak napközben, 11%-a napközben csak 0,5-1 órára, 30%-a pedig egyáltalán nem fűtötték. A mosógéptároló helyiségekben a fűtés többnyire radiátorral történt (71%); ld. 3. táblázat.

3. TÁBLÁZAT: Különböző fűtéstípusok megoszlása	
TABLE 3: Distribution of different types of heating	
Fűtés típusa Type of heating	Előfordulás a kitöltők körében (%) Occurrence (%)
Radiátoros fűtés Radiator heating	71
Hősugárzó Heater	8
Gázkonvektor Gas convector	8
Padlófűtés Floor heating	6
Fűtetlen, külső lehűlő fal nélkül Unheated, with no external cooling wall	6
Unheated, exterior cooled wall	2

A helyiségre jellemző falfelület anyaga: 81%-ban csempe (kerámia), 13%-ban beton és 6%-ban diszperziós (műanyag) festék volt. A válaszadók 56%-a saját bevallása szerint nem ott szokta kitergetni száradó ruháit, ahol a mosógép található.

A mosógéphasználók 26%-a naponta használja mosógépét, 47%-a heti két-három alkalommal, 19%-a heti egyszer, 8%-a pedig csak kéthetente mos. A válaszadók 60 és 90 °C-on történő mosási gyakoriságait az 4. táblázat mutatja be.

4. TÁBLÁZAT: Magasabb hőfokú mosások gyakoriságai

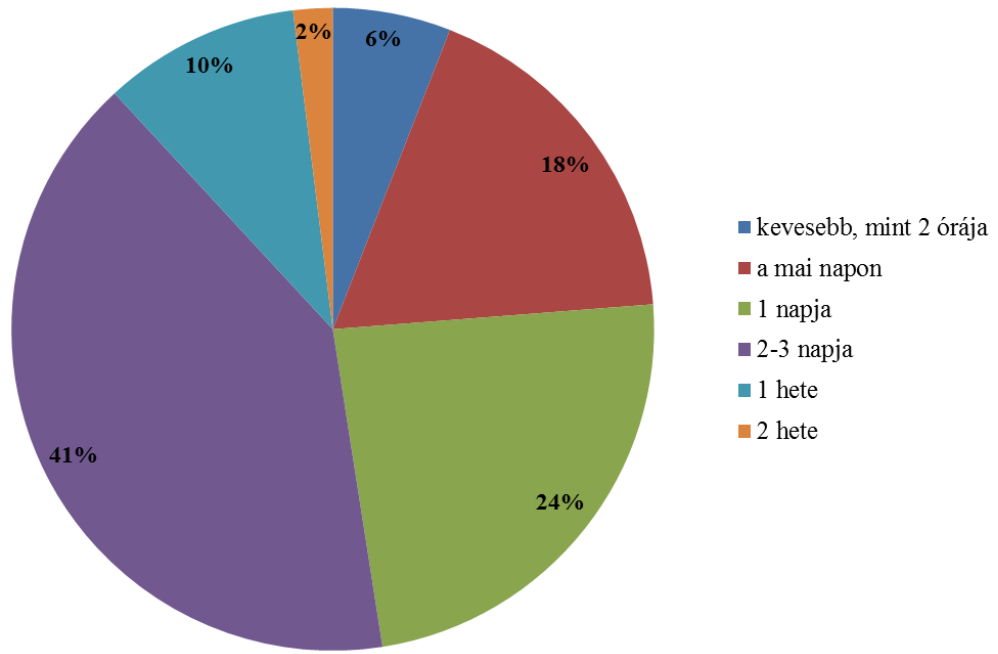
TABLE 4: Frequencies of high temperature washings

Mosási gyakoriságok Washing frequency	Arány 60 °C-on (%) Ratio at 60 °C (%)	Arány 90 °C-on (%) Ratio at 90 °C (%)
Naponta Daily	9	0
Hetente 2-3-szor 2-3 times a week	17	0
Heti egyszer Weekly	19	6
Kéthetente Biweekly	11	4
Ritkábban Less frequently	32	36
Soha Never	11	55

A kérdőívet kitöltők 81%-a szokott folyékony mosószert használni a mosáshoz, 28%-a mosóport, 21%-a folttisztítót. A válaszadóknak csupán 17%-a szokott környezetbarát tisztítószereket használni, például mosószódát, mosódiót. Fertőtlenítés céljából ruha nélküli mosófunkciót 60 °C-on a válaszadók bevallásuk alapján heti rendszerességgel nem szoktak indítani, de 4%-uk havonta, 31%-uk ritkábban, mint havonta indít ilyen mosási programot. A válaszadók 25%-a szokott 90 °C-os fertőtlenítő mosást végezni ritkábban, mint havonta. A válaszadók 77%-a nem használ fertőtlenítő oldatot az öblítő funkcióhoz, de 6%-uk heti rendszerességgel, 10%-uk havonta, 8%-uk pedig ritkábban, mint havonta. A kérdőívet kitöltők közül senkinek nem volt szárítófunkcióval rendelkező mosógépe. A mosást végzők 35%-a le szokta törölni a mosószermaradékot a mosógépről, és 94%-uk nyitva hagyja a gépet használat után. A válaszadók 57%-a tapasztalt már sötét elszíneződést a mosószermaradékban, illetve 45%-uk a gumi tömítésen. Azok közül, akik tapasztaltak elszíneződéseket, 73% próbálta eltávolítani különféle vegyszerekkel (klórtartalmú vegyszerek, szerves vegyszerek, egyéb), illetve mechanikus úton. A válaszadók 28%-a szerint módszerük hatékony volt, a szennyeződés teljes mértékben eltűnt. 66%-uk csak részben tudta eltávolítani, 7%-uk pedig egyáltalán nem. Akiknek sikerült eltávolítani a szennyeződést, 16%-uk állította, hogy pár

napon belül újra jelentkezett, 12%-ban egy-két hét múlva, és 36-36%-ban egy hónap múlva, illetve több mint egy hónap után jelentkezett.

A kérdőív kitöltésének és a mintavételezésnek az időpontjától számított legutóbbi mosást a 4. ábra mutatja



4. ábra: A mosógéphasználók által kérdőívben jelzett legutóbbi mosás időpontja

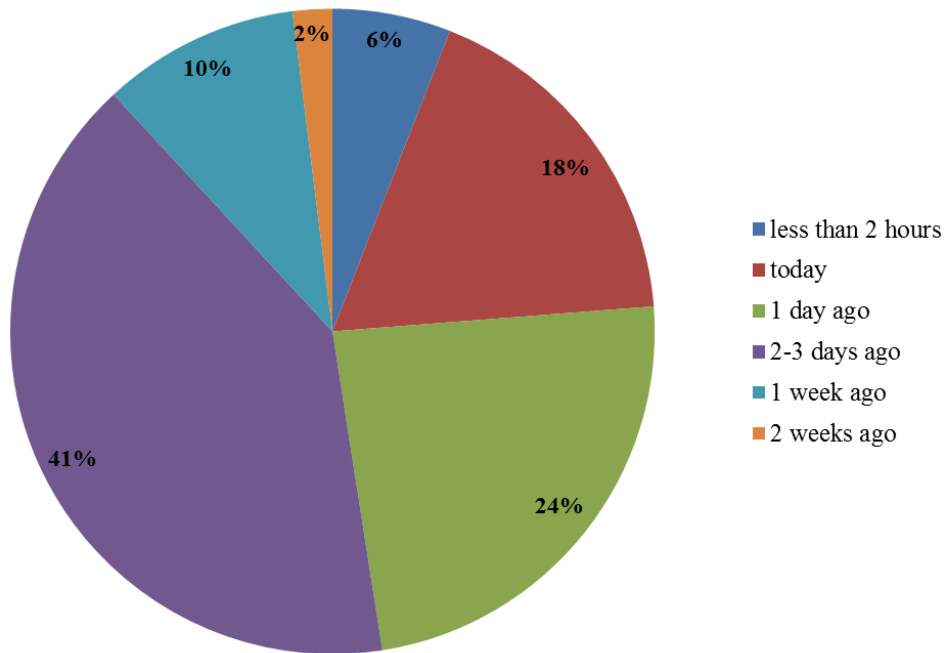
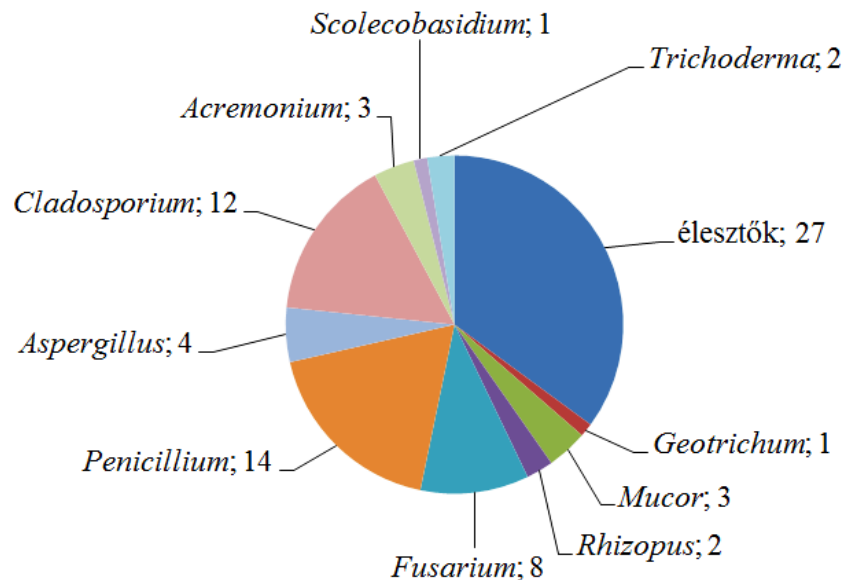


Figure 4: Date of last wash of the sampled washing machines

Összesen 59 törletmintát vettünk, mosógépenként egyet (2 mosógép esetében nem volt kiértékelhető törletminta). Ebből 86 tiszta tenyészetet hoztunk létre, melyből 32 élesztő- és 54 fonalgomba volt. A nemzetségszinten meghatározott gombák összetételét a 5. ábra mutatja.



5. ábra: A meghatározott gombacsoportok előfordulása a mintákban
Figure 5: The occurrence of fungal genera in the sampled washing machines

A törletminták és a kérdőíves adatok statisztikai elemzése alapján elmondható, hogy szignifikáns eltérés mutatkozott a fajszám tekintetében a következő változók hatására: a mosógép helye a lakáson belül, a fűtés típusa, a ház szigetelése és a mosószeradagolóban talált sötét színű elszíneződés megléte. A modellszelekciót elvégezve a szigetelés típusa kiesett a modellből. A végleges modell magyarázó változói: a mosógép helye, a fűtés típusa és a sötét elszíneződés a mosószeradagolón voltak. A konyhában tartott mosógépekben szignifikánsan nagyobb fajszám mutatkozott, mint a fürdőszobában, illetve egyéb helyiségekben tárolt készülékekben (p -érték=0,021). Fűtetlen helyiségben a fajszám szignifikánsan nagyobb volt (p -érték=0,003). Ahol a mosószeradagolóban a mosógéphasználók saját bevallásuk szerint sötét elszíneződést találtak, ott szignifikánsan több faj mutatkozott (p -érték=0,026).

A talált gombafajok közül a *Penicillium* jelenlétét befolyásolta a szigetelés és a sötét elszíneződés mechanikai, illetve vegyszeres úton történő eltávolítása. A részben szigetelt házak a teljes mértékben szigetelthez képest átlagosan 6-szorosára növelték a *Penicillium* előfordulását, a nem szigetelt házak pedig 8-szorosára (5. táblázat). A sötét elszíneződés

eltávolítása szignifikánsan csökkentette a *Penicillium* esetében a sejtszámot (Nyers esélyhányados (cOR)=0,14; 95%-os konfidencia intervallum(95%CI): 0,02 – 0,71; p-érték=0,021). A mosógépekből izolált gombák közül a *Cladosporium* jelenlétére volt szignifikáns hatással, hogy milyen a mosógép töltése. Elöltöltős mosógépekben szignifikánsan több *Cladosporium* található, mint felültöltősben (cOR=3,90; 95%CI: 1,00 – 17,20; p-érték=0,055).

5. TÁBLÁZAT: A szigetelés hatása a *Penicillium* előfordulására

TABLE 5: The effect of isolation on the occurrence of the *Penicillium* genus

Ház szigetelése Insulation of the house	cOR (95%CI)	p-érték p-value
Teljes mértékben szigetelt Totally insulated	–	–
Részben szigetelt Partially insulated	6,00 (0,98 – 49,70)	0,061
Nem szigetelt Non-insulated	8,00 (1,53 – 62,02)	0,022

A hőmérsékletfüggési vizsgálatban szereplő gombafajok állandó 50 °C-os hőmérsékleten inkubálva egyáltalán nem mutattak növekedést. A 37 °C-ot leginkább a *Candida parapsilosis* és a *Meyerozyma guilliermondii* kedvelte. A napi kétórás hőkezelések visszafogták valamint késleltették a vizsgálatban szereplő gombafajok növekedését. Ez alól kivétel a FOSC, mely a 40 °C-os kezelés hatására a kontrollhoz hasonló növekedést mutatott. A vizsgálatban szereplő mikroszkopikus gombák 8,36-os pH-n többnyire növekedést mutattak, 10,88-as pH-n viszont a *Fusarium* kivételével egyáltalán nem indultak növekedésnek. 4,10-es pH alatt semmilyen növekedés nem volt kimutatható. A szárazságtűrés vizsgálata céljából beállított NaCl-os kezeléseket minden kiválasztott gombatorzs jól tolerálta. A *Trichosporon dermatis* és a *Cystobasidium slooffiae* kivételével a legtöményebb sókoncentráció esetében is mutattak némi növekedést. A *Trichosporon* 9%-on késleltetéssel, de növekedett, a *Cystobasidium* ezzel szemben már 6%-on késleltetett és csökkent növekedést mutatott, és 9% felett már nem indult növekedésnek. A kezeléseket a *Candida parapsilosis*, illetve a FOSC tűrte a legjobban (24).

Megbeszélés

Annak ellenére, hogy a mosógépek valamennyi háztartásban megtalálhatók, csupán kevés tudományos dolgozat foglalkozott a mikrobiális szennyezettségükkel. Ezeknek is a többsége bakteriális eredetű biofilmek kialakulását és összetételét vizsgálta (16,30,31), és csupán két tanulmány foglalkozott a gombák előfordulásával (11,17). Mosógépekkel még hazánkban hasonló vizsgálat nem történt, a mintavételezések ezért elsőként adtak arra alkalmat, hogy betekintést nyerjünk hazai mosógépek gombafaj-összetételébe. A vizsgálat során összesen 61 mosógép felmérését végeztük el. BABIČ és munkatársai (17) 70, GATTLEN és munkatársai (11) 11 mosógépet mintáztak meg. A mintagyűjtés Budapestre és vonzáskörzetére terjedt ki. BABIČ és munkatársai (17) Szlovéniából gyűjtöttek országszerte mintákat, GATTLEN és munkatársai (11) pedig három kontinensről (USA, Svájc, Dél-Korea, Németország).

A kérdőíves felmérés segítségével tájékozódunk a hazai háztartások higiénés körülményeiről és mosógép-használati szokásairól, továbbá segítségével a használati szokások és az izolált fajok előfordulási gyakorisága közötti összefüggések is feltárhatók. Elemzésünkéből kiderült, hogy a hazai mosógépek harmada mikroszkopikus gombákkal erősen szennyezett. Ennek következtében a mosógépek a hazai fonalgombák egyfajta rezervoárjának tekinthetők. A mintavételben szereplő mosógépek közül 90,2%-ban találtunk mikroszkopikus gombát. A szlovéniai vizsgálatban a mosógépek 79%-a mutatkozott gombával szennyezettnek (17). A kérdőíves felmérésből látható, hogy a válaszadók nagy része az alacsonyabb hőmérsékletű mosási programokat preferálja. A szlovéniai kutatócsoport vizsgálatából kiderült, hogy a szennyezett mosógépek esetében a leggyakrabban használt mosási hőfok a 40 °C volt (17). A felmérés során megkérdezettek egyharmada ritkán mos 60 °C-on, illetve ritkán indít ruha nélküli tisztító mosást, ami pedig eredményeink szerint jelentős lehet a mosógép gombafertőzöttségének visszaszorításában.

A kockázati tényezők szerepének vizsgálata rámutatott arra, hogy a mosógépet a konyhában tartani a legelőnytelenebb, mert ott könnyebben szennyeződhet különféle gombafajokkal. Ez a helyzet azonban a hazai háztartásokban ritkán fordult elő, mindössze a lakások 6%-ában. Szintén előnyösnek mondható, hogy a mosógéptároló helyiséget a megkérdezettek több, mint kétharmada naponta többször is szellőzteti. Bár kevesebb, mint egyharmaduk rendelkezik működőképes páraelszívóval, maga a passzív szellőzés is elősegítheti a nedves felületek száradását, illetve a páratartalom csökkenését, ezáltal akadályozva a gombák szaporodását a mosógépekben. Vizsgálatunk során világossá vált,

hogy az egyes fajok előfordulása a mosógépekben nagymértékben függ az adott gomba szárazságtűrő képességétől. A különböző típusú mosógépek különböző helyeken tartalmazhatnak pangó folyadékot, ami nem, vagy csak nehezen szárad ki. Elöltöltős mosógépek gyűrűjében összegyűlik a víz a gyűrű alján, mely az elvezető csatorna eltömődése esetén nehezen tud onnan eltávozni. A *Cladosporium*-nemzetség fajai szignifikánsan gyakrabban fordulnak elő elöltöltős mosógép gumitömítésén. Ennek oka lehet a pangóvíz. E gombának a telepei gyakran az ablakokon lecsorgó kondenzációs vízben alakulnak ki (Magyar D. szóbeli közlése alapján). Jó stressztűrő képességű, kozmopolita faj. Az elemzések során világossá vált, hogy fűtetlen helyiségben szignifikánsan megnő a fajszaám, melynek oka, hogy a mosógép belső felületei nehezebben száradnak ki. Elmondható, hogy a megkérdezettek csupán 8 %-a tartja a mosógépét fűtetlen helyiségben.

A tolerancia tesztekhez kiválasztott öt faj egészségügyi szempontból volt jelentős. A *Cystobasidium slooffiae* kivételével humánpatogén fajokról van szó. A fajok kiválasztása során azt is figyelembe vettük, hogy melyek fordultak elő gyakran a mintákban. A hőmérsékletfüggési vizsgálatban szereplő gombafajok állandó 50°C-os hőmérsékleten inkubálva egyáltalán nem mutattak növekedést. Ez azt bizonyítja, hogy nem kifejezetten termofil fajokról van szó (32,33). A 37°C-ot leginkább a *Candida parapsilosis* és a *Meyerozyma guilliermondii* kedvelte. Mindkét faj humánpatogén gomba, amelyekre általában jellemző, hogy az emberi testhőmérsékleten mutatnak erőteljes növekedést (34). A napi kétórás hőkezelések alapján feltételezhető, hogy a magas hőmérsékleteken történő mosás visszafogja a gombafajok növekedését. Ez alól kivétel a FOSC, mely a 40°C-os kezelés hatására a kontrollhoz hasonló növekedést mutatott. E fajkomplex bizonyos trópusi változatainál ismert, hogy 40°C-os hőmérsékleten is jól képesek növekedni (35). A vizsgálatban szereplő mikroszkopikus gombákról általánosságban elmondható, hogy pH tolerancia-tartományuk kis mértékben a lúgos felé eltolt. 8,36-os pH-n a fajok többnyire mutattak növekedést, 10,88-as pH-n viszont a *Fusarium* kivételével egyáltalán nem indultak növekedésnek. A fajokat összehasonlítva elmondható, hogy egyedül a FOSC tűrte az általunk beállított 10,88-as pH-t. Egyik faj sem tudott növekedni a két savas értéken, tehát 4,10-es pH alatt semmilyen növekedés nem volt kimutatható. Ennek ismeretében javasolható a mosógép fertőtlenítése céljából a savas tisztítószer alkalmazása. Összességében elmondható a kiválasztott gombafajokról, hogy a só jelenlétét jól tűrték, a legtöményebb sókoncentráció esetében is mutattak némi növekedést. Ez alól kivételt képez a *Trichosporon dermatis* és a *Cystobasidium slooffiae*, mely fajok nem indultak növekedésnek 12% NaCl jelenlétében. A

Trichosporon 9%-on késleltetéssel, de növekedett, a *Cystobasidium* ezzel szemben már 6%-on késleltetett és csökkent növekedést mutatott, és 9% felett már nem indult növekedésnek. Tehát a kezeléseket a *Cystobasidium slooffiae* türte a legrosszabbul, és a *Candida parapsilosis*, illetve a FOSC a legjobban. Az eredmények jól mutatják, hogy a vizsgált fajok bizonyos mértékben alkalmazkodtak a mosógép nyújtotta környezethez, melynek vízháztartása meglehetősen ingadozó lehet. Mivel a tartós kiszáradás nem kedvez a gombáknak, ezért javasolható a mosógép mosás utáni kiszárítása, illetve a következő mosásig szárazon tartása jól szellőző helyiségben. Fontos megjegyezni, hogy egyes mosógépekből izolált gombák biofilmben is előfordulhatnak és ebben a formában nagyobb ellenálló képességet mutathatnak (11).

Következtetések

Felmérésünk szerint a hazai mosógépek jelentős arányban szennyezettek különböző kórokozó gombákkal, amelyek jól tűrik a mosási körülményeket. Eredményeink és a szakirodalomban szereplő megállapítások alapján a mosógépek mikroszkopikus gombák általi szennyezettsége a megfelelő használati szokásokkal visszaszorítható. Ennek érdekében a következő javaslatokat tesszük, melyek segítségével csökkenthető a készülékek gombás szennyezettsége.

1. A mosógépet mindig jól átszellőző, fűtött helyiségben célszerű tartani.
2. Mivel a tartós kiszáradás nem kedvez a gombáknak, ezért javasolható a mosógép mosás utáni kiszárítása, a következő mosásig szárazon tartása. Ennek érdekében mindig hagyjuk nyitva a készüléket, hogy a belső felületek is ki tudjanak száradni.
3. Abban az esetben, ha találunk valahol pangó vizet a készülék látható, kézzel hozzáférhető részén, azt minden mosás után töröljük szárazra. Ha ez a pangó víz az elöltöltős mosógépek gumigyűrűjének alsó részében található, vizsgáljuk meg, hogy az alsó vízelvezető nyílások eltömődtek-e. Az eltömődést okozhatja vízkő, mosószer- és textilmaradványok, illetve egyéb lerakódások. Eltömődés esetén – ha szükséges, szakember segítségét kérve – tisztítsuk ki a nyílásokat.
4. Javasolt tisztítás céljából, rendszeres időközönként (havonta), ruha nélküli mosófunkciót indítani magas hőfokon (60 °C-on, de inkább 90 °C-on). Ezt érdemes ecetsavval vagy egyéb savas tisztítószerrel hozzáadásával végezni, abban az esetben, ha előzetes próba után megbizonyosodtunk, hogy a savas tisztítószer nem károsítja a gumitömítéseket, illetve a készülék egyéb részeit.

Nyilatkozat:

A cikk végleges változatát valamennyi szerző elolvasta és jóváhagyta, valamint hozzájárult a megjelenéshez.

Érdekeltségek: A szerzőknek nincsenek a tartalmat érintő érdekeltségeik.

Anyagi támogatás:

A közlemény megírása, illetve az ehhez kapcsolódó kutatómunka anyagi támogatásban nem részesült.

Szerzői munkamegosztás:

T.ZS., MD., V.K.: a kézirat elkészítése

T.ZS.V.K. mintavétel

T.ZS.K.R.,M.T.,M.D. gombafajok azonosítás

IRODALOM

REFERENCES

1. IOM. Damp indoor spaces and health. In: National Academy of Sciences, Institute of Medicine. Washington DC; 2004.
2. WHO. Guidelines for indoor air quality: dampness and mould. In Copenhagen; 2009.
3. Korpi A, Järnberg J, Pasanen A-L. Microbial Volatile Organic Compounds. Crit Rev Toxicol. 2009 1.;39(2):139–93.
4. Wålinder Robert, Ernstgård Lena, Johanson Gunnar, Norbäck Dan, Venge Per, Wieslander Gunilla. Acute Effects of a Fungal Volatile Compound. Environ Health Perspect. 2005 1.;113(12):1775–8.
5. Rudnai P, Varró MJ, Málnási T, Páldy A, Nicol S, O'Dell A. Damp mould and health. Hous Health Eur. 2009;
6. Mendell Mark J., Mirer Anna G., Cheung Kerry, Tong My, Douwes Jeroen. Respiratory and Allergic Health Effects of Dampness, Mold, and Dampness-Related Agents: A Review of the Epidemiologic Evidence. Environ Health Perspect. 2011. június 1.;119(6):748–56.
7. Brewer JH, Thrasher JD, Straus DC, Madison RA, Hooper D. Detection of Mycotoxins in Patients with Chronic Fatigue Syndrome. Toxins. 2013. április;5(4):605–17.
8. de Hoog GS, Guarro J. Atlas of Clinical Fungi. Utrecht: Centraalbureau voor Schimmelcultures; 1995.

9. Magyar D, Vass M, Li D-W. Dispersal Strategies of Microfungi. In: Li D-W, szerkesztő. *Biology of Microfungi* [Internet]. Cham: Springer International Publishing; 2016 [idézi 2019. március 24.]. o. 315–71. (Fungal Biology). Elérhető: https://doi.org/10.1007/978-3-319-29137-6_14
10. Stefán G. A beltéri levegő gombafaj összetétele Magyarországon [BSc]. [Szeged]: SZTE TTIK Mikrobiológiai Tanszék; 2013.
11. Gattlen J, Amberg C, Zinn M, Maucclair L. Biofilms isolated from washing machines from three continents and their tolerance to a standard detergent. *Biofouling*. 2010. október 27.;26(8):873–82.
12. Feazel LM, Baumgartner LK, Peterson KL, Frank DN, Harris JK, Pace NR. Opportunistic pathogens enriched in showerhead biofilms. *Proc Natl Acad Sci*. 2009. szeptember 11.;pnas.0908446106.
13. Short DPG, O'Donnell K, Zhang N, Juba JH, Geiser DM. Widespread Occurrence of Diverse Human Pathogenic Types of the Fungus *Fusarium* Detected in Plumbing Drains. *J Clin Microbiol*. 2011. december 1.;49(12):4264–72.
14. Pitts B, Stewart PS, Mcfeters GA, Hamilton MA, Willse A, Zilver N. Bacterial characterization of toilet bowl biofilm. *Biofouling*. 1998 1.;13(1):19–30.
15. Zalar P, Novak M, de Hoog GS, Gunde-Cimerman N. Dishwashers – A man-made ecological niche accommodating human opportunistic fungal pathogens. *Fungal Biol*. 2011. október 1.;115(10):997–1007.
16. Terpstra PMJ. Domestic and institutional hygiene in relation to sustainability. Historical, social and environmental implications. *Int Biodeterior Biodegrad*. 1998 1.;41(3):169–75.
17. Babič MN, Zalar P, Ženko B, Schroers H-J, Džeroski S, Gunde-Cimerman N. *Candida* and *Fusarium* species known as opportunistic human pathogens from customer-accessible parts of residential washing machines. *Fungal Biol*. 2015. március 1.;119(2):95–113.
18. Fassatióvá O. *Penészek és fonalas gombák az alkalmazott mikrobiológiában*. Budapest: Mezőgazdasági Kiadó; 1984.
19. Bánhegyi J, Tóth S, Vörös J, Ubrizsy G. *Magyarország mikroszkopikus gombáinak határozókönyve*. Budapest: Akadémiai Kiadó; 1987.
20. Singh K. *An Illustrated manual on identification of some seed-borne Aspergilli, Fusaria, Penicillia and their mycotoxins*. Hellerup: Danish Government Institute of Seed Pathology for Developing Countries : Department of Bio-technology the Technical University of Denmark; 1991.
21. Beguin H, Nolard N. Mould biodiversity in homes I. Air and surface analysis of 130 dwellings. *Aerobiologia*. 1994. december 1.;10(2):157.
22. Klich M. *Identification of common Aspergillus species*. Utrecht: Centraalbureau voor Schimmelcultures; 2002.
23. Samson RA. *Food and Indoor Fungi 2*. Utrecht: CBS-KNAW Fungal Biodiversity Centre; 2010.

24. Tischner Z. Adatok a hazai mosógépek vizes környezetében előforduló mikroszkopikus gombák ismeretéhez. [Budapest]: Szent István Egyetem, Állatorvos-tudományi Kar; 2016.
25. Bruckner G. Szerves Kémia. Budapest: Tankönyvkiadó Vállalat; 1961.
26. Varga D. Folyékony és por mosószerek irritációs hatásának és mosási tulajdonságainak összehasonlítása. [Budapest]: ELTE TTK; 2013.
27. Kredics L, Manczinger L, Antal Z, Péntes Z, Szekeres A, Kevei F, és mtsai. In vitro water activity and pH dependence of mycelial growth and extracellular enzyme activities of *Trichoderma* strains with biocontrol potential*. *J Appl Microbiol.* 2004. március 1.;96(3):491–8.
28. Reiczigel J, Harnos A, Solymosi N. Biostatisztika nem statisztikusoknak. Nagykovácsi: Pars Kft.;
29. R Core Team. R: A language and environment for statistical computing [Internet]. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing; 2017. Elérhető: <https://www.R-project.org/>
30. Weide MR, Heinzel M. Situation analysis of hygiene in the home. *SOFW JOURNAL.* 2000;
31. Munk S, Johansen C, Stahnke LH, Adler-Nissen J. Microbial survival and odor in laundry. *J Surfactants Deterg.* 2001. október 1.;4(4):385–94.
32. Cooney DG, Emerson R. Thermophilic fungi. An account of their biology, activities, and classification. *Thermophilic Fungi Acc Their Biol Act Classif* [Internet]. 1964 [idézi 2018. december 6.]; Elérhető: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19651102963>
33. Crisan EV. Isolation and culture of thermophilic fungi. *Contrib Boyce Thompson Inst Plant Res.* 1964;(22):291-301.
34. Baron S. *Medical Mycobiology.* 4. Texas: University of Texas Medical Branch at Galveston; 1996.
35. Booth C. The genus *Fusarium*. *Genus Fusarium* [Internet]. 1971 [idézi 2018. december 6.]; Elérhető: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19721603830>