

Univerzita Hradec Králové

Přírodovědecká fakulta

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2015

Michaela Hungerová

Univerzita Hradec Králové

Přírodovědecká fakulta

Katedra biologie

Bakterie a plísně v domácnosti

Bakalářská práce

Autor: Michaela Hungerová
Studijní program: B1501 Biologie
Studijní obor: Systematická biologie a ekologie
Vedoucí práce: Ing. Vladimír Dvořák, Ph.D.
Oponent práce: doc. RNDr. František Malíř, Ph.D.

Hradec Králové

2015

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně a uvedla jsem veškeré použité prameny a literaturu.

V Hradci Králové dne

.....

podpis

Poděkování

Na tomto místě bych chtěla poděkovat Ing. Vladimíru Dvořákovi, Ph.D. za ochotu, vstřícnost a rady udělované při vedení mé bakalářské práce. Dále bych ráda poděkovala všem mým přátelům, kteří mi ochotně poskytli materiál pro vypracování praktické části této práce. V neposlední řadě pak děkuji také mé rodině a blízkým, kteří mě podporovali v průběhu celého mého studia.

Anotace

HUNGEROVÁ, Michaela. *Bakterie a plísně v domácnosti*. Hradec Králové: Přírodovědecká fakulta Univerzity Hradec Králové, 2015. 86 s. Bakalářská práce.

Tato bakalářská práce je zaměřena na bakterie a plísně v domácnosti a je rozdělena do dvou základních částí. V první, teoretické, části je popsána obecná charakteristika bakterií a plísní. Je zde pojednáno o jejich morfologii, životním prostředí a negativním vlivu na zdraví člověka včetně některých bakteriálních a plísňových onemocnění. Druhá část je část praktická a popisuje zjišťování přítomnosti bakterií a plísní v používaných polštářích za využití spadové metody. Je sledováno množství bakterií a plísní a vliv různých faktorů, jakými jsou např. pohlaví nebo materiál lůžkoviny.

Klíčová slova: bakterie, plísně, lůžkoviny, bakteriální onemocnění, plísňová onemocnění

Annotation

HUNGEROVÁ, Michaela. *Bacteria and mildews in household*. Hradec Králové: Faculty of Science, University of Hradec Králové, 2015. 86 pp. Bachelor Degree Thesis.

This bachelor degree thesis is focused on bacteria and mildews in household and is divided into two main parts. In the first, theoretical, part there is described the general characteristics of bacteria and mildews. There is discussed their morphology, environment and negative impact on human health including some bacterial and fungal diseases. The second part is the practical part and describes detection of bacteria and mildews in used pillows, using catchment method. There is monitored quantity of bacteria and mildews and the effect of various factors, such as e.g. sex or bedding material.

Key words: bacteria, mildews, bedding, bacterial disease, fungal disease

Obsah

ÚVOD	8
1 LITERÁRNÍ PŘEHLED.....	10
1.1 Bakterie	10
1.1.1 Stavba bakteriální buňky.....	10
1.1.2 Tvar a velikost bakteriální buňky	13
1.1.3 Rozmnožování bakterií a růst bakteriální kolonie	15
1.1.4 Optimální podmínky pro růst bakterií.....	16
1.1.5 Životní prostředí bakterií.....	17
1.1.6 Patogenita bakterií	25
1.1.7 Bakteriální onemocnění.....	27
1.2 Plísně.....	35
1.2.1 Morfologie plísní.....	35
1.2.2 Rozmnožování plísní	36
1.2.3 Optimální podmínky pro růst plísní	36
1.2.4 Životní prostředí plísní.....	37
1.2.5 Patogenita plísní	38
1.2.6 Plísňová onemocnění	39
1.3 Výskyt mikroorganismů v domácnostech.....	41
1.3.1 Míra bakteriální kontaminace různých povrchů v domácnosti.....	41
1.3.2 Druhové složení bakteriální kontaminace	41
1.3.3 Kolísání míry bakteriální kontaminace kuchyně během dne	42
1.3.4 Kontaminace domácnosti plísněmi	43
2 METODIKA.....	44

2.1 Příprava materiálu	44
2.2 Sběr vzorků	45
2.3 Kultivace.....	45
2.4 Vyhodnocení.....	45
3 VÝSLEDKY A DISKUZE.....	47
3.1 Charakteristika podmínek zkoumaného prostředí	47
3.2 Identifikace zjištěných mikroorganismů	57
3.3 Vliv ročního období na množství bakterií a plísní	58
3.4 Vliv pohlaví na množství bakterií a plísní - jaro.....	60
3.5 Vliv barvenosti vlasů na množství bakterií a plísní - jaro	62
3.6 Vliv doby používání od posledního praní na množství bakterií a plísní - jaro	64
3.7 Vliv materiálu polštáře na množství bakterií a plísní - jaro	66
3.8 Vliv pohlaví na množství bakterií a plísní - podzim	68
3.9 Vliv barvenosti vlasů na množství bakterií a plísní - podzim.....	70
3.10 Vliv doby používání od posledního praní na množství bakterií a plísní - podzim.....	72
3.11 Vliv materiálu polštáře na množství bakterií a plísní - podzim.....	74
ZÁVĚR	76
PŘÍLOHY	78
Seznam citovaných zdrojů	78
Seznam obrázků	81
Seznam tabulek a grafů.....	85

ÚVOD

Mikroorganismy jsou všude kolem nás - setkáváme s nimi v práci, ve škole, v dopravních prostředcích, ve venkovním prostředí a v neposlední řadě také v domácnostech. Ačkoli jsou to často původci různých onemocnění, která mohou v některých případech skončit i tragicky, naučili jsme se s nimi žít a staly se tak nedílnou součástí naší existence. Sdílíme s nimi naše domovy a díky jejich nepatrné velikosti často ani netušíme, že tu jsou. Právě proto mě zaujalo téma mikroorganismů v domácnostech.

Snad každý již někdy četl článek nebo viděl reportáž pojednávající o výskytu mikroorganismů v lidských obydlích, o nejvíce kontaminovaných místech běžné domácnosti či o doporučených metodách a postupech, jak množství mikroorganismů v domě minimalizovat. Takřka denně slyšíme o nutnosti dezinfekce toalety, koupelny nebo kuchyňské linky, kde se připravují potraviny, ale málokdo si již uvědomí, že nebezpečí v podobě bakterií a plísní na nás číhá i na místě našeho každodenního odpočinku, tedy v posteli. A právě na tuto oblast jsem se zaměřila v praktické části mé bakalářské práce.

V literární části této práce budou zpracovány základní informace o bakteriích a plísních. Zaměření bude především na stavbu jejich těl, na jejich vzhled, rozmnožování, optimální životní podmínky a také na prostředí, ve kterém se s nimi lze setkat. Dále budou popsána některá bakteriální a plísňová onemocnění postihující člověka. U každého onemocnění bude uveden jeho původce, zdroje možné nákazy a obvyklý průběh nemoci. V závěru literární části budou uvedeny informace o zjištěné mikrobiální kontaminaci domácností z několika různých vědeckých výzkumů v zahraničí.

Praktická část bude zaměřena na kontaminaci ložního materiálu - konkrétně polštářů - bakteriemi a plísněmi. Bude zde popsána metodika sběru a vyhodnocování vzorků doplněná autentickými fotografiemi. Dále zde bude zhodnocena závislost množství a mikrobiálního složení na různých faktorech, jako je např. roční období, materiál lůžkoviny nebo barvenost vlasů uživatele polštáře.

Cílem práce je zhodnotit přítomnost a množství bakterií a plísní v domácnosti, konkrétně pak v používaných polštářích. Ze získaných výsledků praktické části pak bude možné poukázat na vliv různých faktorů na množství a složení mikrobiálního osídlení lůžkovin.

1 LITERÁRNÍ PŘEHLED

V této části práce bude vypracována literární rešerše týkající se problematiky bakterií a plísní ve vztahu k domácnosti a lidskému zdraví. Pojednáno zde bude o bakteriích a plísňích obecně, dále o bakteriálních a plísňových chorobách a o kontaminaci domácnosti těmito mikroorganismy.

1.1 Bakterie

Schindler (2008) uvádí, že je dosud známých asi 3000 druhů bakterií, které jsou ovšem pouze malou částí celkového množství bakteriálních druhů, jejichž počet je na Zemi odhadován až na 1 milion. Bakterie patří mezi prokaryotické organismy (prokaryota), které se vyznačují několika základními charakteristikami. Jedná se o organismy výhradně jednobuněčné, nikdy netvoří funkčně a morfologicky diferencované tkáně. Každá buňka je pak složena z cytoplazmy, prokaryotického jádra, ribozomů, cytoplazmatické membrány a buněčné stěny (Rosypal, 1994). Kromě těchto vždy přítomných struktur můžeme u některých druhů nalézt struktury další, kterými mohou být např. bičíky, fimbrie, pouzdro, inkluze, mesozómy, endospory nebo chromatofory a chlorobiové váčky (viz Obr. 1) (Rosypal, 2003).

1.1.1 Stavba bakteriální buňky

Prokaryotické jádro neboli nukleoid je tvořeno pouze jednou molekulou DNA, která představuje jediný chromozom bakteriální buňky. K rozdělení jádra tak není potřeba procesu mitózy a stačí prostá replikace. Od okolní cytoplazmy není nukleoid oddělen žádnou membránou, jako tomu je u eukaryotických buněk. konce molekuly DNA nejsou volné, ale jsou spojené kovalentní vazbou a molekula tak má kruhový tvar (Rosypal, 2003). Dobiáš a kolektiv (2003) navíc dodávají, že kromě základní genetické výbavy v podobě nukleoidu může bakteriální buňka obsahovat i menší genetické elementy, jakými jsou např. plazmidy. Ty nesou dodatkové informace, které nejsou za normálních podmínek nezbytné, avšak dostane-li se bakteriální buňka do nepříznivých podmínek, poskytují jí řadu fenotypových zvýhodnění pro přežití.

Cytoplazma bakteriální buňky je tvořena převážně bílkovinami. Dále zde nalezneme rozpuštěné ribonukleové kyseliny, aminokyseliny, vitamíny, nukleotidy, soli organických kyselin a meziprodukty metabolismu. Důležitou součástí je pak množství enzymů, které jsou potřebné pro biosyntetické a rozkladné procesy v buňce (Rosypal, 2003).

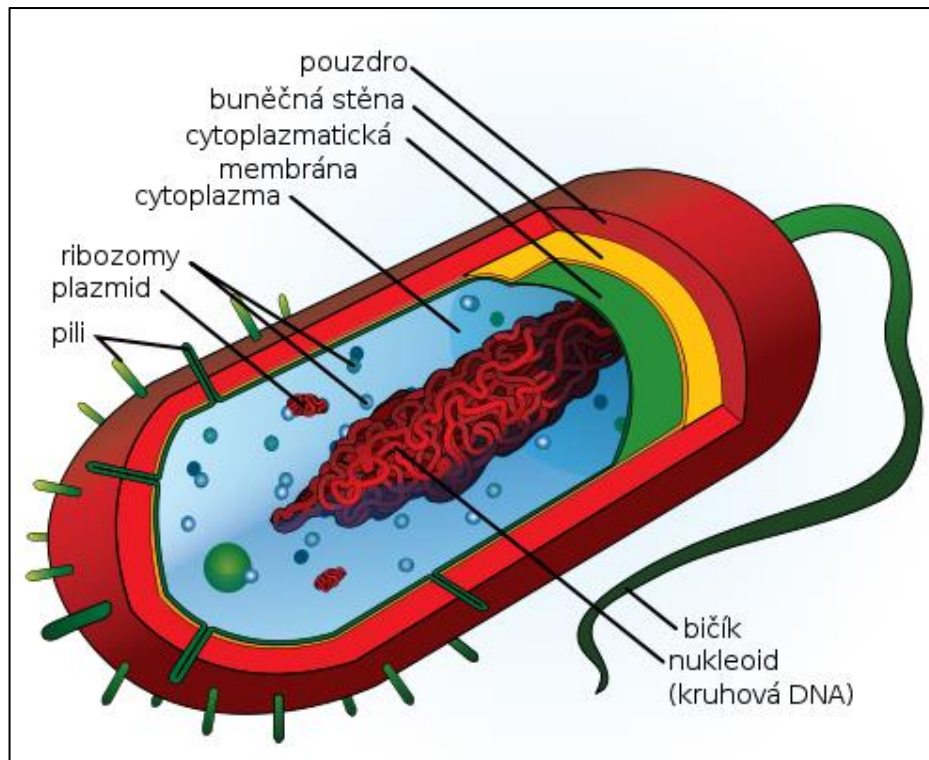
Jak uvádí Rosypal (1994), jsou ribozomy organelou, která je společná pro buňky prokaryotní i pro buňky eukaryotní. Skládají se z ribozomální RNA a bílkovin a jejich hlavní funkcí je syntéza proteinů. Velikostně jsou menší než ribozomy eukaryot a jejich počet je závislý na syntetické aktivitě buňky (Přecechtěl, 1988). Na rozdíl od buněk eukaryotních, jsou v prokaryotní buňce ribozomy přítomny vždy volně v cytoplazmě, neboť zde není vyvinuto endoplazmatické retikulum, na které by ribozomy mohly nasedat (Dobiáš a kol., 2003).

Cytoplazmatická membrána je tenká, pro život bakterie nezbytná struktura (Přecechtěl, 1988). Tvoří ohraničení cytoplazmy a jejími hlavními složkami jsou fosfolipidy a proteiny. Fosfolipidy jsou uspořádány do dvojvrstvy, do které z vnější i vnitřní strany vstupují bílkoviny, které mohou být do vrstev fosfolipidů více či méně zanořeny, nebo procházet skrz celou dvojvrstvu. Celý komplex je vysoce pohyblivý a pružný. Hlavní úlohou cytoplazmatické membrány v buňce je fungovat jako osmotická bariéra, která ovlivňuje transport látek dovnitř a vně buňky (Rosypal, 2003). Dále se podle Dobiáše a kol. (2003) podílí na procesu sporulace a na tvorbě buněčné stěny. Směrem dovnitř buňky vybíhají z cytoplazmatické membrány váčkovité útvary nazývané mesozómy, které obsahují některé z enzymů potřebných k dělení buňky (Přecechtěl, 1988).

Buněčná stěna tvoří pevnou elastickou bariéru mezi buňkou a okolním prostředím. Základním prvkem, kterým je buněčná stěna bakterií tvořena, je peptidoglykan (též murein, mukopeptid). Ten je spojován do síťovité struktury, která tak tvoří kostru celé buňky (Přecechtěl, 1988; Rosypal, 2003). Udává tak charakteristický tvar každé bakteriální buňky. Tloušťka buněčné stěny se pohybuje mezi 10 - 25 nm (Greenwood et al., 1999).

Řada bakteriálních kmenů vytváří na svém povrchu (vně buněčné stěny) silně hydratovanou vrstvu, která je označovaná jako pouzdro nebo kapsula. Tato

struktura nemá pro bakteriální buňku žádný zásadní význam, může ovšem hrát roli v její rezistenci, především pak v obraně proti pohlcení fágy. Kapsula může být tvořena polysacharidy či peptidy a obsahovat také molekuly kyseliny uronové, kyseliny hyaluronové nebo lipidů (Dobiáš a kol., 2003). Některé složky pouzdra pak mohou být vylučovány do okolního prostředí ve formě slizu. Ten může mít u bakterií roli pojiva, kterým se jednotlivé buňky spojují do různých tvarů (Rosypal, 2003).



Obr. 1: Stavba bakteriální buňky

Další možnou strukturou bakteriální buňky jsou bičíky, které jsou pro buňku významné z hlediska lokomoční aktivity. Podle počtu bičíků a jejich umístění rozdělujeme buňky na monotricha s jedním bičíkem, lofotricha která nesou více bičíků na jednom konci buňky, amfitricha která mají bičíky na obou koncích buňky a peritricha, jejichž bičíky jsou rozmístěné po celém povrchu buňky. Bičíky jsou velmi tenké útvary (10 - 20 nm) s délkou přibližně 3 - 12 μm . Příčinou pohybu je rotace bičíku, kterou můžeme přirovnat k otáčení lodního šroubu (Dobiáš a kol., 2003).

Vedle bičků se mohou na povrchu bakteriální buňky vyskytovat fimbrie. Tyto vláknité útvary se vyskytují u pohyblivých i nepohyblivých druhů a jejich množství značně převyšuje počet bičků, oproti kterým mají o polovinu menší průměr (asi 4 - 8 nm) a kratší délku (0,1 - 1,5 μm). Jejich hlavní funkcí je umožnit bakterii přichytit se na nejrůznější pevné povrchy, včetně živočišných a rostlinných buněk (Greenwood et al., 1999).

Některé rody bakterií, jako např. *Bacillus* nebo *Clostridium*, mají schopnost vytvářet za nepříznivých podmínek endospory procesem zvaným sporulace. Endospory jsou schopné odolávat vnějším vlivům, jako je teplota, radiace, chemické látky či tlak. Odolnost je dána především nepropustností vnějších obalů spory či nízkým obsahem vody. Kolem protoplastu endospory se nachází cytoplazmatická membrána. Nad ní jsou dvě vrstvy tvořené peptidoglykanem - tuhá blána a robustnější kortex, který obsahuje vápenatou sůl kyseliny dipikolinové. Na kortex nasedá vnější blána, která vznikla z cytoplazmy mateřské buňky a která je obklopena obalem spory. Pokud nastanou opět příznivé podmínky, je většinou spontánně zahájen proces klíčení (germinace), kdy buňka projde obalem spory, roste a připravuje se na dělení (Dobiáš a kol., 2003).

1.1.2 Tvar a velikost bakteriální buňky

Bakteriální buňky mají rozličné tvary a velikosti (viz Obr. 2). Podle tvaru je můžeme rozdělit na bakterie kulovité (koky), tyčinkovité, spirálovité (spirochety) a vláknité větvcí se bakterie (Přecechtěl, 1988). Jejich tvar ovlivňuje také velikost, jaké mohou buňky dosáhnout. Kulovité bakterie mají průměr 0,5 - 5 μm , tyčinky jsou tlusté 0,3 - 2 μm a dlouhé až 7 μm . Některé buňky mohou být mnohem větší, jako např. spirochety, které dosahují délky až 500 μm , ale jejich tloušťka je jen 0,2 - 0,75 μm (Rosypal, 1994).

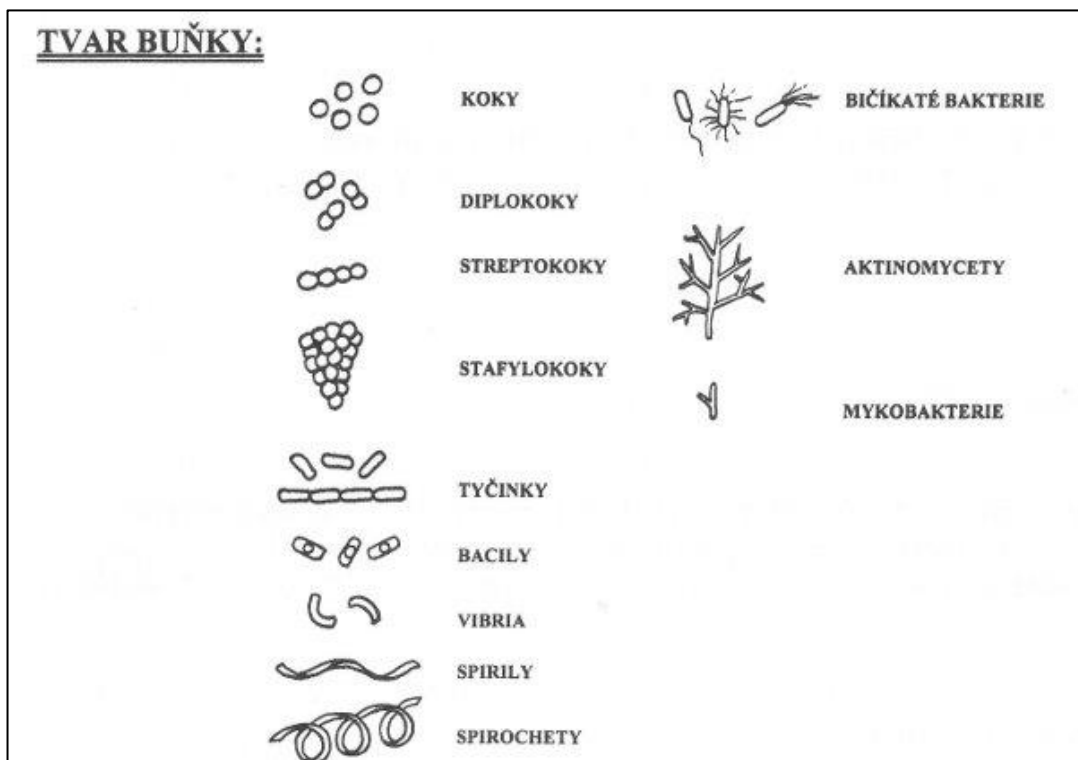
Bakterie kulovitěho tvaru (neboli koky) se mohou vyskytovat buď samostatně, nebo ve spojení více koků. Rozeznáváme pak diplokoky - dvojice koků, streptokoky - řetízky koků nebo stafylokoky - hrozínky koků (Rosypal, 1994).

U tyčinkovitých bakterií je důležitý tvar konců buňky a její zakřivení. Kromě rovných tyčinek se zaoblenými konci můžeme pozorovat buňky s hranatými konci

- fusobakteria, s kyjovitým zakončením - korynebakteria, rohlíčkovitě prohnuté buňky - vibria či esovitě prohnuté buňky - spirily (Přecechtěl, 1988). Pokud je u tyčinek vytvořena endospora, označují se takové buňky jako bacily (Rosypal, 1994).

Spirálovité bakterie (spirochety) rozdělujeme podle tvaru spirály a podle závitů. Buňky s tvarem jednoduché spirály označujeme jako treponemy. Pokud má spirála zahnuté konce, jedná se o leptospiru. V případě, že mají jednotlivé závitů spirály různou velikost, označují se takové buňky jako borrelie (Přecechtěl, 1988).

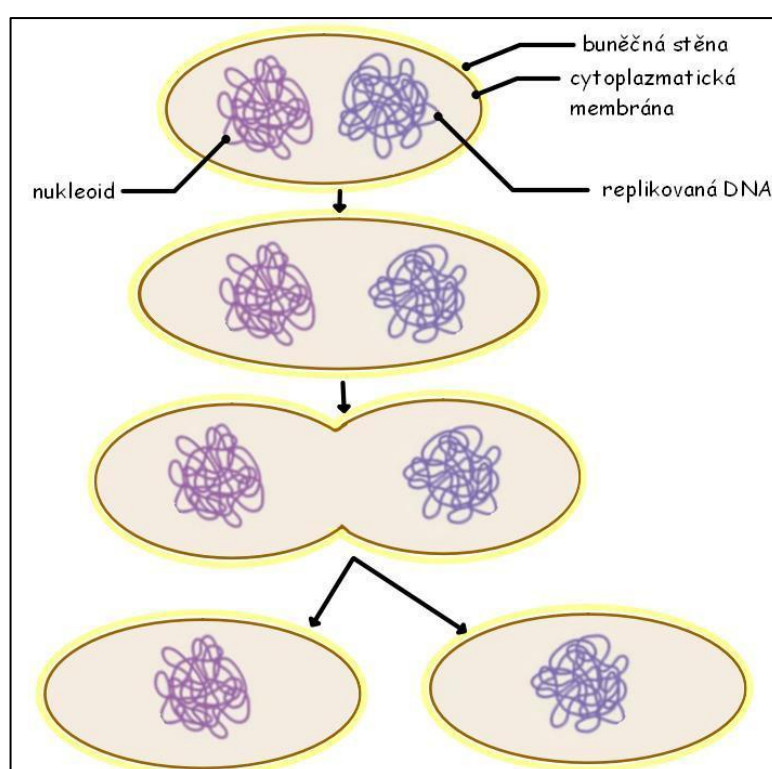
Rosypal (1994) pak dodává, že větvičí se bakterie se mohou větvit buď úplně a označují se jako aktinomycety, nebo se větví jen částečně a nazývají se mykobakterie.



Obr. 2: Tvary bakteriálních buněk

1.1.3 Rozmnožování bakterií a růst bakteriální kolonie

Nejčastějším způsobem rozmnožování bakterií je příčné dělení (viz Obr. 3). Bakteriální buňka nejprve zvětšuje svou velikost a protahuje se do délky. Následně se začne tvořit příčné septum z cytoplazmatické membrány a buněčné stěny. Když septum přepaží celou buňku, může dojít k okamžitému oddělení buňky dceřiné, nebo buňky zůstanou spojené a tvoří rak řetízky či jiné útvary. Za vhodných podmínek dochází k opakovanému dělení po krátkých časových úsecích, které mohou být i kratší než 30 minut (Greenwood et al., 1999).



Obr. 3: Dělení bakteriální buňky

Po naočkování jednotlivých bakteriálních buněk dané kultury na agarovou plotnu začíná za vhodných podmínek růst z každé buňky jedna bakteriální kolonie. Tato kolonie je tvořena buňkami, které vznikly dělením buňky původní a jedná se tak o její klony. Za konstantních podmínek je vzhled kolonií charakteristický pro rod nebo druh bakterií a je proto důležitým diagnostickým ukazatelem (Rosypal, 2003). Jak uvádí Schindler (2010), u kolonií můžeme pozorovat rozdílné tvary, velikosti, různou konzistenci nebo zbarvení (viz Obr. 4). Jejich povrch může být lesklý nebo hrubý a celé kolonie se mohou různými způsoby ohraničovat

od podložky, na které rostou. Některé bakterie mají kolonie zbarvené pigmentem, který může pronikat až do živné půdy a zbarvovat ji. Některé kolonie dokonce fluoreskují nebo svítí. Obecně platí, že mladé kolonie jsou konvexního tvaru s hladkým či drsným povrchem a pravidelným tvarem.



Obr. 4: Narostlé bakteriální kolonie

1.1.4 Optimální podmínky pro růst bakterií

Protože je bakteriální buňka schopná rychlého dělení, při kterém musí syntetizovat dvojnásobek své hmotnosti, je potřeba zintenzivnit metabolismus a rychle přijímat živiny a odstraňovat odpadní produkty. To vše je možné pouze za určitých vnějších podmínek (Greenwood et al., 1999).

Vliv O_2 a CO_2

Aerobní a anaerobní druhy bakterií mají odlišné nároky na složení atmosféry, které je pro optimální růst potřeba zajistit. Všechny bakterie však vyžadují určitou koncentraci CO_2 , který je přirozeně přítomen v atmosféře, nebo jej buňka vyprodukuje svým metabolismem. Některým bakteriím je při kultivaci potřeba zajistit vyšší koncentraci CO_2 , než která je přítomna v atmosféře (Greenwood et al., 1999).

Vliv teploty

Každý druh bakterie roste pouze v určitém teplotním rozmezí. Teplota, při které je růst nejrychlejší, je označována jako teplotní optimum. To většinou odpovídá podmínkám, při kterých bakterie roste v přírodě. Podle teplotního optima můžeme rozdělit bakterie na tři skupiny. Psychrofilní bakterie, které rostou nejrychleji při teplotách nižších než 20°C, nevadí jim ani teploty kolem 0°C a pokud nedojde ke zmrznutí půdy, dokáží růst až při teplotě - 7°C. Tak mají možnost kontaminovat i zmrazené potraviny. Další skupinou jsou mezofilní bakterie, které mohou mít růstové teplotní rozmezí různě široké - u některých druhů 5 - 43°C, u některých jen 30 - 39°C. Sem patří významní parazité člověka a ostatních teplokrevných živočichů. Třetí skupinou jsou neparazitující bakterie termofilní, jejichž teplotní optimum se pohybuje mezi 55 - 80°C (Greenwood et al., 1999).

Vliv vlhkosti

Hmotnost bakteriální buňky je z 80 % tvořena vodou. Stejně jako u všech živých organismů, je i u bakterií vlhkost důležitým faktorem pro růst. Různé druhy bakterií jsou schopné přežít různě dlouhou dobu v suchém prostředí. Některé hynou téměř okamžitě, zatímco jiné přežijí po dobu týdnů a měsíců, nejlépe přežívají spory, které dokáží vyklíčit i po 60 letech. I nesporující bakterie však mohou přežít vysušení, pokud se jedná o rychlé a úplné vysušení mrazem, tedy lyofilizaci (Greenwood et al., 1999).

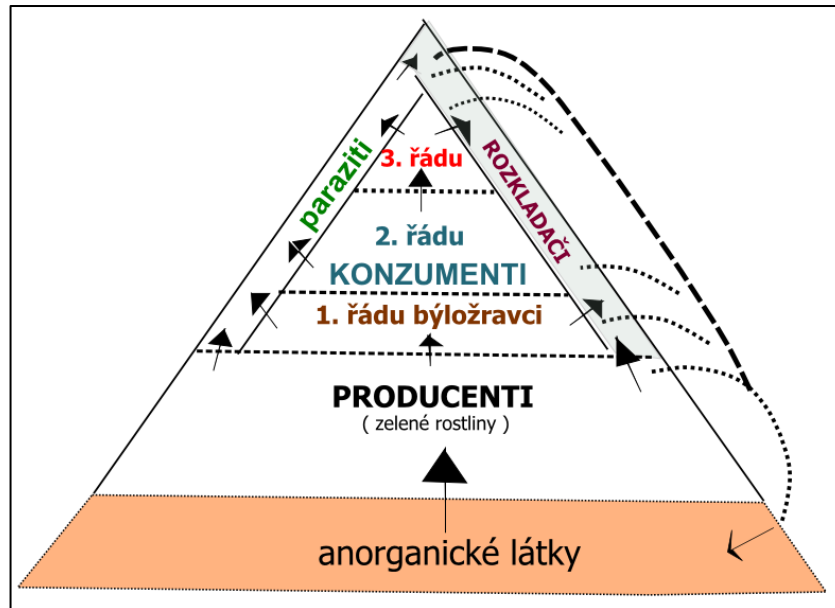
Vliv světla a záření

Pro růst a zachování životnosti bakteriálních buněk je ideální tma. UV záření, tedy přímé sluneční světlo nebo záření rtuťové lampy má baktericidní účinky stejně jako ionizační záření. Životnost mikroorganismů značně zkracuje také sluneční světlo procházející oknem (Greenwood et al., 1999).

1.1.5 Životní prostředí bakterií

Bakterie žijí téměř všude - ve vodě, na prachových částicích ve vzduchu, v půdě a jsou také součástí těl téměř všech organismů. Představují důležitý článek v koloběhu živin a energie (viz obr. 5). Svou činností realizují procesy, které jsou opakem činnosti zelených rostlin. Zatímco zelené rostliny organické látky tvoří,

bakterie provádí jejich rozklad na látky anorganické procesem mineralizace (Rosypal, 1994). Dobiáš a kol. (2003) uvádí, že z ekologického hlediska jsou nejvýznamnějšími stanovišti výskytu bakterií půda, voda a vzduch.



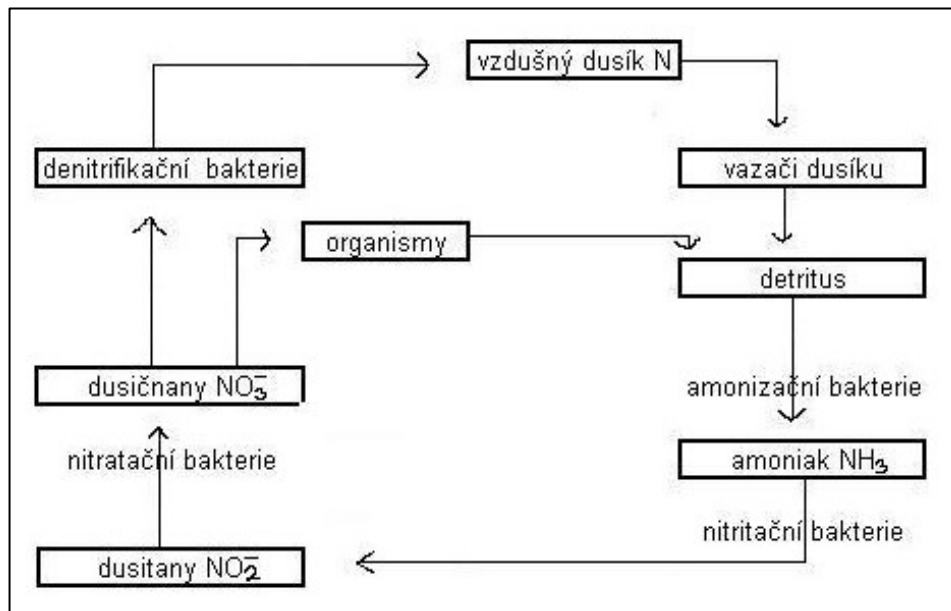
Obr. 5: Postavení bakterií (rozkladačů) v rámci potravní pyramidy

Bakterie v půdě

Jak uvádí Dobiáš a kol. (2003), lze půdu považovat za základní stanoviště přirozeného výskytu bakterií. Odtud mohou být následně kolonizovány také ostatní složky životního prostředí. O značném významu bakterií v půdě svědčí již jejich početnost. Odhaduje se, že v 1 g půdy se může nacházet několik desítek milionů až několik miliard bakterií. Tím vzniká aktivní povrch dostatečně velký na to, aby mohly bakterie svou činností ovlivnit veškeré zásadní biochemické děje v půdě. Podílejí se především na tvorbě půdní struktury tvorbou humusových složek, na přeměně organických zbytků rostlin a živočichů na živiny dostupné rostlinám a na obohacení půdy dusíkem jeho vázáním z atmosféry.

Právě dusík a jeho koloběh v přírodě hraje jednu z důležitých rolí v půdotvorných procesech. Z tohoto hlediska jsou významné především bakterie nitrifikační a bakterie denitrifikační (viz Obr. 6). Nitrifikační bakterie jsou schopné žít v půdě s obsahem amonných solí, které svou činností přeměňují na dusičnany a zpřístupňují tak dusík rostlinám. Tento proces vyžaduje aerobní prostředí

a probíhá tak pouze v povrchových vrstvách půdy. Bakterie denitrifikační se podílejí na procesech opačných. Za anaerobních podmínek přeměňují dusičnany obsažené v půdě až na molekulární dusík (Jelínek et Zicháček, 2007). Tím ochuzují půdu o tento prvek a způsobují tak ztráty v zemědělské produkci. Riziko denitrifikačních procesů hrozí např. v půdách zamokřených nebo v půdách s vysokým obsahem rozpustných organických látek (Dobiáš a kol., 2003).



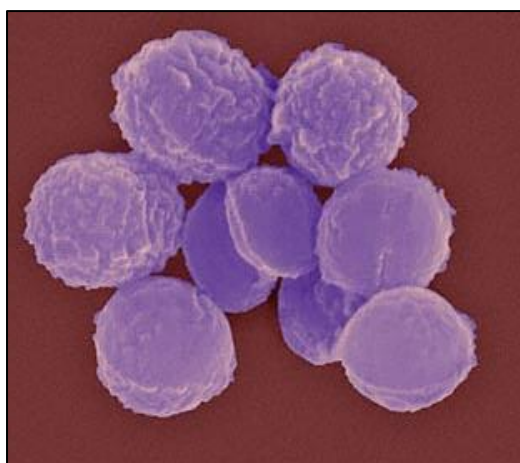
Obr. 6: Postavení bakterií v koloběhu dusíku

Bakterie ve vodě

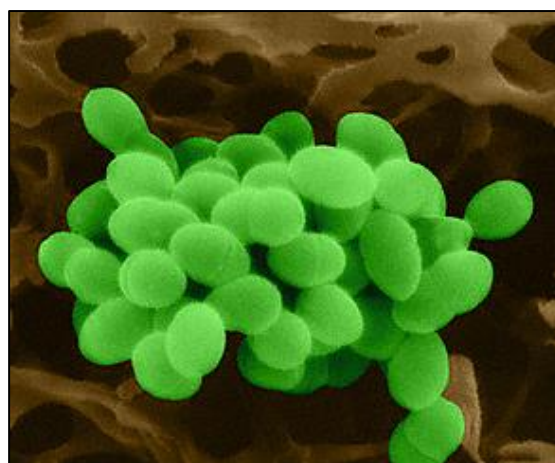
Dalším prostředím s hojným výskytem bakterií je voda. Míra osídlení vod bakteriemi je závislá především na obsahu živin, z nichž nejvýznamnější jsou organické látky. Množství a složení bakterií je ovlivněno také bezprostředním okolím vodního prostředí. Řeky a potoky, které protékají mimo oblast s vysokým osídlením, se budou z hlediska mikrobiální kontaminace lišit od vodních toků v lidských sídlištích. U stojatých vod bude zřejmý rozdíl mezi volnou vodou ve středu nádrže a vodou v pobřežním pásmu, kde bude množství bakterií zvyšováno kontaktem vody s půdou (Dobiáš a kol., 2003).

Podle původu rozděluje Rosypal (2003) bakterie ve vodě na autochtonní vodní bakterie, půdní bakterie a střevní bakterie člověka a zvířat. K autochtonním vodním bakteriím patří např. *Flavobacterium*, *Micrococcus luteus* (viz Obr. 7) nebo *Spirillum*. Pokud se na dně nachází dostatečné množství organických látek, mohou

se zde vyskytovat obligátně i fakultativně anaerobní bakterie. Půdní bakterie se do vody dostávají jejím kontaktem s pobřežím. Mezi nejčastější zástupce patří rody *Bacillus*, *Micrococcus* a *Streptomyces*. Střevní bakterie člověka a zvířat jsou ve vodě zastoupeny především enterobakteriemi, dále se zde nachází např. *Streptococcus faecalis* (viz Obr. 8) a některé druhy rodu *Clostridium*, z nichž nejvýznamnější jsou koliformní bakterie používané jako indikátory fekálního znečištění vody. V některých případech lze z vody izolovat také patogenní druhy bakterií (např. *Salmonella typhi*, *Salmonella dysenteriae*), které ovšem ve vodním prostředí rychle hynou.



Obr. 7: *Micrococcus luteus*



Obr. 8: *Streptococcus faecalis*

Bakterie ve vzduchu

Vzduch nepředstavuje vhodné prostředí pro množení mikroorganismů a ve vztahu k nim vystupuje především jako transportní médium. Z tohoto hlediska jsou pak významné především prachové částice, které jsou součástí tuhého aerosolu. V uzavřených prostorách slouží k přenosu mikroorganismů také kapénky, které obsahují jejich zárodky. Přežívání mikroorganismů ve vzduchu je závislé na řadě faktorů, jakými jsou teplota a vlhkost vzduchu, intenzita UV záření, koncentrace ozónu či nadmořská výška. U sporulujících druhů se mohou vzduchem šířit nejen samotné bakteriální buňky, ale také jejich spory. Ty jsou v ovzduší hojně zastoupeny, neboť jsou velmi odolné vůči nepříznivým atmosférickým podmínkám. Stejně tak jsou v ovzduší časté mikroorganismy, které ve svých buňkách obsahují žlutočervené pigmenty, které je chrání před negativními účinky UV záření. Z hlediska lidského zdraví jsou významné mikroorganismy patogenní,

kteře jsou schopné v částicích prachu přežívat značně dlouhou dobu, např. *Mycobacterium tuberculosis* (Dobiáš a kol., 2003).

Jak uvádí Rosypal (2003), vzduch ve venkovním prostředí je bakteriemi kontaminován především z půdy. Odtud se bakterie do ovzduší dostávají s půdním prachem, který je přenášen větrem. Z toho vyplývá, že nad pevninou bude kontaminace vzduchu bakteriemi vyšší než nad mořem, kde nejsou zdroje půdního prachu. Obdobně je způsoben rozdíl v množství bakterií nad zemědělskou půdou a zalesněnými nebo kamenitými oblastmi, či rozdíl mezi prašnými průmyslovými plochami a málo obydlenými místy. Nad povrchem, který je pokryt sněhem, je kontaminace vzduchu bakteriemi téměř nulová. Dalším faktorem ovlivňujícím množství mikroorganismů ve vzduchu je vlhkost. Ve vlhké atmosféře dochází ke srážení buněk bakterií vodními kapénkami k zemi a jejich množství je zde tak menší, než v atmosféře suché. Proto se v suchém letním venkovním prostředí nachází více bakterií než v zimě, kdy je venkovní vzduch mnohem vlhčí.

V uzavřených prostorech, kde se pohybuje velké množství lidí, dochází k víření prachu a tím se do vzduchu dostává množství bakterií. V 1 m³ takových míst se nachází 5 - 30 tisíc bakterií. Na rozdíl od venkovního prostředí se zde vyskytuje více mikroorganismů v zimě než v létě. Stálým zdrojem bakterií v místnostech jsou lidé, a to zdraví i nemocní. Ti neustále vylučují bakterie do okolí např. mluvením, kýčáním a kašláním (Rosypal, 2003). Rizikovým prostředím pro vznik hromadného bakteriálního onemocnění jsou např. školy, velká shromáždění, vojenské útvary nebo hromadné zájezdy (Schindler, 2008)

Bakterie v lidském těle

Lidské tělo je v průběhu celého života osidlováno bakteriemi a ostatními mikroorganismy. Ty tvoří mikroflóru těla, která je v optimálních podmínkách v biologické rovnováze s hostitelským organismem, tedy lidským tělem, na které nemá patogenní vliv. Pokud je tato rovnováha narušena, změní se také vztah mikroorganismů k hostiteli. Mikroflóra zdravého člověka se skládá z mikroorganismů nepatogenních, avšak nachází se zde také organismy fakultativně patogenní. Hlavní význam tělní mikroflóry spočívá v obraně lidského

organismu, která je založena na přirozeném antagonistickém vztahu mezi mikroorganismy mikroflóry a mikroorganismy patogenními, které atakují lidské tělo z vnějšího prostředí. Zároveň mohou mikroorganismy tvořící mikroflóru produkovat některé vitamíny, které využívá lidský organismus, např. vitamin K nebo vitamin B₁₂ (Dobiáš a kol., 2003).

Protože jsou kůže a sliznice v přímém kontaktu s vnějším prostředím, obsahuje každá část jejich povrchu značné množství organismů mikroflóry. Povrch kůže neustále vysychá a není tak vhodným prostředím pro růst bakterií. Pouze v místech, kde jsou koncentrovány vývody potních a mazových žláz, se udržuje dostatečně vlhké a na živiny bohaté prostředí, tudíž i množství mikroorganismů je zde vyšší. K takovým místům patří vlasy, obličej, podpaží, třísla, okolí močových cest, genitálií a konečníku nebo prostor mezi prsty. Kolonizace povrchu lidského těla mikroorganismy začíná až po porodu, do té doby je kůže sterilní. Zdrojem mikroorganismů osidlujících kůži novorozence je především matka a předměty v nejbližším okolí. Na kůži se může vyskytovat *Propionibacterium acnes* (viz Obr. 9) vyvolávající onemocnění zvané akné (Rosypal, 2003). Dále zde nalezneme nepatogenní zástupce rodu *Corynebacterium* a *Streptococcus* (Schindler, 2008).

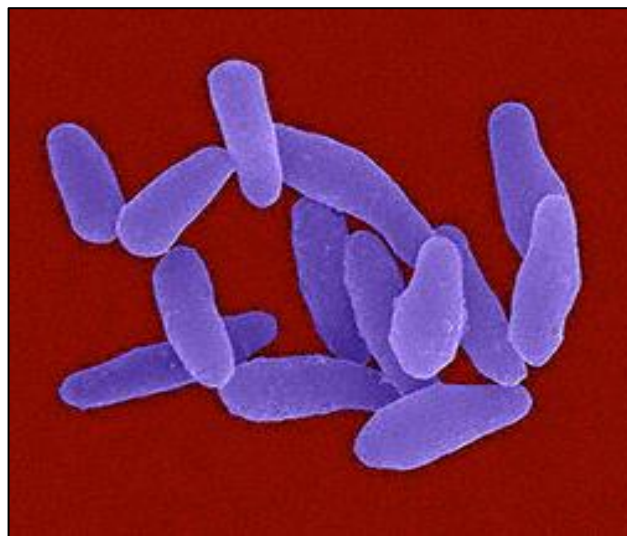


Obr. 9: *Propionibacterium acnes*

Rosypal (1994) tvrdí, že dutina ústní je vhodným místem pro růst bakterií, neboť se jedná o prostředí teplé a vlhké. Dobiáš a kol. (2003) pak dodává, že složení ústní mikroflóry je značně závislé na typu výživy. Po růstu mléčného

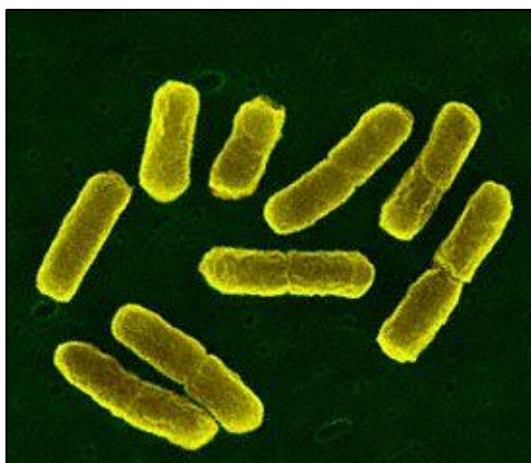
chrupu se množství mikroorganismů v ústech zvyšuje. Vyskytují se zde zástupci rodů *Micrococcus*, *Staphylococcus*, *Streptococcus* a v neposlední řadě také *Lactobacillus*. Ústní mikroflóra má nemalý účinek na vznik zubního kazu. V místech, kde se usazují zbytky potravy, dochází činností zde přítomných bakterií k tvorbě kyseliny mléčné z glycidů, které byly obsaženy v potravě. Ta způsobuje odvápnění zubní skloviny a tím i zahájení vzniku zubního kazu (Rosypal, 2003). Schindler (2008) navíc dodává, že někteří zástupci rodu *Streptococcus* produkují hlenovou hmotu, jejíž množství může po přísunu sacharidů do ústní dutiny vzrůst v důsledku vysoké aktivity těchto bakterií.

Do dýchacích cest vstupují bakterie spolu s vdechovaným prachem. Téměř všechny jsou však zachyceny v nosohltanu a průduškách a až do plic se zpravidla nedostanou. Většina je zachycena v hlenu produkovaném sliznicí, který je činností epiteliálních buněk neustále posouván vzhůru. Patogeny, které se dostanou až do plic, jsou zneškodněny zde přítomnými fagocyty. V rámci dýchací soustavy se nejvíce bakterií vyskytuje v ústní dutině a nosohltanu. Na mandlích se pak vedle bakterií běžných pro ústní dutinu vyskytují původci některých onemocnění, např. *Streptococcus pyogenes* způsobující angíny a spály nebo *Corynebacterium diphtheriae* (viz Obr. 10), původce záškrtu (Rosypal, 2003).

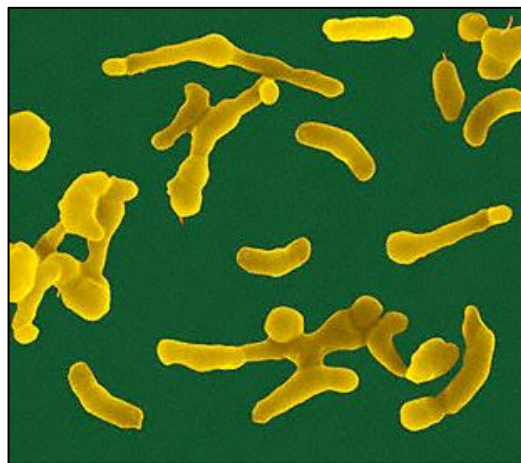


Obr. 10: *Corynebacterium diphtheriae*

U zdravého jedince je za normálních okolností horní část trávicí soustavy, sestávající z jícnu, žaludku a dvanáctníku, téměř sterilní díky nízkému pH. Za patologických stavů zde můžeme nalézt bakterii *Helicobacter pylori* (viz Obr. 12), která se podílí na vzniku vředových onemocnění. Nejvíce je přirozená mikroflóra rozvinuta v tlustém střevě, kde svou činností zajišťuje odbourávání živin z nestrávených zbytků potravy (Dobiáš a kol., 2003). Skládá se z bakterií fakultativně anaerobních, jakými jsou např. *Escherichia coli* nebo *Streptococcus faecalis*, a z bakterií anaerobních, které jsou zde zastoupeny rody *Clostridium* či *Fusobacterium*. *Escherichia coli* (viz Obr. 11) kvasí řadu cukrů za vzniku mléčné kyseliny. Kromě toho produkuje antibiotické látky, čímž reguluje další střevní společenstva, a podílí se na tvorbě vitamínů skupiny B a vitamínu K. Schindler (2010) však dodává, že ačkoli je *Escherichia* významným symbiontem, tvoří pouze 1 % střevní mikroflóry. Až jedna třetina hmotnosti výkalů je tvořena pouze vyloučenými bakteriemi, které jsou ve střevě nahrazovány bakteriemi novými. Celkové množství a složení střevní mikroflóry závisí na věku, typu stravy, zdravotním stavu, ale také na zeměpisné šířce a klimatu. Při užívání antibiotik je přirozená střevní mikroflóra značně narušena a může tak docházet k rozvoji patogenních mikroorganismů a poruchám trávicího procesu (Rosypal, 2003).



Obr. 11: *Escherichia coli*



Obr. 12: *Helicobacter pylori*

Schindler (2010) uvádí, že močové cesty jsou kolonizovány bakteriemi přibližně jen do jejich jedné třetiny. Zbytek močového ústrojí, včetně močového měchýře, je za normálních podmínek u zdravého člověka sterilní.

Ve vaginální mikroflóře převažují mléčné bakterie rodů *Lactobacillus* a *Bifidobacterium*, které kvašením glykogenu udržují kyselé pH prostředí a zabraňují tak růstu nežádoucích mikroorganismů. Při snížení množství těchto laktobacilů (např. při užívání antibiotik) často dochází k bakteriálním či kvasinkovým infekcím vagíny (Rosypal, 2003).

1.1.6 Patogenita bakterií

Jako patogenita je označována schopnost některých druhů bakterií vyvolávat za určitých podmínek onemocnění. Zahrnuje několik znaků, jakými jsou přenosnost z jednoho hostitele na druhého, infekčnost neboli schopnost překonat obranné mechanismy hostitele a virulenci, která označuje schopnost patogenu poškodit hostitele (Greenwood et al., 1999). Onemocnění mohou mikroorganismy vyvolat dvěma základními způsoby: invazivitou a toxicitou. V případě invazivity proniká mikroorganismus do tkáně, kde se pomnoží a poškozují její strukturu a funkce. Pokud je příčinou patogenity toxicita mikroorganismu, je poškození hostitelského organismu způsobeno toxiny, které mikroorganismus produkuje (Jelínek et Zicháček, 2007).

Bakteriální toxiny

Toxiny produkované bakteriemi lze rozdělit podle několika kritérií, mezi které patří rozdělení podle místa působení v infikovaném organismu a rozdělení podle cílového orgánu, který je působením toxinu nejvíce poškozován (Dobiáš a kol., 2003).

Rozdělení podle místa působení:

Podle místa působení na úrovni buněčné organizace můžeme toxiny produkované bakteriemi rozdělit na cytolytické toxiny, které reagují s membránovými strukturami eukaryotických buněk, a na toxiny ovlivňující fyziologické mechanismy v buňce v důsledku jejich průniku do cytoplazmy po vazbě na specifický buněčný receptor (Dobiáš a kol., 2003).

Rozdělení podle cílového orgánu:

Podle orgánu, který je toxiny nejčastěji postihován, je podle Dobiáše a kol. (2003) rozdělováno několik následujících skupin.

Neurotoxiny vyvolávají v organismu poškození nervové tkáně a narušení základních funkcí nervové soustavy. Řadí se sem toxin tetanospasmin, který je produkován *Clostridium tetani* a který způsobuje tetanus, a také známý botulotoxin.

Enterotoxiny jsou toxiny produkované druhy enterobakterií. Patří sem toxin patogenních kmenů *Shigella dysenteriae* shigatoxin.

Dermonekrotoxiny způsobují nekrózu epitelů. Patří k nim difterický toxin, který produkují kmeny *Corynebacterium diphtheriae* vyvolávající u člověka záškrt.

Cytotoxiny jsou produkovány některými druhy enterobakterií, nebo druhem *Clostridium difficile*. V infikovaném organismu porušují buněčné membrány a uvolňují z buněk mediátory, které způsobují např. srážení krve nebo vyvolávají zánětlivou reakci.

Kardiotoxiny mají specifický účinek na kardiovaskulární systém zasaženého organismu. Patří sem již zmiňovaný difterický toxin produkováný *Corynebacterium diphtheriae* a labilní streptolysin, který produkují kmeny rodu *Streptococcus*.

Kapilarotoxiny ovlivňují funkce kapilárního systému v orgánech infikovaného organismu. Tyto toxiny produkuje např. *Bacillus anthracis*.

Hemolysiny jsou toxiny, které způsobují rozpad barviva v červených krvinkách a jsou produkovány zástupci rodů *Clostridium*, *Staphylococcus* či *Listeria*.

Leukocidiny ovlivňují leukocytární buňky napadeného organismu a způsobují tak narušení funkce imunitního systému.

Toxické enzymy jsou látky, které svou enzymatickou aktivitou poškozují buňky a tkáně, čímž přispívají k rozvoji a šíření bakteriální infekce. Patří k nim proteolytické enzymy, které způsobují např. rozrušení kolagenu ve tkáních

či přeměnu fibrinogenu na fibrin, dále deoxyribonukleázy, které poškozují jádra leukocytů, nebo hyaluronidázy, jejichž působením dochází k rozrušení mezibuněčných lamel a tím k rozpadu tkání.

1.1.7 Bakteriální onemocnění

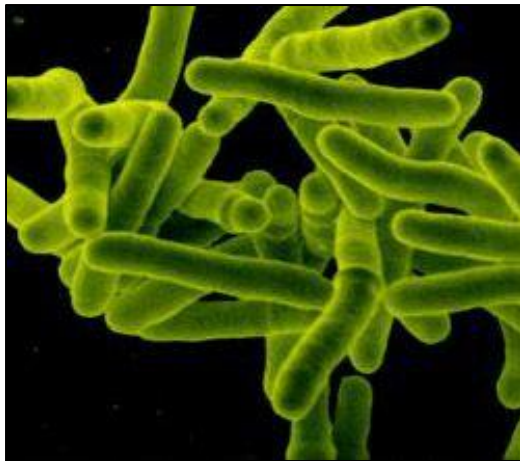
V každé vývojové fázi civilizace a v každé kultuře bylo chápání nemoci odlišné. Nejprimitivnější formy civilizace považovaly chorobu za jev vyvolaný nadpřirozenými silami, křesťanství zase chápalo nemoc jako boží trest a smrt byla vykoupením. Moderní společnost postupně poznávala skutečné příčiny nemocí především díky rozvoji mikrobiologie, boji proti klasickým infekčním chorobám a v neposlední řadě také díky zkušenostem z válečných tažení, kdy vojáci umírali více na infekční choroby než na válečná zranění (Šťastný, 2006).

Bakteriální nákaza (nebo bakteriální infekce) označuje vstup a pomnožení bakterie v organismu hostitele, kterým může být člověk, zvíře nebo rostlina. Výsledkem je onemocnění organismu, které se může projevovat viditelnými příznaky, nebo může probíhat bez nich. Většina patogenních bakterií, které způsobují onemocnění, se nejprve usazuje na pokožce nebo sliznicích, kudy pronikají do tkání. Mohou způsobit místní hnisání nebo proniknout až do krevního oběhu, kterým se šíří do všech částí těla (Rosypal, 1994).

Tuberkulóza

Původcem tuberkulózy je krátká nepohyblivá tyčinkovitá bakterie *Mycobacterium tuberculosis* (viz Obr. 13). V dnešní době je zdrojem nákazy většinou nemocný člověk. Nejčastěji je tak tuberkulóza lokalizována v plicích. V postiženém orgánu se vytvoří tuberkulózní uzlík kulovitěho tvaru, který se může vstřebat a postižená tkáň se zhojí jizvou. Kromě tuberkulózního uzlíku se především na sliznicích tvoří tuberkulózní exsudáty. Ty podléhají nekróze, která postihuje i okolní struktury a dochází tak k šíření celého procesu. Tuberkulóza plic může probíhat asymptomaticky a je tak objevena až pro rentgenu hrudníku (viz Obr. 14). U 75 % nemocných se však objeví příznaky jako je únava, pokles výkonnosti, nechutenství, zvýšení teploty a pocení ve spánku. Typický je kašel, který je zpočátku suchý, později se objevuje hlen, ve kterém se v ojedinělých

případech nachází krev. Dalším z příznaků je bolest na hrudi. Tuberkulóza se léčí podáváním kombinace antituberkulotik po dobu 4 - 12 měsíců v závislosti na míře postižení touto nemocí. Kromě plic může tuberkulóza postihnout také kůži, mízní uzliny, kosti a klouby nebo urogenitální soustavu. Riziko výskytu závažných forem tuberkulózy lze snížit preventivním očkováním. V celosvětovém měřítku způsobí tuberkulóza ročně 3 miliony úmrtí (Homolka et Votava, 2012).



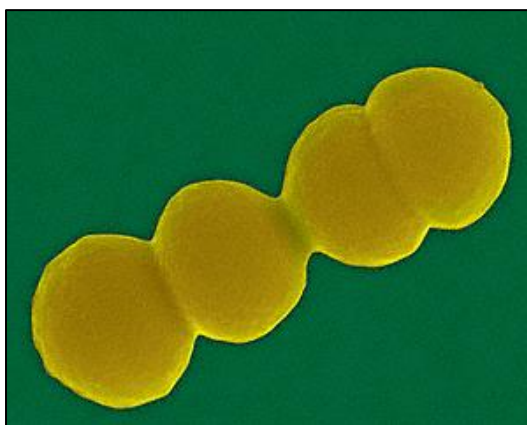
Obr. 13: *Mycobacterium tuberculosis*



Obr. 14: Plíce zasažené tuberkulózou

Angína

Toto infekční onemocnění vyvolává bakterie *Streptococcus pyogenes* (viz. Obr. 15). Typickým příznakem je bolest v krku, která doprovází rýmu a chřipku (Greenwood et al., 1999). Dále se objevuje zvýšená teplota, bolesti hlavy, zarudnutí mandlí (viz Obr. 16), nechutenství a celková únava. U dětí se dále přidávají bolesti břicha a zvracení (Lobovská, 2001). Angína je léčena podáváním antibiotik (Staňková a kol., 2000).



Obr. 15: *Streptococcus pyogenes*



Obr. 16: Zarudnutí mandlí

Spála

Stejně jako u angíny je původcem bakterie *Streptococcus pyogenes*. Jedná se o angínu, která je doprovázena vyrážkou (viz Obr. 17) a nejčastěji postihuje děti mladší 10 let (Greenwood et al., 1999). Drobná krupičkovitá vyrážka se objevuje nejdříve na vnitřních plochách stehen, dále postupuje přes podbřišek na strany hrudníku. Kolem nehtových lůžek a na ušních boltcích se tvoří téměř průsvitné drobné pupínky. Typický je bílý povlak na jazyku, který se od špičky olupuje a vzniká tak malinově červený vzhled jazyka (viz Obr. 18). Stejně jako angína je spála léčena antibiotiky (Lobovská, 2001).



Obr. 17: Spálová vyrážka

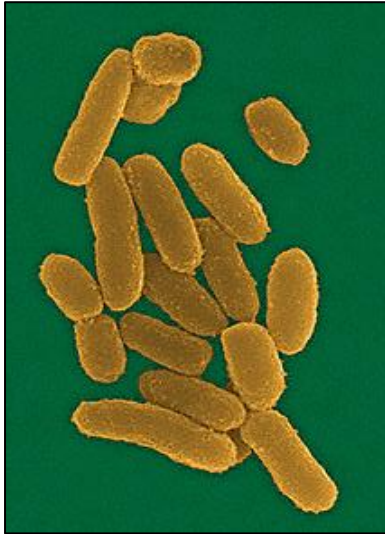


Obr. 18: Malinový jazyk

Mor

Původcem tohoto vysoce infekčního onemocnění je tyčinka *Yersinia pestis* (viz. Obr. 19). Zdrojem onemocnění jsou většinou hlodavci, a to jak živí, tak jejich mrtvá těla či půda v jejich norách. Přenašečem bakterie je mezi zvířaty navzájem a mezi zvířaty a člověkem blecha, především blecha morová (*Xenopsylla cheopis*). U plicního moru, který je přenosný mezi lidmi, dochází k nákaze vzdušnou cestou při kontaktu s infikovanou osobou či s uhynulým zvířetem. Příznaky onemocnění jsou vysoká horečka, bolesti hlavy, malátnost a poruchy vědomí. V místě kousnutí blechou se tvoří krvácející puchýřek, dochází ke zduření lymfatických uzlin, v jejichž okolí dochází k tvorbě pupínků a krvácení do kůže. Tím vznikají typické

tmavé podlitiny (viz Obr. 20). Při plicní formě se nemoc projevuje kašlem a vykašláváním krve. Neléčená plicní forma je smrtelná ve 100 % případů. Léčba je realizována podáváním antibiotik (Sedlák et Tomšíčková, 2006).



Obr. 19: *Yersinia pestis*



Obr. 20: Krvácení do kůže - podlitiny

Tetanus

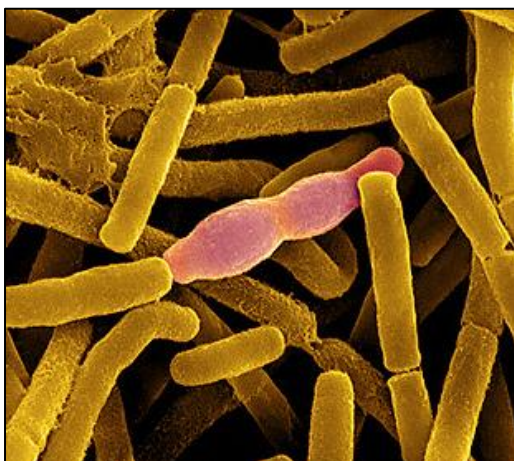
Jedná se o neurologický syndrom, který je vyvolaný toxinem produkovaným tyčinkovitou bakterií *Clostridium tetani* (viz Obr. 21). Do těla vstupují spory poraněnou kůží z prostředí. Infikace se projevuje křečemi obličejových svalů, které se rozšiřují na svaly šíjové, někdy na svaly zad a břicha. Křeče mohou být vyvolány i vnějšími podněty jako jsou světlo, hluk nebo dotek. Léčba je realizována podáváním antibiotiky. Onemocnění lze předcházet očkováním, které je účinné po dobu 10 let (Lobovská, 2001).



Obr. 21: *Clostridium tetani*

Antrax

Antrax, též sněť slezinná, je způsobována tyčinkovitou sporulující bakterií *Bacillus anthracis* (viz Obr. 22). Velmi odolné spory mohou v půdě a kostech přetrvávat až celá staletí. Nejčastější je kožní forma, kdy bakterie proniká do těla nechráněnou či poraněnou kůží. V místě vstupu se tvoří krvácivá léze, která rychle nekrotizuje a vzniká nebolestivý vřed s modročerným středem (uhlák) (viz Obr. 23). Léčba je realizována pomocí antibiotik, převážně penicilinu. Riziko nákazy je především při zpracování masa býložravých zvířat (Poljak a kol., 1997). Při inhalaci spor nastávají příznaky podobné respirační infekci. Po vyklíčení spor dochází k respiračnímu selhání, po dvou dnech nastává smrt infikovaného (Sedlák et Tomšíčková, 2006).



Obr. 22: *Bacillus anthracis* - sporulace

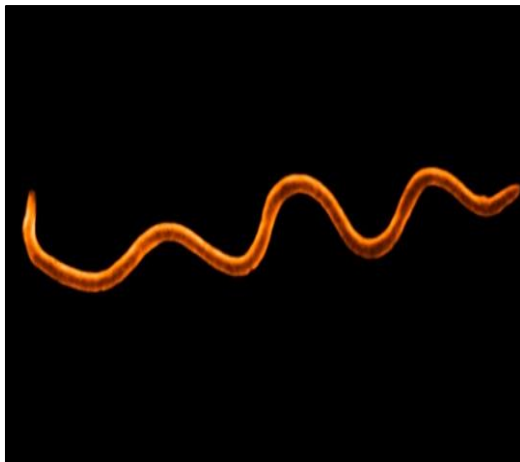


Obr. 23: Kožní léze

Borelióza

Mikroorganismem způsobujícím boreliózu je spirocheta *Borrelia burgdorferi* (viz. Obr. 24). Přenašečem této bakterie je zpravidla klíště, které je samo infikováno při sání na nakaženém hostiteli. Tímto mechanismem je původce neustále udržován v životním prostředí. Borelióza může postihnout různé části těla. Při postižení kůže se v místě přisátí klíštěte objeví červená skvrna kruhového či oválného tvaru, která je typická světlým středem (viz Obr. 25). Místo je nebolestivé, ovšem může být citlivé na dotek, může svědit a na dotek je teplejší než okolní kůže. Pokud borelióza postihne klouby, objevuje se bolest kloubů, kostí, páteře a případně i svalů bez jejich zjevného postižení. V průběhu nemoci se

následně objevuje zánět kloubů charakteristický otokem a zbytněním kloubního pouzdra. Při dlouhodobém onemocnění může docházet ke ztloustnutí periostu či k vykloubení prstů. Při zasažení nervového systému se borelióza projevuje obrnou lícního nervu, silnými neutlumitelnými bolestmi končetin a v pozdním stadiu až poškozením mozku a míchy. Borelióza může postihnout také srdce, což se projevuje poruchami srdečního rytmu a záněty srdečního svalu a přilehlých struktur. Léčba je uskutečňována podáváním antibiotik. Prevencí je v případě boreliózy snižování rizika přisátí klíštěte, především omezením pobytu v rizikových oblastech, používáním repelentních přípravků a kontrolou těla po pobytu v přírodě (Bartůněk a kol., 2013).



Obr. 24: *Borrelia burgdorferi*



Obr. 25: Kožní projev boreliózy

Tularémie

U tohoto onemocnění vyvolává infekci tyčinkovitá bakterie *Francisella tularensis* (viz Obr. 26) (Staňková a kol., 2000). V dnešní době je rozlišován typ A, který se vyskytuje v Severní Americe a je charakteristický několikanásobně větší pravděpodobností úmrtí napadeného organismu, a typ B, který se vyskytuje v Evropě a Asii. Člověk se nejčastěji nakazí kontaktem s infikovanými zvířaty, jako jsou drobní hlodavci, zajíci, divocí králíci či bažanti. Přenos je možný také poraněním při manipulaci s nimi, při styku s exkrementy nebo při konzumaci tepelně neošetřeného masa. Při poranění se ranka dlouho nehojí, následuje zánět mízních uzlin. Pokud patogen vnikl do těla s kontaminovanou vodou či potravou, je prvotním místem infekce střevo. Při vdechnutí kontaminovaného prachu, např. při žních, vzniká nebezpečná plicní forma infekce. Příznaky nemoci jsou zvýšená

teplota, pocení, bolesti v místě zánětu a podle místa infekce průjem či dušnost. Při léčbě jsou nasazována antibiotika, která je potřeba užívat do úplného vyléčení, aby se zamezilo opětovnému vypuknutí nemoci (Daneš, 2003).



Obr. 26: *Francisella tularensis*

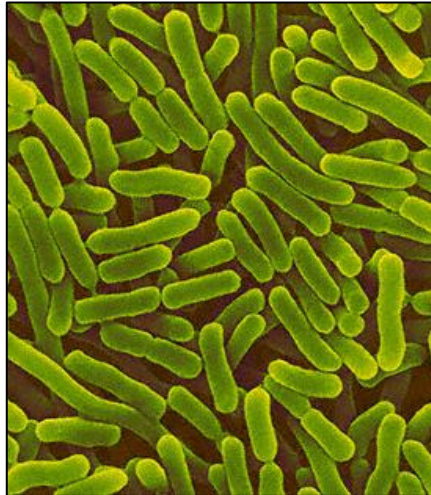
Listerióza

Původcem nemoci je tyčinkovitá bakterie *Listeria monocytogenes*. Do organismu se většinou dostává s kontaminovanou potravou. Z tenkého střeva se pak může prostřednictvím krve a lymfy dostat do jater, odkud může infekce krevní cestou pronikat až do mozku a placenty (Macela a kol., 2006). Průběh nemoci může být podobný chřipce či angíně, u osob se s níženou imunitou vznikají sepse a abscesy v různých orgánech a postižen může být také mozek a plíce. U těhotných žen je riziko potratu, narození mrtvého plodu či propuknutí choroby u novorozence (Staňková a kol., 2000).

Salmonelóza

Salmonelóza je onemocnění vyvolávané bakteriemi rodu *Salmonella* (viz Obr. 27). Zdrojem nákazy jsou zpravidla potraviny, které nebyly dostatečně tepelně ošetřeny. Většina bakteriálních buněk je zničena kyselým prostředím žaludku, proto je pro vypuknutí nemoci potřeba poměrně velkého množství bakterií. Po nakažení se nemoc projeví během 8 - 10 hodin horečkou, nevolností, průjmem, zvracením, bolestí hlavy, bolestmi břicha. Po 48 hodinách ustává zvracení

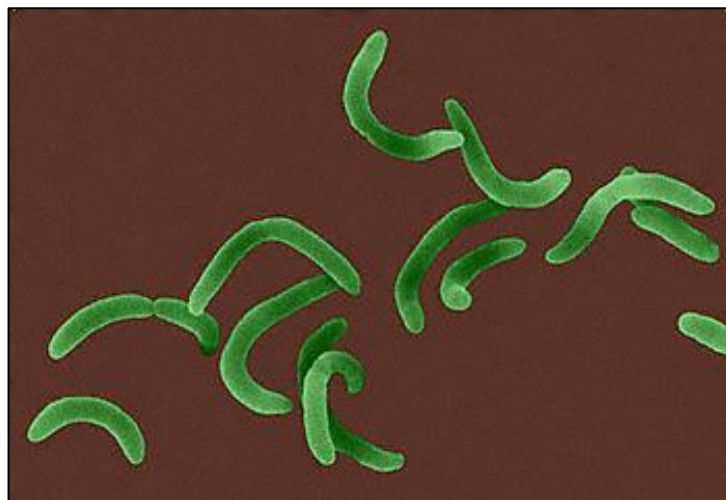
a horečka, nadále však přetrvává průjem a bolesti břicha. Při léčbě jsou podávána chemoterapeutika. Po alespoň roční negativitě kontrolních vyšetření je jedinec vyřazen z evidence nosičů (Rosický a kol., 1994).



Obr. 27: *Salmonella enterica*

Cholera

Onemocnění tenkého střeva způsobované bakterií *Vibrio cholerae* (viz Obr. 28). Nejčastějším zdrojem nákazy je kontaminovaná voda, potraviny nebo nakažený člověk. Po infekci se nemoc projevuje vodnatými průjmy, dále zvracením, křečemi v lýtkách, v těžkých stavech lze pozorovat vpadlé oční bulvy, hypotenzi, špatně hmatatelný puls, stařecké ruce či chraplavý hlas. Při léčbě je důležité doplnit ztracené tekutiny perorálně, případně intravenózně. Proti bakterii se nasazují chemoterapeutika (Poljak a kol., 1997).



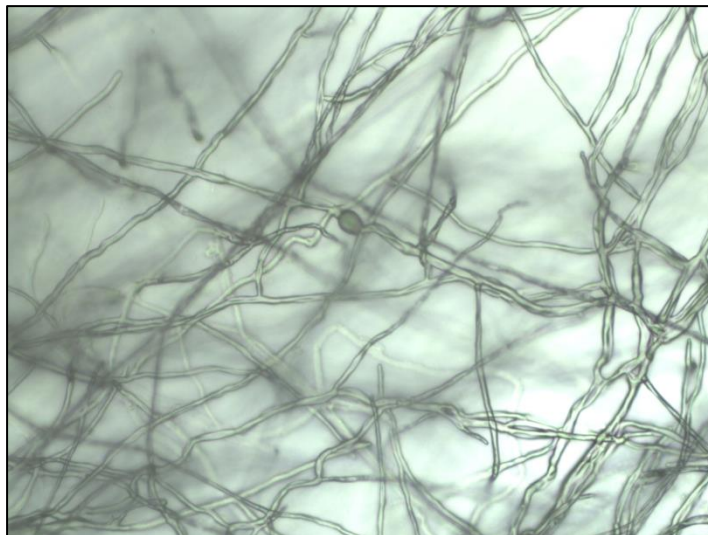
Obr. 28: *Vibrio cholerae*

1.2 Plísně

Plísně patří mezi mikroorganismy, které jsou nedílnou součástí životního prostředí již asi 300 miliónů let (Paříková et Kučerová, 2001). Jak uvádí Ostrý (1998), tyto mikroskopické vláknité houby jsou rozšířeny po celém světě a díky svému enzymatickému vybavení jsou schopné kontaminovat jakýkoli substrát. Jejich vysoká adaptabilita jim umožňuje osidlovat rozmanité biotopy a jejich spory jsou přítomny v ovzduší, v půdě, ve vodě, na povrchu organismů i jejich mrtvých těl, na předmětech, v potravinách a v krmivech.

1.2.1 Morfologie plísní

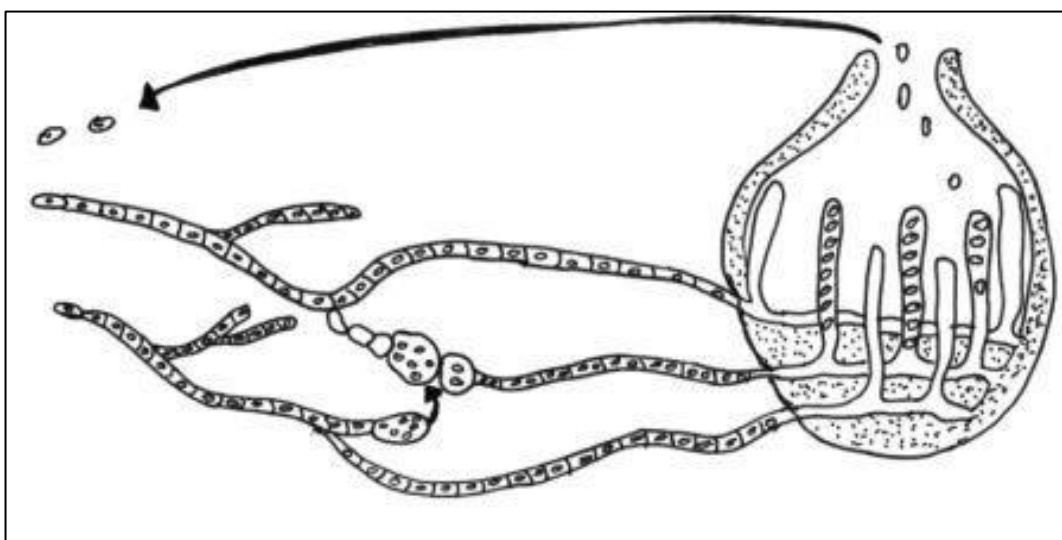
Plísně jsou mikroskopické eukaryotické organismy. Základem jejich těla je hyfa, vláknitý útvar, který může být přehrádkovaný (vícebuněčný) nebo nepřehrádkovaný (jednobuněčný). Větvením hyf a jejich vzájemným proplétáním vzniká komplikovaná síť zvaná mycelium, nebo též podhoubí (viz Obr. 29). Jejich různobarevné nárůsty se objevují na površích rozličných materiálů. Barvu mycelia způsobují pigmenty, které zabarvují povrchovou membránu vegetativní části mycelia a také výtrusy (Paříková et Kučerová, 2001).



Obr. 29: Hyfy mycelia

1.2.2 Rozmnožování plísní

Rozmnožování může probíhat buď pohlavním, nebo nepohlavním způsobem. Struktury, které slouží k rozmnožování, jsou odlišné od struktur somatických. Pohlavní rozmnožování je možné dvěma způsoby. Při prvním způsobu splývají dvě vlákna, každé jiného pohlavního ladění (označováno + a -), za vzniku zygoty. U druhého způsobu se ze spor různého pohlaví vytváří pohlavní vlákna, která mohou být nazývána např. antheridium (samčí) a askogonium (samičí). Ta spolu splynou za vzniku dikaryonu (viz Obr. 30). Nepohlavní rozmnožování je charakteristické růstem fragmentů stélky a tvorbou spor, které mají různý tvar a velikost (Rosypal, 2003). Spory jsou velmi lehké a snadno se uvolňují z rozmnožovacích útvarů. Tím kontaminují i okolní plochy a povrchy blízkých předmětů (Paříková et Kučerová, 2001).



Obr. 30: Schéma rozmnožování - splynutí antheridia a askogonia

1.2.3 Optimální podmínky pro růst plísní

Protože mají plísně aerobní metabolismus, je jejich růst možný pouze tam, kde je zajištěn přístup kyslíku, tedy především na povrchu napadeného materiálu. Dalším důležitým faktorem je vlhkost. Ideální vzdušná vlhkost pro růst plísní je vyšší než 80 %, avšak některé druhy rostou již při vlhkosti vzduchu kolem 65 %. Rozmezí teploty, při které jsou plísně schopné růst, je poměrně široké, zahrnuje

teploty 0 - 60 °C, některé druhy rostou i při teplotách pod bodem mrazu. Optimální teploty se však většinou shodují s teplotami optimálními pro život člověka, které se pohybují kolem 25 °C. Plísně jsou poměrně nenáročné na živiny, mohou růst i na místech, kde se vyskytuje pouze prach a organické nánosy. Některé druhy vystačí s uhlíkem a dusíkem z atmosféry, a tak se mohou nacházet i na inertních materiálech, jako je např. sklo (Paříková et Kučerová, 2001).

1.2.4 Životní prostředí plísní

Mikroskopické houby se vyskytují v půdě, ve vodě i ve vzduchu. Nejvíce jich obsahuje půda, kde se v 1 g může nacházet až 1 milion houbových organismů. Ve vzduchu se nacházejí především jejich spory. Podle substrátu, který je plísní upřednostňován, rozdělujeme plísně na rostlinné a dřevní, které najdeme na rostlinných zbytcích, dřevě a bylinách, dále na anthrakofilní, rostoucí na spáleništích, koprofilní (viz Obr. 31), jejichž typickým stanovištěm jsou exkrementy živočichů, keratofilní, které rozkládají keratin obsažený v kůži živočichů, a na plísně potravinové (viz Obr. 32), které kontaminují potraviny a potravinové suroviny (Paříková et Kučerová, 2001).



Obr. 31: Koprofilní plíseň



Obr. 32: Potravinová plíseň

1.2.5 Patogenita plísní

Plísně se v životním prostředí člověka vyskytují ve stále větším množství. Je to způsobeno narušením biologické rovnováhy v důsledku přílišné chemizace, produkce škodlivin a hromadění odpadních produktů na Zemi. Tím jsou plísním zajišťovány vhodné podmínky pro jejich růst (Paříková et Kučerová, 2001). Jejich prvořadý význam je v současnosti ve schopnosti způsobovat onemocnění lidí, zvířat i kulturních rostlin. Riziko zdravotních potíží vyvolaných plísněmi hrozí především v situacích, kdy kontaminují zemědělské a potravinářské produkty, nebo při kolonizaci prostorů, ve kterých se zdržují lidé nebo hospodářská zvířata. Závažným problémem jsou pak mykotoxiny produkované některými druhy plísní (Dobiáš a kol., 2003).

Mykotoxiny

Jak uvádí Ostrý (1998), jsou mykotoxiny charakterizovány jako sekundární metabolity mikroskopických hub. Jedná se o významné přírodní toxiny v potravinách a krmivech. Je známo více jak 290 mykotoxinů a i nadále jsou objevovány a charakterizovány další. Rozdělovány mohou být podle různých kritérií, z nichž se v poslední době nejvíce používá rozdělení podle toxicity k cílovým orgánům:

- hepatotoxiny - aflatoxiny, sterigmatocystin
- nefrotoxiny - citrinin, ochratoxin A
- toxiny GIT - trichotheceny
- neurotoxiny - penitrem A, fumitremorgeny, verruculogeny, fumonisiny
- dermatotoxiny - trichotheceny, psolareny, verrucariny, sporidesminy
- estrogeny - zearalenon
- imunotoxiny - aflatoxiny, ochratoxin A, trichotheceny, patulin, gliotoxin, sporidesmin
- hematotoxiny - aflatoxiny, ochratoxin A, zearalenon, trichotheceny
- genotoxiny - aflatoxiny, sterigmatocystin, ochratoxin A, citrinin, zearalenon, patulin, trichotheceny, fumonisiny, fusarin C, griseofulvin

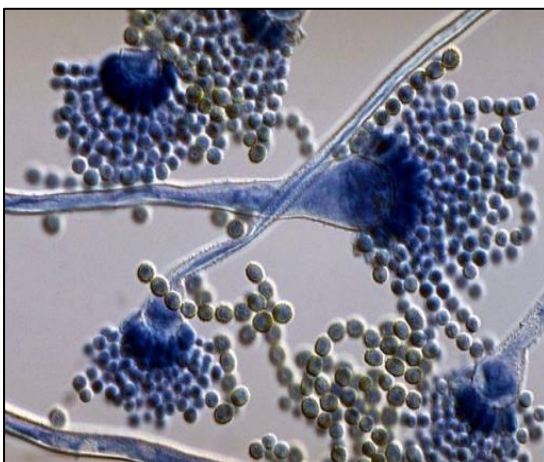
Mykotoxiny mohou být obsaženy také ve sporách, které kontaminují životní a pracovní prostředí člověka a může tak docházet k jejich inhalaci. Ohroženi jsou především pracovníci v mísírnách krmných směsí, v balírnách tropických a subtropických potravin nebo v mykologických laboratořích (Ostrý, 1998). V závislosti na množství toxinu, které pronikne do organismu, mohou způsobit i smrt člověka či zvířete (Paříková et Kučerová, 2001).

1.2.6 Plísňová onemocnění

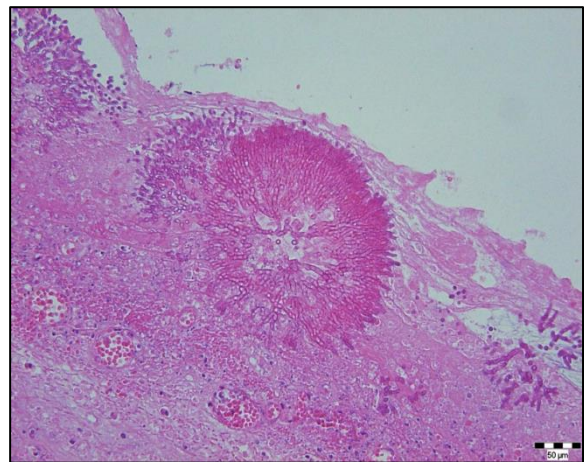
Onemocnění způsobená mikroskopickými houbami lze rozdělit na mykotoxikózy, které způsobují mykotoxiny, mykoalergózy, což jsou stavy přecitlivělosti organismu na metabolity nebo části mycelia, a na mykózy, které jsou projevem kolonizace hostitelských tkání těmito organismy. Počet mykóz v populaci každoročně stoupá, především z důvodu nárůstu cestovního ruchu, používání širokospektrých antibiotik, imunosupresiv a cytostatik. Nejvíce náchylní jsou lidé po transplantacích, nemocní AIDS a nedonošené děti (Dobiáš a kol., 2003).

Aspergilóza

Jedná se o poměrně časté mykotické onemocnění vyvolávané různými druhy rodu *Aspergillus* (viz Obr. 35). Nejčastěji postihuje tkáně dýchací soustavy, ve kterých se projevuje vznikem zánětlivých až hnisavých ložisek a nekrotizujícími lézemi (viz Obr. 36). U zvířat se může aspergilóza vyskytnout také v trávicí soustavě nebo v tkáních reprodukční soustavy (Kod'ousek, 2003). *Aspergillus* často vyplňuje duté prostory a vzniká tak útvar zvaný aspergilom (Šťastný, 2006).



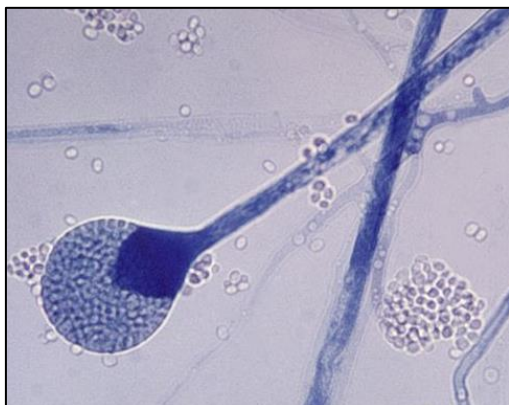
Obr. 33: *Aspergillus*



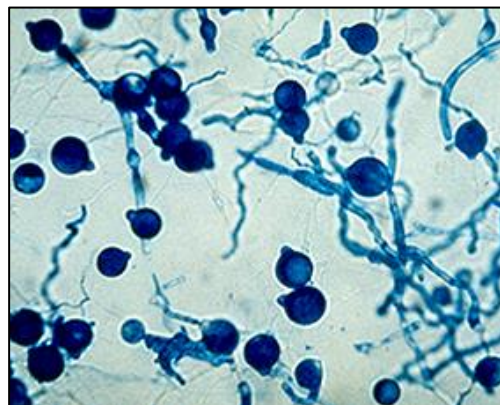
Obr. 34: Plicní aspergilóza - histologický preparát

Zygomykóza

Toto onemocnění vyvolávají např. zástupci rodů *Mucor* (viz Obr. 37), *Rhizopus* nebo *Conidiobolus* (viz Obr. 38). Postihuje především jedince s oslabenou imunitou. Nejčastěji zasahuje plíce, vedlejší nosní dutiny, mozek a trávicí ústrojí. Mycelium prorůstá do cév, kde způsobuje nekrózy cévních stěn a následné trombózy a infarkty. Nekrotické procesy vyvolává také na sliznicích. (Kod'ousek, 2003).



Obr. 35: *Mucor*



Obr. 36: *Conidiobolus*

Dermatomykózy

Jedná se o celosvětově nejčastější formu mykózy. Dermatomykózy postihují keratinovou tkáň vlasů a nehtů (viz Obr. 34) a také rohovou vrstvu kůže (viz Obr. 33). Jsou vyvolávány plísněmi mající schopnost štěpit keratin. Tato forma mykózy postihuje člověka i zvířata. Nákaza je možná při používání společných koupelen, v bazénech, při manipulaci s infikovanými zvířaty nebo při poranění trny rostlin. Klasickým projevem onemocnění je vznik kožní léze. Léčba mykóz je realizována prostřednictvím antimykotik (Greenwood et al., 1999).



Obr. 37: Mykóza kůže



Obr. 38: Mykóza nehtu

1.3 Výskyt mikroorganismů v domácnostech

Četné studie ukázaly, že mnoho patogenů, které mohou ohrožovat zdraví člověka, se nachází v jeho těsné blízkosti v rámci domácnosti. Nejvíce jich je pak možné nalézt v kuchyni a koupelně (Scott, 2002). Bakterie se do domácnosti dostávají především prostřednictvím osob, které zde žijí, ale nezanedbatelnou roli hrají také domácí zvířata, zejména kočky a psi, a potraviny (Scott et al., 2000). Jak uvádí Klánová (2013), vhodné podmínky pro růst v blízkosti člověka mají v posledních několika letech také plísně. Důvodem je uzavírání domácností ve snaze ušetřit za tepelnou energii, avšak omezením proudění vzduchu se zvyšuje vzdušná vlhkost, která je pro růst plísní nezbytná.

1.3.1 Míra bakteriální kontaminace různých povrchů v domácnosti

Výzkum provedený v roce 2006 mimo jiné ukázal, v jaké míře jsou různé povrchy v domácnosti kontaminované bakteriemi. Za využití stěrové metody byly v jarních měsících získány vzorky z 32 povrchů v každé z 35 vybraných domácností. Jako nejvíce kontaminovanými povrchy se ukázaly být odpad kuchyňského dřezu, houbička na mytí nádobí a vana, kde bylo množství bakterií řádově tisíckrát až deset tisíckrát vyšší, než u jiných povrchů. O něco nižší, avšak stále poměrně vysoká kontaminace byla zjištěna např. na kuchyňské a koupelnové podlaze, na páce dřezové baterie, v dětském nočníku, na povrchu kuchyňského stolu nebo v miskách domácích zvířat. Bakteriemi méně kontaminované byly např. utěrka na nádobí, hračky, počítačová klávesnice, madlo dveří lednice, televizní dálkový ovladač, telefon, prkénko na krájení potravin, kliky vnitřních dveří, splachovadlo nebo počítačová myš. Jako nejméně kontaminovaná místa domácnosti byly vyhodnoceny kuchyňský dřez, odpadkový koš, prkénko na WC a toaletní mísa s téměř nulovým výskytem bakterií (Scott et al., 2009).

1.3.2 Druhové složení bakteriální kontaminace

Již zmíněná studie byla zaměřena především na přítomnost MRSA (methicilin rezistentní *Staphylococcus aureus*). Ten byl zjištěn v 9 domácnostech z 35 zkoumaných. V nich se nacházel na 13 různých površích: kuchyňský dřez, páka dřezové baterie, houbička na mytí nádobí, pracovní deska kuchyňské linky,

odpadkový koš, odpad kuchyňského dřezu, utěrka na nádobí, umyvadlo, vana, páka umyvadlové baterie, klika koupelnových dveří, dětská židlička a miska domácích zvířat (Scott et al., 2009).

Vedle MRSA byla zjišťována také přítomnost MSSA (methicilin senzitivní *Staphylococcus aureus*). Ten byl nalezen ve 34 z 35 zkoumaných domácností. MSSA kontaminoval téměř všechny testované povrchy, vyjma prkénka na krájení potravin a dětského nočníku. Kromě rodu *Staphylococcus aureus* (viz Obr. 39 a 40) byly identifikovány také zástupci skupin *Enterobacteriaceae* a *Pseudomonadaceae*, kteří kontaminovali všech 32 typů povrchů. Druhy ze skupiny *Enterobacteriaceae* početně převládaly nad druhy ze skupiny *Pseudomonadaceae*. Minimální četnost výskytu byla pozorována u rodů *Shigella* (1 výskyt na pracovní desce kuchyňské linky), *Salmonella* (2 případy výskytu v toaletní míse a 1 výskyt ve vaně) a *Escherichia* (vzácný výskyt v kuchyňském dřezu, na koupelnové podlaze a na dětské židličce) (Scott et al., 2009).



Obr. 39: *Staphylococcus aureus*



Obr. 40: Narostlé kolonie *S. aureus*

1.3.3 Kolísání míry bakteriální kontaminace kuchyně během dne

Podle výsledků studie, kterou provedla Scott et al. (2009), jsou povrchy nacházející se v kuchyni vždy více kontaminované, než povrchy situované v jiných místnostech. Kolísání kontaminace v průběhu dne bylo zkoumáno na základě vzorků z 10 domácností. Vzorky byly odebírány vždy po přípravě hlavních jídel - snídaně, oběda a večere. Podle očekávání vzrůstá míra kontaminace kuchyňských

povrchů vždy po přípravě jídla. Vzhledem ke skutečnosti, že zúčastněné domácnosti připravují obědy z polotovarů či již připravených hotových jídel, není nárůst kontaminace bakteriemi po obědě tak znatelný, jako po přípravě snídaně a večeře, kdy jsou zpracovávány syrové potraviny, jako je maso nebo zelenina (Haysom et Sharp, 2005).

1.3.4 Kontaminace domácnosti plísněmi

Klánová (2015) uvádí, že se v současné době plísně v bytech vyskytují nejčastěji v důsledku nevhodného užívání bytu (nedostatečné větrání a nedostatečné vytápění) po instalaci nových těsných oken, která neumožňují výměnu vlhkého vzduchu z místnosti za méně vlhký venkovní vzduch škvírami a netěsnostmi kolem okenních rámců. Neodvětraná vodní pára z ovzduší kondenzuje a vsakuje se do zdí bytů, kde vytváří vhodné podmínky pro růst plísní. Zvýšené riziko vzniku plísní je především v bytech s výrazným odparem vody z různých zdrojů, např. ze sušení prádla, pěstování květin nebo chovu akvariálních ryb.

Plísně jsou schopné růst takřka na každém povrchu, avšak různé materiály jsou upřednostňovány konkrétními plísněmi. Např. na anorganických materiálech se nejčastěji objevují zástupci rodu *Aspergillus*. Materiály dřevěných budov jsou často napadány rody *Penicillium* a *Cladosporium*. Na dřevěném nábytku nebo různých dřevěných komponentech, které jsou chemicky ošetřené, pak můžeme nalézt kromě rodu *Penicillium* a *Aspergillus* také rod *Trichoderma*. Na přítomnost různých druhů plísní v domácnosti má vliv také materiál vnitřních stěn. Na sádrokartonových deskách se obvykle objevuje *Stachybotrys chartarum*. Dalo by se říct, že univerzálním povrchem pro růst širokého spektra plísní je kombinace papíru a lepidla, se kterou se setkáváme ve vytapetovaných prostorech. Také izolace ze skelných vláken poskytuje vhodné životní prostředí pro plísně, zejména pro rody *Aspergillus*, *Penicillium*, *Alternaria* a *Cladosporium*. Jiné izolační materiály, např. z polyuretanu, kolonizují druhy *Paecilomyces variotii*, *Trichoderma harzianum* a také rod *Penicillium*. Místnosti, jejichž stěny jsou vymalované, osidlují rody *Aspergillus* a *Penicillium*, ovšem pokud se jedná o akrylovou barvu, nalezneme zde rody *Alternaria*, *Cladosporium* a *Aspergillus* (Khan et Karuppaiyil, 2012).

2 METODIKA

Praktická část práce je zaměřena na zjišťování přítomnosti a množství bakterií a plísní v použitých polštářích. Kromě množství přítomných mikroorganismů je sledován také vliv pohlaví uživatele polštáře, barvenost vlasů, doba používání od posledního praní polštáře a použitý materiál lůžkoviny.

2.1 Příprava materiálu

Ke sběru vzorků byly použity sterilní Petriho misky s živným agarem č. 2. Agar byl připraven podle návodu a rozlit do 30 připravených sterilních Petriho misek. Ty byly po ztuhnutí živné půdy viditelně popsány lihovým fixem (viz Obr. 41). Pro uchování misek a umožnění jejich transportu byly zabaleny po čtvreřících a jedné dvojici do alobalu. Při monitoringu v říjnu došlo při manipulaci s miskami k defektu 6 misek z důvodu jejich naklopení při transportu a následnému sklouznutí ztuhlého živného média. Použito tak bylo v říjnu celkem 24 Petriho misek. Při přípravě misek v březnu 2015 došlo k nepřesnosti při přípravě živného média, které v několika miskách neztuhlo. Dodatečně bylo připraveno několik nových misek s nově připraveným médiem. Celkem bylo v březnu použito 29 misek.



Obr. 41: Odlévání Petriho misek

2.2 Sběr vzorků

Sběr vzorků byl proveden ve dvou obdobích - v říjnu roku 2014 a v březnu roku 2015. Ke sběru vzorků v říjnu 2014 bylo použito celkem 23 sterilních Petriho misek s živným agarem č. 2. 1 miska zůstala po celou dobu práce zavřená a sloužila jako kontrola počáteční sterility. Ke sběru vzorků v březnu 2015 bylo použito celkem 28 sterilních Petriho misek s živným agarem č. 2. 1 miska zůstala po celou dobu práce zavřená a sloužila jako kontrola počáteční sterility. Zdrojové polštáře byly vybrány náhodně bez ohledu na jejich vlastnosti a charakteristiku jejich uživatele (kromě věku). Všichni uživatelé byli mladí lidé ve věku 19 - 25 let. Petriho miska byla vždy položena na podlahu a otevřena. Vybraný polštář byl následně intenzivně vyklepáván nad otevřenou Petriho miskou po dobu cca 1 minuty. U každého vzorku se jednalo o polštář hlavní (velký), nikoli o doplňkový malý polštářek. Polštáře byly vyklepávány i s povlečením. Po ukončení vyklepávání byla Petriho miska opět uzavřena. U každého vzorku bylo na záznamový arch zapsáno číslo Petriho misky, pohlaví uživatele polštáře, informace o barvenosti vlasů uživatele, doba používání polštáře od jeho posledního praní a materiál výplně polštáře. Po získání vzorků byly uzavřené Petriho misky opětovně zabaleny do alobalu.

2.3 Kultivace

Všechny Petriho misky byly kultivovány po dobu 48 hodin při teplotě 23+-1°C. Před vyhodnocením byly 120 hodin (5 dní) uloženy v chladničce při teplotě cca 4°C. Po tuto dobu byly misky stále zabaleny v alobalu. Během kultivace s nimi bylo manipulováno pouze pro účely kontroly růstu kolonií a misky nebyly otevírány.

2.4 Vyhodnocení

Po uplynutí kultivační doby byly jednotlivé Petriho misky vyhodnoceny. Ve všech miskách bylo vizuálně zhodnoceno množství narostlých kolonií a jejich vzhled, především pak barva a velikost. Pokud se v misce objevil přerůst, hodnotila se procentuální velikost plochy, kterou v misce zaujímá. Pro zpracování výsledků byl použit tabulkový editor Excel 2010. U variant jednotlivých faktorů, které mohou mít vliv na složení mikrobiálního osídlení polštáře, bylo vypočteno

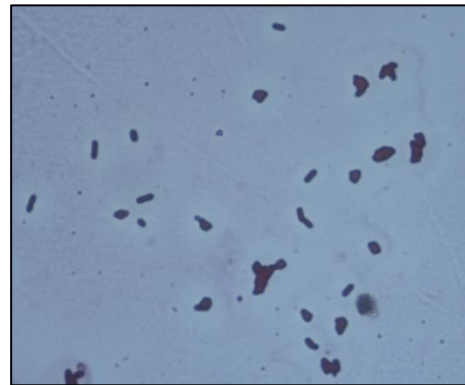
množství kolonií na 1 Petriho misku jako průměr počtu kolonií narostlých u konkrétní varianty faktoru (např. průměr počtu kolonií u použitého materiálu peří) - viz vzorec.

$$\text{počet kolonií na 1 misku} = \frac{\text{počet všech kolonií pro vybranou variantu faktoru}}{\text{počet vzorků vybrané varianty faktoru}}$$

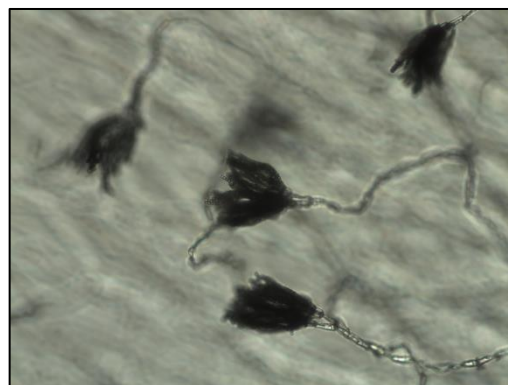
Při vyhodnocování vzorků z října 2014 byly vybrány některé bakteriální kolonie a byly z nich připraveny mikroskopické preparáty. Ty byly barveny karbolfuchsinem pro lepší viditelnost bakteriálních buněk při mikroskopování (viz Obr. 42). Pro mikroskopování byl použit světelný mikroskop Nikon Eclipse 50i s kamerou Optika pro přenos obrazu do počítače. U pozorovaných preparátů bylo možné určit tvary bakteriálních buněk (viz Obr. 43). Při vyhodnocování vzorků z března 2015 byly vybrány některé plísňové kolonie a byly z nich připraveny kapkové preparáty s živnou půdou pro plísně. Tyto preparáty byly kultivovány při pokojové teplotě po dobu 168 hodin (7 dní) a následně pozorovány pod mikroskopem Nikon Eclipse 50i s kamerou Optika pro přenos obrazu do počítače. U pozorovaných kapkových preparátů bylo možné určit rod plísně (viz Obr. 44).



Obr. 42: Barvení preparátů



Obr. 43: Barvený preparát - tyčinky



Obr. 44: Kapkový preparát - Penicillium

3 VÝSLEDKY A DISKUZE

Pozorování je zaměřeno na zjišťování přítomnosti a množství bakterií a plísní v používaných polštářích. Monitoring je rozdělen na dvě části, a to na část podzimní, která proběhla v říjnu 2014, a na část jarní, která proběhla v březnu 2015. Vzorky byly získávány spadovou metodou za použití Petriho misek s živným agarem č. 2. Vyhodnocení je provedeno pro každé období monitoringu zvlášť. Misky byly kultivovány po dobu 48 hodin při pokojové teplotě a 120 hodin v ledničce při teplotě cca 4°C. V každém období byl pro každou misku sledován počet kolonií, jejich velikost a barva. Dále byly zaznamenávány faktory charakterizující zdrojové polštáře a jejich uživatele, a to pohlaví uživatele polštáře, barvenost vlasů uživatele, doba používání polštáře od posledního praní a materiál polštáře. Při vyhodnocování výsledků byla Petriho miska sloužící jako kontrola bez nárůstů jakýchkoli kolonií a svědčila tak o zachování sterility při přípravě odběrového materiálu.

3.1 Charakteristika podmínek zkoumaného prostředí

Výzkum byl prováděn ve dvou obdobích - na podzim (říjen 2014) a na jaře (březen 2015). Obě období jsou charakteristická mírnými teplotami a vyšším úhrnem srážek, tudíž i vyšší vlhkostí vzduchu. Na rozdíl od léta a zimy, které jsou charakteristické příliš vysokými nebo naopak příliš nízkými teplotami a nízkou vzdušnou vlhkostí, tak v těchto obdobích panují vhodné podmínky pro život a růst bakterií a plísní. Místnosti začínají být do jisté míry větrány a je tak umožněn vnik mikroorganismů z venkovního prostředí.

Předmětem výzkumu je kontaminace používaných polštářů bakteriemi a plísněmi. Polštář je běžným předmětem v každé domácnosti, proto se problematika jeho kontaminace mikroorganismy týká téměř každého člověka. Jeho teplota je během dne stabilní a přibližně odpovídá teplotě pokojové. Obdobné je to i s vlhkostí. Při používání polštáře, nejčastěji v noci, je polštář ohříván lidským tělem na vyšší teplotu a zároveň nabírá vlhkost z lidského potu, který tělo během noci vyprodukuje. Kombinace tělesné teploty a vyšší vlhkosti vyhovuje mikroorganismům, kterým vytváří vhodné podmínky pro život a růst. Této

skutečnosti je třeba věnovat pozornost u polštářů používaných nemocnými lidmi, kteří většinu dne stráví v posteli a obvykle mají zvýšenou teplotu doprovázenou pocením. Stejně tak je důležité nechat po probuzení lůžkoviny dostatečně provětrat a proschnout.

Bakterie a plísně se do polštáře mohou dostat dvěma základními způsoby. První možností je sedimentace mikroorganismů a jejich spor do polštáře ze vzduchu v místnosti. Ten obsahuje bakterie a plísně z venkovního prostředí (za předpokladu větrání místnosti), mikroorganismy uvolňované z okolních předmětů a také bakterie uvolňující se z lidského těla např. kašláním nebo kýcháním. Druhou možností je přenos mikroorganismů do polštáře přímým kontaktem s lidským tělem. Takto se do polštáře mohou dostat bakterie a plísně, které se na povrch lidského těla uchytily z venkovního prostředí, nebo mikroorganismy běžně se vyskytující na kůži nebo v některých tělních tekutinách.

Tabulka 1: Výsledky monitoringu z října 2014

vzorek č.	pohlaví	vlasý barvené/ nebarvené	doba od posledního praní	materiál výplně	nárůst bakteriálních kolonií	nárůst plísňových kolonií
1	žena	barvené	> 1 rok	polyester	2 krémové, 3 - 4 mm	0
					17 bílých, 1 mm	
2	žena	barvené	3 měsíce	polyester	6 bílých srůstajících, 4 - 6 mm	0
					bílá, 7 mm	
					8 žlutých, 1 - 2 mm	
3	žena	nebarvené	3 měsíce	polyester	2 žluté, 5 mm	0
					žlutá 1 - 2 mm	
					10 bílých 1 - 2 mm	
					8 bílých, < 1 mm	
4	žena	barvené	3 měsíce	polyester	bílá, 8 mm	růžová, 8 mm
					8 bílých, 4 - 5 mm	
					oranžová, 7 mm	
					9 bílých, 2 - 3 mm	3 bílé, 4 mm
					12 bílých, 1 mm	
					28 bílých, < 1 mm	
5	žena	nebarvené	3 měsíce	polyester	3 bílé, 8 mm	bílá, 10 mm
					bílá, 5 - 6 mm	
					bílá s paprscitým okrajem, 15 mm	
					krémová, 3 mm	
					žlutá, 5 mm	
					5 bílých, 1 mm	

6	žena	nebarvené	3 měsíce	polyester	6 bílých, 7 - 9 mm	0
					bílá, 3 mm	
					15 bílých, 1 - 2 mm	
					10 bílých, < 1 mm	
					žlutooranžová, 2 mm	
7	žena	nebarvené	3 měsíce	polyester	3 krémové srůstající, 4 - 6 mm	0
					2 bílé, 4 - 5 mm	
					tělová, 4 mm	
					4 bílé, 1 - 2 mm	
					34 bílých, < 1 mm	
bělavý přerůst, 70 % plochy						
8	žena	nebarvené	3 měsíce	polyester	bílá, 6 mm	bílá, 3 mm
					2 bílé, 2 mm	
					krémová, 4 mm	
					13 bílých, < 1 mm	
9	muž	nebarvené	7 měsíců	polyester	4 bílé, 5 - 6 mm	0
					5 bílých, 3 - 4 mm	
					5 žlutých, 3 - 4 mm	
					21 bílých, 1 - 2 mm	
					38 bílých, < 1 mm	
10	muž	nebarvené	7 měsíců	polyester	bílá, 4 mm	0
					4 bílé, 1 - 2 mm	
					bílý krupičkový přerůst, 25 % plochy	

11	žena	nebarvené	7 měsíců	polyester	žlutooranžová, 7 mm	růžová, 8 mm				
					3 bílé, 7 mm					
					6 bílých, 2 - 3 mm					
										bílá, 4 mm
					8 bílých, 1 mm					
					23 bílých, < 1 mm					
				růžová, 5 mm						
12	žena	nebarvené	7 měsíců	polyester	bílá, 6 mm	0				
					3 bílé, 3 mm					
					bílý krupičkový přerůst, 25 % plochy					
13	žena	nebarvené	> 1 rok	polyester	bílá, 6 - 7 mm	0				
					okrový přerůst, 40 % plochy					
14	žena	nebarvené	> 1 rok	polyester	bílý přerůst, 75 % plochy					
15	žena	barvené	> 1 rok	peří	bílý přerůst, 25 % plochy	bílá, 2 mm				
16	žena	barvené	> 1 rok	peří	0	bílá, 5 mm				
17	muž	nebarvené	> 1 rok	polyester	bílý přerůst, 40 % plochy	0				
18	žena	nebarvené	> 1 rok	polyester	3 bílé strůstající, 2 - 3 mm	0				
					bílá, 3 mm					
					12 bílých, < 1 mm					
19	žena	nebarvené	3 měsíce	polyester	3 bílé, 5 mm	0				
					3 bílé, 3 mm					
					bílý přerůst, 50 % plochy					
20	žena	barvené	3 měsíce	polyester	3 bílé, 6 - 8 mm	0				
					krémová, 7 mm					
					krémový přerůst, 10 % plochy					

21	žena	barvené	3 měsíce	polyester	krémová, 11 mm	bílá, 6 mm
					krémová, 7 mm	
					bílá, 2 mm	
22	žena	barvené	3 měsíce	polyester	krémová s okrovým středem, 9 mm	3 bílé, 4 mm
					5 krémových, 5 - 7 mm	
					7 krémových, 3 - 4 mm	
					5 krémových, 2 - 3 mm	
					19 bílých, 1 mm	
23 bílých, < 1 mm						
23	žena	barvené	3 měsíce	polyester	krémová, 5 mm	0
					4 bílé, 2 - 3 mm	
					okrová, 5 mm	
					okrová, 2 mm	
					bílý přerůst, 20 % plochy	
24	kontrola				0	0

Tabulka 2: Výsledky monitoringu z března 2015

vzorek č.	pohlaví	vlasý barvený/ nebarvený	doba od posledního praní	materiál výplně	nárůst bakteriálních kolonií	nárůst plísňových kolonií
1	muž	nebarvený	> 1 rok	polyester	bílá vláknitá, 10 mm	0
					23 bílých, < 1 mm	
2	muž	nebarvený	> 1 rok	polyester	18 bílých, 1 mm	0
3	žena	nebarvený	> 1 rok	polyester	11 bílých, 1 mm	0
4	žena	nebarvený	> 1 rok	polyester	2 tělové, 4 - 6 mm	0
					9 bílých, 1 mm	
					červená, < 1 mm	
5	žena	nebarvený	6 měsíců	polyester	3 bílé, 2 mm	0
6	žena	nebarvený	6 měsíců	polyester	2 tělové, 7 mm	0
					bílá, 6 mm	
					5 bílých, < 1 mm	
7	žena	nebarvený	> 1 rok	polyester	3 tělové, 6 mm	0
					9 bílých, < 1mm	
8	žena	nebarvený	> 1 rok	polyester	3 krémové, 2 - 3 mm	0
					4 tělové, 1 - 2 mm	
					bílá, 1 mm	
					růžová, 3 mm	
					bílá vláknitá, 5 mm	
9	žena	nebarvený	> 1 rok	peří	krémová, 5 mm	0
					6 krémových, 2 mm	
					47 krémových, 1 mm	

10	žena	nebarvené	> 1 rok	peří	bílá vláknitá, 10 mm	0
					3 bílé, < 1mm	
11	žena	barvené	> 1 rok	peří	bílá, 5 - 6 mm	0
					2 bílé, 1 - 2 mm	
					5 okrových, 8 - 10 mm	
					10 okrových srůstajících, 3 - 6 mm	
					okrový přerůst, 25 % plochy	
12	žena	barvené	> 1 rok	peří	bílá vláknitá, 6 mm	0
					bílá 3 - 4 mm	
					118 bílých srůstajících, 2 - 5 mm	
					mléčný přerůst, 25 % plochy	
13	žena	nebarvené	7 měsíců	duté vlákno	2 tělové srůstající, 4 - 5 mm	0
					5 krémových, 2 - 3 mm	
					bílá, 3 - 4 mm	
					5 bílých, 1 mm	
14	žena	nebarvené	7 měsíců	duté vlákno	2 růžové, 2 - 5 mm	0
					3 bílé, 2 - 4 mm	
					3 bílé, 1 mm	
					9 bílých, < 1mm	
					červená, < 1 mm	
15	žena	nebarvené	7 měsíců	duté vlákno	růžová s vláknitým okrajem, 5 mm	0
16	žena	nebarvené	7 měsíců	duté vlákno	2 tělové, 6 - 7 mm	0
					tělová, 3 mm	
					krémová, 6 mm	
					3 krémové, 1 - 2 mm	
					4 bílé, < 1 mm	

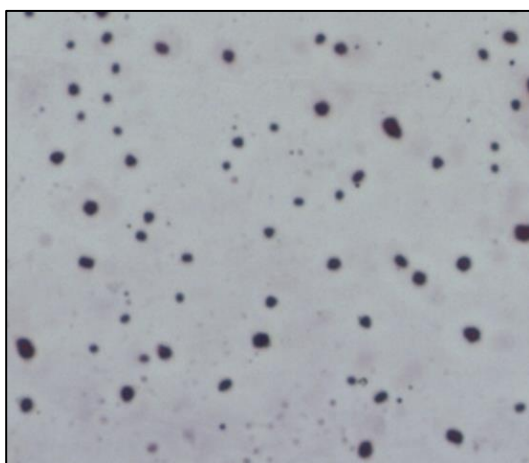
17	žena	nebarvené	7 měsíců	duté vlákno	tělová s mlžným okrajem, 5 mm	0
					bílá, 1 mm	
18	žena	nebarvené	7 měsíců	duté vlákno	bílá vláknitá, 10 mm	0
					tělová, 3 mm	
					3 bílé, < 1mm	
19	muž	nebarvené	7 měsíců	duté vlákno	tělová, 6 mm	bílá, 1 mm
					2 tělové, 2 mm	
					bílá, 1 mm	bílá, 5 mm
					tělový průrůst, 25 % plochy	
20	muž	nebarvené	7 měsíců	duté vlákno	tělová vzniklá srůstem, 30 mm	0
					2 bílé, 5 - 8 mm	
					tělová, 1 - 2 mm	
					tělová, 4 mm	
					5 bílých, 1 mm	
					krémová vláknitá, 10 mm	
21	muž	nebarvené	7 měsíců	duté vlákno	tělový průrůst, 20 % plochy	0
					53 tělových srůstajících, 3 - 5 mm	
					26 bílých, 1 mm	
22	muž	nebarvené	7 měsíců	duté vlákno	růžový průrůst, 20 % plochy	0
					tělová, 7 mm	
					tělová, 2 mm	
					15 růžových, 3 mm	
23	žena	barvené	7 měsíců	polyester	růžový průrůst, 80 % plochy	0
					53 růžových srůstajících, 3 - 4 mm	
					32 růžových, 1 mm	
					2 okrové, 2 - 3 mm	

24	žena	barvené	7 měsíců	polyester	tělová vláknitá, 30 - 40 mm	0
					2 okrové, 5 - 8 mm	
					11 tělových, 3 - 5 mm	
					12 bílých, 1 mm	
					bílá vláknitá, 3 mm	
25	žena	nebarvené	7 měsíců	polyester	tělový průrůst, 5 % plochy	0
					2 růžové, 4 - 6 mm	
					41 tělových, 1 - 2 mm	
26	žena	nebarvené	7 měsíců	polyester	tělová, 6 mm	0
					bílá, 4 mm	
					2 bílé, 1 - 2 mm	
27	žena	barvené	7 měsíců	polyester	krémová, 10 mm	0
					20 tělových, 4 - 6 mm	
					95 bílých srůstajících, 1 mm	
28	žena	barvené	7 měsíců	polyester	2 okrové, 7 - 8 mm	2 bílé, 5 - 7 mm
					tělová, 6 mm	
					2 tělové, 2 - 3 mm	
					okrová, 3 mm	
					32 bílých, 1 mm	
29			kontrola		0	0

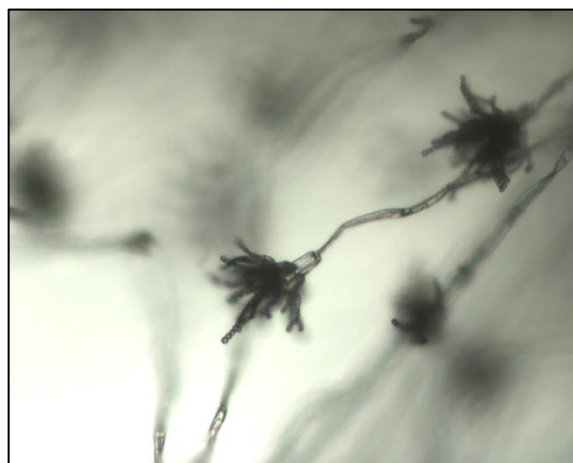
3.2 Identifikace zjištěných mikroorganismů

Při zjišťování kontaminace polštářů v podzimním období byly vybrány některé bakteriální kolonie a byly z nich připraveny barvené mikroskopické preparáty. Následně bylo možné pozorovat tvary bakteriálních buněk tvořící jednotlivé kolonie. Bílé a béžové kolonie byly tvořeny bakteriemi tvaru koky, diplokoky a tyčinky. U bílých kolonií se objevil také tvar vibrio. Nejvíce typy bakteriálních buněk byly tvořeny kolonie žluté. Byly u nich pozorovány buňky tvarů koky, diplokoky, streptokoky, stafylokoky, tetrakoky i tyčinky. Naopak červené a růžové kolonie byly pokaždé tvořeny diplokoky.

Při monitorování kontaminace polštářů na jaře byly vybrány kolonie plísní, ze kterých byly připraveny kapkové preparáty. Po kultivaci bylo následným mikroskopováním možné pozorovat narostlé mycelium a určit plísně do rodů. Většina zkoumaných plísní patřila do rodu *Penicillium*. To odpovídá faktu, který uvádí Khan (2012), a to že místnosti, jejichž stěny jsou vymalované barvou, jsou nejčastěji kontaminovány mj. plísněmi rodu *Penicillium*. Všechny vzorkové polštáře se nacházely v místnostech s výmalbou. Další plísně, které na kapkových preparátech vyrostly, nevytvořily během týdenní kultivace determinační znaky a nebylo tak možné je určit. Počet plísní byl v obou obdobích vždy menší než počet bakterií.



Obr. 45: Koky



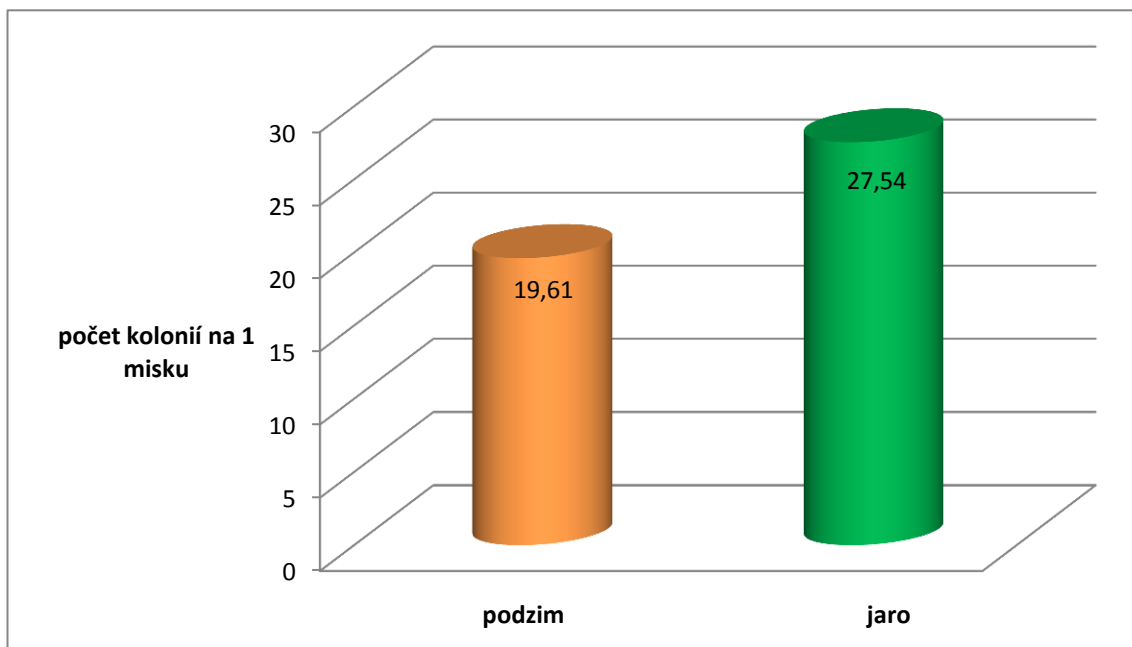
Obr. 46: *Penicillium*

3.3 Vliv ročního období na množství bakterií a plísní

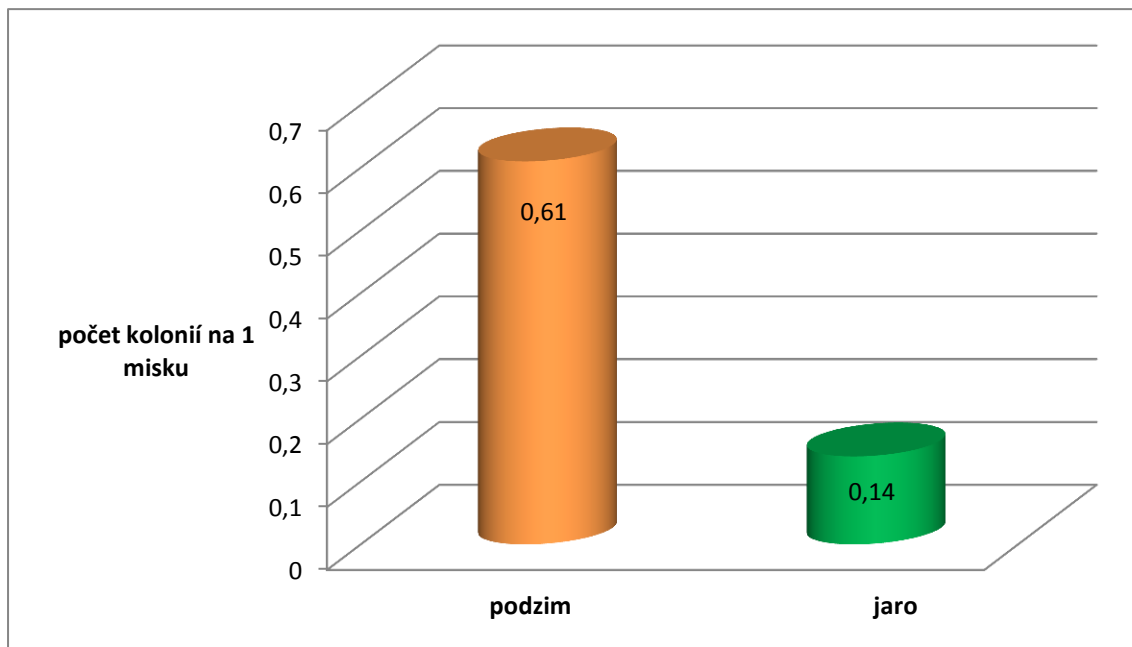
Tabulka 3: Počet kolonií na 1 misku - vliv ročního období

	bakteriální kolonie	plísňové kolonie
podzim	19,61	0,61
jaro	27,54	0,14

Graf 1: Počet bakteriálních kolonií na 1 misku - vliv ročního období



Graf 2: Počet plísňových kolonií na 1 misku - vliv ročního období



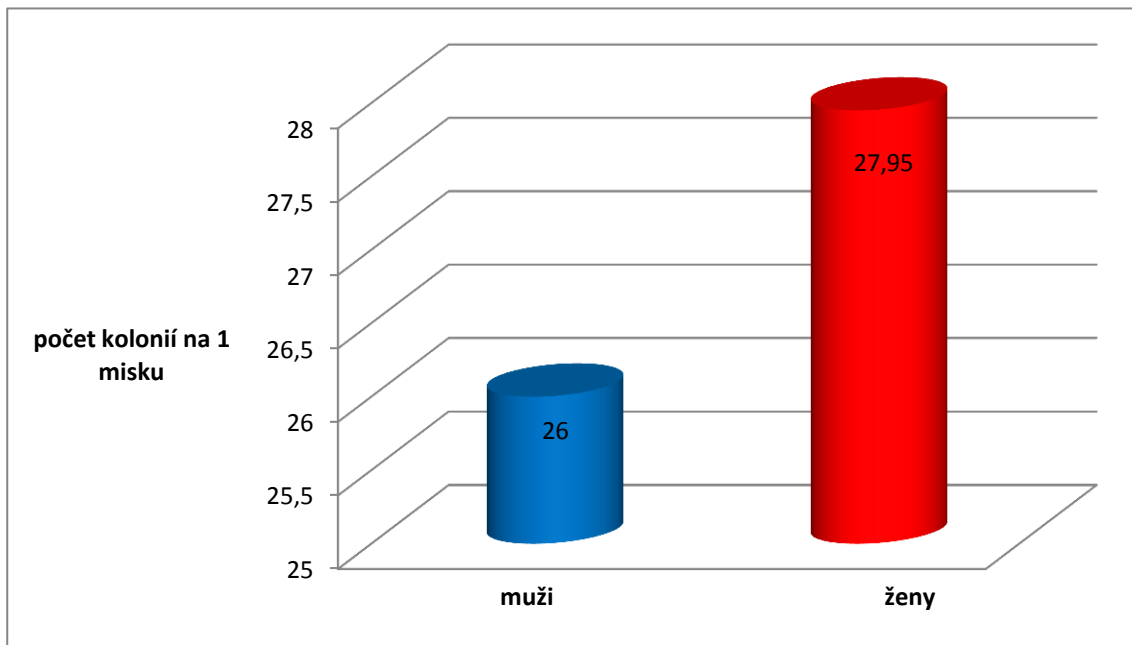
Jak lze vyčíst z Tabulky 3 a Grafu 1 a Grafu 2, je počet bakteriálních kolonií na 1 Petriho misku v jarním období asi o 40 % vyšší, než u období podzimního. Může to být způsobeno např. větší intenzitou větrání místností v jarních měsících nebo naakumulováním množství bakterií ve vnitřním prostředí po zimě. Opačný trend lze pozorovat u počtu plísňových kolonií. Těch je v přepočtu na 1 Petriho misku asi 4x více na podzim než na jaře. Důvodem může být zvýšená vlhkost v bytech z důvodu nižší intenzity větrání s přicházejícím chladným obdobím a sušení prádla ve vnitřních prostorech. Plísně a jejich spory pak mohou být do domácnosti doneseny se sezónním ovocem (např. jablka), které může při skladování podléhat zkáze.

3.4 Vliv pohlaví na množství bakterií a plísní - jaro

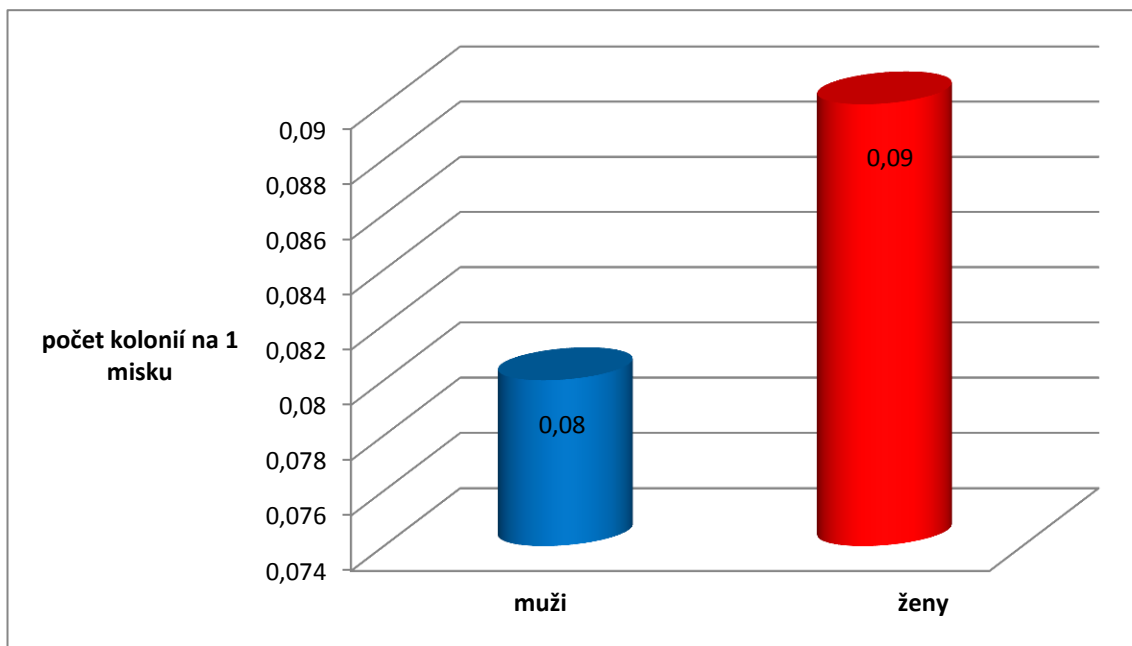
Tabulka 4: Počet kolonií na 1 misku - vliv pohlaví, jaro

	bakteriální kolonie	plísňové kolonie
muži	26	0,08
ženy	27,95	0,09

Graf 3: Počet bakteriálních kolonií na 1 misku - vliv pohlaví, jaro



Graf 4: Počet plísňových kolonií na 1 misku - vliv pohlaví, jaro



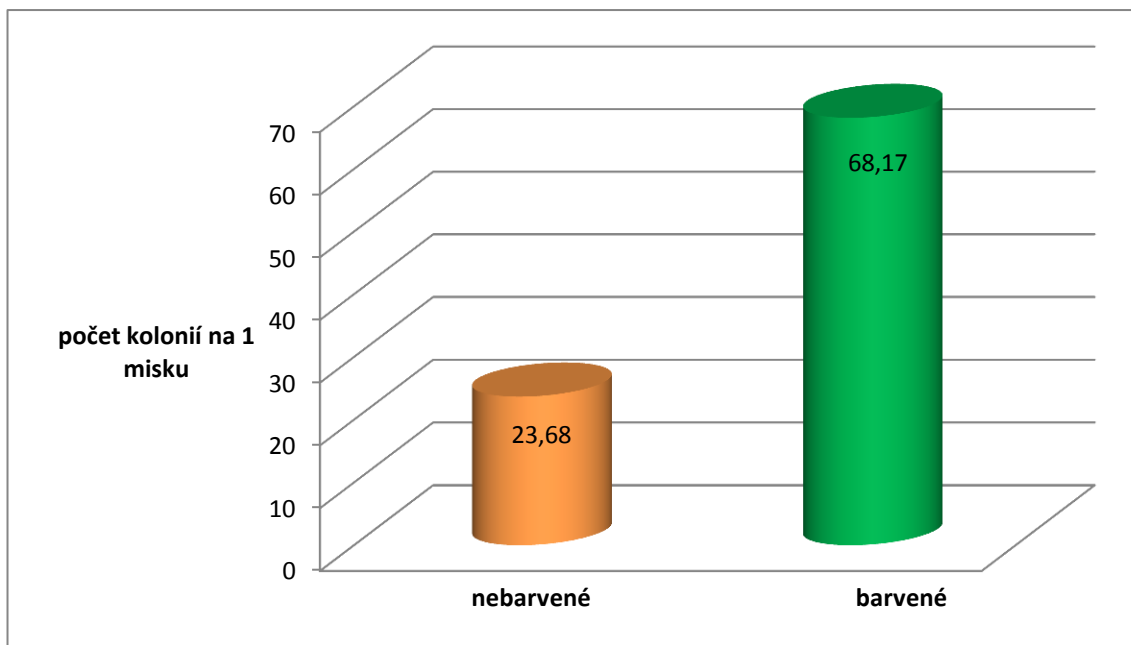
Z Tabulky 4 a Grafu 3 a 4 je patrné, že počet kolonií na 1 Petriho miskou je u bakterií i plísní vyšší u žen. Způsobeno je to pravděpodobně především délkou vlasů. Ženy mívají zpravidla vlasy delší než muži, což poskytuje mikroorganismům větší plochu pro jejich zachycení. Na polštář se tak následně přenese jejich větší množství. Ženy mají také tendenci se vlasů více dotýkat, čímž je ještě více kontaminují bakteriemi a plísněmi, které ulpěly na jejich rukách z okolního prostředí. Vliv na množství mikroorganismů ve vlasech a následně i v polštáři může mít také frekvence jejich mytí. Častým mytím různými mycími prostředky je narušován přirozený biofilm, který brání rozvoji cizorodých mikroorganismů nejen na povrchu vlasů, ale na povrchu celého těla. Jak je poznat z kapitoly 3.5, je několikanásobně větší množství bakterií a plísní na vlasech barvených, které pozorujeme častěji u žen než u mužů. Na množství mikroorganismů v ženských vlasech tak může mít vliv i tento faktor.

3.5 Vliv barvenosti vlasů na množství bakterií a plísní - jaro

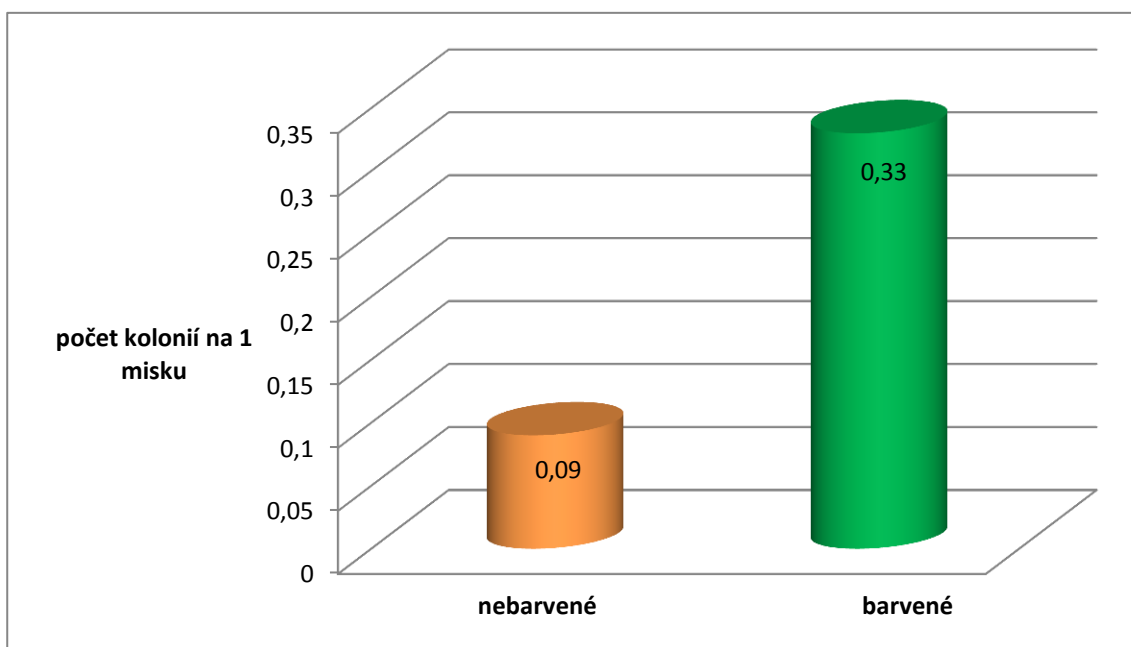
Tabulka 5: Počet kolonií na 1 misku - vliv barvenosti vlasů, jaro

	bakteriální kolonie	plísňové kolonie
nebarvené	23,68	0,09
barvené	68,17	0,33

Graf 5: Počet bakteriálních kolonií na 1 misku - vliv barvenosti vlasů, jaro



Graf 6: Počet plísňových kolonií na 1 misku - vliv barvenosti vlasů, jaro



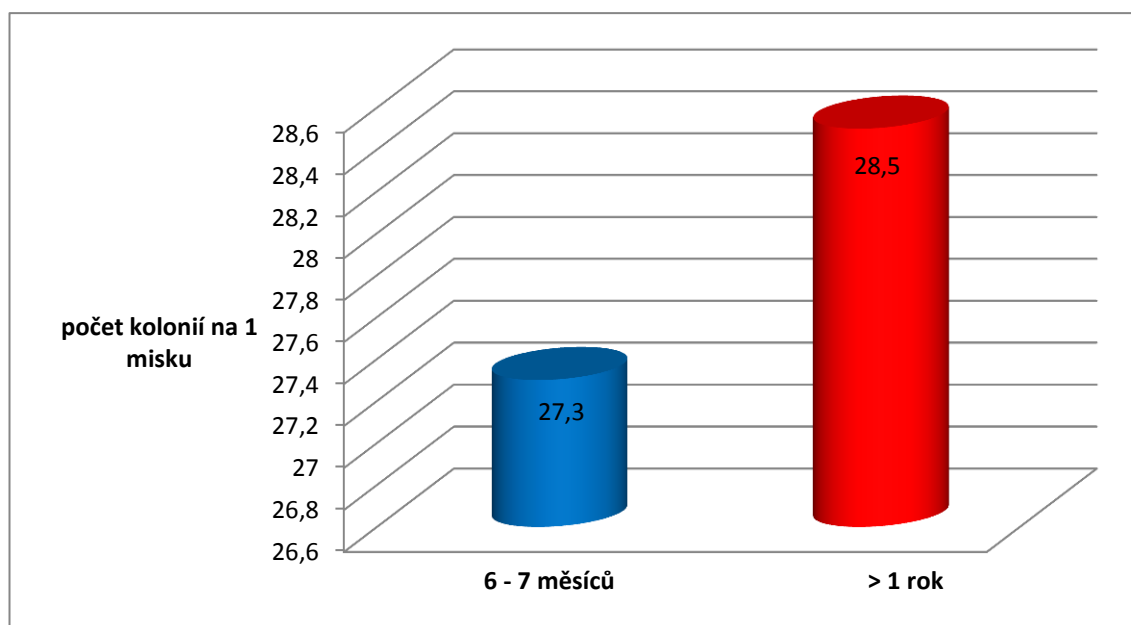
Tabulka 5 a Graf 5 a 6 zřetelně ukazují, že barvené vlasy jsou oproti vlasům nebarveným výrazně kontaminovanější. Počet bakteriálních i počet plísňových kolonií na 1 Petriho misku je u barvených vlasů 3x vyšší než u vlasů nebarvených. Hlavním důvodem může být narušení přirozeného biofilmu na povrchu vlasů a pokožky hlavy v důsledku používání barvicích prostředků. Ty pokožku značně vysušují a omezují tak tvorbu kožního mazu, který obsahuje některé baktericidní látky. Zároveň je možný vliv skutečnosti, že barvené vlasy pozorujeme především u žen. Jak je zřejmé z kapitoly 3.4, je vyšší kontaminace polštáře u ženských uživatelů, které může být ovlivněno délkou vlasů, frekvencí dotýkání se jich rukama a frekvencí mytí.

3.6 Vliv doby používání od posledního praní na množství bakterií a plísní - jaro

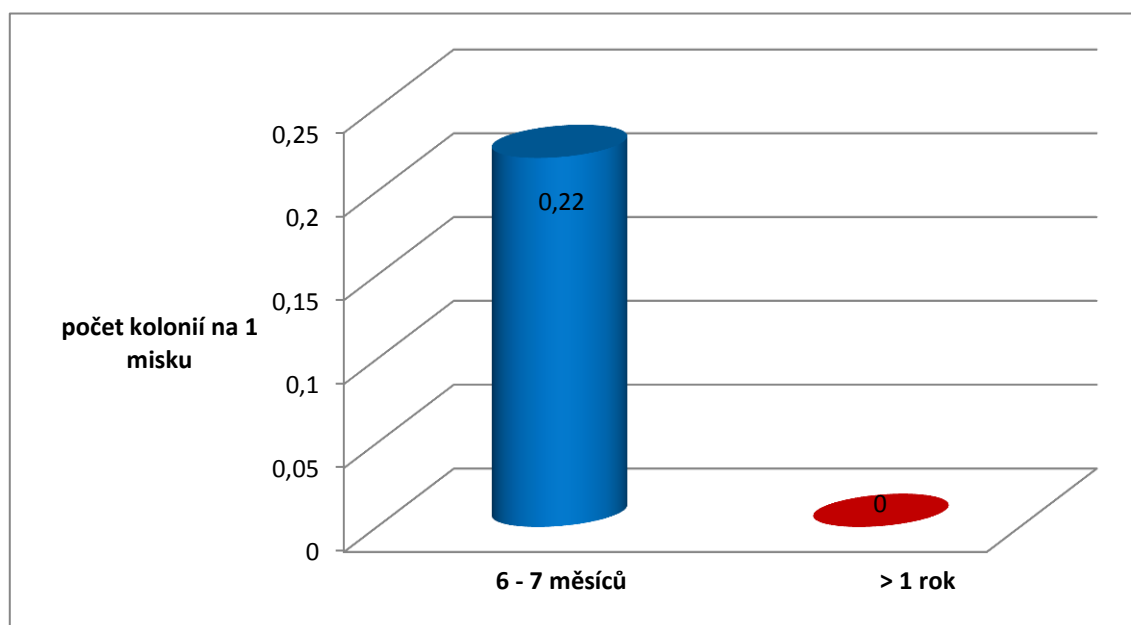
Tabulka 6: Počet kolonií na 1 misku - vliv doby používání, jaro

	bakteriální kolonie	plísňové kolonie
6 - 7 měsíců	27,3	0,22
> 1 rok	28,5	0

Graf 7: Počet bakteriálních kolonií na 1 misku - vliv doby používání, jaro



Graf 8: Počet plísňových kolonií na 1 misku - vliv doby používání, jaro



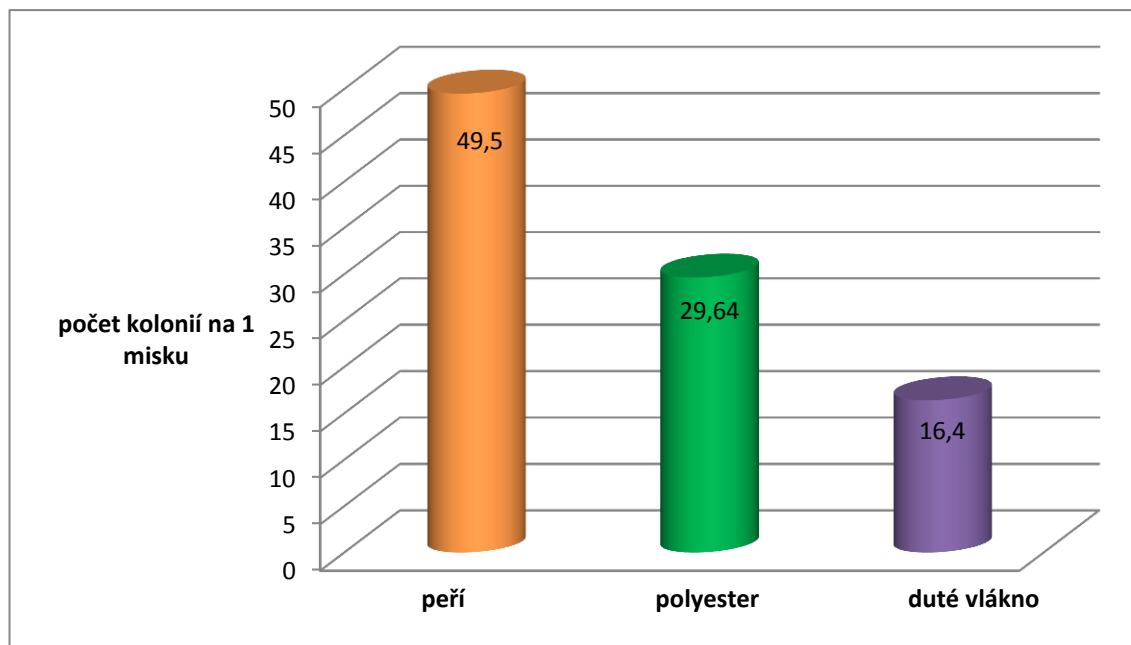
Podle Tabulky 6 a Grafu 7 a 8 odpovídá vzrůstající množství bakteriálních kolonií na 1 Petriho misku vzrůstající době používání polštáře od jeho posledního praní. Tento výsledek je očekávatelný, neboť s přibývajícím dobou používání polštáře přibývá také doba, po kterou mohou být bakterie v polštáři akumulovány a po kterou se zde můžou množit. Množství plísní v polštářích s různou dobou používání má trend opačný. U polštářů, které byly používány po dobu 6 - 7 měsíců je množství plísní větší než u polštářů, které byly používány po dobu delší než 1 rok. Tento jev byl pravděpodobně způsoben souhrou různých faktorů, neboť polštáře byly vybírány náhodně. Vliv doby používání polštáře tak mohl být přehlušen např. vlivem barvenosti vlasů (viz kapitola 3.5) Pokud se podíváme na tabulku výsledků z jarního monitorování, zjistíme, že všechny polštáře, které byly používány po dobu delší než 1 rok, patří uživatelům s nebarvenými vlasy.

3.7 Vliv materiálu polštáře na množství bakterií a plísní - jaro

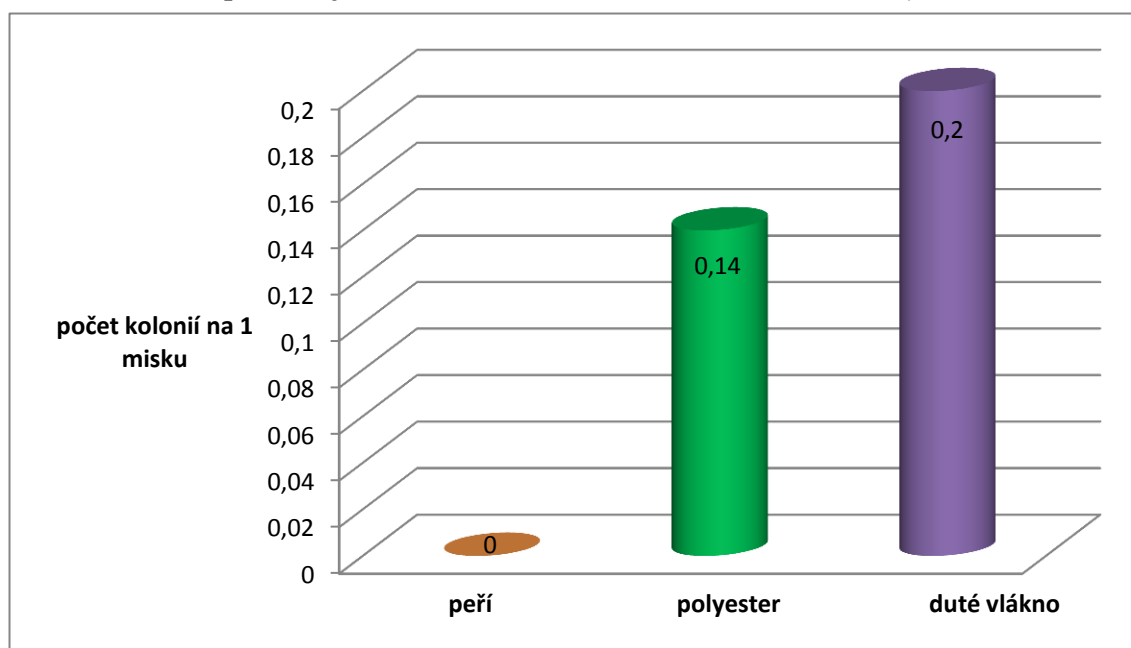
Tabulka 7: Počet kolonií na 1 misku - vliv materiálu, jaro

	bakteriální kolonie	plísňové kolonie
peří	49,5	0
polyester	29,64	0,14
duté vlákno	16,4	0,2

Graf 9: Počet bakteriálních kolonií na 1 misku - vliv materiálu, jaro



Graf 10: Počet plísňových kolonií na 1 misku - vliv materiálu, jaro



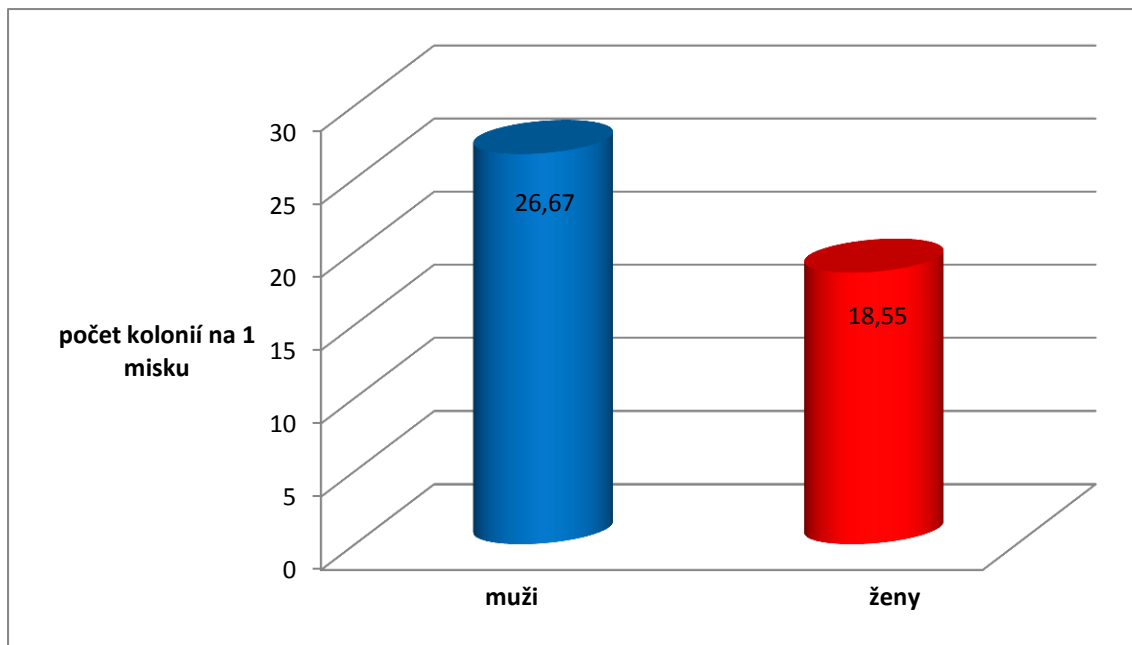
Jak ukazuje Tabulka 7 a Graf 9 a 10, je rozdíl použitého materiálu polštáře na množství bakterií v něm znatelný. Zatímco u polštářů, jejichž výplní je peří, je množství bakteriálních kolonií na 1 Petriho misku poměrně vysoký, u polštářů s dutým vláknem je 3x nižší. Protože u podzimního měření byl zjištěn opačný stav (viz kapitola 3.11), není jisté, jestli je množství bakterií ovlivněno vlastnostmi materiálu, nebo vlivem jiných faktorů, např. ročního období. V jarním období bylo zjištěno větší množství bakterií než na podzim (viz kapitola 3.3) a je tak možné, že přírodní peří má větší tendenci zachytávat tyto mikroorganismy a roste tím i jejich množství v tomto materiálu. U množství plísňových kolonií na jednu Petriho misku je trend opačný. Polštáře s výplní z peří mají nulový výskyt plísní, zatímco polštáře s dutými vlákny mají z použitých materiálů množství plísní nejvyšší. Může to být způsobeno poměrně vysokou vzdušností peří, které snadno odvádí vlhkost a neposkytuje plísním dostatečně humidní prostředí.

3.8 Vliv pohlaví na množství bakterií a plísní - podzim

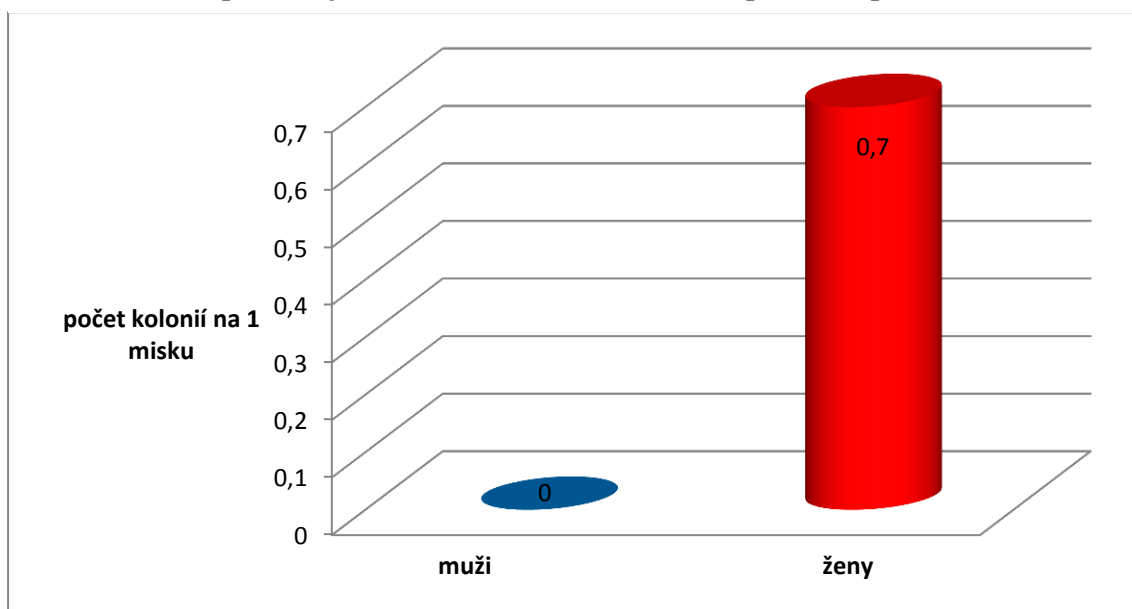
Tabulka 8: Počet kolonií na 1 misku - vliv pohlaví, podzim

	bakteriální kolonie	plísňové kolonie
muži	26,67	0
ženy	18,55	0,7

Graf 11: Počet bakteriálních kolonií na 1 misku - vliv pohlaví, podzim



Graf 12: Počet plísňových kolonií na 1 misku - vliv pohlaví, podzim



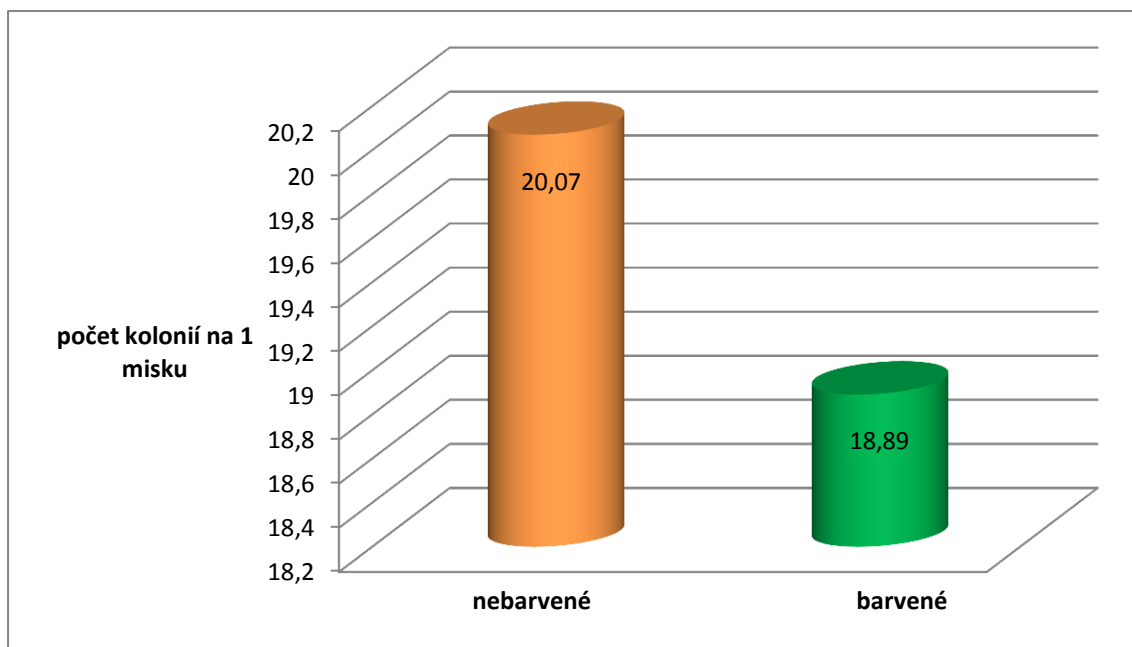
Jak vyplývá z tabulky 8 a Grafu 11 a 12, je trend množství bakteriálních kolonií u mužů a u žen opačný, než tomu je u jarního monitorování (viz kapitola 3.4). Muži zde mají o necelých 50 % větší míru kontaminace bakteriemi než ženy. Protože je podzimní období charakteristické častějším výskytem nemocí, je možné, že jeden nebo více uživatelů polštáře vybraného ke sběru vzorků byl v době monitoringu nebo těsně před ním nemocný a množství bakterií v jeho polštáři tak znatelně vzrostlo. Počet plísňových kolonií byl u vzorků získaných z polštářů používaných muži nulový. Vliv na celkové množství bakterií a plísní mohou mít i jiné faktory, např. použitý materiál výplně polštáře nebo množství zdrojů mikroorganismů v místnosti.

3.9 Vliv barvenosti vlasů na množství bakterií a plísní - podzim

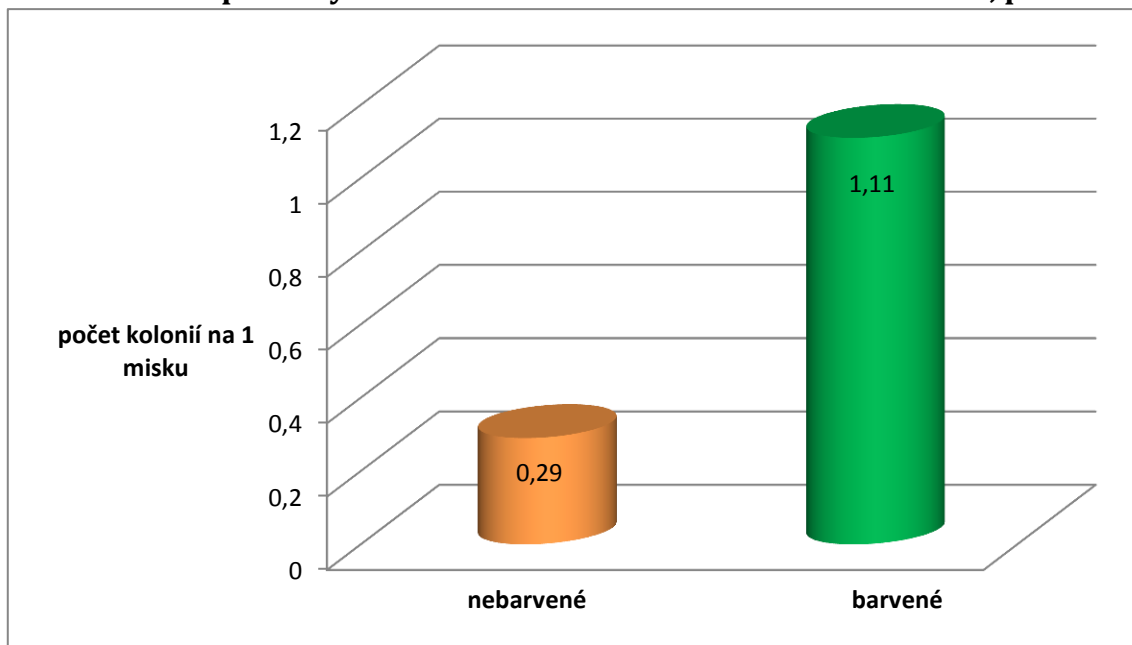
Tabulka 9: Počet kolonií na 1 misku - vliv barvenosti vlasů, podzim

	bakteriální kolonie	plísňové kolonie
nebarvené	20,07	0,29
barvené	18,89	1,11

Graf 13: Počet bakteriálních kolonií na 1 misku - vliv barvenosti vlasů, podzim



Graf 14: Počet plísňových kolonií na 1 misku - vliv barvenosti vlasů, podzim



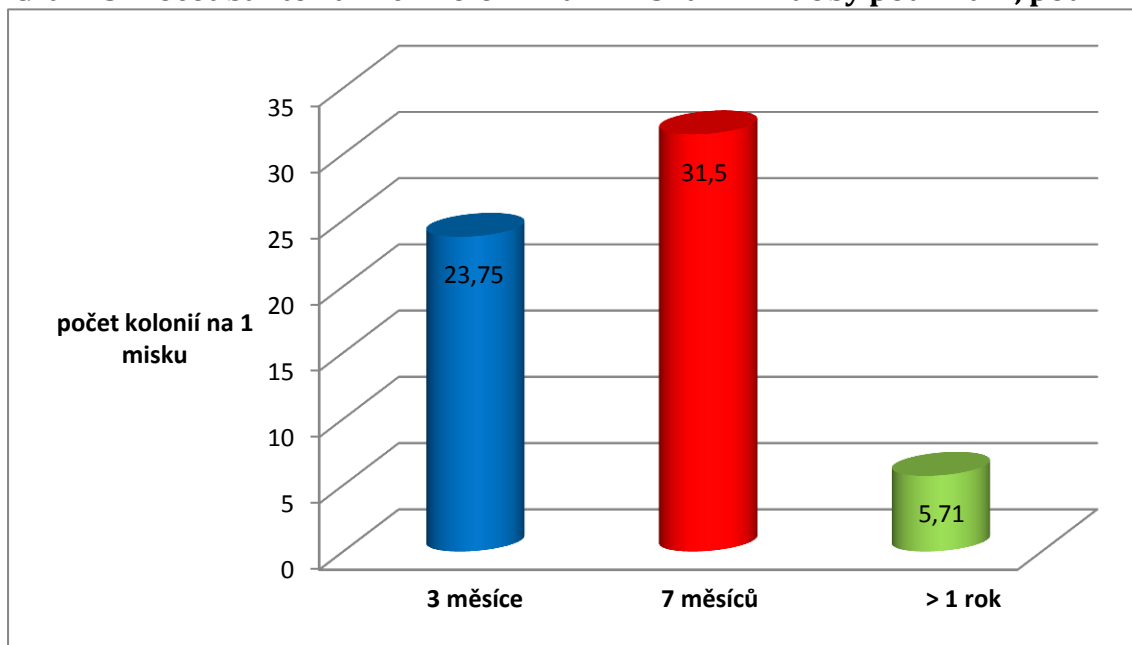
Podle tabulky 9 a Grafu 13 a 14 vyplývá, že počet bakteriálních kolonií byl v podzimním období vyšší u vlasů nebarvených. Tento stav mohla ovlivnit skutečnost, že na podzim se vyskytuje větší množství bakteriálních onemocnění a je tak možné, že některé polštáře, ze kterých se získávaly vzorky, patřily uživatelům, kteří byli v době sběru materiálu nemocní. Počet bakterií v jejich polštářích by tak byl vyšší než za normálních okolností. Podobná situace byla pozorována u množství bakterií u mužských uživatelů (viz kapitola 3.8). Muži navíc mívají vlasy nebarvené, proto nárůst počtu bakteriálních kolonií u mužů může ovlivňovat i jejich nárůst u nebarvených vlasů. Vzorkové polštáře se navíc mohly vyskytovat v prostředí s většími zdroji mikroorganismů. Množství plísní bylo stejně jako v jarním období vyšší u vlasů barvených, ačkoli na podzim je množství plísní v prostředí vyšší (viz kapitola 3.3). Způsobit to mohl přirozený biofilm pokožky nebarvených vlasů, který brání rozvoji cizorodých mikroorganismů na povrchu těla.

3.10 Vliv doby používání od posledního praní na množství bakterií a plísní - podzim

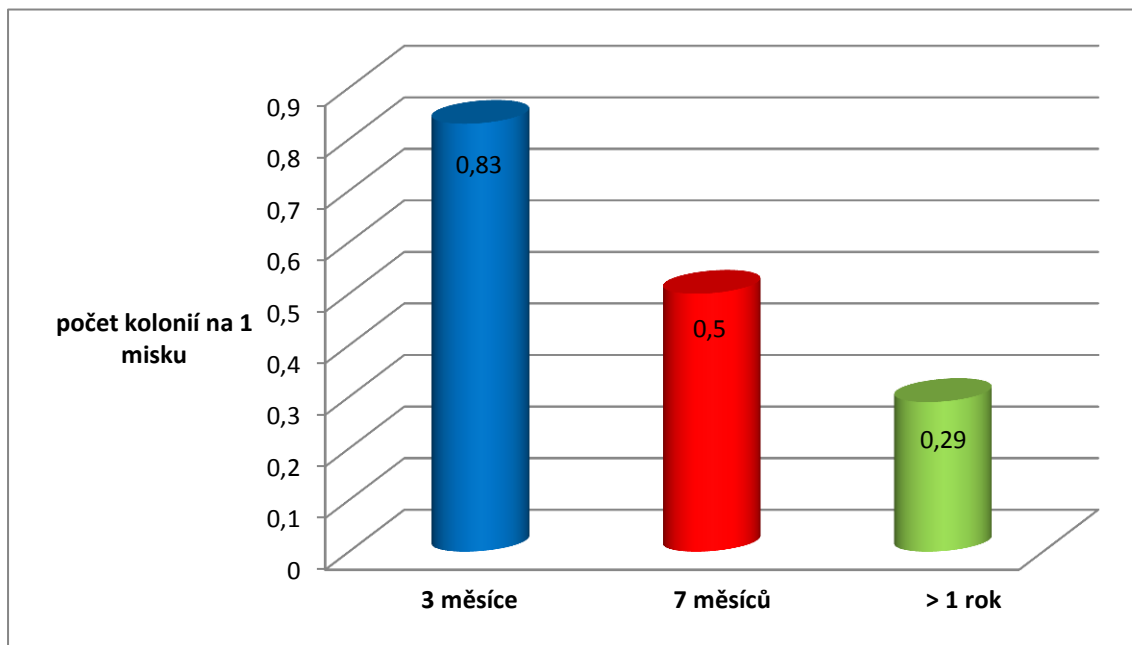
Tabulka 10: Počet kolonií na 1 misku - vliv doby používání, podzim

	bakteriální kolonie	plísňové kolonie
3 měsíce	23,75	0,83
7 měsíců	31,5	0,5
> 1 rok	5,71	0,29

Graf 15: Počet bakteriálních kolonií na 1 misku - vliv doby používání, podzim



Graf 16: Počet plísňových kolonií na 1 misku - vliv doby používání, podzim



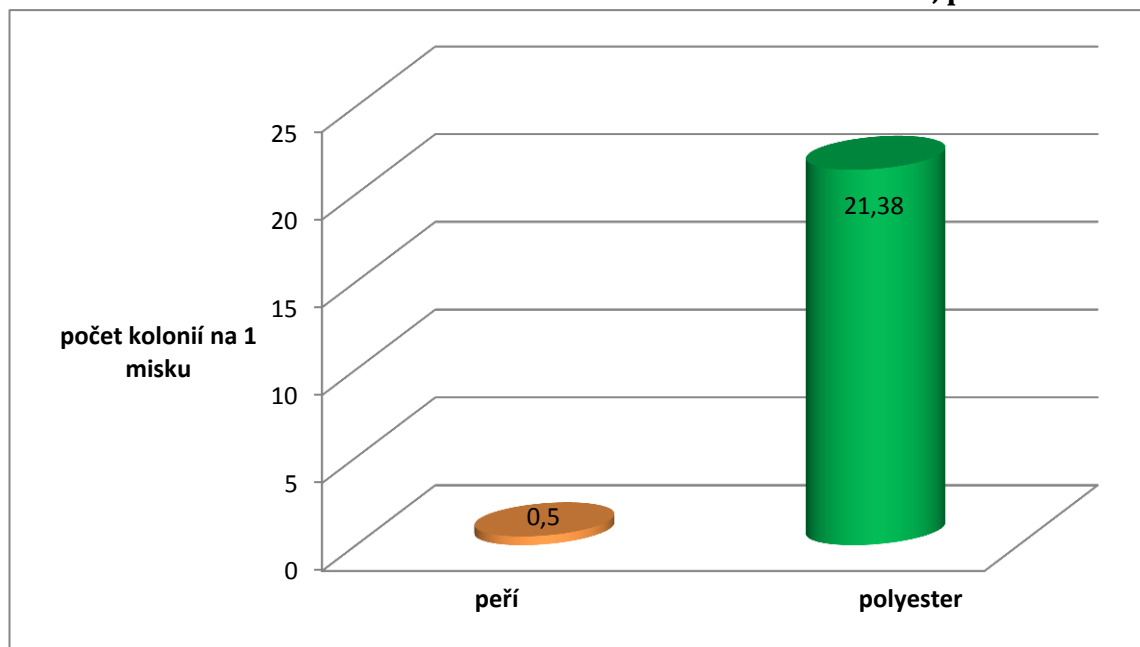
Podle tabulky 10 a Grafu 15 a 16 je možné pozorovat, že stejně jako u vzorků z jara je v polštářích, které byly používány po dobu 7 měsíců, vyšší množství bakterií, než u polštářů používaných 3 měsíce. Polštáře používané déle jak 1 rok se však ukázaly být méně kontaminované, než polštáře používané kratší dobu. Ovlivněno to může být mnoha faktory, neboť polštáře pro získávání vzorků byly vybírány náhodně, bez ohledu na jejich charakteristiku nebo charakteristiku jejich uživatelů. Protože materiál, pohlaví uživatelů i barvenost vlasů uživatelů jsou u polštářů používaných déle jak 1 rok různé, ovlivnil množství bakterií v nich pravděpodobně jiný faktor, např. menší množství zdrojů mikroorganismů v místnosti. Množství plísní ve zkoumaných polštářích má s rostoucí dobou používání lůžkovin klesající charakter. Způsobit to mohla kombinace faktorů, neboť u polštářů používaných 3 měsíce měla většina uživatelů barvené vlasy a materiál lůžkoviny byl polyester (viz kapitoly 3.9 a 3.11). U skupiny polštářů používaných více než 1 rok byly zastoupeny vzorky získané z péřových polštářů, u kterých pozorujeme nízkou kontaminaci plísněmi (viz kapitola 3.11). Vliv může mít také přítomnost zdrojů plísní v okolí.

3.11 Vliv materiálu polštáře na množství bakterií a plísní - podzim

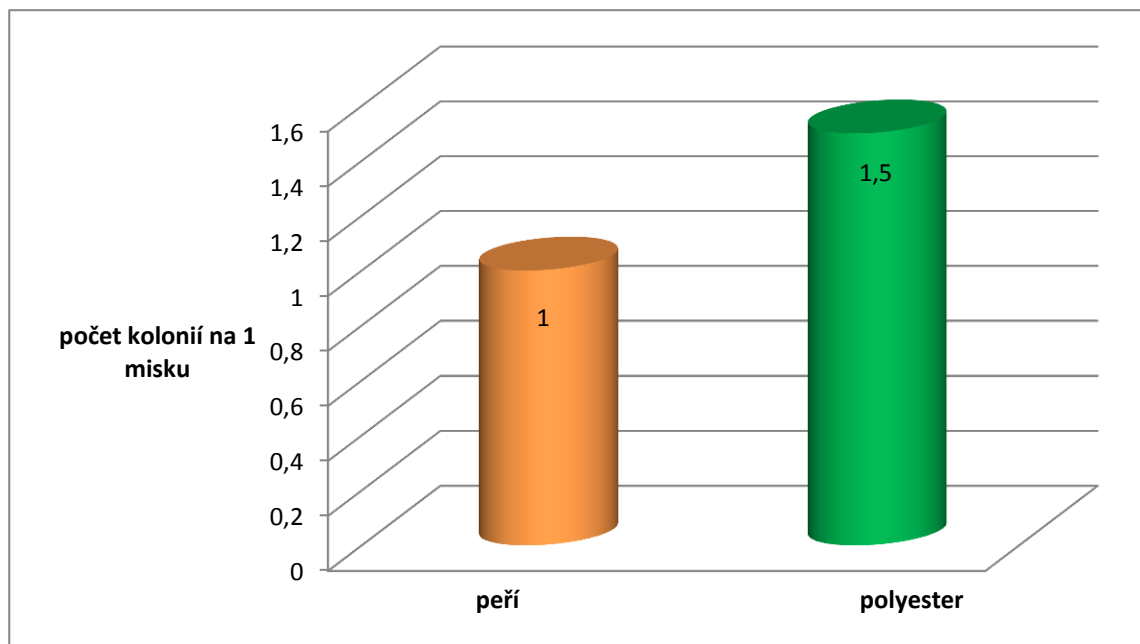
Tabulka 11: Počet kolonií na 1 misku - vliv materiálu, podzim

	bakteriální kolonie	plísňové kolonie
peří	0,5	1
polyester	21,38	1,5

Graf 17: Počet bakteriálních kolonií na 1 misku - vliv materiálu, podzim



Graf 18: Počet plísňových kolonií na 1 misku - vliv materiálu, podzim



Podle Tabulky 11 a Grafu 17 a 18 lze tvrdit, že množství bakterií je v polštářích, jejichž výplňový materiál je peří, mnohonásobně nižší než u polštářů s výplní z polyesteru. Důvodem může být skutečnost, že přírodní peří je při výrobě polštářů a jiných lůžkovin ošetřováno antimikrobiálními látkami. Zároveň se jedná o vzdušný materiál, který lehce odvádí vlhkost a rychle prosychá. Tím není v polštáři udržována dostatečná vlhkost pro rozvoj mikroorganismů. Stejný charakter má i množství plísní v pozorovaných polštářích. Více jich bylo pozorováno v lůžkovinách z polyesteru. Opět je pravděpodobný vliv vzdušnosti peří, díky které se v něm nezadržuje vlhkost a nevytváří se tak vhodné podmínky pro rozvoj plísní. Možný je samozřejmě také vliv jiných faktorů okolního prostředí.

ZÁVĚR

Tato práce se věnuje problematice bakterií a plísní v domácnostech. V teoretické části je popsána obecná charakteristika bakterií a plísní zahrnující jejich morfologii, rozmnožování, optimální podmínky a životní prostředí, ve kterých se tyto mikroorganismy vyskytují. Dále jsou zde charakterizována některá vybraná bakteriální a plísňová onemocnění. Vždy je uveden původce nemoci, příznaky a průběh nemoci a možná léčba. V poslední teoretické části je popsána mikrobiální kontaminace domácnosti. Je zde uvedeno, které plochy v běžně využívané domácnosti jsou nejvíce kontaminované bakteriemi, které bakterie se zde vyskytují nejčastěji nebo příčiny výskytu plísní v domácnostech a vlivy na jejich druhové složení.

Praktická část práce je zaměřena na zjišťování přítomnosti a množství bakterií a plísní v používaných polštářích. Za využití spadové metody byly získány 2 sady vzorků (na podzim 2014 a na jaře 2015), které byly po kultivaci vyhodnocovány. Sledovalo se především množství kolonií bakterií a plísní a jaký vliv na něj mají různé faktory. Prvním faktorem bylo roční období. Ukázalo se, že v jarním období se vyskytuje v polštářích více bakterií než na podzim, což může být způsobeno jejich akumulací během zimy nebo intenzivnějším větráním v jarních měsících a tím kontaminací místnosti venkovními mikroorganismy. Plísní je naopak více na podzim než na jaře. Důvodem je možná vyšší vzdušná vlhkost, menší intenzita větrání v chladnějším období nebo kontaminace domácnosti plísněmi ze špatně skladovaných sezónních potravin. Dalším sledovaným faktorem bylo pohlaví uživatele polštáře. Vzorky získané od žen byly bohatší na množství bakterií i plísní, za což pravděpodobně může především délka ženských vlasů, ve které se uchytí více mikroorganismů nebo vyšší intenzita dotýkání se vlasů, čímž jsou ještě více kontaminovány bakteriemi a plísněmi. Dále byl sledován vliv doby používání polštáře od posledního praní. Zde se jako bakteriemi nejvíce kontaminované ukázaly být polštáře používané po dobu cca půl roku. U vzorků získaných z polštářů, které byly používané déle jak 1 rok, počet bakterií klesl. Pravděpodobně to bylo způsobeno kombinací vlivů jiných faktorů. Obdobně bylo pravděpodobně způsobeno klesající množství plísní s rostoucí dobou používání lůžkoviny.

Posledním sledovaným faktorem byl materiál polštáře. Ukázalo se, že peří není příliš vhodným materiálem pro růst mikroorganismů, neboť se jedná o poměrně vzdušný materiál, který snadno odvádí vlhkost a rychle prosychá. Nevznikají v něm tak vhodné podmínky pro rozvoj mikrobiálních kolonií. U všech sledovaných faktorů je nutné dodat, že množství bakterií a plísní mohlo být ovlivněno i faktory jinými, které nebyly předmětem sledování. Bylo by tedy možné provést navazující studii, ve které by byl sledován vliv těchto dalších faktorů, jakými jsou např. přítomnost domácích zvířat v domácnosti, materiál podlahy (dlažba, koberec,...), intenzita větrání a jiné.

PŘÍLOHY

Seznam citovaných zdrojů

1. BARTŮNĚK, Petr a kolektiv. *Lymeská borelióza*. 4. přeprac. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2013, 157 s. ISBN 978-80-247-4355-4.
2. DANEŠ, Luděk. *Přírodně ohniskové nákazy*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 2003, 167 s. ISBN 80-246-0568-6.
3. DOBIÁŠ, Lubomír a kolektiv. *Obecná a speciální mikrobiologie*. 1. vyd. Ostrava: Multex Soft, 2003, 218 s.
4. GREENWOOD, David; SLACK, Richard C. B.; PEUTHERER, John F. *Lékařská mikrobiologie: přehled infekčních onemocnění: patogeneze, imunita, laboratorní diagnostika a epidemiologie*. 1. české vyd. Praha: Grada, 1999, 686 s. ISBN 80-7169-365-0.
5. HAYSOM, I.W.; SHARP, A.K. Bacterial contamination of domestic kitchens over a 24-hour period. *British Food Journal*, 2005, vol. 107, 453 - 466.
6. HOMOLKA, Jiří; VOTAVA, Vladimír. *Tuberkulóza*. 4. upr. vyd. Praha: Karolinum, 2012, 74 s. ISBN 978-80-246-2070-1.
7. JELÍNEK, Jan; ZICHÁČEK, Vladimír. *Biologie pro gymnázia: (teoretická a praktická část)*. 9. vyd. Olomouc: Nakladatelství Olomouc, 2007, 575 s. ISBN 978-80-7182-213-4.
8. KHAN, A.A. Haleem; KARUPPAYIL, S. Mohan. Fungal pollution of indoor environments and its management. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 2012, vol. 19, 405-426.
9. KLÁNOVÁ, Kateřina. *Plísně v domě a bytě: odstraňování a prevence*. 1. vyd. Praha: Grada, 2013, 104 s. ISBN 978-80-247-4790-3.

10. KLÁNOVÁ, Kateřina. *Plísňe v domech, v bytech, na fasádách: vše o plísňích a opatření proti nim* [online]. 2015 [cit. 30.6.2015]. Dostupné z: <http://www.plisne.com/>.
11. KOĐOUSEK, Rostislav. *Mykózy: lékařsky významná mykotická onemocnění člověka*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého, 2003, 199 s. ISBN 80-244-0649-7.
12. LOBOVSKÁ, Alena. *Infekční nemoci*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 2001, 263 s. ISBN 80-246-0116-8.
13. MACELA, Aleš a kolektiv. *Infekční choroby a intracelulární parazitismus bakterií*. 1. vyd. Praha: Grada, 2006, 215 s. ISBN 80-247-0664-4.
14. OSTRÝ, Vladimír. *Vláknité mikroskopické houby (plísňe), mykotoxiny a zdraví člověka*. 1. vyd. Praha: Státní zdravotní ústav, 1998, 20 s. ISBN 80-7071-102-7.
15. PAŘÍKOVÁ, Jelena; KUČEROVÁ, Irena. *Jak likvidovat plísňe*. 1. vyd. Praha: Grada, 2001, 86 s. ISBN 80-247-9029-7.
16. POLJAK, Vladko; KRČ, Ivo; EHRMANN, Jiří. *Přehled infekčních nemocí: skripta z vnitřního lékařství*. 1. vyd. Olomouc: Vydavatelství Univerzity Palackého, 1997, 146 s. ISBN 80-7067-758-9.
17. PŘECECHTĚL, Ferdinand. *Lékařská mikrobiologie*. 1. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1988, 330 s.
18. ROSICKÝ, Bohumír; SIXL, Wolf. *Salmonelózy: aktuální informace pro lékaře, veterinární lékaře a potravinářskou praxi*. 1. vyd. Praha: Scientia medica, 1994, 199 s. ISBN 80-85526-23-9.
19. ROSYPAL, Stanislav. *Bakteriologie a virologie*. 1. vyd. Praha: Scientia, 1994, 67 s. ISBN 80-85827-16-6.
20. ROSYPAL, Stanislav. *Nový přehled biologie*. 1. vyd. Praha: Scientia, 2003, 797 s. ISBN 80-7183-268-5.

21. SCOTT, Elizabeth. Bacterial biocontamination in residential settings. *Encyclopedia of environmental microbiology*. New York: John Wiley & Sons, 2002.
22. SCOTT, Elizabeth; GABER, D.J.; CUSAK, T.M. Chemical disinfection of microbial contaminants on surfaces. In: *Block S. Disinfection, sterilization and preservation*. 5th ed. Philadelphia: Lippincott, Williams & Wilkins, 2000.
23. SCOTT, Elizabeth; DUTY, Susan; McCUE, Karen. A critical evaluation of methicillinresistant *Staphylococcus aureus* and other bacteria of medical interest on commonly touched household surfaces in relation to household demographics. *Am J Infect Control*, 2009, vol. 37, 447–453.
24. SEDLÁK, Kamil; TOMŠÍČKOVÁ, Markéta. *Nebezpečné infekce zvířat a člověka*. 1. vyd. Praha: Scientia, 2006, 167 s. 80-86960-07-2.
25. SCHINDLER, Jiří. *Ze života bakterií*. 1. vyd. Praha: Academia, 2008, 143 s. ISBN 978-80-200-1666-9.
26. SCHINDLER, Jiří. *Mikrobiologie: pro studenty zdravotnických oborů*. 1. vyd. Praha: Grada, 2010, 223 s. ISBN 978-80-247-3170-4.
27. STAŇKOVÁ, Marie; MAREŠOVÁ, Vilma; VANIŠTA, Jiří. *Infekční lékařství: minimum pro praxi*. 1. vyd. Praha: Triton, 2000, 199 s. ISBN 80-7254-115-3.
28. ŠŤASTNÝ, Jan. *Zdraví a nemoc*. 1. vyd. Hradec Králové: Gaudeamus, 2006, 113 s. ISBN 80-7041-775-7.

Seznam obrázků

Obr. 1: Stavba bakteriální buňky [cit. 14.5.2015], dostupné z:

http://www.wikiskripta.eu/index.php/Soubor:Average_prokaryote_cell_cs.svg

Obr. 2: Tvary bakteriálních buněk [cit. 14.5.2015], dostupné z: [http://heureka-](http://heureka-sychrov.sweb.cz/Heureka-BH-1-mikrosvet.html)

[sychrov.sweb.cz/Heureka-BH-1-mikrosvet.html](http://heureka-sychrov.sweb.cz/Heureka-BH-1-mikrosvet.html)

Obr. 3: Dělení bakteriální buňky [cit. 14.5.2015], dostupné z:

<http://eluc.cz/verejne/lekce/12>

Obr. 4: Narostlé bakteriální kolonie [cit. 19.5.2015], dostupné z:

https://www.madaboutsience.com.au/store/index.php?main_page=page&id=43

Obr. 5: Postavení bakterií (rozkladačů) v rámci potravní pyramidy

[cit. 19.5.2015], dostupné z:

http://enviregion.pf.ujep.cz/inter_uc/2st/data/images/voda_pic/eko_pyramida.png

Obr. 6: Postavení bakterií v koloběhu dusíku [cit. 19.5.2015], dostupné z:

<http://www.biology.webz.cz/abiot.php>

Obr. 7: *Micrococcus luteus* [cit. 19.5.2015], dostupné z:

<http://www.denniskunkel.com/DK/Bacteria/251412F.html>

Obr. 8: *Streptococcus faecalis* [cit. 19.5.2015], dostupné z:

<http://www.denniskunkel.com/detail/1442.html>

Obr. 9: *Propionibacterium acnes* [cit. 19.5.2015], dostupné z:

<http://www.denniskunkel.com/detail/835.html>

Obr. 10: *Corynebacterium diphtheriae* [cit. 19.5.2015], dostupné z:

<http://www.denniskunkel.com/detail/10045.html#10045>

Obr. 11: *Escherichia coli* [cit. 19.5.2015], dostupné z:

<http://www.denniskunkel.com/detail/381.html#381>

Obr. 12: *Helicobacter pylori* [cit. 19.5.2015], dostupné z:

<http://www.denniskunkel.com/detail/852.html#854>

- Obr. 13: *Mycobacterium tuberculosis*** [cit. 22.5.2015], dostupné z:
<http://meganbioblog.blogspot.cz/2010/10/bad-bacteria-tuberculosis.html>
- Obr. 14: Plíce zasažené tuberkulózou** [cit. 22.5.2015], dostupné z:
<http://www.pesina.medikus.cz/o-nemocech/tuberkuloza-1396>
- Obr. 15: *Streptococcus pyogenes*** [cit. 22.5.2015], dostupné z:
<http://www.denniskunkel.com/detail/532.html>
- Obr. 16: Zarudnutí mandlí** [cit. 22.5.2015], dostupné z:
http://www.wikiskripta.eu/index.php/Soubor:Streptococcal_pharyngitis.jpg
- Obr. 17: Spálová vyrážka** [cit. 22.5.2015], dostupné z:
http://www.wikiskripta.eu/index.php/Soubor:Scarlet_fever_2.jpg
- Obr. 18: Malinový jazyk** [cit. 22.5.2015], dostupné z:
<http://www.wikiskripta.eu/index.php/Soubor:Scharlach.JPG>
- Obr. 19: *Yersinia pectis*** [cit. 22.5.2015], dostupné z:
<http://www.denniskunkel.com/detail/513.html>
- Obr. 20: Krvácení do kůže - podlitiny** [cit. 22.5.2015], dostupné z:
http://www.osel.cz/1644-vakcina-z-tabaku-chrani-proti-moru.html?typ=odpoved&id_prispevku=6286
- Obr. 21: *Clostridium tetani*** [cit. 22.5.2015], dostupné z:
<http://www.denniskunkel.com/detail/10315.html>
- Obr. 22: *Bacillus anthracis* - sporulace** [cit. 18.6.2015], dostupné z:
<http://www.denniskunkel.com/detail/755.html>
- Obr. 23: Kožní léze** [cit. 18.6.2015], dostupné z:
<http://www.labtestsonline.org.au/learning/index-of-conditions/anthrax/signs-amp;-symptoms>
- Obr. 24: *Borrelia burgdorferi*** [cit. 18.6.2015], dostupné z:
<http://canlyme.com/2013/11/15/lyme-bacteria-show-that-evolvability-is-evolvable/>
- Obr. 25: Kožní projev boreliózy** [cit. 18.6.2015], dostupné z:
<http://i.iinfo.cz/images/530/borelioza-p-3.jpg>

- Obr. 26: *Francisella tularensis*** [cit. 18.6.2015], dostupné z:
<http://www.denniskunkel.com/detail/432.html>
- Obr. 27: *Salmonella enterica*** [cit. 18.6.2015], dostupné z:
<http://www.denniskunkel.com/detail/10599.html>
- Obr. 28: *Vibrio cholerae*** [cit. 18.6.2015], dostupné z:
<http://www.denniskunkel.com/detail/430.html>
- Obr. 29: Hyfy mycelia** [foto M. Hungerová, 11.12.2014]
- Obr. 30: Schéma rozmnožování - splynutí antheridia a askogonia**
[cit. 29.6.2015], dostupné z:
http://gymtri.trinec.org/index.php?option=com_content&view=article&id=217:houby&catid=24:houby&Itemid=20
- Obr. 31: Koprofilní plíseň** [cit. 29.6.2015], dostupné z:
<http://www.mrk.cz/diskuse.php?id=620948&page=548>
- Obr. 32: Potravinová plíseň** [cit. 29.6.2015], dostupné z:
<http://www.dama.cz/zdravi/plisne-cihaji-v-koupelne-i-na-zahrade-13384>
- Obr. 33: *Aspergillus*** [cit. 30.6.2015], dostupné z: <http://www.medical-labs.net/aspergillus-flavus-under-microscope-1450/>
- Obr. 34: Plicní aspergilóza - histologický preparát** [cit. 30.6.2015], dostupné z:
http://www.fnplzen.cz/mykoatlas/histo/Asp_plice_HE_1b.jpg
- Obr. 35: *Mucor*** [cit. 30.6.2015], dostupné z:
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mature_sporangium_of_a_Mucor_spp_fungus.jpg
- Obr. 36: *Conidiobolus*** [cit. 30.6.2015], dostupné z:
<http://www.saber.ula.ve/micosis/contenido/capitulo20/capitulo20D/figuras/20D-0003-de.html>
- Obr. 37: Mykóza kůže** [cit. 30.6.2015], dostupné z:
<http://zdravi.e15.cz/clanek/postgradualni-medicina/dermatomykozy-450833>

Obr. 38: Mykóza nehtu [cit. 30.6.2015], dostupné z:

<http://zdravi.e15.cz/clanek/postgradualni-medicina/dermatomykozy-450833>

Obr. 39: Staphylococcus aureus [cit. 30.6.2015], dostupné z:

http://www.bioquell.asia/interface/assets/images/content/Community_associated_Methicillin-resistant_Staphylococcus_aureus_b2340183_1.jpg

Obr. 40: Narostlé kolonie S. aureus [cit. 30.6.2015], dostupné z:

<http://cit.vfu.cz/alimentarni-onemocneni/xsa/xsa02.html>

Obr. 41: Odlévání Petriho misek [foto M. Hungerová, 17.3.2015]

Obr. 42: Barvení preparátů [foto M. Hungerová, 13.11.2014]

Obr. 43: Barvený preparát - tyčinky [foto M. Hungerová, 11.12.2014]

Obr. 44: Kapkový preparát - Penicillium [foto M. Hungerová, 15.4.2015]

Obr. 45: Koky [foto M. Hungerová, 11.12.2014]

Obr. 46: Penicillium [foto M. Hungerová, 15.4.2015]

Seznam tabulek a grafů

Tabulka 1: Výsledky monitoringu z října 2014

Tabulka 2: Výsledky monitoringu z března 2015

Tabulka 3: Počet kolonií na 1 miskou - vliv ročního období

Tabulka 4: Počet kolonií na 1 miskou - vliv pohlaví, jaro

Tabulka 5: Počet kolonií na 1 miskou - vliv barvenosti vlasů, jaro

Tabulka 6: Počet kolonií na 1 miskou - vliv doby používání, jaro

Tabulka 7: Počet kolonií na 1 miskou - vliv materiálu, jaro

Tabulka 8: Počet kolonií na 1 miskou - vliv pohlaví, podzim

Tabulka 9: Počet kolonií na 1 miskou - vliv barvenosti vlasů, podzim

Tabulka 10: Počet kolonií na 1 miskou - vliv doby používání, podzim

Tabulka 11: Počet kolonií na 1 miskou - vliv materiálu, podzim

Graf 1: Počet bakteriálních kolonií na 1 miskou - vliv ročního období

Graf 2: Počet plísňových kolonií na 1 miskou - vliv ročního období

Graf 3: Počet bakteriálních kolonií na 1 miskou - vliv pohlaví, jaro

Graf 4: Počet plísňových kolonií na 1 miskou - vliv pohlaví, jaro

Graf 5: Počet bakteriálních kolonií na 1 miskou - vliv barvenosti vlasů, jaro

Graf 6: Počet plísňových kolonií na 1 miskou - vliv barvenosti vlasů, jaro

Graf 7: Počet bakteriálních kolonií na 1 miskou - vliv doby používání, jaro

Graf 8: Počet plísňových kolonií na 1 miskou - vliv doby používání, jaro

Graf 9: Počet bakteriálních kolonií na 1 miskou - vliv materiálu, jaro

Graf 10: Počet plísňových kolonií na 1 miskou - vliv materiálu, jaro

Graf 11: Počet bakteriálních kolonií na 1 miskou - vliv pohlaví, podzim

Graf 12: Počet plísňových kolonií na 1 miskou - vliv pohlaví, podzim

Graf 13: Počet bakteriálních kolonií na 1 miskou - vliv barvenosti vlasů, podzim

Graf 14: Počet plísňových kolonií na 1 miskou - vliv barvenosti vlasů, podzim

Graf 15: Počet bakteriálních kolonií na 1 miskou - vliv doby používání, podzim

Graf 16: Počet plísňových kolonií na 1 miskou - vliv doby používání, podzim

Graf 17: Počet bakteriálních kolonií na 1 miskou - vliv materiálu, podzim

Graf 18: Počet plísňových kolonií na 1 miskou - vliv materiálu, podzim