

**Univerzita Karlova v Praze
Pedagogická fakulta**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

2009

Eva Tarabová

**Univerzita Karlova v Praze
Pedagogická fakulta**

Katedra biologie a environmentálních studií

**Mikrobiologický projekt se
zaměřením na dodržování
hygienických návyků**

Autor: Eva Tarabová

Vedoucí práce: RNDr. Lenka Pavlasová, Ph.D.

Praha 2009

Abstrakt

Předkládaná diplomová práce se zabývá mikrobiologickým projektem se zaměřením na dodržování hygienických návyků. Hlavním cílem projektu je upozornit žáky základních i středních škol na nutnost důkladného a správného mytí rukou. Odborné aspekty této práce jsou teoretickým podkladem pro jednotlivé verze projektu. Praktická část práce se zabývá jednak samotným projektem a jeho verzemi pro různé typy škol, jednak dotazníkovým šetřením, jehož výsledky poukázaly na vhodnost zařazení tohoto projektu do výuky.

Abstract

The presented diploma work deals with microbiological project aimed at the adherence to hygienic habits. The principal aim of this project is to draw attention of primary and secondary school students to the necessity of careful and proper hand washing. Professional aspects of this work serve as a theoretical basis for individual versions of the project. The practical part of the work deals on the one hand with the project itself and its versions for different types of schools and on the other hand with responses to questionnaires which results indicated the suitability of this project to be included in teaching.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně pod vedením RNDr. Lenky Pavlasové, Ph.D a citovala jsem všechny použité informační zdroje
Praha, 31. 10. 2009

.....

Podpis

Poděkování

Velice ráda bych poděkovala všem, kteří mi jakýmkoli způsobem pomohli, abych mohla vypracovat tuto diplomovou práci.

Velké poděkování si právem zaslouží zejména:

- **RNDr. Lenka Pavlasová Ph.D.**, moje vynikající a trpělivá školitelka, za perfektní pomoc a cenné rady.
- **Školy, které umožnily vyzkoušení projektu ve výuce**
 1. **Škola mezinárodních a veřejných vztahů Praha**, Michelská 12, Praha 4, Michle
 2. **Základní škola Brána jazyků**, Mikulandská 134/5, Praha 1
 3. **Gymnázium Na Vítězné pláni**, Na Vítězné pláni 1160, Praha 4
- **Letní dětský tábor Blaník**, Rekreační středisko dětí a mládeže V. Chválové, za umožnění pilotáže projektu a vyzkoušení projektu v mimoškolní činnosti
- **Všichni ostatní**, kteří mi byli oporou při psaní práce, především rodiče.

Obsah

1. Úvod	9
2. Mikrobiologické aspekty práce	11
2.1 Klasifikace živých soustav	11
2.1.1 Bakterie	12
2.1.1.1 Anatomie bakteriální buňky	13
2.1.1.2 Reprodukce bakterií	15
2.1.1.3 Růst bakterií	15
2.1.1.4 Výživa bakterií	18
2.1.1.5 Fyzikální podmínky růstu bakterií	19
2.1.1.6 Systém bakterií	20
2.1.1.7 Patogenita bakterií	22
2.1.2 Houby	24
2.1.2.1 Buněčná stavba kvasinek	24
2.1.2.2 Rozmnožování kvasinek	25
2.1.2.3 Onemocnění způsobená kvasinkami	25
2.1.2.4 Buněčná stavba plísni	26
2.1.2.5 Rozmnožování plísni	26
2.1.2.6 Patogenita plísni	27
2.1.3 Viry	28
2.1.3.1 Morfologie virů	28
2.1.3.2 Patogenita virů	29
2.1.4 Přenos původců onemocnění	30
2.1.5 Normální osídlení kůže a sliznic mikroorganismy	31
2.1.6 Způsoby ničení mikroorganismů	33
2.1.6.1 Léčiva	33
2.1.6.2 Způsoby dekontaminace	34
2.1.6.3 Mechanismus účinku mycích prostředků	40
2.1.7 Kultivace mikroorganismů	41
2.1.7.1 Kultivační půdy	42
2.1.8 Mikroskopie a barvení preparátů v mikrobiologii	43
2.1.8.1 Světelná mikroskopie	43
2.1.8.2 Barvení preparátů	44

3. Pedagogické aspekty práce.....	45
3.1 Projektová výuka.....	45
3.1.1 Charakteristika projektové výuky	45
3.1.2 Typy projektů	45
3.1.2.1 Organizace krátkodobých projektů	47
3.1.3 Výhody a nevýhody projektového vyučování.....	48
3.2 Rámcový vzdělávací program	49
3.2.1 RVP pro základní vzdělávání.....	49
3.2.1.1 Zařazení projektu do RVP pro základní vzdělávání.....	50
3.2.1.2 Kompetence RVP ZV, které projekt rozvíjí.....	52
3.2.2 RVP pro gymnázia	53
3.2.2.1 Zařazení projektu do RVP pro gymnázia	54
3.2.2.2 Kompetence RVP G, které projekt rozvíjí	55
3.2.3 RVP pro střední odborné školy	56
3.2.3.1 Zařazení projektu do RVP pro střední odborné školy.....	57
3.2.3.2 Kompetence RVP SOŠ-VČ, které projekt rozvíjí.....	58
4. Praktická část.....	59
4.1 Charakteristika a cíle projektu.....	59
4.1.1 Verze projektu pro základní školy.....	61
4.1.2 Verze projektu pro gymnázia	66
4.1.3 Verze projektu pro střední odborné školy	71
4.2 Dotazníkový průzkum	76
4.2.1 Hygienické návyky žáků a studentů.....	76
4.2.1.1 Výsledky dotazníkového průzkumu.....	76
4.2.2 Hodnocení projektu žáky a studenty	83
5. Diskuze.....	90
6. Závěr.....	92
7. Seznam použité literatury	93
Seznam grafů.....	97
Seznam tabulek.....	99
Seznam obrázků	99
8. Seznam příloh.....	100

1. Úvod

Dodržování hygienických návyků je velice široký pojem, může se jednat o celkovou tělesnou hygienu, praní oděvů nebo také hygienu duševní. Projekt, kterým se zabývá tato diplomová práce, se zaměřuje především na mytí rukou.

Hlavním cílem projektu je motivovat žáky základních a středních škol k zodpovědnější hygieně rukou. Další cíle jsou informovat žáky o mikrobiologii jako vědním oboru, čím se obor zabývá a proč je pro každého z nás důležitý. Rozebrat různé původce onemocnění, způsoby přenosu nákaz na člověka, metody léčby a možnosti předcházení nemocem. Projekt je zpracován ve třech verzích náročnosti. První verze je určena pro žáky základní školy a odpovídající třídy víceletých gymnázií. Druhá verze je určena pro studenty gymnázií. Třetí verze je určena pro studenty středních odborných škol, v jejichž studijním plánu je zařazeno přírodovědné vzdělávání. Těmto verzím projektů předcházela pilotáž v létě roku 2008, kdy jsem měla možnost vyzkoušet především praktické úkoly v mimoškolní činnosti na letním dětském táboře.

Dostatečná hygiena rukou se v průběhu ověřování mé diplomové práce stala velice aktuální. Prvním impulzem byla epidemie hepatitidy A na podzim roku 2008, kdy na školách začala být používána dezinfekční mýdla, a v médiích byla zdůrazňována nutnost důkladného mytí rukou. Druhým impulzem bylo propuknutí prasečí chřipky na jaře 2009, kdy se hygiena rukou stala opět celospolečensky velice aktuální. Obě tyto události se promítly do jednotlivých verzí projektu. Jejich pozitivní dopad byl především v aktuálnosti projektu a ochotě jednotlivých škol a vyučujících pozvat mě do svých hodin a umožnit mi tak opakované vyzkoušení jednotlivých verzí projektu.

Otázky spojené s mytím rukou jsou stále častěji probírány v různých médiích na celém světě a je jim věnována velká pozornost. V roce 2008 vyhlásila Světová zdravotnická organizace 15. říjen, jako první Mezinárodní den mytí rukou. V tento den si v 70 zemích na celé planetě mylo mýdlem ruce 120 milionů dětí, které se hlásily k tomuto dni. Stále nové výzkumy, které se touto problematikou zabývají, například odhalily, že až 80% běžných infekcí se přenáší pomocí nemytých rukou. Další z mnoha výzkumů poukazuje na zjištění, že pokud by obyvatelé rozvojových zemí měli možnost zlepšit hygienu a mýt si pravidelně

ruce, snížila by se zde výrazně dětská úmrtnost. Téma tohoto projektu je tedy velice aktuální a vhodné pro zařazení do výuky.

Cíle diplomové práce jsou následující:

- vytvořit projekt s tematikou pro základní školu, gymnázium a střední odbornou školu
- ověřit všechny verze projektu ve výuce
- dotazníkovým šetřením zjistit stav hygienických návyků žáků a studentů.

Diplomová práce je rozčleněna na tři základní kapitoly. První rozebírá odborné aspekty práce, tedy mikrobiologii jako vědní obor, definice mikroorganismů, dále jsou v této části zpracována témata, která mají úzký vztah k samotnému projektu, tedy kultivační půdy pro růst mikroorganismů a mikroskopie. Druhou část tvoří pedagogické aspekty práce, tato kapitola rozebírá především využití projektů ve školní praxi, nové kurikulární dokumenty a zařazení mikrobiologického projektu do výuky podle nových kurikulárních dokumentů. Poslední část tvoří samotný projekt a rozebrání jeho tří verzí. Součástí této kapitoly je také dotazníkový průzkum. Otázky, které obsahuje, byly použity v roce 2007 ve velkém průzkumu, uskutečněném ve Spojených státech amerických, kde průzkum ukázal, že ačkoliv většina lidí ví, kdy si má mýt ruce, mnozí z nich to nedělají. Tato praktická kapitola obsahuje také vyhodnocení dotazníku, kterým žáci hodnotili na závěr samotný projekt.

2. Mikrobiologické aspekty práce

Mikrobiologie je věda, která se zabývá studiem vlastností a činností mikroorganismů. Mikroorganismy jsou poměrně jednoduché formy života, obvykle jednobuněčné. Společné pro všechny mikroorganismy jsou jejich velice malé rozměry, uvádí se od desetin mikrometru po několik desetin milimetru. Průměr nejmenší částice, kterou lze spatřit okem je 100 μm , většina bakterií je menších, proto je třeba pro jejich pozorování využít mikroskop, pokud však bakterie nebo houby rostou na tuhém živném prostředí, jejich populace vytváří kolonie, které jsou snadno viditelné (Greenwood, 1999, s. 20).

2.1 Klasifikace živých soustav

Všechny živé soustavy můžeme rozdělit na buněčné či nebuněčné živé soustavy. Buněčné živé soustavy neboli organismy jsou buď jednobuněčné, nebo mnohobuněčné. Nebuněčné živé soustavy jsou například viry, viroidy a virusoidy. Mezi buněčnými a nebuněčnými organismy existují velké rozdíly v struktuře, morfologii a rozmnožování.

Nebuněčné živé soustavy, například viry jsou závislé při rozmnožování i přenosu energie na buněčných živých soustavách. Skládají se z jednoho nebo dvou řetězců DNA (deoxyribonukleové kyseliny) či RNA (ribonukleové kyseliny), uzavřených do bílkovinného pouzdra, kapsidy. Mezi nebuněčné živé systémy se řadí také subvirové patogeny, například priony.

Buněčné živé soustavy mohou mít dva typy buněk, jsou to buňky prokaryotické a organismy, které se vyznačují tímto typem buněk, jsou **prokaryota**, dále jsou to buňky eukaryotické a organismy, které se vyznačují tímto typem buněk, jsou **eukaryota**.

Prokaryotické buňky jsou složeny z prokaryotického jádra, cytoplazmy a plazmatické membrány, většina buněk obsahuje ještě buněčnou stěnu. Jádro není od cytoplazmy ohraničeno membránou, sestává se z jedné molekuly

dvouřetězcové DNA a označuje se jako nukleoid. Vnitřek buněk není rozdělen na kompartmenty a ribozomy se vyskytují jen v cytoplazmě. Prokaryotické buňky neobsahují mitochondrie ani plastidy.

Eukaryotické buňky jsou složeny také z jádra, cytoplazmy a plazmatické membrány. Jádro je tvořeno chromatinem, je od cytoplazmy ohraničeno membránou. Vnitřek eukaryotické buňky je rozdělen na kompartmenty, například lysozomy, Golgiho komplex a endoplazmatické retikulum. Všechny eukaryotické buňky obsahují mitochondrie, rostlinné buňky ještě plastidy. Ribozomy se rozlišují na cytoplazmatické ribozomy, ribozomy mitochondrií a ribozomy chloroplastů (Rosypal, 2003, s. 7-9).

Dělení na prokaryota a eukaryota se používá pro zdůraznění typu buněk, které tvoří daný organismus. Nejvyšším hierarchickým taxonem jsou domény, které byly stanoveny na základě zkoumání molekulární evoluce organismů, především studií genů, které jsou přepisovány do malých ribozomových podjednotek (Rosypal, 2003, s. 9-10).

Domény se rozlišují tři, jsou to **Bakterie** (*Bacteria*), **Archea** (*Archea*) a **Eukarya** (*Eukarya*).

Mikrobiologie se zabývá především bakteriemi a archey. Viry jako zástupci nebuněčných živých soustav jsou také předmětem mikrobiologie. Z eukaryí patří do oboru mikrobiologie mikroskopické houby a prvoci. Vzhledem k rozdílnosti těchto mikroorganismů se mikrobiologie rozdělila na tři odvětví. Virologie zkoumá viry, bakteriologie se zabývá bakteriemi, archey a sinicemi, mykologie zkoumá především kvasinky a mikroskopické houby (Rosypal, 2003, s. 2).

2.1.1 Bakterie

Bakterie (*Bacteria*) je doména jednobuněčných prokaryotických organismů. Mívají kokovitý či tyčinkovitý tvar a zpravidla dosahují velikosti v řádu několika mikrometrů. Studium bakterií se zabývá bakteriologie.

Na pevných agarových půdách, které jsou využívány v projektu, se kultivují a následně sledují především bakterie, proto je významné se touto skupinou mikroorganismů důkladněji zabývat.

2.1.1.1 Anatomie bakteriální buňky

Hlavní částí buňky je protoplast, tedy celistvé těleso živé hmoty, které je od okolního prostředí odděleno cytoplazmatickou membránou, která je pružná, tenká a semipermeabilní. Tato membrána je většinou ještě překryta tuhou buněčnou stěnou (Bednář, 1999, s. 35).

Nejvýznamnější součásti bakteriální buňky jsou:

- **Nukleoid** obsahuje genetickou informaci v jediné dlouhé vláknité molekule deoxyribonukleové kyseliny. Jádro se nachází v každé buňce, při reprodukci dochází pouze k prostému dělení (replikaci).
- **Cytoplazma** bakterií má strukturu gelu, který obsahuje různé organické a anorganické látky a ribozomy. Na rozdíl od eukaryotické buňky neobsahuje endoplazmatické retikulum a mitochondrie.
- **Ribozomy** jsou menší než ribozomy eukaryotních buněk, jsou viditelné pouze v elektronovém mikroskopu. Na ribozomy jsou přiváděny aminokyseliny a následně jsou zabudovány do specifických polypeptidů.
- **Inkluze** mají odlišný obsah dle druhu bakterií a dostatku živin v daném čase. Jsou to různá granula a agregáty, tvořené především volutinem, lipidy, glykogenem, případně sírou.
- **Mesozomy** jsou lamelovité útvary, které vznikají invaginací buněčné membrány. Jsou časté především u grampozitivních bakterií. Jejich význam je při dělení bakterií nebo sporulaci.
- **Cytoplazmatická membrána** je u bakteriální buňky silná 5-10 nanometrů a je složena převážně z lipopolysacharidů. Molekuly lipidů jsou seřazeny ve dvojité vrstvě a po stranách jsou kryty vrstvou bílkovin. Cytoplazmatická membrána vytváří osmotickou bariéru nepropustnou pro některé látky s malou molekulou a určuje rozdílný obsah těchto látek

v cytoplasmě a v okolním prostředí. Aktivně selektivně transportuje specifické rozpustné živiny do buňky a odstraňuje katabolity z buňky ven.

- **Buněčná stěna** naléhá zvenčí na cytoplazmatickou membránu. Je relativně pevná a silná, její tloušťka je 10 až 25 nanometrů. Je tuhá, ale zároveň elastická a určuje charakteristické tvary bakterií. Jako jsou koky, tyčky, spirální tvary. Buněčná stěna má také významnou roli při dělení buňky. Její chemické složení se liší u různých druhů bakterií, ale u všech je obsažena hlavní zpevňující složka a tou je peptidoglykan. Obecně ho grampozitivní bakterie obsahují více než gramnegativní. Grampozitivní bakterie také obsahují velké množství kyseliny teichoové.
- **Pouzdra, mikropouzdra a hlenovou vrstvu** mají některé bakterie vně buněčné stěny. Pokud dojde k nabobtnání, může mít pouzdro tloušťku až 0,2 μ m, takže je viditelné světelným mikroskopem. Pokud je vrstva tenčí a vidět lze pouze elektronovým mikroskopem, pak se jedná o mikropouzdro. Hlenová vrstva je amorfní látka, kterou bakterie uvolňují do svého okolí. Funkce pouzder i hleny je především obranná před působením různých antibakteriálních činitelů.
- **Bičíky** jsou charakteristické pro pohyblivé bakterie. Jsou to dlouhá, pravidelně spirálově spletená vlákna, která jsou zakotvena v membráně a vystupují ven buněčnou stěnou. Bičíky jsou složeny z bílkoviny flagelinu. Pohyb umožňuje bakteriím lepší přísun živin, případně lepší průnik přes hlenovou pokrývku epitelů a následné šíření v tělních tekutinách a tkáních.
- **Fimbrie** představují vláknité přívěsky, které jsou odlišné od bičíků. Vyskytují se u pohyblivých i nepohyblivých kmenů bakterií. Umožňují bakteriím, aby se pevně přichytily na povrchu rostlinné či živočišné buňky, případně k povrchu buňky jiné bakterie. Konjugativní fimbrie se účastní přenosu DNA při konjugaci (Greenwood, 1999, s. 24-32).

2.1.1.2 Reprodukce bakterií

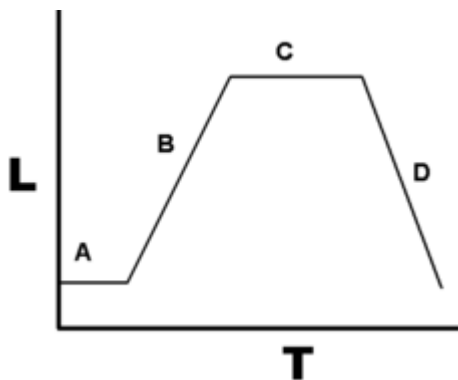
Množení u bakterií se děje především příčným dělením. Buňka nejprve zvětšuje svůj objem, protáhne se přibližně do dvojnásobku své délky a protoplazma se začne rozdělovat vrůstáním příčného septa. Následně se buňka rozdělí na dvě dceřiné buňky. Pokud jsou pro bakterie příznivé podmínky, může se růst a dělení opakovat velice rychle. Každou půlhodinu i rychleji, během jednoho dne se může jedna buňka pomnožit do tisíců až milionů nových buněk. Bakterie se také mohou množit pomocí vegetativních vláken (Julák, 2006, s. 65).

Některé bakterie jsou schopny vytvářet takzvané endospory. Jsou to velice rezistentní útvary, díky nimž může bakterie přežít nepříznivé podmínky. Endospory jsou výrazně odolné proti působení vnějšího prostředí, může to být působení fyzikálních či chemických činitelům. Vydrží ve stavu spory po mnoho let. Pro jejich klíčení neboli geminaci je třeba dostatečný přísun živin a vody (Greenwood, 1999, s. 32-33).

2.1.1.3 Růst bakterií

Růst bakterií v přirozeném prostředí je ovlivněn mnoha činiteli. Obsahem živin, vody, teplotou, působením různých bakterií na sebe navzájem. Také jsou přítomny jiné organismy, jako prvoci, kteří bakterie požírají. V takovém prostředí dochází k množení většinou spíše malému a špatně statisticky zaznamatelnému. Většina bakterií se v přirozeném prostředí, jako je půda, voda či makroorganismus množí jen velice pomalu, případně se nemnoží téměř vůbec, ovšem zůstává v metabolicky aktivním stavu (Bednář, 1999, s. 73).

Jiná situace ovšem nastává, pokud se bakterie pěstují na kultivační půdě. Pokud se měří počet buněk po naočkování v pravidelných intervalech a vynáší se v čase, je výsledkem růstová křivka. Existují dva základní typy růstových křivek, je možné monitorovat celkový počet buněk nebo pouze počet živých buněk v kultuře. Růstová křivka (viz obr. 1) se rozlišuje do čtyř základních částí (Greenwood, 1999, s. 39).



Obr. 1 Křivka růstu bakteriální populace (převzato a upraveno podle [1]).

Vysvětlivky: na ose y (L) je vyneseno počet bakterií v kultuře, na ose x (T) je čas.

Písmena značí jednotlivé fáze růstu – A (lag-fáze), B (exponenciální fáze),

C (stacionární fáze), D (fáze odumírání)

- **Lag-fáze**

Buňky se ještě nemnoží, ale probíhá jejich intenzivní metabolismus a zvětšují svůj objem. V této fázi může také probíhat přestavba spory ve vegetativní buňku. Musí také dojít k dostatečnému nahromadění látek, potřebných k syntéze purinů, vitaminů a aminokyselin. Probíhá syntéza enzymů, které jsou potřebné k využití živin přítomných v mediu (Kaprálek, 1999, s. 94).

- **Exponenciální fáze růstu**

Bakteriální populace se v této fázi množí geometrickou řadou s koeficientem 2. To znamená, že ze dvou buněk vznikají čtyři, dále osm. Rychlost růstu v této fázi závisí na různých okolnostech a pohybuje se ve velice širokém rozmezí. Nejkratší doba je u termofilních bakterií, které se množí v řádech několika minut. U běžných bakterií jako *Escherichia coli* je doba, potřebná k namnožení 20 minut. Mykobakterie se množí během hodin až dnů. Rychlost množení závisí na genetické determinaci bakterie, chemickém složení media, ve kterém populace roste, na množství živin, důležité je, zda bakterie dostávají v živném mediu již hotové stavební látky nebo je musí vytvářet. Velký vliv mají také fyzikální podmínky okolí viz dále (Kaprálek, 1999, s. 95).

- ***Stacionární fáze růstu***

Po určité době exponenciálního růstu není již kultura schopna intenzivního množení a přechází do stacionární fáze. Ačkoliv neprobíhá množení, bakterie mají přesto určitou biosyntetickou aktivitu, to se označuje jako endogenní metabolismus, který zajišťuje buňce přísun energie a živin, které jsou nutné pro přežití buňky. Zástava růstu ve stacionární fázi je většinou způsobena využitím všech živin, které byly k dispozici v živném mediu, tedy v kultivační půdě, případně se také může růst zastavit díky nahromadění toxických odpadních zplodin (Kaprálek, 1999, s. 97).

Buňky ve stacionární fázi růstu mohou obsahovat polymerní látky, jako jsou polysacharidy a lipidy, které nebyly v předchozí fázi přítomny. Gram pozitivní bakterie mohou být v této fázi gram negativní, pro jejich sledování je tedy třeba využít exponenciální fázi růstu. Většina bakterií na počátku stacionární fáze produkuje druhotné metabolity, jsou to například antibiotika a exotoxiny. Na počátku stacionární fáze také dochází k zahájení sporulace u druhů, které jsou sporulace schopny (Greenwood, 1999, s. 40).

- ***Fáze odumírání***

Stacionární fáze postupně přechází ve fázi odumírání. Tato fáze je charakterizována tím, že ubývá živých bakterií, za mrtvou bakterií se považuje taková, která není schopna dát potomstvo. Příčinou hynutí bakterií je působení fyzikálních a chemických procesů, které působí destruktivně na buňku a dojde k tomu, že v určitém okamžiku převládou destruktivní procesy nad těmi opravnými, které provádí buňka. Dochází k nahromadění toxických produktů a buňky se snadno začnou natravovat svými enzymy a cytoplazma se začne vylévat do okolí, tomuto procesu se říká autolýza. Studium hynutí bakterií a znalost u konkrétních kmenů má veliký význam při sterilizaci, zjišťuje se, při jakých podmínkách zahynou všechny bakterie, ale je to také významné naopak, pokud je třeba ponechat živé kmeny některých bakterií (Kaprálek, 1999, s. 108).

2.1.1.4 Výživa bakterií

Přísun živin je samozřejmě základním předpokladem pro život bakterií. Základními prvky jsou uhlík, vodík, kyslík a dusík, dále to jsou v menší míře síra, fosfor a v malé míře jsou to dále prvky jako sodík, draslík, hořčík, železo, mangan (Šilhánková, 2002, s. 58).

Podle zdroje uhlíku se mikroorganismy rozdělují na ty, pro které je hlavním zdrojem oxid uhličitý, pak se jedná o mikroorganismy autotrofní nebo litotrofní. Pokud získávají energii oxidací anorganických látek, jsou chemosynteticky autotrofní nebo chemolitotrofní. Pokud získávají energii ze slunečního světla, jsou fotosynteticky autotrofní neboli autolitotrofní. Většina mikroorganismů včetně lékařsky významných získává energii rozkladem organických živin, jsou to tedy organismy heterotrofní nebo chemoorganotrofní (Kaprálek, 1999, s. 118).

Zdroj uhlíku je velice důležitý, aby mohlo dojít k vytvoření základních stavebních bloků v buňce. Bakterie využívají zdroje ze svého okolí, v případě parazitických druhů, dochází k využívání sacharidů a aminokyselin z tkáňových tekutin hostitele (Greenwood, 1999, s. 44).

Hlavním **zdrojem dusíku** je amoniak, který se vyskytuje především ve formě amonných solí. Tyto soli jsou buď přítomny v okolí buňky, nebo si je musí sama opatřit deaminací dusíkatých organických látek, tedy aminokyselin. Některé mikroorganismy dokážou fixovat plynný dusík a mají velký význam v přirozených ekosystémech (Greenwood, 1999, s. 44).

Zdroj kyslíku je pro bakterii různě důležitý. Záleží na tom, o jaký druh bakterie se jedná vzhledem k příjmu kyslíku. Některé bakterie kyslík nutně potřebují, to jsou bakterie striktně aerobní, další bakterie mohou existovat i bez kyslíku, takové se označují fakultativně anaerobní. Pro další skupinu může být kyslík toxický a ke svému životu ho nepotřebují, jsou to bakterie striktně anaerobní (Kaprálek, 1999, s. 120).

Z *anorganických solí* jsou potřeba především anionty fosforečnanové a síranové. Kationty sodné, draselné, hořečnaté, železité, manganaté a vápenaté. Ve stopovém množství je potřeba například kobalt (Šilhánková, 2002, s. 58).

Některé *organické látky*, jako aminokyseliny, nukleotidy, lipidy a koenzymy musí mikroorganismy syntetizovat nebo přijímat z okolního prostředí. Různé mikroorganismy se výrazně liší ve schopnosti biosyntézy, tedy schopnosti si tyto látky sami vytvářet. Pro syntézu bílkovin je třeba dvacet aminokyselin a pro syntézu peptidoglykanu u bakterií o několik více. Některé mikroorganismy jsou schopny syntetizovat všechny potřebné látky, jiné je musí přijímat. Zde také záleží na evoluci jednotlivých bakterií. Některé jsou schopné biosyntézy téměř všech potřebných látek, jiné jsou přizpůsobeny parazitickému způsobu života a jsou závislé na dodání látek ze svého okolí. Takové bakterie jsou náročnější na pěstování v umělých podmínkách (Greenwood, 1999, s. 44).

2.1.1.5 Fyzikální podmínky růstu bakterií

Rychlý růst bakterií v exponenciální fázi, je ovlivněn celou řadou fyzikálních podmínek.

Přítomnost plynů je různě důležitá pro konkrétní druh bakterií. CO₂ je potřeba u autotrofů. Přítomnost kyslíku záleží podle druhu bakterií, zda se jedná o striktně aerobní, striktně anaerobní či fakultativně anaerobní. Další významný plyn je dusík, potřebují ho přijímat nitrátové bakterie (Greenwood, 1999, s. 46).

Teplota je další velice důležitý fyzikální faktor pro růst bakterií. Teplotní optimum pro bakterie je takové, při kterém se běžně vyskytují v přírodě. Podle teplotního rozmezí ideálního pro růst se bakterie rozdělují do tří základních skupin. Jsou to bakterie psychrofilní, které se vyskytují v půdě a vodě a jejich teplotní optimum se pohybuje pod 20 °C. Mohou existovat i při teplotách pod bodem mrazu. Některé jsou tedy schopny přežít i ve zmrazených potravinách. Mezofilní jsou označovány bakterie, které jsou schopny růstu v rozmezí 25 – 40 °C, vyskytují se především jako parazité teplokrevných živočichů. Termofilní jsou

bakterie, pro které je teplotní optimum mezi 55 – 80 °C. Teplota se tedy dá využít jako velice významný činitel pro regulaci růstu bakterií. Účinek vysoké teploty je jeden z nejvýznamnějších faktorů zničení mikroorganismů a spočívá v koagulaci a denaturaci buněčných bílkovin ve vlhkém prostředí a v oxidaci a zuhelnatění za sucha (Greenwood, 1999, s. 46-47).

Voda je další fyzikálním faktorem, vzhledem k tomu, že čtyři pětiny bakteriální buňky tvoří voda, je její přítomnost životně důležitá. Pokud je vody nedostatek přežívají bakterie různě dlouhou dobu. Pomocí v přežití může tvorba endospor, které přežijí velice dlouho. Například spory antraxu přežily na nitích po dobu 60 let (Greenwood, 1999, s. 47).

Koncentrace vodíkových iontů, tedy pH je dalším důležitým faktorem. Patogenní bakterie rostou většinou v prostředí s neutrálním pH. Další bakterie, které se nazývají acidofilní, mají pro svůj růst rády především kyselé prostředí, jsou to například laktobacily. Obecně lze říci, že silně zásadité či silně kyselé prostředí je vhodné pro usmrcování bakterií, ovšem některé druhy jako mykobakterie jsou proti výkyvům pH rezistentní (Greenwood, 1999, s. 47-48).

Účinek osmotického tlaku je díky pevné buněčné stěně pro bakterie významný až při výraznější změně koncentrace. Pro většinu bakterií je maximální koncentrace chloridu sodného v roztoku 5 – 12%, některé druhy, které se označují jako halofilní, mohou žít i ve větších koncentracích, dokonce i v nasyceném roztoku (Greenwood, 1999, s. 48).

2.1.1.6 Systém bakterií

Bakterie se rozdělují do systému především na základě fenotypických znaků, přičemž se také přihlíží k molekulárně-biologickým aspektům. V popisu fenotypových znaků se zdůrazňuje nejen morfologie bakterií, ale i jejich fyziologie, především metabolismus a vztah bakterií k faktorům prostředí.

Bakterie se rozdělují podle stavby buněčné stěny do tří oddělení (Rosypal, 2003, s. 126-127).

Oddělení I. Gramnegativní bakterie s buněčnou stěnou (*Gracilicutes*)

Tyto bakterie mají tvar koků, tyček, zakřivených tyček nebo spiril. Rozmnožují se binárním dělením, některé pučením nebo mnohonásobným dělením (Rosypal, 2003, s. 127-140).

Patří sem následující skupiny bakterií (viz tab. 1).

Tab. 1: Hlavní skupiny gramnegativních bakterií s buněčnou stěnou

(podle Rosypal, 2003, s. 127-140).

Skupiny gramnegativních bakterií s buněčnou stěnou	Významní zástupci
Spirochéty	<i>Borrelia recurrentis</i> , <i>Borrelia burgdorferi</i> , <i>Treponema pallidum</i> , <i>Leptospira</i>
Spirily	<i>Bdellovibrio bacteriosus</i> , <i>Campylobacter</i>
Aerobní a mikroaerobní tyčky a koky	<i>Bordetella pertusis</i> , <i>Legionella pneumophila</i> , <i>Nisseria gonorrhoeae</i>
Fakultativně anaerobní tyčky	<i>Escherichia coli</i> , <i>Salmonella enteritidis</i> , <i>Vibrio cholerae</i> , <i>Shigella dysenteriae</i>
Aerobní tyčky	<i>Thermotoga</i>
Desulfobakterie	<i>Desulfovibrio</i> , <i>Thermodesulfobacterium</i>
Rickettsie a Chlamydie	<i>Rickettsia prowazekii</i> , <i>Chlamidia pneumoniae</i>
Anoxygenní fototrofní	Purpurové sірné a zelené sірné bakterie
Oxygenní fototrofní	Cyanobakterie (sinice)
Aerobní chemoautotrofní	Bakterie oxidující síru, železo, mangan nebo nitrifikační bakterie
Kaulobakterie a Planktomycety	<i>Planctomyces</i>
Pochvaté bakterie	Bakterie schopné oxidace Fe ^{II} na Fe ^{III}
Cytofágy	<i>Cytophaga</i> , <i>Beggiatoa</i>
Myxobakterie	<i>Myxococcus</i>

Oddělení II. Grampozitivní bakterie s buněčnou stěnou (*Firmicutes*)

Tyto bakterie mohou být koky, tyčky nebo vláknité. Množí se příčným dělením. Některé tvoří klidové formy neboli endospory (Rosypal, 2003, s. 138). Patří sem následující skupiny bakterií (viz tab. 2).

Tab. 2: Hlavní skupiny grampozitivních bakterií s buněčnou stěnou

(podle Rosypal, 2003, s. 138-141).

Skupiny grampozitivních bakterií s buněčnou stěnou	Významní zástupci
Koky	<i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Staphylococcus pneumoniae</i>
Tyčky a koky tvořící endospory	<i>Bacillus anthracis</i> , <i>Clostridium tetani</i> , <i>Clostridium botulinum</i>
Nesporulující tyčky pravidelného tvaru	<i>Lactobacillus</i> , <i>Listeria monocytogenes</i> ,
Nesporulující tyčky nepravidelného tvaru	<i>Corynebacterium diphtheriae</i> , <i>Arachnia propionica</i> , <i>Bifidobacterium</i>
Mykobakterie	<i>Mycobacterium tuberculosis</i>
Streptomycety	<i>Streptomyces griseus</i> , <i>S. aureofaciens</i>

Oddělení III. Bakterie bez buněčné stěny (*Tenericutes*)

Tyto bakterie jsou velice malé, většinou mají tvar koků nebo jsou vláknité, Vyskytují se jako saprofyty, parazité i patogenní.

Významná skupina jsou mykoplazmata, kam patří například *Mycoplasma pneumoniae* (Rosypal, 2003, s. 138-141).

2.1.1.7 Patogenita bakterií

Naprostá většina známých bakterií není schopna života v lidském těle. Z těch, které jsou schopny je osidlovat, může jen asi 200 druhů vyvolávat

onemocnění. Schopnost daného bakteriálního druhu vyvolat onemocnění se nazývá patogenita a bakterie schopné vyvolávat onemocnění se nazývají patogenní bakterie nebo patogeny (Julák, 2006, s. 148). Patogenní bakterie se dělí na podmíněné a primární patogeny. Podmíněné patogeny způsobují onemocnění poměrně málo často, většinou k onemocnění dojde v případě oslabení obranyschopnosti organismu. Jsou to často obyvatelé kůže a trávicího ústrojí člověka, příkladem je *Escherichia coli* nebo *Staphylococcus aureus*. Primární patogeny jsou schopny infikovat okamžitě zdravého člověka (Greenwood, 1999, s. 93).

Patogeny mohou pronikat do organismu různými cestami, respiračním, gastrointestinálním a urogenitálním traktem, také mohou pronikat porušenou kůží nebo po bodnutí hmyzem.

Pokud dojde k průniku do organismu, přichytí se bakterie ke sliznicím organismu, vzniká tak ohnisko infekce, které obranné mechanismy organismu mohou včas zlikvidovat, pokud se tak nestane, šíří se infekce dále do organismu. Pro bakterie je důležité, aby měli možnost od hostitele získávat živiny, nutné k množení a samozřejmě musí být schopny odolávat obranným mechanismům hostitele. Některé bakterie projevují svůj patogenní účinek po přichycení na povrch sliznice a přitom nepronikají dále do tkání, produkují totiž toxiny nebo jiné agresivní látky, které organismus poškozují.

Během vývoje se u bakterií vyvinuly složité mechanismy, které umožňují ochranu před obrannými mechanismy organismu. Tato rezistence záleží především na stavbě povrchových vrstev. Jedním z nejběžnějších způsobů je vytvoření odolného pouzdra, to je tvořeno polysacharidy, které snižují účinnost fagocytózy. Další možností je schopnost bakterií odolávat rozkladným enzymům, nebo tvorba antigenů (Julák, 2006, s. 156).

Velice zajímavým mechanismem je tvorba toxinů, které účinkují přímo na buňku nebo zasahují imunitní systém, který poškozují. Mohou to být účinky na neuromuskulární ploténky, které způsobuje botulotoxin, poškození motorických svalů způsobuje toxin tetanu. Vzestup tělesné teploty způsobují streptokoky a stafylokoky, mohou také být původci nekrózy kůže a erytému. V trávicím traktu způsobují sekreci vody a elektrolytů, průjem a zvracení toxiny bakterií cholery, shigely a dalších (Greenwood, 1999, s. 93-100).

2.1.2 Houby

Houby jsou eukaryotické heterotrofní organismy, které se rozmnožují výtrusy neboli sporami. Jejich tělo se nazývá stélka a je složeno z rozvětvených a propletených vláken, v některých případech je tělo hub jednobuněčné, například u kvasinek. Houby, se kterými se studenti mohou setkat při práci s agarovými půdami a kultivací, jsou především plísně a kvasinky (Šilhánková, 2002, s. 72).

2.1.2.1 Buněčná stavba kvasinek

Kvasinky jsou heterotrofní eukaryotní mikroorganismy, které svůj název získaly díky schopnosti zkvašovat sacharidy na etanol a oxid uhličitý (Šilhánková, 2002, s. 73).

Součástí buňky kvasinky:

- **Buněčná stěna**, její hlavní složkou jsou polysacharidy, které tvoří síť vláken, do kterých jsou zachyceny bílkoviny, fosfolipidy a fosforečnany. Některé druhy kvasinek vytváří kolem buněčných stěn ještě pouzdro, které je barvitelné modře jodem.
- **Cytoplazmatická membrána** se někdy nazývá plazmalema, je poměrně tenká, složená z lipidů a protein. Je propustná pouze pro malé molekuly bez náboje, tvoří díky tomu osmotické rozhraní mezi buňkou a okolím. Na rozdíl od bakterií neobsahuje dýchací enzymy a systém oxidační fosforylace.
- **Cytoplazma** obsahuje systém dvojité membrány, které vytváří endoplazmatické retikulum, na jehož povrchu jsou ribozomy, což je místo syntézy bílkovin. Dále jsou v cytoplazmě kvasinek přítomny mitochondrie, které jsou obklopeny dvěma membránami, z nichž vnitřní vytváří krysty. Mitochondrie jsou sídlem dýchacích enzymů a systému oxidační fosforylace.

- **Vakuola** vytváří kulovitý útvar, který je obklopen jednoduchou membránou. U starších buněk někdy vakuola vyplňuje celý prostor buňky. Obsahují zásobu draselných iontů, aminokyselin a purinů, takže jsou rezervoárem látek, které se účastní metabolismu.
- **Golgiho aparát** má tvar plochého měchýřku nebo několika propojených plochých cisteren, jeho funkce spočívá v transportu prekurzorů buněčné stěny z cytoplazmy přes cytoplazmatickou membránu.
- **Jádro** je zřetelně ohraničeno jadernou membránou a tvoří ho chromatin, tedy komplex dsDNA, histonů a proteinů nehistonové povahy. Většina genetické informace kvasinkové buňky je uložena v chromozómech v jádře (Šilhánková, 2002, s. 60-68).

2.1.2.2 Rozmnožování kvasinek

Kvasinky se rozdělují na základě morfologických znaků buněk, jejich metabolismu a podle způsobu vegetativního a pohlavního rozmnožování.

Podle způsobu pohlavního rozmnožování lze kvasinky rozdělit do tří hlavních skupin [2].

1. Rody tvořící askospory; jsou zařazovány mezi *Ascomycotina*, a to do třídy *Hemiascomycetes* a řádu *Endomycetales*
2. Rody tvořící bazidiospory nebo sporidie, jsou zařazovány mezi *Basidiomycotina*.
3. Rody, u nichž není známa tvorba pohlavních spor, jsou zařazovány mezi *Deuteromycotina*.

2.1.2.3 Onemocnění způsobená kvasinkami

Mezi nejčastější původce kvasinkových onemocnění u člověka patří *Candida albicans*, je původcem povrchových, ale i systémových mykóz. Patogenní mohou být i další druhy, například *Candida tropicalis*, *Candida*

stellatoidea, *Candida parapsilosis*. Kandidy se řadí k dimorfním houbám, vytváří oválné či kulaté buňky. Kolonie, které vytváří, jsou smetanově bílé, vypouklé, mazlavé a mají charakteristickou kvasnou vůni. Kandidy zkvašují různé cukry, této schopnosti se využívá při určování jednotlivých druhů kvasinek (Bednář, 1999, s. 352-354).

2.1.2.4 Buněčná stavba plísní

Jako plísně se označují mikroskopické vláknité eukaryotní mikroorganismy, které náleží mezi houby. Plísně vytváří stélku neboli thalus, tato stélka je složena z vláken, které jsou buď jednobuněčná, tedy bez přepážek nebo jsou vícebuněčná (Šilhánková, 2002, s. 82).

- **Jádro** je většinou haploidní povahy a v každé buňce je jedno nebo dvě, je pozorovatelné až pod elektronovým mikroskopem.
- **Cytoplasma** obsahuje stejně jako u kvasinek endoplazmatické retikulum a mitochondrie. Také vakuoly, zrníčka polyfosfátů a kapičky tuku, které se dají sledovat již světelným mikroskopem
- **Cytoplazmatická membrána** má podobné složení i funkci jako u kvasinek
- **Buněčná stěna** obsahuje látky jako glukán, galaktomannan a chitin, tímto složením se odlišuje od buněčné stěny kvasinek. Stavba se také výrazně liší podle toho, zda se jedná o buňky hyf či fruktifikačních orgánů (Šilhánková, 2002, s. 84).

2.1.2.5 Rozmnožování plísní

Plísně se rozmnožují jednak rozrůstáním hyf, jednak spory. Spory vznikají buď vegetativním způsobem, tedy nepohlavní neboli vegetativní spory,

nebo po spájení, kdy vytváří pohlavní spory.

Vegetativní spory se tvoří buď ve vegetativních hyfách, nebo na zvláštních fruktifikačních orgánech. Spory umístěné vně orgánů se nazývají exospory neboli konidie, zatímco spory, které se nachází uvnitř orgánů, se nazývají endospory. Jestliže je hyfa nesoucí konidie zřetelně odlišena od ostatních hyf, nazývá se konidiofor. Endospory vznikají ve vakovitém útvaru zvaném sporangium a nazývají se sporangiofory. Sporangiospory mají většinou více jader.

Pohlavní spory vznikají spájením dvou buněk. Zygospory jsou diploidní buňky se silnou obalovou vrstvou, při klíčení zygospory dojde k meióze, při níž tři haploidní jádra zaniknou a čtvrté se dělí mitózou, ze zygospory pak vyroste sporangiofor se sporangiem. Askospory jsou uspořádány po osmi ve věcku. Při meióze dochází ke vzniku čtyř haploidních jader, která se potom dělí ještě mitózou, čímž se vytvoří základ pro osm askospor ve věcku (Šilhánková, 2002, s. 85 – 98).

2.1.2.6 Patogenita plísní

Onemocnění způsobená houbami se rozděluje do několika skupin. Jsou to mykózy, mykotoxikózy, mykoalergózy a mycetomy. Plísně způsobují především mykózy. Označují se tak onemocnění vyvolaná především mikromycetami, která patří mezi věckaté nebo imperfektní houby, méně často mezi houby stopkovýtrusé (Bednář, 1999, s. 344).

Mykotická onemocnění mohou být povrchová, která postihují kůži a viditelné sliznice. Další mohou být hluboká, orgánová neboli systémová. Z povrchových mykóz jsou nejčastější dermatofytózy. Kožní mykózy jsou vyvolány plísněmi, které se množí pouze v keratinových vrstvách kůže, případně vlasech či nehtech, ale nepronikají do hlubších tkání. Nejvýznamnějšími patogeny jsou dermatofyta. Z orgánových a systémových to jsou aspergilóza, fykomykóza, kokcidiomykóza, mukormykóza a mnoho dalších. Plísně se šíří invazí do tkání nebo krevní cestou a postihují plíce, gastrointestinální trakt, ledviny a další orgány (Bednář, 1999, s. 344 – 348).

2.1.3 Viry

Viry nepatří do skupiny mikroorganismů, které by bylo možné sledovat světelným mikroskopem nebo v koloniích na kultivačních půdách. Ovšem jedná se o mikroorganismy, které mají patologický potenciál. V rámci projektu je třeba žáky informovat o rozdílu mezi bakteriemi a viry, také popsat běžná onemocnění způsobená viry.

Viry jsou nukleoproteinové částice, které nesou určitou genetickou informaci, avšak nemají enzymové vybavení pro zajištění základních životních funkcí. Jsou schopny infikovat vhodnou hostitelskou buňku, tedy do ní přenést svou nukleovou kyselinu a využít hostitelova enzymového systému pro svou replikaci (Šilhánková, 2002, s. 99).

2.1.3.1 Morfologie virů

Viry se vyskytují ve dvou fázích. Je to fáze extracelulární, která se nazývá virion a fáze intracelulární neboli fáze replikační, která spočívá v replikaci virové nukleové kyseliny v buňce hostitele a v tvorbě nových virionů uvnitř hostitelské buňky. Viriony se skládají z molekuly DNA nebo RNA a bílkovinného obalu nebo schránky, zvané kapsida. Některé viry vyšších organismů jsou obaleny ještě zvláštní membránou, bohatou na lipidy (Šilhánková, 2002, s. 98).

Zralé viriony většinou obsahují jedinou molekulu nukleové kyseliny, dvouřetězcovou DNA nebo jednořetězcovou RNA. Prostorové uspořádání genetického materiálu je buď izometrické nebo šroubovicovité. Bílkovinný obal se skládá z bílkovinných podjednotek, které se u mnohostěnných virů seskupují do pěti nebo šesti kapsomerů. Kapsomery jsou kulovitěho tvaru a jsou většinou zjištělné pomocí elektronového mikroskopu. Tvoří stěny nebo vrcholy a hrany mnohostěnu, který obklopuje genetický materiál a nazývá se kapsida (Šilhánková, 2002, s. 99-102).

2.1.3.2 Patogenita virů

Viry se systematicky a taxonomicky rozlišují především podle rozměrů a morfologie virionu, přítomnosti nebo nepřítomnosti povrchového obalu, typu a molekulární stavby genomové nukleové kyseliny, dále se rozlišují podle okruhu hostitelů (Rosypal, 2003, s. 592).

Živočišné viry, které jsou v centru naší pozornosti, se klasifikují do 1 řádu (*Mononegavirales*) a dále do čeledí a skupin (Rosypal, 2003, s. 594).

1. Neobalené viry s jednořetězcovou DNA (neobalené ssDNA viry)

- *Paraviridae* mohou způsobit například infekční erytém.
- *Adenoviridae* způsobují častá onemocnění sliznic dýchacího, trávicího a urogenitálního traktu, některé mohou být onkogenní.
- *Papovaviridae* jsou často onkogenní, zástupcem je papilomavirus člověka, který vyvolává bradavice na kůži a kondylomy na sliznici genitálií.
- *Picornaviridae* náleží k nejmenším RNA-virům. Patří sem například virus dětské obrny, hepatitidy A a rýmy.
- *Caliciviridae* mají významného zástupce rodu *Rotavirus*, který je běžným původcem průjmů dětí, ale také infekcí dýchacích cest.

2. Obalené viry s dvouřetězcovou DNA (obalené dsDNA viry)

- *Poxviridae* jsou vhodnými vektory cizorodých genů do eukaryotických buněk. Patří sem viry planých i černých neštovic.
- *Herpesviridae* působí především nejrůznější infekční opary na kůži i sliznicích. Herpesvirus může také buňku nádorově transformovat.

3. Obalené viry s jednořetězcovou RNA (obalené ssRNA-viry)

- *Coronaviridae* působí řadu infekčních chorob různých orgánů, především horních cest dýchacích.
- *Paramyxoviridae* působí u člověka spalničky a příušnice.

- *Othomyxoviridae* jsou viry chřipky A, B, C. Především viry typu A se projevují neustálou antigenní proměnlivostí, stále se objevují nové kmeny a subtypy.
- *Bunyaviridae* jsou zpravidla přenášeny členovci a patří sem hemoragické horečky a specifické encefalitidy.
- *Flaviviridae* jsou přenášeny komáry či klíšťaty. Způsobují horečku dengue, žlutou zimnici, klíšťové encefalitidy. Patří sem také virus lidské hepatitidy C.

4. Obalené dsDNA-viry se zpětnou transkriptázou

- *Hepadnaviridae* způsobují hepatitidu B.

5. Obalené ssRNA-viry se zpětnou transkriptázou

- *Retroviridae* patří sem retrovirus HIV, původce smrtelné choroby AIDS. Dále mohou retroviry způsobovat zhoubné nádory jako sarkomy a lymfomy (Rosypal, 2003, s. 595-600).

2.1.4 Přenos původců onemocnění

Přenos původců onemocnění začíná vyloučením původce ze zdroje nákazy, následuje pobyt ve vnějším prostředí a děj končí vstupem do jedince. Způsob přenosu nákazy může být buď přímý, nebo nepřímý (Jílek, 1996, s. 19).

Přímý přenos původců onemocnění spočívá v nutnosti bezprostředního kontaktu toho, kdo je zdrojem nákazy, s vnímavým jedincem. Patří sem především přenos pohlavních chorob, svrabu, některých mykóz a onemocnění, která se přenáší z matky na plod.

U nepřímého přenosu existuje mezi zdrojem nákazy a nakaženým některý z faktorů přenosu. Nepřímo přenášení původci musí disponovat určitou rezistencí vůči vnějším podmínkám, aby přečkali dobu mezi opuštěním těla zdroje nákazy a vniknutím do vnímavé osoby (Jílek, 1996, s. 20).

- **Alimentární přenos nález,** zde dochází k nákaze prostřednictvím potravin či nápojů, které byly kontaminovány zárodky vyloučenými ze zdroje nákazy. Alimentární cestou se přenáší například břišní tyfus, salmonela, cholera, hepatitida A.
- **Vzdušné nákazy** neboli také kapénkové vznikají díky nemocným, kteří onemocnění šíří dále. Původci nález se uvolňují především z povrchů sliznic respiračního traktu. Zárodky se nacházejí především v kapénkách aerosolu, který vzniká při průchodu vzduchu dýchacím traktem. Produkoovaný aerosol obsahuje kapénky různé velikosti a složení, větší klesají k zemi, menší se pohybují vzduchem a dosahují poměrně značných vzdáleností od zdroje. Například při kýchnutí se udává dolet kapének až 15m. Vzdušnou cestou se přenáší například chřipka, pneumokokový zánět plic, plané neštovice, pátá nemoc.
- **Transmisivní** nákazy jsou přenášeny členovci. Příkladem je encefalitida, přenášená klíštětem nebo malárie, přenášená komárem rodu *Anopheles* (Jílek, 1996, s. 20-23).

2.1.5 Normální osídlení kůže a sliznic mikroorganismy

Každý jedinec je po narození postupně osidlován mikroorganismy ze zevního prostředí. Za normální flóru se obvykle považují jen bakterie, případně plísně, ale nikoliv viry. Každá oblast těla je osidlována typickými zástupci, kteří se liší podle toho, zda se jedná o kůži či vnitřní orgánové soustavy, v dané lokalitě se druhy nechovají jako patogeny a jejich množství je vzájemně regulováno. Normální osídlení představuje nebezpečí především při oslabení obranyschopnosti organismu, například vlivem nádorového bujení, při podávání antibiotik, cytostatik, imunosupresiv, po těžkých operacích. V takových případech může dojít k poruše rovnováhy a namnožení některých druhů, které pak mají patogenní účinky (Bednář, 1999, s. 360).

- ***Kůže***

Kůži osídlují především stafylokoky, pokud se jedná o *Staphylococcus aureus*, osidluje především oblast perinea, odkud má blízko do vaginy, může mít potom za následek syndrom toxického šoku. Z hub jsou to nejčastěji kandidy. Největší osídlení je v uzavřených oblastech, tedy podpaží, mezprstní prostory, perineum.

- ***Respirační trakt***

V tomto traktu se rozlišuje více oblastí podle druhu kolonizace. V horních cestách dýchacích, tedy nosní dutině, tonsilách a nosohltanu převažuje *Staphylococcus epidermidis*, v asi 10% *Staphylococcus aureus*, dále to můžou být streptokoky na mandlích. Dolní cesty dýchací by měly být sterilní, můžou se zde objevit gramnegativní tyčky či enterobakterie.

- ***Zažívací trakt***

Množství bakterií v dutině ústní je podobné jako v tlustém střevě. Na povrchu zubů tvoří bakterie podstatnou část zubního plaku. V jícnu většinou žádná flóra není, což je způsobeno rychlým průchodem do žaludku. V žaludku se uplatňuje kyselina chlorovodíková, která účinně omezuje výskyt bakterií v žaludečním obsahu. V tenkém střevě je velmi nízká koncentrace bakterií, je to způsobeno rychlou peristaltikou a žlučí. V tlustém střevě bylo identifikováno více než 400 druhů, které se považují za normální flóru tlustého střeva. Z tohoto množství více než 95% tvoří striktně anaerobní druhy bakterií.

- ***Urogenitální trakt***

Z močových cest je normálně osídlena pouze sliznice přední části močové trubice. Na zevním genitálu žen se objevuje flóra podobná jako na kůži, uvnitř vaginy je výrazně ovlivněna hormonálně, především je zde osídlení laktobacily, které snižují pH a zamezují tak vstupu jiných bakterií (Bednář, 1999, s. 361-363).

2.1.6 Způsoby ničení mikroorganismů

Pro účely ničení mikroorganismů se využívají antimikrobní látky. Nejprve se budeme zabývat léčivy, která se dělí na antibakteriální, antivirová a antimykotická, potom způsoby dekontaminace povrchů a předmětů (Greenwood, 1999, s. 69-71).

2.1.6.1 Léčiva

- **Antibiotika**

Antibiotika jsou látky, které zpomalují množení bakterií, tedy působí bakteriostaticky, nebo je usmrcují, pak působí baktericidně (viz tab. 3). Jsou produkovány bakteriemi nebo houbami. Účinné jsou i jejich syntetické deriváty. Ze širšího hlediska se k nim řadí i chemoterapeutika, která jsou připravena synteticky, příkladem chemoterapeutik jsou sulfonamidy a chinolony [3].

Tab. 3 Rozdělení antibiotik podle mechanismu účinku (upraveno podle [3])

Mechanismus účinku	Příklady
Inhibice syntézy buněčné stěny	Peniciliny, cefalosporiny, monobaktamy, karbapenemy, vankomycin, bacitracin
Porucha funkce cytoplazmatické membrány	Amfotericin B, azoly, polyeny, polymyxiny
Inhibice syntézy bílkovin	Aminoglykozidy, chloramfenikol, makrolidy, tetracykliny, linkomycin
Inhibice syntézy nukleových kyselin	Sulfonamidy, trimetoprim, chinolony, rifampicin, pyrimetamin

- **Antimykotika**

Nejčastěji se při léčbě povrchových mykóz využívá kyselina benzoová. Nejpoužívanější jsou dále azolové deriváty, které mají široké spektrum účinku, sahajícím od kvasinek po vláknité a dimorfní houby (Greenwood, 1999, s. 76).

- **Antivirotika**

Látky, které byly jako první účinné proti virům, byly současně toxické pro organismus hostitele. První prakticky využitelná antivirotika se objevila v 60. letech, jednalo se o látky, účinné proti viru chřipky A.

Od vzniku epidemie AIDS probíhá velký výzkum antivirotik. Současné léky působí na několika úrovních (Bednář, 1999, s. 393):

I. Inhibice adsorpce virů na vnímavou buňku

K tomuto typu preparátu náleží jedno z prvních chemoterapeutik, které bylo prakticky použito k terapii infekce HIV.

II. Zábava uvolnění virové nukleové kyseliny

Do této skupiny patří například preparáty, které jsou účinné proti viru chřipky A. Účinkují tím, že alkalizují prostředí a brání fúzi virového obalu s jeho membránou a vplynutí nukleokapsidy do cytoplasmy.

III. Interference s transkripcí a translací virových genů

Vývoj této skupiny antivirových chemoterapeutik vykazuje zatím největší praktické výsledky. Patří sem léky účinné proti herpesvirům, adenovirům. Do této skupiny patří také nejúčinnější preparáty, které brání propuknutí AIDS u HIV nakažených, jako je Zidovudin a další (Bednář, 1999, s. 393-395).

2.1.6.2 Způsoby dekontaminace

Dekontaminační procesy slouží k odstraňování mikroorganismů. Odstranění může být různého stupně, od částečného nebo selektivního, až po úplnou sterilizaci. Mikroorganismy jsou v našem okolí všudypřítomné, proto jejich úplné odstranění není možné, není to samozřejmě ani žádoucí, protože mnoho mikroorganismů je pro nás prospěšných. Podle dosaženého účinku je vhodné rozlišovat dekontaminační procesy na ty, které způsobují zastavení růstu a množení a mají účinek statický, tedy bakteriostatický, fungistatický a virostatický a dále ty, které způsobují usmrcení a mají účinek cidní, tedy baktericidní, fungicidní, virucidní, v případě virů a prionů jde pouze o jejich inaktivaci (Julák, 2006, s. 89).

Různé metody odstraňování mikroorganismů zahrnují následující pojmy:

- **Úklid, mytí a praní**, odstraňuje mikroorganismy za použití horké vody a povrchově aktivních látek, mokřím omytím se dosahuje snížení počtu mikroorganismů až o 90%.
- **Sanitace** má za účel snížit koncentraci mikroorganismů na úroveň požadovanou ze zdravotního hlediska za bezpečnou. Zahrnuje mechanické čištění, mytí a desinfekci.
- **Asanace** je odstraňování přenašečů a původců nález, nejčastěji jejich mechanickou likvidací.
- **Dezinfekce** je úplné odstraňování původců infekcí. Provádí se fyzikálními i chemickými dezinfekčními prostředky. Dezinfekci by měla předcházet mechanická očista.
- **Sanace** se vymezuje jako vyšší stupeň dezinfekce pro předměty, jako je zdravotnický materiál, který nelze sterilizovat. Od běžné dezinfekce se liší použitím účinnějších dezinfekčních činidel, která působí také na viry a spory.
- **Antisepse** označuje odstranění patogenních organismů z určitého místa lidského těla, za použití antiseptik, případně antibiotik či chemoterapeutik. Antiseptika jsou dezinfekční činidla, která nesmí v místě aplikace člověka poškozovat.
- **Asepsa** je souhrn opatření a postupů, které zabraňují mikrobiální kontaminaci prostředí nebo předmětů. Dodržování těchto postupů ovšem nezaručuje sterilitu.
- **Sterilizace** je úplné odstranění všech životaschopných forem mikroorganismů za použití fyzikálních nebo chemických prostředků. Spolehlivost sterility udává hladina sterilizační jistoty, která určuje

pravděpodobnost výskytu nesterilních položek v souboru sterilizovaných předmětů (Julák, 2006, s. 90-93).

Metody dekontaminace se dělí na fyzikální, chemické a biologické (tamtéž).

1. Fyzikální metody

- **Chlad** je vhodnou metodou dekontaminace pouze pro některé bakterie, například *Neisseria gonorrhoeae* hyne při teplotách blízkých 0 °C, ale většina bakterií při chladu poměrně dobře přežívá. Pokud jsou ve vodě, která zmrzne, mohou být mikroorganismy poškozeny mechanicky krystalky ledu.
- **Pasterizace** spočívá v zahřátí kapaliny na poměrně nízkou teplotu, při dlouhodobé pasterizaci to může být 62 °C po dobu 30 minut, při krátkodobé pasterizaci se zahřívá kapalina pouze několik vteřin na teplotu 70 – 80 °C. Krátkodobá se využívá především ke konzervaci v potravinářství, například pro konzervaci mléka, piva a vína. Poměrně spolehlivě asi na 99% ničí patogeny jako jsou salmonely, mykobakterie, streptokoky a stafylokoky, přežívají spory a termofilní organismy. Pro konzervaci mléka se ještě používá termín ultrapasterizace, která spočívá v tom, že se mléko na krátký okamžik zahřeje vstříknutím vodní páry o teplotě 150 °C, tato metoda je schopna zničit i spory.
- **Var**, který nastává u vody při 100⁰ C, zabíjí mikroorganismy po 2 -30 minutách, včetně bakterií, virů a kvasinek. Přežívají ovšem spory a některé viry například hepatitidy B. Proto není za normálního tlaku vhodný pro sterilizaci nástrojů.
- **Frakcionovaná sterilizace** se provádí varem při 100 °C po dobu 30 minut, který se třikrát opakuje. Její princip spočívá v tom, že odolné spory bakterií vyklíčí a následný var zničí jejich vegetativní formy.

- **Var pod tlakem** je založen na působení přehřáté vodní páry, protože bod varu závisí na tlaku, je bod varu vody při 200 kPa 121 °C a dokonce 134 °C při tlaku 300 kPa. Těchto tlaků a teplot se dosahuje v autoklávech, což jsou silnostěnné kovové tlakové nádoby. Expozice je obvykle doporučena 20 minut při 121 °C a 10 minut při 134 °C, při těchto teplotách se ničí i spory.
- **Horký vzduch** je forma sterilizace, která se provádí v horkovzdušných sterilizátorech. Suché teplo je méně účinné než vlhké, takže je potřeba dosahovat vyšších teplot po delší dobu. Obvykle 160 – 180 °C, po dobu až dvou hodin. Je potřeba dávat pozor na znehodnocení některých materiálů při takto vysokých teplotách.
- **Horký olej** se využívá někdy v zubařské praxi, kdy se ponořením do olejové lázně o teplotě 200 °C sterilizují nástroje.
- **Plamen** při pouhém ožehnutí nemusí být dostatečnou metodou sterilizace, je potřeba zahřátí do červeného žáru, což se využívá při sterilizaci bakteriologických klíčků. Spálení ve spalovně je spolehlivým způsobem dekontaminace materiálů určených k likvidaci.
- **Ultrafialové záření** v rozsahu vlnových délek 210 – 330 nanometrů působí baktericidně. V praxi se využívají germicidní zářivky, které jsou dostatečně účinné do vzdálenosti přibližně 0,5 metru a jsou vhodné k dodatkové dekontaminaci místností, jako jsou sterilní provozy, pítovny a laboratoře a operační sály.
- **Ionizující záření** se používá ke sterilizaci různých nástrojů a pomůcek. Nejčastěji se používá záření gama. Doporučená dávka je 25 kGy, která však neničí spolehlivě některé viry, například hepatitidy a HIV.
- **Osmotický tlak**, tedy především jeho změnou je možné dosáhnout zastavení růstu některých mikroorganismů, čehož se využívá při

konzervaci potravin. Při koncentraci solí 10 – 15% a sacharózy 50 – 70% je většina bakterií inhibována, ovšem plísně, kvasinky a některé bakterie tyto podmínky tolerují (Julák, 2006, s. 93-97).

2. Chemické metody

- **Anorganické kyseliny**, především kyseliny chlorovodíková, dusičná a sírová, jsou při koncentraci okolo 2% účinné na bakterie i jejich spory.
- **Anorganické zásady**, především hydroxidy sodný, draselný a vápenatý, jsou velmi účinné na bakterie, spory i viry, protože při pH větším než 9 denaturují bílkoviny. Díky tomu, že poškozují většinu kovů, je jejich využití omezeno především na hrubou dezinfekci staveb nebo k zasypání mrtvol.
- **Organické kyseliny** mají obecně slabé antibakteriální účinky, používají se především v potravinářství, případně v medicíně k výplachům nebo obkladům. Významné jsou především kyseliny octová, mléčná, propionová, benzoová, sorbová, salicylová, citronová a další.
- **Manganistan draselný** se využívá především k omývání kůže, ran a sliznic. 0,1% roztok je účinný proti bakteriím, 1 – 2% roztok působí i proti některým virům.
- **Peroxid vodíku** se používá jako 3% k ošetření ran a výplachům. Uvolňuje kyslík, který působí na bakterie, spory i viry, ovšem rychle se rozkládá, především při styku s organickými látkami.
- **Ozon** je účinný, ale labilní, někdy se používá k dezinfekci vody.
- **Halogeny**, tedy především chlor, jod a jejich sloučeniny jsou účinné na všechny bakterie, kvasinky a plísně. Plynný chlor se využívá k dezinfekci pitné vody a dekontaminaci odpadních vod. Jod je podstatou řady preparátů, kde je buď ve formě roztoku, nebo kovalentně vázán na kovy. Rozpuštěním jodu a jodidu draselného v etanolu vzniká jodová tinktura,

kteřá působí na spory, mykobakterie, plísně a prvoky.

- **Chlornany** jsou levné preparáty, které se využívají především při úklidu. Roztok chlornanu sodného je základem dezinfekčního prostředku savu.
- **Chloraminy** uvolňují aktivní chlor, stejně jako chlornany, ale jsou účinnější. Nejběžnějším přípravkem je chloramin, který působí v koncentraci 2% po dobu 30 minut dobře na bakterie a v 5% koncentraci po dobu několika hodin likviduje i mykobakterie, spory a viry.
- **Alkoholy** způsobují především denaturaci bílkovin nebo dehydrataci, nepůsobí však na spory a většinu virů. Koncentrovaný etanol spíše mikroorganismy konzervuje. V praxi se využívá především etanol a izomery propanolu.
- **Aldehydy**, tedy především formaldehyd, jehož 40% roztok se nazývá formalín, spolehlivě ničí vegetativní formy bakterií i spory, mykobakterie, plísně a viry. Působí ovšem korozivně na kovy, má dráždivý zápach, je toxický a karcinogenní.
- **Fenol a jeho deriváty** se využívají jako klasické antiseptikum. Působí inaktivaci enzymů a koagulaci proteinů. Působí především proti bakteriím a plísním, nepůsobí na mykobakterie, spory a viry.
- **Povrchově aktivní látky** tvoří rozsáhlou skupinu, také se nazývají detergenty nebo tenzidy. Snižují povrchové napětí a mění povrchové struktury bakteriálních buněk, někdy také inaktivují specifické enzymy a srážejí bílkoviny. Mají účinek především bakteriostatický a působí na grampozitivní bakterie a plísně, nepůsobí na mykobakterie, spory a viry (Julák, 2006, s. 98-101). Dělí se do čtyř tříd, podle svého iontového náboje (Mc Murry, 2007, s. 774):

1. *Anion-aktivní sloučeniny* jsou sodná a draselná mýdla.

2. *Amfotenzidy* jsou amfoterní sloučeniny, účinné především proti bakteriím a plísním.

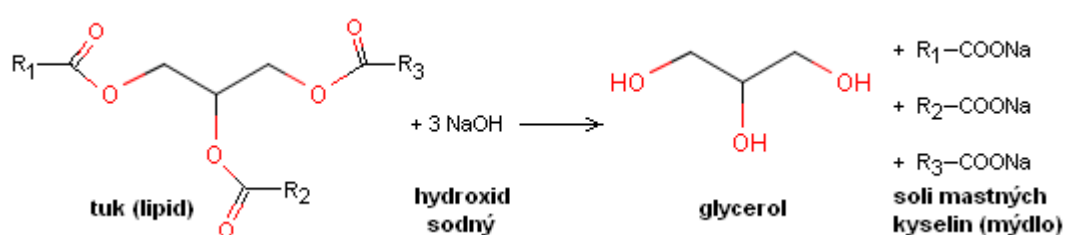
3. *Neionogenní tenzidy* jsou estery vyšších mastných kyselin s cukernými alkoholy.

4. *Kation-aktivní sloučeniny* mají za základ kvartérní amoniové soli, působí dobře na grampozitivní bakterie a plísně, nejsou účinné na mykobakterie, spory a viry. Přípravky septonex a ajatin mají tuto chemickou podstatu (Mc Murry, 2007, s. 775).

2.1.6.3 Mechanismus účinku mycích prostředků

Mycí prostředky jsou takové, které využíváme při běžné osobní hygieně, případně na mytí různých povrchů a materiálů. Základním mycím prostředkem, který má významnou roli při mytí rukou je mýdlo. Omývání rukou pomocí mýdla lze zařadit do skupiny fyzikálních metod, ale zároveň díky chemickému působení mýdla do metod chemických. Mýdlo je směs organických látek v pevné nebo kapalné formě, působící jako anionický tenzid, tedy látka která snižuje povrchové napětí vodných roztoků (Strebllová, 2002, s. 67).

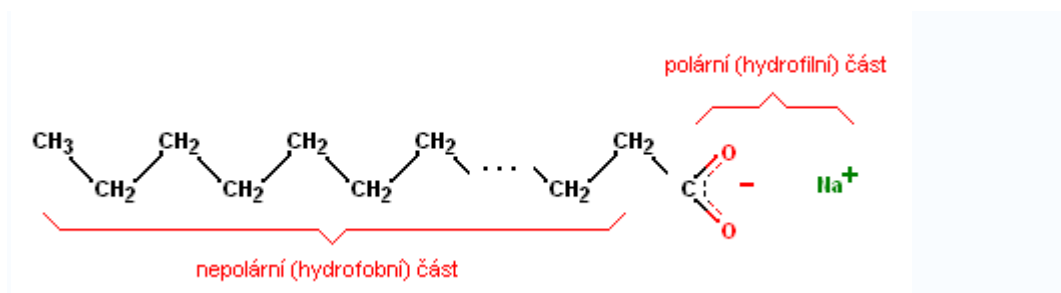
Mýdlo se vyrábí procesem zvaným zmydelňování (obr. 2). Při procesu dochází k reakci mezi přírodním nebo chemicky upraveným tukem a koncentrovaným hydroxidem sodným nebo draselným. Výsledné produkty jsou glycerol a sůl mastné kyseliny, tedy samotné mýdlo (Vacík, 1990, s. 271).



Obr. 2: Proces výroby mýdla (převzato a upraveno podle [4]).

Molekuly těchto solí mají dvě části s velice rozdílnými fyzikálněchemickými vlastnostmi (obr. 4). Dlouhá část molekuly, tvořená uhlovodíkovým řetězcem je hydrofobní, tedy vodu odpuzující, zatímco druhá část je hydrofilní, tedy vodu přitahující. V důsledku toho mohou tvořit „propojovací můstek“ mezi částicemi hydrofobních látek (např. tuků a olejů) a hydrofilním

prostředím, například vodou, a tak vytvářet stabilní emulze nebo nepravé roztoky těchto látek ve vodě. Toto je základním mechanismem čisticího účinku mýdel (Mc Murry, 2007, s. 779).



Obr. 3: Chemická struktura mýdla (převzato a upraveno podle [5])

Při rozpuštění mýdla ve vodě vzniká nepravý roztok, v němž molekuly mýdelných sloučenin vytvářejí shluky, zvané mýdlové micely, v nichž jsou tyto molekuly seskupeny hydrofobními částmi do středu tohoto kulovitého útvaru, tedy micely a hydrofilními částmi ven z povrchu micely.

Při kontaktu s částíčkou tuku micela pohltí tuk do svého nitra. Následně dojde k tomu, že hydrofobní části převedou tuk do části hydrofilní, která tuk převede do vody a tím ho rozpustí (Svoboda, 2005, s. 69).

2.1.7 Kultivace mikroorganismů

Jednou z typických vlastností bakteriálních buněk je jejich schopnost růst a množit se na neživých kultivačních půdách. Na vhodných kultivačních půdách za vhodných kultivačních podmínek je možné zachycovat prakticky všechny druhy bakterií, ale i většinu prvoků a hub. Kultivace virů se daří jen v živé tkáni. Mikroorganismy musí mít dostatečný přísun živin a odvod zplodin metabolismu. Tyto podmínky nejlépe splňují tekutá kultivační prostředí. Při kultivaci na pevných půdách musí mikroorganismy svými enzymy rozpouštět substrát a tak si usnadňovat vstřebávání živin (Jílek, 2002, s. 9).

2.1.7.1 Kultivační půdy

Kultivační půdy, které jsou využitelné ve školním prostředí, musí podporovat růst co největšího množství mikrobiálních druhů, také by měly být levné a jejich příprava by neměla být příliš složitá. Nejdůležitější látky, které potřebují bakterie pro svůj růst, jsou aminokyseliny, nukleotidy. Důležité jsou také růstové faktory, tedy dostatečné množství uhlíku, energie, dusíku a některých anorganických iontů (Jílek, 2002, s. 9).

Kultivační půdy se navzájem liší svým složením, konzistencí nebo účelem, k němuž je používáme. Podle složení lze rozdělit půdy na přirozené a syntetické. Naprostá většina půd, používaných v mikrobiologii a také v mikrobiologickém projektu, který je předmětem této práce, patří mezi půdy přirozené neboli komplexní. Obsahují chemicky nedefinované organické složky, jako jsou hydrolyzáty bílkovin, orgánové či tkáňové extrakty. Přirozené půdy mají výborné nutriční vlastnosti a jsou relativně levné. Základem většiny přirozených půd je živný bujón. Naproti tomu půdy syntetické čili definované jsou sestaveny z chemicky definovaných sloučenin. Příkladem je minerálně modifikované glutamátové médium, které slouží k zotavení poškozených buněk *Escherichia coli* (Jílek, 2002, s. 12-13).

Přirozená půda musí obsahovat dostatečné množství látek, nutných k růstu mikroorganismů, je to především hydrolyzát bílkoviny, připravený proteolytickým enzymem. Hydrolyzáty jsou například peptony, které obsahují všechny esenciální aminokyseliny. Dále půda musí obsahovat zdroj růstových faktorů a anorganických solí, které jsou obsaženy v masovém nebo kvasničném extraktu, někdy se půda obohacuje ještě krví, sérem nebo vejci. Pro růst parazitických mikrobů se obvykle přidává chlorid sodný k úpravě stejného osmotického tlaku, jaký je ve tkáních hostitele (Greenwood, 1999, s. 45).

Prakticky všechny pevné půdy se připravují ztužením základu, který obsahuje výše popsané složky, přidáním 1-2%, výjimečně 5% agaru. Agar je směs polysacharidů extrahovaných z rudých mořských řas zvaných aerofyty, jsou to například rody *Gelidium* a *Gracilaria*. Agar není využíván jako zdroj živin, ale pouze jako gelifikační přísada. Skládá se z agarózy a agaropektinu (Jílek, 1996, s. 38).

Podle účelu a použití lze rozlišovat půdy základní, obohacené,

resuscitační, diagnostické, selektivní, selektivně diagnostické, půdy k anaerobní kultivaci, půdy pro stanovení citlivosti na antimikrobiální látky, půdy ke stanovení vitamínů a další (Jílek, 2002, s. 13-14).

2.1.8 Mikroskopie a barvení preparátů v mikrobiologii

Mikroskopie se v mikrobiologii používá k přímému pozorování preparátů, které se sledují nativní nebo barvené (Jílek, 2002, s. 48).

2.1.8.1 Světelná mikroskopie

Limity pro studium jednotlivých struktur jsou dány rozlišovací schopností optických přístrojů (viz tab. 4). Pro světelnou mikroskopii je vyhrazena oblast přibližně od 10 do 0,2 μm (Jílek, 2002, s. 49).

Světelný mikroskop pozorovaný objekt rozlišuje a zvětšuje pozorovateli. Tento úkol realizují tři soustavy čoček:

- objektiv, který zajišťuje rozlišení
- okulár, který zajišťuje zvětšení
- kondenzor, který zajišťuje maximální osvětlení objektu (Jílek, 2002, s. 51).

Tab. 4 : Organizační úrovně mikrobiální buňky (podle Jílek, 2002, s. 50).

Organizační úroveň	Rozměry	Předmět studia	Zvětšující systémy
makroskopická	> 10 μm	buněčné kolonie a nátěry	oko, jednoduché zvětšující přístroje
mikroskopická	10-20 μm	mikrobiální buňka a některé organely	světelný mikroskop
submikroskopická a molekulární	0,2 μm – 1 nm	buněčné struktury, víry, struktura makromolekul	elektronový mikroskop

2.1.8.2 Barvení preparátů

Nativní preparáty umožňují pozorovat především pohyb a dělení mikroorganismů. Mají v mikrobiologii spíše doplňující a orientační význam. Často se využívají v parazitologii pro sledování vajíček červů.

Barvené preparáty mají tu výhodu, že s jejich pomocí lze sledovat tvar, velikost, i uspořádání mikroorganismů. Při využití speciálních barvicích technik je možné sledovat i struktury jako jsou bičíky, pouzdra a granula.

K orientačnímu barvení se užívá například methylenová modř, fuchsin nebo zředěný karbolfuchsin. Orientační barvení vyhovuje jen nízkým nárokům, protože informuje jen o přítomnosti, počtu, tvaru a uspořádání bakterií. Podrobnější pozorování je možné provádět při použití alkalické methylenové modře (Jílek, 2002, s. 47).

Diagnostická barvení jsou složitější, ale umožňují rozeznat i grampozitivitu, přítomnost pouzder, bičíků a volutinových granul v plazmě. Základním diagnostickým barvením je barvení podle Grama (Jílek, 2002, s. 48).

Gramovo barvení bakterií spočívá v obarvení preparátu tkáň krystalovou violetí a následným působením Lugolova jodového roztoku (roztok jodu a jodidu draselného), následně jsou preparáty odbarvovány v 95 % etanolu (viz příloha 3). Dnes se tato metoda využívá především k diferenciaci mezi bakteriemi podle složení jejich buněčné stěny (Bednář, 1999, s. 19).

V mikroskopu jsou po Gramově barvení vidět modrofialově zbarvené bakterie, které se označují jako grampozitivní (barví se podle Grama), neodbarvují se etanolem. Dále jsou vidět bakterie růžovočervené, které se označují jako gramnegativní (nebarví se podle Grama), byly odbarveny etanolem. Ještě existují bakterie gramlabilní, které se barví jen částečně nebo přechodným odstínem (Kaprálek, 1999).

3. Pedagogické aspekty práce

3.1 Projektová výuka

Projektová výuka a zařazení projektů do výuky na všech stupních škol je v současné době velice populární, ovšem nikoliv každá výuka, která se za projektovou vydává, jí skutečně je. Cílem této kapitoly je tedy vymezit pojem projekt, přiblížit typologii projektů a rozebrat výhody a úskalí projektové výuky.

3.1.1 Charakteristika projektové výuky

Jedna z možností jak charakterizovat projekt je následující. Projekt je komplexní úkol, spjatý s životní realitou, s nímž se žák identifikuje, aby následně teoretickou i praktickou činností dosáhl výsledného žádoucího produktu projektu, pro jehož obhajobu a hodnocení má argumenty, které vycházejí z nově získané zkušenosti (Kratochvílová, 2006, s. 36).

Projektová výuka je tedy založena na řešení praktických nebo teoretických problémů s důrazem na aktivní činnost žáka. Rozvíjí tvůrčí přístup a aktivní osvojování vědomostí. Umožňuje zařazení širšího spektra vyučovacích forem a metod. Vytváří prostor pro týmovou práci. Umožňuje integraci vyučovacích předmětů. Doplnuje tradiční organizační formy vyučování. Je také přínosem pro žáka v tom, že klade důraz na žákovu motivaci a vychází z jeho zkušeností, které má možnost aplikovat (Kratochvílová, 2006, s. 35-37).

3.1.2 Typy projektů

Projekty ve školní praxi je možné rozdělit podle doby trvání na krátkodobé a dlouhodobé. Dlouhodobý školní projekt trvá déle než jeden den a horní hranice není omezena, teoreticky může přesahovat i jednotlivé školní roky, což není příliš používaná a vhodná metoda. Krátkodobý školní projekt trvá maximálně jeden den, tedy 6 vyučovacích hodin, případně méně. Krátkodobý projekt může být také

takový, který trvá jednu či dvě vyučovací hodiny (Švecová, 2000, s. 45).

Mikrobiologický projekt, kterým se zabývá tato práce, je krátkodobý a doporučená hodinová dotace pro jeho provedení jsou dvě vyučovací hodiny.

Krátkodobý školní projekt je nejvíce využíváný, je vhodný v tom, že minimálně naruší chod školy, případně ho lze realizovat například při dvouhodinových laboratorních pracích.

Při vytváření krátkodobých i dlouhodobých projektů je třeba zvolit správný metodický postup při zadávání projektu, kterým je (podle Maňák, 2001, s. 23):

- výběr a formulace vhodného problému
- stanovení cíle řešení projektu
- rozpracování úkolů pro jednotlivce nebo celé skupiny
- stanovení formy výsledků a kritérií hodnocení
- prezentace dosažených výsledků

Činnosti učitele a žáků v průběhu projektu (Švecová, 2000, s. 46-48):

- stanovení cílů školního projektu
- zabezpečení organizace projektu
- navržení úkolů pro jednotlivé skupiny
- poskytnout žákům motivační text, video, prezentaci nebo úkol
- upozornění na úskalí a nedostatky, možnosti jejich odstraňování
- průběžná kontrola výsledků řešení projektu, usměrňování činnosti žáků
- konzultační činnost ke zpracovávanému tématu
- věcné informace k úkolům s odkazy na zdroje
- plánování práce, rozdělení rolí a úkolů je už na žácích
- vyhledávání informací, potřebných k řešení projektu
- vyhotovení úkolu formou, která je publikovatelná ostatním (video, PowerPoint, poster, ústní prezentace, publikace)

3.1.2.1 Organizace krátkodobých projektů

Organizaci krátkodobého projektu je možné rozdělit do tří základních etap (Kratochvílová, 2006, s. 111).

1. **Etapa** – motivace, cíle a rozdělení úkolů

- Seznámení žáků s projektem, který bude probíhat, vhodné čtyři týdny až několik dnů před plánovaným projektovým dnem. Záleží na náročnosti úkolů, které mají žáci připravit před projektem.
- Pokud je třeba vytvoření skupin, které budou pracovat na úkolech před samotným projektovým dnem.
- Zadání úkolů, které je třeba do projektového dne vypracovat.

2. **Etapa** – komunikace mezi žáky a konzultační činnost učitele

- Zajištění zdrojů, ze kterých budou žáci čerpat informace pro své úkoly.
- Učitelova příprava všech materiálů, pomůcek a zdrojů, které budou pro projekt potřeba.
- Kontrola žáků, zde je důležité, kdy jim bylo konání projektu oznámeno a jak náročné měli plnit úkoly, rozhodně to musí být dostatečná doba, aby stihli opravit případné chyby a dodělat nedostatky.

3. **Etapa** – samotný průběh projektu

- Žáci ve skupině dokončí úkoly a připraví si technické podmínky pro prezentaci.
- Probíhá žakovská konference, pokud je součástí projektu, zde dochází k prezentaci výsledků a produktů po skupinách.
- Tvorba celkového výstupu (posteru, výstavy apod.).
- Provedení plánovaných praktických činností
- Závěrečné hodnocení žáky i učitelem.

3.1.3 Výhody a nevýhody projektového vyučování

Výhody

- Žáci se učí nejen kognitivním dovednostem, ale také dovednosti pro organizování, dále analýzu, syntézu a hodnocení.
- Projekty nabízí studentům autonomii a podporují vědomí zodpovědnosti.
- Plně vyhovuje požadavkům, které klade rámcový vzdělávací program pro různé stupně vzdělávání, díky komplexnímu přístupu, který je u projektů využíván.
- Rozvíjí tvůrčí přístup a aktivní osvojování vědomostí.
- Propojuje poznávání s prožitkem a smyslovým vnímáním.
- Je zdrojem motivace, díky různým úkolům a střídání činností.
- Podporuje samostatné myšlení a tvoření žáků.
- Umožňuje integraci vyučovacích předmětů.
- Pomáhá rozvíjet komunikaci, na úrovni jednotlivců, ale také v rámci třídy, včetně třídních vztahů (Kratochvílová, 2006, s. 49-56).

Nevýhody

- Problém s odhadem náročnosti požadavků na žáky.
- Časová náročnost na zpracování projektů a s tím související náročná příprava učitele.
- Potřeba neustálého dohledu nad projektem, který učitel buď vykonává ve svém volnu, případně hrozí narušení hodin, které do projektu nejsou započítány, ale učitel v nich řeší otázky spojené s projektem.
- Potřeba propracovaného návrhu pro zdárný průběh projektu.
- Netradiční průběh hodin, které jsou při projektovém vyučování většinou rušnější a pokud se jedná o neukázněnou třídu i při normálních hodinách, může to celý průběh projektu silně ovlivnit.
- Možné nezapojení všech žáků, je velice důležité vytvářet vhodné a vyrovnané pracovní skupiny a dostatečně žáky motivovat.
- Složitě hodnocení projektů a časová náročnost hodnocení.

- Možné zvláštní výdaje spjaté s realizací projektu (Kratochvílová, 2006, s. 48-53).

Projektová výuka má tedy mnoho výhod i nevýhod, právě proto si stále ještě nenašla v dnešní pedagogické praxi své široké uplatnění. Ve vyšší míře jsou využívány především alternativními školami. Často jsou projekty zařazovány jednotlivými vyučujícími jen jako zpestření běžné výuky, nikoliv jako systematický zásah začleňovaný do výuky. Projektové vyučování klade vysoké nároky na školu, učitele, žáky i jejich bezprostřední okolí. Učitelé většinou udávají jako hlavní argumenty proti projektům časovou náročnost, hrozbu neprobrání učiva, nedostatečnou nabídku projektů, malou informovanost učitelů, často také nedostatečné materiální zabezpečení (Kratochvílová, 2006, s. 49).

3.2 Rámcový vzdělávací program

Rámcový vzdělávací program byl vypracován v souladu s novými principy kurikulární politiky, které jsou zformulovány v Národním programu rozvoje vzdělávání v ČR. Nové kurikulární dokumenty shrnují vzdělávání od 3 do 19 let a rozdělují se na státní a školní úroveň (Kotásek, 2001, s. 4).

Státní úroveň v systému kurikulárních dokumentů představují Národní program a rámcové vzdělávací programy (dále jen RVP). RVP vymezují závazné rámce vzdělávání pro jednotlivé etapy, tedy předškolní, základní a střední vzdělávání.

Školní úroveň představuje školní vzdělávací program (dále jen ŠVP), podle nichž se uskutečňuje vzdělávání na jednotlivých školách (Kotásek, 2001, s. 5-7).

3.2.1 RVP pro základní vzdělávání

Rámcový vzdělávací program pro základní školy stanovuje klíčové kompetence, tedy souhrn vědomostí, dovedností, schopností, postojů a hodnot důležitých pro osobní rozvoj a uplatnění každého člena společnosti (RVP ZV, 2005, s. 13).

Kompetence jsou následující:

- Kompetence k učení
- Kompetence k řešení problémů
- Kompetence komunikativní
- Kompetence sociální a personální
- Kompetence občanské
- Kompetence pracovní

Dále RVP stanovuje vzdělávací oblasti, které vymezují předpokládanou způsobilost využívat osvojené učivo v praktických situacích a běžném životě (RVP ZV, 2005, s. 18).

Přírodovědné učivo najdeme v těchto vzdělávacích oblastech:

- Člověk a příroda
- Člověk a zdraví

Vzdělávací obsah jednotlivých oborů školy většinou rozčleňují do vyučovacích předmětů, které rozpracují v učebních osnovách, tak aby bylo zaručené směřování k rozvoji klíčových kompetencí (RVP ZV, 2005, s. 18).

RVP stanovuje také průřezová témata, které reprezentují okruhy aktuálních problémů současného světa (RVP ZV, 2005, s. 90).

Do obsahu přírodovědného učiva je nejvíce zařazováno průřezové téma Enviromentální výchova.

3.2.1.1 Zařazení projektu do RVP pro základní vzdělávání

Projekt přispívá k plnění výukových cílů vzdělávacích oblastí Člověk a příroda a Člověk a zdraví. Ve vzdělávací oblasti Člověk a příroda, mají žáci příležitost poznávat přírodu jako systém, jehož součásti jsou vzájemně propojeny, působí na sebe a ovlivňují se. Tato vzdělávací oblast se člení na vzdělávací obory, jimiž jsou Fyzika, Chemie, Přírodopis a Zeměpis.

Vzdělávací oblast Člověk a zdraví je realizována ve vzdělávacích oborech Výchova ke zdraví a Tělesná výchova (RVP ZV, 2005, s. 51).

Ve vzdělávací oblasti Člověk a příroda projekt přispívá k plnění výukových cílů v následujících tematických okruzích (poznámka: v jednotlivých okruzích budou citovány jen vybrané cíle, které se projektu bezprostředně týkají).

Obecná biologie a genetika patří do vzdělávacího oboru Přírodopis a stanovuje tyto očekávané výstupy (RVP ZV, 2005, s. 57):

žák:

- rozliší základní projevy a podmínky života, orientuje se v daném přehledu vývoje organismů
- popíše základní rozdíly mezi buňkou rostlin, živočichů a bakterií a objasní funkci základních organel
- třídí organismy a zařadí vybrané organismy do říší a nižších taxonomických jednotek
- uvede na příkladech z běžného života význam virů a bakterií v přírodě i pro člověka

učivo:

- vznik, vývoj, rozmanitost, projevy života a jeho význam – výživa, dýchání, růst, rozmnožování, vývin, reakce na podněty
- význam a zásady třídění organismů
- viry a bakterie – výskyt, význam a praktické využití

Biologie člověka patří do vzdělávacího oboru Přírodopis a stanovuje tyto očekávané výstupy (RVP ZV, 2005, s. 58):

žák:

- rozlišuje příčiny, případně příznaky běžných nemocí a uplatňuje zásady jejich prevence a léčby

učivo:

- nemoci, úrazy a prevence – příčiny, příznaky, praktické zásady a postupy při léčení běžných nemocí
- životní styl – pozitivní a negativní dopad na zdraví člověka

Ve vzdělávací oblasti Člověk a zdraví projekt přispívá k plnění výukových cílů v následujících tematických okruzích (poznámka: v jednotlivých okruzích budou citovány jen vybrané cíle, které se projektu bezprostředně týkají).

Zdravý způsob života a péče o zdraví patří do vzdělávacího oboru Výchova ke zdraví a stanovuje tyto očekávané výstupy (RVP ZV, 2005, s. 73):

žák:

- usiluje v rámci svých možností a zkušeností o aktivní podporu zdraví
- uplatňuje osvojené preventivní způsoby rozhodování, chování a jednání v souvislosti s běžnými, přenosnými, civilizačními a jinými chorobami

učivo:

- výživa a zdraví – zásady zdravého stravování, vliv životních podmínek a způsobu stravování na zdraví
- tělesná a duševní hygiena – zásady osobní, intimní a duševní hygieny, otužování, význam pohybu pro zdraví
- ochrana před přenosnými i nepřenosnými chorobami, chronickým onemocněním a úrazy

3.2.1.2 Kompetence RVP ZV, které projekt rozvíjí

Kompetence k učení

žák:

- samostatně pozoruje a experimentuje, získané výsledky porovnává, kriticky posuzuje a vyvozuje z nich závěry pro použití v budoucnosti

Kompetence komunikativní

žák:

- formuluje a vyjadřuje své myšlenky a názory v logickém sledu, vyjadřuje se výstižně, souvisle a kultivovaně v písemném i ústním projevu
- naslouchá promluvám druhých lidí, porozumí jim, vhodně na ně reaguje, účinně se zapojuje do diskuze, obhájí svůj názor a vhodně argumentuje

Kompetence sociální a personální

žák:

- účinně spolupracuje ve skupině, podílí se společně s pedagogy na utváření pravidel práce v týmu
- přispívá k diskuzi v malé skupině i k debatě celé třídy, chápe potřebu efektivně spolupracovat s druhými při řešení daného úkolu, oceňuje zkušenosti druhých lidí, respektuje různá hlediska a čerpá poučení z toho, co si druzí lidé myslí, říkají a dělají

Kompetence pracovní

žák:

- používá bezpečně a účinně materiály, nástroje a vybavení, dodržuje vymezená pravidla, plní povinnosti a závazky, adaptuje se na změněné nebo nové pracovní podmínky

3.2.2 RVP pro gymnázia

Rámcový vzdělávací program pro gymnázia má podobnou strukturu jako RVP pro základní vzdělávání. Určuje také klíčové kompetence, vzdělávací oblasti, obory a průřezová témata. Samozřejmě s ohledem na to, že se jedná již o středoškolské vzdělání. Vzdělávání v nižších ročnících víceletých gymnázií určuje RVP pro základní vzdělávání (RVP G, 2007, s. 9).

Kompetence, které RVP pro gymnázia určuje, jsou následující:

- kompetence k učení
- kompetence k řešení problémů
- kompetence komunikativní
- kompetence sociální a personální
- kompetence občanská
- kompetence k podnikavosti.

Vzdělávací obsah na čtyřletých gymnáziích a na vyšším stupni víceletých gymnázií je rozdělen do osmi vzdělávacích oblastí. Jednotlivé vzdělávací oblasti jsou tvořeny jedním vzdělávacím oborem nebo více obsahově blízkými obory (RVP G, 2007, s. 11).

Přírodovědné učivo najdeme ve vzdělávacích oblastech:

- Člověk a příroda
- Člověk, sport a zdraví

RVP pro gymnázia stanovuje také průřezová témata, které reprezentují okruhy aktuálních problémů současného světa. Do obsahu přírodovědného učiva nejvíce zařazováno průřezové téma Enviromentální výchova (RVP G, 2007, s. 65).

3.2.2.1 Zařazení projektu do RVP pro gymnázia

Projekt přispívá k plnění výukových cílů vzdělávacích oblastí Člověk a příroda, Člověk, sport a zdraví. Vzdělávací oblast Člověk a příroda se dále dělí na vzdělávací obory Fyzika, Chemie, Biologie, Geografie, Geologie. Vzdělávací oblast Člověk, sport a zdraví, zahrnuje vzdělávací obory Výchova ke zdraví a Tělesná výchova (RVP G, 2007, s. 11).

Ve vzdělávací oblasti Člověk a příroda projekt přispívá k plnění výukových cílů v následujících tematických okruzích (pozn: v jednotlivých okruzích budou citovány jen vybrané cíle, které se projektu bezprostředně týkají).

Biologie virů stanovuje tyto očekávané výstupy (RVP G, 2007, s. 32):

žák:

- charakterizuje viry jako nebuněčné soustavy
- zhodnotí způsoby ochrany proti virovým onemocněním a metody jejich léčby
- zhodnotí pozitivní a negativní význam virů

učivo:

- stavba a funkce virů

Biologie bakterií stanovuje následující očekávané výstupy (RVP G, 2007, s. 32):

žák:

- charakterizuje bakterie z ekologického, zdravotnického a hospodářského hlediska
- zhodnotí způsoby ochrany proti bakteriálním onemocněním a metody jejich léčby

učivo:

- stavba a funkce bakterií

Ve vzdělávací oblasti Člověk sport a zdraví projekt přispívá k plnění výukových cílů v následujících tematických okruzích (pozn: v jednotlivých okruzích budou citovány jen vybrané cíle, které se projektu bezprostředně týkají).

Zdravý způsob života a péče o zdraví stanovuje tyto očekávané výstupy (RVP G, 2007, s. 58-59):

žák:

- usiluje o pozitivní změny ve svém životě související s vlastním zdravím a zdravím druhých

učivo:

- zdravá výživa – specifické potřeby výživy podle věku, zdravotního stavu a profese
- hygiena pohlavního styku, hygiena v těhotenství

3.2.2.2 Kompetence RVP G, které projekt rozvíjí

Kompetence k učení

žák:

- kriticky přistupuje ke zdrojům informací, informace tvořivě zpracovává a využívá při svém studiu

Kompetence k řešení problémů

žák:

- uplatňuje při řešení problémů vhodné metody a dříve získané vědomosti a dovednosti, kromě analytického a kritického myšlení využívá i myšlení tvořivé s použitím představivosti a intuice

Kompetence komunikativní

žák:

- prezentuje vhodným způsobem svou práci i sám sebe před známým i neznámým publikem

Kompetence sociální a personální

žák:

- projevuje zodpovědný vztah k vlastnímu zdraví a k zdraví druhých

3.2.3 RVP pro střední odborné školy

RVP pro střední odborné školy, se liší podle toho, o jaký konkrétní obor se jedná. Jednotlivé RVP jsou v současné době postupně schvalovány v několika etapách. Projekt byl ověřen na škole se zaměřením na mezinárodní vztahy, která vyučuje od školního roku 2009/2010 podle Rámcového vzdělávacího programu pro veřejnosprávní činnost. Tento RVP se liší tím, že na rozdíl od RVP pro základní vzdělávání či gymnázia má studenty směřovat odborně, proto také kromě klíčových kompetencí rozvíjí i kompetence odborné (RVP SOŠ-VČ, 2007, s. 14).

Kompetence, které RVP pro veřejnosprávní činnost rozvíjí, jsou následující (RVP SOŠ-VČ, 2007, s. 14-17):

Klíčové kompetence

- kompetence k učení
- kompetence k řešení problémů
- komunikativní kompetence
- personální a sociální kompetence

- občanská kompetence a kulturní povědomí
- kompetence k pracovnímu uplatnění a podnikatelským aktivitám
- matematická kompetence
- kompetence využívat prostředky informačních a komunikačních technologií a pracovat s informacemi

Odborné kompetence

- vést pracovní agendy
- být připraven spolupracovat na programech rozvoje regionu a evropské spolupráce
- komunikovat s veřejností
- dbát na bezpečnost práce a ochranu zdraví při práci
- usilovat o nejvyšší kvalitu své práce, výrobků nebo služeb
- jednat ekonomicky a v souladu se strategií udržitelného rozvoje

Kurikulární rámce vymezují závazný obsah všeobecného a odborného vzdělávání a požadované výsledky vzdělávání. Obsah vzdělávání se člení na vzdělávací oblasti a obsahové okruhy. Požadavky stanovené pro oblasti všeobecného vzdělávání, kromě vzdělávání ekonomického, navazují na RVP základního vzdělávání (RVP SOŠ-VČ, 2007, s. 19)

Přírodovědné učivo najdeme ve vzdělávacích oblastech:

- Přírodovědné vzdělávání
- Vzdělávání pro zdraví

3.2.3.1 Zařazení projektu do RVP pro střední odborné školy

Vzdělávací oblast vhodná pro zařazení projektu je Přírodovědné vzdělávání, tato oblast se dále dělí na vzdělávací obory Fyzikální vzdělávání, Chemické vzdělávání, Biologické a ekologické vzdělávání (RVP SOŠ-VČ, 2007, s. 31).

Ve vzdělávací oblasti Přírodovědného vzdělávání projekt přispívá k plnění výukových cílů ve vzdělávacím oboru **Biologické vzdělávání**, který stanovuje

tyto očekávané výstupy (pozn:budou citovány jen vybrané cíle, které se projektu bezprostředně týkají) (RVP SOŠ-VČ, 2007, s. 38):

žák:

- uvede příklady bakteriálních, virových a jiných onemocnění a možnosti prevence
- vysvětlí význam zdravé výživy a uvede principy zdravého životního stylu

učivo:

- biologie člověka
- zdraví a nemoc

3.2.3.2 Kompetence RVP SOŠ-VČ, které projekt rozvíjí

Kompetence k řešení problémů

- porozumět zadání úkolu nebo určit jádro problému, získat informace potřebné k řešení problému, navrhnout způsob řešení
- volit prostředky a způsoby (pomůcky, studijní literaturu, metody a techniky) vhodné pro splnění jednotlivých aktivit, využívat zkušeností a vědomostí nabytých dříve;
- spolupracovat při řešení problémů s jinými lidmi

Komunikativní kompetence

- vyjadřovat se přiměřeně účelu jednání a komunikační situaci v projevech mluvených i psaných a vhodně se prezentovat
- účastnit se aktivně diskusí, formulovat a obhajovat své názory a postoje

Personální a sociální kompetence

- pracovat v týmu a podílet se na realizaci společných pracovních a jiných

Občanské kompetence a kulturní povědomí

- uznávat hodnotu života, uvědomovat si odpovědnost za vlastní život a spoluodpovědnost při zabezpečování ochrany života a zdraví ostatních

4. Praktická část

Vlastní praktická část práce zahrnuje vytvoření projektu, vyzkoušení projektu ve všech typech škol, pro které je určen, dále obsahuje výsledky vlastního dotazníkového šetření, které se týkalo hygienických návyků a výsledky šetření, při kterém žáci hodnotili samotný projekt.

4.1 Charakteristika a cíle projektu

Jedná se o krátkodobý školní projekt, který je navržen ve třech verzích náročnosti. První verze je určena pro žáky druhého stupně základní školy a odpovídající třídy víceletých gymnázií. Druhá verze projektu je určena pro studenty gymnázií, třetí verze je určena pro studenty středních odborných škol, které mají začleněnou oblast přírodovědného vzdělávání do výukového plánu. Projekt jsem vyzkoušela nejdříve jako pilotáž v omezeném rozsahu na letním dětském táboře, později jsem měla možnost ho doplnit a ověřit ve výuce na základní škole, gymnáziu i střední odborné škole. Samotný projekt je navržen ve všech verzích na dvě vyučovací hodiny, je tedy velice snadno zařaditelný do výuky a odpadá problém s nabouráním výuky jiných předmětů, jako u celodenních projektů. Těmto dvěma vyučovacím hodinám ovšem předchází přípravná fáze, je třeba alespoň 14 dní dopředu zadat žákům úkoly, které s projektem souvisí, aby měli dostatek času na jejich splnění, vyhledání informací a učitel měl možnost jim zadané úkoly týden před projektem připomenout a konzultovat případné problémy.

Samotný projekt se zabývá hygienickými návyky žáků a je určen pro věkové skupiny žáků 11 až 18 let. Cílem je žáky upozornit na nutnost dodržování hygienických návyků, především mýti rukou. Vysvětlit přenos různých onemocnění mezi lidmi, způsoby nákazy, metody ochrany a prevence.

Cíle projektu

a/ v oblasti vědomostí a dovedností žáků

žák:

- objasní nutnost osobní hygieny
- seznámí se s metodami ochrany a dezinfekce
- osvojí si prakticky způsoby správného mytí rukou
- pochopí rozdíly mezi bakteriálními, virovými a houbovými infekcemi a tím pádem rozlišuje rozdíly v jejich léčbě
- získá znalosti o účinku běžných léků proti bakteriálním, virovým a houbovým chorobám
- seznámí se s projevy základních onemocnění, umí je vyjmenovat a stručně charakterizovat

b/ v oblasti výchovné

žák:

- dodržuje zásady hygieny
- pochopí nutnost ohleduplnosti a nešíření infekčních onemocnění
- získá návyky pro využití v běžném životě
- využívá osvojené znalosti v pomoci svým blízkým

c/ v oblasti rozvoje osobnosti žáků

žák:

- učí se samostatnosti, aktivnímu a tvůrčímu myšlení
- pracuje v týmu
- vyjadřuje svůj názor a zároveň respektuje a vnímá názory ostatních
- vyhledává samostatně informace, které shromažďuje a třídí
- pracuje s různými zdroji informací
- prezentuje ostatním získané informace

4.1.1 Verze projektu pro základní školu

Tuto verzi projektu jsem měla možnost vyzkoušet ve třech třídách základní školy, konkrétně v šesté, sedmé a osmé třídě. Projekt je vhodné rozdělit do tří etap.

První etapa projektu probíhá 14 dní předem, žáci jsou seznámeni s tématem projektu a rozdělení do čtyř skupin (A, B, C, D). Každá skupina dostane jeden motivační příběh, který popisuje zážitky chlapců a dívek a týká se hygienických návyků, ke každému motivačnímu příběhu dostanou žáci také několik otázek, které jim pomohou lépe se zorientovat v dané problematice. Návodné otázky jsou úzce spjaty s motivačním příběhem. Úkolem žáků je téma zpracovat a vytvořit plakát, který při samotném průběhu projektu představí spolužákům. Součástí prezentace je i zodpovězení otázek.

Druhá etapa je poměrně krátká a probíhá týden předem. Žáci jsou poučeni o bezpečnosti práce (viz příloha 6). Každý žák ve skupině B dostane Petriho misku s připravenou agarovou půdou (návod viz příloha 1). Je vhodné misku rozdělit na dvě poloviny, nejlépe lihovým fixem z druhé strany dna a obě části označit, například čísly 1 a 2. Úkolem žáků je na první část obtisknout své prsty, tak jak právě jsou a do druhé části je obtisknout poté, co si je umyjí mýdlem a teplou vodou. Žáci ve skupině C dostanou také Petriho misky, do kterých obtisknou běžné předměty, jako jsou klíče, mince, propisky, mobil. Je vhodné vždy misky označit jménem žáka, který ji kontaminoval.

Třetí etapa je samotný projekt a jeho závěrečné hodnocení žáky i učiteli. Celkové hodnocení projektu žáky formou dotazníkového šetření, které proběhlo při ověřování projektu, je uvedeno v kapitole 4.3.

Skupina A

Motivační příběh

Začal školní rok a opět se setkala parta spolužáků z minulého roku. Všichni vypadali po prázdninách velice dobře až na Jardu, cítil se stále unavený, bylo mu nevolno, až nakonec vyhledal lékaře, ten poznal, že Jarda trpí žloutenkou, nazývanou také nemoc špinavých rukou a poslal ho do nemocnice. V jeho třídě okamžitě propukla panika. Co když je Jarda nakazil, nikomu se samozřejmě nechtělo být delší dobu nemocný a ležet v nemocnici. Do třídy chodila také Gábina, byla to taková drsná dívka, kterou jen tak něco nerozhodilo. Na toaletách i ve třídě byla umístěna desinfekční mýdla a všichni si poctivě myli ruce, až na Gábinu, opláchla si ruce po toaletě, ale jinak se mýdlu vyhýbala obloukem, spolužákům, kteří si pravidelně myli ruce, se smála a prohlašovala, že ona nikdy žloutenku nechytí, protože je očkovaná proti hepatitidě B. Jednou už to nevydržela Katka a řekla Gábině, že je hloupá, Jarda má totiž hepatitidu A.

Otázky

1. Jaké základní typy žloutenek, které se odborně nazývají hepatitidy, znáte, a jak se přenáší mezi lidmi?
2. Jaké jsou obecné projevy všech typů onemocnění žloutenkou?
3. Která z dívek měla pravdu, nemoc špinavých rukou se nazývá hepatitida A nebo B?
4. Proti kterým typům žloutenky existuje očkování?
5. Proč si žáci měli mýt ruce dezinfekčním mýdlem, když nemocný Jarda ve třídě už nebyl a ležel v nemocnici?

Úkol

Žáci se postaví vedle sebe tak, aby na ně celá třída dobře viděla. První z nich dostane na ruku tenkou vrstvu barvy (návod viz příloha 2), podá ruku spolužákovi, ten dalšímu, je vhodné pokud si takto podává ruce šest až sedm žáků. Postupně mají v řadě na ruku stále méně barvy, ale přesto je to dost barvy například na zamazání oblečení. Učitel má na závěr chtít po žácích, aby vyvodili závěr. Pokud by na ruku měli místo barvy bakterie nebo viry, které způsobují onemocnění, i ten poslední žák by dostal dostatečnou dávku, aby onemocněl, přestože nepřišel s prvním nemocným vůbec do kontaktu.

Skupina B

Motivační příběh

Bylo 1.července a konečně začínaly zasloužené prázdniny. Na jednom z táborů v jižních Čechách právě startovalo letní dobrodružství. V chatičce se sešly čtyři patnáctileté dívky, které se znaly už z předešlých let. Jana měla maminku lékařku, která nechtěla nechat případnou nemoc dcery pouze na zdravotnicích, takže Janě přibalila i důkladně vybavenou lékárníčku. Jana na ni při vybalování narazila a začala pro pobavení spolubydlících vyjmenovávat, názvy léků, které jí máma přibalila. Tak například tady mám, hlásila: „Tamiflu, Zovirax, Framykoin, Septonex, Augmentin“. V tom ji přerušila Lucka: „Jé, ty máš Augmentin, to je přece antibiotikum, tak kdybych chytla chřipku, dáš mi ho a já nebudu muset na marodku“. Jana nejistě kývla hlavou, když v tom ji přerušila rozčilená Denisa: „Lucko, ty jsi trdlo, vždyť antibiotika jsou pouze na bakteriální infekce a chřipku způsobují viry“. Celou dobu je z palandy sledovala Lída, nyní se přidala: „Tohle všechno jsou velice silné léky, které může předepsat pouze lékař, ovšem pacienta musí vidět a vyšetřit ho. Myslím si, Jani, že tvoje maminka dost přeceňuje tvé znalosti“.

Otázky

1. Má pravdu Lucka nebo Denisa?
2. Vyhledejte si informace a doplňte následující text: *Tamiflu je lék, určený na léčbu onemocnění způsobená..... Zovirax je mastička, určená pro léčbu oparů, které způsobují Framykoin je také mastička, ale na opary příliš vhodná není, je totiž určená na infekce, které způsobují.....*
3. Jaký je rozdíl mezi virem a bakterií?
4. Vyjmenujte tři onemocnění, která způsobují viry a tři onemocnění, která způsobují bakterie.

Úkol

Aby se všichni mohli podívat, jak vlastně bakterie vypadají, tedy alespoň v koloniích, dostanou žáci své podepsané Petriho misky a mají na nich demonstrovat ostatním rozdíl v růstu bakterií na části, kterou kontaminovali před umytím rukou a na části po umytí rukou. Po týdnu jsou již bakterie dostatečně narostlé, takže je vhodné ukázat rozdílný nárůst kolonií v obou částech Petriho misek. Žáci mají opět formulovat závěr.

Skupina C

Motivační příběh

Byl konec listopadu, venku padal sníh s deštěm, ale blížil se Mikuláš. Spolužáci z 8.B., ačkoliv už dávno nebyli malé děti, které se těší na dárky od Mikuláše a jsou pro jistotu týden hodní kvůli čertovi, se přesto tohoto data nemohli dočkat. Na Mikuláše probíhala vždy ve škole besídka s diskotékou. Těšení jim ovšem kazila chřipková epidemie, ve třídě již bylo pět nemocných. Karel si všiml, že Jirka si neustále myje ruce, ale kdyby si je jen myl, on si je vždy důkladně namydli mýdlem, poté řádně promnul a dlouho oplachoval teplou vodou. Jednou už to nemohl vydržet a vyčetl mu to, že tím zdržuje, vždyť přece stačí ruce jen tak trošku opláchnout a jestli se bojí chřipky, ta se stejně přenáší kýchním a smrkáním a mytí rukou před ní ani trochu neochrání. Jirka se na Karla pohrdavě podíval a zeptal se ho, zda někdy slyšel o tom, že až 80% běžných infekcí se šíří pomocí špinavých rukou a mýt si ruce rozhodně zbytečné není, protože někdo může třeba kýchnout na lavici, on se jí dotkne, neumyje si ruce před svačinou a už má chřipku, a na diskotéce bude s Bárrou z áčka tancovat někdo jiný.

Otázky pro skupinu C

1. Měl Jirka pravdu, nebo si vše jen vymyslel?
2. Jak se souhrnně nazývají infekce, které jsou přenášeny kýchním, kašláním a smrkáním?
3. Pokuste se najít pomocí různých zdrojů, odpověď na otázku: Jak dlouho může přežít chřipkový virus na bankovce?
4. Uveďte rozdíly mezi pojmy epidemie a pandemie.

Úkol pro skupinu C

Tato skupina má také již předem narostlé kolonie, které vznikly kontaminací pomocí obtisku běžných předmětů. Opět mají za úkol ukázat ostatním, že na běžných věcech, kterých se často dotýkáme, žije mnoho různých mikroorganismů, proto je nutné si například před jídlem umýt ruce, protože nebezpečí infekce může číhat i na našem mobilním telefonu. Žáci prezentují ostatním své závěry.

Skupina D

Motivační příběh

Konečně bylo jaro a kamarádky Petra a Kristýna sedávaly na zídce před domem a nemohly si nevšimnout sousedky, které se v zimě narodila dvojčata. Jednou se sousedky zeptaly, zda si můžou kočárek na chvíli povozit a jestli nepotřebuje s něčím pomoci. Paní byla ráda a pozvala je k sobě domů, děti bylo po procházce třeba přebalit a nakojit a holky byly zvědavé, jak se to dělá. Opláchly si ruce, ale sousedka je poslala zpátky, aby si ruce umyly mnohem důkladněji, pokud chtějí sahat na miminka, doporučila jim umýt si ruce co nejvíce horkou vodou, alespoň po dobu dvaceti vteřin s použitím mýdla. Kristýna byla velice pyšná na svoje nové gelové nehty, místo obdivu se však od sousedky dočkala prosby, ať si místo pod nehty vydrhne kartáčkem na ruce. Pak následovalo přebalení a kojení, které holky zaujalo, ale přesto odcházely rozpačité, chtěly sousedce pomoci a ona je úplně zbytečně otravuje s mytím rukou.

Otázky

1. Byly nároky mladé maminky na hygienu zbytečné?
2. Přečtete si ještě jednou její návod na mytí, není úplně správný, odhalte chybu a zaškrtněte vždy správnou odpověď v následujících otázkách:

- | | |
|--|---|
| I. Při mytí je nejvhodnější použít vodu? | II. Ruce je vhodné si mýt důkladně po dobu? |
| a) teplou | a) 5 sekund |
| b) co nejvíce horkou | b) 15-20 sekund |
| c) studenou | c) 10 sekund |

- III. Jaká je nejlepší metoda mytí rukou?
- a) promnout pod teplou vodou, delší mytí nahradí mýdlo
 - b) promnout pod horkou vodou, hodně horká voda nahradí mýdlo
 - c) promnout pod teplou vodou s použitím mýdla

3. Vyhledejte, k čemu se nejčastěji používají následující dezinfekční prostředky: domestos, jodisol, chlor.
4. Jaký je rozdíl mezi toaletním a antibakteriálním mýdlem?

Úkol

Tato skupina opět pracuje s barvami na ruce (návod viz příloha 2). Skupina se rozdělí na dvojice. Jeden vždy dostane na ruce barvu, jen v malé vrstvě a druhý ze dvojice bude stopovat čas, za jaký dojde k úplnému smytí barvy, nejdříve pouze pod studenou vodou, po novém nanesení barvy pod teplou vodou a na závěr pod teplou vodou s použitím mýdla. Barva má opět symbolizovat potenciálně patogenní bakterie a jiné nečistoty na rukách. Výsledky žáci prezentují třídě a formulují závěry.

4.1.2 Verze projektu pro gymnázia

Projekt jsem měla možnost vyzkoušet ve druhém ročníku čtyřletého gymnázia a pátém ročníku šestiletého gymnázia.

Pro průběh projektu je vhodné třídu rozdělit do čtyř pracovních skupin. Jsou to mikrobiologové, hygienici, lékaři a novináři. Projekt je rozdělen do tří etap.

První etapa probíhá dva týdny před plánovaným projektem. Každá skupina dostane jedno z témat, které má zpracovat pomocí PowerPointu a následně prezentovat ostatním skupinám. Pro lepší orientaci v tématu dostane každá skupina klíčová slova, která musí být v prezentaci vysvětlena a několik otázek, na které musí nalézt odpověď. Pro vyhledání odpovědi mají studenti co nejvíce spolupracovat a vyhledávat informace pomocí různých zdrojů. Vzhledem k nedostatečnému přístupu k technice jsem vyzkoušela v jedné ze tříd také alternativu bez prezentace v PowerPointu. Každá skupina dostala za úkol své téma zpracovat pomocí posteru. Při samotné prezentaci ostatním měli svůj poster obhájit a téma pomocí něho vysvětlit ostatním. Zadání bylo ponecháno, včetně klíčových slov a otázek.

Týden před plánovaným projektem proběhne druhá etapa. Studenti jsou poučeni o bezpečnosti práce (viz příloha 6). Skupina hygieniků dostane Petriho misky s připravenou agarovou půdou (návod viz příloha 1), která je rozdělena na tři části, do jedné obtisknou studenti prsty před umytím rukou, do druhé po běžném opláchnutí studenou vodou a do třetí části po důkladném umytí rukou teplou vodou a mýdlem. Skupina mikrobiologů dostane také agarové půdy, připravené v Petriho miskách, do nich obtiskne běžné předměty, jako klíče, mince, propisku, mobil. Je vhodné, aby si každý misku označil, pro identifikaci a ukázkou ostatním při samotném projektu.

Třetí etapa je samotný průběh projektu. Projekt je rozdělen do tří částí. První je prezentace jednotlivých skupin, druhá část je praktická, kdy jednotlivé skupiny plní zadané úkoly. V poslední části studenti hodnotí projekt a diskutují. Celkové hodnocení projektu studenty formou dotazníkového šetření, které proběhlo při ověřování projektu, je uvedeno v kapitole 4.3.

Skupina I. - mikrobiologové

Vaším úkolem je popsat organismy, které patří do oboru mikrobiologie, charakterizovat jejich strukturu a popsat způsoby zkoumání.

Klíčová slova

DNA, RNA, prokaryotická a eukaryotická buňka, buněčné organely, bakterie, kvasinky, plísně, viry, priony, světelný a elektronový mikroskop,

Otázky

Následující seznam představuje onemocnění, která mohou postihnout každého člověka: chřipka, angína, plané neštovice, salmonela, AIDS, kandidóza, břišní tyfus, opar, Creutzfeldt-Jakobova choroba, hepatitida A, tetanus

1. Pomocí různých zdrojů vyhledejte základní informace o těchto nemocech.
2. Podle původců, kteří tato onemocnění způsobují, rozdělte seznam do čtyř kategorií, na onemocnění způsobená: a) bakteriemi, b) viry, c) plísněmi, d) priony
3. Popište různé způsoby průniku původce onemocnění do organismu.
4. Jaký význam má dostatečné mytí rukou v zabránění kapénkové infekce?
5. Popište rozdíly mezi bakteriemi a viry.

Úkol

Na vyrostlých koloniích, které vznikly kontaminací bakteriemi, případně kvasinkami či plísněmi, demonstруйте ostatním všudypřítomnost mikroorganismů a nutnost důkladné hygieny. Pro lepší demonstraci připravte s učitelem preparáty, barvené podle Grama (viz příloha 3), na kterých ukážete ostatním bakterie zobrazené pomocí světelného mikroskopu.

Skupina II. - hygienici

Vaším úkolem je šířit informace o nutnosti hygieny a poučit o způsobech přenosu infekcí. Popište také metody dezinfekce a srovnajte je podle vhodnosti použití a míry účinnosti.

Klíčová slova

prevence onemocnění, správný postup mytí rukou, metody a druhy dezinfekce, způsoby přenosu infekcí mezi lidmi

Otázky

Následující seznam představuje běžně používané dezinfekční a čisticí prostředky: Domestos, Savo, chlor, Ajatin, Aquasteril, chloramin, Betadine, Corman, Krezosan, Iodisol, Sanosil, Septonex

1. Vyhledejte pomocí různých zdrojů použití těchto prostředků.
2. Rozdělte následující prostředky podle jejich nejčastějšího použití na:
 - a) dezinfekce kůže, b) dezinfekce vody, c) dezinfekce a čištění ploch a materiálů
3. Vysvětlete pojem duševní hygiena.
4. Jaký je rozdíl mezi toaletním a antibakteriálním mýdlem.
5. Jaké onemocnění se nazývá nemoc špinavých rukou, proč?

Úkol

Dostanete k dispozici Petriho misky, na kterých vyrostly kolonie bakterií, případně kvasinky a plísně. Půdy byly kontaminovány před mytím rukou, po lehkém opláchnutí a po důkladném umytí rukou, pomocí rozdílu ukažte ostatním, jak důležité je mytí rukou. Pro lepší demonstraci připravte s učitelem preparáty, barvené podle Grama (viz příloha 3), na kterých ukážete ostatním bakterie zobrazené pomocí světelného mikroskopu.

Skupina III. - lékaři

Úkolem vaší skupiny je informovat spolužáky o rozdílu mezi bakteriálními a virovými infekcemi a způsobech jejich léčby. Také o rozdílu mezi bakteriemi, které jsou běžnou součástí našeho těla, na rozdíl od těch patogenních. Kromě způsobů léčby také informujte o možnostech ochrany pomocí očkování.

Klíčová slova

onemocnění způsobená bakteriemi a viry, způsoby léčby bakteriálních a virových infekcí, očkování běžně prováděná v ČR, symbiotické a patogenní bakterie

Otázky

Následující seznam představuje léčivé přípravky ve formě tablet, mastí nebo sprejů, se kterými se můžete běžně setkat. Augmentin, Relenza, Canesten, Framykoin, Zanocin, Lamisil, Rulid, Tamilu, Biseptol, Clotrimazol, Zovirax

1. Vyhledejte pomocí různých zdrojů použití těchto léků.
2. Rozdělte je do tří skupin a) antibiotika b) antivirotika c) antimykotika
3. Proč je nutné vždy dobrat všechna předepsaná antibiotika?
4. Co to je rezistence?
5. Co to jsou probiotika, a proč je vhodné je užívat při léčbě antibiotiky?

Úkol

Skupina lékařů má za úkol ostatním demonstrovat přenos potenciálně patogenních mikroorganismů při podání rukou. Skupina si stoupne před ostatní do řady, první dostane na ruku barvivo (návod viz příloha 2), které má představovat možné původce onemocnění, podá ruku svému kolegovi, ten dalšímu. Vhodné je pro podávání skupina, která má 6 až 7 členů. Praktický úkol má názorně ukázat, že i poslední člen, který nepřišel do kontaktu s prvním nemocným, má stále na ruce dostatek barvy, neboli původců onemocnění, kteří by mohli vyvolat onemocnění.

Skupina IV. - Novináři

Členové vaší skupiny si zahrají na novináře, kteří informují ostatní o aktuálních událostech doma i ve světě okolo problematiky hygieny a infekčních onemocnění. Seznamte také spolužáky s druhy očkování, která jsou vhodná při cestování do různých částí světa.

Klíčová slova

pandemie, epidemie, chřipka (prasečí chřipka), žloutenka, HIV, očkování vhodná při cestování do zahraničí, hygienická úprava vody a potravin při cestování

Otázky

Následující seznam obsahuje onemocnění, která v současné době postihují jako lokální epidemie některé oblasti světa: cholera, žlutá zimnice, onemocnění vyvolané meningokokem, infekce Marburg, černý kašel

1. Pomocí různých zdrojů, nalezněte, kde probíhají lokální epidemie těchto onemocnění a přiřaďte je správně k následujícím možnostem: a) Brazílie, b) Indie, c) Zimbabwe, d) Austrálie, e) Uganda
2. Popište stručně, o jaká onemocnění se jedná.
3. Zkratka WHO označuje jednu významnou organizaci, vysvětlete, čím se tato organizace zabývá.
4. Zkušenosti cestovatelů se řídí heslem: „převař to, uvař to, oloupej to, nebo to zahod’.“ Vysvětlete proč je vhodné se při cestování do zemí s nižší hygienickou úrovní řídit těmito pravidly.
5. Zjistěte, jaká očkování vám budou doporučena, pokud budete cestovat do Číny.

Úkol

Skupina novinářů pracuje s barvami na ruce (návod viz příloha 2), úkolem je ověřit správnou techniku mytí rukou. Barva je nanášena jen v tenké vrstvě, nejdříve ji umyjete studenou vodou, po dalším nanášení barvy teplou vodou, a na závěr teplou vodou s mýdlem. Úkol vždy provádí dvojice. Možné jsou dvě varianty: 1. studenti omývají barvu, dokud není zcela smyta a stopují čas, podle různých technik mytí a zapisují do tabulky. 2. studenti si myjí ruce jen krátce pod studenou vodou, poté krátce teplou vodou a na závěr teplou vodou s mýdlem. Před každým mytím je znovu nanášena barva. Po každém umytí si všimají, kolik barvy jim na ruce ještě zbylo a jak bylo mytí účinné, případně mohou ruce obtisknout na bílý papír.

4.1.3 Verze projektu pro střední odborné školy

Projekt jsem kromě základní školy a gymnázia měla možnost vyzkoušet také na střední odborné škole, která je zaměřena na mezinárodní vztahy a diplomacii. Projekt jsem tedy přizpůsobila náročností, ale také tematicky. Projekt proběhl ve třech třídách prvního ročníku této školy.

První etapa probíhá dva týdny před plánovaným projektem. Každá skupina dostane jedno z témat, které má zpracovat pomocí PowerPointu nebo posteru, vyzkoušela jsem obě varianty. Pro lepší orientaci v tématu dostane každá skupina klíčová slova, která musí být v prezentaci vysvětlena a několik otázek, na které musí nalézt odpověď. Pro vyhledání odpovědí mají studenti co nejvíce spolupracovat a vyhledávat informace pomocí různých zdrojů.

Týden před plánovaným projektem proběhne druhá etapa. Studenti jsou poučeni o bezpečnosti práce (viz příloha 6). Skupina III. dostane Petriho misky s připravenou agarovou půdou (návod viz příloha 1), která je rozdělena na tři části, do jedné obtisknou studenti prsty před umytím rukou, do druhé po běžném opláchnutí studenou vodou a do třetí části po důkladném umytí rukou teplou vodou a mýdlem. Skupina I. dostane také agarové půdy, připravené v Petriho miskách, do nich obtiskne běžné předměty, jako klíče, mince, propisku, mobil. Je vhodné, aby si každý misku označil, pro identifikaci a ukázkou ostatním při samotném projektu.

Třetí etapa je samotný průběh projektu. Projekt je rozdělen do tří částí. První je prezentace jednotlivých skupin, druhá část je praktická, kdy jednotlivé skupiny plní zadané úkoly. V poslední části studenti hodnotí projekt a diskutují. Celkové hodnocení projektu studenty formou dotazníkového šetření, které proběhlo při ověřování projektu, je uvedeno v kapitole 4.3.

Skupina I.

Pokud jednou budete pracovat v diplomatických službách, jistě se setkáte s celou řadou různých večírků, rautů a banketů. Kromě konzumace dobrého jídla a pití by však vaším úkolem měla být i reprezentace. Vyzkoušejte si situaci, kdy jste pozváni na velkou akci při příležitosti udílení cen v mikrobiologii. Vaším úkolem je se v mikrobiologii zorientovat, aby bylo vidět, že jste vzdělaní lidé s rozhledem, kteří důstojně reprezentují svou zemi.

Klíčová slova

bakterie, viry, houby, DNA, RNA, buňka, druhy mikroskopů, patogenní bakterie, symbiotické bakterie

Otázky

1. Vyjmenujte pět onemocnění, která způsobují bakterie. Jak se tato onemocnění projevují?
2. Vyjmenujte pět onemocnění, která způsobují viry. Jak se tato onemocnění projevují?
3. Vyhledejte alespoň tři významné objevy v mikrobiologii, které byly učiněny ve 20. století a krátce je popište.

Úkol

Práce s Petriho miskami, které jsou dopředu kontaminovány pomocí běžných předmětů jako klíče, mince, propiska, mobil. Demonstrace ostatním, jak vypadají bakterie, případně plísňe. Důkaz nutnosti mytí rukou vzhledem k přítomnosti mikroorganismů s potenciální patogenitou na předmětech, které běžně používáme.

Skupina II.

Jako diplomaté se při svých cestách můžete dostat do zemí, jejichž hygienická úroveň je výrazně nižší, než je běžné v evropských zemích. Na cestování do těchto zemí je nutné se dopředu připravit a na místě dodržovat zvýšenou pozornost při konzumaci jídla i pití.

Klíčová slova

úprava vody, správná úprava potravin, dezinfekční prostředky, očkování běžně prováděná v ČR a očkování doporučená při cestování

Otázky

1. Vyjmenujte pět onemocnění, která je možné získat z kontaminované vody nebo potravin. Některými je možné nakazit se i v ČR, je nákaza pravděpodobnější v létě nebo v zimě, vysvětlete.
2. Zkušenosti cestovatelů se řídí heslem: „převař to, uvař to, oloupej to, nebo to zahod’.“ Vysvětlete proč je vhodné se při cestování do zemí s nižší hygienickou úrovní řídit těmito pravidly.
3. Vyhledejte alespoň tři epidemie, které byly zaznamenány ve 20. století, popište, o jaká onemocnění se jednalo a zda jsou pro nás stále hrozbou.

Úkol

Práce s barvou na ruce (viz příloha 2), kterou si předávají studenti v řadě pomocí podání rukou. Demonstrace přenosu infekce pomocí nemytých rukou mezi lidmi.

Skupina III.

Pokud budete pracovat v diplomatických službách, je samozřejmostí dodržovat pravidla osobní hygieny, být stále upravený a vhodně reprezentovat svou zemi. Představte si, že náplní vaší práce bude častý kontakt s mnoha lidmi z nejrůznějších koutů světa. Bude tak pro vás obzvláště důležité dodržovat hygienická pravidla a osvojit si správné techniky při mytí rukou.

Klíčová slova

pravidla osobní hygieny, správné techniky mytí rukou, způsoby přenosu onemocnění mezi lidmi, cesty vstupu původců nákaz do organismu

Otázky

1. Vyhledejte pět způsobů vstupu původců onemocnění do lidského těla a uveďte ke každému z nich příklad onemocnění.
2. Detailně popište správný způsob mytí rukou, teplotu vody, délku mytí, použití vhodného prostředku.
3. Nemoc špinavých rukou je jedním ze známých zástupců ze skupiny žloutenek, popište všechny typy žloutenek, uveďte způsob přenosu a projevy onemocnění.

Úkol

Práce s Petriho miskami, které byly předem kontaminovány, před umytím rukou, po běžném opláchnutí vodou a po důkladném omytí rukou pomocí teplé vody a mýdla. Demonstrace nutnosti mytí rukou, vzhledem k neustálé přítomnosti bakterií, které mohou způsobit onemocnění.

Skupina IV.

Součástí vaší práce se stane cestování, často se podíváte na zajímavá a turisticky atraktivní místa, mnozí z vás však mohou navštívit i odlehlé končiny, kde se člověk musí spoléhat sám na sebe. Představte si, že jste se pracovně dostali do Asie, máte navštívit vzdálené oblasti, kde je nouze o lékařskou péči, proto dostanete dokonale vybavenou lékárníčku, pro případy postihnutí nejrůznějšími běžnými problémy. Určitě byste si měli nastudovat, k čemu je vhodné nejrůznější prostředky použít.

Klíčová slova

antibiotika, antivirotika, antimykotika, dezinfekce kůže, střevní dezinfekce, probiotika, obecné zásady prevence onemocnění

Otázky

1. K následujícím skupinám léků vyhledejte alespoň jednoho zástupce a stručně popište, při kterém zdravotním problému je vhodné ho použít: antibiotika (tablety), antibiotika (mast), antivirotika (tablety), antivirotika (mast), antimykotika (mast), dezinfekce kůže (sprej nebo mast), střevní dezinfekce (tablety), probiotika (tablety nebo kapky)
2. Nejen při cestování je obzvláště důležité dbát na osobní hygienu a důkladné mytí rukou. Vyhledejte, kolik procent běžných infekcí se přenáší pomocí špinavých rukou.
3. Vyhledejte informace o objevu prvních antibiotik a prvních antivirotik. Kdy k těmto objevům došlo, krátce popište, jak probíhal další výzkum až do dnešní doby.

Úkol

Práce s barvami na ruce (viz příloha 2) a jejich smývání na čas nebo vyzkoušení kolik barvy se smyje při mytí, které pokládáme za dostatečné. Demonstrace nutnosti důkladného mytí rukou.

4.2 Dotazníkový průzkum

Mikrobiologický projekt jsem vyzkoušela na úrovni základního vzdělávání, gymnázia a střední odborné školy, ale také v mimoškolní činnosti.

Ve všech těchto etapách jsem žákům předkládala dotazník (viz příloha 4), do něhož jsem převzala a upravila otázky z průzkumu, který byl proveden ve Spojených státech amerických [6] a odhalil, že ačkoliv o hygieně rukou je většina dotázaných dobře informována, tak s praktickým provedením, tedy osobní hygienou má velká část lidí stále problémy.

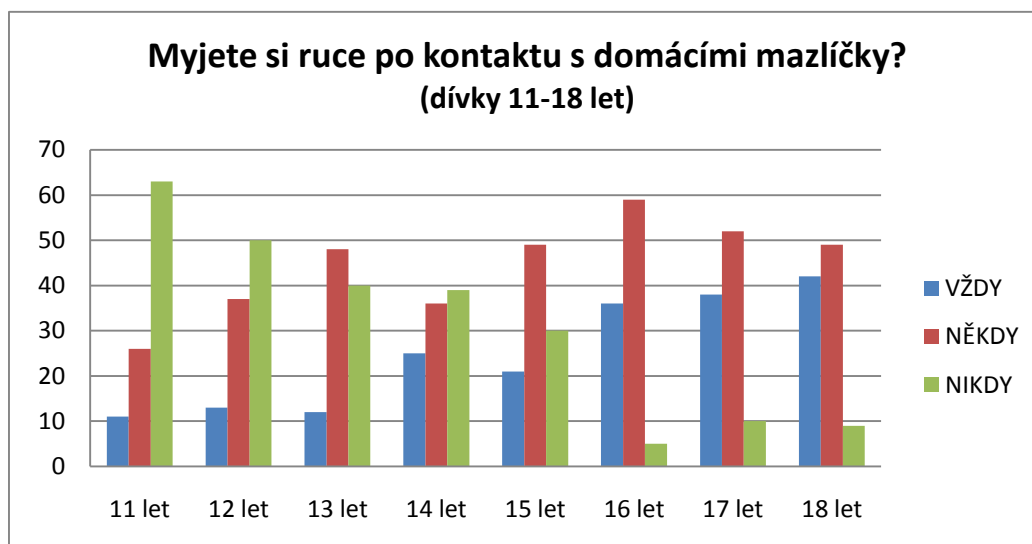
Dotazník také posloužil jako ověření, zda je projekt vhodné začlenit do výuky. Aby byl průzkum formou dotazníku co nejvíce objektivní, měli žáci napsat pouze svůj věk a pohlaví a byli upozorněni, že se jedná pouze o dotazníkový průzkum a není účelem zkoumat, jak si myje ruce konkrétní jednotlivec.

4.2.1 Hygienické návyky žáků a studentů

Dotazník byl sestaven podle zásad pro tvorbu dotazníků v pedagogickém výzkumu (Pelikán, 1998). Obsahuje 6 otázek s výběrem tří variant odpovědí, úplné znění dotazníku je uvedeno v příloze č. 4.

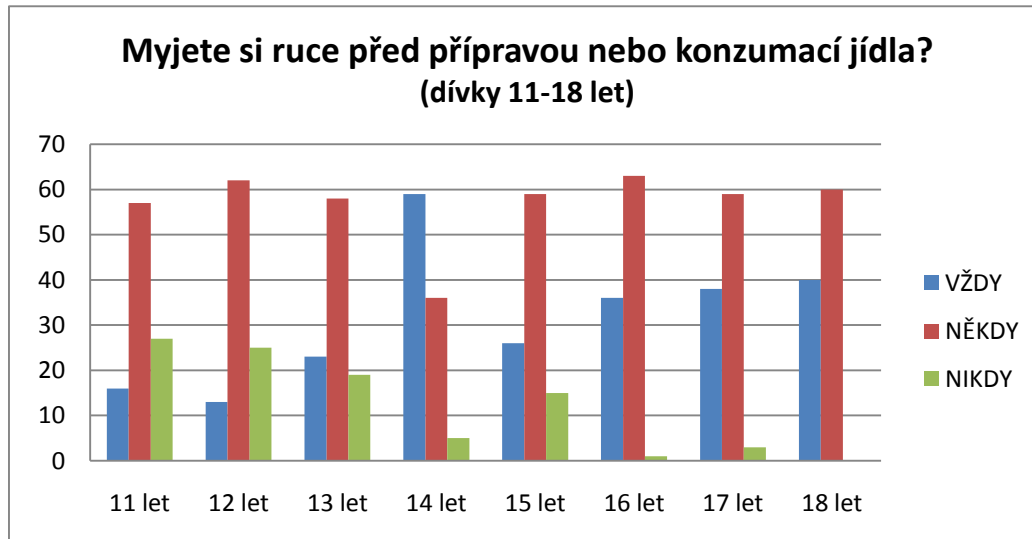
4.2.1.1 Výsledky dotazníkového průzkumu

Dotazník vyplnilo celkem 358 žáků ve věkovém rozmezí 11 až 18 let, z toho 181 dívek a 177 chlapců. V grafech 1-12 jsou vyhodnoceny jednotlivé otázky, podle zastoupení odpovědí.



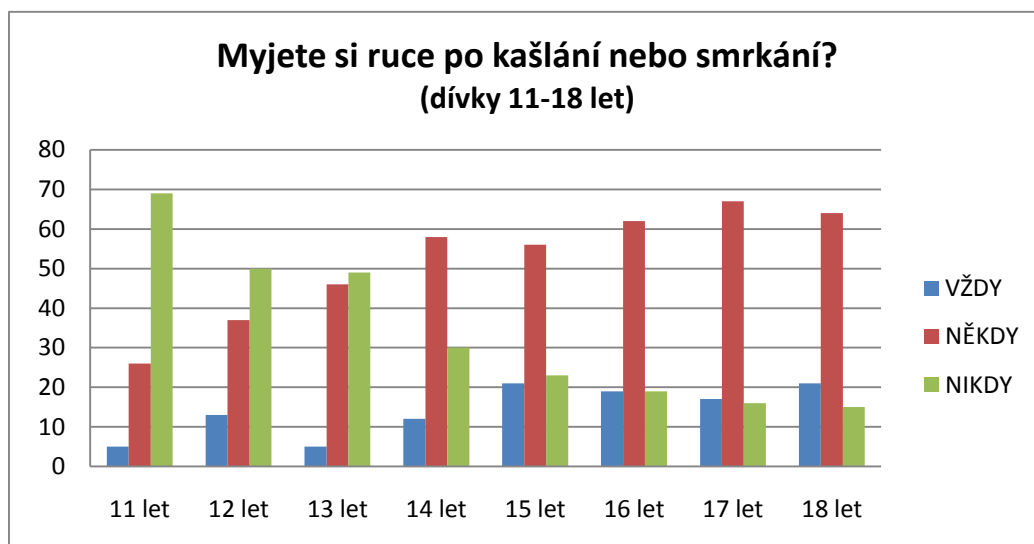
Graf 1: Myjete si ruce po kontaktu s domácími mazlíčky?

Komentář: Na vodorovné ose je uveden věk, na svislé procentuální zastoupení jednotlivých odpovědí. V prvním sloupci je odpověď vždy, ve druhém někdy a ve třetím nikdy. Na tuto otázku odpovídalo celkem 181 dívek. Se zvyšujícím se věkem je patrný nárůst zastoupení odpovědi vždy a někdy a pokles odpovědi nikdy.



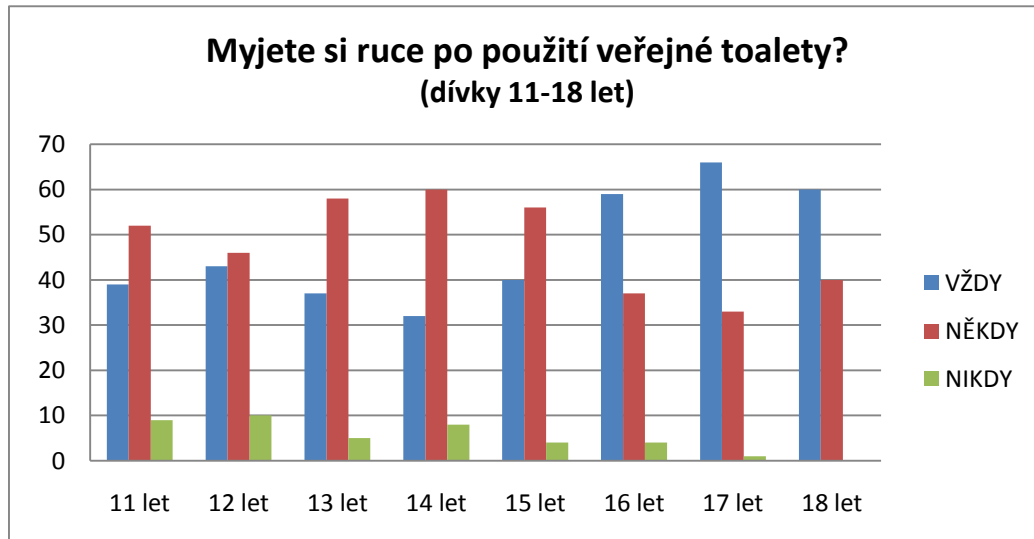
Graf 2: Myjete si ruce před přípravou nebo konzumací jídla?

Komentář: Na vodorovné ose je uveden věk, na svislé procentuální zastoupení jednotlivých odpovědí. V prvním sloupci je odpověď vždy, ve druhém někdy a ve třetím nikdy. Na tuto otázku odpovídalo celkem 181 dívek. Se zvyšujícím se věkem je patrný nárůst zastoupení odpovědi vždy a naopak pokles odpovědi nikdy, odpověď někdy je zastoupena konstantně.



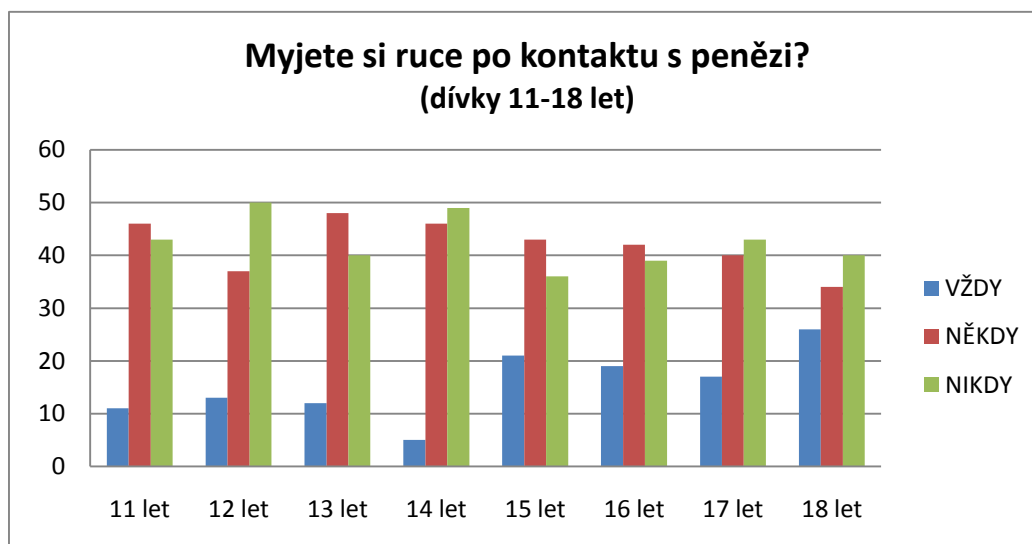
Graf 3: Myjete si ruce po kašláním nebo smrkání?

Komentář: Na vodorovné ose je uveden věk, na svislé procentuální zastoupení jednotlivých odpovědí. V prvním sloupci je odpověď vždy, ve druhém někdy a ve třetím nikdy. Na tuto otázku odpovídalo celkem 181 dívek. Se zvyšujícím se věkem je patrný nárůst zastoupení odpovědi vždy a někdy a pokles zastoupení odpovědi nikdy.



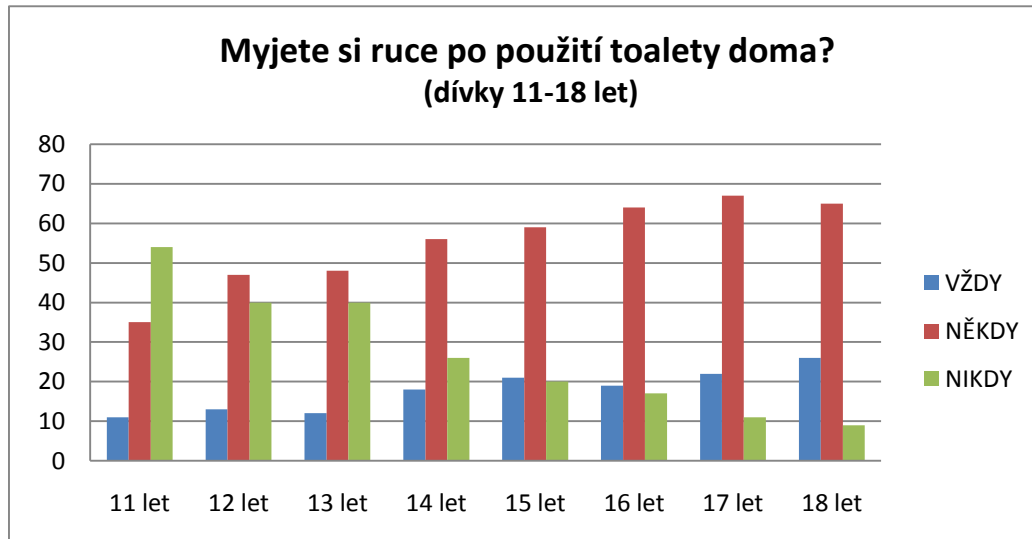
Graf 4: Myjete si ruce po použití veřejné toalety?

Komentář: Na vodorovné ose je uveden věk, na svislé procentuální zastoupení jednotlivých odpovědí. V prvním sloupci je odpověď vždy, ve druhém někdy a ve třetím nikdy. Na tuto otázku odpovídalo celkem 181 dívek. Se zvyšujícím se věkem je patrný pokles zastoupení odpovědi nikdy a naopak nárůst odpovědi vždy, odpověď někdy je zastoupena poměrně vyrovnaně se zvyšujícím se věkem.



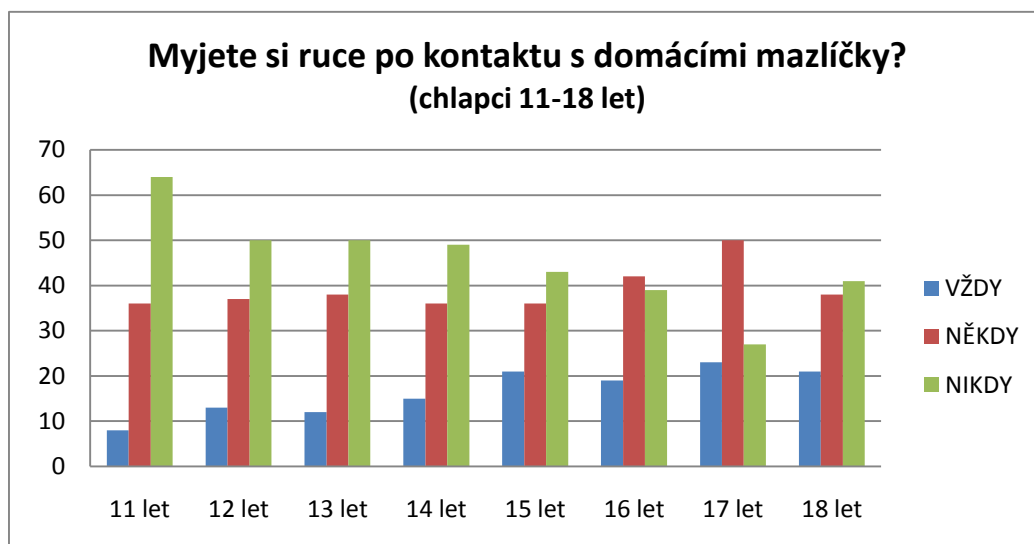
Graf 5: Myjete si ruce po kontaktu s penězi?

Komentář: Na vodorovné ose je uveden věk, na svislé procentuální zastoupení jednotlivých odpovědí. V prvním sloupci je odpověď vždy, ve druhém někdy a ve třetím nikdy. Na tuto otázku odpovídalo celkem 181 dívek. Se zvyšujícím se věkem je patrný mírný nárůst zastoupení odpovědi vždy, odpovědi někdy a nikdy jsou zastoupeny konstantně.



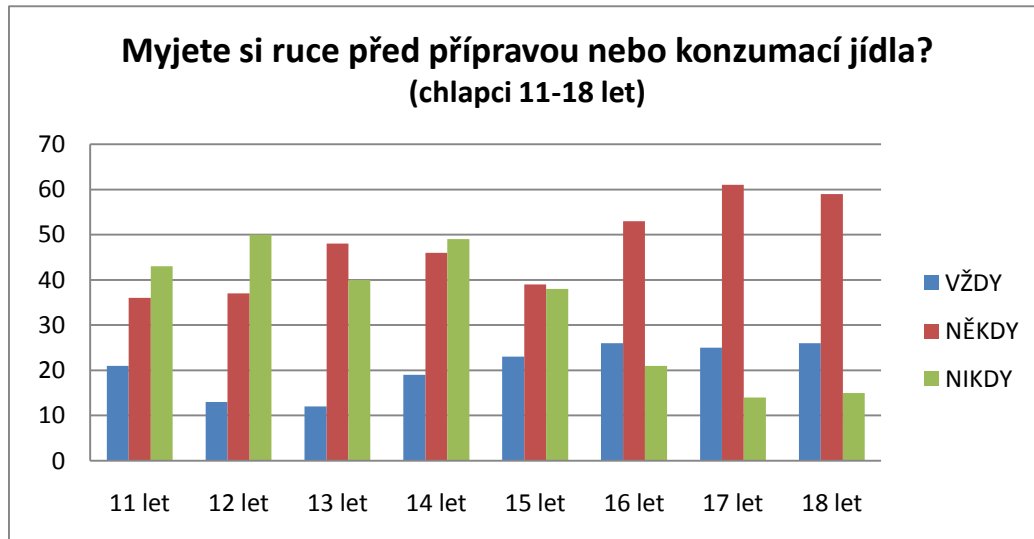
Graf 6: Myjete si ruce po použití toalety doma?

Komentář: Na vodorovné ose je uveden věk, na svislé procentuální zastoupení jednotlivých odpovědí. V prvním sloupci je odpověď vždy, ve druhém někdy a ve třetím nikdy. Na tuto otázku odpovídalo celkem 181 dívek. Se zvyšujícím se věkem je patrný nárůst zastoupení odpovědi vždy a někdy a naopak pokles odpovědi nikdy.



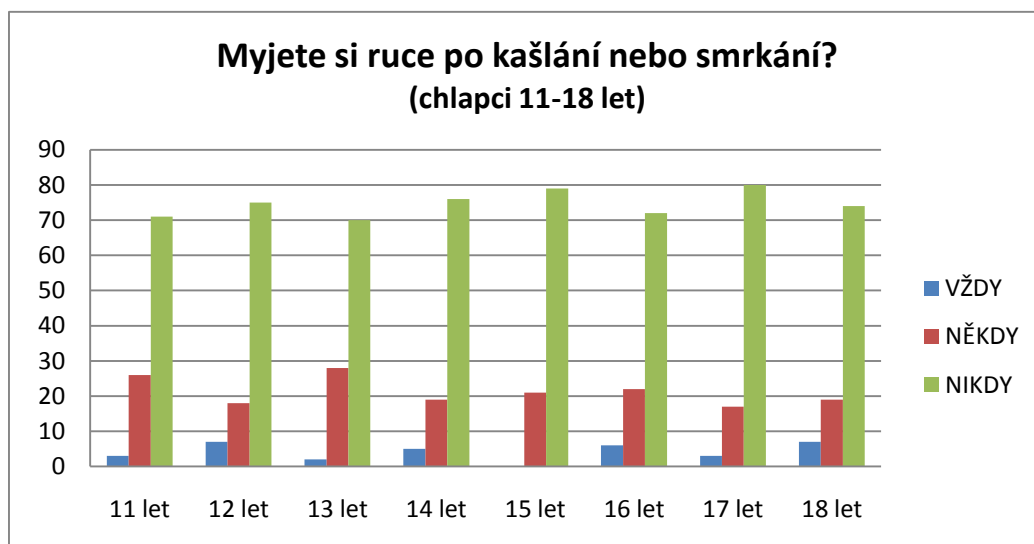
Graf 7: Myjete si ruce po kontaktu s domácími mazlíčky?

Komentář: Na vodorovné ose je uveden věk, na svislé procentuální zastoupení jednotlivých odpovědí. V prvním sloupci je odpověď vždy, ve druhém někdy a ve třetím nikdy. Na tuto otázku odpovídalo celkem 177 chlapců. Se zvyšujícím se věkem je patrný mírný nárůst zastoupení odpovědi vždy a mírný pokles odpovědi nikdy, odpověď někdy je zastoupena konstantně.



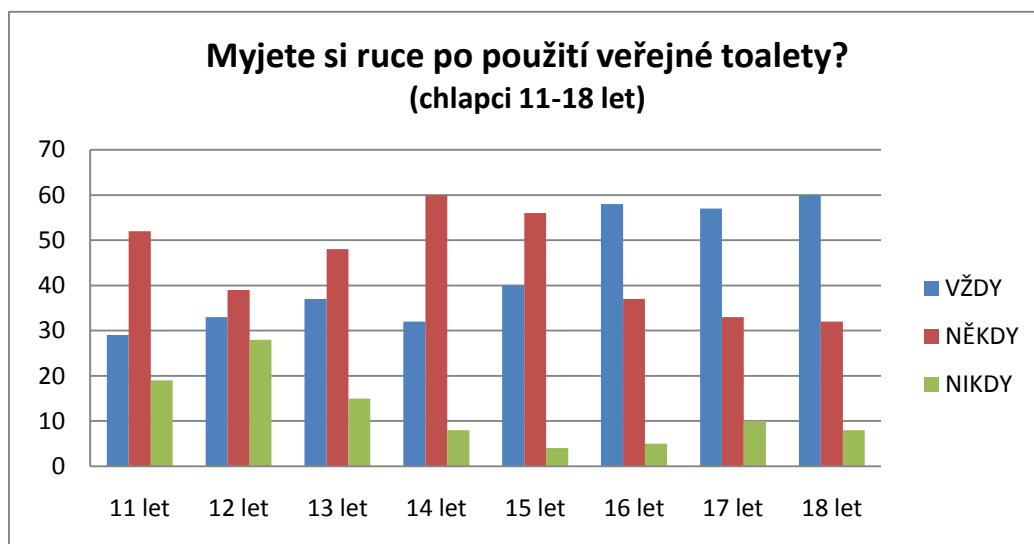
Graf 8: Myjete si ruce před přípravou nebo konzumací jídla?

Komentář: Na vodorovné ose je uveden věk, na svislé procentuální zastoupení jednotlivých odpovědí. V prvním sloupci je odpověď vždy, ve druhém někdy a ve třetím nikdy. Na tuto otázku odpovídalo celkem 177 chlapců. Se zvyšujícím se věkem je patrný mírný nárůst zastoupení odpovědi vždy a někdy a pokles odpovědi nikdy.



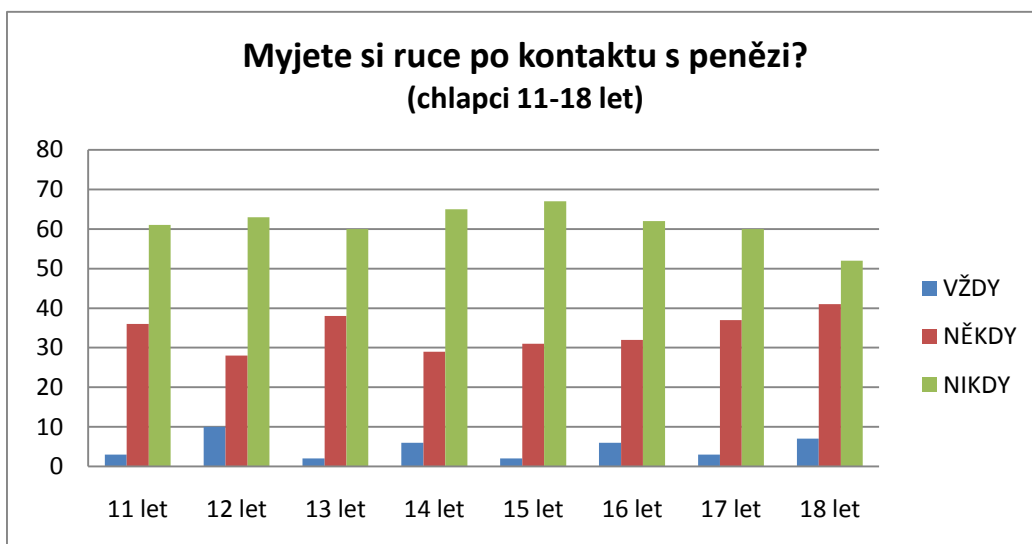
Graf 9: Myjete si ruce po kašláním nebo smrkání?

Komentář: Na vodorovné ose je uveden věk, na svislé procentuální zastoupení jednotlivých odpovědí. V prvním sloupci je odpověď vždy, ve druhém někdy a ve třetím nikdy. Na tuto otázku odpovídalo celkem 177 chlapců. Se zvyšujícím se věkem není patrný výraznější pokles nebo nárůst zastoupení jednotlivých odpovědí.



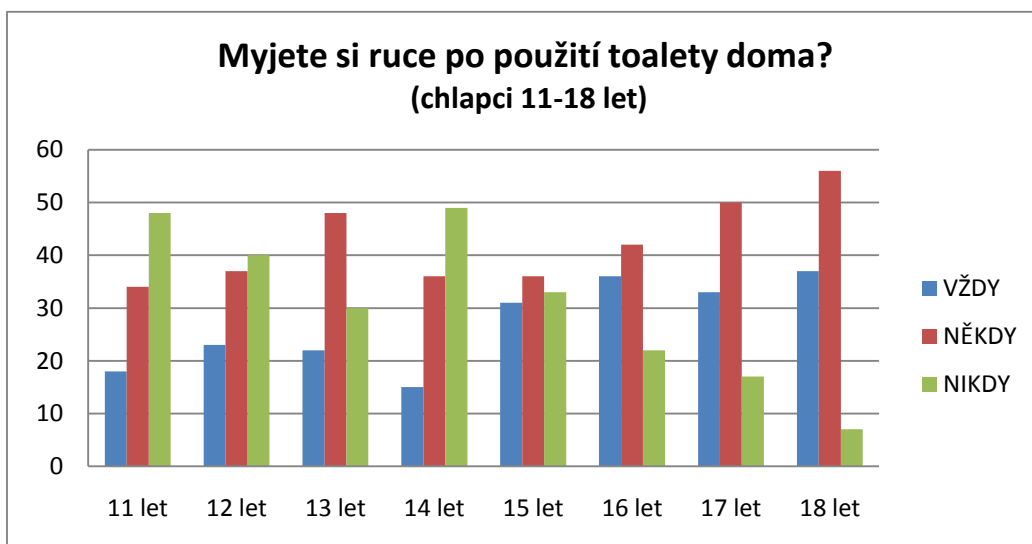
Graf 10: Myjete si ruce po použití veřejné toalety?

Komentář: Na vodorovné ose je uveden věk, na svislé procentuální zastoupení jednotlivých odpovědí. V prvním sloupci je odpověď vždy, ve druhém někdy a ve třetím nikdy. Na tuto otázku odpovídalo celkem 177 chlapců. Se zvyšujícím se věkem je patrný pokles zastoupení odpovědi nikdy a naopak nárůst odpovědi vždy, zastoupení odpovědi někdy spíše klesá.



Graf 11: Myjete si ruce po kontaktu s penězi?

Komentář: Na vodorovné ose je uveden věk, na svislé procentuální zastoupení jednotlivých odpovědí. V prvním sloupci je odpověď vždy, ve druhém někdy a ve třetím nikdy. Na tuto otázku odpovídalo celkem 177 chlapců. Zastoupení odpovědí je poměrně konstantní, se zvyšujícím se věkem je mírný nárůst odpovědi někdy a mírný pokles odpovědi nikdy.



Graf 12: Myjete si ruce po použití toalety doma?

Komentář: Na vodorovné ose je uveden věk, na svislé procentuální zastoupení jednotlivých odpovědí. V prvním sloupci je odpověď vždy, ve druhém někdy a ve třetím nikdy. Na tuto otázku odpovídalo celkem 177 chlapců. Se zvyšujícím se věkem je patrný nárůst zastoupení odpovědi vždy a někdy a pokles odpovědi nikdy.

4.2.2 Hodnocení projektu žáky a studenty

Hodnocení projektu je velice důležitá součást každého projektu, je vhodné jako ohlédnutí za samotným průběhem projektu a pro učitele je velice cenné, pro přípravu dalších projektů a obecně pro práci s žáky. Žáci ovšem musí být co nejvíce objektivní. Pro potřeby mé sebereflexe jsem zvolila hodnocení projektu formou krátkého anonymního dotazníku (úplné znění viz příloha 5). Žáci byli požádáni o co největší pravdivost odpovědí. Odpovídali na čtyři otázky, na výběr měli možnosti ano, spíše ano, spíše ne, ne. Dotazník vyplnilo 77 žáků základní školy, 58 studentů gymnázia a 84 studentů střední odborné školy. Nezařadila jsem dotazníky, které vyplňovali žáci po projektu, který probíhal v mimoškolní činnosti. Výsledky dotazníkového průzkumu hodnocení projektu jsou uvedeny v grafech 13 až 24. V grafech 13 až 16 jsou vyhodnoceny odpovědi žáků základní školy, v grafech 17 až 20 jsou vyhodnoceny odpovědi studentů gymnázia a v grafech 21 až 24 jsou vyhodnoceny odpovědi studentů střední odborné školy.



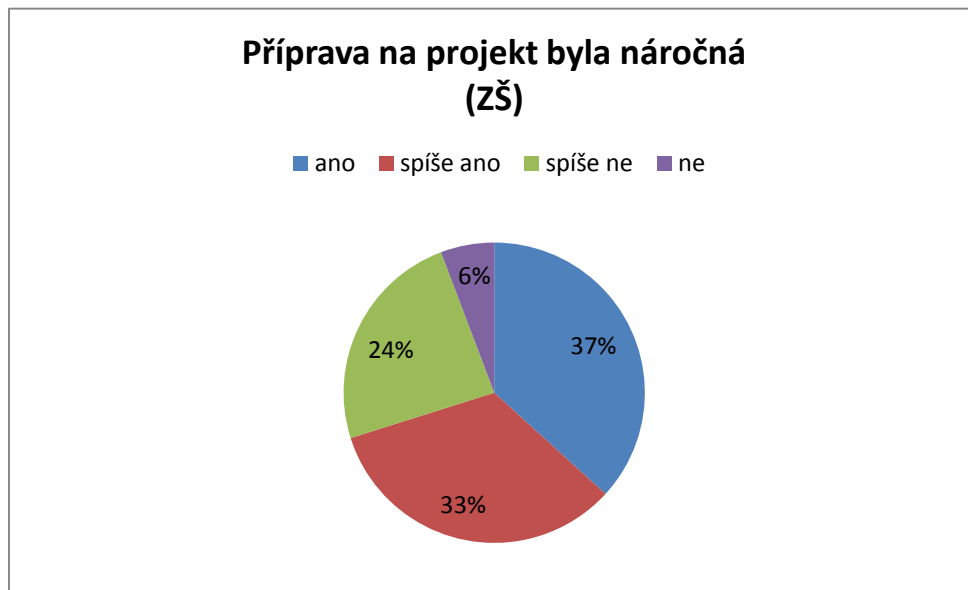
Graf 13: Téma projektu mě zaujalo (ZŠ).

Komentář: Nejvíce jsou zastoupeny odpovědi ano a spíše ano (v součtu 67%), téma projektu tedy žáky základní školy zaujalo.



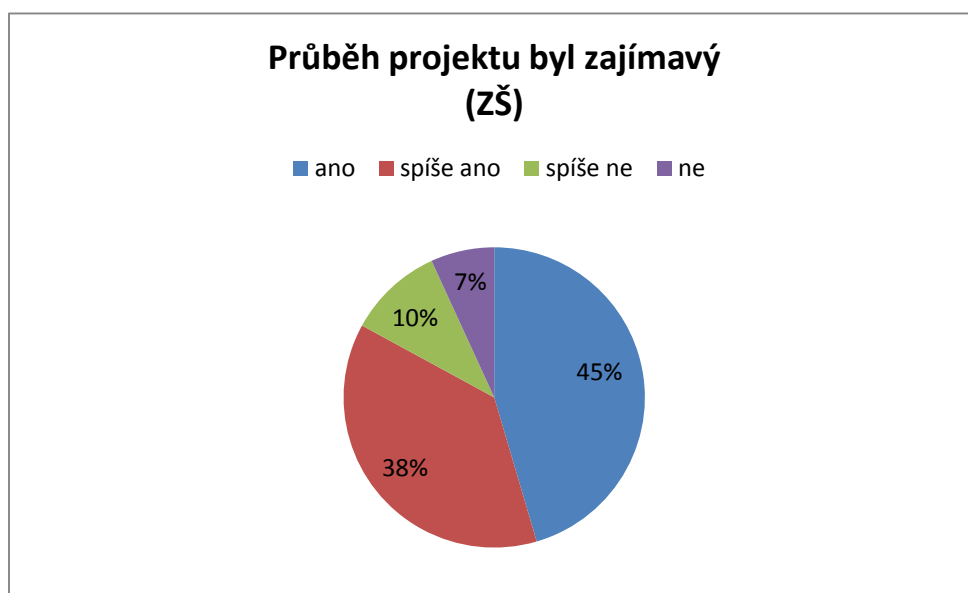
Graf 14: Zadání úkolů bylo srozumitelné (ZŠ).

Komentář: Nejvíce jsou zastoupeny odpovědi ano a spíše ano (v součtu 66%), zadání úkolů bylo pro žáky základní školy poměrně srozumitelné.



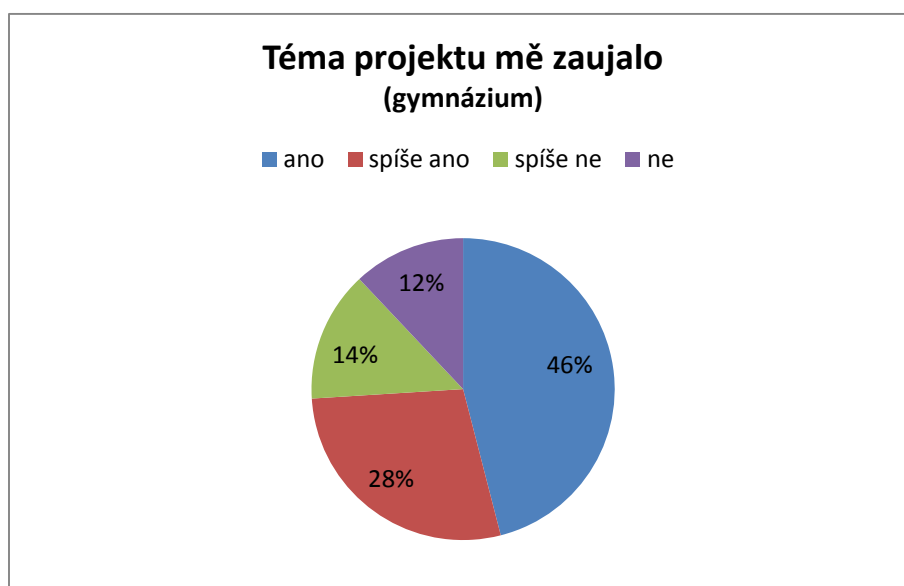
Graf 15: Příprava na projekt byla náročná (ZŠ).

Komentář: Nejvíce jsou zastoupeny odpovědi ano a spíše ano (v součtu 70%), přípravu tedy hodnotí žáci základní školy jako náročnou.



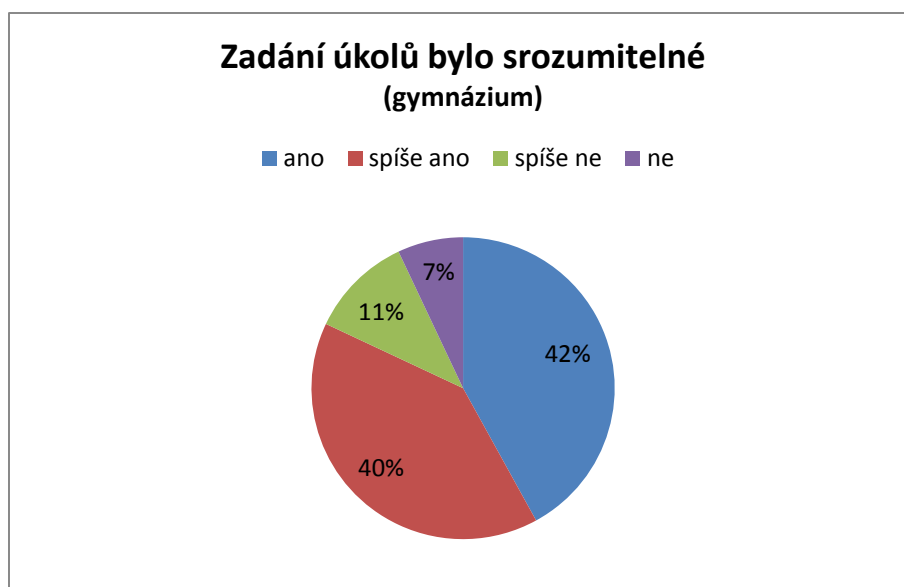
Graf 16: Průběh projektu byl zajímavý (ZŠ).

Komentář: Nejvíce jsou zastoupeny odpovědi ano a spíše ano (v součtu 83%), průběh projektu tedy hodnotí žáci základní školy jako zajímavý.



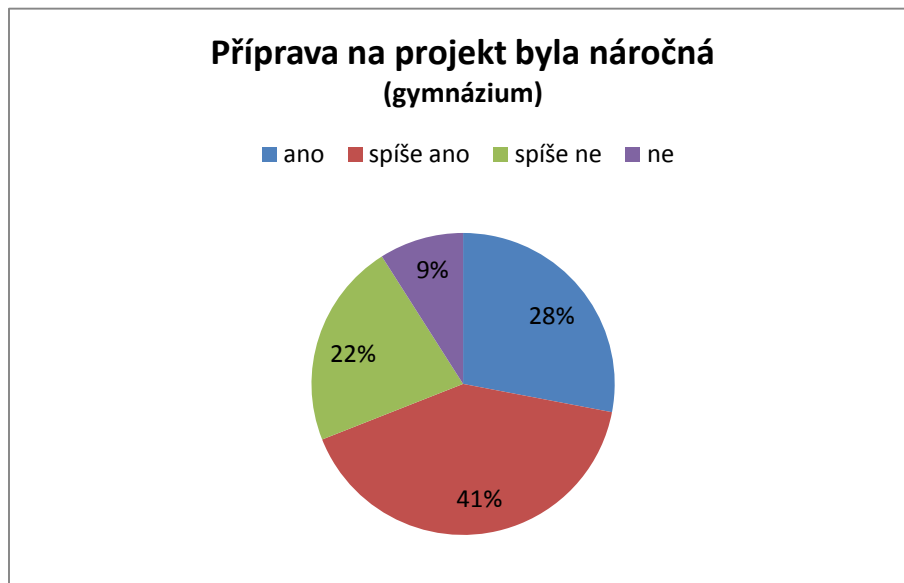
Graf 17: Téma projektu mě zaujalo (gymnázium).

Komentář: Nejvíce jsou zastoupeny odpovědi ano a spíše ano (v součtu 74%), téma projektu tedy studenty gymnázia zaujalo.



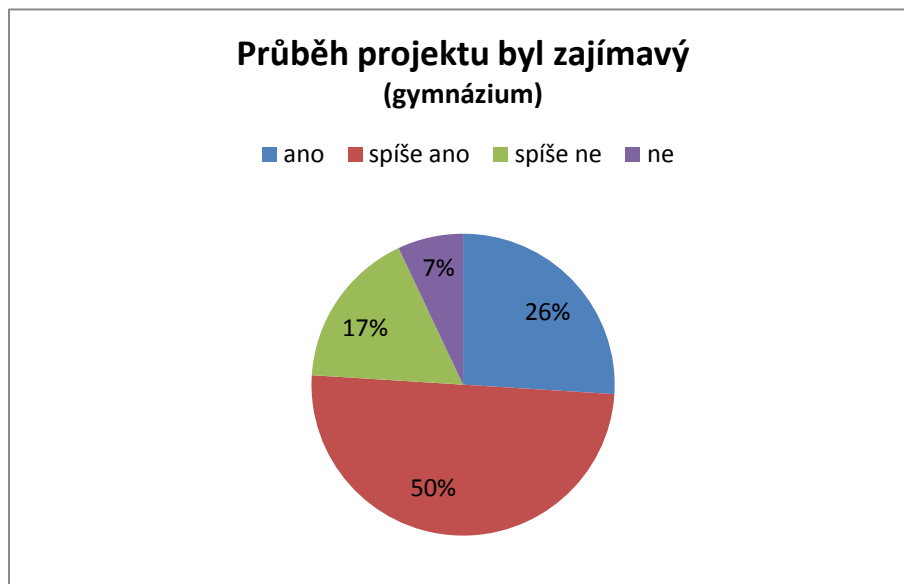
Graf 18: Zadání úkolů bylo srozumitelné (gymnázium).

Komentář: Nejvíce jsou zastoupeny odpovědi ano a spíše ano (v součtu 82%), zadání úkolů bylo pro studenty gymnázia srozumitelné.



Graf 19: Příprava na projekt byla náročná (gymnázium).

Komentář: Nejvíce jsou zastoupeny odpovědi ano a spíše ano (v součtu 69%), přípravu tedy hodnotí studenti gymnázia jako poměrně náročnou.



Graf 20: Průběh projektu byl zajímavý (gymnázium)

Komentář: Nejvíce jsou zastoupeny odpovědi ano a spíše ano (v součtu 76%), průběh projektu tedy hodnotí studenti gymnázia jako zajímavý.



Graf 21: Téma projektu mě zaujalo (SOŠ)

Komentář: Nejvíce jsou zastoupeny odpovědi spíše ne a ne (v součtu 56%), následované odpovědí spíše ano (25%). Studenty střední odborné školy tedy téma projektu spíše nezaujalo.



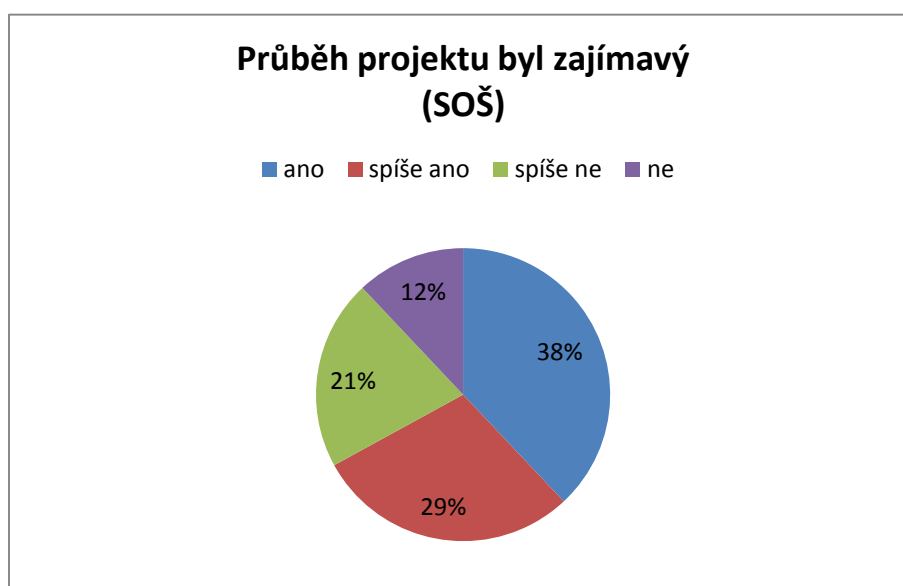
Graf 22: Zadání úkolů bylo srozumitelné (SOŠ)

Komentář: Nejvíce jsou zastoupeny odpovědi ano a spíše ano (v součtu 72%), zadání úkolů bylo pro studenty střední odborné školy poměrně srozumitelné.



Graf 23: Příprava na projekt byla náročná (SOŠ)

Komentář: Nejvíce jsou zastoupeny odpovědi ano a spíše ano (v součtu 70%), přípravu tedy hodnotí studenti střední odborné školy jako náročnou.



Graf 24: Průběh projektu byl zajímavý (SOŠ)

Komentář: Nejvíce jsou zastoupeny odpovědi ano a spíše ano (v součtu 67%), průběh projektu tedy studenti střední odborné školy hodnotí jako zajímavý, i když je původně téma projektu nezaujalo.

5. Diskuze

Vzhledem k tomu v jakém prostředí žijeme, tedy všudypřítomnost různých mikroorganismů a velká koncentrace lidí v poměrně malých prostorech, je důkladná hygiena rukou naprostou nezbytností. Každému malému dítěti jsou vštěpovány základní hygienické principy. Většina lidí teoreticky ví, kdy si mají mýt ruce, ale mnoho z nás tuto vědomost nepřenáší do praxe. Během přípravy projektů a psaní této práce jsem se zaměřila na sledování svého okolí i sebe. Nestačila jsem se divit. Například jsem při průběžném sledování odhadla, že nejméně polovina studentek pedagogické fakulty si po použití toalety opláchnou ruce jen velice lehce, pokud si je vůbec opláchnou. Domnívám se, že proto má projekt, jehož hlavním cílem je podporovat mytí rukou rozhodně smysl a jeho zařazení do výuky mohu vřele doporučit. Na tuto skutečnost poukazují i výsledky dotazníkového průzkumu, který byl součástí projektu.

Výsledky dotazníkového průzkumu, který se zabývá mytím rukou, ukazují, že hygienické návyky žáků základních škol i studentů středních škol mají nedostatky. Spolu se zvyšujícím se věkem dochází postupně k větší automatizaci hygienických návyků a mytí rukou ve více běžných situacích. Tento trend je patrný u obou pohlaví. Celkově ale lze říci, že si žáci základních škol i studenti středních škol myjí nedostatečně ruce při různých příležitostech (viz grafy 1 až 12).

Realizace samotného projektu je poměrně jednoduchá. Je možné všechny verze projektu využít bez možnosti přístupu k audiovizuální technice, ačkoliv její využití je přínosné. V průběhu projektu jsem nemusela řešit nějaké výraznější problémy, žáky většinou zaujal a byli ochotní se aktivně účastnit. Pro jejich lepší motivaci je vhodné zvolit nějakou metodu hodnocení, známky za práci v hodině nebo za zpracování prezentace či posteru. Ve verzi pro střední odbornou školu jsem na přání učitele připravila studentům test (viz příloha 7), který měl v následující hodině ověřit, zda při projektu dávali pozor a zapamatovali si některé informace. Sama jsem ale neměla možnost ho již vyzkoušet. U žáků základní školy je důležité se zaměřit na jejich kázeň a dodržování pravidel bezpečnosti práce.

Obtížnost projektu spočívá především ve zpracování otázek, žáci musí pracovat s různými zdroji, takže je jim nutné tyto zdroje zabezpečit ve škole, pokud by například nikdo ze skupiny neměl doma internet. Zároveň je potřeba žáky inspirovat pro hledání informací i jinde než na internetu, například v knihovně. U některých žáků je nutné překonat nechuť zpracovat zadané téma, případně neschopnost si s tématem poradit. V takových případech se osvědčila dostatečná konzultace a motivace případnou klasifikací. Obtížnost pro učitele spočívá především v přípravě materiálu (viz přílohy 1 a 2) a konzultační činnosti.

Vzhledem k výsledkům dotazníkového šetření, kterým žáci projekt hodnotili, jsem zjistila, že žáky základní školy a studenty gymnázia zaujalo téma projektu více než studenty střední odborné školy. Přisuzuji to jednak skutečnosti, že přírodovědné vzdělávání stojí mimo jejich zájem, zároveň se však domnívám, že k lepšímu uvedení do problematiky by bylo vhodné pro tyto studenty zařadit také delší motivační příběh, protože studenti zřejmě nepovažovali úvodní popis situace za dostatečně motivující. Zadání úkolů bylo pro všechny studenty poměrně srozumitelné. Náročnost přípravy na projekt byla hodnocena ve všech verzích projektu jako náročná, přesto bych z nároků na projekt neslevovala, domnívám se, že nároky jsou pro jednotlivé typy škol přiměřené a zpracování úkolů, ačkoliv je náročné, pomáhá rozvíjet nejen znalosti žáků, ale také jejich osobnost (viz cíle projektu). Průběh projektu byl ve všech verzích hodnocen jako poměrně zajímavý.

Projekt byl ve školách, kde jsem ho měla možnost vyzkoušet, přijímán kladně, především díky okolnostem, které jsem popisovala v úvodu. Spolupráce s žáky byla také dobrá, přijímali mě jako milé zpestření výuky a do praktických úkolů se zapojovali často jedinci, u kterých bych iniciativu nečekala.

Pro učitele, kteří by chtěli projekt využít v praxi, jsem ověřila a zpracovala v teoretické části a přílohách návody na přípravu materiálu, zadání jednotlivých verzí projektu, návrhy na ověření znalostí a souhrn odborných informací, který je vhodný jako příprava na všetečné otázky žáků a studentů.

6. Závěr

Mikrobiologický projekt se zaměřením na dodržování hygienických návyků jsem vyzkoušela ve všech typech škol, pro které byly jednotlivé verze projektu navrženy. Ověřila jsem funkčnost všech teoretických i praktických úkolů. V přípravné fázi projektu i v samotném průběhu jednotlivých verzí jsem prováděla dotazníkové šetření, které se týkalo mytí rukou a jehož výsledky prokázaly vhodnost zařazení projektu do výuky. Druhé dotazníkové šetření, které se zabývalo hodnocením projektu žáky a studenty, ověřilo vhodnost zařazení do výuky z jejich pohledu a zároveň posloužilo jako má sebereflexe. Všechny cíle diplomové práce byly splněny.

7. Seznam použité literatury

BEDNÁŘ, M., FRAŇKOVÁ, V., SCHINDLER, J., SOUČEK, A., VÁVRA, J. *Lékařská mikrobiologie*, Praha: Marvil, 1999. 558 s., ISBN 80-238-027-6.

BEDNÁŘ, M., SOUČEK, A., VÁVRA, J. *Lékařská speciální mikrobiologie a parazitologie*. Praha: Triton, 1994. 226 s. ISBN 80-901521-47.

GREENWOOD, D., SLACK, R.C.B, PEUTHERER, J.F. et al. *Lékařská mikrobiologie*. Přelož. Jiří Schindler. Praha: GRADA Publishing, 1999. 686 s. ISBN 80-7169-3650

HERINK, J., PUMPR, V. *K projektovému vyučování v chemii a zeměpisu*. Praha: Výzkumný ústav pedagogický, 2002, 40 s. ISBN 80-238-8315-1

CHRÁSKA, M. *Didaktické testy*. Brno: Paido, 1992. 91 s. ISBN 80-85931-68-0

JÍLEK, P., BUCHTA, V., HORÁK, V., PÁCALTOVÁ, R. *Kapitoly z mikrobiologie pro farmaceuty*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Karolinum, 1996. 124 s. ISBN 80-7184-070-X

JÍLEK, P., BUCHTA, V., KUBANOVÁ, P., *Úvod do mikrobiologických vyšetřovacích metod ve zdravotnictví*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Karolinum, 2002. 104 s. ISBN 80-246-0459-0

JULÁK, J. *Úvod do lékařské bakteriologie*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Karolinum, 2006. 404 s. ISBN 80-246-1270-4

KAPRÁLEK, F. *Základy bakteriologie*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Karolinum, 1999. 241 s. ISBN 80-7184-811-5

KOTÁSEK, J. et al. *Národní program rozvoje vzdělávání v České republice. Bílá kniha*. Praha: ÚIV, 2001. 98 s. ISBN 80-211-0372-8

KRATOCHVÍLOVÁ, J. *Projektová metoda a projekt*. Komenský, 2002, č. 2, s. 4-10. ISSN 0323-0449

KRATOCHVÍLOVÁ, J. *Teorie a praxe projektové výuky*. Brno: Masarykova univerzita, 2006. 160 s. ISBN 80-210-4142-0

MAŇÁK, J. *Stručný nástin metodiky tvořivé práce ve škole*. Brno: Paido, 2001. 46 s. ISBN 80-7315-002-6

MAŇÁK, J. ŠVEC, V. *Výukové metody*. Brno: Paido, 2003, 23 s. ISBN 80-7315-039-5

Mc MURRY, J. *Organická chemie*. Přelož. Jonas J. et al. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Vutium, 2007. 1176 s. ISBN 978-80-214-32-91-8

PELIKÁN, J. *Základy empirického výzkumu pedagogických jevů*. Praha: Karolinum, 1998. ISBN 80-7184-569-8.

Rámcový vzdělávací program pro gymnázia. Praha: Výzkumný ústav pedagogický, 2007. 103 s. ISBN 80-87000-12-0

Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání. Praha: Výzkumný ústav pedagogický, 2005. 92 s. ISBN 80-87000-02-1

Rámcový vzdělávací program pro obor vzdělávání Veřejnosprávní činnost. Praha: Ministerstvo školství mládeže a tělovýchovy, 2007. 85 s. č. j. 12 698/2007-23

ROSYPAL, S. a kol. *Nový přehled biologie*, Praha: Scientia, 2003. 797 s. ISBN 978-80-86960-23-4

SVOBODA, J. *Organická chemie I*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2005. 310 s. ISBN 80-7080-561-7

STREBLOVÁ, E. *Souhrnné texty z chemie II*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Karolinum, 2002. 215 s. ISBN 80-246-0153-2

ŠILHÁNKOVÁ, L. *Mikrobiologie pro potravináře a biotechnology*. Praha: Academia, 2002. 212 s. ISBN 80-200-1024-6

ŠVECOVÁ, L. *Teorie a praxe zařazení školních projektů ve výuce přírodopisu, biologie a ekologie*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Karolinum, 2001. 79 s. ISBN 80-246-0227

VACÍK, R. *Přehled středoškolské chemie*. Praha: SPN, 1995. 365 s. ISBN 80-85937-08-5

Seznam internetových zdrojů

[1]

Wikipedie: Wikimedia Commons: Bacterial growth [online]. c2007

[citováno 14. 10. 2009]. Dostupný z WWW:

http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Image%3ABacterial_growth.png

[2]

Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity, [online]. c2009,

[citováno 16. 10. 2009]. Dostupný z WWW:

<<http://www.sci.muni.cz/mikrob/kvasbiotech/kvasmikro/kvasmikro.html>>

[3]

Lékařská fakulta Hradec Králové, [online]. c2009, [citováno 15. 10. 2009].

Dostupný z WWW: <<http://camelot.lfhk.cuni.cz/farmako1/cz/antib99.doc>>

[4]

Wikipedie: Otevřená encyklopedie: Mýdlo [online]. c2009

[citováno 20. 08. 2009]. Dostupný z WWW:

<<http://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=M%C3%BDdlo&oldid=4431824>>

[5]

Wikipedie: Otevřená encyklopedie: Mýdlo [online]. c2009

[citováno 21. 08. 2009]. Dostupný z WWW:

<<http://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=M%C3%BDdlo&oldid=4431824>>

[6]

American Society for Microbiology, The Soap and Detergent Association,

[online]. c2007, [citováno 16. 06. 2008]. Dostupný z WWW:

http://www.cleanin101.com/newsroom/2007_survey/keyFinding.cfm?retType=Survey

Seznam grafů

Graf 1: Myjete si ruce po kontaktu s domácími mazlíčky?	77
Graf 2: Myjete si ruce před přípravou nebo konzumací jídla?	77
Graf 3: Myjete si ruce po kašlání nebo smrkání?.....	78
Graf 4: Myjete si ruce po použití veřejné toalety?.....	78
Graf 5: Myjete si ruce po kontaktu s penězi?.....	79
Graf 6: Myjete si ruce po použití toalety doma?.....	79
Graf 7: Myjete si ruce po kontaktu s domácími mazlíčky?.....	80
Graf 8: Myjete si ruce před přípravou nebo konzumací jídla?.....	80
Graf 9: Myjete si ruce po kašlání nebo smrkání?.....	81
Graf 10: Myjete si ruce po použití veřejné toalety?.....	81
Graf 11: Myjete si ruce po kontaktu s penězi?.....	82
Graf 12: Myjete si ruce po použití toalety doma?.....	82
Graf 13: Téma projektu mě zaujalo (ZŠ).....	84
Graf 14: Zadání úkolů bylo srozumitelné (ZŠ).....	84
Graf 15: Příprava na projekt byla náročná (ZŠ).....	85
Graf 16: Průběh projektu byl zajímavý (ZŠ).....	85

Graf 17: Téma projektu mě zaujalo (gymnázium).....	86
Graf 18: Zadání úkolů bylo srozumitelné (gymnázium).....	86
Graf 19: Příprava na projekt byla náročná (gymnázium).....	87
Graf 20: Průběh projektu byl zajímavý (gymnázium).....	87
Graf 21: Téma projektu mě zaujalo (SOŠ).....	88
Graf 22: Zadání úkolů bylo srozumitelné (SOŠ).....	88
Graf 23: Příprava na projekt byla náročná (SOŠ).....	89
Graf 24: Průběh projektu byl zajímavý (SOŠ).....	89

Seznam Tabulek

Tab. 1: Hlavní skupiny gramnegativních bakterií s buněčnou stěnou.....	21
(podle Rosypal, 2003, s. 127-140)	
Tab. 2: Hlavní skupiny grampozitivních bakterií s buněčnou stěnou.....	22
(podle Rosypal, 2003, s. 138-141)	
Tab. 3 Rozdělení antibiotik podle mechanismu účinku.....	33
(upraveno podle [3])	
Tab. 4 : Organizační úrovně mikrobiální buňky.....	43
(převzato a upraveno podle Jílek, 2002, s. 50)	

Seznam obrázků

Obr. 1 Křivka růstu bakteriální populace.....	16
(převzato a upraveno podle [1])	
Obr. 2: Proces výroby mýdla	40
(převzato a upraveno podle [4])	
Obr. 3: Chemická struktura mýdla.....	41
(převzato a upraveno podle [5])	

Seznam příloh