

Univerzita Karlova
Pedagogická fakulta
Katedra biologie a environmentálních studií

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Analýza tématu prokaryota prezentovaného v učebnicích přírodopisu
pro základní školy

Analysis of the topic prokaryotes presented in biology textbooks
for lower-secondary schools

Lenka Jarošová

Vedoucí práce: PhDr. Karel Vojíš, Ph.D.
Studijní program: Specializace v pedagogice
Studijní obor: Biologie, geologie a environmentalistika se zaměřením
na vzdělávání – Chemie se zaměřením na vzdělávání

2022

Odevzdáním této bakalářské práce na téma *Analýza tématu prokaryota prezentovaného v učebnicích přírodopisu pro základní školy* potvrzuji, že jsem ji vypracovala pod vedením vedoucího práce samostatně za použití v práci uvedených pramenů a literatury. Dále potvrzuji, že tato práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

Praha, 15. 4. 2022

Ráda bych zde poděkovala svému vedoucímu práce panu PhDr. Karlu Vojířovi, Ph.D., za jeho cenné rady, trpělivost a především čas, který mi věnoval při zpracování mé bakalářské práce. Rovněž bych zde ráda poděkovala své rodině a dalším blízkým osobám za podporu, kterou mi během studia poskytovali.

ABSTRAKT

Učebnice jako materiální didaktické pomůcky plní nespočet funkcí, reprezentují obsah vzdělávání konkrétního předmětu, obsahují transformované vědecké poznatky či zásadním způsobem ovlivňují motivaci žáků k učení. Součástí základního učiva přírodopisu jsou i prokaryota, jejichž problematika nebyla v učebnicích doposud zmapována. Hlavním cílem bakalářské práce bylo provést obsahovou analýzu tématu prokaryota v učebnicích přírodopisu pro základní školy disponujících platnou schvalovací doložkou Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy České republiky. V práci byla zjišťována strukturace daného tématu napříč jednotlivými tituly. Analýze byly podrobeny pojmy obsažené v kapitolách pojednávajících o problematice prokaryotních organismů. K analýze bylo využito dvou přístupů, pro kvalitativní analýzu dat sloužila metoda nesoucí označení otevřené kódování, kvantitativní přístup odráží procentuální zastoupení pojmů spadajících do stejné významové kategorie a podkategorie v daných titulech. Analýza ukázala, že mezi učebnicemi panuje nesourodost z hlediska zastoupení tématu prokaryota a až na učebnici nakladatelství Prodos a Taktik učebnice nijak nezohledňují problematiku archeí. Nejvíce pojmů se vztahuje k morfologii, výskytu, významu a využití prokaryotických organismů, do popředí se taktéž dostává jejich patogenita. Největší množství pojmů bylo uvedeno v učebnicích nakladatelství Prodos a Taktik, nejméně pak v obou titulech nakladatelství Fortuna.

KLÍČOVÁ SLOVA

Analýza učebnice, výuka přírodopisu, obsahová analýza, porovnání učebnic.

ABSTRACT

Textbooks as material teaching aids perform countless functions, represent the content of education of the specific subject, contain transformed scientific findings or fundamentally affect motivation of pupils to learn. A part of the basic curriculum of natural sciences are also prokaryotes, whose issues have not yet been mapped in textbooks. The main objective of the thesis was to perform the content analysis of the prokaryotic topic in natural sciences textbooks for primary schools with a valid clause of the Ministry of Education, Youth and Sports of the Czech Republic. In the thesis the structuring of the given topic was ascertained among the individual titles. The terms contained in chapters dealing with the topic of prokaryotic organisms were analyzed. Two approaches were used for the analysis, the method bearing the open coding label was used for the qualitative data analysis, the quantitative approach reflects the percentage of terms falling into the same meaning category and subcategory in the given titles. The analysis shown there is inconsistency between textbooks in terms of representation of the topic of prokaryote and except the textbook published by Prodos and Taktik, the textbooks do not take into account the problematic of archaea in any way. The terms are mostly connected to morphology, occurrence, significance and use of prokaryotic organisms, their pathogeny also comes to the fore. The largest number of terms was mentioned in the textbooks published by Prodos and Taktik, the least in both titles published by Fortuna.

KEYWORDS

Textbook analysis, teaching natural sciences, content analysis, textbook comparison.

Obsah

Úvod	8
1 Cíle a výzkumné otázky	9
2 Učebnice	10
2.1 Funkce učebnic	11
2.2 Struktura učebnice	13
2.3 Výzkum učebnic	19
2.3.1 Analýzy vlastností učebnic	20
2.3.2 Výzkum učebnic v České republice	22
2.3.3 Výzkum učebnic v zahraničí	23
2.4 Systém kurikulárních dokumentů České republiky	25
2.4.1 Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání	26
2.5 Schvalovací doložka MŠMT	27
2.5.1 Proces získání schvalovací doložky MŠMT	27
3 Prokaryota.....	29
3.1 Stavba prokaryotické buňky	29
3.1.1 Cytoplazmatická membrána	29
3.1.2 Buněčná stěna	30
3.1.3 Cytoplasma	31
3.1.4 Prokaryotický chromozom	31
3.1.5 Plazmidy	31
3.1.6 Ribozomy	32
3.1.7 Bičíky	32
3.1.8 Fimbrie – pili	33
3.2 Taxonomie prokaryot.....	33

3.3	<i>Bacteria</i>	34
3.3.1	Klasifikace bakterií.....	34
3.3.1	Systém bakterií	39
3.3.2	Rozmnožování a růst bakterií	40
3.3.3	Bakterie významné v potravinářství	42
3.3.4	Mikroflóra lidského těla	44
3.3.5	Patogenní bakterie	45
3.4	Sinice (<i>Cyanobacteria</i>)	50
3.4.1	Buňka sinic	50
3.4.2	Systém sinic	51
3.4.3	Zástupci sinic	52
3.4.4	Rozmnožování sinic	52
3.4.5	Stromatolity	52
3.4.6	Vodní květ	53
3.5	<i>Archea</i>	53
3.5.1	Buňka a morfologie archeí	54
3.5.2	Fylogeneze archeí	54
3.5.3	Rozmnožování archeí	54
3.5.4	Metabolismus archeí.....	55
3.5.5	<i>Archea</i> a jejich vztahy s jinými organismy	55
3.5.6	Význam archeí	55
4	Metodologie.....	57
4.1	Otevřené kódování	57
4.1.1	Definované kategorie.....	57
4.2	Výzkumný vzorek.....	58

5	Výsledky.....	60
5.1	Strukturace tématu v jednotlivých učebnicích.....	60
5.2	Celkový počet pojmů a jejich zastoupení v definovaných kategoriích v rámci jednotlivých učebnic.....	61
5.3	Komparace učebnic.....	66
5.3.1	Historie a povaha vědy	66
5.3.2	Celková morfologie	66
5.3.3	Morfologie.....	67
5.3.4	Metabolismus	68
5.3.5	Množení.....	68
5.3.6	Zástupci	69
5.3.7	Jiní zástupci	69
5.3.8	Taxonomická klasifikace.....	69
5.3.9	Výskyt.....	70
5.3.10	Význam a využití.....	70
5.3.11	Patogenita	71
5.3.12	Další pojmy	72
	Závěr a diskuze.....	73
	Použitá literatura.....	76
	Seznam příloh.....	81
	Seznam obrázků.....	81
	Seznam tabulek.....	81
	Seznam grafů.....	81

Úvod

Učebnice představují součást lidské kultury již po několik tisíc let, v archeologických nálezech ze starověké Číny, Egypta či Babylonu byly nalezeny učebnicové texty, které byly zaznamenány na pergamenové svitky nebo například klínovým písmem na hliněné destičky (Průcha, 2017). Ačkoliv digitální doba nahradila ledacos, budoucnost učebnice jakožto materiální didaktické pomůcky zůstává zachována i nadále, žákům jsou dostupné transformované vědecké poznatky mnohdy obohacené graficky atraktivními prvky, které si kladou za cíl například motivovat žáky k učení a touze po poznání. Další skupina uživatelů – učitelé, má v učebnici informační oporu sloužící pro plánování a orientování se ve výuce. Význam učebnic je nesmírný, výzkumu učebnic se například věnoval jeden z předních českých pedagogů Jan Průcha, který je autorem několika publikací shrnujících četné návody na analýzu a tvorbu učebnic, jako příklad mohou posloužit následující publikace: *Teorie a analýzy edukačního média* (1998) či *Učení z textu a didaktická informace* (1987).

Transformované vědecké poznatky v sobě ukrývají množství pojmů, pojmy pak představují strukturní elementy obsahu (Průcha, 1998). Vzájemné zastoupení těchto prvků v jednotlivých učebnicích je mnohdy rozličné, ale taktéž může vykazovat podobné rysy. V kurikulárních dokumentech jsou zakotveny pouze bakterie (společně s viry), prokaryotické organismy však zasahují prakticky každodenně do našich životů, svojí činností mohou zásadním způsobem ovlivnit ekosystém (Rosypal, 2003).

Doposud nebyla provedena komparace současných učebnic přírodopisu s ohledem na téma prokaryota, v bakalářské práci je posuzována strukturace daného tématu napříč učebnicemi, ale i vzájemné podobnosti či rozdíly z hlediska zastoupení odborných pojmů.

1 Cíle a výzkumné otázky

Hlavním cílem této bakalářské práce bylo provést obsahovou analýzu tématu prokaryota prezentovaného v učebnicích přírodopisu pro základní školu, které disponují schvalovací doložkou MŠMT. Práce byla realizována na základě dílčích podcílů, kterými jsou:

- Charakterizovat problematiku učebnic.
- Zmapovat současný výzkum učebnic přírodopisu.
- Charakterizovat postavení prokaryot v Rámcovém vzdělávacím programu pro základní vzdělávání (RVP ZV).
- Sumarizovat teoretickou část charakterizující tematický celek prokaryota.
- Zjistit zastoupení odborných pojmů v učebnicích přírodopisu pro základní školy.

Analýza je vedena následujícími výzkumnými otázkami:

- Jakým způsobem je téma prokaryotických organismů zařazeno v rámci učebnic přírodopisu pro základní školy?
- Které pojmy jsou v učebnicích přírodopisu pro základní školy zařazeny v rámci kapitol věnovaných prokaryotickým organismům?
- Jak se liší jednotlivé učebnice přírodopisu pro základní školy ve zpracování tématu prokaryota?

2 Učebnice

Přesné vymezení pojmu učebnice je poněkud problematické, neboť existuje celá řada odborné literatury, ve které autoři formulují definici učebnice různými způsoby. Níže jsou uvedeny příklady dvou definic.

Průcha a kol. (2013, s. 258) definují učebnici následovně: „*Druh knižní publikace uzpůsobené k didaktické komunikaci svým obsahem a strukturou. Má řadu typů, z nichž nejrozšířenější je školní učebnice. Ta funguje: 1. jako prvek kurikula, tj. prezentuje výsek plánovaného obsahu vzdělání; 2. jako didaktický prostředek, tj. je informačním zdrojem pro žáky a učitele, řídí a stimuluje učení žáků.*“

Kolář a kol. (2012, s. 152) vymezují učebnici jako: „*Specificky zpracovaný učební text, který je nositelem obsahu vzdělávání a prostředkem řízení učebního procesu.*“

Průcha (1998) vysvětluje, že vymezení pojmu učebnice vychází ze systému, ve kterém na ni budeme nahlížet (viz Obrázek 1). Jeden ze systémů představuje zařazení pojmu učebnice jakožto **prvku kurikulárních projektů**, respektive vzdělávacích programů, což jsou dokumenty stanovující vnitřně závaznou normu pro určitý druh či stupeň školy, pro který formulují cíle vzdělávání a definují obsahy vzdělávání, které mají podobu učebních osnov.

Nahlížet na učebnice můžeme také **jako na součást souboru didaktických prostředků**, kdy didaktickým prostředkem chápeme: „*soubor všech materiálních předmětů fungujících při realizaci vzdělávání*“ (Průcha, 1998). Existuje velké množství didaktických prostředků, které mají rozdílné vlastnosti a fungování oproti učebnicím, a tudíž jim konkurují. Je tedy nutné na učebnice nahlížet i z tohoto hlediska, nikoliv pouze jako na prvek kurikulárního projektu.

V neposlední řadě lze na učebnice nahlížet též jako na **druh školních didaktických textů**, jejichž úloha je spjata s účely učení a vyučování. Školní didaktické texty mají rozdílnou podobu, přičemž učebnice vystupuje zpravidla jako kniha různého formátu. První dva zmíněné systémy jsou obsažené v definici Průcha a kol. (2013), která se snaží o komplexnější vymezení pojmu učebnice.



Obrázek 1 Učebnice figurující v systémech (Průcha, 1998)

2.1 Funkce učebnic

Jednou z možností, jak vymezit funkci učebnic, je na ně nahlížet ve vztahu k subjektům, které je využívají, přičemž těmito subjekty se rozumí zpravidla žáci a učitelé. Funkci učebnic proto Průcha (1998) vymezil následovně:

- **Funkce učebnic pro žáky:** Žáci ztělesňují subjekt, pro který je učebnice pramenem, s jehož pomocí se žáci učí.
- **Funkce učebnic pro učitele:** Učebnice představují oporu učitelům v podobě informačního zdroje, který přispívá k plánování obsahu učiva či k orientaci ve výuce.

Doleček a kol. (1975) poukazují též na funkci učebnice v práci učitele, konkrétně kladou důraz na její využití jako prostředku učení žáka, učitel využívá při svém výkladu cvičení, úloh či otázek, které jsou v učebnici přítomny, což podporuje proces učení žáka. Skalková (1999) tvrdí, že dochází k postupnému překonávání myšlenky, která byla postavena na tom, že úkolem učebnice je prosté předkládání učiva žákům v souladu s osnovami. Průcha (2017) definuje tři základní funkce učebnice takto:

- **Prezentace učiva:** Učebnice představuje především soubor informací, které jsou různými formami prezentovány jejím uživatelům.
- **Řízení učení a vyučování:** Učebnice představuje didaktický prostředek, který vede žákovo učení a v případě učitele jeho vyučování.
- **Funkce organizační (orientační):** Prostřednictvím obsahu či rejstříku učebnice sděluje uživatelům způsoby jejího používání.

Autorem jedné z nejpodrobnějších klasifikací funkcí učebnice pro žáky je Dmitrij Dmitrijevič Zujev. Taxonomie dle Zujeva (1986) vymezuje osm didaktických funkcí učebnice následujícím způsobem:

- **Informační funkce:** Tato funkce vyplývá z toho, že učebnice definuje obsah vzdělávání v konkrétním předmětu či oboru vzdělávání, taktéž vymezuje rozsah a dávkování informací, které si žáci osvojují.
- **Transformační funkce:** Aby mohly být informace přístupné žákům, je třeba odbornou informaci z konkrétního vědního oboru transformovat, tyto přepracované informace pak daná učebnice poskytuje.
- **Systematizační funkce:** Vychází z toho, že posloupnost jednotlivých částí učiva či jeho zařazení do určitého ročníku nebo stupně školy se děje prostřednictvím učebnice, která se snaží učivo rozdělit podle určitého systému.
- **Zpevňovací a kontrolní funkce:** Žáci si osvojují určité dovednosti a poznatky pod vedením učitele, prostřednictvím učebnice lze dané poznatky a vědomosti upevňovat a kontrolovat.
- **Sebevzdělávací funkce:** Když žáci samostatně pracují s učebnicí, dochází k jejich stimulaci a touze po poznání či k motivaci k učení.
- **Integrační funkce:** Informace lze čerpat z nejrůznějších pramenů, učebnice pomáhá tyto informace integrovat a poskytovat tak základ pro jejich chápání.
- **Koordinační funkce:** Učebnice představují doprovod žákům při práci s jinými didaktickými prostředky, které na danou učebnici navazují.
- **Rozvojově výchovná funkce:** Učebnice formuje a rozvíjí osobnost, názory či postoje.

Mikk (2000) považuje za zásadní a klíčovou funkci učebnice **motivovat žáky k učení**, vysvětluje, že pokud je učebnice zajímavě zpracovaná a není nudná, může u žáků vzbudit touhu po vědění, která bude v ideálním případě přetrvávat po celý život. Motivační funkci učebnice zmiňuje též Skalková (1999), uvádí ji společně s funkcí sebevzdělávací, dále pak rozlišuje funkce poznávací a systematizační, upevňovací a kontrolní, rozvíjející a výchovnou a funkci orientační.

Výše popsané funkce se v učebnici mohou uplatňovat v různém měřítku a míra jejich intenzity může být taktéž nestejná. Tato skutečnost je úzce spjata s tím, ke kterému předmětu se daná učebnice vztahuje a pro koho je určena. Pojetí funkce učebnic není pouze záležitostí teoretického rázu, nýbrž praktického významu, se kterým je spjata tvorba a hodnocení učebnic. K tomu, aby učebnice mohla plnit výše zmíněné funkce, musí v sobě obsahovat komponenty, které budou představovat reprezentanty daných funkcí (Průcha, 1998).

2.2 Struktura učebnice

Dle Průchy (1998) lze k učebnici přistupovat jako ke složitému integrovanému systému, pro který je typické, že je složen z jednotlivých částí (komponentů) plnících společně se specifickými vyjadřovacími prostředky rozličné didaktické funkce učebnice. Jan Průcha vymezuje obecný model struktury učebnice, ve kterém se učebnice skládá z textové a mimotextové složky, přičemž každá z těchto dvou složek je hierarchizovaná do specifických komponentů. Tohoto přístupu, který je též označován jako funkčně strukturální analýza učebnic, využil například Zujev (1986), který rozбором 57 ruských učebnic došel k závěru, že textová složka učebnice zaujímá 66 % jejího rozsahu a zbylých 34 % tvoří složka mimotextová neboli vizuální. Bednařík (1981) shrnuje obdobně jako Průcha části učebnice do dvou skupin, a to na složky výkladové a složky nevýkladové. Tato klasifikace byla autorem v minulosti využita při analýzách československých a zahraničních učebnic fyziky k identifikaci jednotlivých prvků v nich obsažených.

Ve výzkumném ústavu odborného školství zpracovali autoři Doleček a kol. (1975) v 70. letech klasifikaci strukturních komponentů vztahujících se k textové složce učebnice. Tabulka 1 shrnuje těchto sedm textových komponentů.

Tabulka 1 Klasifikace textových komponentů v závislosti na jejich funkci

Textový komponent	Funkce komponentu
Motivační text	Text sloužící k uvedení žáka do učiva, objasní mu důvod, proč se příslušné učivo probírá, či pomáhá k navázání na učivo, které bylo probíráno dříve. Motivační text může na žáka rovněž i citově působit.
Výkladový text	Komponent různými metodami oznamuje žákům poznatky, normy, fakta, teorie aj.
Regulační text	Čtením regulačního textu dochází k aktivizaci žáka (jedná se například o udělování pokynů při řešení cvičení či problému).
Ukázky, příklady, aplikace	Pro didakticky zpracovaný text je charakteristické užívání ukázek a příkladů, pro jejich propojení s praxí je nutné je aplikovat do různých jiných oblastí.
Cvičení	Tento textový komponent vede žáka k záměrnému opakování činností, díky kterým nabývá vědomostí, popřípadě získává či rozvíjí své schopnosti.
Otázky	Komponent má obdobnou funkci jako v předchozím případě – aktivizovat žáka.
Zpětná vazba	Jedná se o získávání informací, které žáka informují o postupu učení, například při samostudiu, při kterém zpětná vazba probíhá výhradně na úrovni žák–žák – žák si podle klíče sám zkontroluje správnost svých odpovědí.

Jak již bylo zmíněno výše, Bednařík (1981) pracuje s modelem struktury učebnic, který rozdělil na složku výkladovou a nevýkladovou, jedná se o dokonalejší model, neboť rozlišuje strukturní prvky u jednotlivých strukturních komponentů. Autor zahrnuje do výkladové složky 15 prvků a vymezuje je následujícím způsobem:

Výkladové složky:

1. Výkladový text

- 1.1. Výchozí text
- 1.2. Objasňující text
- 1.3. Popis pokusu
- 1.4. Základní text
- 1.5. Aplikační text
- 1.6. Shrnující text
- 1.7. Přehled učiva

2. Doplnující text

- 2.1. Úvodní text
- 2.2. Text určený k četbě
- 2.3. Dokumentační text

3. Vysvětlující text

- 3.1. Vysvětlivky
- 3.2. Text k obrázkům

Nevýkladové složky pak Bednařík (1981) shrnul do 18 prvků takto:

Nevýkladové složky:

1. Procesuální aparát

- 1.1. Otázky a úkoly k upevnění vědomostí
- 1.2. Otázky a úkoly vyžadující aplikaci vědomostí
- 1.3. Otázky a úkoly k osvojení vědomostí
- 1.4. Návodů k pokusům
- 1.5. Pokyny k činnosti
- 1.6. Odpovědi a řešení

2. Orientační aparát

- 2.1. Nadpisy
- 2.2. Výhmaty
- 2.3. Odkazy
- 2.4. Grafické symboly

2.5. Rejstříky

2.6. Obsah

3. Obrazový materiál

3.1. Obrazy nahrazující věcný obsah výkladových komponentů

3.2. Obrazy rozvíjející věcný obsah výkladových komponentů

3.3. Obrazy doplňující věcný obsah výkladových komponentů

Zujev (1986) analyzoval ruské učebnice podobným způsobem, definoval 28 prvků vztahujících se k textovému komponentu a 33 prvků mimotextového komponentu. Mezi české autory, kteří taktéž vymezili modely struktury učebnic, patří například Michovský (1981), definoval 42 strukturních prvků, které byly podrobeny analýze v učebnicích dějepisu. Jiný český autor Průcha (1998) rozlišil 36 komponentů, přičemž každý z komponentů je vyjádřen buď verbálně, nebo obrazově, a to v závislosti na jeho specifické didaktické funkci. Strukturní komponenty učebnice dle Průchy (1998) jsou definovány následovně:

I. Aparát prezentace učiva

A) Verbální komponenty

1. Výkladový text prostý
2. Výkladový text zpřehledněný (přehledová schémata, tabulky aj. k výkladu učiva)
3. Shrnutí učiva k celému ročníku
4. Shrnutí učiva k tématům (kapitolám, lekcím)
5. Shrnutí učiva k předchozímu ročníku
6. Doplňující texty (dokumentační materiál, citace z pramenů, statistické tabulky aj.)
7. Poznámky a vysvětlivky
8. Podtexty k vyobrazením
9. Slovníčky pojmů, cizích slov aj. (s vysvětlením)

B) Obrazové komponenty

1. Umělecká ilustrace
2. Nauková ilustrace (schematické kresby, modely aj.)

3. Fotografie
4. Mapy, kartogramy, plánky, grafy, diagramy aj.
5. Obrazová prezentace barevná (tj. použití nejméně jedné barvy odlišné od barvy běžného textu)

II. Aparát řídicí učení

C) Verbální komponenty

1. Předmluva (úvod do předmětu, ročníku pro žáky)
2. Návod k práci s učebnicí (pro žáky a/nebo učitele)
3. Stimulace celková (podněty k zamyšlení, otázky aj. před celkovým učivem ročníku)
4. Stimulace detailní (podněty k zamyšlení, otázky aj. před nebo v průběhu lekcí, témat)
5. Odlišení úrovní učiva (základní – rozšiřující, povinné – nepovinné apod.)
6. Otázky a úkoly za témata, lekcemi
7. Otázky a úkoly k celému ročníku (opakování)
8. Otázky a úkoly k předchozímu ročníku (opakování)
9. Instrukce k úkolům komplexnější povahy (návody k pokusům, laboratorním pracím, pozorováním aj.)
10. Návrhy pro mimoškolní činnosti s využitím učiva (aplikace)
11. Explicitní vyjádření cílů učení pro žáky
12. Prostředky a/nebo instrukce k sebehodnocení pro žáky (testy a jiné způsoby hodnocení výsledků učení)
13. Výsledky úkolů a cvičení (správná řešení, správné odpovědi apod.)
14. Odkazy na jiné zdroje informací (bibliografie, doporučená literatura aj.)

D) Obrazové komponenty

1. Grafické symboly vyznačující určité části textu (poučky, pravidla, úkoly, cvičení aj.)
2. Užití zvláštní barvy pro určité části verbálního textu

3. Užití zvláštního písma (tučné písmo, kurzíva aj.) pro určité části verbálního textu
4. Využití přední nebo zadní obálky (předsádky) pro schémata, tabulky aj.

III. Aparát orientační

E) Verbální komponenty

1. Obsah učebnice
2. Členění učebnice na tematické bloky, kapitoly, lekce aj.
3. Marginálie, výhmaty, živá záhlaví aj.
4. Rejstřík (věcný, jmenný, smíšený)

2.3 Výzkum učebnic

Výzkum učebnic představuje poměrně rozsáhlou oblast, jejíž klasifikaci vytvořil například Průcha (1998), je vymezena do tří skupin na základě jejího rozličného účelu, předmětu a metod výzkumu následujícím způsobem:

1. Podle účelovosti výzkumu
 - Analýzy za účelem vědecké explanace (základní výzkum)
 - Analýzy za účelem praktických explanací
 - Analýzy za účelem normativním
2. Podle předmětu výzkumu
 - Analýzy vlastností (parametrů, struktury, obsahu) samotné učebnice
 - Analýzy fungování učebnic (včetně postojů uživatelů učebnic)
 - Analýzy vzdělávacích výsledků a efektů učebnic
 - Analýzy ekonomických a politických aspektů učebnic
3. Podle metod výzkumu učebnic
 - Metody kvantitativní
 - Metody strukturální
 - Metody obsahové analýzy
 - Metody dotazovací (dotazníky a rozhovory)
 - Metody testovací
 - Metody experimentální
 - Metody komparativní

Knecht a Janík (2008) rozlišují na základě rozdílného předmětu výzkumu učebnic dva ústřední oborové přístupy, jedním z nich je tzv. **kurikulární přístup**, jako předmět zkoumání zde figuruje vzájemný vztah učebnice a kurikula, učebnice je zde chápána jako kurikulární projekt. Jinak je tomu v případě **psychodidaktického přístupu** zaměřujícího se například na reprezentaci obsahu učiva, vzájemný vztah mezi didaktickým textem a učením či vlivy učebnic na žáky, učitele a rodiče.

2.3.1 Analýzy vlastností učebnic

Dle Průchy (1998) se v každé učebnici nachází tři druhy vlastností, které mají významný vliv na fungování a následné výsledky a efekty v reálných vzdělávacích procesech, jedná se o vlastnosti:

- **Komunikační:** Analýza těchto vlastností vychází z přítomnosti verbálních a neverbálních prostředků v učebnici, na kterých závisí míra sdělitelnosti jejího obsahu.
- **Obsahové:** Vyjadřují kvalitativní parametry učebnic, zejména se zkoumá povaha, struktura, vztahy a návaznosti vzdělávacích obsahů či to, co dané obsahy tvoří.
- **Ergonomické:** Tyto vlastnosti vychází z druhů a velikostí písma, využití barev či grafických symbolů, které svojí přítomností pomáhají žákovi se v učebnici orientovat.

Dané vlastnosti je možné popisovat, analyzovat, následně interpretovat či modifikovat. Vlastnosti lze nazvat parametry učebnic, převedeme-li je do kvantitativní podoby a připojíme-li do jejich analýzy postup měření. Existuje celá řada přesných analytických nástrojů, kterých se využívá při hodnocení učebnic.

Obsah učebnic a jeho analýza

Učebnice v sobě skrývají různým způsobem prezentovaný obsah vzdělávání. Na obsah učebnic lze nahlížet různými způsoby, na jedné straně stojí požadavky, které spočívají v tom, že obsah učebnice by měl žáky vést k formování postojů žádoucího charakteru (vlastenectví, ekologické citění aj.), na straně druhé je třeba taktéž brát zřetel na současný stav vědeckého poznání, učebnice je tedy nutné stále aktualizovat po stránce obsahové (Průcha, 1998). Doleček a kol. (1975) v případě interpretace vědeckých poznatků do učebnic kladou důraz na jejich srozumitelnou formulaci, která podpoří správné vyvození pojmů. Průcha (1987) vysvětluje, že transformace a správné didaktické ztvárnění vědeckých informací je problematické, neboť nejsou známy konkrétní metody, které by říkaly, jak dané transformace provádět, druhý problém tkví v množství učiva encyklopedického charakteru, které negativně ovlivňuje proces učení a vyučování. Dle Gavory (2015) je obsah reprezentován významovým celkem, souborem informací či znaků, které jsou více či méně intenzivně strukturovány a mohou být vyjádřeny různou formou – verbálně, neverbálně

či kombinovaně – do této kategorie spadá například učebnice společně s mapami nebo webovými stránkami.

Analýza obsahu učebnic představuje výzkumnou metodu, jejímž základem je hodnocení obsahu písemných textů (Gavora, 2010). Existuje několik typů analýz obsahu učebnic, které Průcha (1998) utřídil do 2 skupin následovně:

- **Mikroanalýzy obsahu učebnic:** Tyto analýzy se týkají určitých úseků učebnic, ve kterých se identifikují a analyzují strukturní elementy obsahu.
- **Makroanalýzy obsahu učebnic:** Dané analýzy již identifikují a analyzují efekty obsahu na vzdělávající se uživatele a zaměřují se na celkové vlastnosti obsahu.

Každý didaktický text v sobě obsahuje elementy, kterými mohou být například pojmy, témata, kapitoly aj., obsahová analýza popisuje, jak jsou dané elementy propojovány a strukturovány. Samotná obsahová strukturace učiva přispívá k orientaci čtenáře v textu a hraje zásadní roli ve vysvětlení a prezentaci učiva. Struktura obsahu textu je tvořena rozličnými prostředky operujícími například na úrovni celého textu – jedná se zejména o kapitoly, lekce, odstavec, které člení konkrétní obsah na tematické celky. V textu jsou též obsaženy grafické značky, jež poukazují na rozdílné vrstvy učiva, dále se jedná o prostředky, které rozdělují obsah učebnice na výkladový text, text řídící učení či text poskytující orientaci. Poslední druh prostředků představují polygrafické signály, které upozorňují například zvláštní barvou či velikostí písma na rozdílné složky obsahu. Druhou skupinu prostředků představují takové prostředky, které strukturují didaktický text na úrovni kratšího rozsahu, jsou to například prostředky tzv. sémantických vazeb mezi elementy obsahu (Průcha, 1998). Variace pojmů a způsob jejich prezentace může dle Gericka a Hagberga (2010) bránit žákům v pochopení učiva napříč různými předměty. Gavora (2015) naráží na dva typy obsahu, jedná se o obsah manifestní a obsah latentní. Pro první zmíněný typ je charakteristické to, že je vyjádřen zřetelně a zjevně, všeobecně lze říci, že manifestní obsah vyjadřuje povrchovou strukturu textu, při jejíž analýze se zjišťuje frekvence slov, slovních spojení, znaků aj. Jinak tomu je v případě latentního obsahu, který představuje hloubkovou strukturu textu vycházející z jeho „skryté povahy“ v textu, jeho analýza však vychází z manifestního obsahu textu, neboť k hloubkové struktuře textu se výzkumník dostane pouze přes jeho povrchovou strukturu, průběh analýzy je tak často provázen pohybem od povrchu

textu směrem k jeho hlubší struktuře a naopak. V návaznosti na tuto skutečnost nám může obsahová analýza odpovědět na celou řadu otázek, jejichž znění bude vycházet z charakteru učebnice. Gavora (2010) poukazuje na to, že prostřednictvím obsahové analýzy lze validovat zjištění, která byla realizována na základě jiných výzkumných metod, mimo jiné je možné taktéž srovnávat učebnice různých ročníků, typů škol či států mezi sebou.

Obsahovou analýzu lze realizovat dvěma způsoby, jedná se o způsob kvalitativní a o způsob kvantitativní. Kvalitativní způsob hodnocení v sobě neobsahuje numerické hledisko a obsahové prvky textu se nezpracovávají matematicky, jedná se například o rozbor textu či jeho interpretace. Kvantitativní obsahová analýza popisuje frekvenci, stupeň či pořadí analyzovaných prvků, výsledky analýzy shrnují velké množství dat do tabulek či frekvenčních grafů. Pro obsahovou analýzu textu lze použít i počítačové programy, které provádí statistickou analýzu dat na základě zjištěných četností výskytu slov či slovních spojení dle klíče předem stanoveného výzkumníkem (Gavora, 2010). Maňák a kol., (2005) vysvětlují, že kvantitativní a kvalitativní výzkum se mohou vzájemně doplňovat a poskytovat tak celistvější popis a porozumění analyzovanému textu.

2.3.2 Výzkum učebnic v České republice

Dle Průchy (2008) se výzkum učebnic v České republice bohatě rozvíjel od 70. let minulého století až do konce devadesátých let, které s sebou přinesly řadu nových důležitých témat spjatých s pedagogikou nebo rozvojem elektronických médií, výzkum učebnic se tak na určitou dobu pozastavil a v souvislosti s rozvojem techniky se zdál být nevýznamný, neboť se předpokládalo, že klasická učebnice nemusí mít ve škole budoucnost. Danou hypotézu však Maňák (2008) vyvrátil a konstatoval, že učebnice budou i nadále tvořit nepostradatelnou součást vzdělávacího procesu. V roce 2008 se na půdě Pedagogické fakulty Masarykovy univerzity konala konference, která nesla název *Kurikulum a učebnice z pohledu pedagogického výzkumu*, kladla si například za cíl znovuoživit diskuzi nad teorií, tvorbou a výzkumem učebnic. Mezi účinkujícími odborníky byli například Jan Průcha, Tomáš Janík, Petr Knecht, Zdeněk Beneš, Jana Stará aj. (*Kurikulum a učebnice z pohledu pedagogického výzkumu, Program konference*, 2008). V Praze sídlí *Česká asociace pedagogického výzkumu*, s Pedagogickou fakultou Univerzity Karlovy je spjat *Ústav výzkumu a rozvoje vzdělávání*, pod Pedagogickou fakultou Masarykovy univerzity

pak najdeme vědecko-výzkumné pracoviště – *Institut výzkumu školního vzdělávání*, centra pedagogických výzkumů lze nalézt na jednotlivých pedagogických fakultách (například na Univerzitě Hradec Králové či Ostravské univerzitě). Česká republika nedisponuje specializovaným pracovištěm pro výzkum učebnic jako jiné státy Evropy, nicméně vždy tomu tak nebylo, Státní pedagogické nakladatelství zřídilo v době, kdy bylo jediným producentem učebnic, *Středisko pro teorii a tvorbu učebnic*, které pořádalo celostátní konference a semináře vztahující se k výzkumu učebnic (Průcha, 2008).

Uznávaným odborníkem na poli výzkumu učebnic v České republice je bezesporu Jan Průcha, který ve své příručce pro studenty, učitele či autory učebnic nesoucí název *Teorie a analýzy edukačního média* (1998) shrnuje instrukce a návody pro hodnocení či konstrukci učebnic, jiná publikace *Učení z textu a didaktická informace* (1987) rozvíjí taktéž teorii učebnic. Významné jsou rovněž publikace *Hodnocení učebnic* (2007), *Učebnice z pohledu pedagogického výzkumu* (2008) či *Učebnice pod lupou* (2006). Kromě výzkumů orientovaných na hodnocení učebnic lze také zmínit výzkumy, které popisují například proces výběru učebnic učitelem (Sikorová, 2007) či jak samotní uživatelé učebnice hodnotí (Hudecová, 2001; Najvarová & Knecht, 2008).

Budeme-li výzkum učebnic v České republice vztahovat na učebnice přírodopisu, je třeba zmínit Libuši Hrabí (2004), (2005), (2007a), která analyzovala v učebnicích obtížnost textu. Hrabí (2007b) taktéž zjišťovala názory učitelů a žáků na konkrétní učebnice, Jůvová (2006) se pak zabírala měřením didaktické vybavenosti učebnic přírodopisu pro základní školy. Řada autorů se rovněž zabírala odbornými nedostatky a obsahovou analýzou různých tematických celků v učebnicích (Brabcová a kol., 2018; Dvořáková & Absolonová, 2017).

2.3.3 Výzkum učebnic v zahraničí

Situace v zahraničí je poněkud rozmanitější, neboť v mnoha evropských státech, jako je například Německo, Rakousko či Švédsko, disponuje výzkum učebnic i svými specializovanými pracovišti. Průcha (1998) zmiňuje například: *Leibniz-Institut für Bildungsmedien* (dříve *Georg-Eckert-Institut für internationale Schulbuchforschung*) sídlící již od 50. let v německém Braunschweigu, v hlavním městě Rakouska pak od roku 1988 existuje *Institut für Schulbuchforschung und Lernförderung*, ve Švédsku pak *Institute for Educational Text Research*. Podíváme-li se za hranice Evropy, nelze opomenout

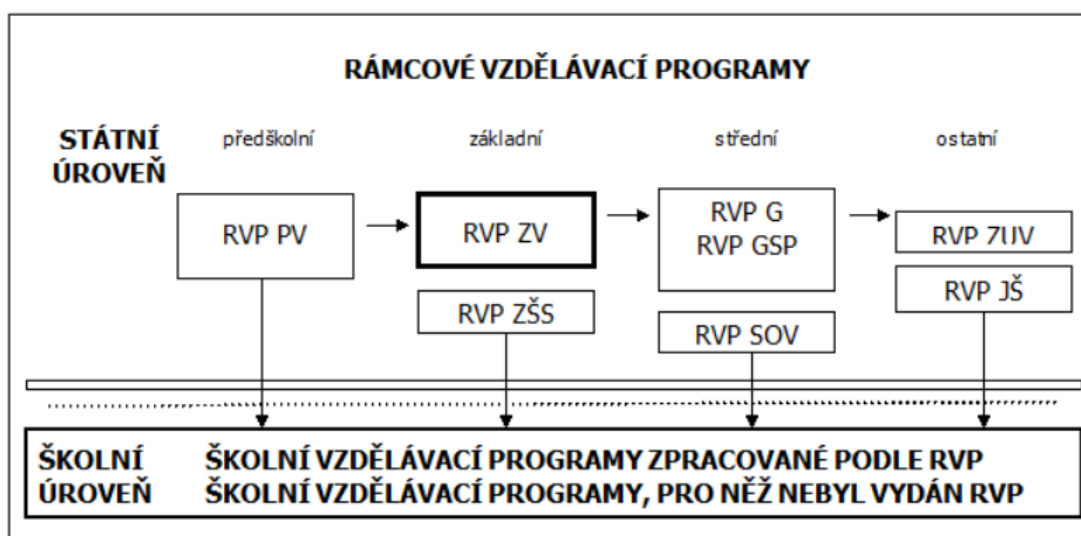
Japan Textbook Research Center v japonském Tokiu. Organizace, které sdružují odborníky pro výzkum učebnic z různých zemí a operují tak na mezinárodní úrovni, jsou například: *Mezinárodní asociace pro výzkum učebnic a edukačních médií (International Association for Research on Textbooks and Educational Media – IARTEM)* či *Mezinárodní síť UNESCO pro výzkum učebnic (UNESCO International Textbook Research Network)*. Greger (2006) vysvětluje, že pro systematický a celistvý přehled výzkumů učebnic v zahraničí by připadala v úvahu analýza výzkumných projektů výše zmíněných pracovišť v kombinaci s kvantitativní a kvalitativní analýzou článků pojednávajících o problematice učebnic v odborných časopisech. Nelze opomenout estonského profesora Jaana Mikka, který vedl četné empirické analýzy učebnic na univerzitě v Tartu, přehled výzkumů týkajících se učebnice tak lze například nalézt v knize nesoucí název *Textbook: Research and Writing*. Kromě složky vztahující se k výzkumu učebnic přišel Mikk (2000) i s konkrétními návrhy na zlepšení efektivity učebnice. Na Slovensku vznikaly výzkumy vztahující se k textové složce učebnice, o činitelích, které mají vliv na učení žáků z textu, pojednával například Gavora (1992).

Dle Vojíře a Ruska (2019), kteří zjišťovali, jaká byla věnována pozornost výzkumu a analýze učebnic přírodovědných předmětů v pracích zavedených do celosvětově uznávané databáze Web of Science publikovaných mezi rokem 2000 a 2018, je patrné zvýšení počtu autorů soustředících se na výzkum učebnic, a to zejména po roce 2010. Největší základnu na poli výzkumu učebnic pak představuje Evropa společně s USA. Pozornost výzkumu učebnic je věnována především jejich obsahové analýze, pojetí výuky a integraci různých koncepcí výuky či netextovým vyjádřením obsahu, do pozadí se naopak dostávají témata jako hodnocení učebnic učiteli a studenty či jejich používání. Budeme-li konkrétní, lze zmínit například následující výzkumy: metodou obsahové analýzy zkoumali Gericke a Hagberg (2010) učebnice biologie a chemie pro střední školy z hlediska funkce genu, došli k závěru, že jsou mezi nimi velké koncepční rozdíly, a studenti tak mohou mít s pochopením pojmů nemalé problémy. Obsahovou stránkou učebnice se pak zabírali například Chiapetta & Fillman (2007), Dikmenli (2010) a Irez (2009). Vizuální složkám učebnic věnovali pozornost například Dimopoulos a kol. (2003), Link-Perez a kol. (2010) a Roth & Pozzer (2003). Novitasari a kol. (2019) analyzovali koncepty tématu bakterie ve středoškolských

učebnicích biologie, mylné pojetí problematiky daného tématu na straně studentů pak zejména vychází z přílišného zjednodušení dané problematiky v učebnicích.

2.4 Systém kurikulárních dokumentů České republiky

Rámcové vzdělávací programy představují kurikulární dokumenty, které jsou vydávány pro základní, střední, předškolní, základní umělecké a jazykové vzdělávání a definují povinný obsah, rozsah a podmínky vzdělávání. Kromě toho, že rámcové vzdělávací programy představují obecně závazný rámec pro tvorbu školních vzdělávacích programů, prostřednictvím kterých se realizuje vzdělávání v konkrétních školách a školských zařízeních, jsou taktéž obligátní pro tvorbu a posuzování učebnic a učebních textů či hodnocení výsledků vzdělávání žáků a dětí (*Zákon o předškolním, základním, středním, vyšším odborném a jiném vzdělávání (školský zákon)*, 2004). Rámcové vzdělávací programy (RVP) a školní vzdělávací programy (ŠVP) představují rozličné úrovně na poli koncepce kurikula, jedná se o státní a školní úroveň (MŠMT, 2021). Danou problematiku vysvětluje podrobně následující schéma:



Obrázek 2 Systém kurikulárních dokumentů (MŠMT, 2021)

Dle školského zákona § 4 odst. 2 zákona č. 561/2004 Sb. musí rámcové vzdělávací programy vycházet z nejnovějších vědeckých poznatků, které vzdělávání zprostředkovává společně s jejich praktickým využitím. Kromě aktuálnosti vědeckých poznatků musí být rámcové

vzdělávací programy taktéž v souladu s poznatky pedagogiky a psychologie, díky kterým lze vzdělávání kategorizovat s ohledem na věk a rozvoj vzdělávaného subjektu.

2.4.1 Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání

Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání představuje jakýsi mezičlánek, který navazuje svojí koncepcí a obsahem na rámcový vzdělávací program pro předškolní vzdělávání a současně představuje základ pro koncepci rámcových vzdělávacích programů pro střední vzdělávání. Definiuje očekávané výstupy a učivo neboli obsah vzdělávání a taktéž udává očekávanou úroveň klíčových kompetencí, které by měly žáky připravit na další vzdělávání. Jelikož klíčové kompetence vychází z hodnot obecně akceptovaných společností, měly by taktéž přispívat k tomu, aby je žáci mohli uplatňovat ve společnosti jako takové. Očekávané výstupy by měly mít praktický přesah – žáci by měli být schopni osvojené učivo využívat v běžném životě při řešení praktických situací, a měli by tak být schopni učinit na konci 1. a 2. stupně základní školy (MŠMT, 2021).

Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání definuje 9 vzdělávacích oblastí, které vychází z jednoho či více vzdělávacích oborů obsahově velmi blízkých. Vzdělávací oblasti a obory jsou shrnuty v následující tabulce (MŠMT, 2021):

Tabulka 2 Vzdělávací oblasti a obory definované v RVP ZV

Vzdělávací oblast	Vzdělávací obor/y
Jazyk a jazyková komunikace	Český jazyk a literatura, cizí jazyk, další cizí jazyk
Matematika a její aplikace	Matematika a její aplikace
Informatika	Informatika
Člověk a jeho svět	Člověk a jeho svět
Člověk a společnost	Dějepis, výchova k občanství
Člověk a příroda	Fyzika, chemie, přírodopis, zeměpis
Umění a kultura	Hudební výchova, výtvarná výchova
Člověk a zdraví	Výchova ke zdraví, tělesná výchova
Člověk a svět práce	Člověk a svět práce

Bakterie jsou v rámcově vzdělávacím programu pro základní vzdělávání ukotveny ve vzdělávací oblasti **Člověk a příroda** v sekci nesoucí název **Obecná biologie a genetika**.

Bakterie jsou uváděny společně s viry a očekávané výstupy jsou vymezeny následovně: „*žák uvede na příkladech z běžného života význam virů a bakterií v přírodě i pro člověka*“. Učivo vztahující se k virům a bakteriím se týká jejich výskytu, významu a praktického využití. O sinicích jako takových se rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání nezmiňuje.

2.5 Schvalovací doložka MŠMT

Schvalovací doložka MŠMT představuje prostředek školské politiky, který je zakotven ve školském zákoně § 27 odst. 1 zákona č. 561/2004 Sb., který říká, že MŠMT uděluje či odnímá schvalovací doložku učebnicím a učebním textům, jež jsou využívány základními a středními školami, na základě toho, jsou-li v souladu s cíli vymezenými školským zákonem, rámcově vzdělávacími programy a právními předpisy.

Ve směrnici vydané MŠMT, jejíž poslední aktualizace proběhla v roce 2013, stojí, že učebnice představují didakticky zpracované texty a grafické materiály, které vedou k formování a rozvíjení klíčových kompetencí žáků, ale také poskytují to, že žáci jednotlivých vzdělávacích oborů docílí očekávaných výstupů, které jsou definovány rámcovými vzdělávacími programy. Učebními texty se rozumí grafické materiály a texty, které jsou pro efektivitu a kvalitu výuky nepostradatelné, nicméně jejich povaha jim nedovoluje být součástí učebnice, učebnici tedy pouze doplňují. Příkladem takových učebních textů jsou například pravidla českého pravopisu, pracovní sešity tvořící jeden funkční celek s učebnicí, odborné tabulky aj. (MŠMT, 2013).

2.5.1 Proces získání schvalovací doložky MŠMT

O udělení schvalovací doložky žádá nakladatel, posléze ředitel příslušného odboru, který je mimo jiné zodpovědný i za obsah rámcově vzdělávacích programů, určuje nejméně dva recenzenty, přičemž jednoho recenzenta představuje zpravidla odborník z vysoké školy, ostatní recenzenti jsou pedagogičtí pracovníci a nejméně jeden z pracovníků musí působit jako vyučující na škole obdobného zaměření a disponovat odbornou kvalifikací pro konkrétní vzdělávací obor. K tomu, aby učebnice obdržela schvalovací doložku MŠMT, musí být recenzenty odevzdány dva kladné recenzní posudky, ve kterých se hodnotí

učebnice na základě kritérií. Formulář pro posouzení učebnice je strukturován do šesti částí, které jsou vymezeny následujícím způsobem:

1. Celkový soulad učebnice s obecnými a kurikulárními dokumenty a rámcovými vzdělávacími programy.
 - Strukturace do sedmi kritérií, kterým je přiřazeno hodnocení ANO/NE.
2. Odborná správnost obsahu učebnice
 - Celkem čtyři oblasti, ke kterým recenzent napíše slovní hodnocení.
3. Přiměřenost učebnice věku a dosaženým kompetencím žáka
 - Slovní hodnocení u celkem tří oblastí.
4. Metodické a didaktické zpracování učebnice
 - Dohromady devět oblastí, ke kterým recenzent napíše slovní hodnocení.
5. Slovní komentář, další odborná vyjádření recenzenta/recenzentky
6. Souhrnné vyjádření k udělení schvalovací doložky

Některá kritéria v posudku mohou být MŠMT vypuštěna v důsledku specifického charakteru učebnice. Připomínky bránící udělení doložky jsou zaslány nakladateli, který text může upravit či se jiným způsobem vypořádat s připomínkami, a až poté je učiněno rozhodnutí, zda bude schvalovací doložka udělena či nikoliv. V kladném případě je doložka udělena na dobu šesti let, ale v případech, které jsou řádně odůvodněny, i na interval kratší. V některých situacích může dojít i k odnětí schvalovací doložky MŠMT, tato skutečnost nastane například tehdy, když nakladatel nedodrží koncepci či návaznost ucelené řady učebnic i přes to, že se k ní v minulosti zavázal. Podnětem k odnětí doložky však mohou být i oprávněné připomínky ze strany pedagogické či jiné veřejnosti (MŠMT, 2013).

Školy a učitelé mohou dát přednost i učebnici, jež nemá schvalovací doložku, nicméně pro učebnice disponující platnou schvalovací doložkou MŠMT platí, že jsou dotovány ze strany státu a bývají žákům zapůjčeny školou. Sikorová (2007) vysvětluje, že na základě této skutečnosti představuje doložka silný regulační aparát státu, který má vliv na tvorbu či publikování učebnic.

3 Prokaryota

Pojmem prokaryota se souhrnně označují jednoduché jednobuněčné organismy, pro které je charakteristický prokaryotický typ buňky, v praxi se jedná o zástupce domén *Archea* a *Bacteria*. Buňka prokaryotická se od buňky eukaryotické liší především jednodušší strukturní organizací. Mezi jednotlivými typy buněk neexistují žádné přechodné formy, prokaryota se od všech eukaryot odlišují bez výjimky v následujících charakteristikách: organizaci buněčného jádra, nepřítomnosti buněčných organel a ve vlastnostech ribozomů (Bednář a kol., 1996). Němec & Matoulková (2015) navíc uvádějí, že u prokaryotických organismů není známa pinocytóza, fagocytóza a exocytóza.

3.1 Stavba prokaryotické buňky

Ačkoli se od sebe buňka prokaryotní a eukaryotní značně morfologicky liší, prvkové a molekulární složení je z hlediska jejich principu postavené na stejné bázi, na stavbě se podílí 27 přirozených prvků, přičemž prvky biogenní představují asi 97 % sušiny buňky (Němec & Matoulková, 2015).

3.1.1 Cytoplazmatická membrána

Cytoplazmatická membrána představuje u prokaryotických organismů jedinou biologickou membránu, která je lokalizována uvnitř buňky. Ve zcela ojedinělých případech se jedná asi o 8 nm širokou jednotku, která může tvořit invaginace, u většiny prokaryotických organismů se však jedná o napnutou a hladkou strukturu obklopující buněčnou cytoplazmu (Bednář a kol., 1996). Z hlediska molekulární stavby je membrána organizována do dvojvrstvy fosfolipidů, které slouží jako základ naprosté většiny biomembrán. Ústřední vlastností cytoplazmatické membrány je její nepropustnost pro látky polárního charakteru. Za danou skutečnost je zodpovědná zmíněná fosfolipidová dvojvrstva – konkrétně její nepolární konce, které spočívají paralelně v nitru membrány, polární konce jsou pak v neustálém kontaktu s vodnými prostředími. Z dané skutečnosti tak vychází primární funkce cytoplazmatické membrány – izolace intracelulárního a extracelulárního prostoru. Jiným důležitým strukturním komponentem jsou proteiny, v závislosti na jejich lokalizaci v membráně pak hovoříme o integrálních (membránových) proteinech či periferních (povrchových) membránových proteinech (Rosypal, 2003). Dle Bednáře a kol. (1996)

integrální proteiny membrány tvoří asi 70 % všech bílkovin membrány a membránové proteiny pak tvoří asi 10 až 20 % všech proteinů buňky, chemické složení membrány je zcela závislé na druhu konkrétního organismu, více jak nadpoloviční hmotnost membrány zaujímají bílkoviny, z lipidů pak nejpočetnější skupinu zaujímají fosfolipidy (např. fosfatidylglycerol, fosfatidyletanolamin), molekuly bílkovin mohou vystupovat jednotlivě či být spojeny v supramolekulární funkční komplexy.

Význam daných proteinů je nesmírný, neboť každá živá buňka si vyměňuje s vnějším okolím hmotu, energii a informace. Komunikace mezi oběma stranami membrány je tak zcela závislá na přítomnosti specifických transportních proteinů a proteinů zprostředkovávajících přenos signálů z jedné strany membrány na druhou (Rosypal, 2003). Prokaryotické organismy mají v cytoplazmatické membráně též lokalizované mechanismy spjaté s transformací energie, danou funkci zastává u eukaryotických organismů mitochondrie (Votava a kol., 2007).

3.1.2 Buněčná stěna

Tento typ buněčné struktury poskytuje protichemickou ochranu, vzdoruje intracelulárnímu osmotickému tlaku a svými tvrdými a pevnými vlastnostmi udržuje tvar buňky (Votava a kol., 2007). Buněčná stěna rodů domény *Archea* (až na rod *Thermoplasma*) neobsahuje murein neboli peptidoglykan, nicméně může obsahovat pseudomurein (pseudopeptidoglykan) (Rosypal, 2003). Základní a stavební složku buněčné stěny bakterií představuje peptidoglykan (murein), jedná se o jakousi síť, která je tvořena řetězci polysacharidů pojících se dohromady krátkými peptidy. Polysacharid je pak tvořen vzájemným střídáním molekul cukrů (N-acetylglukosaminu, NAG) a kyseliny (N-acetylmuranové, NAM) a procesem zvaným transpeptidace dochází prostřednictvím vyčnívajících oligopeptidů z NAM k jejich vzájemnému propojení (Hurych a kol., 2020). Na buněčnou stěnu bakterií a sinic mnohdy nasedají další extracelulární struktury, které mohou být trojího charakteru: pouzdro, slizová vrstva, glykokalyx (Bednář a kol., 1996). Dané extracelulární vrstvy mohou být pevně přilnuté k buňce (pouzdro) nebo nevytvářet pevné spojení (slizová vrstva) (Hurych a kol., 2020). Pouzdro odděluje jednotlivé buňky, slizový obal pak sdružuje více buněk dohromady, glykokalyx tvoří dlouhá polysacharidová

vlákna, která jsou zcela zásadní z hlediska přilnavosti bakterií k povrchům (Bednář a kol., 1996).

3.1.3 Cytoplasma

Dle Bednáře a kol. (1996) představuje cytoplasma roztok gelového charakteru bohatého na různé druhy biomolekul a obklopuje tři typy buněčných struktur: prokaryotický chromozom, ribozomy a granula zásobních látek. Z molekul jsou to pak nukleové kyseliny, vitamíny, aminokyseliny, bílkoviny, meziprodukty metabolismu, enzymy aj. (Němec & Matoulková, 2015).

3.1.4 Prokaryotický chromozom

Termínem nukleoid se označuje jediný kruhovitý chromozom spočívající uvnitř nerostoucí klidové prokaryotické buňky, který není od cytoplasmy oddělen membránou a je tvořen dvoušroubovicí deoxyribonukleové kyseliny (DNA), chromozom na rozdíl od eukaryotního neváže žádné histony (Bednář a kol., 1996). K usměrňování struktury chromozomu pak slouží zásadité analogy histonů (Rosypal, 2006). Molekula DNA je strukturována do funkčních jednotek neboli genů, strukturní geny pak neobsahují introny a exony, z hlediska exprese genu nasyntetizovaná molekula mRNA nepodléhá tzv. posttranskripčním úpravám, a může tak pozvolně docházet k procesu zvanému translace, který je v režii ribozomů rovnou nasedajících na nově vznikající mRNA v důsledku nepřítomnosti membrány okolo „jádra“ (Bednář a kol., 1996). Molekula DNA obsahuje cca 3000 genů a její délka je mnohonásobně větší než je délka buňky, proto je velmi složitě svinuta (Rosypal, 2003).

3.1.5 Plazmidy

Přítomnost genetické informace u prokaryotické buňky není vázána pouze na nukleoid, v cytoplasmě se nacházejí drobnější molekuly vykazující kružnicovou strukturu, jedná se o tzv. plazmidy, na jejichž přítomnosti není obvykle závislá existence buňky (Rosypal, 2003). To ovšem neznamená, že v mnohých případech nemohou zachránit nebo zvýhodňovat svého prokaryotického nositele. Tato skutečnost vychází z toho, že plazmidová DNA nese například geny kódující rezistenci proti antibiotikům (Hamplová a kol., 2019). Odolnost je pak spjata s produkcí enzymu, který je schopný dané antibiotikum

rozložit či jej chemicky modifikovat, kromě toho buňky též vykazují rezistenci na ionty těžkých kovů (například arsenu, olova, kadmia, antimonu, kobaltu, niklu aj.). Plazmidová genetická informace se ve fenotypu může projevit, pokud je však fenotypový projev neznámý, dané plazmidy se označují jako kryptické. Zajímavá je skutečnost horizontálního přenosu genetické informace, která je realizována prostřednictvím tzv. konjugativních plazmidů – mají schopnost přecházet z jedné buňky do druhé (i buňky jiného druhu), a to spojením buňky donorové s buňkou recipientní (Bednář a kol., 1996).

3.1.6 Ribozomy

Ribozomy představují útvary volně rozmístěné v cytoplasmě, jsou sestaveny ze dvou základních částí: malé a velké podjednotky, jejichž spojením vzniká ribozom, z hlediska syntézy polypeptidového řetězce se na něm rozeznává několik vazebných míst, jsou to: aminoacylové místo (A-místo), peptidylové místo (P-místo), výstupní místo pro deacylovanou tRNA (E-místo), peptidyltransferázové místo (Rosypal, 2003). Bakteriální ribozomy jsou v porovnání s eukaryotními menší a jejich sedimentační koeficient je 70S (Hurych a kol., 2020).

3.1.7 Bičíky

Jedná se o extracelulární strukturu, jejíž funkce je pohybová. Buňky bez bičíku se označují názvem **atricha**. Na základě počtu a polohy bičíku/ů rozeznáváme tzv. **monotricha** disponující jedním bičíkem, **lofotricha**, která mají větší počet bičíků spočívajících na jednom pólu buňky, **amfitricha** mající více bičíků na obou pólech a **peritricha**, pro něž je typický větší počet bičíků po celém obvodu buňky (Hurych a kol., 2020). Dle Bednáře a kol. (1996) je vlákno bičíku dlouhé v průměru 10 až 30 μm , základní stavební látku pak představuje enzymaticky neaktivní bílkovina nesoucí název flagelin. Další stavební součást pak tvoří bazální tělísko, které zasahuje do cytoplazmatické membrány a buněčné stěny. Na povrchu buňky se pak nachází kolénko, které je zodpovědné za změnu směru bičíku (Hurych a kol., 2020). Samotný točivý pohyb bičíků se pak uskutečňuje tokem protonů přicházejících zvenčí, smysl jejich otáčení se pak může měnit v důsledku rozdílných signálů z prostředí (Rosypal, 2003). Prokaryotické organismy jsou schopné taktéž podmíněného pohybu jakožto odpovědi na přítomnost činitele ve vnějším prostředí, rozlišujeme tak například chemotaxi, aerotaxi či fototaxi (Němec & Matoulková, 2015).

3.1.8 Fimbrie – pili

U gramnegativních bakterií jsou na jejich povrchu k nalezení fimbrie neboli pili, jedná se o duté, mnohonásobné, snadno se odlamující výběžky cytoplazmatické membrány uplatňující se například během adheze bakterií k povrchům sliznic (Hurych a kol., 2020). V souvislosti s horizontálním přenosem genetické informace se u bakterií rozlišuje tzv. **sex pili** vytvářející mezi donorovou a recipientní buňkou dutý můstek sloužící pro přechod plazmidu (Bednář a kol., 1996).

3.2 Taxonomie prokaryot

Nejvyšší kategorii z hlediska taxonomie prokaryotických organismů představuje tzv. doména, jmenovitě to jsou domény: *Archea* a *Bacteria* (Sedláček, 2007). Starší označení Prokaryota sdružovalo archebakterie (doména *Archea*) a bakterie (doména *Bacteria*), dané označení se již nepoužívá, v moderních klasifikačních schématech vystupují obě domény zcela samostatně (Hurych a kol., 2020).

Sedláček (2007) vysvětluje, že hlavním cílem taxonomie prokaryotických organismů je dané organismy charakterizovat a na základě vzájemné příbuznosti je zařadit do příslušných taxonů. Taxonomie se tedy v přeneseném slova smyslu týká následujících oblastí: klasifikace, nomenklatura a identifikace. Předmětem první zmíněné oblasti je kategorizovat zástupce do skupin na základě příbuzenských vztahů a podobnosti konkrétním skupinám jsou přiřazována jména v souladu s mezinárodně uznávanými pravidly. V neposlední řadě je důležité zmínit proces identifikace, jehož záměrem je prokázat náležitost organismu ke konkrétnímu taxonu (Sedláček, 2007). Klasifikace organismů na základě podobného vzezření, respektive podobných morfologických znaků, je záležitostí poněkud zastaralou a spjatou například se jménem Carl Linné (Gao a kol., 2007). Zařazení organismů do hierarchického systému by mělo vycházet z jejich fylogenetické příbuznosti (Sedláček, 2007). Na otázku fylogenetického postavení prokaryotických organismů může odpovědět například analýza 16S-rRNA, jedná se o složku malé podjednotky ribozomu prokaryot vzniklou jako prepis genu, který se vyznačuje konstantními a konzervativními sekvencemi. Analýza a vzájemné porovnání sekvencí tohoto genu různých organismů dokazují jejich fylogenetickou příbuznost (Rosypal, 2003).

3.3 *Bacteria*

Dle Rosypala (2003) se doména *Bacteria* vyznačuje následujícími znaky: jedná se o jednobuněčné organismy, pro které je charakteristický prokaryotický typ buněk, chemický základ buněčné stěny těchto organismů představuje peptidoglykan (murein) – výjimkou jsou mykoplazmata – geny, které mimo jiné neobsahují introny, jsou ze značné části organizovány do transkripčních jednotek typu operonů, při translaci v ribosomech se jako první zařazuje aminokyselina nesoucí název N-formylmetionin.

Němec & Matoulková (2015) uvádějí, že velikost bakterií se pohybuje většinou v řádech μm . Z dané skutečnosti vybočují větší bakterie protáhlého a šroubovitého tvaru, jejichž velikost dosahuje až 250 μm (Rosypal, 2003). Buňka bakterií je podrobně popsána v kapitole 3.1. Jedná se o organismy, které obývají půdní prostředí, a podílí se tak na koloběhu dusíku a uhlíku, lze je nalézt i v kontaminované vodě, prostřednictvím které se přenášejí některá infekční onemocnění jako úplavice či tyfus, bakterie jsou též čteně rozšířeny ve vzduchu nad průmyslovými oblastmi a v neposlední řadě i na povrchu či uvnitř lidského těla, například v lidském střevě tvoří přirozenou bakteriální flóru (Rosypal, 2003).

3.3.1 Klasifikace bakterií

Dle Hamplové a kol. (2019) lze bakterie klasifikovat na základě jejich vlastností, jimiž jsou:

- schopnost vázat některá barviva,
- morfologické znaky,
- metabolické reakce,
- genetická příbuznost.

Barvitelnost bakterií

Bakterie patří mezi organismy, které jsou schopny vázat některá barviva, nejvyšší důležitost pak Hamplová a kol. (2019) přikládají barvení podle Grama. Jedná se o laboratorní metodu vyvinutou na konci 19. století Hansem Christianem Gramem, na základě které je možné bakterie s rozdílnou strukturou buněčné stěny kategorizovat do dvou základních skupin – grampozitivní (G^+) bakterie, gramnegativní (G^-) bakterie. Metodu barvení lze shrnout následovně: ke vzorku suspenze bakterií se přidá několik kapek krystalové violeti, několik kapek Gramova jódu (0,33 g jódu a 0,67 g jodidu draselného ve 100 ml vody), které

vytvoří komplex, následuje diferenciací alkoholem. Grampozitivní bakterie se jeví fialově, zatím co u gramnegativních bakterií se účinkem alkoholu vyplaví barvivo z buněčné stěny, dodatečně se tak barví například fuchsinem či safraninem, barevný projev se pak jeví pod mikroskopem červeně (Beveridge, 2009). Buněčná stěna G^+ bakterií je tvořena tlustou vrstvou peptidoglykanu, jehož tloušťka dosahuje cca 20 nm, jinak je tomu v případě G^- bakterií, u kterých se mocnost vrstvy peptidoglykanu pohybuje okolo 15 nm, spočívá v tzv. periplazmatickém prostoru, který je ohraničen zevní membránou tvořenou dvojvrstvou fosfolipidů a cytoplazmatickou membránou, spojení mezi peptidoglykanem a zevní membránou umožňují lipoproteiny (Hurych a kol., 2020). Důležitou složku zevní membrány představují lipopolysacharidy, mezi membránami jsou pak lokalizována adhezivní místa, prostřednictvím kterých se vytváří typologicky jednotná fosfolipidová struktura (Bednář a kol., 1996). Existují i bakterie, které postrádají buněčnou stěnu, jako příklad může být uveden rod *Mycoplasma* (Hurych a kol., 2020).

Buněčná stěna jistých bakterií však může obsahovat vysoké množství látek voskovitého charakteru, a nebýt tak barvitelná dle Grama, dané bakterie jsou tzv. acidorezistentní (například tyčinka *Mycobacterium Tuberculosis*). Barvení, jehož výsledkem budou růžové acidorezistentní tyčinky, se nazývá barvení dle Ziehla-Neelsena, k tomuto procesu se využívá karbolfuchsin, kyselý alkohol, melachitová zeleň či metylenová modř (Votava a kol., 2007).

Morfologie bakterií

Morfologické znaky bakterií se značně liší, rozlišujeme tři základní tvary: protáhlé válcovité formy – **tyčinky** nebo **bacily**, bakterie kulatého tvaru – **koky** a dlouhé spirálovité bakterie – **spirály**, přechodnou formu mezi kokem a tyčinkou představují **kokobacily**, **vlákna** jsou pak velmi dlouhé tyčinky (Hurych a kol., 2020). Rosypal (2003) zmiňuje bakteriální buňky, které se mohou větvit, a to buď částečně, nebo úplně. Ve zcela výjimečných případech je tvar bakterie nesymetrický (Bednář a kol., 1996).

Větší počet bakterií může dohromady vytvářet struktury různého tvaru, děje se tomu tak například v důsledku ukončeného buněčného dělení, kolonie jsou spojené například extracelulárním tmelem nebo společnou pochvou (Bednář a kol., 1996). Uspořádání může

být následující: **řetízkovité** (streptokoky), **hroznovité** (stafylokoky), **palisádové** (korynebakterie), **ve dvojicích** – diplokoky (*Neisserie*) (Hurych a kol., 2020).

Výživa a metabolismus bakterií

Rosypal (2003) rozděluje bakterie do skupin z hlediska jejich vztahu k různým zdrojům výživy následovně:

Ve vztahu ke zdroji uhlíku:

1. bakterie autotrofní
2. bakterie heterotrofní

Ve vztahu ke zdroji energie:

1. Bakterie fototrofní a podle zdroje uhlíku se dělí na:
 - a. fotoautotrofní
 - b. fotoheterotrofní
2. Bakterie chemotrofní a podle zdroje uhlíku se dělí na:
 - a. chemoautotrofní
 - b. chemoheterotrofní

Autotrofní bakterie se pak dále dělí na:

1. obligátně autotrofní bakterie
2. fakultativně autotrofní bakterie
3. mixotrofní bakterie

Podrobněji viz Tabulka 3.

Tabulka 3 Jednotlivé způsoby výživy bakterií

Bakterie	Způsob výživy
Fotoautotrofní	Veškerý zdroj uhlíku představuje CO ₂ , energii k fixaci CO ₂ , která se uskutečňuje Calvinovým cyklem, získávají ze slunečního záření. Fotoautotrofní bakterie jsou schopny realizovat oxygenní a anoxygenní fotosyntézu, u anoxygenního typu je třeba přítomnost bakteriochlorofylu (celkem šest typů).
Fotoheterotrofní	Tyto bakterie realizují fotosyntézu, při které nevzniká kyslík. Jako zdroj uhlíku užívají jednoduché organické látky (acetát, pyruvát, fumarát aj.) současně sloužící jako donory elektronů.
Chemoautotrofní	Tyto bakterie získávají uhlík z CO ₂ , energii, která je převedena do ATP, získávají oxidací jednoduchých anorganických látek, které současně představují donory elektronů, dle kterých se bakterie dělí na: vodíkové, nitrifikační, sírné a bakterie oxidující železo.
Chemoheterotrofní	Jako zdroj uhlíku tyto bakterie využívají organické látky (solí organických kyselin, sacharidy, lipidy, aminokyseliny, proteiny) a jejich oxidací získávají energii, ATP se tvoří procesem zvaným oxidativní fosforylace. Na základě typu akceptoru elektronů se u těchto bakterií rozlišují následující typy respirace: anaerobní respirace (denitrifikace, desulfurikace), kvašení neboli fermentace (etanolové, mléčné, propionové, máselné, butanolové) a aerobní respirace čili dýchání.
Obligátně autotrofní	Tyto bakterie nevyužívají organické látky jako zdroj uhlíku.
Fakultativně autotrofní	Jako zdroj uhlíku jim slouží CO ₂ , pokud se však v prostředí vyskytuje organická látka, která by mohla být využita jako zdroj uhlíku, zastavují příjem CO ₂ .
Mixotrofní	Současně přijímají jak CO ₂ , tak organické látky jakožto zdroj uhlíku.

Němec & Matoulková (2015) pak uvádějí bakterie metylotrofní, kterým slouží ve většině případů sloučeniny obsahující jeden uhlík současně jako zdroj uhlíku a energie. Hurych a kol. (2020) organizují bakterie na základě jejich vztahu k atmosféře na **aerobní** (potřebující k životu kyslík, např. *Mycobacterium tuberculosis*) a **anaerobní** (rostoucí pouze v prostředí bez kyslíku, např. *Clostridium difficile*), velké množství bakterií však nelze striktně zařadit ani do jedné z těchto dvou skupin, výjimky vymezují následovně:

- **Aerotolerantní** – bakterie patří mezi anaerobní, nicméně jsou schopné přežít v prostředí obsahující kyslík (např. *Clostridium perfringens*).
- **Fakultativně anaerobní** – těmto bakteriím se v přítomnosti kyslíku žije lépe, ale jsou schopné přežít i v anaerobním prostředí (např. streptokoky, stafylokoky).
- **Mikroaerofilní** – daná skupina bakterií potřebuje nižší procentuální zastoupení kyslíku, než je v atmosféře (např. *Campylobacter jejuni*).
- **Kapnofilní** – bakterie vyžadují ke svému růstu vyšší koncentraci oxidu uhličitého (např. *Neisseria gonorrhoeae*).

Fylogenetické vztahy bakterií

Fylogenetický strom bakterií se skládá ze 12 linií, které byly vymezeny po analýze sekvencí 16S-rRNA bakterií. Budeme-li konkrétní, lze zmínit například linie rodů *Aquifex*, *Hydrogenobacter* představující evolučně vůbec nejstarší linii hypertermofilních chemoautotrofních bakterií oxidujících vodík či redukované sloučeniny síry, další termofilní linie představují rody *Thermogata* a *Chloroflexus*, znak hypertermofilie a termofilie se postupně vytrácel, neboť planeta Země již nepředstavovala tak teplé prostředí, jako při vývoji zmíněných tří linií (Rosypal, 2003). Zajímavá je linie rodu *Deinococcus*, vykazující rezistenci proti faktorům, které mohou poškodit DNA, tímto faktorem může být například škodlivé ionizující záření (Battista, 1997). Další linie jsou pak například Cyanobakterie či poslední linie *Proteobacteria*, která se ještě dále dělí na 5 skupin, mnoho zástupců této vývojové linie představuje fototrofní organismy, předpokládá se tedy, že předek proteobakterií byl taktéž fototrofní (Rosypal, 2003).

3.3.1 Systém bakterií

Rosypal (2003) prezentuje systém bakterií vycházející z *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*, který zohledňuje jak morfologické znaky, tak hledisko týkající se fyziologie, zejména metabolismu, ale i vzájemného vztahu bakterií k prostředí, respektive k jeho činitelům. V systému zde popsaném pak figurují tři oddělení: gramnegativní bakterie s buněčnou stěnou (*Gracilicutes*), grampozitivní bakterie s buněčnou stěnou (*Firmicutes*), bakterie bez buněčné stěny (*Tenericutes*). Oddělení jsou kategorizována do skupin, které popisují morfologické a fyziologické aspekty. Zjednodušený systém bakterií shrnují následující tabulky: Tabulka 4, Tabulka 5, Tabulka 6 (Rosypal, 2003).

Tabulka 4 Gramnegativní bakterie s buněčnou stěnou

1. Oddělení: Gramnegativní bakterie s buněčnou stěnou		
Skupina	Název skupiny	Významní zástupci
1.	Spirochéty	<i>Borellia recurrentis</i> , <i>Borellia burgdorferi</i> , <i>Treponema pallidum</i>
2.	Spirily	<i>Helicobacter pylori</i>
4.	Aerobní nebo mikroaerobní tyčky a koky	<i>Bordetella pertusis</i> , <i>Bordetella bronchiseptica</i> , <i>Legionella pneumophila</i> , <i>Neisseria gonorrhoeae</i>
5.	Fakultativně anaerobní tyčky	<i>Enterobacter aerogeens</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Salmonella typhimurium</i> , <i>Salmonella enteritidis</i> , <i>Salmonella typhi</i> , <i>Yersinia pestis</i> , <i>Haemophilus influenzae</i>
6.	Anaerobní tyčky	Rody <i>Thermogata</i> , <i>Bacteroides</i>
7.	Desulfobakterie	Rody <i>Thermodesulfobacterium</i> , <i>Desulfovibrio</i>
9.	Rickettsie a chlamydie	<i>Rickettsia typhi</i> , <i>Chlamydia trachomatis</i> , <i>Chlamydia pneumoniae</i>
10.	Anoxygenní fototrofní bakterie	Rody <i>Chromatium</i> , <i>Ectothiorhodospira</i> , <i>Rhodobacter</i>
11.	Oxygenní fototrofní bakterie	Cyanobakterie (sinice)
12.	Aerobní chemoautotrofní bakterie	Nitrifikační bakterie, bakterie oxidující síru, železo, mangan
13.	Kaulobakterie a planktomycety	Rody <i>Caulobacter</i> , <i>Planctomyces</i>

14.	Pochvaté bakterie	Četné druhy oxidují železo (Fe^{2+} na Fe^{3+})
15.	Cytofágy	Rody <i>Cytophaga</i> , <i>Alysiella</i> , bakterie oxidující síru
16.	Myxobakterie	Rod <i>Myxococcus</i>

Tabulka 5 Grampozitivní bakterie vyznačující se buněčnou stěnou

2. Oddělení: Grampozitivní bakterie vyznačující se buněčnou stěnou		
Skupina	Název skupiny	Významní zástupci
17.	Koky	<i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Streptococcus pneumoniae</i> , <i>Streptococcus pyogenes</i>
18.	Tyčky a koky tvořící endospory	<i>Clostridium tetani</i> , <i>Clostridium botulinum</i>
19.	Nesporulující tyčky pravidelného tvaru	Rod <i>Lactobacillus</i>
20.	Nesporulující tyčky nepravidelného tvaru	<i>Corynebacterium diphtheriae</i> , <i>Actinomyces bovis</i> , rod <i>Cellulomonas</i>
21.	Mykobakterie	<i>Mycobacterium tuberculosis</i>
22.–29.	Aktinomycety	<i>Streptomyces griseus</i> , <i>Streptomyces venezuelae</i>

Tabulka 6 Bakterie bez buněčné stěny

3. Oddělení: Bakterie bez buněčné stěny		
Skupina	Název skupiny	Významní zástupci
30.	Mykoplazmata	Rody <i>Asteroplasma</i> , <i>Anaeroplasma</i> , <i>Mycoplasma pneumoniae</i>

3.3.2 Rozmnožování a růst bakterií

Velká část bakterií se rozmnožuje binárním dělením, které nese toto označení proto, že z jedné mateřské buňky vznikají dvě buňky dceřiné. Během S-fáze buněčného cyklu dochází k replikaci kruhovitého chromozomu, přičemž zpravidla do každé buňky dceřiné vstupuje právě jedna replika mateřského chromozomu, mateřská buňka je rozdělena na dvě shodné buňky dceřiné, a to v důsledku tvorby septa, jedná se o příčnou přehrádku plazmatické membrány a buněčné stěny (Rosypal, 2003). Zástupci rodu *Bacillus*,

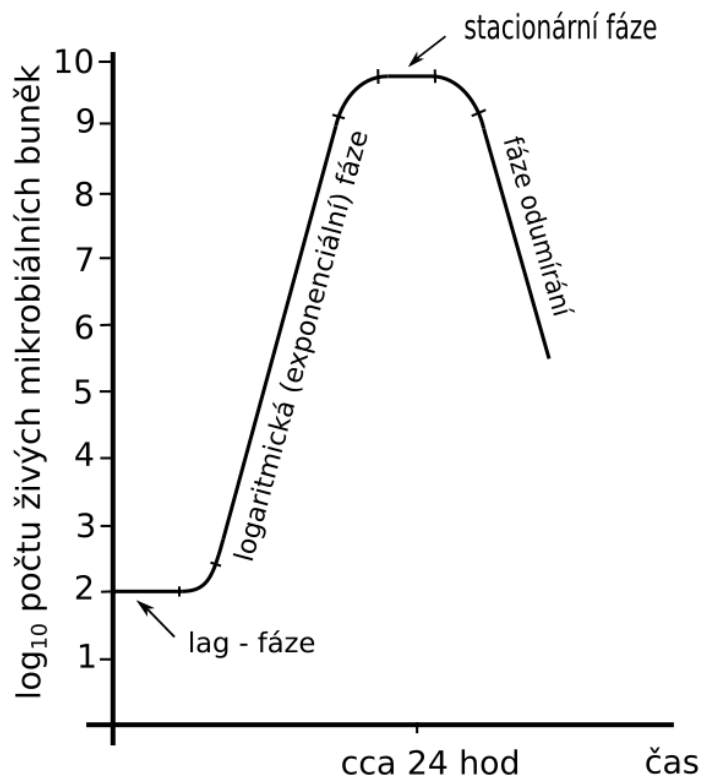
Clostridium, *Sporobacillus*, *Sporosarcina* jsou schopni během růstu nebo po vyčerpání živiny z prostředí tvořit tzv. endospory, jedná se o jakési „klidové“ formy, které jsou vysoce odolné vůči nepříznivým podmínkám prostředí. Procesu vzniku spory se říká sporulace, proces započne tvorbou dvou molekul DNA, současně se tvoří stěny spory, jeden nukleoid odcestuje do spory a druhý zůstává v buňce. V souvislosti s tvorbou klidových stadií bakterií se hovoří o tzv. programované smrti buňky, neboť jedna buňka odumře a druhá vytvoří již zmíněné klidové stadium. Následný proces vzniku vegetativní buňky se nazývá germinace (klíčení spor), k němu dochází v případě, jsou-li ve vnějším prostředí příznivé podmínky, většinou je to děj spontánního charakteru (Němec & Matoulková, 2015).

Obdobně jako u eukaryotické buňky, tak i u buněk bakterií lze definovat buněčný růstový cyklus, jeho počátek vychází z oddělení buňky dceřiné od buňky rodičovské a zpravidla končí jejím rozdělením na dvě buňky dceřiné (Votava a kol., 2007). Jeden buněčný cyklus bakterie se označuje jako generační doba, za jeden takový časový interval se počet bakterií zdvojnásobí, různé druhy bakterií se pak liší délkami generačních dob, v případě bakterie *Escherichia coli* se jedná o časový úsek dlouhý zhruba 20 min (Hurych a kol., 2020).

Prostřednictvím tzv. růstové křivky (Obrázek 3) lze znázornit růst bakteriální populace, jedná se o grafické znázornění závislosti počtu živých buněk na stáří kultury, počet buněk je zpravidla vyjádřen logaritmickou stupnicí (Votava a kol., 2007). Jsou-li bakterie vneseny do tekutého kultivačního média, ve kterém se nachází dostatek živin pro jejich růst a rozmnožování, lze kromě vzrůstajícího počtu buněk také detekovat i vyšší množství biomasy (Bednář a kol., 1996). V důsledku rozdílné objemové koncentrace bakterií a biomasy v různém čase, se rozlišují 4 fáze růstové křivky (Hurych a kol., 2020):

- **Lag-fáze** představuje období růstové křivky, kdy se bakterie hned exponenciálně nedělí, neboť jim jistý čas trvá, než se adaptují na nové prostředí, nicméně syntézou potřebných látek se na dělení připravují.
- **Log-fáze** odpovídá času, po který se bakterie dělí exponenciálně, neboť okolo sebe mají dostatek prostoru a v něm dostatek živin, generační doba bakterie se určuje právě v této fázi.
- **Stacionární fáze** – v této fázi dělení bakterií stagnuje v důsledku docházejícího prostoru, živin a stavebních látek, co však stoupá, jsou zplodiny metabolismu.

- **Fáze odumírání** – daná fáze nastává tehdy, kdy se populaci bakterií nepodají živiny, a tak začne populace vymírat.



Obrázek 3 Obecná růstová křivka bakterií (Votava a kol., 2007)

3.3.3 Bakterie významné v potravinářství

Ačkoliv jsou mnohé bakterie hojně využívány k výrobě například mléčných výrobků, je třeba též zmínit takové bakterie, které jsou zodpovědné například za kažení potravin. Za kažení masa mohou být zodpovědné rody *Moraxella*, *Pseudomonas*, nápoje obsahující vyšší množství sacharidů se mohou pak kazit v důsledku přítomnosti rodu *Gluconobacter*. Otravu potravinami pak mohou způsobit například rody *Yersinia* či *Campylobacter*. V důsledku uvolnění endotoxinů skupiny *enteritis* rodu *Salmonella*, které se přenesou na člověka prostřednictvím potravin živočišného původu, vznikají například toxikoinfekce (Görner & Valík, 2004). Níže je uveden stručný popis některých významných rodů bakterií využívaných v potravinářství, výběr vycházel zejména z významu bakterií uváděného v učebnicích.

Rod *Lactococcus*

Jedná se o grampozitivní koky, které mohou vystupovat samostatně, ve dvojici či v řetězcích, netvoří spory, představují fakultativně anaerobní bakterie vyznačující se fermentačním typem metabolismu, často vystupují jako startovací kultury při výrobě mléčných výrobků, potravinářský význam mají pak zejména druhy *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* či *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* (Němec & Matoulková, 2015). *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* také syntetizuje polypeptidové antibiotikum nisin, jehož funkce spočívá v inhibici růstu bakterií grampozitivního charakteru – například u rodu *Clostridium* v tavených sýrech (Görner & Valík, 2004). Song a kol. (2017) pak například uvádějí, že prostřednictvím *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* lze do gastrointestinálního systému dopravovat terapeutika.

Rod *Lactobacillus*

Tento rod sdružuje grampozitivní, většinou fakultativně anaerobní nepohyblivé tyčinky, které nevytvářejí spory. Jejich konečným metabolickým produktem je kyselina mléčná (Danzinger & Slover, 2008). Kromě potravin se běžně vyskytují i ve vodě či jako součást bakteriální mikrobioty gastrointestinálního traktu či dutiny ústní. Pro výrobu mléčných fermentovaných výrobků se využívají například: *Lactobacillus delbrueckii*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, která se využívá též při výrobě čedaru, a *Lactobacillus plantarum*, jež se kromě výroby nakládané zeleniny využívá například jako probiotikum (Němec & Matoulková, 2015).

Rod *Bifidobacterium*

Jedná se o grampozitivní nepohyblivé tyčky běžně se vyskytující ve střevech teplokrevných obratlovců, jejich hlavním metabolitem je kyselina mléčná a octová. *Bifidobacterium bifidum* se běžně využívá ve fermentovaných mléčných výrobcích (Němec & Matoulková, 2015). *Bifidobacterium longum* se pak používá jako komponent probiotických preparátů společně s jinými bakteriemi mléčného kvašení (Görner & Valík, 2004).

Rod *Acetobacter*

Tento rod sdružuje například rody *Acetobacter aceti*, *Acetobacter pasteurianus* či *Acetobacter liquefaciens* patřící mezi koky až paličky gramnegativního charakteru, jejichž

vlastností je oxidace ethanolu na kyselinu octovou a acetátu a laktátu na oxid uhličitý a vodu, používají se především pro výrobu octu a kyseliny L-askorbové (Görner & Valík, 2004). Někteří zástupci rodu *Acetobacter* jsou zodpovědní za hnití jablek a hrušek (Rosypal, 2003).

3.3.4 Mikroflóra lidského těla

Mikroorganismy jsou běžně součástí vnitřní a vnější části lidského těla, takové společenství mikroorganismů pak Hamplová a kol. (2019) rozdělují do dvou skupin:

- **Rezidentní flóra** – představuje společenství stálých mikrobů, které lze nalézt na konkrétním místě v konkrétním věku spolehlivě a pravidelně. V případě jejího porušení dochází k velmi rychlé obnově.
- **Tranzientní flóra** – nebo také flóra dočasná či přechodná – seskupuje mikroorganismy nepatogenního či potenciálně patogenního charakteru, které osidlují kůži či sliznice na několik hodin nebo týdnů, nemohou se stát rezidentní flórou. Pocházejí většinou z vnějšího prostředí, a pokud nenaruší normální flóru, nezpůsobují onemocnění.

Největší kontakt s vnějším prostředím představuje **kůže**, avšak její povrch má tendenci vysychat, proto se bakterie lokalizují na místech, kde je zaručena dostatečná vlhkost, jedná se například o: podpaží, oblasti močových cest a konečníku, ucho či prostor mezi prsty (Rosypal, 2003). Z bakterií kolonizujících kůži lze jmenovat například *Staphylococcus epidermis* nebo *Staphylococcus aureus* (Hamplová a kol., 2019). Prostředí dostatečně vlhké pro osídlení bakteriemi představuje **dutina ústní**, bakterie těží živiny například ze slin bohatých na proteiny a jiné látky (Rosypal, 2003). Dle Hamplové a kol. (2019) tvoří 30 až 60 % mikrobů úst streptokoky. V důsledku vdechování prachových částic, na nichž jsou zachyceny bakterie, jsou i **horní cesty dýchací** v neustálém kontaktu s bakteriemi (Rosypal, 2003). Existenci funkčních překážek se však tělo dokáže částečně bránit před vniknutím potenciálních mikrobů ulpělých na prachové částici, lze zmínit například ochranné reflexy, jako jsou kýchání či kašel, funkční překážkou je pak například přítomnost chloupků v dutině nosní (Votava a kol., 2007). Nejpočetněji osídlené místo mikroby v lidském těle pak představuje **gastrointestinální trakt**, žaludek zdravého člověka neobsahuje žádné mikroby, tenké střevo pouze nepatrné množství, tlusté střevo však symbolizuje jejich zásobárnu (Hamplová et al., 2019). Lze zmínit například fakultativního

anaeroba *Escherichii Coli* kvasící cukry na kyselinu mléčnou, současně je však zodpovědná za produkci vitamínů skupiny B (Rosypal, 2003). I přirozená bakteriální flóra však může vykazovat patogenní charakter, například v důsledku jejího zanesení do krevního oběhu či tkání, které jsou za normálních podmínek sterilním prostředím, takto vzniklá onemocnění se pak označují jako tzv. oportunní infekce (Hamplová a kol., 2019). Votava a kol. (2007) zmiňují požívání antibiotik jako jednu z možných příčin narušení přirozené bakteriální flóry. V důsledku jejich užívání se začnou množit mikroby, které jsou za normálních podmínek zastoupeny minoritně, tato skutečnost taktéž může stát za rozvojem onemocnění.

3.3.5 Patogenní bakterie

Bakterie, jež jsou schopné vyvolat po proniknutí do rostlinného, zvířecího či lidského organismu onemocnění, se označují jako patogenní. Daný typ onemocnění může, ale také nemusí mít viditelné příznaky. Patogenní původci onemocnění jsou nebezpeční z hlediska produkce toxinů, prostřednictvím kterých napadenému organismu škodí, lze zmínit například toxin *Clostridium tetani* způsobující ztuhnutí svalů a křeče (Rosypal, 2003). Přenos bakteriální infekce se realizuje dvěma způsoby (Hamplová a kol., 2019):

- **Přímý přenos** – je založen na styku mezi přímým zdrojem nákazy a potenciálním hostitelem. Příkladem přenosu může být kontakt sliznic (například při polibku, při pohlavním styku nebo prostřednictvím kapének vnesených přímo na sliznici). K rozvinutí onemocnění však může dojít i při pokousání či poškrábání zvířetem.
- **Nepřímý přenos** – je zprostředkován například znečištěnými předměty nebo půdou, vodou či vzduchem a v něm obsaženými kapénkami. V konečném důsledku není tento typ přenosu závislý na vzájemné přítomnosti zdroje a potenciálního hostitele.

Interval mezi okamžikem vniknutí bakterie do organismu, jeho pomnožením a následným rozvojem příznaků se označuje termínem inkubační doba (Rosypal, 2003). Níže jsou uvedeny některé bakteriální nákazy člověka, které byly uváděny v učebnicích.

Břišní tyfus

Jedná se o onemocnění, které se zpočátku projevuje horečkami, bolestmi hlavy a svalstva, později přichází průjem, který může obsahovat krev. Původcem daného onemocnění je antropogenní parazit *Salmonella typhi*, dlouhodobě je schopná přežít v mléce či vodě

(Hamplová a kol., 2019). V důsledku příznivých hygienických podmínek se břišní tyfus v České republice nevyskytuje, tato skutečnost ovšem neplatí pro subsaharskou Afriku či jihovýchodní Asii, kde se přenáší prostřednictvím kontaminované vody nebo potravy, onemocnění může vyústit až v perforaci střeva, mortalita je 15 až 30 % (Hurych a kol., 2020).

Salmonelóza

Patogenem zodpovědným za toto onemocnění jsou bakterie rodu *Salmonella*, mezi prvotní projevy patří malátnost, nechutenství a zvracení, obtíže mohou vyústit v zánět tlustého střeva nebo selhání ledvin, což může zejména u starších lidí způsobit smrt (Hamplová a kol., 2019). Toto střevní onemocnění je spojeno se zvýšenou frekvencí nákaz během teplých měsíců, neboť v důsledku nedostatečného ochlazení potravin dochází ke zvýšenému množení salmonel v potravinách obsahujících nedostatečně tepelně zpracované maso či vejce, tyto potraviny tedy představují vektor infekce. Při terapii je klíčová rehydratace, lékem jsou střevní antiseptika (Votava a kol., 2007).

Listerióza

Původcem tohoto onemocnění je *Listeria monocytogenes*, jedná se o bakterii, která se běžně vyskytuje ve zvířatech, respektive v živočišných produktech (pasterizované, nepasterizované mléko, syrové maso, zrající sýry, zmrzlina), prostřednictvím kterých se dostává do člověka a způsobuje onemocnění listeriózu (Juhaňák, 2012). Průběh onemocnění může nabývat různého charakteru v závislosti na fyzickém stavu člověka, u zdravého člověka se zřídka kdy listerióza překlápí v onemocnění těžkého průběhu, většinou je totiž zcela bez příznaků. V případě člověka s oslabenou imunitou je však vývoj onemocnění mnohem závažnější, neboť dochází k rozvinutí invazivních sepsí. U gravidních žen může dojít během třetího trimestru k předčasnému porodu či k potratu v důsledku transplacentárního přenosu onemocnění, listerióza však může být i zcela asymptomatická. Gravidním ženám se doporučuje vynechání rizikových potravin. Lékem je ampicilin (Hurych a kol., 2020).

Tetanus

Spory *Clostridium tetani* jsou v důsledku vysoké odolnosti schopné přežít i desítky let, cesty infekce jsou dvě: endogenní a exogenní, u prvního zmíněného způsobu je zdrojem spor například střevo, v druhém případě bránu vstupu představují hluboké rány způsobené např. zahradním náradím či hřebíkem (Hurych a kol., 2020). Tetanus se nepřenáší z člověka na člověka, prodělaná infekce však neznačí imunitu, člověk tedy může onemocnění dostat opakovaně (Hamplová a kol., 2019). V případě infekce je třeba neutralizovat účinek tvořícího se neurotoxinu (tetanospaminu) prostřednictvím antitoxinu, na jehož protilátky se váže neurotoxin, vazba neurotoxin – nervová zakončení je totiž vratná (Juhaňák, 2012). Posléze dochází k nasazení antibiotik. Mezi příznaky tetanu patří například: ochabnutí žvýkacích a obličejových svalů, postižené jsou i extenzory páteře, v důsledku jejich kontrakce dochází k jejímu prohnutí, postižen je též autonomní nervový systém (poruchy termoregulace, nestabilní krevní tlak). Děti jsou proti tetanu očkovány povinně, u dospělých jedinců se přeočkovává v 25 letech, k opakování vakcinace pak dochází každých 10 až 15 let (Hurych a kol., 2020).

Kapavka

Nemoc přenášena většinou pohlavní cestou, jejímž původcem je kok *Neisseria gonorrhoeae*, se nazývá kapavka (Rosypal, 2003). Onemocnění má zánětlivý a hnisavý projev, který postihuje v případě mužů močovod a prostatu, u opačného pohlaví pak děložní čípek. V důsledku nepříteli výrazných projevů může nemoc velmi snadno přejít do chronické podoby, současně je však snížena její diagnostika a léčba, která probíhá například prostřednictvím penicilinu, ampicilinu či spektinomycinu (Bednář a kol., 1996). Nepohlavně mohou být infikováni novorozenci, kteří prošli kontaminovaným porodním kanálem. Postiženým orgánem jsou oči – konkrétně rohovka, která může být zjizvená či perforovaná, proto se preventivně po porodu provádí výplach očí roztokem dusičnanu stříbrného (Juhaňák, 2012).

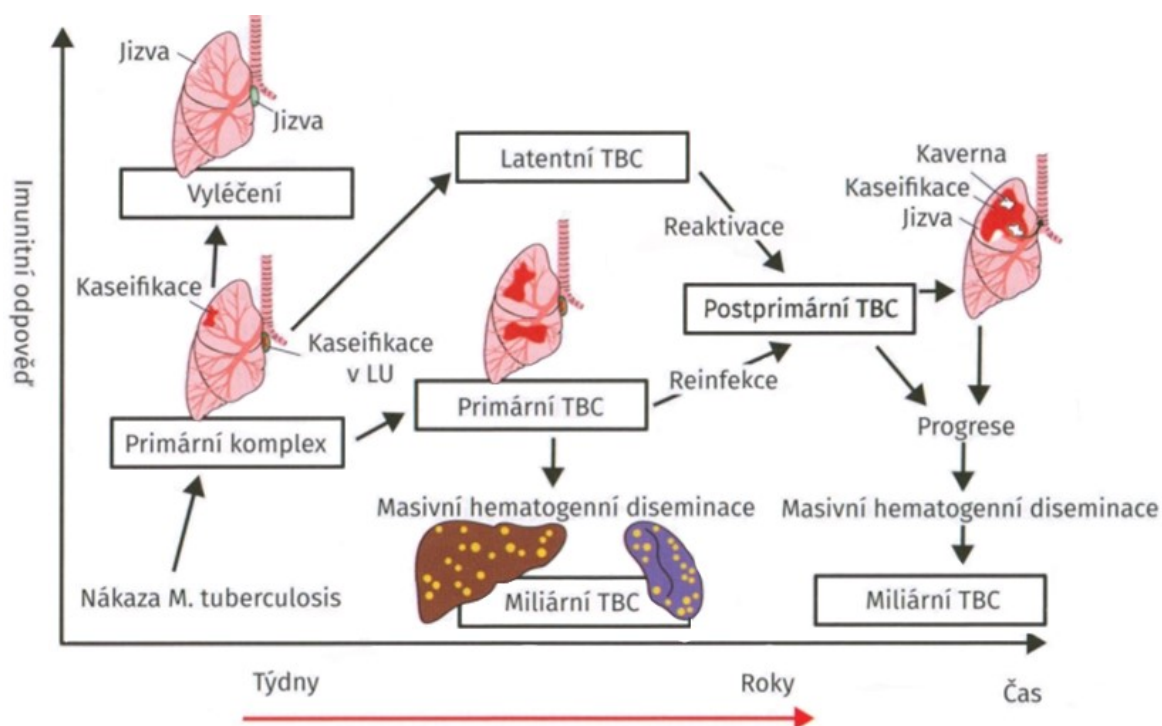
Syfilis

Onemocnění způsobuje bakterie *Treponema pallidum*, která vykazuje vysokou citlivost na činitele vnějšího prostředí, a proto se přenáší výhradně následujícími způsoby: pohlavním stykem, tělními tekutinami či transplacentárně – v tomto případě se pak jedná o kongenitální

neboli vrozenou syfilis (Hurych a kol., 2020). Onemocnění se vyvíjí ve 3 stádiích postupným způsobem. Primární fáze je spojena s tvorbou tvrdého vředu vznikajícího v místě vniku patogenu, druhou fází provází tvorba vředů a vyrážky kůže, konečné stadium se projevuje poškozením cévní a centrální nervové soustavy (Bednář a kol., 1996). Pro terapii je využíván penicilin G, v případě kongenitální syfilis pak krystalický penicilin (Hurych a kol., 2020).

Tuberkulóza (TBC)

Původcem tohoto, většinou respiračního, onemocnění je obligátně intracelulární patogen nesoucí název *Mycobacterium tuberculosis*. (Hurych a kol., 2020). Přenos je pak iniciován prostřednictvím kapének, výjimečně pak kontaminovanými předměty (Hamplová a kol., 2019). Formy nákazy shrnuje následující schéma:



Obrázek 4 Formy tuberkulózy (Hurych a kol., 2020)

Po prvotním styku s patogenem vznikají dvě ložiska infekce tvořící komplex primární TBC (ložisko prvotní infekce, ložisko lokalizované v lymfatické uzlině), nejvíce postiženy jsou plicе (Hamplová a kol., 2019). Důvodem rozvoje postprimární TBC je inaktivace či reinfekce latentní bezpříznakové formy, pokud se tato forma neléčí, dochází ke smrti. Patogen se pak může šířit krevním a lymfatickým oběhem do kostí, kloubů, centrální nervové soustavy a jiných částí těla, stojí za rozvojem zánětů. Léčba je realizována

prostřednictvím antituberkulotik, vakcína proti tuberkulóze nechrání před infekcí, nýbrž před těžkým průběhem onemocnění (Hurych a kol., 2020).

Lymeská borelióza

Toto onemocnění je zpravidla způsobeno bakteriemi rodu *Borrelia* – konkrétně druhem *Borrelia burgdorferi*, přičemž rezervoár infekce ztělesňují hlodavci, vysoká zvěř či klíšťata, doposud se dokázalo prokázat pouze jediného přenašeče – klíště obecné. Průběh boreliózy je kategorizován do třech stadií (Hurych a kol., 2020). První stadium se projevuje bolestmi hlavy, kloubů a svalů a únavou, dalším možným projevem může být přítomnost rudého ložiska na kůži (Bednář a kol., 1996). Během druhého stadia se patogen šíří i krví, dochází opět ke vzniku rudých ložisek na kůži, zánětu kloubů, může taktéž dojít k částečnému ochrnutí lícního svalu, konečné stadium přichází po několika měsících či letech, přetrvává artritida, kožní problémy a zánětlivé problémy spojené s mozkem a nervy (Hurych a kol., 2020). Pro léčbu je využíván penicilin, amoxycilin, v jiném než 1. stadiu pak benzylpenicilin (Bednář a kol., 1996).

Mor

V minulosti postihla lidstvo nejedna epidemie moru, který se v současné době na území Evropy již nevyskytuje, původce tohoto onemocnění – *Yersinia pestis* se však trvale vyskytuje například ve střední Asii či v saharské části Afriky. Blechy morové parazitující na hlodavcích ztvárňují vektor morové infekce, která může mít tři formy (plicní, septickou, bubonickou) (Hurych a kol., 2020). Mezi jiné způsoby infekce patří například přímý kontakt s bubonickou tkání, v případě plicní formy pak kašel či kýchání (Juhaňák, 2012). Mortalita je velmi vysoká, u septické formy dokonce ve 100 % případů, pro léčbu jsou využívány fluorochinolony, v případě včasné terapie je mortalita snížena na 5 až 10 % (Hurych a kol., 2020).

Spála

Streptococcus pyogenes, který je po morfologické stránce tvořen řetízky koků, představuje patogen způsobující toto onemocnění (Rosypal, 2003). Bakterie produkuje erytrogenní toxin, spolu s ním může kontaminovat lidské tělo nosohltanem nebo cestou přes porušenou kůži, dochází k rozvoji červených skvrn na trupu (Hurych a kol., 2020). Vyrážka postihující

sliznici je lokalizována v dutině ústní, jazyk má na svém povrchu bílý povlak, pod nímž je sytě červeně zbarven, viditelné jsou i výrazně zvětšené papile (označení „malinový jazyk“). Léčba se uskutečňuje prostřednictvím penicilinu (Votava a kol., 2007).

Angína

Podobně jako u předchozího onemocnění je i toto způsobeno stejnou patogenní bakterií (*Streptococcus pyogenes*), angína představuje akutní tonzilitidu – většinou se jedná o zánět krčních mandlí, typickým projevem je pak zvětšení lymfatických uzlin společně s horečkami, onemocnění nedoprovází kašel ani rýma (Hurych a kol., 2020). Bakterie je citlivá na penicilin, avšak v některých případech se terapie může setkat s neúspěchem (Juhaňák, 2012).

3.4 Sinice (*Cyanobacteria*)

Sinice představují gramnegativní fotoautotrofní bakterie, pro které je charakteristický oxygenní typ fotosyntézy (Rosypal, 2003). Jejich tělo je tvořeno buď jedinou buňkou, kolonií buněk nebo vlákny. Tyto mikroorganismy hrály zcela klíčovou roli při tvorbě kyslíkaté atmosféry Země (Zahra a kol., 2020). Vyznačují se schopností přežít v nepříznivých podmínkách, tato skutečnost je způsobena jejich jednoduchou stavbou a dynamickým metabolismem (Němec & Matoulková, 2015). Některé druhy cyanobakterií žijí v symbiotickém vztahu s eukaryotickými organismy (rozsivky, houby, lišejníky, játrovky)(Rosypal, 2003).

3.4.1 Buňka sinic

Buněčná stěna sinic vykazuje gramnegativní strukturu, nicméně je podstatně silnější než u naprosté většiny gramnegativních bakterií, u některých vláknitých druhů dosahuje tloušťky od 15 nm do 35 nm a u některých velkých sinic až 700 nm. Další zvláštností je pak přítomnost odlišných složek na zevní straně membrány, které u gramnegativních bakterií nenajdeme, jedná se například o karotenoidy nebo neobvyklé mastné kyseliny (Hoiczky & Hansel, 2020). Termínem cyanely se pak označují endosymbiotické formy, které postrádají buněčnou stěnu (Rosypal, 2003). Obecně se v cyanobakteriích vyskytuje chlorofyl a, beta-karoteny, xantofyly a fykobiliny, které jsou obvykle tři: c-fykocyanin, allofykocyanin (modré pigmenty) a c-fykoerytryn (červený pigment). Jejich poměr je

zodpovědný za barvu buňky, přítomnost těchto pigmentů je důležitá z hlediska průběhu fotosyntézy sinic i navzdory jejich umístění ve značné hloubce. Gazvezikuly neboli plynové „vakuoly“ korigují polohu buňky sinic v závislosti na optimální intenzitě světla důležitého pro fotosyntézu, jedná se o struktury válcovitého tvaru kryté jednovrstevnou membránou, která je propustná pro plyny a vodu, počet gazvezikul se odvíjí primárně od podmínek vnějšího prostředí. Jako vnitrobuněčný zdroj fosforu, v případě jeho nedostatku ve vnějším prostředí, slouží tzv. polyfosfátová granula, sinice produkují například i cyanoficin sloužící jako zdroj dusíku při jeho nedostatku (Němec & Matoulková, 2015). Ostatní strukturní komponenty buňky cyanobakterií jsou popsány v kapitole 3.1.

3.4.2 Systém sinic

Rosypal (2003) kategorizuje sinice do 5 skupin na základě jejich morfologie následujícím způsobem:

1. **Chrookokální cyanobakterie (řád *Chroococales*)** – Tato skupina sdružuje buňky tvaru tyček nebo koků rozmnožujících se pučením nebo příčným dělením, mohou se vyskytovat jednotlivě nebo ve skupinách obalených slizem či pouzdrem.
2. **Pleurokapsální cyanobakterie (řád *Pleurocapsales*)** – Mnohonásobným dělením mateřské buňky vzniká velké množství beocytů (exospor).
3. **Vláknité cyanobakterie bez heterocyst (řád *Oscillatoriales*)** – Vegetativní buňky, které vznikly dělením v jednom směru, se neodlišují na heterocysty a akinety.
4. **Vláknité cyanobakterie tvořící heterocysty (řád *Nostocales*)** – Na rozdíl od předchozí skupiny vykazují vznikající vlákna rostoucí jedním směrem diferenciací na heterocysty a akinety.
5. **Vláknité cyanobakterie tvořící heterocysty a dělící se ve více rovinách (řád *Stigonematales*)** – Buňky se dělí tak, že ve vláknech mohou být uspořádány v jedné nebo v několika řadách a současně mohou vytvářet větvíci se vlákna.

Heterocysty a akinety ztvárňují tlustostěnné, modifikované, specializované buňky, které vznikají u vláknitých sinic. Nově vytvořený heterocyt ztrácí schopnost buněčného dělení, jeho životnost je poměrně krátká a později se rozpadá, což iniciuje rozpad vlákna. Jejich význam spočívá především ve fixaci vzdušného dusíku, vznikající amoniak je pak enzymaticky vázán jako glutamin, který je distribuován do dalších buněk. Akinety

(artrospory) jsou klidové formy schopné v důsledku vysokého obsahu zásobních látek v cytoplazmě přežít i několik staletí v podmínkách, které nejsou příznivé, postrádají gazvezikuly a jejich metabolismus vykazuje sníženou činnost (Němec & Matoulková, 2015).

3.4.3 Zástupci sinic

Němec & Matoulková (2015) uvádějí nejznámější rody 5 skupin bakterií popsanych v kapitole výše, pro přehlednost jsou shrnuty do následující tabulky:

Tabulka 7 Významné rody sinic

Název skupiny	Významné rody
<i>Chroococcales</i>	<i>Chroococcus</i> , <i>Microcystis</i>
<i>Pleurocapsales</i>	<i>Cyanocystis</i>
<i>Oscillatoriales</i>	<i>Arthrospira</i> , <i>Oscillatoria</i> (drkalka), <i>Spirulina</i>
<i>Nostocales</i>	<i>Anabaena</i> (sňůrkovlasec), <i>Nostoc</i> (jednořadka), <i>Calothrix</i>
<i>Stigonematales</i>	<i>Fischerella</i> , <i>Stigonema</i>

3.4.4 Rozmnožování sinic

Pro sinice je charakteristický nepohlavní způsob rozmnožování a obdobně jako bakterie se mohou rozmnožovat binárním dělením. Druhý způsob rozmnožování pak probíhá beocyty, které vznikají jako výsledek mnohonásobného dělení, po prasknutí stěny mateřské buňky posléze dochází k jejich růstu, a celý cyklus se tak může zopakovat (Němec & Matoulková, 2015). Vláknité formy sinic se ale rozmnožují například tzv. hormogoniemi, jedná se o malé pohyblivé fragmenty původních vláken stélky sinic, které dorůstají ve vlákna nová (Rosypal, 2003). Vznikem heterocyst pak dochází k destrukci dorostlého vlákna, a celý proces se tak může zopakovat (Němec & Matoulková, 2015).

3.4.5 Stromatolity

Jedná se o četné geologické útvary sedimentárního charakteru, které vznikaly vzájemnou interakcí mikroorganismů, přičemž hybnou sílu jejich vzniku představují právě sinice. V současné době se vyskytují pouze na několika místech na Zemi, příkladem může být například ostrov na Bahamách nesoucí název Highborne Cay, nejrozmantější skupiny stromatolitů se pak nacházejí ve Žraločí zátocce na západu Austrálie (Reid a kol., 2003). Tyto útvary dosahující velikosti až několika desítek centimetrů vznikaly před více než dvěma

biliony let v důsledku nanesení uhličitanu vápenatého do pochvy sinic, na jejich příčném řezu jsou patrné různě silné a barevné vrstvy, které souvisejí s aktivitou buněk za daný časový interval (Němec & Matoulková, 2015).

3.4.6 Vodní květ

Vodní květ vykazuje spojitost s eutrofizací vod, což značí zvýšenou koncentraci živin (především dusíku a fosforu) ve vodním prostředí, může k ní docházet dvěma způsoby: přirozenými pochody spojenými s přesunem vody, která je bohatá na živiny, nebo v důsledku antropogenní činnosti, v návaznosti na tuto skutečnost pak dochází ke zvýšení produkce biomasy (Richardson & Jørgensen, 1996). Přemnožení sinic je pak spojeno s hygienickými problémy, některé druhy sinic produkují toxiny, které slouží jako účinné zbraně proti napadení jiným organismem nebo jsou zodpovědné za zdravotní obtíže lidí či zvířat (Mundt a kol., 2001). S nárůstem vodního květu je taktéž spojeno estetické hledisko či nepříjemný zápach (Cobo, 2015). Jeho rozkladem dochází k ovlivnění chemického složení vody, neboť jeho zbytky využívají heterotrofní bakterie, což má za následek úbytek kyslíku, tato skutečnost stojí za úhynem ryb a dalších vodních organismů. V souvislosti s rozpadem vodního květu též dochází k uvolnění cyanobakteriálních toxinů, samotná intoxikace je pak provázena především pocity nevolnosti, zvracením či vyrážkami, u zvířat je situace závažnější, po kontaminaci toxiny hynou vodní ptáci, domácí či divoká zvířata (Votava a kol., 2007). Došlo k rozvoji několika metod, které pomáhají přemnožení sinic regulovat či kontrolovat (Cobo, 2015). Vodní květ tvoří například drkalka či zástupci rodu *Microcystis* produkující hepatotoxiny (Němec & Matoulková, 2015). Neurotoxiny pak produkuje například *Anabaena* (Votava a kol., 2007).

3.5 Archaea

Zástupci příslušející k této doméně jsou s ohledem na svůj výskyt obecně nazýváni jako extremofilové, neboť je nalezneme kupříkladu v geotermálních pramenech či jako symbionty v trávicím traktu živočichů, často jsou přítomni na hyperslaných stanovištích (Sedláček, 2007).

3.5.1 Buňka a morfologie archeí

Ačkoli doména *Archea* disponuje prokaryotickou buňkou, evolučně má blíže k eukaryotickým organismům, jejichž tělo tvoří buňka/y eukaryotická/é. Danou skutečnost podporuje například odlišný mechanismus toku genetické informace, při syntéze polypeptidového řetězce se jako první aminokyselina zařadí metionin, geny archeí obsahují introny, zástupci se rozmnožují nepohlavně a jejich buněčná stěna nikdy neobsahuje murein (výjimku představují zástupci rodu *Thermolasma*), buněčná stěna je jinak tvořena pseudopeptidoglykanem (pseudomureinem)(Rosypal, 2003). V jedné molekulární vlastnosti jsou však zcela originální, jedná se o jejich membránové lipidy, které jsou tvořeny fosforylovaným glycerolem s dvěma molekulami dlouhého větveného alifatického alkoholu připojenými éterovou vazbou (Bednář a kol., 1996). Morfologické znaky archeí jsou obdobně jako u bakterií velmi variabilní, mohou být například ve tvaru koků, tyček či spiril (Rosypal, 2003).

3.5.2 Fylogeneze archeí

Rosypal (2003) uvádí tři evoluční linie, do kterých spadají organismy na úrovni říší, ty jsou vymezeny následovně:

1. říše *Korarchaeota*
2. říše *Crenarchaeota*
3. říše *Euryarchaeota*.

První dvě zmíněné říše sdružují zástupce hypertermofilních archeí (Rosypal, 2003). Druhá říše sdružuje po morfologické stránce velice různorodé zástupce, jsou zde zastoupeny tyčky, koky či vláknité formy (Sedláček, 2007). Třetí říše již představuje značně nehomogenní oddíl, najdeme zde kupříkladu metanogenní archea (rod *Methanobacterium*), extrémní halofily (rod *Halobacterium*, *Halococcus*) či archea, která postrádají buněčnou stěnu (rod *Thermoplasma*)(Rosypal, 2003).

3.5.3 Rozmnožování archeí

Rozmnožovat se mohou binárním dělením nebo pučením (Rosypal, 2003). Ačkoli archebakterie netvoří spory, jsou schopné přežít v „klidovém“ stavu nepříznivé podmínky,

jako příklad lze uvést druhy *Holoarchaea*, které jsou schopné vytvářet tlustostěnné buňky napomáhající přežít výkyvy osmotického tlaku (Němec & Matoulková, 2015).

3.5.4 Metabolismus archeí

Metabolismu archeí se primárně odvíjí od prostředí, které obývají, například chemoheterotrofní halofilní archea vyžadují pro svůj růst vysoký obsah chloridu sodného (rody *Halobacterium*, *Halococcus*) (Rosypal, 2003). Jiní zástupci mají schopnost přeměňovat substráty na methan, tento proces se nazývá metanogeneze (Němec & Matoulková, 2015). Anaerobní respirací dokážou někteří zástupci redukovat elementární síru na sulfan, teplotní interval pro optimální růst těchto hypertermofilních archeí je 45 až 110 °C (Rosypal, 2003).

3.5.5 Archea a jejich vztahy s jinými organismy

Jako příklad interakce archeí s jinými organismy lze zmínit kupříkladu střevní mikrobiotu termitů, přičemž nejvyšší rozmanitost hydrogenotrofních a methylotrófních organismů je detekována u podčeledi *Termitinae* (Brune & Dietrich, 2015). Moissl-Eichinger & Huber (2011) vysvětlují, že pro symbiotický vztah mají největší potenciál metanogenní zástupci této domény, neboť zvyšují metabolickou účinnost hostitele, která tkví v odstranění volného vodíku. U člověka byly metanogeny detekovány ve střevě, lze zmínit například *Methanobrevibacter smithii*. Endosymbiotický vztah těchto mikroorganismů byl taktéž prokázán u prvoků, kteří je dokonce mohli předávat svým dceřiným buňkám (Moissl-Eichinger & Huber, 2011). Ve tkáních houbovce *Axinella mexicana* byl identifikován zástupce obývající chladná a mírná stanoviště – *Cenarchaeum symbiosum*, optimální teplota pro jeho reprodukci se pohybuje okolo 10 °C (Schleper a kol., 1997). Úloha tohoto mikroorganismu spočívá v oxidaci amoniaku (Steger a kol., 2008). Popisovat interakce archeí s jinými organismy je velice problematické, neboť jejich blízké vztahy vykazují značně dynamický a variabilní charakter, který kupříkladu brání striktnímu kategorizování organismů mezi komenzály či parazity (Moissl-Eichinger & Huber, 2011).

3.5.6 Význam archeí

Pro biotechnologické účely jsou využívány mikroorganismy, které vykazují hypertermofilní charakter, konkrétně lze zmínit například rody *Pyrococcus* či *Pyrodictum*, z nichž jsou

izolovány enzymy, které jsou termostabilní a odolávají denaturačním prostředkům. Katalytická aktivita těchto enzymů je tak při jejich použití v extrémních průmyslových podmínkách zcela zachována (Haki & Rakshit, 2003). Konkrétně lze zmínit například proces zkapalnění škrobu pro výrobu cukrového sirupu, daný děj probíhá za vysokých teplot, proto se zde uplatňují tyto termostabilní biokatalyzátory (Egorova & Antranikian, 2005). Výhody využití enzymů z těchto extremofilních organismů jsou nejrůznější, Haki & Rakshit (2003) například uvádějí nižší riziko kontaminace, nižší viskozitu a vyšší rozpustnost substrátů, mimo jiné také zmiňují, že některé kmeny archeí by mohly být potenciálním zdrojem antibiotik.

4 Metodologie

Z hlediska analýzy obsahu učebnic se pozornost upínala na pojmy jakožto elementy, které tvoří didaktický text. Pro vyhodnocení bylo využito dvou přístupů (kvantitativního i kvalitativního), kvantitativní hledisko odráží matematické zpracování výsledků, u kvalitativního přístupu bylo využito metody otevřeného kódování (viz Švaříček a kol., 2007).

4.1 Otevřené kódování

Data byla zpracována metodou otevřeného kódování sloužící pro analýzu textů (Švaříček a kol., 2007). Pojmy v tomto případě reprezentují kódy. Během analýzy se mnohdy vyselektuje větší množství kódů. Pro následnou analýzu byla sobě podobná data uskupena do jednotlivých kategorií, které obdržely charakteristické pojmenování, tento proces bývá obecně označován jako kategorizace (Strauss & Corbinová, 1999). V této fázi výzkumu nabývají kategorizovaná data pouze deskriptivního charakteru (Švaříček a kol., 2007). Současný výsledek v našem případě odpovídá na otázku, co se v textu nachází za konkrétní termíny. Pro hlubší analýzu bývá využíváno několik technik, s ohledem na zaměření této bakalářské práce bylo využito techniky nesoucí označení konstantní komparace, metoda je založena na neustálém hledání obdobných a rozličných rysů mezi jednotlivými kategoriemi (Švaříček a kol., 2007).

4.1.1 Definované kategorie

Jak již bylo zmíněno výše, pojmy byly rozřazeny do kategorií, u některých kategorií byly definovány taktéž podkategorie pro dokonalejší významové rozřazení jednotlivých pojmů. Analyzované kategorie a podkategorie (uvedeny v závorce) byly vymezeny následovně:

- historie a povaha vědy (vědci, vědecké postupy a metody),
- celková morfologie,
- morfologie (typy buněk, tvar a uspořádání buněk, orgány a buněčné součásti),
- metabolismus (trofie, metabolické procesy, látky vystupující v metabolismu, prokaryota se specializovaným metabolismem),
- množení
- zástupci (archea, bakterie, sinice),

- jiní zástupci,
- taxonomická klasifikace,
- výskyt,
- význam a využití (využití člověkem, využití v ekosystému),
- patogenita (onemocnění, průběh a příznaky, léčba a prevence, přenos a hostitelé),
- další pojmy.

4.2 Výzkumný vzorek

Pro účely této bakalářské práce bylo vybráno 9 učebnic, které disponují schvalovací doložkou MŠMT. Učebnice blíže specifikuje Tabulka 8, pro větší přehlednost byly jednotlivým učebnicím přiděleny kódy sloužící jako prostředek snazší orientace.

Učivo vztahující se k prokaryotickým organismům je s výjimkou 2 titulů zařazeno do učení přírodopisu pro šestý ročník základní školy, výjimku představují učebnice FORTUNA1 a FORTUNA2, které dané učivo integrují v rámci učebnic přírodopisu pro sedmý ročník.

Tabulka 8 Přehled analyzovaných učebnic

Název učebnice	Kód	Rok vydání	Autoři	Nakladatelství	Místo vydání
Přírodopis 6, Zoologie a botanika pro základní školy	SPN	2020	Černík, Hamerská, Martinec, Vaněk	SPN – pedagogické nakladatelství, akciová společnost	Praha
Přírodopis 6, hybridní učebnice pro základní školy a víceletá gymnázia	FRAUS	2021	Pelikánová, Čabradová, Hasch, Sejpka	Nakladatelství Fraus	Plzeň
Přírodopis I pro 6. ročník základní školy	SCIENTIA	2010	Dobroruka, Cílek, Hasch, Storchová	NAKLADATELSTVÍ SCIENTIA, spol. s r. o.	Praha
Přírodopis 6, Úvod do přírodopisu, učebnice pro 6. ročník základní školy nebo primu víceletého gymnázia	DUHA	2019	Vieweghová	Nová škola – DUHA, s.r.o.	Brno
Přírodopis 6, 1. díl, Úvod do učiva přírodopisu	NNS	2021	Musilová, Konětopský, Vlk	NOVÁ ŠKOLA, s.r.o.	Brno
Ekologický přírodopis pro 7. ročník základní školy, První část	FORTUNA1	2019	Kvasničková, Pecina, Froněk, Jeník, Cais	Fortuna	Praha
Ekologický přírodopis pro 7. ročník základní školy, Druhá část	FORTUNA2	2019	Kvasničková, Pecina, Froněk, Jeník, Cais	Fortuna	Praha
Přírodopis 6, Vývoj života na Zemi – Obecná biologie – Biologie hub	PRODOS	2011	Dančák, Sedlářová	Prodos spol. s r. o.	Olomouc
Hravý přírodopis 6, Učebnice pro 6. ročník ZŠ a víceletá gymnázia	TAKTIK	2017	Žídková, Knůrová	Taktik International, s.r.o.	Praha

5 Výsledky

5.1 Strukturace tématu v jednotlivých učebnicích

V návaznosti na odpověď na první výzkumnou otázku bylo analyzováno zařazení tématu prokaryota v jednotlivých učebnicích. Pro přehlednost byla vypracována tabulka, která shrnuje v rámci jakých kapitol/podkapitol jsou prokaryota uváděna a taktéž celkový počet stran věnovaný danému tématu. Jednotlivé analyzované učebnice věnují tématu prokaryota počet stran pohybující se v rozmezí 2 až 8 (viz Tabulka 9).

Tabulka 9 Zařazení tématu prokaryota v učebnicích

Učebnice	Celkový počet stran věnovaný tématu
SPN	3
FRAUS	4
SCIENTIA	2
DUHA	4
NNS	5
FORTUNA1	2 ¹
FORTUNA2	3 ²
PRODOS	8
TAKTIK	3

¹ na stranách jsou taktéž uváděny následující podkapitoly: „Mikroorganismy“, „Houby“, „Prvoci“

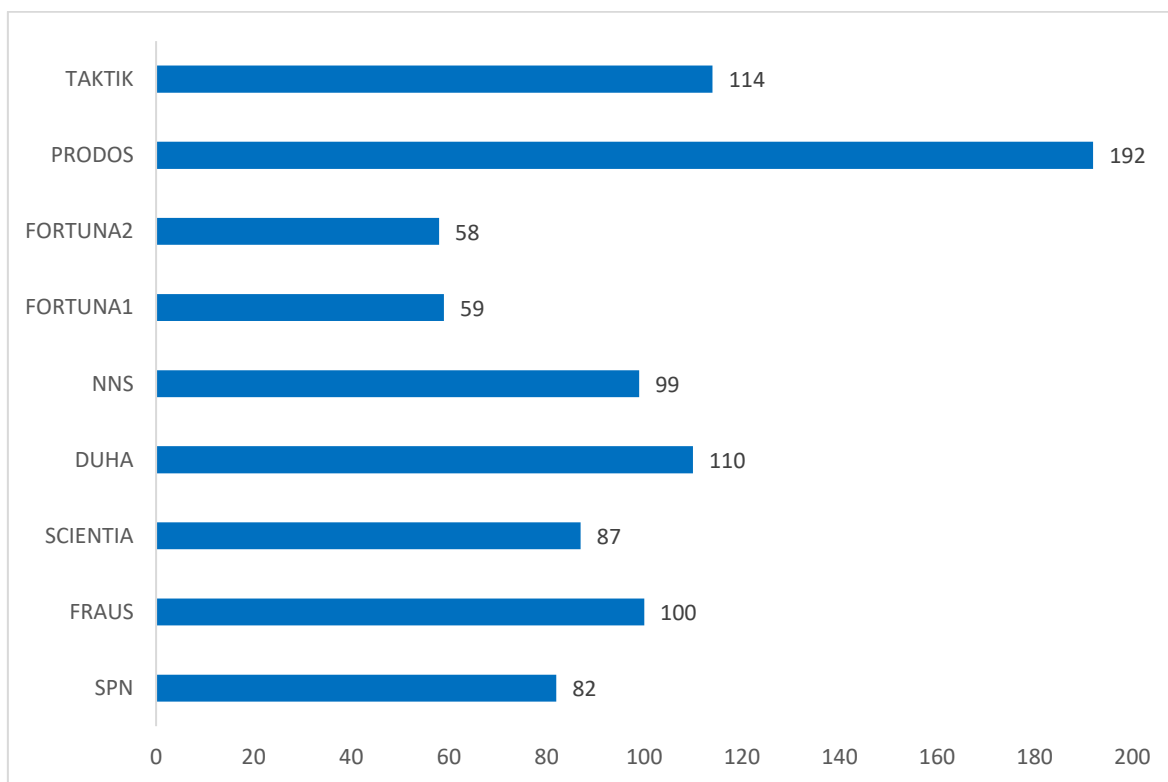
² současně je na stranách uváděna podkapitola „Řasy jednobuněčné“

Zaměříme-li se na počet stran, tématu prokaryota není v učebnicích věnováno příliš prostoru. Budeme-li konkrétní, lze zmínit například učebnici SCIENTIA, která vykládá problematiku daného tématu na 2 stranách, menší prostor zaujímá dané téma také v učebnicích FORTUNA1 (méně než 2 strany) a FORTUNA2 (méně než 3 strany). Poměrně výrazně z tohoto souboru učebnic vyčnívá učebnice PRODOS, která prokaryotům zasvětila 8 stran.

Samotná kapitola věnována jak bakteriím, tak sinicím se týká titulů FRAUS, DUHA, NNS, FORTUNA2, TAKTIK a SPN, přičemž v učebnici SPN jsou sinice zařazeny v rámci tematického celku *Rostliny – botanika*, v učebnici se uvádí, že sinice patří mezi bakterie, neboť nemají dokonalé buněčné jádro. FRAUS nazývá sinice jako modrozelené bakterie, ve kterých probíhá fotosyntéza, obdobně se pak staví k vymezení tohoto tématu učebnice DUHA, NNS představuje sinice jako součást říše, do které náleží i bakterie. TAKTIK pak sinice nazývá jako zvláštní skupinu bakterií, která obsahuje fotosyntetická barviva, a je tudíž schopna fotosyntézy. U učebnice SCIENTIA jsou sinice integrovány v rámci podkapitoly Bakterie, jsou zde vymezeny jako skupina bakterií, která získala své označení díky sinavému zbarvení. Jiná učebnice – FORTUNA1 sinice neuvádí vůbec, obecně vymezuje a shrnuje problematiku mikroorganismů, kterým je věnována větší pozornost v druhé části tohoto titulu – FORTUNA2, zde je zmíněno, že sinice jsou řazeny mezi bakterie díky podobně jednoduché struktuře jejich buněk. Učebnice PRODOS uvádí bakterie společně se skupinou *archea*, kde je zmíněna skutečnost, že patří do samostatné skupiny, avšak současně uvádí jejich dřívější řazení mezi bakterie, sinice jsou zde integrovány v rámci kapitoly *Bakterie a archaea* jako skupina bakterií obsahující chlorofyl, díky kterému mají schopnost fotosyntézy.

5.2 Celkový počet pojmů a jejich zastoupení v definovaných kategoriích v rámci jednotlivých učebnic

Zastoupení odborných pojmů se v učebnicích značně lišilo, celkové množství pojmů zastoupených v jednotlivých titulech shrnuje Graf 1.



Graf 1 Celkový počet pojmů uváděný v jednotlivých učebnicích

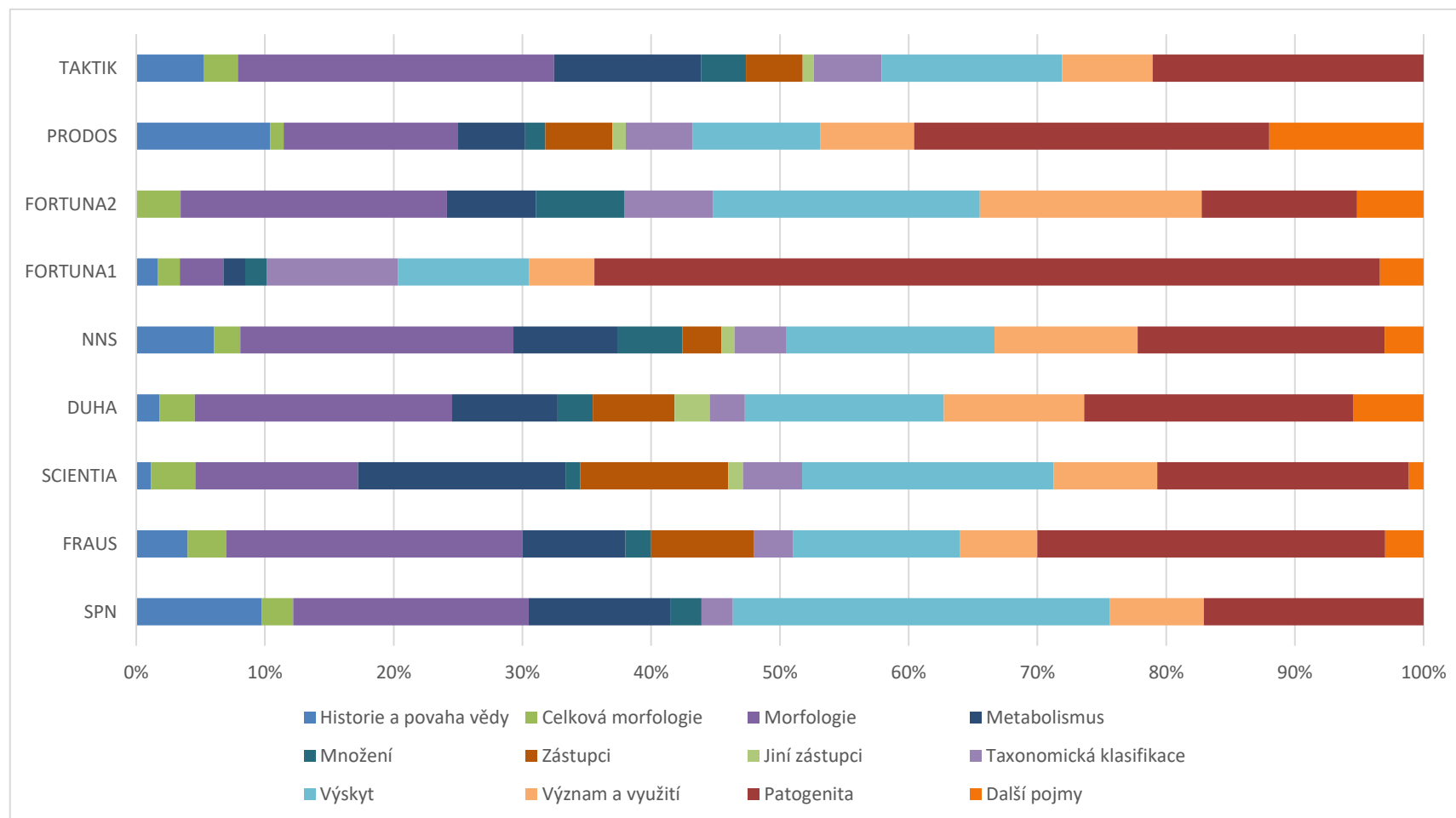
Celkový počet pojmů v jednotlivých učebnicích se napříč tituly lišil, z řady velmi výrazně vybočuje učebnice PRODOS, která zabudovala do struktury textu analyzovaného tématu celkově 192 pojmů, což je bezkonkurenčně nejvíce ze všech zmíněných titulů. Pomyslnou druhou příčku pak obsazuje TAKTIK se svými 114 pojmy, DUHA uvedla 110 pojmů. Nejméně pojmů uvedly učebnice FORTUNA1 (59 pojmů) a FORTUNA2 (58 pojmů), SPN pracuje s 82 pojmy a učebnice SCIENTIA jich uvádí 87, FRAUS prezentuje pojmů 100, což je pouze o jeden pojem více než v případě NNS.

Z hlediska numerického vyhodnocení práce bylo sledováno procentuální zastoupení pojmů v jednotlivých učebnicích v rámci dílčích kategorií a podkategorií. Při kvantifikaci pojmů bylo třeba definovat, jak bude vymezen jeden pojem, v tabulkách je u některých pojmů uveden v závorce jeho ekvivalent, numericky jsou však brány jako jeden pojem, děje se tomu tak, neboť jsou dané pojmy uváděny v jednotlivých učebnicích vedle sebe, jako příklad poslouží například věta z titulu TAKTIK: „*Bakterie fungují jako **rozkladači (destruenti)***.“ U učebnice DUHA pak mohu zmínit kupříkladu následující větný celek: „*Některé bakterie se používají při procesu **kvašení (fermentaci)***.“ Pojem je tedy v jednotlivých kategoriích

definován čárkou, ačkoliv se v úseku vymezeném dvěma čárkami může nacházet větší množství slov.

Celkový počet pojmů a procentuální podíl těchto pojmů v rámci vytyčených kategorií a podkategorií v jednotlivých učebnicích je uveden v dokumentu Příloha 1. Konkrétní pojmy v jednotlivých učebnicích jsou pak uvedeny v dokumentu Příloha 2.

Nejprve bylo sledováno rozložení všech pojmů nacházejících se v jednotlivých učebnicích napříč definovanými kategoriemi bez ohledu na podkategorie, danou skutečnost popisuje podrobně Graf 2.



Graf 2 Procentuální zastoupení pojmů v jednotlivých kategoriích u konkrétních učebnic

Budeme-li jednotlivé učebnice vyhodnocovat postupně, lze uvést, jaké kategorie sdružují větší pojmový obsah, a naopak, jaké se dostávají do pozadí z hlediska minoritního zastoupení konkrétních pojmů. Učebnice SPN věnuje největší pozornost výskytu, morfologii a patogenitě, přičemž v první zmíněné kategorii se nachází 29,3 % pojmů z jejich celkového množství, učebnice pak například nezmiňuje žádné konkrétní zástupce.

Z hlediska zastoupení pojmů je tomu tak podobně i u titulu FRAUS, avšak nejvíce pojmů sdružuje kategorie věnující se patogenitě prokaryot (27 % z celkového počtu pojmů), poměrně vysoká pozornost je též věnována jejich morfologii – jedná se o 23 % pojmů z jejich celkového počtu, výskytu se věnuje v učebnici 3. nejvyšší pozornost, nyní se však jedná pouze o 13 % pojmů vztahujících se k dané problematice.

Učebnice SCIENTIA přikládá důležitost výskytu a patogenitě prokaryot rovnocenně (19,5 % pojmů), poměrně vysoká pozornost je pak zaměřena i na jejich metabolismus (16,1 %), v jiných titulech není této kategorii věnováno tolik prostoru jako zde. U učebnic DUHA a NNS se pojmy nejvíce vztahovaly k morfologii, patogenitě a výskytu prokaryot, DUHA věnuje morfologii 20 % svých pojmů, NNS pak 21,2 %.

U titulu FORTUNA1 spadá největší podíl pojmů do kategorie patogenita (61 %), FORTUNA2 patogenitě věnuje pozornost o poznání nižší, což je očekávatelné s ohledem na to, že tyto učebnice se vzájemně doplňují. Učebnice FORTUNA2 pak podrobněji rozpracovává problematiku morfologie (20,7 %), výskytu (20,7 %) a využití prokaryotických organismů (17,2 %), ony zmíněné kategorie pak výrazně zaostávají v první části, oba tituly naopak nezmiňují žádné zástupce.

Ačkoliv PRODOS věnuje značnou pozornost patogenitě (27,6 %) a morfologii prokaryot (13,5 %), je třeba taktéž zmínit kategorii Historie a povaha vědy, až přes jednu desetinu z celkového počtu pojmů tvoří pojmy spadající právě do této kategorie (10,4 %). Poměrně velké množství pojmů v této učebnici zůstalo nerozřazeno, a tak se procentuální zastoupení termínů v kategorii Další pojmy vyšplhalo na 12 %, což je vůbec nejvyšší číslo ze všech titulů. TAKTIK se, obdobně jako ostatní tituly, věnuje nejvíce morfologii (24,6 %), patogenitě (21,1 %) či výskytu prokaryot (14 %).

5.3 Komparace učebnic

Rozdíly mezi jednotlivými učebnicemi byly zjištěny ve všech sledovaných kategoriích pojmů, některé kategorie však též vykazovaly podobné rysy.

5.3.1 Historie a povaha vědy

Zastoupení pojmů v této kategorii napříč tituly je nestejnorodé, poměrně výrazně vybočuje titul PRODOS, ve kterém pojmy spadající do této kategorie zaujímají 10,4 % z jejich celkového množství, podobný procentuální podíl pojmů věnovalo také SPN (9,8 %). Autoři učebnice FORTUNA2 do struktury textu nezařadili žádné pojmy vztahující se k této kategorii, minoritní podíl takto významově zabarvených pojmů pak zařadila kupříkladu SCIENTIA (1,1 %), FORTUNA1 (1,7 %) a DUHA (1,8 %).

Vědci, jakožto první vymezená podkategorie, nejsou zmiňováni ve všech titulech, neuvádí je učebnice FRAUS, SCIENTIA, FORTUNA1 a FORTUNA2. Nejčastěji byla zmiňována jména jako *Alexandr Fleming*, *Louis Pasteur* či *Robert Koch*. Kupříkladu v učebnici TAKTIK jsou uvedeni všichni zmínění vědci, v PRODOSU je jmen uvedeno dokonce 9 (4,7 %), ze jmen, která ještě nezazněla, jsou to například: *Zacharis Jansen*, *Ignác Filip Semmelweis* či *Antoni van Leeuwenhoek*.

Jak již bylo zmíněno výše, v subkategorii **Vědecké postupy a metody** vyniká učebnice SPN, uvedeny jsou například následující pojmy: *pasterizace*, *bakteriologie*, *mikroskop*, *elektronový mikroskop*, *krycí sklíčko*, *mikroskopický preparát*, *podložní sklo*, pojem *pasterizace* je uveden například ještě v titulu PRODOS nebo FRAUS. DUHA jako jediná pracuje s pojmem *fermentace*. Pojem *mikroskop* se vyskytuje například v následujících učebnicích: SCIENTIA, FRAUS, NNS.

5.3.2 Celková morfologie

Z hlediska celkové morfologie všechny učebnice (až na FORTUNU1) charakterizují bakterie jakožto jednobuněčné organismy, mikroskopickou velikost pak vyzdvihují všechny učebnice, sinice a jejich sinavé zbarvení uvádějí například FRAUS, SCIENTIA, DUHA, PRODOS a TAKTIK.

5.3.3 Morfologie

Morfologie prokaryot nebyla opomíjena v žádném titulu, podobného procentuálního zastoupení pojmů v této kategorii, s ohledem na celkové množství pojmů v jednotlivých učebnicích, dosahují tituly jako FRAUS (23 %), DUHA (20 %), NNS (21,2 %), FORTUNA2 (20,7 %) či TAKTIK (24,6 %). Nejméně pojmů je uvedeno ve FORTUNĚ1 (3,4 %), což kompenzuje již zmíněná druhá část této učebnice – FORTUNA2.

S **typy buněk** pracují téměř všechny učebnice. TAKTIK a PRODOS zavádějí pojem *prokaryotická stavba/buňka*, TAKTIK navíc pracuje s pojmem *eukaryotická buňka*, často jsou uváděny *buňky živočišné a rostlinné*, a to zejména pro porovnání jednoduššího strukturního uspořádání prokaryotických organismů.

Rozložení pojmů u podkategorie **Tvar a uspořádání buněk** již ukazuje jistou nesourodost, poměrně vysokou pozornost této problematice věnují TAKTIK (8,8 %), PRODOS (7,3 %), NNS (10,1 %) či FRAUS (8 %), jen nepatrný zlomek těchto pojmů se nachází v učebnici SPN (1,2 %) či SCIENTIA (2,3 %), FORTUNA2 věnuje této problematice 6,9 % pojmů z jejich celkového množství. Nejčastěji jsou skloňovány pojmy jako *kok*, *tyčinkovitý tvar*, *kolonie*, *vláknitost* či výskyt sinic ve formě *řetízků*.

Organelám a buněčným součástem se věnují veškeré učebnice, minoritně pak FORTUNA1, což opět kompenzuje FORTUNA2, ve všech ostatních titulech je uváděna *buněčná stěna* a *cytoplazmatická membrána*. S pojmem *bičík* operují všechny učebnice až na FORTUNU2, avšak ten je uveden společně s *brvy* ve FORTUNĚ1. *Fimbrie* poznamenává TAKTIK, *brvy* ještě SPN a *vlásky* SCIENTIA. *Nepravé jádro* (SPN), *jaderná hmota* (FRAUS), *chromozom* (SCIENTIA, FORTUNA2), *dědičná informace* (DUHA, NNS) nebo *molekula DNA* (PRODOS, TAKTIK). Takto rozličně je prezentován nukleoid v jednotlivých učebnicích, TAKTIK dokonce vysvětluje zkratku *DNA* a zavádí pojem *deoxyribonukleová kyselina*, s ohledem na sinice je pak celkem u 6 titulů uváděn *chlorofyl* (např. DUHA, PRODOS, FRAUS, NNS aj.), přítomnost jiných barviv připouští kupříkladu (NNS, SPN – *měchýřky s barvivy*, FRAUS – *membránové měchýřky s barvivy, modré, žluté, červené barvivo*, SPN – *červené, modré barvivo*, TAKTIK – *fotosyntetická barviva*, PRODOS – *červená barviva*). *Slizové pouzdro/obal* je uváděn všude kromě FORTUNY2, označení *kapsula* zavádí například učebnice TAKTIK či PRODOS, stejně je tomu tak

i u pojmu *ribozom*. *Plynovou vakuolu/váček* uvádí 2 učebnice (DUHA, PRODOS). *Zásobárnu dusíkatých látek* zmiňuje DUHA. Některé učebnice poukazují na rozličnou stavbu prokaryotické a eukaryotické buňky, s pojmy *chloroplast a mitochondrie* tak kupříkladu operuje TAKTIK, *jaderný obal* je pak zmíněn v titulech SPN, FRAUS a TAKTIK. Z numerického hlediska věnovaly největší prostor subkategorii **Buněčných součástí** SPN (14,6 %), TAKTIK (14 %), FRAUS (13 %), okolo jedné desetiny pojmů z jejich celkového množství pak SCIENTIA (9,2 %), DUHA (10,9 %), FORTUNA2 (10,3 %), NNS (9,1 %).

5.3.4 Metabolismus

Poměrně velkou pozornost věnovala učebnice SCIENTIA pojmům vztahujícím se k metabolismu prokaryot (16,1 % z jejich celkového pojmového objemu), danou problematiku neopomíjela ani učebnice TAKTIK (11,4 %) či SPN (11 %).

Do subkategorie **Trofie** spadají nejčastěji pojmy spojené s parazitickým počínáním si bakterií (*parazit, cizopasný, parazitický*), učebnice SCIENTIA však předkládá možnost *neutrálního vztahu* či *vztahu prospěšného*, prospěšný vztah je ve většině učebnic dále rozváděn například termínem *symbióza*, s pojmy *heterotrofní a autotrofní* pracuje TAKTIK.

V rámci **Metabolických procesů** je celkem v 6 učebnicích uvedena *fotosyntéza*, tento pojem je opomíjen v NNS, FORTUNĚ1 a FORTUNĚ2, *mléčné kvašení* pak rozvíjí TAKTIK.

Látky vystupující v metabolismu jsou různě rozvíjeny všemi tituly (výjimku představuje FORTUNA1), SCIENTIA dané problematice pak věnovala značnou pozornost (8 %), učebnice pracuje s pojmy *kyslík, dusík, cukr, kyselina, živina, organická látka, anorganická látka*.

Z hlediska četnosti pojmů spadajících do subkategorie **Prokaryota se specializovaným metabolismem** je nejhojněji zastoupen pojem *hlízkovité bakterie* (SCIENTIA, FORTUNA2, TAKTIK), SCIENTIA a NNS zmínili *bakterie mléčné*, problematice *světélkujících bakterií* se pak poměrně obsáhle věnoval PRODOS.

5.3.5 Množení

Rozmnožování je v některých učebnicích podáno podrobněji než v ostatních, pojem *dělení* je zmíněn ve všech učebnicích až na FORTUNU1, avšak FORTUNA2 věnuje problematice

rozmnožování pozornost o poznání větší, neboť zavádí pojmy jako *buňka dceřiná* a *mateřská*, dané pojmy nalezneme i v titulech TAKTIK nebo NNS. TAKTIK a PRODOS specifikují dělení blíže a zavádějí sousloví *příčné dělení*. SPN zavádí pojem *cysta*, ostatní učebnice (kromě SCIENTIE) operují s pojmem *spora*, DUHA a NNS podrobněji specifikují typ rozmnožování na *nepohlavní*.

5.3.6 Zástupci

V dané kategorii nejsou zmíněni žádní zástupci u následujících titulů: SPN, FORTUNA1 a FORTUNA2. Z hlediska celkového počtu pojmů v jednotlivých učebnicích zabudovaly do struktury textu nejvíce zástupců učebnice FRAUS (8 %) a SCIENTIA (11,5 %).

Budeme-li brát jednotlivé subkategorie zástupců postupně, příliš dlouho se nezastavíme u zástupců **Archeí**, neboť jediného zástupce uvádí pouze PRODOS – *Thermococcus gammatolerans*.

K zástupcům **Bakterií** se pak učebnice staví nestejnorodě, kupříkladu u učebnice SCIENTIA tvoří 10,3 % z celkového počtu pojmů právě zástupci bakterií, jako příklad mohou posloužit následující zástupci: *Escherichia coli*, *Mycobacterium*, *Yersinia* nebo *Bacillus*. Právě zmíněná *Escherichia coli* se vyskytuje vůbec nejčastěji, nalezneme ji u následujících titulů: DUHA, NNS a PRODOS, v něm jsou uvedeny například i *Campylobacter jejuni*, *Bacillus anthracis* či *Leptospira*.

Ze **Sinic** jsou nejčastěji uváděny *jednořadka*, *drkalka*, *sinivka*, v jako jediné NNS je uvedena *Microcystis*. S výhradně latinskými názvy všech zástupců operovaly tituly SCIENTIA a NNS.

5.3.7 Jiní zástupci

Kategorie vznikla zejména v návaznosti na historický výklad objevu penicilinu, proto se často v této kategorii objevuje pojem *štětičkovec* (*Penicillium*), v případě učebnice PRODOS pak ještě například *sněť slezinná*.

5.3.8 Taxonomická klasifikace

Pojmy vztahující se k taxonomické klasifikaci nalezneme ve všech učebnicích, důvod jejich přítomnosti je rozličný, například ve FORTUNĚ2 jsou uvedeny *řasy*, *houby* a *prvoci* jako další příklad organismů, jejichž tělo může být tvořeno jedinou buňkou. Učebnice TAKTIK

zabudovala do struktury textu pojmy jako *archebakterie*, *cyanobakteria* a *Cyanophyta* s cílem detailněji vymezit skupinu bakterií a archeí, autoři též zmínili dřívější řazení sinic k rostlinám. *Viry* jsou uváděny u FORTUNY1, neboť tvoří společnou kapitolu právě s bakteriemi.

5.3.9 Výskyt

Učebnice SPN věnovala prostor pojmům vztahujícím se k problematice **výskytu** prokaryotických organismů celých 29,3 % z celkového množství pojmů, FORTUNA1 pak 10,2 % a FORTUNA2 20,7 %. U dalších titulů je situace následující: SCIENTIA (19,5 %), NNS (16,2 %), DUHA (15,5 %), TAKTIK (14 %), FRAUS (13 %). Necelou desetinu pojmů (9,9 %) pak zaujímají tyto pojmy v učebnici PRODOS. Téměř všechny učebnice uvádějí přítomnost bakterií v *trávicím ústrojí*, některé učebnice blíže specifikují přítomnost bakterií u *býložravců* (SPN, FRAUS), *přežvýkavce* pak uvádí PRODOS, přítomnost na *bobovitých rostlinách* zmiňují kupříkladu FRAUS, SCIENTIA či TAKTIK. Zaměříme-li se na sinice, o *vodním květu* informuje 8 z 9 učebnic (FORTUNA1 jej neuvádí), PRODOS, FRAUS, SPN a TAKTIK zavádějí pojem *lišejník*, TAKTIK též představuje jedinou učebnici, která operuje s pojmem *stromatolit*, autoři též jako jediní použili pojem *kosmopolitní*.

5.3.10 Význam a využití

V rámci **významu a využití** prokaryotických organismů věnovala největší prostor takto významově zabarveným pojmům učebnice FORTUNA2 (17,2 %), pomyslnou druhou příčku obsadila NNS (11,1 %), naopak nejméně prostoru zaujímají tyto pojmy v učebnici FORTUNA1 (5,1 %), učebnice FRAUS pak zasvětila této problematice 6 % pojmového rozsahu.

Problematika **Významu prokaryotických organismů pro člověka** je různorodě zastoupena napříč tituly, kupříkladu v učebnici TAKTIK se dostává tato subkategorie do pozadí v porovnání kategoriemi jinými (1,8 %), zmíněny jsou pouze 2 pojmy (*vitamíny* a *potravinářství*). FORTUNA2 věnuje pojmům, které spadají do této problematiky 8,6 % z jejich celkového množství, v učebnici jsou uvedeny tyto pojmy: *hnojivo*, *bioplyn*, *zdroj energie*, *ropné havárie* a *průmysl*. To, že se bakterie mohou uplatňovat v *čistírnách odpadních vod*, prezentují SPN, SCIENTIA a NNS. Využití bakterií z hlediska výroby

mléčných výrobků (všeobecně využití v potravinářství) zmiňují tituly SPN, FRAUS, DUHA, NNS, PRODOS a TAKTIK.

Charakter pojmů figurujících v subkategorii **Využití v ekosystému** se víceméně shoduje, učebnice vymezují pojem *symbióza*, *rozkladač* či *rozkladné bakterie* a některé učebnice pak aplikují sousloví *koloběh látek*. FORTUNA1 neprezentuje žádné pojmy vztahující se k problematice daného tématu, tuto skutečnost opět kompenzuje FORTUNA2 (8,6 %), to je největší procentuální podíl těchto pojmů s ohledem na jejich celkové množství, v učebnici jsou uvedeny například tyto pojmy: *potravní řetězec*, *oběh látek*, *celulóza*, *volný kyslík*, *atmosféra*. Autoři učebnice FRAUS kupříkladu uvádí sousloví *průkopnický organismus*.

5.3.11 Patogenita

Patogenitě byla věnována značná pozornost ve všech učebnicích, přičemž největší prostor této problematice je dán v učebnici FORTUNA1 (61 %), autoři učebnice PRODOS pak například věnovali patogenitě 27,6 % pojmů, obdobného procentuálního podílu je také dosaženo v učebnici FRAUS (27 %).

Nejvíce pojmů je u všech titulů zastoupeno v subkategorii **Onemocnění**, budeme-li konkrétní, učebnice SCIENTIA věnuje onemocněním celkových 13,8 % svých pojmů, lze zmínit například následující choroby: *angína*, *mor*, *cholera*, *salmonelóza*, *borelióza*, *zápal plic*, *zápal průdušek*, *tuberkulóza*, *zubní kaz* či *tetanus*. V případě FORTUNY1 pak onemocnění zabírají 39 % pojmového obsahu analyzované kapitoly, je však třeba podotknout, že bakterie jsou v této učebnici uváděny společně s viry, tudíž zde najdeme onemocnění jako *rýma*, *chřipka*, *AIDS*, *zarděnky* či *příušnice*. Obdobně je tomu tak i v případě učebnice PRODOS, která sděluje kromě bakteriálních chorob i jiná onemocnění (kupříkladu *malárii*, *vzteklinu* či *virovou hepatitidu typu B* aj.), z dané skutečnosti pak pramení větší procentuální podíl pojmů v této subkategorii.

Průběh a příznaky představují subkategorii, které věnují největší pozornost FRAUS a FORTUNA1. První zmíněný titul zasvětil 7 % pojmů problematice daného tématu, uváděny jsou následující pojmy: *bolest hlavy*, *zánět žaludeční a střevní sliznice*, *nevolnost*, *zvracení*, *průjmy*, *inkubační doba a infekce*. Tato subkategorie je s ohledem na celkový počet pojmů v jednotlivých učebnicích brána do ústraní, kupříkladu u SPN (1,2 %), SCIENTIE (1,1 %) či PRODOSU (2,1 %).

Problematiku **Léčby a prevence** onemocnění řeší všechny učebnice až na FORTUNU2, *očkování* uvádí například FRAUS, DUHA či NNS, PRODOS komponuje do struktury textu i ekvivalent – *vakcinaci*, podává informace o *povinném* či *preventivním očkování*. Pojmem, který v této subkategorii dominuje, jsou *antibiotika* (nalezneme je celkem u 7 učebnic s výjimkou FORTUNY1 a FORTUNY2). PRODOS zavádí pojmy chemického charakteru (např. *peroxid vodíku*, *roztok chemické látky*, *jodová tinktura* či *chlorová voda*). Vzhledem k celkovému počtu pojmů obsažených v daných učebnicích věnuje právě TAKTIK (2,6 %) nejmenší prostor pojmům zabývajícím se léčbou a prevencí, uvedeny jsou celkem 3 (*antibiotika*, *penicilin*, *buňky imunitního systému*).

Poslední podkategorie týkající se patogenity prokaryotických organismů nese název **Přenos a hostitelé**. Některé tituly se poměrně podrobně zaměřily na různé cesty kontaminace našeho těla, za zmínku stojí například FRAUS (8 % z celkového počtu pojmů), autoři jmenují následující cesty kontaminace: *pohlavní styk*, *hostitel*, *přímý styk*, *vdechnutí*, *závadná voda* a *potraviny*, *poraněná kůže*, *bodnutí*, *kousnutí*. Danou problematiku naopak nijak nekomentuje TAKTIK a FORTUNA2.

5.3.12 Další pojmy

Kategorie Další pojmy sdružuje termíny významově se nehodící do žádné z předchozích kategorií a podkategorií, výjimku představuje TAKTIK a SPN, u kterých se dané pojmy podařilo roztřídit dokonale, naopak velké množství nezařazených pojmů najdeme kupříkladu u učebnice PRODOS (např. *inkubátor*, *pitva*, *porodní asistentka*, *procento*, *optika*, *spermie*, *vlákna svalů*, *červená krvinka*, *hlavička spermie*, *homonuklus*, *děloha*, *bílkoviny*, *tuhy*, *molekuly*, *ekonomie*, *porodník* aj.). Jako další příklad učebnice, jejíž autoři zařadili do struktury textu pojmy, které se nepodařilo zařadit do žádné z vytyčených kategorií/podkategorií, poslouží FRAUS, jedná se o následující pojmy: *sopečná činnost*, *průplav* a *Středozemní moře*.

Závěr a diskuze

Hlavním cílem bakalářské práce bylo provést obsahovou analýzu tématu prokaryota, které je prezentováno v učebnicích přírodopisu pro základní školy. Zřetel se upínal na strukturu daného tématu napříč učebnicemi a na pojmy, které jsou v jednotlivých titulech zabudovány do didaktického textu, a tvoří tak obsah jednotlivých analyzovaných kapitol. Výzkumný vzorek představovalo celkem 9 učebnic disponujících platnou schvalovací doložkou MŠMT.

Téma je v rámci jednotlivých učebnic strukturováno rozličně, v každé učebnici jsou rozvíjeny bakterie, u sinic již však toto neplatí, ty zcela vynechává FORTUNA1. *Archea* poměrně podrobně rozvádí jediná učebnice, a sice PRODOS, okrajově jsou tyto organismy zmíněny taktéž v titulu TAKTIK. Z výsledků vyplývá, že mezi učebnicemi panuje jistá nesourodost z hlediska počtu stran věnovaných problematice prokaryot. Připomeňme si, že nejvíce stran zasvětil danému tématu titul PRODOS (8 stran), nejméně pak titul FORTUNA1 (méně než 2 strany), avšak FORTUNA2 již problematiku rozvíjí podrobněji na necelých 3 stranách, učebnice SCIENTIA prezentuje prokaryota na celkem 2 stranách. Právě poslední zmíněný titul poměrně výrazným způsobem rozvíjí problematiku metabolismu prokaryotických organismů, sinice se tak například v důsledku této skutečnosti dostávají zcela do pozadí a je jim věnován nejmenší prostor (1 odstavec), v porovnání s jinými tituly, které problematiku těchto fotosyntetizujících organismů popisují.

Dle výsledků se nároky na znalosti žáků napříč tituly v jistých kategoriích/podkategoriích shodují více a v některých zase méně. Největší pozornost si získaly zejména pojmy významově spadající k morfologii, výskytu a významu prokaryotických organismů, značná pozornost se také upínala k jejich patogenitě.

Vrátíme-li se zpět k rámcovému vzdělávacímu programu pro základní vzdělávání, v němž jsou ukotveny bakterie společně s viry, učivo by mělo vycházet z jejich výskytu, významu a praktického využití. Této problematice byla věnována pozornost ve všech titulech, nicméně v některých případech se dostala do pozadí. Konkrétně lze zmínit například titul PRODOS. Ačkoliv se zde k problematice výskytu vztahuje 19 pojmů z celkových 192 (9,9 %), připomeňme si, že pojmy z kategorie *Historie a povaha vědy* tento počet převyšují, obdobně je tomu tak i u kategorie *Další pojmy*, většina termínů z této kategorie pochází z podkapitoly *Biologie ve službách medicíny*. Dle autorů se jedná o doplňkový

tematický text se zajímavostmi, avšak funkčně spadající do kapitoly, která nese název *Bakterie a archea*. Analýza této subkapitoly výrazně přispěla k celkovému pojmovému rozsahu analyzovaného tématu, v textu byly prezentovány mnohdy termíny příliš odborného charakteru, žáci by tak mohli mít s pochopením textu nemalé problémy. Tento fakt podporuje například Průcha (2017), který konstatuje, že k tomu, aby si žáci byli schopni osvojit informace z textu, musí být daný text učebnice adekvátně obtížný s ohledem na jejich věk a schopnosti tak, aby nepotlačoval proces učení.

Mikk (2000) konstatuje, že pro čtenáře, který čte text s velkým množstvím termínů, je velmi náročné mu porozumět a konkrétní termíny si zafixovat do paměti, pokud není dopředu připraven. Naopak pokud čtenář vidí v textu slova známá, mnohem snáze textu porozumí a daná slova si zapamatuje. Velké množství termínů se rovněž nacházelo v učebnici TAKTIK, celkem 114 pojmů bylo zabudováno do struktury textu na celkem 3 stranách, pro porovnání lze zmínit učebnici SPN, která tématu obdobně věnuje 3 strany a celkový počet pojmů se vyšplhal na číslo 82. Lze tedy předpokládat, že žáci budou rozumět textu této učebnice lépe.

Autoři učebnic FORTUNA1 a FORTUNA2 naopak příliš nezatěžují žáky pojmy odborného charakteru a z hlediska výskytu, významu a využití prokaryotických organismů dosahují vůbec nejvyšších procentuálních zastoupení pojmů v těchto kategoriích – samozřejmě s ohledem na celkový počet pojmů zařazených do tématu. Jak již bylo několikrát zmíněno, u učebnic je prakticky ve všech ohledech patrné, že se vzájemně doplňují. Lze například konstatovat, že první část klade největší důraz na patogenitu bakterií a jen nepatrně rozvíjí morfologii, význam a využití těchto organismů. Tato problematika je však o poznání podrobněji prezentována v druhé části této učebnice. Celkem logicky se však nabízí otázka přehlednosti této učebnice sestávající ze 2 částí, mohlo by například dojít k situaci, kdy by žáci chtěli vyhledávat informace vztahující se k tématu, nicméně ty jsou však různě podrobně rozvedeny v obou titulech a někdy jsou v nich i zcela vynechány.

Předmětem výzkumu nebylo určit, jaký titul je nejvhodnější z hlediska využití na straně žáků jakožto materiální didaktické pomůcky, neboť analýze byla podrobena pouze minoritní část obsahu jednotlivých učebnic, práce však obsahuje poznatky, které lze doplnit a obohatit, je zde tedy například prostor pro další a rozsáhlejší obsahovou analýzu, která by odrážela vazbu

učebnic na rámcový vzdělávací program. Učitelům by na výběr vhodné učebnice taktéž mohla odpovědět analýza obtížnosti textu. Pro zjišťování obtížnosti textu učebnic existuje celá řada metod, jež by se daly zařadit mezi tzv. lingvisticko-kvantitativní metody, které pracují s měřitelnými jednotkami textu a pro stanovení obtížnosti textu měří výskyt, proporci, či uspořádání těchto verbálních jednotek (Průcha, 1998).

Použitá literatura

- Battista, J. R. (1997). Against all odds: The Survival Strategies of *Deinococcus radiodurans*. *Annual Review of Microbiology*, 51(1), 203–224. <https://doi.org/https://doi.org/10.1146/annurev.micro.51.1.203>
- Bednář, M., Fraňková, V., Schindler, J., Souček, A., & Vávra, J. (1996). *Lékařská mikrobiologie*. Triton.
- Bednařík, M. (1981). *Problematika informační struktury učebnice fyziky*. Olomouc: Acta Univ. Palackianae Olomucensis.
- Beveridge, T. J. (2009). Use of the Gram stain in microbiology. *Biotechnic & Histochemistry*, 76(3), 11–118. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/bih.76.3.111.118>
- Brabcová, B., Vodová, L., & Hvězdová, K. (2018). Analýza tématu Řasy ve vybraných učebnicích přírodopisu. *Scientia in Education*, 9(1). <https://ojs.cuni.cz/scied/article/view/992/537>
- Brune, A., & Dietrich, C. (2015). The Gut Microbiota of Termites: Digesting the Diversity in the Light of Ecology and Evolution. *Annual Review of Microbiology*, 69, 145–166. <https://www.annualreviews.org/doi/full/10.1146/annurev-micro-092412-155715>
- Chiapetta, E. I., & Fillman, D. A. (2007). Analysis of five high school biology textbooks used in the united states for inclusion of the nature of science. *International Journal of Science Education*, 29(15), 1847–1868. <https://doi.org/10.1080/09500690601159407>
- Cobo, F. (2015). Métodos de control de las floraciones de cianobacterias en aguas continentales. *Limnetica*, 34(1), 247–268. <https://doi.org/10.23818/limn.34.20>
- Danzinger, L., & Slover, C. M. (2008). Lactobacillus: a Review. *Clinical Microbiology Newsletter*, 30(4), 23–27. <https://doi.org/10.1016/j.clinmicnews.2008.01.006>
- Dikmenli, M. (2010). An Analysis of Analogies Used in Secondary School Biology Textbooks: Case of Turkey. *Eurasian Journal of Educational Research*, 10(41), 73–90. https://ejer.com.tr/wp-content/uploads/2021/01/ejer_2010_issue_41.pdf
- Dimopoulos, K., Koulaidis, V., & Sklaveniti, S. (2003). Towards an analysis of visual images in school science textbooks and press articles about science and technology. *Research in Science Education*, 33(2), 189–216. <https://doi.org/10.1023/A:1025006310503>
- Doleček, J., Řešátko, M., & Skoupil, Z. (1975). *Teorie tvorby a hodnocení učebnic*. Nakladatelství technické literatury ve Středisku interních publikací.
- Dvořáková, R. M., & Absolonová, K. (2017). Obsahová analýza tématu evoluce člověka v českých učebnicích přírodopisu a biologie. *Scientia in Education*, 8(2). <https://ojs.cuni.cz/scied/article/view/765/463>
- Egorova, K., & Antranikian, G. (2005). Industrial relevance of thermophilic Archaea. *Current Opinion in Microbiology*, 8(6), 649–655. <https://1url.cz/urLiS>
- Gao, L., Chi, J., Sun, J., & Hao, B. (2007). Prokaryote phylogeny meets taxonomy: An

- exhaustive comparison of composition vector trees with systematic bacteriology. *Science in China Series C-Life Sciences*, 50(5), 587–599. <https://doi.org/10.1007/s11427-007-0084-3>
- Gavora, P. (1992). *Žiak a text*. Slovesnké pedagogické nakladateľstvo.
- Gavora, P. (2010). *Úvod do pedagogického výzkumu*. Paido.
- Gavora, P. (2015). Obsahová analýza v pedagogickom výskume: Pohľad na jej súčasné podoby. *Pedagogická Orientace*, 25(3). https://journals.muni.cz/pedor/article/view/3670/pdf_gavora
- Gericke, N. M., & Hagberg, M. (2010). Conceptual Variation in the Depiction of Gene Function in Upper Secondary School Textbooks. *Science & Education*, 19(10), 963–994. <https://doi.org/10.1007/s11191-010-9262-y>
- Görner, F., & Valík, L. (2004). *Aplikovaná mikrobiológia požívateľín : princípy mikrobiológie požívateľín, potravinársky významné mikroorganizmy a ich skupiny, mikrobiológia potravinárskych výrob, ochorenia mikrobiálneho pôvodu, ktorých zárodky sú prenášané požívať*. Malé centrum.
- Greger, D. (2006). Přehled výzkumů učebnic v zahraničí. In J. Maňák & D. Klapko (Eds.), *Učebnice pod lupou* (pp. 23–32). Paido.
- Haki, G. D., & Rakshit, S. K. (2003). Developments in industrially important thermostable enzymes: a review. *Bioresource Technology* 89, 89(1), 17–34. <https://1url.cz/grLiI>
- Hamplová, L., Pazdiora, P., Dohnal, K., Janovská, D., & Göpfertová, D. (2019). *Mikrobiologie, imunologie, epidemiologie, hygiena*. Triton.
- Hoiczky, E., & Hansel, A. (2020). Cyanobacterial Cell Walls: News from an Unusual Prokaryotic Envelope. *Journal of Bacteriology*, 182(5). <https://doi.org/https://doi.org/10.1128/JB.182.5.1191-1199.2000>
- Hrabí, L. (2005). Učebnice přírodopisu a jejich obtížnost. *Pedagogická Orientace*, 15(3), 118–122. <https://journals.muni.cz/pedor/article/view/1040/840>
- Hrabí, L. (2007a). Názory žáků a učitelů na učebnice přírodopisu. *Pedagogická Orientace*, 17(4). <https://journals.muni.cz/pedor/article/view/1122/877>
- Hrabí, L. (2007b). Náročnost textu v učebnicích přírodopisu. In J. Maňák & P. Knecht (Eds.), *Hodnocení učebnic* (pp. 98–108). Paido.
- Hrabí, L. (2010). The Text Difficulty in some Czech Natural Science Textbooks. *Flow and Anti-Flow as Predictive and Protective Factors in the Life of Adolescents*, 22(3–4), 143–148.
- Hudecová, D. (2001). Jak učitelé využívají a hodnotí učebnice dějepisu. *Pedagogika*, 51(3). <https://doi.org/327-336>
- Hurych, J., Štícha, R., Hanzalová, I., Křížová, L., & Tichá, K. (2020). *Lékařská mikrobiologie repetitorium*. Triton.
- Irez, S. (2009). Nature of Science as Depicted in Turkish Biology Textbooks. *Science Education*, 93(3), 422–447. <https://doi.org/10.1002/sce.20305>

- Juhaňák, S. (2012). *Klinicky významné bakterie*. Triton.
- Jůvová, A. (2006). Měření didaktické vybavenosti učebnic přírodopisu pro šestý a sedmý ročník základní školy. In J. Maňák & D. Klapko (Eds.), *Učebnice pod lupou* (pp. 97–106). Paido.
- Knecht, P., & Janík, T. (2008). *Učebnice z pohledu pedagogického výzkumu*. Paido.
- Kolář, Z., Rymešová, J., Šikulová, R., & Vališová, A. (2012). *Výkladový slovník z pedagogiky*. Grada Publishing, a.s.
- Kurikulum a učebnice z pohledu pedagogického výzkumu Program konference*. (2008). <https://adoc.pub/masarykova-univerzita-pedagogicka-fakulta-centrum-pedagogick.html>
- Link-Perez, M. A., Dollo, V. H., Weber, K. M., & Schussler, E. E. (2010). What's in a Name: Differential labelling of plant and animal photographs in two nationally syndicated elementary science textbook series. *International Journal of Science Education*, 32(9), 1227–1242. <https://doi.org/10.1080/09500690903002818>
- Maňák, J. (2008). Funkce učebnice v moderní škole. In P. Knecht & T. Janík (Eds.), *Učebnice z pohledu pedagogického výzkumu* (pp. 19–26). Paido.
- Maňák, J., & Klapko, D. (2006). *Učebnice pod lupou*. Paido.
- Maňák, J., & Knecht, P. (2007). *Hodnocení učebnic*. Paido.
- Maňák, Josef, Švec, Š., & Švec, V. (2005). *Slovník pedagogické metodologie*. Paido.
- Michovský, V. (1981). *Nový model učebnice dějepisu. Tvorba učebnic*, 3. SPN.
- Mikk, J. (2000). *Textbook: Research and Writing*. Peter Lang.
- Moissl-Eichinger, C., & Huber, H. (2011). Archaeal symbionts and parasites. *Current Opinion in Microbiology*, 14(3), 364–370. <https://1url.cz/eKyFR>
- MŠMT. (2013). *Schvalovací doložky učebnic*. Ministerstvo Školství, Mládeže a Tělovýchovy. <https://www.msmt.cz/vzdelavani/skolstvi-v-cr/schvalovaci-dolozky-ucebnic>
- MŠMT. (2021). *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání*. https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fwww.edu.cz%2Fwp-content%2Fuploads%2F2021%2F07%2FRVP_ZV_2021_word.docx&wdOrigin=BROWSELINK
- Mundt, S., Kreitlow, S., Nowotny, A., & Effmert, U. (2001). Biochemical and pharmacological investigations of selected cyanobacteria. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 203(4), 327–334. <https://1url.cz/lKyF3>
- Najvarová, V., & Knecht, P. (2008). Jak žáci hodnotí učebnice? Podněty pro tvorbu a výzkum učebnic. In P. Knecht & T. Janík (Eds.), *Učebnice z pohledu pedagogického výzkumu* (pp. 107–120). Paido.
- Němec, M., & Matoulková, D. (2015). *Základy obecné mikrobiologie*. muni PRESS.

- Novitasari, C., Ramli, M., & Karyanto, P. (2019). Content analysis of misconceptions on bacteria in the biology textbook of high school. *Journal of Physics*, 1157. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1157/2/022076>
- Průcha, J. (1987). *Učení z textu a didaktická informace*. Academia.
- Průcha, J. (1998). *Učebnice: Teorie a analýzy edukačního média*. Paido.
- Průcha, J. (2008). *Možnosti výzkumu učebnic ve vztahu k učení*. Paido.
- Průcha, J. (2017). *Moderní pedagogika, šesté, aktualizované a doplněné vydání*. Portál.
- Průcha, J., Walterová, E., & Mareš, J. (2013). *Pedagogický slovník*. Portál.
- Reid, R. P., James, N. P., Macintyre, I. G., Dupraz, C. P., & Burne, R. V. (2003). Shark Bay Stromatolites: Microfabrics and Reinterpretation of Origins. *Facies*, 49(1), 299–324. <https://doi.org/10.1007/s10347-003-0036-8>
- Richardson, K., & Jørgensen, B. B. (1996). Eutrophication: Definition, History and Effects. *Eutrophication in Coastal Marine Ecosystems*, 52, 1–19. <https://doi.org/https://doi.org/10.1029/CE052p0001>
- Rosypal, S. (2003). *Nový přehled biologie*. Scientia.
- Rosypal, S. (2006). *Úvod do molekulární biologie Díl první, Vstup do molekulární biologie, Molekulární biologie prokaryotické buňky*. Stanislav Rosypal.
- Roth, W. M., & Pozzer, L. L. (2003). Prevalence, function, and structure of photographs in high school biology textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(10), 1089–1114. <https://doi.org/10.1002/tea.10122>
- Schleper, C., Swanson, R. V., Mathur, E. J., & DeLong, E. F. (1997). Characterization of a DNA Polymerase from the Uncultivated Psychrophilic Archaeon Cenarchaeum symbiosum. *Journal of Bacteriology*, 179(24). <https://doi.org/10.1128/jb.179.24.7803-7811.1997>
- Sedláček, I. (2007). *Taxonomie prokaryot*. Masarykova Univerzita.
- Sikorová, Z. (2007). *Hodnocení a výběr učebnic v praxi*. Ostravská univerzita v Ostravě. https://www.researchgate.net/profile/Zuzana-Sikorova/publication/40363171_Hodnoceni_a_vyber_ucebnic_v_praxi/links/57094a5708ae2eb9421e2e54/Hodnoceni-a-vyber-ucebnic-v-praxi.pdf
- Skalková, J. (1999). *Obsahová didaktika*. ISV nakladatelství.
- Song, A. A., In, L. L. A., Lim, S. H. E., & Rahim, R. A. (2017). A review on Lactococcus lactis: from food to factory. *Microbial Cell Factories*, 16(1), 1–15. <https://doi.org/10.1186/s12934-017-0669-x>
- Steger, D., Ettinger-Epstein, P., Whalan, S., Hentschel, U., Nys, R. de, Wagner, M., & Taylor, M. W. (2008). Diversity and mode of transmission of ammonia-oxidizing archaea in marine sponges. *Environmental Microbiology*, 10(4), 1087–1094. <https://sfamjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1462-2920.2007.01515.x>
- Strauss, A., & Corbinová, J. (1999). *Základy kvalitativního výzkumu Postupy a techniky*

metody zakotvené teorie. Albert.

Švaříček, R., Šed'ová, K., Janík, T., Kaščák, O., Miková, M., Nedbálková, K., Novotný, P., Sedláček, M., & Zounek, J. (2007). *Kvalitativní výzkum v pedagogických vědách.* Portál.

Vojř, K., & Rusek, M. (2019). Science education textbook research trends: a systematic literature review. *International Journal of Science Education*, 41(11). <https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1613584>

Votava, M., Broukal, Z., & Vaněk, J. (2007). *Lékařská mikrobiologie pro zubní lékaře.* Neptun.

Zahra, Z., Choo, D. H., Lee, H., & Parveen, A. (2020). Cyanobacteria: Review of Current Potentials and Applications. *Environments*, 7(2). <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/environments7020013>

Zákon o předškolním, základním, středním, vyšším odborném a jiném vzdělávání (školský zákon). (2004). *Zákony.Cz.* <https://www.zakony.cz/zakon-SB2004561-62>

Zujev, D. D. (1986). *Ako tvorit učebnice.* Slovenské pedagogické nakladateľstvo.

Seznam příloh

Příloha 1 Celkový počet pojmů a procentuální podíl těchto pojmů v rámci vytyčených kategorií a podkategorií u jednotlivých učebnic.....	82
Příloha 2 Pojmy uvedené v jednotlivých učebnicích.....	84

Seznam obrázků

Obrázek 1 Učebnice figurující v systémech (Průcha, 1998)	11
Obrázek 2 Systém kurikulárních dokumentů (MŠMT, 2021)	25
Obrázek 3 Obecná růstová křivka bakterií (Votava a kol., 2007)	42
Obrázek 4 Formy tuberkulózy (Hurych a kol., 2020)	48

Seznam tabulek

Tabulka 1 Klasifikace textových komponentů v závislosti na jejich funkci	14
Tabulka 2 Vzdělávací oblasti a obory definovány v RVP ZV	26
Tabulka 3 Jednotlivé způsoby výživy bakterií	37
Tabulka 4 Gramnegativní bakterie s buněčnou stěnou.....	39
Tabulka 5 Grampozitivní bakterie vyznačující se buněčnou stěnou	40
Tabulka 6 Bakterie bez buněčné stěny	40
Tabulka 7 Významné rody sinic	52
Tabulka 8 Přehled analyzovaných učebnic	59
Tabulka 9 Zařazení tématu prokaryota v učebnicích.....	60

Seznam grafů

Graf 1 Celkový počet pojmů uváděný v jednotlivých učebnicích.....	62
Graf 2 Procentuální zastoupení pojmů v jednotlivých kategoriích u konkrétních učebnic. 64	

Příloha 1 Celkový počet pojmů a procentuální podíl těchto pojmů v rámci vytyčených kategorií a podkategorií u jednotlivých učebnic

Hlavní kategorie	SPN	FRAUS	SCIENTIA	DUHA	NNS	FORTUNA1	FORTUNA2	PRODOS	TAKTIK	Podkategorie	SPN	FRAUS	SCIENTIA	DUHA	NNS	FORTUNA1	FORTUNA2	PRODOS	TAKTIK
Historie a povaha vědy	8	4	1	2	6	1	0	20	6	Vědci	1	0	0	1	2	0	0	9	3
										Vědecké postupy a metody	7	4	1	1	4	1	0	11	3
Celková morfologie	2	3	3	3	2	1	2	2	3	Celková morfologie	2	3	3	3	2	1	2	2	3
Morfologie	15	23	11	22	21	2	12	26	28	Typy buněk	2	2	1	2	2	0	2	1	2
										Tvar a uspořádání buněk	1	8	2	8	10	0	4	14	10
										Organely a buněčné součásti	12	13	8	12	9	2	6	11	16
Metabolismus	9	8	14	9	8	1	4	10	13	Trofie	1	1	4	1	1	0	0	0	2
										Metabolické procesy	1	2	1	1	0	1	1	1	2
										Látky vystupující v metabolismu	7	4	7	6	6	0	2	8	8
										Prokaryota se specializovaným metabolismem	0	1	2	1	1	0	1	1	1
Množení	2	2	1	3	5	1	4	3	4	Množení	2	2	1	3	5	1	4	3	4
Zástupci	0	8	10	7	3	0	0	10	5	Archea	0	0	0	0	0	0	0	1	0
										Bakterie	0	5	9	4	1	0	0	7	2
										Sinice	0	3	1	3	2	0	0	2	3
Jiní zástupci	0	0	1	3	1	0	0	2	1	Jiní zástupci	0	0	1	3	1	0	0	2	1
Taxonomická klasifikace	2	3	4	3	4	6	4	10	6	Taxonomická klasifikace	2	3	4	3	4	6	4	10	6
Výskyt	24	13	17	17	16	6	12	19	16	Výskyt	24	13	17	17	16	6	12	19	16
Význam a využití	6	6	7	12	11	3	10	14	8	Využití člověkem	3	2	4	9	6	3	5	5	2
										Využití v ekosystému	3	4	3	3	5	0	5	9	6
Patogenita	14	27	17	23	19	36	7	53	24	Onemocnění	9	8	12	11	10	23	4	32	17
										Průběh a příznaky	1	7	1	4	4	6	3	4	4
										Léčba a prevence	3	4	3	5	4	3	0	13	3
										Přenos a hostitelé	1	8	1	3	1	4	0	4	0
Další pojmy	0	3	1	6	3	2	3	23	0	Další pojmy	0	3	1	6	3	2	3	23	0
Celkem	82	100	87	110	99	59	58	192	114		82	100	87	110	99	59	58	192	114

Hlavní kategorie	SPN	FRAUS	SCIENTIA	DUHA	NNS	FORTUNA1	FORTUNA2	PRODOS	TAKTIK	Podkategorie	SPN	FRAUS	SCIENTIA	DUHA	NNS	FORTUNA1	FORTUNA2	PRODOS	TAKTIK
Historie a povaha vědy	9,8%	4,0%	1,1%	1,8%	6,1%	1,7%	0,0%	10,4%	5,3%	Vědci	1,2%	0,0%	0,0%	0,9%	2,0%	0,0%	0,0%	4,7%	2,6%
										Vědecké postupy a metody	8,5%	4,0%	1,1%	0,9%	4,0%	1,7%	0,0%	5,7%	2,6%
Celková morfologie	2,4%	3,0%	3,4%	2,7%	2,0%	1,7%	3,4%	1,0%	2,6%	Celková morfologie	2,4%	3,0%	3,4%	2,7%	2,0%	1,7%	3,4%	1,0%	2,6%
Morfologie	18,3%	23,0%	12,6%	20,0%	21,2%	3,4%	20,7%	13,5%	24,6%	Typy buněk	2,4%	2,0%	1,1%	1,8%	2,0%	0,0%	3,4%	0,5%	1,8%
										Tvar a uspořádání buněk	1,2%	8,0%	2,3%	7,3%	10,1%	0,0%	6,9%	7,3%	8,8%
										Orgány a buněčné součásti	14,6%	13,0%	9,2%	10,9%	9,1%	3,4%	10,3%	5,7%	14,0%
Metabolismus	11,0%	8,0%	16,1%	8,2%	8,1%	1,7%	6,9%	5,2%	11,4%	Trofie	1,2%	1,0%	4,6%	0,9%	1,0%	0,0%	0,0%	0,0%	1,8%
										Metabolické procesy	1,2%	2,0%	1,1%	0,9%	0,0%	1,7%	1,7%	0,5%	1,8%
										Látky vystupující v metabolismu	8,5%	4,0%	8,0%	5,5%	6,1%	0,0%	3,4%	4,2%	7,0%
										Prokaryota se specializovaným metabolismem	0,0%	1,0%	2,3%	0,9%	1,0%	0,0%	1,7%	0,5%	0,9%
Množení	2,4%	2,0%	1,1%	2,7%	5,1%	1,7%	6,9%	1,6%	3,5%	Množení	2,4%	2,0%	1,1%	2,7%	5,1%	1,7%	6,9%	1,6%	3,5%
Zástupci	0,0%	8,0%	11,5%	6,4%	3,0%	0,0%	0,0%	5,2%	4,4%	Archea	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,5%	0,0%
										Bakterie	0,0%	5,0%	10,3%	3,6%	1,0%	0,0%	0,0%	3,6%	1,8%
										Sinice	0,0%	3,0%	1,1%	2,7%	2,0%	0,0%	0,0%	1,0%	2,6%
Jiní zástupci	0,0%	0,0%	1,1%	2,7%	1,0%	0,0%	0,0%	1,0%	0,9%	Jiní zástupci	0,0%	0,0%	1,1%	2,7%	1,0%	0,0%	0,0%	1,0%	0,9%
Taxonomická klasifikace	2,4%	3,0%	4,6%	2,7%	4,0%	10,2%	6,9%	5,2%	5,3%	Taxonomická klasifikace	2,4%	3,0%	4,6%	2,7%	4,0%	10,2%	6,9%	5,2%	5,3%
Výskyt	29,3%	13,0%	19,5%	15,5%	16,2%	10,2%	20,7%	9,9%	14,0%	Výskyt	29,3%	13,0%	19,5%	15,5%	16,2%	10,2%	20,7%	9,9%	14,0%
Význam a využití	7,3%	6,0%	8,0%	10,9%	11,1%	5,1%	17,2%	7,3%	7,0%	Využití člověkem	3,7%	2,0%	4,6%	8,2%	6,1%	5,1%	8,6%	2,6%	1,8%
										Využití v ekosystému	3,7%	4,0%	3,4%	2,7%	5,1%	0,0%	8,6%	4,7%	5,3%
Patogenita	17,1%	27,0%	19,5%	20,9%	19,2%	61,0%	12,1%	27,6%	21,1%	Onemocnění	11,0%	8,0%	13,8%	10,0%	10,1%	39,0%	6,9%	16,7%	14,9%
										Průběh a příznaky	1,2%	7,0%	1,1%	3,6%	4,0%	10,2%	5,2%	2,1%	3,5%
										Léčba a prevence	3,7%	4,0%	3,4%	4,5%	4,0%	5,1%	0,0%	6,8%	2,6%
										Přenos a hostitelé	1,2%	8,0%	1,1%	2,7%	1,0%	6,8%	0,0%	2,1%	0,0%
Další pojmy	0,0%	3,0%	1,1%	5,5%	3,0%	3,4%	5,2%	12,0%	0,0%	Další pojmy	0,0%	3,0%	1,1%	5,5%	3,0%	3,4%	5,2%	12,0%	0,0%
Celkem	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %		100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %

Příloha 2 Pojmy uvedené v jednotlivých učebnicích

SPN		
Hlavní kategorie	Podkategorie	Pojmy
Historie a povaha vědy	Vědci	Louis Pasteur
	Vědecké postupy a metody	Pasterizace (pasterace), bakteriologie, mikroskop, elektronový mikroskop, krycí sklíčko, mikroskopický preparát, podložní sklo
Celková morfologie	Jednobuněčný organismus, mikroorganismus	
Morfologie	Typy buněk	Rostlinná buňka, živočišná buňka
	Tvar a uspořádání buněk	Vláknité
	Orgány a buněčné součásti	Buněčná stěna, plazmatická membrána, bičíky, brvy, nepravé jádro, cytoplazma, zelené barvivo (chlorofyl), červené, modré barvivo, slizové pouzdro (obal), dokonalé buněčné jádro, jaderný obal
Metabolismus	Trofie	Parazit
	Metabolické procesy	Fotosyntéza
	Látky vystupující v metabolismu	Kyslík, dusík, voda, živina, organická látka, anorganická látka, minerální látka
	Prokaryota se specializovaným metabolismem	
Množení	Dělení, cysta	
Zástupci	Archea	
	Bakterie	
	Sinice	
Jiní zástupci		
Taxonomická klasifikace	Řasy, houby	
Výskyt	Dutina ústní, trávicí ústrojí, střeva, býložravec, skot, vodní květ, lišejník, mírný pás, hlízky, sliny, hlen, půda, voda, vzduch, tropy, slaná voda, sladká voda, horké prameny, kořeny, vlhko, teplota, jetel, hrách, fazol	
Význam a využití	Využití člověkem	Čistírný odpadních vod, mléčné výrobky, ropné havárie
	Využití v ekosystému	Symbióza (soužití), rozkladač (reducent), oběh látek
Patogenita	Onemocnění	Angína, salmonelóza, borelióza, zápal plic, tuberkulóza, spála, listerióza, alergie, choroba
	Průběh a příznaky	Záněty
	Léčba a prevence	Hygiena, preventivní očkování, antibiotika
	Přenos a hostitelé	Hostitel
Další pojmy		

FRAUS		
Hlavní kategorie	Podkategorie	Pojmy
Historie a povaha vědy	Vědci	
	Vědecké postupy a metody	Pasterizace, sterilace, živá kultura, mikroskop
Celková morfologie	Jednobuněčný organismus, mikroorganismus, siný	
Morfologie	Typy buněk	Rostlinná buňka, živočišná buňka
	Tvar a uspořádání buněk	Koky, diplokoky, tyčinky, vláknité, kolonie, streptokok, stafylokok, řetízovitá vlákna
	Organely a buněčné součásti	Buněčná stěna, plazmatická membrána, bičík, jaderná hmota, cytoplazma, membránové měchýřky s barvivy, chlorofyl, žluté, červené, modré barvivo, slizový obal, jaderný obal, organela
Metabolismus	Trofie	Cizopasný
	Metabolické procesy	Fotosyntéza, životní děj
	Látky vystupující v metabolismu	Organické látky, živina, minerální živiny, kyslík
	Prokaryota se specializovaným metabolismem	Hniložijné bakterie
Množení	Dělení, spory (klidové útvary)	
Zástupci	Archea	
	Bakterie	Streptokoky, stafylokoky, pneumokoky, salmonely, spirochéty
	Sinice	Jednořadka, drkalka, sinivka
Jiní zástupci		
Taxonomická klasifikace	Houby, prvoci, rostliny	
Výskyt	Stojatá voda, trávicí ústrojí, býložravec, bobovité rostliny, vodní květ, lišejník, Rudé moře, půda, voda, vzduch, rašelinné tůň, vlhko, teplota	
Význam a využití	Využití člověkem	Laktobacily, mléčné výrobky
	Využití v ekosystému	Symbióza, potravní řetězec, průkopnický organismus, oběh látek
Patogenita	Onemocnění	Angína, borelióza, zápal plic, salmonelóza, spála, zánět mozkových blan, záněty kůže, choroba
	Průběh a příznaky	Bolest hlavy, zánět žaludeční a střevní sliznice, nevolnost, zvracení, průjemy, inkubační doba, infekce
	Léčba a prevence	Hygiena, dezinfekce, očkování, antibiotika
	Přenos a hostitelé	Pohlavní styk, hostitel, přímý styk, vdechnutí, závadná voda a potraviny, poranění kůže, bodnutí, kousnutí
Další pojmy	Sopečná činnost, průplav, Středozemní moře	

SCIENTIA		
Hlavní kategorie	Podkategorie	Pojmy
Historie a povaha vědy	Vědci	
	Vědecké postupy a metody	Mikroskop
Celková morfologie	Jednobuněčný organismus, mikroorganismus, sinavý	
Morfologie	Typy buněk	Rostlinná buňka
	Tvar a uspořádání buněk	Řetízky, kolonie
	Organely a buněčné součásti	Buněčná stěna, cytoplazmatická membrána, bičík, vlásky, chromozom, cytoplazma, slizové pouzdro, organela
Metabolismus	Trofie	Cizopasně, neutrální vztah, parazitický, prospěšný vztah
	Metabolické procesy	Fotosyntéza
	Látky vystupující v metabolismu	Kyslík, dusík, cukr, kyselina, živina, organická látka, anorganická látka
	Prokaryota se specializovaným metabolismem	Hlízkovité bakterie, mléčné bakterie
Množení	Dělení	
Zástupci	Archea	
	Bakterie	Escherichia coli, Yersinia, Salmonella, Mycobacterium, Bacillus, Borellia, Staphylococcus, Streptococcus, Vibrio
	Sinice	Chroococcus
Jiní zástupci	Myši	
Taxonomická klasifikace	Viry, houby, rostliny, kvasinky	
Výskyt	Květ, list, srst, pot, tlusté střevo, močový měchýř, ústa, dýchací cesty, bobovité rostliny, vodní květ, zubní sklovina, hlízky kořenů, půda, povrch těla, moře, poušť, polární kruh	
Význam a využití	Využití člověkem	Vitamíny, modelový organismus, havárie ropy, čističky
	Využití v ekosystému	Soužití (symbióza), rozkladač (destruent), atmosféra
Patogenita	Onemocnění	Angína, mor, cholera, salmonelóza, borelióza, zápal plic, zápal průdušek, tuberkulóza, zubní kaz, tetanus, spála, epidemie
	Průběh a příznaky	Záněty
	Léčba a prevence	Hygiena, antibiotika, penicilin
	Přenos a hostitelé	Hostitel
Další pojmy	Kojenec	

DUHA		
Hlavní kategorie	Podkategorie	Pojmy
Historie a povaha vědy	Vědci	Alexandr Fleming
	Vědecké postupy a metody	Kvašení (fermentace)
Celková morfologie	Jednobuněčný organismus, mikroorganismu, siný	
Morfologie	Typy buněk	Rostlinná buňka, živočišná buňka
	Tvar a uspořádání buněk	Kulovitý tvar (kok), tyčinkovitý tvar, kyjovitý tvar, spirálovitý tvar, větvenovitá tyčinka, řetězce, vláknité, kolonie
	Organely a buněčné součásti	Buněčná stěna, cytoplazmatická membrána, bičík, dědičná informace, cytoplazma, plynová vakuola, fotosyntetické membrány, měchýřky s barvivy, chlorofyl, slizové pouzdro, zásobárna dusíkatých látek, jádro
Metabolismus	Troffe	Parazit
	Metabolické procesy	Fotosyntéza
	Látky vystupující v metabolismu	Kyslík, dusík, voda, minerální látka, živina, organická látka
	Prokaryota se specializovaným metabolismem	Kvasné bakterie
Množení	Dělení, spory, nepohlavní rozmnožování	
Zástupci	Archea	
	Bakterie	Escherichia coli, salmonela, stafylokok, streptokok
	Sinice	Jednořadka, drkalka, sinivka
Jiní zástupci	Stětičkovec, Penicillium chrysosogenum, bakteriofág	
Taxonomická klasifikace	Viry, houby, rostliny	
Výskyt	Zažívací trakt, tlusté střevo, obratlovci, stojatá voda, vodní květ, voda, půda, vzduch, těla živých organismů, povrch těl, teplota, vlhkost, kyselost, pouště, polární oblasti, horké prameny, povrchová voda	
Význam a využití	Využití člověkem	Vitamín K, doplněk stravy, léky, hnojivo, potrava, acidofilní mléko, mléčné výrobky, ocet, léčivé bahno
	Využití v ekosystému	Symbióza, rozkladné bakterie, půdní bakterie
Patogenita	Onemocnění	Tyfus, mor, cholera, salmonelóza, angína, zápal plic, tuberkulóza, spála, choroba, epidemie, chřipka
	Průběh a příznaky	Vyrážky, bolest hlavy, záněty, jedovaté látky (toxiny)
	Léčba a prevence	Hygiena, očkování, antibiotika, penicilin, CRP test
	Přenos a hostitelé	Blecha morová, krysy, hostitel
Další pojmy	Václav IV., Král Lávro, satira, Afrika, Asie, kanalizace	

NNS		
Hlavní kategorie	Podkategorie	Pojmy
Historie a povaha vědy	Vědci	Robert Koch, Alexandr Fleming
	Vědecké postupy a metody	Mikrobiologie, mikroskop, kultura mléčných bakterií, Nobelova cena
Celková morfologie	Jednobuněčný organismus, mikroorganismus	
Morfologie	Typy buněk	Rostlinná buňka, živočišná buňka
	Tvar a uspořádání buněk	Koky, diplokoky, tyčinkovité bakterie (bacily), streptokoky, stafylokoky, kolonie, řetízkovitý, kulovitý, tyčinkovitý, vlákna
	Organely a buněčné součásti	Buněčná stěna, cytoplazmatická membrána, bičík, dědičná informace, cytoplazma, měchýřky s barvivy, chlorofyl, slizové pouzdro, jádro
Metabolismus	Trofie	Parazit
	Metabolické procesy	
	Látky vystupující v metabolismu	Kyslík, cukr, kyselina, živina, organické látky, anorganické látky
	Prokaryota se specializovaným metabolismem	Mléčné bakterie
Množení	Buňka mateřská, buňka dceřiná, dělení, klidové stadium (spora), nepohlavně	
Zástupci	Archea	
	Bakterie	Escherichia coli
	Sinice	Chroococcus, Microcystis
Jiní zástupci	Stětičkovec (Penicillium)	
Taxonomická klasifikace	Plíseň, viry, rostliny, říše	
Výskyt	Zubní sklovina, tlusté střevo, zažívací trakt, močové ústrojí, pohlavní ústrojí, obratlovec, vodní květ, oceán, Mariánský příkop, ústa, půda, voda, vzduch, horké prameny, pouště, polární oblasti	
Význam a využití	Využití člověkem	Laktobacily, vitamín K, střevní mikroflóra, potravinářský průmysl, čistírny odpadních vod, mléčné kysané výrobky
	Využití v ekosystému	Symbióza, rozkladač, producent, atmosféra, koloběh látek
Patogenita	Onemocnění	Mor, borelióza, angína, zápal plic, tuberkulóza, salmonelóza, zubní kaz, spála, alergie, epidemie
	Průběh a příznaky	Bolest hlavy, záněty, jedovatý (toxický), patogenní (choroboplodný)
	Léčba a prevence	Hygiena, očkování, antibiotika, penicilin
	Přenos a hostitelé	Hostitel
Další pojmy	UV záření, fosfáty, ekologicky šetrný výrobek	

FORTUNA1		
Hlavní kategorie	Podkategorie	Pojmy
Historie a povaha vědy	Vědci	
	Vědecké postupy a metody	Elektronový mikroskop
Celková morfologie	Mikroorganismy	
Morfologie	Typy buněk	
	Tvar a uspořádání buněk	
	Organely a buněčné součásti	Bičíky, brvy
Metabolismus	Trofie	
	Metabolické procesy	Životní děj
	Látky vystupující v metabolismu	
	Prokaryota se specializovaným metabolismem	
Množení	Spora	
Zástupci	Archea	
	Bakterie	
	Sinice	
Jiní zástupci		
Taxonomická klasifikace	Viry, kvasinky, plísně, prvoci, rostliny, savci	
Výskyt	Voda, půda, ovzduší, atmosféra, teplota, vřídelní horké vody	
Význam a využití	Využití člověkem	Vitamíny, vitamíny skupiny B, trávení potravy
	Využití v ekosystému	
Patogenita	Onemocnění	Tyfus, záškrť, mor, pohlavní nemoci, syfilis, kapavka, borelióza, zápal plic, tuberkulóza, tetanus, spála, angína, cholera, chřipka, rýma, neštovice, dětská obrna, zarděnky, příušnice, AIDS, choroba, epidemie, pandemie
	Průběh a příznaky	Bolest hlavy, horečka, průjmy, patogenní, jedovaté (toxické) látky, infekce
	Léčba a prevence	Protilátky, životospráva, imunita
	Přenos a hostitelé	Klíště, otevřená rána, ústa, nos
Další pojmy	Kosmické záření, morový sloup	

FORTUNA2		
Hlavní kategorie	Podkategorie	Pojmy
Historie a povaha vědy	Vědci	
	Vědecké postupy a metody	
Celková morfologie	Jednobuněčný organismus, mikroorganismus	
Morfologie	Typy buněk	Rostlinná buňka, živočišná buňka
	Tvar a uspořádání buněk	Kulovitý tvar, tyčinkovitý tvar, řetízkový, vláknitý
	Orgány a buněčné součásti	Buněčná stěna, plazmatická membrána, ribozomy, chromozom, cytoplazma, buněčné jádro
Metabolismus	Trofie	
	Metabolické procesy	Životní děj
	Látky vystupující v metabolismu	Kyslík, voda
	Prokaryota se specializovaným metabolismem	Hlízkovité bakterie
Množení	Buňka mateřská, buňka dceřiná, dělení, spora	
Zástupci	Archea	
	Bakterie	
	Sinice	
Jiní zástupci		
Taxonomická klasifikace	Řasy, houby, prvoci, rody	
Výskyt	Ekosystém, stojatá voda, vodní květ, kořeny bobovitých rostlin, střevo, býložravci, hluboké moře, atmosféra, půda, voda, moře, kráva	
Výflákyznam a využití	Využití člověkem	Hnojivo, bioplyn, zdroj energie, ropné havárie, průmysl
	Využití v ekosystému	Potravní řetězec, oběh látek, celulóza, volný kyslík, atmosféra
Patogenita	Onemocnění	Tyfus, tuberkulóza, tetanus, pohlavní choroby
	Průběh a příznaky	Hnisání, jedovaté látky, patogenní (choroboplodný)
	Léčba a prevence	
	Přenos a hostitelé	
Další pojmy	Obnovující zdroj energie, energie slunečního záření, suchý vzduch	

PRODOS		
Hlavní kategorie	Podkategorie	Pojmy
Historie a povaha vědy	Vědci	Robert Koch, Louis Pasteur, Alexandr Fleming, Ignác Filip Semmelweis, Antoni van Leeuwenhoek, Florey, Chain, Alfred Nobel, Zacharis Jansen
	Vědecké postupy a metody	Pasterizace, Nobelova cena, elektronový mikroskop, mikroskop, fyziologie, medicína, bakteriologie, mikrobiologie, světelný mikroskop, laboratorní misky, Petriho miska
Celková morfologie	Sinavé zbarvení, mikroorganismus	
Morfologie	Typy buněk	Prokaryotická stavba
	Tvar a uspořádání buněk	Kok, diplokok, bacil, diplobacil, vibrio, spirochety, spirila, streptokok, streptobacil, stafylokok, vlákna, kolonie, tyčinkovitý tvar, spirály
	Organely a buněčné součásti	Buněčná stěna, cytoplazmatická membrána, bičíky, ribozomy, molekula DNA, genetická informace, plynový váček, chlorofyl, slizové pouzdro (kapsula), cytoplazma, červená barviva
Metabolismus	Trofie	
	Metabolické procesy	Fotosyntéza
	Látky vystupující v metabolismu	Živina, organická látka, uhlík, kyslík, dusík, voda, oxid uhličitý, síra
	Prokaryota se specializovaným metabolismem	Světélkující bakterie
Množení	Příčné dělení, spory, nukleová kyselina	
Zástupci	Archea	Thermococcus gammatolerans
	Bakterie	Escherichia coli, Salmonella, zlatý stafylokok, Bacillus anthracis, Campylobacter jejuni, Leptospira, Streptococcus
	Sinice	Jednořadka, drkalka
Jiní zástupci	Štětíčkovec (Penicillium), sněť slezinná	
Taxonomická klasifikace	Plíseň, archea, cyanobacteria, hmyz, hlodavci, houby, řasy, prvoci, ryby, kmen	
Výskyt	Trávicí soustava, tlusté střevo, žaludek, přežvýkavci, vodní květ, lišejník, červený příliv, hlína, povrchová voda, horké prameny, horká vřídla, slané vody, bahno, půda, vlhko, hlevík polní, hávnatka obecná, kráva, ovce	
Význam a využití	Využití člověkem	Vitamíny, léky, střevní mikroflóra, potraviny, mléčné výrobky
	Využití v ekosystému	Symbióza, rozkladač, atmosféra, potravní řetězec, oběh látek, kořist, predátor, komunikace, trávení
Patogenita	Onemocnění	Tyfus, záškrť, dávivý (černý) kašel, angína, mor, cholera, syfilis, kapavka, salmonelóza, borelióza, lepra, bakteriální zápal plic, tuberkulóza, zubní kaz, tetanus, zápal mozkových blan, antrax, leptospiróza, alergie, střevní infekce, choroba, malárie, vzteklna, dětská obrna, neštovice, spalničky, příušnice, zarděnky, virová hepatitida typu B, horečka omladnic, chorobopis, úmrtnost
	Průběh a příznaky	Jedovaté látky (toxiny), patogenní (choroboplodný), patogen (choroboplodný zárodek), infekce
	Léčba a prevence	Hygiena, antibiotika, očkování (vakcinace), penicilin, preventivní očkování, nezávadné potraviny, povinné očkování, dezinfekční přípravek, jodová tinktura, peroxid vodíku, chlorová voda, roztok chemické látky, antibakteriální látka
	Přenos a hostitelé	Potrava, vdechnutí, poranění, krev
Další pojmy	Chirurgický, inkubátor, pitva, porodní asistentka, procento, optika, spermie, vlákna svalů, červená krvinka, hlavička spermie, homonuklus, děloha, bílkoviny, tuky, molekuly, ekonomie, porodník, pitevna, chemické reakce, kyselina, radioaktivní záření, sérum, novorozenec	

TAKTIK		
Hlavní kategorie	Podkategorie	Pojmy
Historie a povaha vědy	Vědci	Robert Koch, Loius Pasteur, Alexandr Fleming
	Vědecké postupy a metody	Bakteriologie, živná kultura, bakteriální kultura
Celková morfologie	Jednobuněčný organismus, mikroorganismy, siný	
Morfologie	Typy buněk	Buňka prokaryotická, eukaryotické buňky
	Tvar a uspořádání buněk	Kulatý (koky), diplokok, tyčinkovitý (bacily), vibrio, streptobacily, streptokok, stafylokoky, rohlíčkovitý (vibrio), spirila, spirálovitý (spirochety)
	Organely a buněčné součásti	Buněčná stěna, plazmatická membrána, bičíky, fimbrie, ribozomy, molekula DNA, deoxyribonukleová kyselina, dědičná informace, fotosyntetická barviva, chlorofyl, slizové pouzdro (kapsula), organela, pravé jádro, chloroplasty, mitochondrie, jaderný obal
Metabolismus	Trofie	Autotrofní, heterotrofní
	Metabolické procesy	Fotosyntéza, mléčné kvašení
	Látky vystupující v metabolismu	Kyslík, dusík, voda, oxid uhličitý, minerální látky, živina, organická látka, anorganická látka
	Prokaryota se specializovaným metabolismem	Hlízkovité bakterie
Množení	Buňka mateřská, buňka dceřinná, příčné dělení, spory	
Zástupci	Archea	
	Bakterie	Clostridium tetani, Streptococcus pneumoniae
	Sinice	Jednořadka, drkalka, sinivka
Jiní zástupci	Stětičkovec (Penicillium)	
Taxonomická klasifikace	Plíseň, archea (archebakterie), cyanobacteria, Cyanophyta, pravé bakterie, rod	
Výskyt	Lišejník, ekosystém, světadíl, kosmopolitní, tlusté střevo, bobovité rostliny, stromatolity, vodní květ, hlízky, kořen, horké vody, slané vody, ledovce, Austrálie, vlhké prostředí, huspeník	
Význam a využití	Využití člověkem	Vitamíny, potravinářství
	Využití v ekosystému	Symbiont, rozkladači (destruenti), mineralizace, atmosféra, primární atmosféra, oběh látek
Patogenita	Onemocnění	Tyfus, záškrt, černý kašel, angína, mor, cholera, syfilis, kapavka, salmonelóza, borelióza, lepra, zubní kaz, tetanus, alergie, zápal plic, tuberkulóza, choroba
	Průběh a příznaky	Podráždění kůže, rakovinotvorný, jedovaté látky (toxiny), patogenní (choroboplodný)
	Léčba a prevence	Antibiotika, penicilin, buňky imunitního systému
	Přenos a hostitelé	
Další pojmy		