

SCI CELL

ODBORNÝ MAGAZÍN
WWW.SCICELL.ORG

2024

ISSN 2585-9137
Vydavateľstvo SciCell





Extremofilné mikroorganizmy v domácnostiach

Publikované 27. apríla 2023

Obrázok od [Solomon Rodgers](#) z [Pixabay](#)

Hutárová Lenka

Univerzita Svätého Cyrila a Metoda v Trnave, Fakulta prírodných vied, Katedra biológie

Mikroorganizmy žijúce prevažne v prostredí, kde sú extrémne fyzikálne alebo geochemické podmienky nazývame extrémofilné mikroorganizmy. Medzi tieto biotopy, nehostinné pre mnohé iné formy života, patria polárne oblasti, termálne pramene, sírne vody, zasolené pôdy, oblasti s vysokým dopadom žiarenia, toxické pôdy a iné. Tieto organizmy môžeme nájsť až 6,7 km hlboko v zemskej kôre, viac ako 10 km hlboko v oceáne pri tlaku viac ako 110 MPa, pri vysokých teplotách až 129 °C, extrémne nízkej teplote -20°C v extrémne kyslom prostredí (pH okolo 0), ale aj v extrémne zásaditom prostredí (pH 12,5). Mnohé z nich priam vyžadujú tieto extrémne podmienky pre život.

Charakteristika a výskyt extrémofilných mikroorganizmov

Podľa nárokov môžeme extrémofilné mikroorganizmy rozdeliť na dve skupiny :

- A) extrémofilné mikroorganizmy, ktoré vyžadujú prítomnosť jednej alebo viacerých extrémnych podmienok
- B) extrémotolerantné, ktoré tolerujú niektoré extrémne výkyvy v podmienkach a dokážu pri nich rásť, ale optimálne rastú práve v normálnych podmienkach (Obrázok 1).



Obrázok 1: Rozdelenie extrémofilných mikroorganizmov podľa prostredia, v ktorom sa nachádzajú (affinity designer 2 - vektory zdroj: solnička: pixabay.com; sopka, ľadovec: vecteezy.com - upravené Hutárová)

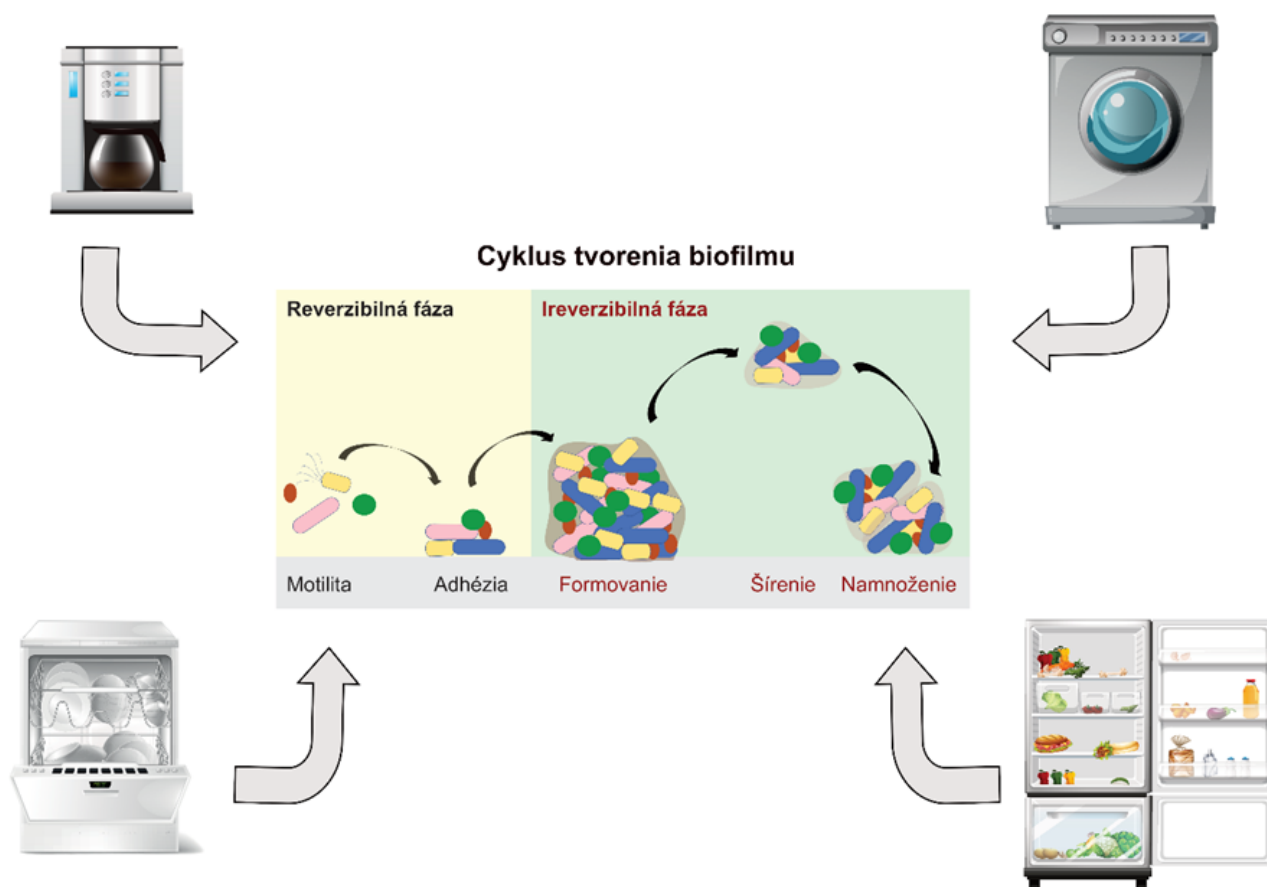
Zástupcov extrémofilov nájdeme vo všetkých troch doménach života (Bacteria, Archea, Eukarya). Najväčšie zastúpenie majú mikroorganizmy patriace do domény Archea. Medzi známe extrémofilné mikroorganizmy radíme mikroorganizmy ako sú napríklad *Deinococcus radiodurans* (baktéria prežívajúca gama žiarenie v intenzite 50 000 Gy), *Methanopyrus kandleri* (archeon prežívajúci pri teplote 112 °C), *Psychromonas ingrahamii* (baktéria schopná prežiť pri -12°C), *Picrophilus* sp. (archeon prežívajúci pri pH 0.06), *Plectonema nostocorum* (cyanobaktéria žijúca pri pH 13), *Dunaliella salina* (riasa rastúca v hypersalinných biotopoch s koncentráciou NaCl v rozmedzí 0.5 až 5.5M), *Shewanella benthica* (baktéria žijúca pri tlaku viac ako 100 MPa). Okrem prirodzených extrémnych prostredí, môžeme extrémofilné mikroorganizmy nájsť aj v človekom vytvorených biotopoch. Mikrobiálne spoločenstvá nájdeme takmer všade, napríklad na lokalitách ako je metro, výťahy, palivové nádrže, sauny, ventilácia, smartfón, fotovoltaické články, rakety vyslané do vesmíru, zásobníky na vodu a mnohé iné. V domácnosti sa najčastejšie bojíme baktérií v kúpeľni, či na toalete alebo na kuchynskej linke. Ako je to však zo zastúpením extrémofilných mikroorganizmov v našich domácnostiach? Nájdeme ich viac v kúpeľni či v kávovare?

Život začína po prvom hrnčeku kávy

Snáď každý milovník kávy si nevie predstaviť začínať svoj deň bez svojej vytúženej šálky kávy. Hrčanie kávovaru nás sprevádza v domácnostiach, na pracoviskách, neodlučiteľne patrí do čakární i reštaurácií. Pravidelne čistenie kávovaru je samozrejmosťou, kofeín predstavuje prirodzene antibakteriálnu látku, čo by sa mohlo pokaziť? Zbytky mletej kávy, ako aj nádoby na použitú kávu v kávovaroch predstavujú dokonalú živnú pôdu pre rozvoj mikroorganizmov. Pri ich bližšom skúmaní bolo možné identifikovať až 67 rodov mikroorganizmov. Najviac zastúpené boli druhy rodu *Enterococcus* a *Pseudomonas*, často detegovaní boli zástupcovia rodov *Stenotrophomonas*, *Sphingobacterium* *Acinetobacter*, *Dysgomonas* a občas sa vyskytli rody *Coprococcus*, *Paenibacillus*, *Agrobacterium*. Tieto rody sú charakteristické pre domáce, ako aj komerčné kávovary. U rodu *Pseudomonas* bola tiež zistená schopnosť degradovať kofeín. K najvýznamnejším druhom s touto schopnosťou patria *P. alcaligenes* a *P. putida*. Možný pôvod týchto kontaminácií je, že pochádzajú zo samotnej kávy. Napríklad druhy rodu *Acinetobacter* boli izolované aj počas procesu fermentácie kávy, druhy rodu *Stenotrophomonas*, *Curtobacterium* a *Pseudomonas* zas zo samotných kávových zŕn. Taktiež aj rôzne staré kávovary môžu v sebe ukrývať rozličné druhové zloženia. Nové kávovary majú relatívne krátko (10-13 dní) po spustení prevádzky pomerne bohaté zastúpenie rodov *Pantoea*, *Cloacomonas* a *Brevundimonas*, ktoré neskôr (viac ako 30 dní) ustupujú rodom *Pseudomonas*, *Enterococcus* a *Acinetobacter*. Práve nové kávovary majú najrozmanitejšie druhové zloženie mikroorganizmov, ktoré sa počas používania cca po mesiaci ustáli na stabilný bakteriálny mikrobióm. Prevažná väčšina druhov kolonizujúcich tieto zariadenia už bola v minulosti nájdená na miestach s vyšším výskytom kofeínu. Výskumy tiež naznačujú, že v začiatkoch kolonizácie prevládajú druhy baktérií ktoré radíme ku generalistom, neskôr sú nahradzované baktériami adaptovanými na vyššie dávky kofeínu. Potenciálnym problémom môže byť najmä prítomnosť baktérií s patogénnymi vlastnosťami, ale aj pomerne rýchly rozvoj týchto spoločenstiev po vyčistení kávovarov. Jediným spôsobom ako zabrániť rozvoju týchto spoločenstiev, je pravidelná údržba a čistenie kávovarov.

Budme v kurze, budme eko-friendly

Vysoká vlhkosť, vysoká teplota, šumenie vody. Nie nejde o opis romantickej letnej dovolenky, ale o podmienky v našej každodennej pomocníčke – práčke. Súčasný trend používania prostriedkov priateľskejších k životnému prostrediu a používanie programov s nižšou teplotou napomáhajú práve tu k rozvoju mikrobiálnych spoločenstiev. Vysoká vlhkosť, dostatok nutrientov a pomerne priaznivá teplota podporuje ich rýchly rozvoj a poskytuje im stabilné prostredie pre život. Pre tento účel však musia byť adaptované na rýchlo sa meniace podmienky ako je zmena teploty, vlhkosti, pH ako aj na prítomnosť a neprítomnosť chemikálií. Mikroorganizmy, ktoré toto prostredie kolonizujú sa sem často dostávajú pomocou noseného oblečenia, alebo samotnou vodou. Ak následne perieme, alebo umývame na nízkych teplotách, tieto mikroorganizmy sú síce výrazne redukované, ale nie kompletne zničené. Pranie v studenej vode je pomerne obľúbené hlavne v USA, Číne, Japonsku a Južnej Kórei. V Európe sa najčastejšie hlavne pre farebnú bielizeň využívajú teploty 30 – 40 °C. Tieto teploty nie sú zväčša pre baktérie úplne likvidačné. Ak by sme chceli eliminovať patogénne baktérie, efektívna je teplota 60 °C a viac. Baktérie, ktoré prežijú pranie, následne kolonizujú rôzne časti práčky, kde sú schopné tvoriť biofilmy, hlavne na plastových a gumených častiach (Obrázok 2).



Obrázok 2: Cyklus tvorby biofilmov v domácich spotrebičoch (affinity designer 2 - vektory zdroj: kávovar, umývačka: Designed by Bamdewanto / Freepik"; chladnička: https://www.freepik.com/free-vector/opened-refrigerator-with-food-inside_25540041.htm; práčka: https://www.freepik.com/free-vector/washing-machine-with-front-door_20438045.htm#query=160326%20washing%20maschine%20vector&position=1&from_view=search&track=robertav1_2_sidr - upravené Hutárová)

Rozvoj týchto biofilmov často vedie k opätovnej kontaminácii oblečenia, produkujú zápach šíriaci sa z pračky a oblečenia, ničia jednotlivé časti pračky a môžu predstavovať potenciálny zdroj patogénnych mikroorganizmov. Medzi typických zástupcov mikrobiómu práčok patria rody *Acinetobacter*, *Bacillus*, *Brevundimonas*, *Clostridium*, *Corynebacterium*, *Escherichia*, *Micrococcus*, *Pseudomonas*, a *Staphylococcus*. Medzi potenciálne nebezpečné radíme druhy *Staphylococcus aureus* a *Escherichia coli*. Pri druhoch *S. aureus* a *S. epidermis* bolo dokázané, že sú schopné prežiť teplotu okolo 50 °C. Ak perieme na teploty nižšie ako 40 °C, jediným efektívnym spôsobom dezinfekcie bielizne je použitie bielidiel. K ďalším druhom potenciálne patogénnym pre človeka radíme druhy *Pseudomonas aeruginosa* a *Klebsiella pneumoniae*. Typické pre mikrobióm práčiek sú kmene Proteobacteria, Actinobacteria a Bacteroidetes. Najčastejšie sa v práčkach vyskytujú rody *Pseudomonas*, *Acinetobacter* a *Enhydrobacter*. Rod *Pseudomonas*, ako aj druh *Rhizobium radiobacter*, najčastejšie nájdeme v zásobníku pracieho prášku či na dverkách práčky. Rody *Enhydrobacter* a *Actinobacter* sú vo vyššej miere prítomné na gumových tesneniach dverí, málokedy v zásobníku pracieho prášku. Konkrétne v gumových tesnenia okolo dverí nájdeme druhy *Pseudomonas oleovorans*, *Acinetobacter parvus*, a *Moraxella osloensis*. Medzi ďalšie druhy kolonizujúce zásobníky na prací prášok patria *Staphylococcus epidermidis*, *Micrococcus luteus*, *Bacillus cereus*, a *Pseudomonas sp.*. Prítomnosť jednotlivých rodov baktérií v rôznych častiach práčky priamo súvisí s ich toleranciou k lokálnym podmienkam prostredia. Baktérie v zásobníku

pracieho prášku musia byť schopné tolerovať zložky pracích prostriedkov. Baktérie kolonizujúce dvierka potrebujú zvládať mechanickú záťaž spôsobenú praným oblečením, fázy vysychania a vlhka, ako aj rýchle zmeny pH. A všadeprítomný sú zástupcovia *Proteobacteria*, ako aj rod *Pseudomonas* ktoré sú prirodzenou súčasťou pitnej vody. V bubne práčky, ako aj na jej dvierkach sa môžu vyskytovať rody *Moraxella*, *Staphylococcus* a *Acinetobacter*, ktoré sú súčasťou kožného mikrobiómu a do práčky sa dostávajú spolu so špinavou bielizňou. Práve niektorý zástupcovia týchto rodov, ako napríklad *Moraxella osloensis*, *S. epidermis*, *S. lugdunensis*, *S. saprophyticus* a *S. haemolyticus* môžu byť potenciálne patogény. V ohrození prepuknutia infekcie tak môžu byť najmä novorodenci, tehotné ženy, starí ľudia a ľudia s poruchami imunity. Malú časť mikrobiómu tvoria tiež zástupcovia mikroskopických vláknitých húb z oddelenia Basidiomycota a Ascomycota, hlavne rody *Aspergillus*, *Candida*, *Fusarium* a *Exophiala*. Tieto huby často kolonizujú práve gumové tesnenia v okolí dverí práčky. Prekvapivo rozmach bakteriálneho mikrobiómu práčok až tak nesúvisí s ich vekom alebo frekvenciou ich čistenia. Rozhodujúcim faktorom zníženia ich počtu je počet cyklov prania, ktoré boli nad 60 °C. Počet baktérií sa zvyšuje približne pri 6-10 pracích cykloch za mesiac. Toto však platí len pre zásobníky na prací prášok, nie pre miesta, ktoré sú v priamom kontakte s horúcou vodou. Potenciálne to môže byť spôsobené tým, že sa zvyšuje teplota v miestach, kde by k tomu bežne nedochádzalo a baktérie sa tak môžu množiť rýchlejšie. Naopak, v miestach s priamym kontaktom s horúcou vodou, ako aj v pranej bielizni dochádza k viac ako 99% redukcii bakteriálneho mikrobiómu vrátane patogénov. Vo všeobecnosti možno povedať, že riziká nákazy, prípadne prenosu patogénov vypranou bielizňou sú nízke.

V žiari sklenených pohárov

Vysoké koncentrácie NaCl, periodické nárazy vody počas umývania, kolísanie pH (od 6.5 do 12), kolísanie teploty (od 20°C do 74°C), či prítomnosť čistiacich prostriedkov, aj takýmto extrémnym podmienkam čelia mikroorganizmy kolonizujúce umývačky riadu. Zvyšky jedla zo znečisteného riadu predstavujú zásobu nutrientov, ako aj potenciálny vektor pre šírenie bakteriálnych a hubových nákaz. Výrazne sa na tvorbe biofilmov vo vnútri umývačiek podieľajú najmä polyextremotolerantné mikroorganizmy, medzi ktorými je možné identifikovať aj patogénne mikroorganizmy. Medzi najčastejšie stratégie nehostinných podmienok patrí opäť tvorba biofilmov. Najčastejšie sa tvoria v oblasti gumových tesnení, v zle dostupných miestach pre čistenie a v zásobníkoch na čistiace prostriedky. Tieto zmiešané spoločenstvá sú často tvorené baktériami a hubami, mimo zvyčajných druhov sapróbov. Rozvoj a druhové zloženie týchto biofilmov priamo súvisí s frekvenciou používania umývačky, jej vekom, teplotou využívanou pri umývaní a tvrdosťou vody. V biofilmoch umývačky riadu je možné identifikovať viac ako 100 druhov baktérií 100 druhov húb. Z baktérií dominujú zástupcovia *Proteobacteria* (najviac zastúpené *Alphaproteobacteria* a *Gamaproteobacteria*), *Actinobacteria* a *Firmicutes* (najviac zastúpené *Bacilli*). Taktiež v každej študovanej vzorke môžu byť identifikovaný zástupcovia *Bacteroidetes*. Najviac zastúpené z baktérií sú druhy rodov *Gordonia*, *Wautersiella*, *Rhodobacter*, *Nesterenkonia*, *Stenotrophomonas*, *Exiguobacterium*, *Acinetobacter*, *Micrococcus*, *Chryseobacterium*, *Exiguobacterium* a *Pseudomonas*. Častý je tiež rod *Meiothermus*, *Escherichia* a *Shigella*. Z húb dominovali zástupcovia *Ascomycota* a *Basidiomycota*. Z oddelenia *Ascomycota*, najviac zastúpené boli *Sacharomycetes*, a to rody *Candida*, *Debaryomyces* a *Saccharomyces*. Pomerne časté tiež sú vláknité huby patriace k rodom *Cladosporium*, *Fusarium* a *Aspergillus*. Z oddelenia *Basidiomycota* dominovali najmä rody *Rhodotorula*, *Cryptococcus*, *Wallemia* a *Trichosporon*. Z oddelenia *Zygomycota* boli prítomné len dva rody a to *Mucor* a *Mortierella*. Najčastejšie identifikované druhy mikroskopických vláknitých húb, ktoré kolonizujú najmä gumové tesnenia sú *Exophiala dermatitidis* a *Exophiala phaeomuriformis*, menej časté *Candida parapsilosis*, *Pichia guilliermondii*, *Rhodotorula mucilaginosa*, *Magnusiomyces capitatus*, a *Fusarium dimerum*. Vplyv veku umývačky riadu má významný vplyv na jej mikrobióm. Umývačky riadu staré do 4 rokov, prevažne obsahujú spoločenstvá tvorené vo veľkej miere zástupcami z *Proteobacteria*, následne *Actinobacteria* a *Firmicutes*. Najčastejšie tu nájdeme zástupcov rodov *Rhizobium*, *Escherichia*, *Azospira*, *Exiguobacterium*, *Chryseobacterium* a *Staphylococcus*. Hubové

spoločenstvá sú tvorené prevažne zástupcami Ascomycota (92%) a v malej mier (5%) zástupcami z Basidiomycota. Tento pomer sa zvyšujúcim vekom ustáli na približne vyváženom zložení zástupcov Ascomycota (55%) a Basidiomycota (43%). V krátko používaných umývačkách dominujú u húb zástupcovia rodov *Candida*. V dlhšie používaných umývačkách identifikujeme najmä rody *Wallemia*, *Rhodotorula*, *Candida*, *Aureobasidium*, a *Cryptococcus*. Medzi 5 a 7 rokom narastá počet zástupcov z *Actinobacteria* a *Firmicutes*. Najčastejšie tu identifikujeme rody *Exiguobacterium*, *Arthrobacter*, *Staphylococcus*, *Aerococcus*, *Treponema*, a *Lactobacillus*. Po 8 rokoch dominujú zástupcovia z *Actinobacteria* a výrazne klesá počet zástupcov z *Proteobacteria* a *Firmicutes*. Najmä tu nájdeme rody *Aeromicrobium*, *Salana*, *Ancylobacter*, *Starkeya*, *Kaistella*, *Brevibacterium*, a *Ancylobacter*. Pri často používaných umývačkách riadu je pozorovaný pokles zástupcov *Firmicutes* a naopak dominujú zástupcovia *Actinobacteria* a *Proteobacteria*. Medzi najčastejšie identifikované rody patria *Brevibacterium*, *Aeromicrobium*, *Roseomonas*, *Xanthobacter*, *Helicobacter*, a *Cellulosimicrobium*. Zloženie hubových spoločenstiev je priamo ovplyvnené frekvenciou používania umývačiek riadu. V často používaných dominujú zástupcovia oddelenia *Ascomycota*, najmä rody *Candida* a *Rhodotorula*. Tvrdosť vody zohráva pri zložení biofilmu významnú úlohu najmä u húb. Príkladom sú rody *Phoma*, *Thelebolus*, *Stagonaspora*, *Neobulgaria*, *Perisporiopsis*, a *Cladosporium*, ktorých výskyt je významne vyšší v umývačkách riadu v oblastiach s tvrdou vodou. Výskyt týchto druhov je pomerne častý najmä na lokalitách s prirodzene extrémnymi podmienkami. Niektoré druhy identifikovaných baktérií rodov *Gordonia* spp., *Micrococcus* spp., *Chryseobacterium* spp., a *Exiguobacterium* spp., boli v minulosti označené za halotolerantné (znášajú zvýšenú koncentráciu NaCl), tolerujúce pH od (5-10), zvýšený výskyt ťažkých kovov, ako aj zvýšenú odolnosť voči UV žiareniu. Zástupcovia rodu *Gordonia* sú tiež schopní rozkladať rôzne polyméry a xenobiotiká. Rod *Meiothermus*, identifikovaný v biofilme je termofilný (zástupcovia tolerujú vysoké teploty), krátkodobo tolerujúci teploty okolo 70°C s optimom rastu medzi 50 a 65°C. Taktiež rastú v alkalickom prostredí s pH 8. Taktiež je pre umývačky riadu pomerne častý výskyt zástupcov baktérií asociovaných s ľudskou kožou a tráviacim traktom ako sú rody *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Lactobacillus*, *Corynebacterium*, a *Enterococcus*. Často tu môžu byť tiež detegovaní zástupcovia oportunistických ľudských patogénov z rodov *Escherichia* a *Pseudomonas*. Z húb potenciálne patogénnych pre ľudský organizmus sú významné druhy *Candida parapsilosis*, spôsobujúce kvasinkové infekcie a *Rhodotorula* sp., spôsobujúce kontaminácie katétrov charakteristické najmä pre nemocničné prostredie. K oportunistickým patogénom tiež radíme *Fusarium dimerum*, spôsobujúci infekcie u ľudí so slabou imunitou, *Magnusiomyces capitatus*, spôsobujúci infekcie dýchacej sústavy a *Exophiala dermatitidis* spôsobujúcu infekcie dýchacích ciest aj u zdravých jedincov. Ak sa zameriame na redukciu prirodzene sa tvoriacich biofilmov v umývačkách riadu, jedinou cestou je zvyšovanie teploty a dbať na jej pravidelné čistenie. V tomto ohľade šetrenie vody, ako aj využívanie eko-friedly programov (používajúcich nižšiu teplotu) môže viesť k negatívnemu rozvoju mikrobiómu umývačiek riadu s potenciálnym rizikom pre zdravie.

A videli sme krajinu zimy, ľadu a krutých podmienok

Dlhodobu nízku teplotu pomáhajú udržať potraviny dlhšie čerstvé, bránia prirodzeným hnilobným procesom, ako aj kontrolujú rozvoj mikrobiálnych spoločenstiev. Častou skupinou organizmov kolonizujúcou toto prostredie sú psychrofilné mikroorganizmy, schopné rásť pri teplote 7 až -1 °C, ako aj mezofilné mikroorganizmy, pre ktoré je charakteristická teplota 5 až 45 °C. Medzi najčastejšie skupiny organizmov identifikovaných zo vzoriek v chladničke a mrazničke, *Proteobacteria*, *Firmicutes*, *Bacteroidetes* a *Actinobacteria* predstavujú najčastejšie a nepočetnejšie skupiny. Najpočetnejšími boli najmä rody *Pseudomonas* a *Pantoea*. Na rúčkach chladničky zas najčastejšie nájdeme druhy rodov *Plantactinocpora*, *Pseudomonas* a *Streptomyces*. Chladničky a mrazničky, najmä komerčné, predstavujú tiež potenciálny vektor pre rozširovanie mikrobiálnych nákaz. Medzi významné patogény identifikované z niektorých náhodných kontrol komerčných chladničiek a mrazničiek radíme druhy ako *Listeria monocytogenes*, *L. innocua*, *Legionella pneumophila* a *Campylobacter jejuni*. Tieto druhy bývajú ojedinele súčasťou neškodných bakteriálnych biofilmov

kolonizujúcich vnútorné priestory chladničky. Biofilmy predstavujú spoločenstvá tvorené prevažne druhmi húb a baktérií, významne odolnejšie voči mechanickému a chemickému odstraňovaniu. Chemické možnosti ich odstránenia tiež predstavujú výzvu. Bolo dokázané, že biofilmy majú 150 až 3000 krát vyššiu odolnosť voči voľnému chlóru, než bunky tých istých druhov neviazaných v biofilme. Nevýhodou je, že nie všetky biofilmy sú po čiastočnom odstránení voľným okom viditeľné. Pre domáce chladničky sú charakteristické spoločenstvá tvorené prevažne rodmi *Bacillus* a *Acinetobacter*, v menšej miere sú tu identifikované aj rody *Enterococcus*, *Salmonella*, *Citrobacter*, *Exiguobacterium*, *Staphylococcus*, *Kocuria*, *Enterobacter*, *Aeromonas*, *Listeria*, *Yersinia* (*Y. enterocolitica*) a *Pseudomonas*. Typickými rodmi húb identifikovaných v týchto podmienkach sú rody *Saccharomyces*, *Candida*, *Penicillium*, *Aspergillus* a *Cladosporium*, v menšej miere *Malassezia*, *Schwanniomyces* a *Kazachstania*. Väčšina druhov je lokalizovaná na rúčkach chladničky a mrazničky, či na zle dostupných miestach pod gumovým tesnením. Pomerne časté sú aj rozvoje biofilmu na miestach, kde dochádza k priamemu kontaktu políc so zeleninou, mäsom, či mliečnymi produktami. Druhým výrazným vektorom kontaminácií je ľudská pokožka.

Záver

Sú patogény v domácnostiach výrazné riziko? Aj keď sa zistené druhové zloženia, najmä sporadický výskyt potenciálnych patogénov v domácich spotrebičoch javí ako desivo vysoké, pravdou je že nákaza v domácom prostredí je pri dodržaní všetkých potrebných sanitárnych opatrení, ako aj pravidelnej dezinfekcii povrchov relatívne malá. Mikroorganizmy predstavujú prirodzenú súčasť nášho života, bez ktorej by sme nefungovali. Prinášame si ich domov s potravinami z obchodu, či záhrady. Nachádzajú sa na našom oblečení, prichádzajú k nám pomocou úžitkovej vody. Výskytu mikroorganizmov v našich domácnostiach nezabrátime. Dôležité je si ale uvedomiť potenciálne riziká spojené s nesprávnym používaním tradičných domácich spotrebičov akými je kávovar, umývačka riadu, či chladnička. Najčastejšími prenášačmi týchto mikroorganizmov sú práve ľudia. Dôraz na pravidelnú dezinfekciu povrchov prichádzajúcich do kontaktu s potravinami, oblečením, či vecami dennej potreby je esenciálna pre zabránenie vzniku trvalých biofilmov, ktorých odstránenie by v budúcnosti predstavovalo výrazný problém.

Použitá literatúra

- Ahmand, B., Javed, I., Ali Shah, A., Hameed, A., Hasan, F. (2010). Psychrotrophic bacteria isolated from -20°C freezer African Journal of Biotechnology, 9(5), 718-724. <https://doi.org/10.5897/ajb09.1613>
- Babič, M. N., Zalar, P., Ženko, B., Schroers, H. J., Džeroski, S., & Gunde-Cimerman, N. (2015). Candida and Fusarium species known as opportunistic human pathogens from customer-accessible parts of residential washing machines. *Fungal Biology*, 119(2-3), 95-113. <https://doi.org/10.1016/j.funbio.2014.10.007>
- Carstens, C. K., Salazar, J. K., Sharma, S. V., Chan, W., & Darkoh, C. (2022). Evaluation of the kitchen microbiome and food safety behaviors of predominantly low-income families. *Frontiers in Microbiology*, 13, 3710. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.987925>
- Yorioka, K., Oie, S., Hayashi, K., Kimoto, H., & Furukawa, H. (2016). INTERNATIONAL PERSPECTIVES: Microbial Contamination of Ice Machines Is Mediated by Activated Charcoal Filtration Systems in a City Hospital. *Journal of Environmental Health*, 78(10), 32-37. [https://doi.org/10.1016/s0195-6701\(98\)90175-x](https://doi.org/10.1016/s0195-6701(98)90175-x)
- Coker, J. A. (2019). Recent advances in understanding extremophiles. *F1000Research*, 8. <https://doi.org/10.12688/f1000research.20765.1>
- Jacksch, S., Zohra, H., Weide, M., Schnell, S., & Egert, M. (2021). Cultivation-based quantification and identification of bacteria at two hygienic key sides of domestic washing machines. *Microorganisms*, 9(5), 905. <https://doi.org/10.3390/microorganisms9050905>

Jeon, Y. S., Chun, J., & Kim, B. S. (2013). Identification of household bacterial community and analysis of species shared with human microbiome. *Current Microbiology*, 67, 557-563. <https://doi.org/10.1007/s00284-013-0401-y>

Kanwar, A., Cadnum, J. L., Xu, D., Jencson, A. L., & Donskey, C. J. (2018). Hiding in plain sight: Contaminated ice machines are a potential source for dissemination of Gram-negative bacteria and *Candida* species in healthcare facilities. *Infection Control & Hospital Epidemiology*, 39(3), 253-258. <https://doi.org/10.1017/ice.2017.321>

Flores, G. E., Bates, S. T., Caporaso, J. G., Lauber, C. L., Leff, J. W., Knight, R., & Fierer, N. (2012). Diversity, distribution and sources of bacteria in residential kitchens. *Environmental Microbiology*, 15(2), 588-596. <https://doi.org/10.1111/1462-2920.12036>

Michaels, B., Ayers, T., Celis, M., & Gangar, V. (2001). Inactivation of refrigerator biofilm bacteria for application in the food service environment. *Food Service Technology*, 1(3), 169-179. <https://doi.org/10.1046/j.1471-5740.2001.d01-6.x>

Pannekens, M., Kroll, L., Müller, H., Mbow, F. T., & Meckenstock, R. U. (2019). Oil reservoirs, an exceptional habitat for microorganisms. *New Biotechnology*, 49, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.nbt.2018.11.006>

Raghupathi, P. K., Zupančič, J., Brejnrod, A. D., Jacquiod, S., Houf, K., Burmølle, M., ... & Sørensen, S. J. (2018). Microbial diversity and putative opportunistic pathogens in dishwasher biofilm communities. *Applied and Environmental Microbiology*, 84(5), e02755-17. <https://doi.org/10.1128/aem.02755-17>

Rampelotto, P. H. (2013). Extremophiles and extreme environments. *Life*, 3(3), 482-485. <https://doi.org/10.3390/life3030482>

Ye, K., Wang, J., Han, Y., Wang, C., Qi, C., & Ge, X. (2019). Investigation on microbial contamination in the cold storage room of domestic refrigerators. *Food Control*, 99, 64-67. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2018.12.022>

Zalar, P., Novak, M., de Hoog, G. S., & Gunde-Cimerman, N. (2011). Dishwashers—a man-made ecological niche accommodating human opportunistic fungal pathogens. *Fungal Biology*, 115(10), 997-1007. <https://doi.org/10.1016/j.funbio.2011.04.007> Zupančič, J., Raghupathi, P. K., Houf, K., Burmølle, M.,

Sørensen, S. J., & Gunde-Cimerman, N. (2018). Synergistic interactions in microbial biofilms facilitate the establishment of opportunistic pathogenic fungi in household dishwashers. *Frontiers in Microbiology*, 9, 21. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.00021>