

Magyar Donát<sup>1</sup>, Tischner Zsófia<sup>2</sup>, Dancsházy Zsuzsanna<sup>3</sup>, Páldy Anna<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Nemzeti Népegészségügyi Központ, Budapest / *National Public Health Center, Budapest*

<sup>2</sup>Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet, Környezetbiztonsági Tanszék, Gödöllő / *Department Environmental Safety, Institute of Aquaculture and Environmental Safety, Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Gödöllő*

<sup>3</sup>Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal Budapest / *National Food Chain Safety Office, Budapest*

DOI: <https://doi.org/10.29179/EgTud.2021.1.30-37>

## A globális megatrendek – világjárványok és globalizáció, technológiai fejlődés és klímaváltozás – hatása a mikroszkopikus gombák terjedésére Magyarországon

The impact of global megatrends – pandemics and globalization, technological development and climate change – on the spread of microscopic fungi in Hungary

### Összefoglalás

A globális megatrendek olyan lassú folyamatok, amelyek kezdetben alig észrevehetőek, később azonban hosszú távú globális hatásokat okoznak. Néhányuk – a világjárványok és a globalizáció, a technológiai fejlődés, valamint az éghajlatváltozás – jelentős hatással van hazánk mikroszkopikus gombavilágára. A globalizáció révén nagy mennyiségű gombaspórát és inokulumot hurcolnak be a személy- és áruforgalommal, főként importált trópusi gyümölcsökkel, talajjal és csomagolóanyagokkal. A technológiai fejlődés következtében ezek a gombák új élőhelyekre tesznek szert az emberek közvetlen környezetében, épületek, háztartási vizes berendezések belső terében. Az éghajlatváltozás következtében különböző idegenhonos fajok egyre nagyobb valószínűséggel telepednek meg a régió természetes élőhelyein is. E behurcolt gombák között számos, az emberi egészségre vagy a mezőgazdasági termelésre kockázatot jelentő faj lehet. A globális megatrendek gombafajokra gyakorolt hatásai számos új gazdasági, egészségügyi, növény- és környezetvédelmi problémakör fontosságára hívják fel a figyelmet. A megatrendek mikrogombákra gyakorolt hatását fontos figyelembe venni a különböző védekezési módszerek kidolgozása során, amelyeket be kell építeni az adaptációs stratégiákba. Jelen összefoglaló közleményünk célja ezeknek a veszélyeknek és a megelőzési stratégiákra irányuló javaslatok bemutatása.

Kulcsszavak: klímaváltozás, globalizáció, megatrendek, technológiai fejlődés, mikroszkopikus gombák, spórák.

### Abstract

*Global megatrends are slow processes causing long-term global effects. Some of them - globalization, risk of pandemics, technological development and climate change - have major impacts on microfungi in Hungary. Due to the globalization, high amount of fungal inocula is introduced (e.g., by travelling and transport) thus the risk of pandemics should be considered. Related to technological development, fungi can survive and proliferate in new, artificial habitats, inside buildings or devices. In consequence of climate change, non-native species are more likely to colonize the natural habitats in the region. Some of these fungal species have great effects on human health and agriculture. The effects of global megatrends on fungi raise new issues of human, animal and plant diseases, also having economic and environmental perspectives. In this paper, some intervention possibilities are presented.*

Keywords: climate change, globalization, megatrends, technological development, microscopic fungi, spores

## EGÉSZSÉGTUDOMÁNY

2020;64(4): 30-37

## HEALTH SCIENCE

Közlésre érkezett: 2021. április 15.

Submitted: 15 April 2021

Elfogadva: 2021. április 29.

Accepted: 29 April 2021

Levellezési cím/Correspondence:

Dr. Magyar Donát

Nemzeti Népegészségügyi Központ  
1097 Budapest, Albert Flórián út 2-6.

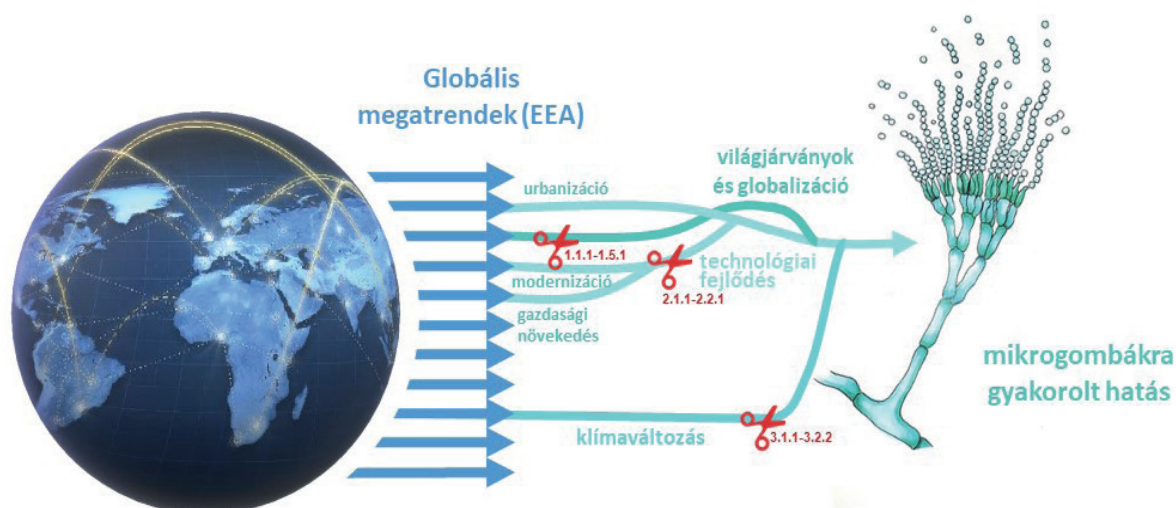
E-mail: magyar.donat@gmail.com

Tel.: +36 1 476 1100/2210

## Bevezetés

Az Európai Környezetvédelmi Ügynökség (EEA) 11 globális megatrendet határozott meg<sup>1</sup>. E megatrendek olyan lassú folyamatok, amelyek kezdetben alig észrevehetőek, később azonban hosszú távú globális hatásokat okoznak. Néhányuk – a világvjárványok és a technológiai fejlődés, továbbá az éghajlatváltozás – jelentős hatással van a mikroszkopikus gombavilágra, különösen hazánkra nézve, mivel Európa egyik különleges földrajzi adottságokkal bíró, ugyanakkor sérülékeny biogeográfiai régiójába tartozunk. A megatrendek hatásainak részletes leírását egy nemrég megjelent tanulmányban foglalták össze Magyar és munkatársai<sup>2</sup>. A globális megatrendek gombafajokra gyakorolt hatásaival kapcsolatban a szerzők számos új gazdasági, egészségügyi, növény- és környezetvédelmi problémakör fontosságára hívták fel a figyelmet. A behurcolt gombafajokat – egyre nagyobb számuk miatt – fontos lenne figyelembe venni a különböző védekezési és adaptációs stratégiák kidolgozása során. A szerzők elemzéseik kapcsolódnak a nemrég elkészült „Éghajlatváltozás és egészség” jelentéshez; az újabb megállapítások kiegészítik az „Éghajlatváltozás hatása az emberek, a növények, és az állatok egészségére” c. fejezetet<sup>3</sup>.

Jelen közleményünk célja a fenti cikkben szereplő megállapítások és az ehhez kapcsolódó megelőzési javaslatok bemutatása (1-2. ábra).



1. ábra: Globális megatrendek hatása a hazai mikrogomba világra.

megatrendek	kockázatok	javaslatok	
		✂ szakemberek, döntéshozók részére	lakosság részére
1. Világjárványok és globalizáció	1.1. gombák behurcolása talajjal személyforgalom révén	1.1.1	Tájékoztató a veszélyekről és az elkerülésről. Az fertőzésveszélyes területekre utazó honfitársainkat tájékoztatni kell a fertőzés veszélyéről, és arról, hogy az miként kerülhető el.
	1.2. gombák behurcolása csomagolóanyagokon	1.2.1	Hazai termékek részarányának növelése.
		1.2.2	Központosított átcsomogolás. Az Európai Unióba történő beléptetés után kisebb kiserelésű termékek átcsomogolása a beléptetési ponton.
	1.3. gombák behurcolása biotermékeken	1.3.1	Monitoring kiterjesztése. Trópusi eredetű biotermékek felvétele a növényegészségügyi kockázatfelmérő monitoringba.
	1.4. gombák behurcolása növényegészségügyi vizsgálat alá nem tartozó gyümölcsökön	1.4.1	Lakossági tájékoztató a déligyümölcsök higiénes kezeléséről. Fontos, hogy déligyümölcsök érintése, hámozása után mossunk kezet, ill. ne nyúljunk a szemükbe.
		1.4.2	Tájékoztató a déligyümölcs hulladék helyes elhelyezéséről. A déligyümölcs hulladékot ne dobják el a természetben, hanem helyezik a kijelölt hulladéktárolókba. Az ismeretek átadása a közoktatásban.
1.4.3		Fogyasztói tudatosság növelése. Élelmiszerhulladék mennyiségének csökkentése.	
1.5. <i>Candida auris</i> eredetű nosocomialis fertőzések előrtörése	1.5.1	Helyes infekciókontroll. Fontos fertőzőanyag átvitelének megakadályozása; a kézhigiéne betartása; a betegellátási környezet, valamint a berendezések e célra ajánlott termékekkel történő tisztítása és fertőtlenítése. Intézményközi kommunikáció a beteg <i>C. auris</i> státuszáról, a beteget másik egészségügyi intézménybe való áthelyezésekor. Újjonnan azonosított esetek kontaktkutatása. A klinikai minták laboratóriumi ellenőrzése az esetek kimutatása céljából.	
2. Technológiai fejlődés	2.1. Modern építészeti és épületanyagok gomba kolonizációja	2.1.1	Építészeti oktatás. Fontos az építésszek továbbképzése, az egészségi szempontok ismeretanyagának továbbadása, beemelése az építőipari képzésbe.
	2.2. Modern berendezések, vizes cellák gomba kolonizációja	2.2.1	Tervezőmérnökök oktatása. A tervezőmérnökök képzésébe be kell vezetni az egészségi szempontok megismerését. A tervezés során törekedni kell arra, hogy a szennyeződésre hajlamos, vizes felületek hozzáférhetőek, tisztíthatóak, száríthatóak legyenek. A felületek cseppmentesek legyenek, ne képezzenek vizes areaszólt.
3. Klímaváltozás	3.1. Klímaváltozás révén átalakuló gombavilág	3.1.1	Mitigációs célkitűzések megvalósítása. Törekedni kell a Párizsi Megállapodás által előírt 1.5 °C-os határérték betartására.
		3.1.2	"One health" koncepció követése. Fel kell készülni a mikotoxin termelő gombák várható előtérbe kerülésére, és az általuk képviselt fokozott növényvédelmi és élelmiszerbiztonsági kockázat kezelésére.

2. ábra: Globális megatrendek hatása a hazai mikrogomba világra, és a kockázatok kezelésére tett javaslatok.

## A világvjárványok és globalizáció megatrendjének hatása a mikroszkopikus gombák terjedésére - védekezési és adaptációs stratégiák

Magyar és munkatársai<sup>2</sup> részben saját vizsgálatok, részben a szakirodalom alapján áttekintették azokat a mikroszkopikus gombafajokat, amelyek a globalizáció révén, áruforgalommal bejutottak hazánkba. A szakirodalom alapján megállapítható, hogy az egyik legnagyobb kockázatot a talaj, a növények és egyes csomagolóanyagok révén behurcolt spórák jelentik, mivel ennek révén humán-, állat- és növény kórokozó gombák juthatnak be és szaporodhatnak el a hazai környezetben (pl. a talajban), ahonnan eltávolításukra gyakorlatilag nincs esély. A talaj importját ezért szigorú jogszabályok tiltják az Európai Unióban, mely a közös növényegészségügyi rendszer révén hazánkra is érvényes. Ennek betartása mellett nem jelent komoly kockázatot a spórák szennyezett talajjal történő behurcolása az áruforgalom révén. Azonban nem veszíthetjük szem elől az egyes humán kórokozó, talajlakó gombák behurcolásának lehetőségét.

**1.1** A talajeredetű gombák behurcolása (szemben az áruforgalommal) inkább személyforgalom révén következhet be. Itt elsősorban olyan területek jöhetnek szóba, amelyek kedvelt úticélok, így hazánkban is számottevő személyforgalmat bonyolítanak<sup>4</sup>, valamint talajában kórokozó gombák élnek (*Blastomyces dermatitidis*, *Coccidioides spp.*, *Histoplasma capsulatum*, *Paracoccidioides brasiliensis*, *Pythium insidiosum*).

**1.1.1** Javaslatok. A fentebb említett szempontokból kockázatos területekre utazó honfitársainkat tájékoztatni kell a fertőzés veszélyéről, és arról, hogy az miként kerülhető el. Bár egyes területeken (pl. Észak-Amerika félsivatagos vidékein) erről figyelmeztető jelzéseket helyeztek ki, érdemes erről magyar nyelven is felhívni az utazók figyelmét. Kockázatot jelent minden olyan tevékenység, mely a talaj, valamint a benne található fertőzőképes spórák felporzásával jár pl.: rally, quad, drón használat, hobby régészkedés, vadászat, stb. Gombával szennyezett közép-amerikai barlangok látogatása is kockázatos lehet. Az utazók figyelmét arra is fel kell hívni, hogy a talajjal szennyezett cipőt és ruhát megfelelően tisztítsák meg, még a helyszínen. Amennyiben e területekről gombás

megbetegedésre jellemző, vagy akár általános, influenzaszerű tünetekkel térnek haza, a klinikai vizsgálatok során érdemes a mikózis lehetőségét is számításba venni.

Az áruforgalommal behurcolt gombák esetén a tanulmány további három területen fedezett fel "rést a pajzson".

**1.2** Csomagolóanyagokkal nagy mennyiségű gombaspóra hurcolható be trópusi területekről. A csomagolóanyagokon kimutatott gombafajok azonban nem tartoznak a vizsgálatkötelezettség alá vonható karantén károsítók közé a Nemzetközi Növényvédelmi Egyezmény (IPPC) értelmében a növényegészségügyi vizsgálatkötelezetté tételhez szükséges károsító kockázat elemzés (Pest Risk Analysis, PRA) alapján<sup>5</sup>. Így nem is tartoznak a csomagolóanyagok nemzetközi forgalmazásával járó, az idegenhonos károsítók jelentette növényegészségügyi kockázatok kezelésére szolgáló FAO-szabvány, az ISPM-15<sup>5</sup> hatálya alá. A védekezési stratégiát tehát másra kell alapozni.

**1.2.1** Javaslatok. A kockázatot a hazai termékek részarányának növelésével kellene csökkenteni, amely élelmiszerlánc-biztonsági szempontból is kedvező megoldást kínál<sup>6</sup>.

**1.2.2** Javaslatok. Azokat a csomagolt trópusi termékeket, amelyeket az Európai Unióba történő beléptetés után más, kisebb kiserelésben forgalmaznak, érdemes lenne közvetlenül a beléptetési ponton átcsomagolni, nem pedig az egyes tagországokban.

**1.3** A biotermesztésből származó, ezért kezeletlen termékekben nagy eséllyel fordulnak elő gombák. Ezek között számos olyan faj is akad, amely esetében a külső tünet később jelenik meg, vagy az áru mindvégig tünetmentes marad (pl. az ún. endofita gombák esetében). Behurcolásuk új, patogén gombatörzsek elterjedését segítheti elő azáltal, hogy génjeik keverednek a hazai fajokéval. A tanulmány szerzői biotermesztésből származó, tünetmentes kurkumán (rhizómán) mutattak ki talajlakó gombákat.

**1.3.1** Javaslatok. Ajánlott a trópusi eredetű biotermékek felvétele a növényegészségügyi kockázatfelmérő monitoringba.

**1.4** A tanulmány szerzői megállapították, hogy a hazánkba importált banánszállítmányok jelentős

része (45%) *Fusarium*-fajokkal szennyezett<sup>27</sup>. E gombákat tünetmentes banánok héjából lehetett kimutatni. E világszerte legnagyobb tételben forgalmazott déligyümölcs<sup>8</sup> a jelenleg hatályos növényegészségügyi jogszabályok szerint nem tartozik a vizsgálatköteles termékek közé (másik, öt termékkel együtt). A *Fusarium* a második leggyakoribb gomba nemzetség az emberi gombafertőzések okozói között<sup>9</sup>; a banánról izolált fajok szaruhártyafertőzést (keratitist) okozhatnak<sup>10</sup>. Az ananász esetében szintén gyakori a fuzáriumos fetőzöttség (e termék is az öt, mentesség alá tartozó gyümölcs közé tartozik). A nem megfelelően kezelt trópusi gyümölcshulladékból (pl. az eldobott banánhéjből) a gombák kijuthatnak a hazai talajokba, illetve fertőzhetik a növényzetet.

- 1.4.1 Javaslatok. A lakosság tájékoztatása. Fontos, hogy déligyümölcsök érintése, hámozása után mossunk kezet, ill. ne nyúljunk a szemünkbe.
- 1.4.2 Javaslatok. Fontos a megfelelő hulladékkezelés. A déligyümölcs hulladékot ne dobják el a természetben, hanem helyezték a kijelölt hulladéktárolókba. A megfelelő hulladékkezelésre vonatkozó ismereteket a fiatalabb korosztály számára is át kell adni a közoktatásban<sup>11</sup>.
- 1.4.3 Javaslatok. Emellett a közvélemény figyelme erős ösztönzést jelentene az egzotikus gyümölcsök és növények piacára, annak érdekében, hogy a forgalmazók a nem megfelelő minőségű, penészes gyümölcsöket, zöldségeket távolítsák el a pultokról<sup>12</sup>. Az élelmiszerhulladék mennyiségének csökkentése szintén része e kockázat kezelésének<sup>13,14</sup>.

- 1.5 A világvjárványok és globalizáció megatrendje kapcsán megemlíthető még a multirezisztens humán kórokozó, a *Candida auris*. Előretörése világszerte tapasztalható a kórházi környezetekben. E gomba előfordulását hazánkban még nem jelezték, de a környező országokban már felbukkant<sup>15</sup>. A súlyos, invazív fertőzést okozó élesztőgomba azokat a betegeket fenyegeti leginkább, akik hosszabb ideje szorulnak intenzív kórházi ellátásra, illetve korábban antibiotikumot vagy gombaellenes szert kaptak. A gomba nehezen távolítható el a felületekről, a fertőtlenítési eljárások nagy részének is ellenáll. Kockázatot jelent a centrális vénás katéter beültetése, amelyen át bejut a fertőzőanyag. A betegséggel eddig diagnosztizáltak halálázása 60%-os.
- 1.5.1 Javaslatok. Fontos a fertőzőanyag átvitelének megakadályozása; a kézhigiéné betartása; a betegellátási környezet, valamint a berendezések e

célra ajánlott termékekkel történő tisztítása és fertőtlenítése. Intézményközi kommunikáció a beteg *C. auris* státuszáról, a beteget másik egészségügyi intézménybe való áthelyezésekor. Újjonnan azonosított esetek kontaktkutatása. A klinikai minták laboratóriumi ellenőrzése az esetek kimutatása céljából<sup>16</sup>.

## A technológiai fejlődés megatrendjének hatása a mikroszkopikus gombák terjedésére - védekezési és adaptációs stratégiák.

A technológiai fejlődésnek köszönhetően a gombák új élőhelyekre tesznek szert az emberek közvetlen környezetében, épületek illetve vizes berendezések belső terében.

- 2.1 Az épületek esetén új épületanyagok, új technológiák jelentek meg, amelyek kedvezhetnek a mikroszkopikus gombák megtelepedésének. Ilyen, széles körben elterjedt modern építészeti megoldások a gipszkarton falak, dekormennyezetek, álmennyezetek, tapéták (különösen a fűrészpors tapéta) alkalmazása. Ezek nedves helyiségekben, fürdőszobában, konyhában pangó légterek kialakulásához, pára lecsapódásához vezethetnek, vagy egyéb okból megjelenő nedvesség révén rejtett penészedést okozhatnak. Hasonló probléma jelentkezhet porózus díszkőburkolatoknál, üveg- és ásványgyapot szigetelőanyagoknál vagy nyílt cellás műanyaghaboknál, esetenként bőr- és textil tárgyakkal. A textíliák rejtett penészedése a fürdőszoba és a hálószoba manapság divatos egybeépítésénél alakulhat ki; ekkor ugyanis a fürdőszobában keletkező pára a hálószobai kárpitokban, matracban, szőnyegben a gombatelepek kifejlődéséhez vezet. A műanyag nyílászárók alkalmazása, a megfelelő légcserét biztosító természetes vagy gépi szellőzés hiányában gyakran okoz penészedést az energetikai felújításon átessett épületeknél, vagy újépítésű házaknál. Az épületanyagok kémiai összetétele szelekciós tényező lehet a gombafajokra vonatkozóan. Az egyes, modern technológia által előállított anyagokon olyan gombafajok telepednek meg, amelyek azokat tápanyagként képesek hasznosítani. E gombák spórái főként a levegőben terjednek, ezért a modern épületek belső terében, épületanyagokon élő fajoknak főként a légzőszervi megbetegedések, asztma, allergia, hiperszenzitív tüdőgyulladás



kapcsán van jelentősége. Jellemző nemzetségeik: *Aspergillus/Eurotium*, *Ascotricha*, *Chaetomium*, *Microascus*, *Myxotrichum*, *Penicillium*, *Stachybotrys*, *Ulocladium*.

2.1.1 Javaslatok: Fontos az építészek továbbképzése, az egészséggel kapcsolatos szempontok ismeretanyagának továbbadása, integrálása az építőipari képzésbe.

**2.2** A vizes berendezéseket az épületektől független, külön kategóriaként kell tárgyalni. Az itt megtelepedő gombák másjellegűek, mint az előbb tárgyaltak. Azok a gombák, amelyek a vizes berendezéseket népesítik be, főként fertőzéseket okozhatnak, gyakran baktériumokkal együtt fordulnak elő, akár mint a biofilm közösség tagjai. A nemzetközi szakirodalom által bevezetett új fogalom, "wet cells", azaz "vizes cellák"<sup>17,18</sup> olyan mesterséges környezetben található vizes mikroélőhelyeket jelölnek, amelyek fertőzőanyagok rezervoárjaként szerepelhetnek. Az esetek többségében ezek extrém környezetnek minősülnek, amelyekhez a gombák egyre inkább alkalmazkodni tudnak. Ilyen vizes cellákat a háztartásokban is szép számmal találhatunk: mosógép, mosogatógép, zuhanyzó, lefolyó, mosogatószivacs, jacuzzi, fürdőjáték, szappan- és fogkefettartó, szauna, párástító, falszárító gép, split klíma, fan coil. Közintézményekben gyakori még a ballonos vízadagoló, kórházakban pedig a katéter használata. Széles körben elterjedt, jellemző gombák a *Cladosporium cladosporioides*, *Exophiala*, *Fusarium*, *Meyerozyma*, *Rhodotorula*, *Scolecobasidiella* spp., de a már emlegetett *Candida auris* felbukkanása is ezeken az élőhelyeken várható. E gombák terjedése nem légáramlatok, hanem folyadékáramlatok révén zajlik. Az ún. dimorf penészgombák (pl. egyes *Fusarium*-fajok) képesek a légköri és a vizes terjedéshez is alkalmazkodni; vizes közegbe jutva egysejtű, élesztőszerű, hidrofил spórákat képeznek, amelyek könnyen haladnak a készülékek csöveiben, vízvezetékekben csakúgy, mint a vérerekben. Patogenitásukat tovább növeli az, hogy növekedésüknek a viszonylag magas, 37°C-os hőmérséklet kedvez, amely megfelel az emberi testhőmérsékletnek. A háztartási eszközöket kolonizáló gombák elsősorban az immunhiányos és a tisztás fibrózisban szenvedő betegek számára jelentenek fokozott kockázatot.

2.2.1 Javaslatok: Szükséges egyfajta "higiénés tudatosság" megteremtése az ipari tervezés, a formaterve-

zés világában. A tervezőmérnökök képzésébe be kell vezetni az egészségi szempontok megismerését. A tervezés során törekedni kell arra, hogy a szennyeződésre hajlamos, vizes felületek hozzáférhetőek, tisztíthatóak, száríthatóak legyenek. A felületek cseppmentesek legyenek, ne képezzenek vizes areaszott. A mikrobiológiai szempontból biztonságos berendezések fejlesztését pályázatok, támogatások, díjak odaítélésénél is előnyben kell részesíteni. Ugyanakkor fontos a felhasználók, a lakosság részére is ajánlásokat adni arra vonatkozóan, hogy miként akadályozható meg a gombák növekedése a háztartások vizes celláiban. Általánosságban megfogalmazható, hogy biztosítani kell a vizes cellák kiszáradását. Ez készülék típusonként némileg eltérő módszerekkel történhet: amelyiknél lehetséges, szellőztessük át, vagy fűtsük fel a környezetét, töröljük szárazra, vagy tegyük lehetővé a víz elfolyását. A vízkólerakódást, biofilmet távolítsuk el. Amennyiben lehetséges e berendezéseket, pl. a mosógépet, időnként üzemeltessük magas hőfokon (60, de inkább 90°C-on); illetve rendszeresen tisztítsuk, fertőtlenítsük<sup>19-21</sup>. A ballonos vízadagolók esetében a hosszú ideig pangó víz a ballonban és a készülékben nem előnyös. Célszerű optimalizálni a tárolási időt, valamint a palack használatának idejét. A ballont 2-3 naponként javasolt cserélni, függetlenül attól, hogy mennyi vizet fogyasztanak. Továbbá ajánlott a készülékek rendszeres és szakszerű tisztítása. A kiemelt kockázatú épületekben, például a fogorvosi műtőkben, kórházakban, gyógyszertárakban előnyben kell részesíteni a személyzet és a betegek biztonságos ivóvízzel való ellátásának egyéb eszközeit.

### Az éghajlatváltozás megatrendjének hatása a mikroszkopikus gombák terjedésére - védekezési és adaptációs stratégiák.

**3.1** Az éghajlatváltozás következtében a behurcolt idegenhonos fajok egyre nagyobb valószínűséggel telepednek meg a régió természetes élőhelyein. E behurcolt gombák között számos, emberi egészségre vagy a mezőgazdasági termelésre kockázatot jelentő faj lehet. Egy mérsékelt és egy pesszimista (RCP 4.5 és 8.5) klímaszenárió szerint kísérletesen beállított hóhullámok 12 gomba-

fajra gyakorolt hatását vizsgálva megállapították, hogy a hazánkat 2050-ben jellemző klíma kedvezhet majd bizonyos mikroszkopikus fajoknak, mások viszont nagy eséllyel visszaszorulnak. A modellkísérletek alapján a klímaváltozás hatására megemelkedett hőmérséklet kedvez a mikotoxin-termelő *Aspergillus sect. Nigri* és *Flavi* növekedésének, ezzel szemben kedvezőtlenül hat a hazánk légkörében jelenleg legnagyobb koncentrációban található *Cladosporium*-fajokra, így ezek kiszorulhatnak a régióból (Tischner, Magyar, Páldy, közlés alatt).

3.1.1 Javaslat: A Párizsi Megállapodás<sup>22</sup> értelmében törekedni kell arra hazai szinten is, hogy a globális és lokális melegedés ne legyen több 1,5-2°C-nál.

3.1.2 Javaslat: Fel kell készülni a mikotoxin termelő gombák várható előtérbe kerülésére, és az általuk képviselt fokozott növényvédelmi és élelmiszerbiztonsági kockázatok kezelésére.

A klímaváltozás mikotoxin termelésre gyakorolt következményei még sok szempontból ismeretlenek. Például az árvizek a gombaszubsztrátumok magas víztartalmához vezetnek, ami szintén befolyásolhatja a mikotoxin termelést<sup>23</sup>. További kutatások során érdemesnek tartjuk vizsgálni ezen faktorok együttes hatását az említett gombák mikotoxin termelésére a jelenlegi éghajlaton és a jövőbeli klímamodellek alapján.

Az állat- és növényfajok, mikroorganizmusok, köztük a mikroszkopikus gombák nem kívánt, olykor invazív terjedése általános, világméretű problémává vált. A fajok elterjedésének földrajzi akadályai megszűntek, a gombaspórákat utasok, rakományok közvetítésével könnyen behurcolhatók új élőhelyekre. Természetesen más tényezők, pl. légáramlatok, vándormadarak stb. is jelentős szerepet játszanak a spórák nagy távolságra való terjedésében, azonban a globalizáció egyre nagyobb szerephez jut. A közeljövőben az invazív fajok jelenléte tovább növekedhet Kína kereskedelmi útvonalának kiépülése révén, amelynek kapcsán hazánk területét magas kockázatú területként jelölték meg<sup>24</sup>. A globális megatrendek mentén megjelenő mikrogomba fajok kockázata újabb terheket ró a hatóságokra az előkészítés, tervezés, szervezés és megelőzés szempontjából. A megjelenő gombabetegségek szükségessé teszik a felkészülést, a globális megatrendek negatív hatásaihoz történő adaptációt. Ennek eszközei egyfelől lakossági tájékoztatók, gyakorlati útmutatók kidolgozása, másfelől pedig az érintett területek

szakembereinek továbbképzése. Fokozott hangsúlyt kell fektetnünk a közegészségügyre, a növényvédelemre és az élelmiszerbiztonság fejlesztésére a "One health" (Egy egészség) koncepció jegyében<sup>25</sup>, hogy a globális megatrendek ne vezessenek a mikroszkopikus gombák által okozott problémákhoz Magyarországon.

#### Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönetüket fejezik ki a Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal munkatársainak: Dr. Kasza Gyulának, Dr. Ecsedi Istvánnak és Dr. Rónai Anna Klárának a cikk megírása közben adott tanácsokért.

#### Anyagi támogatás

A szerzők nem részesültek anyagi támogatásban.

#### Szerzői munkamegosztás

M.D.: adatgyűjtés, közlemények elemzése, cikk megírása; T.Zs.: közlemények elemzése, cikk megírása; D.Zs.: a részvétel a közlemény elkészítésében; P.A.: közlemény ötlete, részvétel az elkészítésében.

#### Érdekeltségek

A szerzőknek nincsenek anyagi érdekeltségeik.

#### Nyilatkozat

A cikk végleges változatát a szerzők elolvasták és jóváhagyták.

## Irodalom

1. SOER: The European Environment: State and Outlook 2015: Assessment of Global Megatrends. Publications Office of the European Commission. European Environment Agency, 2015, Copenhagen, Denmark.
2. Magyar, D., Tischner, Z., Páldy, A., Kocsubé, S., Dancsházy, Z., Halász, Á., Kredics, L.: Impact of global megatrends on the spread of microscopic fungi in the Pannonian Biogeographical Region. Fungal Biology Reviews, 2021, <https://doi.org/10.1016/j.fbr.2021.03.006>

3. Antal, Z.L., Ferencz, Z., Páldy, A. (Eds.): Éghajlatváltozás és egészség - Jelentés. ELKH Társadalomtudományi Kutatóközpont, 2020, [https://tk.hu/uploads/files/2020/eghajlatvaltozas\\_egeeszseg\\_jelentes.pdf](https://tk.hu/uploads/files/2020/eghajlatvaltozas_egeeszseg_jelentes.pdf)
4. Magyar, D., Tischner, Zs.: A globális megatrendek hatása az allergén gombákra. AMEGA, 2020, 27(3):31-36
5. FAO ISPM 15: Regulation of wood packaging material international trade. Produced by the Secretariat of the International Plant Protection Convention Adopted 2018; published 2019.
6. Kasza, G., Bódi, B., Vajda, Á., Somogyi, A.: Hazai élelmiszerek részaránya a magyarországi kiskereskedelmi láncok választékában. Élelmiszervizsgálati közlemények, 2015, 61(2):636-645
7. Molnár, O., Bartó, T., Szécsi, Á.: Occurrence of *Fusarium verticillioides* and *Fusarium musae* on banana fruits marketed in Hungary. Acta Microbiol. Immunol. Hung. 2015, 62 (2), 109-119. <https://doi.org/10.1556/030.62.2015.2.2>
8. FAO: Banana Market Review 2017. FAO, Rome, 2018.
9. Guarro, J.: Fusariosis, a complex infection caused by a high diversity of fungal species refractory to treatment. European Journal of Clinical Microbiology & Infectious Diseases, 2013, 32, 1491-1500. <https://doi.org/10.1007/s10096-013-1924-7>
10. Kredics, L., Narendran, V., Shobana, C.S., Vágvölgyi, C., Manikandan, P., Indo-Hungarian Fungal Keratitis Working Group: Filamentous fungal infections of the cornea: a global overview of epidemiology and drug sensitivity. Mycoses, 2015, 58(4), 243-260. <https://doi.org/10.1111/myc.12306>
11. Eley, C., Lundgren, P. T., Kasza, G., Truninger, M., Brown, C., ... & McNulty, C. A. M.: Teaching young consumers in Europe: a multicentre qualitative needs assessment with educators on food hygiene and food safety. Perspectives in public health, 2021, <https://doi.org/10.1177/1757913920972739>
12. Drew, J., Anderson, N., Andow, D.: Conundrums of a complex vector for invasive species control: a detailed examination of the horticultural industry. Biological Invasions, 2010, 12(8), 2837-2851. <https://doi.org/10.1007/s10530-010-9689-8>
13. Kasza, G., Szabó-Bódi, B., Lakner, Z., Izsó, T.: Balancing the desire to decrease food waste with requirements of food safety. Trends in Food Science & Technology, 2019, 84, 74-76. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.07.019>
14. Kunszabó, A., Szakos, D., Kasza, G.: Food waste - a general overview and possible solutions Hungarian Agricultural Research, 2019, 3: 14-19.
15. CDC: 2020. Tracking *Candida auris*. <https://www.cdc.gov/fungal/candida-auris/tracking-c-auris.html>
16. CDC: 2020. *Candida auris*: A drug-resistant fungus that spreads in healthcare facilities. CDC message to infection preventionists. <https://www.cdc.gov/fungal/candida-auris/pdf/C-Auris-Infection-Fact-sheet-H.pdf>
17. Lian, X., De Hoog, G.S.: Indoor wet cells harbour melanized agents of cutaneous infection. Medical mycology, 2010, 48(4), 622-628. <https://doi.org/10.3109/13693780903405774>
18. Wang, X., Cai, W., van den Ende, A. G., Zhang, J., Xie, T., Xi, L., ... & de Hoog, S.: Indoor wet cells as a habitat for melanized fungi, opportunistic pathogens on humans and other vertebrates. Scientific reports, 2018, 8(1), 1-10. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-26071-7>
19. Tischner, Z., Kredics, L., Vargha, M., Sebestyén, Á., Marik, T., Vörös, K., Magyar, D.: A háztartási vizes berendezésekben előforduló gombák egészségügyi vonatkozásai. AMEGA, 2017, 24(6):13-18
20. Tischner, Z., Kredics, L., Marik, T., Vörös, K., Magyar, D.: Hazai háztartásokban üzemelő mosógépek gombaszennyezettsége a használati szokások tükrében (Fungal contamination of washing machines in domestic households in the light of usage habits). Egészségtudomány, 2019, 63(1-2) 45-65.
21. Tischner, Z., Kredics, L., Marik, T., Vörös, K., Kriszt, B., Péter, B., Magyar, D.: Environmental characteristics and taxonomy of microscopic fungi isolated from washing machines. Fungal biology, 2019, 123(9), 650-659. <https://doi.org/10.1016/j.funbio.2019.05.010>
22. Adoption of the Paris Agreement. Paris: UNFCCC, 2015, <https://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/l09.pdf>, accessed 22 May 2020
23. Paterson, R.R.M., Lima, N.: Further mycotoxin effects from climate change. Food Research International, 2011, 44(9), 2555-2566. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.05.038>
24. Liu, X., Blackburn, T.M., Song, T., Li, X., Huang, C., Li, Y.: Risks of biological invasion on the belt and road. Curr. Biol. 2019, 29(3), 499-505. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2018.12.036>
25. One Health Initiative Task Force, American Veterinary Medical Association. One Health: A new professional imperative. Final report, 2008. [https://www.avma.org/sites/default/files/resources/one-health\\_final.pdf](https://www.avma.org/sites/default/files/resources/one-health_final.pdf)