

Univerzita Karlova

Přírodovědecká fakulta

Studijní program: Chemie se zaměřením na vzdělávání

Studijní obor: Chemie se zaměřením na vzdělávání – Biologie se zaměřením na vzdělávání



Tereza Krpešová

**Nové materiály na podporu výuky biochemie na SŠ – nukleové
kyseliny**

New materials to support the teaching of biochemistry at the secondary school – nucleic
acids

Bakalářská práce

Vedoucí práce: doc. RNDr. Václav Martínek, Ph.D.

Praha, 2024

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze dne 21. 8. 2024

Tereza Krpešová

Poděkování

Děkuji svému školiteli doc. RNDr. Václavu Martínkovi, Ph.D. za cenné rady, trpělivost a odborné vedení této práce.

Dále bych chtěla poděkovat své rodině a blízkým za jejich neustálou podporu.

Abstrakt

Práce je zaměřená na tvorbu výukových materiálů, podporujících výuku nukleových kyselin na středních školách, konkrétně gymnáziích.

Teoretická část práce zahrnuje rozbor tématu v kurikulárních dokumentech formujících podobu výuky v České republice. Následně je zařazen rozbor zpracování tématu ve středoškolských učebnicích a dalších studijních materiálech zabývajících se biochemií nukleových kyselin. Tento rozbor odhalil, že většina analyzovaných materiálů nenabízí moc způsobů, jak při výuce tématu aktivizovat studenty a zároveň také obsahuje málo prvků, které by pomáhaly rozvíjet jejich klíčové kompetence.

Na základě těchto zjištění byly vytvořeny nové výukové materiály, které kompenzují tyto nedostatky. Jedná se o didaktické hry a tři pracovní listy, obsahující problémové úlohy a 3D vizualizace nukleových kyselin. Tyto materiály cílí na úvod do tématu nukleových kyselin a jsou určeny pro výuku v rámci předmětů chemie, biologie a přírodovědně orientovaných seminářů.

Klíčová slova

nukleové kyseliny, biochemie, materiály pro střední školu, pracovní listy, aktivizační materiály, didaktická hra, 3D modely, vizualizace, problémové úlohy

Abstract

The work is focused on creating new teaching materials to support the teaching topics of nucleic acids in secondary schools, specifically in high schools.

The theoretical part of the work contains an analysis of the topic in curricular documents shaping the form of teaching in the Czech Republic. Subsequently, an analysis of the treatment of the topic in secondary school textbooks and other study materials dealing with the biochemistry of nucleic acids is included. This analysis reveals that most of the available materials do not offer many ways to activate students and did not focus on developing their key competences .

Based on these findings, new materials were developed to improve students' experience and acquired skills. Materials include didactic games, three worksheets containing problem tasks, and 3D visualizations of nucleic acids. These new materials are intended as an introduction to the issue of nucleic acids and are intended for teaching chemistry, biology, and science-oriented seminars.

Keywords

nucleic acids, biochemistry, educational materials for secondary school, worksheets, activation materials, chemical game

Obsah

Seznam použitých zkratek, termínů a symbolů.....	9
1. Úvod.....	10
2. Cíle.....	11
3. Teoretická část.....	12
3.1 Vzdělávací systém v České republice.....	12
3.2 Rámcový vzdělávací program pro gymnázia.....	12
3.2.1 Klíčové kompetence.....	12
3.3 Rámcový vzdělávací program pro gymnázia a nukleové kyseliny.....	13
3.4 Nukleové kyseliny a ŠVP.....	14
3.4.1 Gymnázium Botičská.....	14
3.4.2 Gymnázium Na Pražačce.....	15
3.4.3 Gymnázium Roudnice nad Labem.....	16
3.4.4 Dvořákovo gymnázium Kralupy nad Vltavou.....	16
3.4.5 Shrnutí rozboru vybraných ŠVP.....	16
3.5 Výchovně-vzdělávací cíle.....	17
3.6 Výukové metody.....	17
3.6.1 Didaktická hra.....	18
3.6.2 Heuristická metoda (problémová metoda).....	19
3.7 Bloomova taxonomie.....	19
3.8 Učebnice chemie pro gymnázia.....	20

3.9	Rozbor tématu nukleové kyseliny v učebnicích chemie pro gymnázia	22
3.9.1	Mareček, A.; Honza, J. Chemie pro čtyřletá gymnázia 3. díl.....	23
3.9.2	Vacík, J.; et. al. Přehled středoškolské chemie.....	23
3.9.3	Benešová, M. Odmaturuj z chemie	24
3.9.4	Kolář, K.; et. al. Chemie II	24
3.9.5	Jelínek, J. Úvod do biochemie a molekulární biologie (nejen) pro gymnázia.....	25
3.9.6	Závodská, R. Biologie buněk: základy cytologie, bakteriologie, virologie.....	25
3.9.7	Kočárek, E. Genetika: obecná genetika a cytogenetika, molekulární biologie, biotechnologie, genomika.....	26
3.10	Přehled dostupných online materiálů.....	27
3.10.1	Materiály vytvořené I. Volmutovou v rámci diplomové práce	27
3.10.2	Prezentace z portálu RVP	28
3.10.3	Web Studiumbiochemie	28
3.10.4	Online učebnice E-Chembook.....	28
3.10.5	Materiály dostupné na platformě Corinth.....	29
4.	Praktická část	30
4.1	Tvorba materiálů	30
4.2	Použité programy.....	31
4.3	Propojovací karty	32
4.4	Propojovací karty – rozšíření	35
4.5	Karty s 3D vzorci	36
4.6	Pracovní listy	37

4.7	Pracovní list Stavba nukleových kyselin.....	38
4.8	Pracovní list Komplementarita bází a struktura NK	39
4.9	Pracovní list - Transferová RNA (tRNA) – práce s 3D modely	43
5.	Diskuse.....	49
6.	Závěr	51
7.	Seznam použitých zdrojů.....	53
8.	Přílohy.....	56

Seznam použitých zkratk, termínů a symbolů

AMK	aminokyselina
DVS	program Discovery Studio Vizualizer
MŠMT	Ministerstvo školství a tělovýchovy
NK	nukleové kyseliny
PL	pracovní list
RVP	Rámcový vzdělávací program
RVP G	Rámcový vzdělávací program pro gymnázia
Školský zákon	Zákon o předškolním, základním, středním, vyšším a jiném vzdělání (zákon č. 561/2004 Sb.)
SŠ	střední škola
UK	Univerzita Karlova

1. Úvod

Jako téma své bakalářské práce jsem si zvolila nukleové kyseliny. Tyto biomolekuly, vyskytující se v každé buňce, se podílí na řadě biochemických procesů. Mají za úkol nejen přenos a uchování genetické informace, ale též regulaci a expresi genů. Díky nukleovým kyselinám mohou regulovaně vznikat proteiny, které mají v našem těle různorodé funkce – jsou stavebním materiálem, zajišťují pohyb a transport, slouží jako obranná linie či katalyzují, regulují a řídí biochemické procesy v tělech živých organismů.

Z předchozího odstavce je patrné, že nukleové kyseliny jsou molekuly významné. Z toho důvodu jsou zařazeny do učiva středních škol [1], a to jak v rámci výuky chemie i biologie. Aby student pochopil biochemické procesy, kterých se nukleové kyseliny účastní, musí si nejprve osvojit základy, týkající se jejich stavby a funkce, tedy úvod do tématu nukleových kyselin. Tyto znalosti mu poskytují oporu při studiu molekulární biologie či genetiky, jejichž aplikace ovlivňují náš každodenní život. Díky poznatkům z těchto disciplín je člověk schopen šlechtit a geneticky modifikovat zemědělské plodiny, a tím vylepšovat jejich vlastnosti. Další oblastí, pro kterou je poznání nukleových kyselin důležité, je například zdravotnictví či kriminalistika.

Úvod do tématu nukleových kyselin je často vyučován frontální formou výuky, která může být pro studenty nezáživná. Mohlo by se tedy lehce stát, že student během výuky tohoto tématu začne ztrácet pozornost či zájem o danou látku. To by byla škoda! Abychom porozuměli funkci živých organismů, musíme nejprve porozumět funkci a struktuře molekul, ze kterých se skládají, tedy i nukleovým kyselinám.

V rámci této bakalářské práce bych ráda vytvořila materiály, které žáky aktivně zapojí do výuky již ve fázi expozice učivem. Chtěla bych rovněž vytvořit takový materiál, který by byl finančně a technologicky dostupný.

2. Cíle

Cílem mé práce je vytvořit nové materiály podporující výuku tématu nukleových kyselin na středních školách (gymnáziích), které co nejlépe vyhovují požadavkům moderní výuky a jež zároveň studenty připravují na jejich budoucí život.

Za účelem naplnění primárních cílů práce jsem se zaměřila na následující dílčí cíle:

- Provést rozbor kurikulárních dokumentů formujících podobu výuky v ČR.
- Provést rozbor zpracování tématu ve vybraných středoškolských učebnicích a dalších studijních materiálech zabývajících se biochemií nukleových kyselin.
- Vytvořit finančně a technologicky dostupné materiály, které by studenty při výuce tématu aktivizovaly již ve fázi expozice látkou, a zároveň by pomáhali rozvíjet klíčové kompetence.

3. Teoretická část

3.1 Vzdělávací systém v České republice

Školství v České republice je formováno státem pomocí Zákona č. 561/2004 Sb. o předškolním, základním, středním, vyšším odborném a jiném vzdělávání [2], který je rovněž znám jako Školský zákon. Tento zákon stanovuje, že podoba výuky je formována na státní úrovni pomocí Rámcových vzdělávacích programů, vydávaných a aktualizovaných MŠMT. V současné době můžeme tyto programy rozdělit na RVP pro předškolní vzdělání, základní školu, gymnázia, střední odborné školy a ostatní vzdělání [1]. Rámcové vzdělávací programy vymezují nejen obsah učiva, formu a délku výuky, ale též formulují pojetí a cíle výuky. Podoba výuky na konkrétních školách je dále utvářena prostřednictvím Školního vzdělávacího programu (ŠVP), který si na základě RVP vytváří daná škola.

3.2 Rámcový vzdělávací program pro gymnázia

Na čtyřletých gymnáziích a vyšším stupni víceletých gymnázií je výuka formována s pomocí Rámcového vzdělávacího programu pro gymnázia neboli RVP G. Tento dokument, který vymezuje základní obsah učiva, rovněž definuje, že smyslem gymnaziálního vzdělání není studentům předat co největší množství informací. Cílem výuky by mělo být vytvoření náročného a motivujícího studijního prostředí, ve kterém je osobnost studentů rozvíjena [1]. Gymnaziální výuka by měla studentům poskytnout nejen široký vědomostní základ, ale rovněž je připravit k celoživotnímu učení, profesnímu, občanskému i osobnímu uplatnění a vybavit studenty klíčovými kompetencemi [1].

3.2.1 Klíčové kompetence

Klíčové kompetence představují funkční propojení vybraných znalostí, dovedností, postojů a hodnot, které jsou důležité jak pro osobní rozvoj a uplatnění každého člena společnosti, tak i pro společnost a svět jako celek [3]. Jedná se tedy o učební krok, který rozvíjí osobnost studenta v rámci výchovy, nikoli v rámci procesu získávání vědomostí [4]. K rozvoji těchto kompetencí by mělo docházet nejen v rámci výuky, ale i v průběhu celého života.

Dle RVP G by si studenti gymnázií měli osvojit kompetenci k učení, kompetenci k řešení problémů, kompetenci komunikativní, kompetenci sociální a personální, kompetenci občanskou a kompetenci k podnikavosti [1]. První ze jmenovaných kompetencí je obvykle na gymnáziích rozvíjena snadno, a to v rámci jakéhokoli typu výuky včetně té frontální. Rozvoj ostatních kompetencí by však mohl vyžadovat větší pozornost a snahu učitele při plánování výuky. Je tedy možné, že příprava podpůrných materiálů, rozvíjejících klíčové kompetence, by mohla učiteli zabrat více času než tvorba materiálů, které je nerozvíjejí.

3.3 Rámcový vzdělávací program pro gymnázia a nukleové kyseliny

RVP G rozděluje vzdělávací obsah do 8 vzdělávacích oblastí, kterými jsou: Jazyk a jazyková komunikace, Matematika a její aplikace, Člověk a příroda, Člověk a společnost, Člověk a svět práce, Umění a kultura, Člověk a zdraví, Informatika a informační a komunikační technologie [1]. Téma NK je v rámci RVP začleněno do vzdělávací oblasti Člověk a příroda, která charakterizuje výuku fyziky, chemie, biologie, geografie a geologie. Jelikož jsou NK tématem na pomezí oborů chemie a biologie, dalo by se očekávat, že téma bude v RVP zmíněno v rámci charakteristiky obou těchto předmětů.

Téma NK je skutečně uvedeno a rozebráno v rámci vzdělávacího oboru chemie. Vzdělávací obor chemie je rozdělen na 4 kategorie charakterizující výuku obecné chemie, anorganické a organické chemie a biochemie. Výuka tématu je v RVP charakterizována v oddílu věnující se výuce biochemie, který do gymnaziální výuky rovněž zařazuje téma lipidů, sacharidů, proteinů, enzymů, vitamínů a hormonů [1]. Očekávané výstupy z těchto biochemických témat jsou na rozdíl od ostatních okruhů vzdělávacího oboru chemie pouze dva, a to že studenti:

- objasní strukturu a funkci sloučenin nezbytných pro důležité chemické procesy probíhající v organismech
- charakterizují základní metabolické procesy a jejich význam [1]

V popisu vzdělávacího oboru biologie není téma NK přímo zmíněno, jeho začlenění do výuky je pouze naznačeno, a to v rámci výuky genetiky, kdy je do učiva gymnázií zařazeno téma molekulárních a buněčných základů genetiky [1]. Po probrání tohoto celku je od studentů očekáváno, že umí využít znalosti o genetických zákonitostech pro pochopení

rozmanitosti organismů a též analyzují možnosti využití znalostí z oblasti genetiky v běžném životě [1].

Větší znalost tématu NK sice RVP G od studentů gymnázií nepožaduje, nicméně prostřednictvím formulace „objasní strukturu a funkci sloučenin nezbytných pro důležité chemické procesy probíhající v organismech“ lze do výuky zahrnout i další fakta, která k onomu objasnění přispějí.

Výstupy RVP G se nutně nemusí shodovat s požadavky ŠVP. Nukleové kyseliny, biochemické sloučeniny účastníci se řady významných metabolických reakcí v našich tělech, bývají dostatečně zapojené do Školních vzdělávacích programů (ŠVP), a to především u gymnázií profilovaných přírodovědným směrem.

3.4 Nukleové kyseliny a ŠVP

Podoba výuky na konkrétních školách a v konkrétních třídách je dána především osobností učitele. Prostor, který má ve výuce pedagog vymezen, je do značné míry utvářen prostřednictvím Školního vzdělávacího programu, který si na základě RVP vytváří sama škola (obvykle pověřený zkušený pedagog). Následující kapitola poskytuje rozbor tématu nukleových kyselin v ŠVP vybraných gymnázií. Do rozboru byla zařazena celkem čtyři gymnázia – dvě pražská a dvě nacházející se mimo Prahu. Jedno z pražských a jedno z krajských gymnázií bylo vždy vybráno tak, aby se jednalo o fakultní školu Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy [5].

Při rozboru jednotlivých ŠVP byla věnována pozornost ročníkům vyššího gymnázia, které odpovídají SŠ. Bylo tak učiněno proto, že tato bakalářská práce cílí na tvorbu materiálů právě pro tento stupeň studia.

3.4.1 Gymnázium Botičská

Gymnázium Botičská je jednou z fakultních škol Přírodovědecké fakulty [5]. Téma NK je na tomto gymnáziu primárně zařazeno do učiva 3. ročníku vyššího gymnázia, kde je vyučováno v rámci předmětu chemie. Tématu je v rámci tohoto předmětu věnována větší pozornost, než vyžaduje RVP G. Očekávanými výstupy dle ŠVP tohoto gymnázia je nejen

objasnění funkce a struktury těchto sloučenin a základní charakteristika metabolických procesů, kterých se účastní, ale též charakteristika jejich významu a fyzikálních a chemických vlastností těchto sloučenin. Studenti by po probrání tohoto tematického celku měli být schopni objasnit propojení chemických procesů, kterých se NK účastní, stejně tak jako určit jejich lokalizaci, což je rovněž nad rámec RVP G [6].

Dále se studenti s tématem nukleových kyselin setkávají při výuce biologie v rámci studia genetiky, které je realizováno též ve 3. ročníku. Očekávané výstupy ŠVP jsou oproti RVP G rovněž obsáhlejší. Studenti by po absolvování předmětu měli umět popsat složení, strukturu a funkci NK, porovnat uložení NK v buňce eukaryot a prokaryot či vysvětlit princip replikace, transkripce a translace [7].

Téma NK je na Gymnáziu Botičská zařazeno i do učiva volitelných předmětů určených pro 4. ročník, konkrétně do volitelné chemie a biochemie [8].

3.4.2 Gymnázium Na Pražačce

Gymnázium Na Pražačce nacházející se na Praze 3, není fakultní školou Přírodovědecké fakulty UK. Na tomto šestiletém gymnáziu je výuka chemie a biologie realizována pouze v prvních pěti ročnících studia (odpovídá 8. a 9. třídě ZŠ a prvním třem ročníkům SŠ, na které byla dále zaměřena pozornost).

S tématem NK se studenti na tomto gymnáziu setkají poprvé v rámci hodin biologie v kvartě (odpovídá 2. ročníku SŠ), a to v závěru ročníku. Dle ŠVP mají být schopní po probrání tematického celku popsat vznik genetického kódu a vysvětlit strukturu NK a bílkovin, rovněž jejich evoluční a genetické vztahy – replikaci, mitózu, transkripci, translaci a proteosyntézu [9]. Vzhledem k tomu, že se studenti v rámci předchozího studia chemie zatím nesetkali s tématem NK, mohl by se tento očekávaný výstup jevit jako neúměrný [9]. Téma NK je do výuky chemie zařazeno až v kvintě (odpovídá 3. ročníku SŠ). Studenti by dle ŠVP měli být po probrání tématu schopni popsat složení nukleosidu, nukleotidu a strukturu NK, dále popsat funkci NK a mechanismy replikace, transkripce a translace [9]. Tyto výstupy se shodují s výstupy očekávanými RVP G [1].

3.4.3 Gymnázium Roudnice nad Labem

Na fakultní škole Přírodovědecké fakulty UK Gymnáziu Roudnici nad Labem se studenti poprvé setkávají s tématem NK ve 3. ročníku v rámci studia biochemie. Po probrání tematického celku by měl student být schopen popsat a rozlišit složení a strukturu NK, objasnit jejich význam a vysvětlit hlavní fáze proteosyntézy [10]. Tyto výstupy se shodují s požadavky RVP [1]. Téma NK je vyučováno i ve 4. ročníku v rámci biologie. Náplň tohoto předmětu se v posledním ročníku studia liší v závislosti na tom, zda je student na humanitní či přírodovědné větvi. Očekávané výstupy tématu NK jsou však pro obě větve stejné. Studenti by dle nich měli být schopni popsat složení, strukturu a funkci NK a vysvětlit průběh replikace, transkripce a translace, tedy dosáhnout stejné úrovně, kterou po nich požaduje RVP G v rámci předmětu chemie. Dále by měli být rovněž schopni popsat podstatu genetického kódu a jeho pomocí odvodit sekvence AMK a nukleotidů v DNA a RNA [11,12].

3.4.4 Dvořákovo gymnázium Kralupy nad Vltavou

Čtyřleté obory Dvořákova gymnázia, jsou rozdělené již od prvního ročníku dle zaměření na humanitní a přírodovědné. Obdobné rozdělení platí i pro vyšší ročníky osmiletého gymnázia, odpovídající SŠ. Ačkoliv jsou hodinové dotace předmětů různé pro humanitní a přírodovědné studium, očekávané výstupy dle ŠVP jsou mnohdy stejné. Tak je tomu i v případě očekávaných výstupů tématu NK vyučovaného ve 3. ročníku v rámci hodin chemie, které byly doslovně převzaty z RVP G [13]. Podobně je tomu i u ŠVP charakterizujícího výuku biologie, ve kterém je téma NK zařazeno do výuky genetiky v rámci 3. ročníku vyššího gymnázia [13].

3.4.5 Shrnutí rozboru vybraných ŠVP

Rozbor tohoto malého vzorku ŠVP ukázal, že téma NK je na gymnáziích zařazeno nejčastěji do 3. ročníku v rámci předmětu chemie. Téma je do výuky v různé míře často zařazeno i ve 4. ročníku v rámci předmětu biologie. V rámci rozboru se nepodařilo u většiny gymnázií zjistit, jak je téma zastoupeno ve výuce volitelných předmětů a seminářů z chemie, biologie, či biochemie, jelikož ŠVP, které jejich výuku charakterizuje se na webových stránkách škol nepodařilo dohledat. Výjimkou bylo pouze Gymnázium Botičská, které téma NK zařazuje do výuky volitelného semináře chemie a biochemie [8].

3.5 Výchovně-vzdělávací cíle

Před plánováním výuky by si měl učitel stanovit její cíle, které mu mohou zpětně posloužit jako kontrola jeho práce. Cílem vyučování by nemělo být pouze předání informací [3], studenti by prostřednictvím procesu výuky měli být nejen vzděláváni, ale i vychováváni k životu a samostatnému uvažování.

Výchovně-vzdělávací cíle dělí literatura na cíle kognitivní, afektivní a psychomotorické [14,15]. Kognitivní cíle, nazývané též jako cíle vzdělávací, definují obsah učiva, který by se student měl naučit. Afektivní cíle neboli cíle postoje se netýkají učiva jako takového, ale charakterizují emoce, postoje, chování a hodnotovou orientaci, které by student měl po realizaci daného tématu přijmout za své. Cíle psychomotorické popisují rovněž úroveň pohybových dovedností, které by měl student dosáhnout [15].

3.6 Výukové metody

Výchovně vzdělávacích cílů může být dosaženo prostřednictvím vhodně zvolené výukové metody. Výukovou metodu můžeme označit jako „uspořádaný systém vyučovacíh činností učitele a učebních aktivit žáka, který směřuje k dosažení výchovně-vzdělávacích cílů“ [16,17]. Jedná se o vzájemnou spolupráci žáka a učitele, kdy učitel plánuje podobu výuky a obvykle připravuje vhodné podklady pro její realizaci a žák následně prostřednictvím své aktivity naplánovanou výuku realizuje [17]. Aktivita žáka má různou podobu podle zvolené vyučovací metody.

Existuje mnoho různých klasifikací, jak výukové metody dělit. Maňák a Švec dělí výukové metody do třech základních skupin na:

- klasické
- komplexní
- aktivizující [16].

Klasické metody kladou důraz na množství předaných informací a využívají především frontální formu výuky. Do skupiny těchto metod se řadí metody slovní (např. vysvětlování, přednáška), názorně demonstrační a metody dovednostně-praktické (např. laboratorní cvičení) [16]. Prostřednictvím těchto metod je student obvykle aktivizován jen v malé míře.

Komplexní metody definuje Švec a Maňák jako „složitě metodické útvary, které předpokládají různou, ale ne vždy ucelenou kombinaci a propojení několika základních prvků didaktického systému, jako jsou metody, organizační formy výuky, didaktické prostředky nebo životní situace, jejichž sjednocujícím prvkem je však vždy výuková metoda“ [16]. Jinými slovy se jedná o ustálené úzké spojení vyučovacích metod s určitou organizační formou výuky, kterým vznikne integrovaný didaktický přístup [18]. Do této skupiny metod patří například učení v životních situacích, brainstorming, otevřené učení, týmová výuka dramatem, individuální a individualizovaná výuka či výuka podporovaná počítačem [18]. Tyto metody jsou vyčleněny do samostatné kategorie proto, že je obtížné je jednoznačně zařadit k organizačním formám či metodám výuky

Třetí skupinou metod jsou metody aktivizující, jejichž použití studenta zapojuje do procesu výuky. Prostřednictvím aktivizačních metod je student nucen vyvinout vlastní snahu a činnost, stává se tedy tím, kdo posouvá výuku kupředu [19]. Role učitele má při výuce různou podobu. Obecně se dá říct, že je upozaděna – z učitele se stává rádce, který usměřňuje vývoj aktivity správným směrem. Tímto se aktivizační metody liší od metod klasických, kdy je činností žáka především poslech učitelova vysvětlování.

Užitím aktivizačních metod je student nucen analyzovat, třídit data či hodnotit informace [19]. Prostřednictvím těchto úkonů se učí samostatnosti a je rozvíjeno jeho tvořivé myšlení [17]. Použitím aktivizačních metod většinou nebývá osvojeno tak velké množství informací, jako v případě metod klasických. Tyto metody, ale přispívají k něčemu mnohem důležitějšímu – rozvoji kompetencí a růstu osobnosti studenta.

Do skupiny aktivizačních metod patří metody založené na diskusi, inscenační a situační metody, didaktické hry a metody heuristické [16].

3.6.1 Didaktická hra

Jedním z často používaných nástrojů ve výuce je didaktická hra, s jejíž pomocí může učitel studenty motivovat. Jedná se o zpestření výuky, kterým může být podnícena tvořivost, spolupráce a soutěživost. Prostřednictvím didaktické hry může být u studentů probuzen zájem o danou látku, a rovněž může být zmobilizován jejich kognitivní potenciál [15,17]. Díky těmto vlastnostem mohou být prostřednictvím didaktické hry snadno řešeny i složitější učební úlohy [17].

Podoba didaktické hry může být různá v závislosti na fantazii učitele. Obecně lze říct, že před tvorbou hry by si měl učitel stanovit cíle dané aktivity. Každá hra by také měla mít jasně vymezená pravidla, aby nedošlo k tomu, že se změní v chaotickou činnost [20].

3.6.2 Heuristická metoda (problémová metoda)

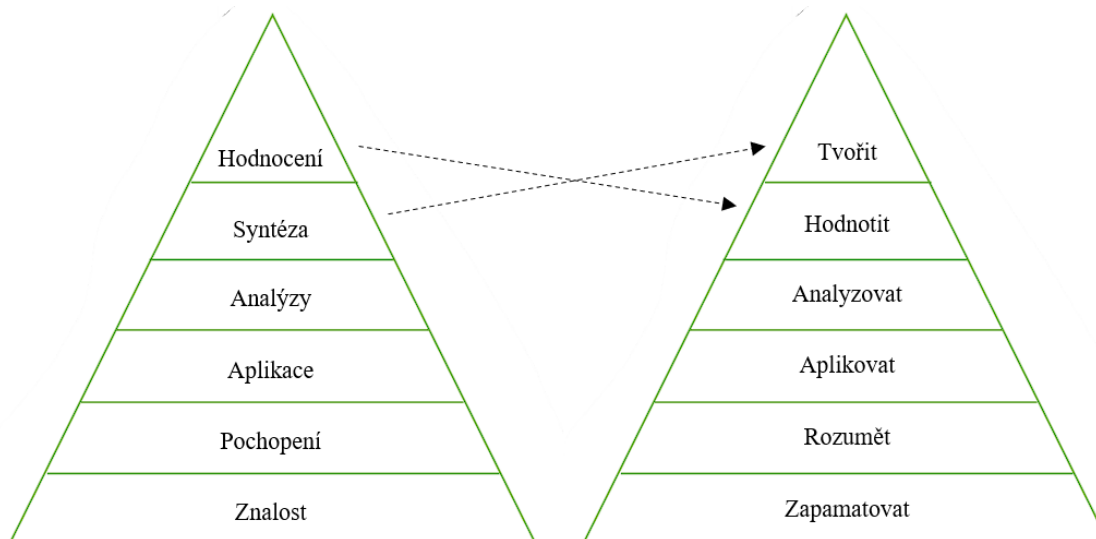
Metoda problémového vyučování nebo též heuristická metoda je jednou z aktivizačních technik, prostřednictvím které jsou studenti postaveni před problémovou úlohou či situací, kterou musí za použití logického myšlení a již získaných poznatků vyřešit. Tato metoda rozvíjí samostatné, tvořivé myšlení studentů, které je důležité pro potřeby dnešního rychle se vyvíjejícího světa [17]. Oproti klasickým metodám je role učitele při problémovém vyučování upozaděna. Student je tím, kdo posouvá hodinu kupředu pomocí řešení jednotlivých úloh. Učitel plní při výuce roli rádce a moderátora, který zajišťuje plynulost výuky.

Prostřednictvím problémových úloh může student nejen získat poznatky z daného tématu, ale je rovněž rozvíjena jeho kompetence k řešení problémů [3]. Dle Kalhouse a Obsta heuristická metoda povyšuje úroveň osvojení dle Bloomovy taxonomie (kapitola 3.7) do roviny aplikace [15], tedy do stupně, který rozvíjí vyšší myšlenkové dovednosti. Aby bylo dosaženo těchto výstupů, je důležité, aby úlohy byly vhodně konstruované. Úlohy musí být navrženy tak, aby pro studenty představovaly rozpol, zároveň nesmí být až moc složité, jinak by je studenti nezvládly vyřešit [15].

3.7 Bloomova taxonomie

Taxonomii klasifikující vzdělávací cíle vytvořil v roce 1956 Benjamin Bloom, podle kterého nese jméno [21]. Bloomova taxonomie řadí kognitivní operace do 6 kategorií dle jejich náročnosti na: znalost, pochopení, aplikaci, analýzu, syntézu a hodnocení [21]. Tyto kategorie Bloom seřadil a graficky znázornil jako pyramidu, jejíž spodní patra znázorňují nižší myšlenkové neboli kognitivní dovednosti (znalost či pochopení) a vrchní patra vyšší kognitivní dovednosti [22]. Dosažení nižších pater vyžaduje především znalost prvků, vyšší patra vyžadují komplexnější myšlení studentů. Aby student dosáhl vyšších pater této pyramidy, musí nejprve ovládnout ta nižší.

Původní Bloomova taxonomie byla v roce 2001 revidována Andersonem a Krathwohem. V rámci této revize došlo ke změně pojmenování kategorií, kdy původní pojmenování nahradila aktivní slovesa [21,23]. Došlo též k novému seřazení vyšších pater pyramidy – k prohození 5. a 6. kognitivní hladiny [21,23].



Obrázek 1: Bloomova taxonomie a revidovaná Bloomova taxonomie (vlastní tvorba dle [19, 20 a 21])

3.8 Učebnice chemie pro gymnázia

Učebnice je na gymnáziích často využívanou učební pomůckou, která je často použita v rámci výuky jako hlavní výukový text, o který se může student opřít, pokud mu výklad učitele nebyl jasný. Jak ale odlišit knihu či informační text od učebnice? V definici učebnice nejsou odborníci jednotní. Maňák charakterizuje učebnici dosti obecně. Dle něj může být takto označována učební pomůcka, která obsahuje soustavný výklad učiva. [24]. Veverková je ve výkladu termínu konkrétnější. Podle ní lze učebnici charakterizovat hned několika způsoby a to jako konkretizaci projektu didaktického systému daného vyučovacího předmětu [15] nebo též jako základní vyučovací a učební prostředek, který konkretizuje výchovné a vzdělávací cíle učebních osnov, vymezuje rozsah a obsah učiva a poskytuje podklady pro vypěstování intelektuálních a praktických dovedností, stanovených učebními osnovami [15].

Jiný pohled na výklad termínu učebnice má MŠMT. Aby mohla být publikace v České republice oficiálně uznána jako učebnice, musí splnit kritéria stanovená Směrnice náměstka ministra pro vzdělávání ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy k postupu a stanoveným podmínkám pro udělování a odnímání schvalovacích doložek učebnicím a učebním textům a k zařazování učebnic a učebních textů do seznamu učebnic [25]. Pro získání doložky musí učebnice splnit velké množství kritérií. Mezi tato kritéria patří například podmínky, že materiál umožní dosažení očekávaných výstupů vzdělávacího oboru vymezených RVP, utváří osobnost žáka a rozvíjí klíčové kompetence. Publikace musí být rovněž zhodnocena recenzenty vybranými MŠMT, kteří rozhodují o udělení statusu učebnice [25].

K 1. dubnu 2021 splnilo tuto doložku 205 publikací určených pro střední školu [26]. Ani jedna z těchto učebnic nebyla věnována chemii. Výjimkou byly pouze Matematické, fyzikální a chemické tabulky a vzorce pro SŠ od autorů Mikulčáka, Charváta a kol., které ale stěží můžeme nazývat učebnicí chemie v pravém slova smyslu. Důvodů, proč k uvedenému datu nemá žádná chemická učebnice doložku MŠMT, může být několik. Učebnice buď požadavky pro udělení doložky nikdy nesplnila, nebylo o ní zažádáno či jí doložka propadla. Doložka může propadnout v případě, že učebnice nesplní aktualizované podmínky nebo nakladatel nezažádal o její prodloužení [25].

Vzdělávací publikace rozebrané v následující kapitole tedy nejsou vnímány dle výkladu MŠMT k dubnu 2021 jako učebnice. To ovšem neznamená, že nemohou jako dobré učebnice posloužit, a že nejsou takto na gymnáziích běžně používány. Z toho důvodu budou v této práci i přesto, jako učebnice nazývány.

3.9 Rozbor tématu nukleové kyseliny v učebnicích chemie pro gymnázia

Následující kapitola se zaměřuje na téma nukleových kyselin ve středoškolských učebnicích chemie cílících na gymnázia. Rozboru byly podrobené učebnice chemie, které se na gymnáziích využívají nejčastěji. Tyto knihy byly vybrány na základě dotazníkového průzkumu, který realizovala v rámci své diplomové práce Huvarová [27]. Průzkum byl realizován v roce 2009 a zapojilo se do něj 147 českých gymnázií (návratnost dotazníku byla 46 %). Mezi nejpoužívanější učebnice se na základě tohoto výzkumu řadí:

- Mareček, A.; Honza, J. Chemie pro čtyřletá gymnázia 1., 2., 3. díl
- Vacík, J.; et. al. Přehled středoškolské chemie
- Benešová, M.; et. al. Odmaturuj z chemie
- Kolář, K.; et. al. Chemie II

Do rozboru byla dále zařazena i novější učebnice, vydaná po proběhnutí průzkumu.

- Jelínek, J. Úvod do biochemie a molekulární biologie (nejen) pro gymnázia

Rozbor tématu nukleové kyseliny ve větším množství nových učebnic tato práce nabídnout nemůže, jelikož v současné době nevyšli učebnice chemii zaměřené na biochemická témata.

Jelikož jsou nukleové kyseliny tématem na pomezí chemie a biologie, bylo při analýze nahlédnuto i do biologických učebnic. Interdisciplinárně jsou nukleové kyseliny pojaty v publikacích nakladatelství Scientia:

- Závodská R. Biologie buněk: základy cytologie, bakteriologie, virologie
- Kočárek, E. Genetika: obecná genetika a cytogenetika, molekulární biologie, biotechnologie, genomika

3.9.1 Mareček, A.; Honza, J. Chemie pro čtyřletá gymnázia 3. díl

Nejpoužívanějšími chemickými učebnicemi na českých gymnáziích je sada knih Chemie pro čtyřletá gymnázia [27,28]. Sada je tvořena 3 knihami. Biochemii se věnuje 3. díl na 90 stranách z celkových 250. Učebnice je černobílá. Obrázky se v textu vyskytují málo na rozdíl od hojného vyobrazení chemických vzorců. Obsáhlý text je rozdělen na základní a rozšiřující.

V učebnici nalezneme kapitolu zaměřenou na nukleové kyseliny (7 stran) a kapitolu zaměřenou na jejich metabolismus (2 strany). V kapitole Nukleové kyseliny jsou popsány a vzorci znázorněny všechny stavební jednotky NK, nukleosid a nukleotid. Vzorce jsou doprovázeny pasážemi textu, který velmi podrobně a mnohdy dosti nadbytečně popisuje znázorněné sloučeniny. V kapitole je rovněž znázorněno propojení nukleotidů, párování bazí a pomocí schématických tyčinkových modelů prostorová struktura DNA a RNA. Prostorové uspořádání RNA je zde znázorněno poněkud nepřesně, jakožto jedno vlákno polynukleotidů, které v několika úsecích páruje se sebou samým.

Kapitola Metabolismus nukleových kyselin se zabývá katabolismem a biosyntézou NK. Je zde velmi zjednodušeně popsána a znázorněna replikace. Téma transkripce a translace je zařazeno o několik stran dříve v kapitole Metabolismus bílkovin. Text pouze suše popisuje tyto děje a není doprovázen obrázky, které by usnadňovali jejich pochopení.

3.9.2 Vacík, J.; et. al. Přehled středoškolské chemie

Přehled středoškolské chemie [29] rozebírá téma NK na 7 stranách, což je podstatně více než by mohlo být u přehledu očekáváno. Úvod kapitoly je pojat poněkud nešťastně. Autor zde srovnává velikost genomů a popisuje genetický kód. Při popisu používá pojmy, které student před studiem NK nemůže znát. V textu je dále popsána stavba nukleotidů a NK. Obrázky zachycují vzorce bazí vyskytujících se pouze v DNA a jejich párování, uracil znázorněn není. Nukleotid a zapojení nukleotidů do řetězce NK je znázorněno pouze schématem. Znázornění molekuly DNA je rovněž pouze schématické. Text pojednávající o RNA je doplněn pouze schématem sekundární struktury tRNA.

V učebnici jsou rovněž zařazena témata replikace, transkripce a translace. Ty jsou zde nejprve popsány pomocí jedné odrážky. Následně jsou děje znázorněny nákresey za doprovodu heslovitého popisu. Student se díky tomuto členění nejprve zorientuje v těchto biochemických procesech. Děje jsou potřeby zmíněny a popsány podrobněji na další stránce.

3.9.3 Benešová, M. Odmaturuj z chemie

Odmaturuj z chemie od Mariky Benešové [30] je učební text, který na 187 stránkách shrnuje celou středoškolskou látku chemie. Přehled je určen pro výuku chemie ve všech ročnících vyššího gymnázia, pro přípravu na maturitní zkoušky a zkoušky přijímací. Dle slov autorky je publikace psána v souladu s požadavky MŠMT a vychází z RVP, ale i přesto nemá k 1. dubnu 2024 doložku MŠMT [26]. Text je graficky rozdělen na základní a rozšiřující, který mnohdy poskytuje informace, které by měly patřit k základním. Učebnice neobsahuje otázky k ověření pochopení učiva.

Kniha se velmi stručně věnuje obecné, anorganické a organické chemii a biochemii. Biochemii je v učebnici věnováno 37 stran. Téma nukleových kyselin je v textu probráno v samostatné kapitole, a to velmi sporadicky na dvou stranách. Kapitola věnovaná nukleovým kyselinám se zabývá především jejich stavbou a funkcí. Není v ní probrána replikace, translace a transkripce. Malý důraz rovněž klade na párování bází a prostorové uspořádání NK.

Text psaný v bodech je doprovázen obrázky znázorňujícími sacharidy přítomné v NK, nukleosid a nukleotid. Obrázky nezachycují všechny vzorce dusíkatých bází. Tyto vzorce lze nalézt pouze v kapitole heterocyklické sloučeniny. Párování bází a struktura NK je vyobrazena pouze schematicky, a to v části pro nadstavbový text.

3.9.4 Kolář, K.; et. al. Chemie II

Chemie II je druhým dílem učebnic vytvořeným Karlem Kovářem [31]. Učebnice se věnuje organické chemii a biochemii. Nukleovým kyselinám je v ní věnována celá kapitola čítající 6 stran. Text je na stránce rozložen do dvou sloupců. Důležité informace jsou zvýrazněny a zopakovány v podobě modrého textu na konci tematického celku. V textu jsou na rozdíl od výše uvedených učebnic začleněny otázky a úkoly ověřující pochopení textu.

Oddíl popisující stavbu a funkci NK je psán přehledně a srozumitelně. Totéž se však nedá uvést o textu vysvětlujících replikaci a proteosyntézu, který je psán dosti zmatečně. Autor v něm přeskakuje napříč myšlenkami a rovněž se do něj snaží začlenit velké množství mnohdy nepodstatných informací, které mohou způsobit zmatení čtenáře.

Černobílé obrázky znázorňují vzorce stavebních jednotek NK, nukleosidů a nukleotidů. Spojení nukleotidů do řetězce je znázorněno pouze schematicky. RNA je zachycena rovněž bez zobrazení atomů a vazeb na obrázku znázorňujícím translaci. Prostorové uspořádání DNA znázorňuje fotografie modelu postaveného z molekulové stavebnice.

3.9.5 Jelínek, J. Úvod do biochemie a molekulární biologie (nejen) pro gymnázia

Učebnice Úvod do biochemie a molekulární biologie (nejen) pro gymnázia vydaná v roce 2021 je ve srovnání s předešlými publikacemi poměrně nová. Nejsou tudíž známé žádné průzkumy popularity gymnaziálních učebnic, ve kterých by figurovala. Učebnice je rozdělená na teoretickou část, ve které se nevyskytují otázky a úkoly na ověření pochopení učiva a praktickou část, která nabízí návody na laboratorní cvičení. Tématu NK je v knize věnován nemalý prostor, a to kapitola mající 9 stran, na kterou následně navazují kapitoly zaměřené na molekulární biologii a genové inženýrství, které studentům popisují praktické využití poznatků týkajících se tématu NK.

Trojbarevně tištěná učebnice nabízí řadu vzorců, obrázků a schémat, která však nezohledňují prostorové struktury molekul. V učebnici není mimo jiné zobrazeno prostorové uspořádání DNA. Za zmínku stojí i neobvyklé pojmenování kyseliny trihydrogenfosforečné, která je zde nazývána jako kyselina tetraoxofosforečná.

3.9.6 Závodská, R. Biologie buněk: základy cytologie, bakteriologie, virologie

Téma NK se v této učebnici [32] prolíná hned několika kapitolami. Poprvé se s ní setkáváme v kapitole 4 zaměřené na biogenní prvky a molekuly přítomné v buňkách. Zde je téma rozebráno na necelých 6 stránkách. Kapitola se věnuje struktuře a funkci NK. Text je psán stručně, slouží spíše jako zopakování učiva probraného v rámci chemie a zasazuje NK do kontextu buněčné biologie. Jsou zde uvedeny vzorce stavebních jednotek, nukleotidy a jejich propojení do řetězce NK. Párování bazí je zachyceno pouze ve formě schématu. DNA je znázorněna ve formě prostorového kuličkového modelu, znázornění RNA chybí.

Téma DNA je v učebnici v kontextu buněčné biologie rozebráno ještě v několika kapitolách. Tématu RNA je v učebnici věnováno podstatně méně prostoru, setkáváme se s ním pouze v krátkém odstavci pojednávajícím o ribozomech., ostatním textu je pouze letmo zmíněna. Replikace je v textu zmíněna jen okrajově, téma translace a transkripce není zařazeno vůbec. Autorka odkazuje u těchto témat na učebnice genetiky. Absence, byť jen krátkého popisu těchto témat, je dosti zarážející vzhledem k důležitosti těchto dějů pro buňku.

Grafická stránka učebnice je velmi propracovaná. Důležité pojmy jsou psány tučným písmem, rozšiřující učivo je psáno menším písmem a označeno fialovými trojúhelníky. Zajímavosti a příklady jsou psány fialově a lemovány pruhem. Na závěr každé kapitoly je v barevném poli uveden seznam důležitých pojmů a připojeny otázky na ověření pochopení učiva, jejichž řešení nalezneme na konci knihy.

Text je doprovázen velkým množstvím obrázků. Obrázky odrážejí prostorové uspořádání jak molekul, tak i buněčných struktur. V textu nalezneme i řadu zajímavých fotografií pořízených za použití mikroskopu. Hojné zastoupení obrázků a fotografií se bohužel odráží na ceně učebnice. Ta je, s přihlédnutím k tomu, že učebnice pokrývá jen část učiva daného ročníku, dosti vysoká.

3.9.7 Kočárek, E. Genetika: obecná genetika a cytogenetika, molekulární biologie, biotechnologie, genomika

Učebnice genetiky od Eduarda Kočárka [33] je rozdělena na dvě části. První část knihy se zabývá cytogenetikou a obecnou genetikou, druhá molekulární biologii, genomikou a biotechnologií. Grafická stránka knihy je dobře zpracována. Základní text je proložen otázkami k zamyšlení označenými otazníkem, rozšiřujícím textem psaným menším fontem a zajímavostmi psanými fialově a lemovanými pruhem. Na konci kapitol je souhrnný text, seznam klíčových pojmů, modelové otázky a odkazy na internetové zdroje, poskytující aktuality a zajímavosti k danému tématu. Tyto pasáže jsou od sebe graficky dobře rozeznatelné. Text je hojně doplněn barevnými obrázky, fotografiemi, tabulkami a schémata, což se bohužel odráží na ceně učebnice.

Témata jsou v učebnici řazena poněkud zvláštně. V první části knihy zaměřené na genetiku se čtenář překvapivě moc neseťká s popisem nukleových kyselin. Ty jsou tu

zmíněny pochopitelně v kontextu chromozomů a genů, ale jejich stavbou a funkcí se zabývá až druhá část učebnice. Teprve na straně 120 z celkových 212 se student blíže seznamuje s DNA, až zde je rozebrána její struktura. Následující kapitola popisuje za využití řady schémat a obrázků replikaci. Popisu stavby RNA v učebnici věnován prostor v rámci kapitoly zabývající se proteosyntézou. V této kapitole jsou popsány a znázorněny jednotlivé typy RNA. Prostorová struktura tRNA připomínající zamotanou pestrobarevnou tkaničku působí poněkud zvláště, avšak plní svůj účel a ukazuje, kde jsou v terciální struktuře tRNA umístěna význačná různá místa. Popis proteosyntézy je doplněn řadou obrázků, které usnadňují pochopení děje.

3.10 Přehled dostupných online materiálů

Tématu nukleových kyselin se v dnešní době pochopitelně nevěnují jen učebnice, ale i různorodé online materiály. Následující kapitola je zaměřena na rozbor dalších typů materiálů podporujících výuku nukleových kyselin, jako jsou prezentace, pracovní listy či aplikace s 3D modely.

3.10.1 Materiály vytvořené I. Volmutovou v rámci diplomové práce

Tématem nukleových kyselin se zabývala Ivana Volmutová [34]. V rámci své diplomové práce vytvořila podpůrné materiály pro učitele –prezentaci, pracovní listy, návrh pokusu a výukové hry. Tyto materiály jsou bezplatně dostupné na webové stránce Studiumchemie.cz. Expozičním prvkem těchto materiálů je prezentace. Prezentace slouží jako podpora pro výklad učitele a obohacuje jej o 3D modely molekul. Prezentace neobsahuje aktivizační prvky. Učivo je tedy žákům předkládáno frontální formou. Materiál rovněž neověřuje znalosti žáků.

Pracovní listy jsou složeny z různorodých úloh. Úlohy jsou dle autorky určeny k procvičení a zopakování látky z prezentace [34]. Dle revidované Bloomovy taxonomie úlohy cílí především na základní myšlenkové dovednosti – pojmenování sloučenin, jejich popis a nákres, vyjmenování funkcí sloučenin či vybrání správného tvrzení [21,23].

Součástí výukových materiálů jsou i tři výukové hry – Pexeso, Kufr a Riskuj. Tyto hry jsou rovněž koncipovány k procvičení učiva. Hra Riskuj klade žákům podobné otázky jako pracovní listy. Hra Pexeso cílí na snadnější osvojení vzorců a názvů. Úkolem žáka je

spárovat kartu se vzorcem s kartou se správným názvem. Obě tyto hry jsou cíleny na nižší myšlenkové dovednosti [21,23]. Při hře Kufř musí žáci hádajícimu spolužákovi vysvětlit pojem bez použití kořenu slova.

3.10.2 Presentace z portálu RVP

Materiál v podobě výukové prezentace rovněž vytvořila Věra Pavlátová [35]. Tato prezentace je dostupná na Metodickém portálu www.rvp.cz. Prezentace je určena na 3–4 vyučovací hodiny. Na intenzivně barevných slidech autorka popisuje stavbu a funkci nukleových kyselin, replikaci, transkripci i translaci. Text některých slidů je poněkud obsáhlý. V prezentaci nalezneme velké množství schémat, obrázků, pohyblivých animací a odkazů na videa. Materiál také obsahuje řadu otázek a úkolů, které jsou však zařazeny až na posledních slidech v rámci opakování. Student je tedy prostřednictvím prezentace aktivizován až na úplný závěr tématu.

3.10.3 Web Studiumbiochemie

Vzdělávací web Studiumbiochemie.cz se tématu NK věnuje dosti obsáhle [36]. Web nabízí rozsáhlý studijní text doplněný mnoha vzorci, obrázky a schémata usnadňujícími pochopení probírané látky. Látka je rozdělena do šesti tematických celků: Struktura DNA a RNA, Chromosom, Genetická informace, Replikace, Transkripce a Translace. Téma nukleových kyselin je zde pojato jak z pohledu chemického tak biologického a text poznatky obou oborů propojuje. Tento portál rozhodně plní svou funkci relevantního zdroje informací nejen pro učitele, nabízí však málo materiálů pro aktivizaci studenta.

3.10.4 Online učebnice E-Chembook

Biochemickým tématům se rovněž věnuje online učebnice E-Chembook.eu [37]. S tématem nukleových kyselin se prostřednictvím tohoto webu můžeme setkat v kapitolách Nukleové kyseliny a Metabolismus bílkovin a nukleových kyselin. První ze jmenovaných kapitol popisuje stavbu NK, přičemž jejich funkce je popsána jen velmi krátce. Obrázky doprovázející text znázorňují vzorce komponent NK a jejich propojení. Vzorce bází prezentuje a na purinové a pyrimidinové rozděluje tabulka, ve které chybí jen vyobrazení uracilu. Text dále pojednává o komplementaritě bází a je doprovázen obrázkem, na němž jsou chybně znázorněny vzorce bází. Ve vzorcích chybí dvojně vazby a párování cytosinu

s guaninem je zde uvedeno rovněž chybně. Kapitola rovněž nabízí návod na laboratorní cvičení, avšak neobsahuje otázky a úkoly k danému tématu.

Metabolickými ději, kterých se NK účastní, se zabývá druhá ze zmíněných kapitol. Ta je doplněna obrázky jen velmi málo a student se o replikaci a proteosyntéze učí převážně prostřednictvím studijního textu. Kapitola neobsahuje otázky a úkoly k danému tématu.

3.10.5 Materiály dostupné na platformě Corinth

Platforma Corinth poskytuje uživateli originální způsob, jak se seznámit nejen s NK, ale i dalšími molekulami. Jedná se o interaktivní nástroj, s jehož pomocí mohou studenti probádat jednotlivé molekuly. K práci s modely molekul student používá počítač, tablet či mobilní telefon, modely se také dají promítnout ve virtuální realitě. Ke každému modelu je k dispozici krátký učební text a vícejazyčný popis. V popisech molekul se setkáváme s nepřesným pojmenováním zbytku kyseliny fosforečné, který je zde označován jako fosfát i přesto, že není deprotonovan.

Tato platforma nabízí bezpochyby originální a interaktivní způsob výuky chemie. Užití portálu je bohužel zpoplatněné, což může být pro řadu SŠ důvod, proč tento materiál při výuce nevyužít.

4. Praktická část

4.1 Tvorba materiálů

V rámci této práce byly vytvořeny 3 pracovní listy k tématu nukleové kyseliny využívající problémové úlohy a didaktické hry. Jedná se o aktivizující studijní materiály, které studenty zapojí do výuky již ve fázi expozice. Výukové materiály jsou určeny pro studenty středních škol, a to pro 3. a 4. ročník vyššího gymnázia. Lze je použít v běžných hodinách chemie či jako náplň chemického či chemicko-biologického semináře (viz. kapitola 3.4). Výukové materiály a jednotlivé úlohy mohou být do výuky začleněny i samostatně.

Materiály jsou koncipovány tak, aby jejich prostřednictvím studenti získali znalosti o stavbě a funkci NK. Při práci s materiály studenti využívají dílčí znalosti o NK, které si v různé míře přináší ze základní školy a informace, které jsou jim poskytnuty prostřednictvím materiálu. Materiály jsou navrženy takovým způsobem, který studenty přiměje přemýšlet a odvozovat řešení ze získaných informací, ne si pouze vybavovat poznatky a reprodukovat je. Měly by tudíž rozvíjet kompetenci k řešení problémů.

Jednotlivé úlohy v pracovních listech mohou být řešeny s informacemi poskytnutými v učebních textech (zelená pole pracovního listu) či pomocí sad karet. K úspěšnému řešení úloh by nemělo být třeba předchozího výkladu učitele, ba naopak předchozí výklad by mohl studentům prozradit řešení a zbavit úlohy jejich problémového prveku. Z toho důvodu je doporučeno zařadit výkladovou část po vyřešení jednotlivých úloh, a to jako dovysvětlení jednotlivých podtémat či objasnění nejasností.

V rámci této bakalářské práce byly vytvořeny tyto materiály:

- Propojovací karty
 - Verze pro práci v lavici (příloha 1)
 - Verze pro práci s magnetickou tabulí (příloha 2)
- Propojovací karty – rozšíření
 - Verze pro práci v lavici (příloha 1)
 - Verze pro práci s magnetickou tabulí (příloha 2)
- Karty s 3D vzorci
 - Verze pro práci v lavici (příloha 3)
 - Verze pro práci s magnetickou tabulí (příloha 4)
- Pracovní listy (příloha 5) na téma:
 - Stavba nukleových kyselin
 - Komplementarita bází a struktura NK
 - Transferová RNA
- Autorské řešení pracovních listů (příloha 6)

4.2 Použité programy

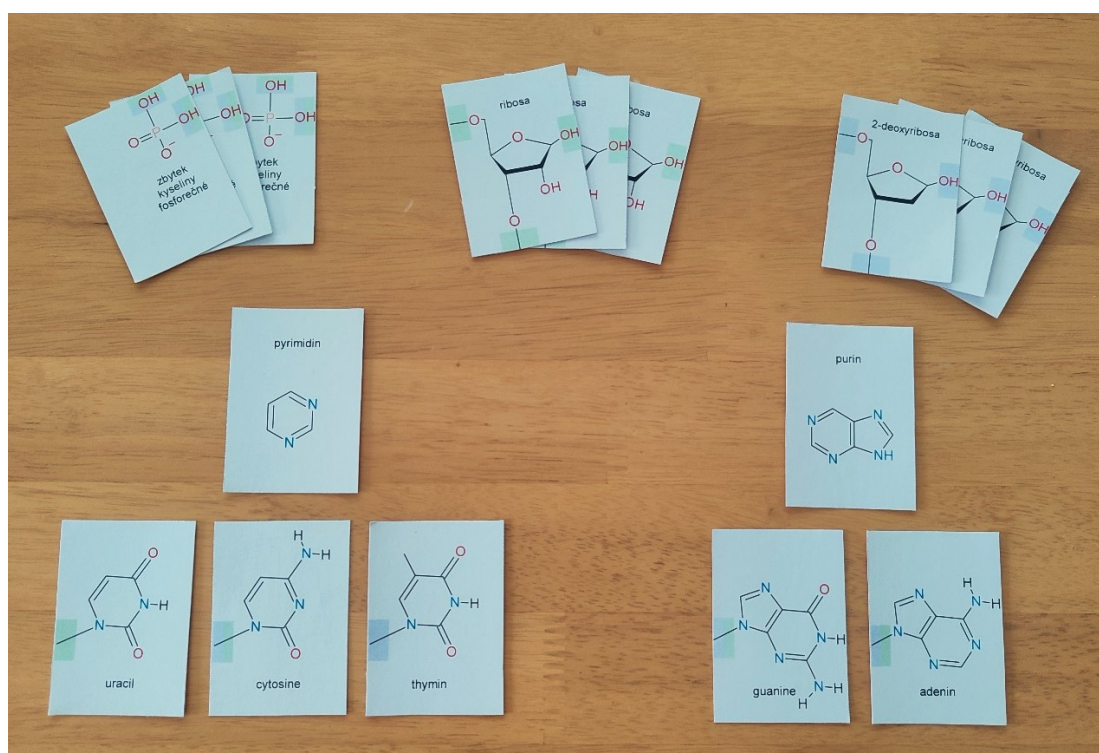
Při tvorbě materiálů byly použity programy firmy Microsoft. Pracovní listy byly vytvořeny v programu MS Word 365. Obrázky v pracovních listech byly editovány pomocí programu Fotky 2024.

Modely 2D molekul vznikly v programu ChemSketch ver. 2023 (ACD/Labs) a modely 3D molekul v programu Discovery Studio Visualiser ver. 2024 (BIOVIA). Obrázky modelů byly následně přeneseny do programu Microsoft Word 365 za účelem snadnější manipulace a tisku pro uživatele.

4.3 Propojovací karty

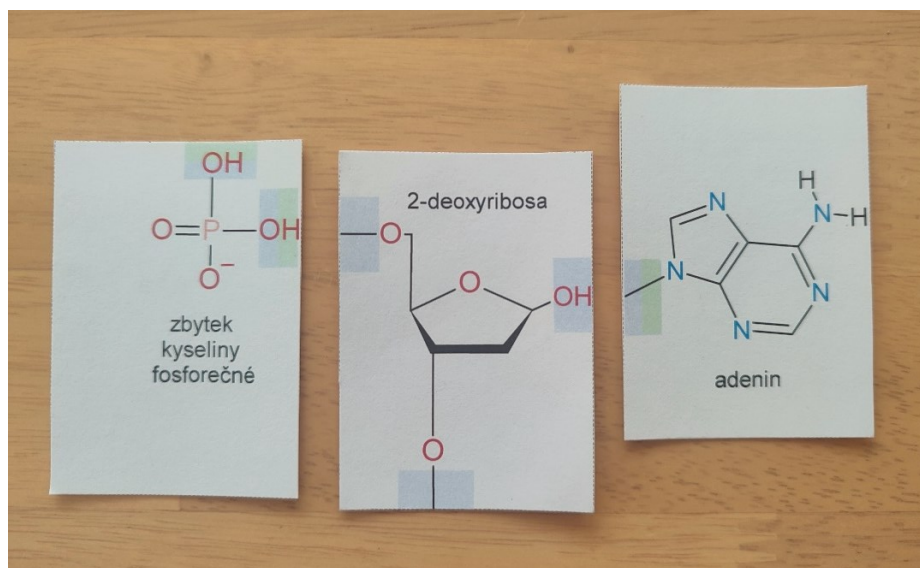
Propojovací karty (příloha 1 a 2) jsou didaktická hra, určena k osvojení stavebních jednotek a struktury nukleotidů. Sada karet může být použita jako samostatná aktivita, rovněž je určena pro úspěšné vypracování pracovního listu Stavba nukleových kyselin a Komplementarita bazí a struktura NK (příloha 5)

Sadu tvoří 16 karet znázorňujících: purin, pyrimidin, báze odvozené od purinu a pyrimidinu, zbytek kyseliny fosforečné (3x), ribosu (3x) a 2-deoxyribosu (3x). Pro snadnější použití a zvýšení odolnosti karet je doporučeno tisknout karty na papír o větší gramáži, zalaminovat je nebo podlepit čtvrtkou.

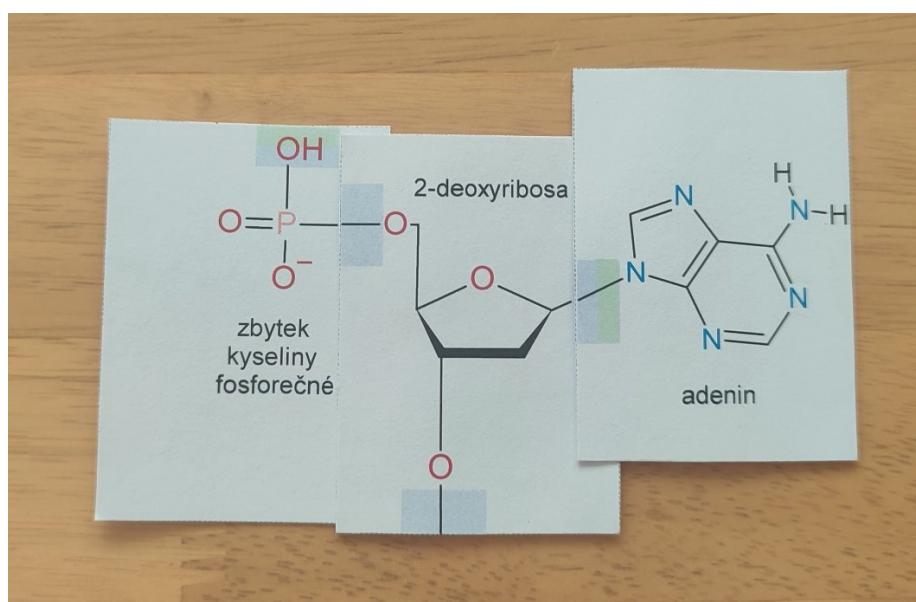


Obrázek 2: Propojovací karty

Tato didaktická hra je založena na principu jednoduché stavebnice. Karty jsou opatřeny barevnými obdélníky, které slouží jako spojky jednotlivých karet. Zelenou barvu obdélníků mají stavební jednotky vyskytující se v RNA, fialovou vyskytující se v DNA. Pokud se stavební jednotka vyskytuje v obou NK, je opatřena oběma barevnými spojkami. Spojit lze vždy karty, které se shodují, alespoň v jedné barvě barevného obdélníku. Student může karty vždy překrýt dvěma různými způsoby. Za správné složení je považováno to, které je v souladu s vazností daných atomů.

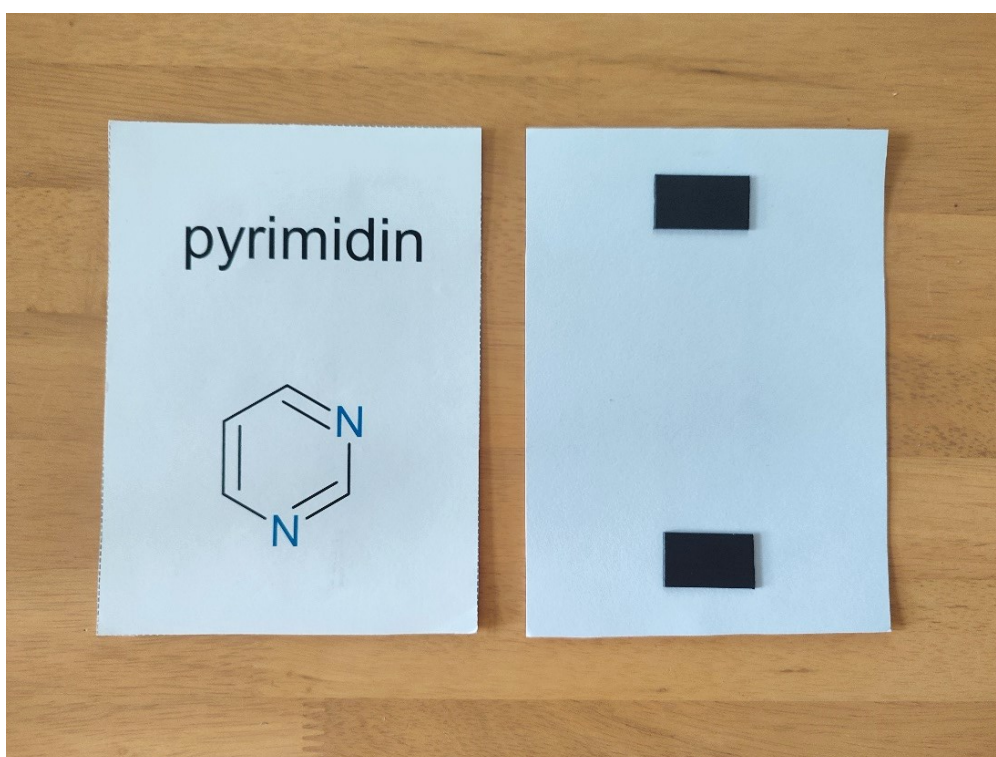


Obrázek 3: Nesložený nukleotid



Obrázek 4: Složený nukleotid

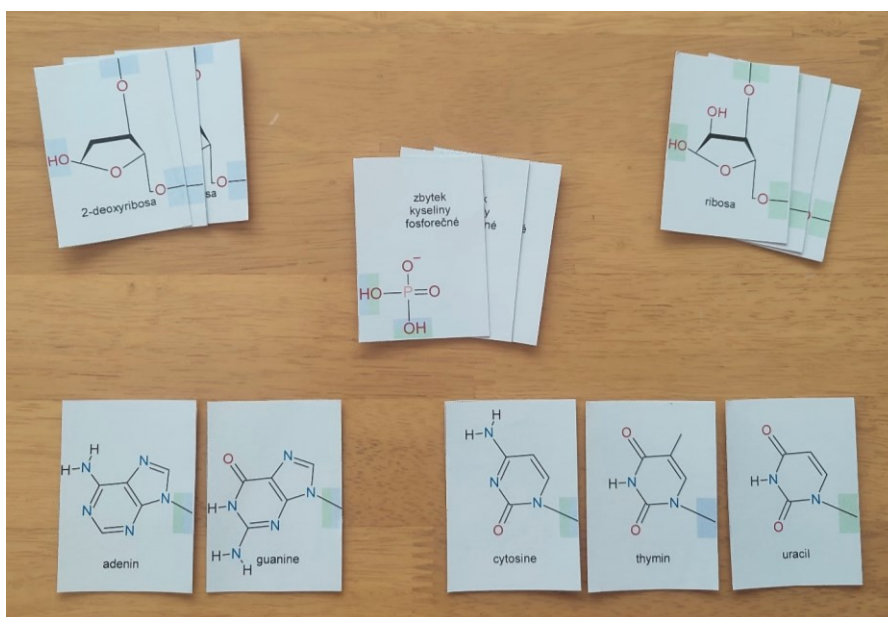
Propojovací karty byly vytvořeny ve dvou verzích, lišících se velikostí. Menší rozměry má verze určená pro práci v lavici (příloha 1), větší karty jsou určené pro magnetickou tabuli (příloha 2). Karty určené pro magnetickou tabuli je možno opatřit magnetickou páskou. V rámci bakalářské práce byla použita samolepicí magnetická páska. Silně lepící páska měla šířku 20 mm a tloušťku 1,5 mm, její magnetická síla byla 102 g/cm². Bylo zjištěno, že karty podlepené čtvrtkou byly schopné na magnetickém povrchu udržet dva obdélníky pásky o rozměrech 35 x 20 mm. Obdélníky magnetické pásky byly nalepeny doprostřed karty při jejím horním a dolním okraji. Magnetická páska se může při používání karet otírat a zanechávat na kartách šedé šmouhy. Ty mohou být odstraněny vygumováním.



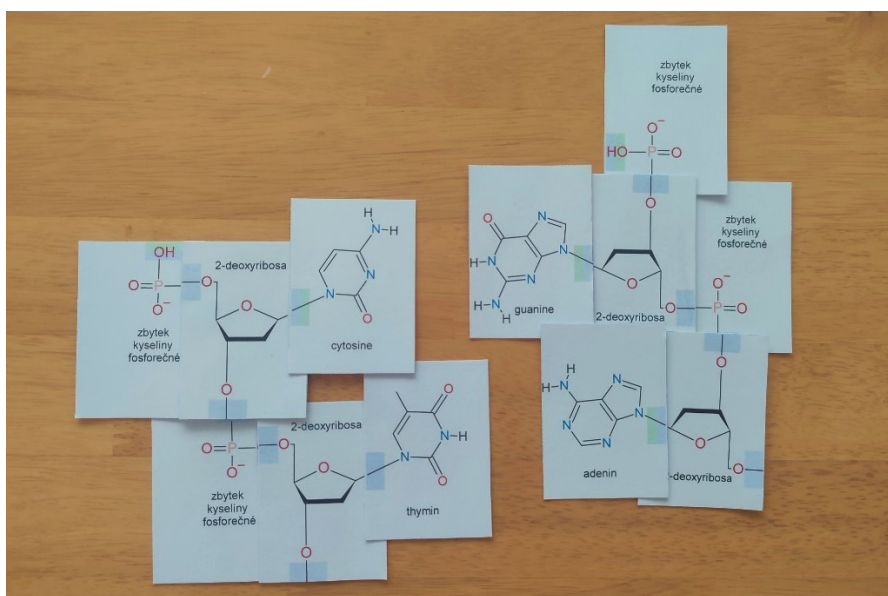
Obrázek 5: Ukázka umístění magnetické pásky

4.4 Propojovací karty – rozšíření

Sada Propojovacích karet může být rozšířena o karty znázorňující 2D vzorce enantiomerů bází a anomerů sacharidů (příloha 1). Sadu tvoří 14 karet znázorňujících: báze odvozené od purinu a pyrimidinu, zbytek kyseliny fosforečné (3x), ribosu (3x) a 2-deoxyribosu (3x). Tyto karty se dají použít k sestavení antiparalelního vlákna nukleotidového řetězce. Pro zvýšení odolnosti této sady karet a jejich úpravu pro magnetickou tabuli (příloha 2) platí stejná doporučení jako u základní verze.



Obrázek 6: Propojovací karty – rozšíření

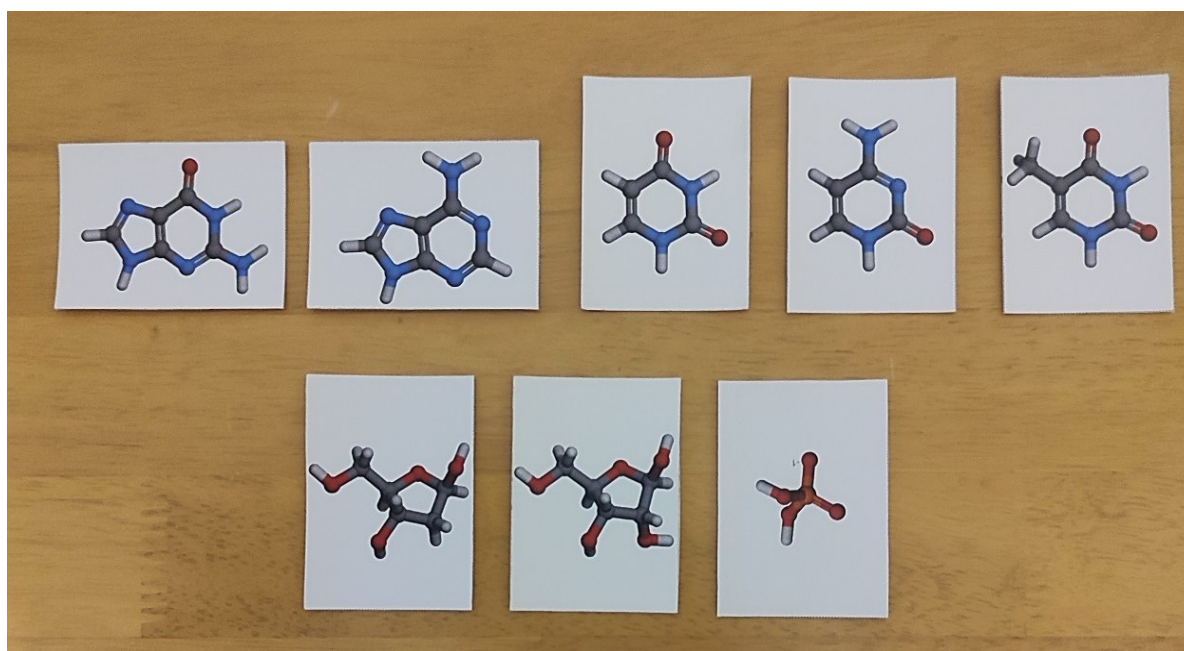


Obrázek 7: Párující řetězce NK vytvořené pomocí karet

4.5 Karty s 3D vzorci

Pomocí sady Karet s 3D vzorci (Obrázek 8) se studenti mohou seznámit s prostorovou podobou jednotlivých komponent NK formou hry. Při této hře je cílem studentů přiřadit 3D modely k jejich 2D vzorcům (Propojovacím kartám). Každá 3D struktura je v sadě obsažena jednou. Aktivitu lze realizovat v rámci větších skupin, kdy každý student má jednu kartu a hledá shodu se svými spolužáky, či v rámci menších skupinek, kdy jsou skupince poskytnuty obě sady karet. Aktivitu je vhodné zařadit před práci s pracovním listem Transferová RNA, kde studenti pracují s 3D modely NK.

Karty s 3D vzorci jsou rovněž dostupné ve dvou velikostech – ve variantě pro práci v lavici (příloha 3) a variantě pro magnetickou tabuli (příloha 4). Pro snadnější práci je karty vhodné vytisknout na papír o větší gramáži, zalaminovat je či podlepit čtvrtkou. Větší verzi karet lze rovněž opatřit magnetickou páskou.



Obrázek 8: Karty s 3D vzorci

4.6 Pracovní listy

V rámci této bakalářské práce vznikla soustava 3 pracovních listů (příloha 5). Tyto pracovní listy slouží jako studijní materiál určený k výuce nové látky nikoli k opakování. Pracovní listy studenty aktivně zapojí do výuky již ve fázi expozice látkou. Studenti jsou prostřednictvím úloh postaveni před úkol, který musí vyřešit. K řešení jim pomohou sady karet, předchozí znalosti organické chemie a pasáže učebního textu (v zelených rámečkách), ze kterých můžou odpověď vyvodit.

Při řešení úlohy by studenti měli získat poznatky o stavbě a struktuře NK. K úspěšnému vypracování není třeba předchozího výkladu učitele, ba naopak předchozí výklad by mohl studentům prozradit řešení a zbavit úlohy jejich problémového prvku, proto je doporučeno zařadit výkladovou část po vyřešení jednotlivých úkolů. Pomocí pracovních listů může student dosáhnout nových poznatků, avšak nepokrývají celé téma nukleových kyselin a nenahrazují zcela výklad učitele.

Pracovní listy jsou navrženy tak, aby rozvíjeli kompetenci k řešení problémů. [1] Je doporučeno, aby pracovní listy řešili skupinky 3-4 studentů. Tímto způsobem realizace by se mělo docílit diskuse mezi studenty a předejít nepochopení zadání. Tento způsob realizace rovněž povede k rozvoji komunikativní kompetence [1].

Součástí popisů pracovních listů je i údaj o časové náročnosti. Tento údaj je hrubým odhadem založeným na třech provedených testech se čtyřmi respondenty (vrstevníky) – dva z nich řešili úlohy jako jednotlivci a dva jako skupina. Na základě zpětné vazby respondentů byly provedeny úpravy několika zadání.

Testy byly provedené pouze pro hrubou představu o časové náročnosti pracovních listů a ověření srozumitelnosti zadání. Čas potřebný na vyřešení pracovních listů se může lišit v závislosti na pracovních návycích daných studentů.

Autorské řešení pracovních listů je dostupné v příloze 6.

4.7 Pracovní list Stavba nukleových kyselin

Pracovní list Stavba nukleových kyselin (příloha 5) je určen k seznámení studentů s nukleovými kyselinami. Pracovní list obsahuje otevřené úlohy a úlohy doplňovací. K úspěšnému řešení PL je třeba použít Propojovací karty (příloha 1 a 2).

Užití karet je potřeba například v úkolu 4 (Obrázek 9), ve kterém studenti s jejich využitím a s pomocí nápovědy mají odvodit, které sacharidy a báze se vyskytují v dané NK. Toto odvození je možné na základě barevné shody v propojkách (obdélnících) karet.

Úkol 4: Rozhodněte, které sacharidy a báze se vyskytují v DNA, a které v RNA. Na pomoc využijte nápovědy níže. Na linky doplňte jejich názvy.

deoxyribonukleová kyselina = DNA ribonukleová kyselina = RNA

NÁPOVĚDA:

- Název nukleové kyseliny je odvozen od názvu cukru, kterým je tvořena.
- Pracujte s kartičkami znázorňujícími dusíkaté **báze odvozené** od purinu a pyrimidinu. Na základě barevné shody rámečků cukru a bází zjistíte, **jaké báze se vyskytují v DNA a jaké v RNA**. Pokud má rámeček obě barvy, báze se vyskytuje v obou nukleových kyselinách.

Obrázek 3: DNA a RNA – schéma nukleotidu

Obrázek 9: Ukázka úlohy z pracovního listu Stavba nukleových kyselin

V pracovním listu Stavba nukleových kyselin studenti rozliší jednotlivé komponenty NK a naučí se rozeznat nukleosid a nukleotid. Zjistí také, jaké sacharidy a báze tvoří DNA a RNA a v čem se tyto NK liší. Dalším úkolem je složení nukleotidu a fragmentu nukleotidového řetězce. Čas potřebný k vypracování pracovního listu je odhadován na 20–25 minut.

Úlohy byly navrženy tak, aby cílily na vyšší myšlenkové dovednosti, tedy na vyšší patra revidované Bloomovy taxonomie [21,23] Následující tabulka klasifikuje jednotlivé úlohy dle této taxonomie. Tabulka byla vypracována, tak jako by student viděl danou látku poprvé.

Tabulka 1- Pracovní list - Stavba nukleových kyselin - klasifikace úloh podle Bloomovy taxonomie

Číslo úkolu	Činnost studentů	Zařazení dle Bloomovy taxonomie
1	Zařadí sloučeniny do skupiny látek a pojmenuje je.	4- analyzovat 1- pamatovat
2	Rozliší báze odvozené od purinu a pyrimidinu.	4 - analyzovat
3	Popíše nukleosid a nukleotid.	2 - porozumět
4	Určí, které sacharidy a báze se vyskytují v RNA a DNA.	5 - hodnotit
5	Složí nukleotid a fragment nukleotidového řetězce.	6 - tvořit

4.8 Pracovní list Komplementarita bází a struktura NK

Pracovní list Komplementarita bází a struktura NK (příloha 5) je rovněž koncipovaný jako aktivizující expoziční materiál, s jehož pomocí mohou studenti získat poznatky o párování bází, struktuře a funkci NK. PL je navržen jako soustava problémových úloh, které studenti řeší na základě poznatků nabytých v rámci předchozího studia chemie, krátkých pasáží učebního textu, které jsou odlišeny zeleným podbarvením, a sady Propojovacích karet (příloha 1 a 2). Jeho vypracováním by student měl získat nejen znalosti k danému tématu, ale měli by též být rozvíjeny jeho vyšší kognitivní dovednosti a kompetence k řešení problémů.

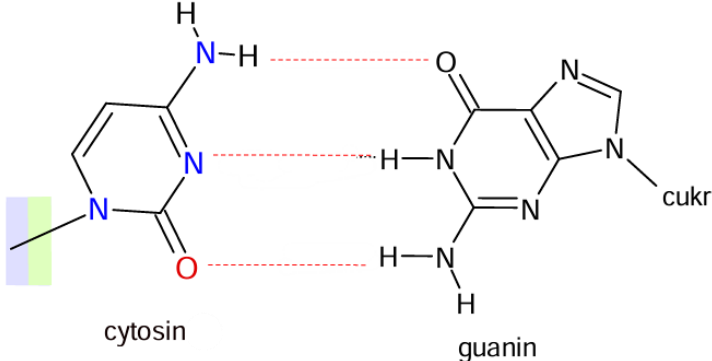
Pracovní list obsahuje autorské obrázky či upravené obrázky jiných autorů zachycující prostorovou strukturu NK a umístění NK v buňce. Pro ještě lepší představu studentů o prostorovém uspořádání NK byl PL doplněn o interaktivní 3D model DNA, který byl do něj začleněn pomocí QR kódu a odkazu na webovou stránku. Model vytvořil doc.RNDr. Václav Martínek, Ph.D a je volně dostupný na stránce studiumchemie.cz skrze webový 3D prohlížeč Sketchfab.com. Pro zobrazení modelu tedy jen stačí, aby měli studenti

k dispozici mobilní telefon či obdobné zařízení s přístupem k internetu, na kterém si mohou daný model otevřít v některém z běžných webových prohlížečů a probádat prostorovou strukturu molekuly. Model se dá též zobrazit prostřednictvím virtuální reality, díky které by se mohl pro studenty stát ještě zajímavějším. Tyto grafické materiály by tedy měli studentům poskytnout lepší představu o reálné struktuře NK, čímž se odlišují od řady gymnaziálních učebnic chemie, které NK zachycují pouze schématicky (viz kapitola 3.9).

Pracovní list je uveden zeleně podbarvenou pasáží učebního textu, který studentům obecně přibližuje důležitost párování bazí a spolu s tabulkou v krátkosti shrnuje a opakuje téma vodíkové vazby, které by studentům mělo být známo z předchozího studia chemie. Tento informační úsek se však nezmiňuje o tom, které konkrétní baze jsou spolu komplementární, na to musí studenti sami přijít v prvním z úkolů, které jsou součástí tohoto PL. Správné párování zjišťují za pomoci sady Propojovacích karet popsanych v kapitole 4.3). Studenti v tomto cvičení pracují s kartami znázorňující dusíkaté báze, ty zkouší na základě pravidel pro vznik vodíkové vazby spárovat se vzorci bazí uvedenými na PL, které mají naznačený počet vodíkových vazeb, které s komplementární bazí tvoří (Obrázek 10).

Úkol 1: Zjistěte, které báze se spolu v nukleových kyselinách párují.
Pracujte s kartičkami zobrazující dusíkaté báze. Na pracovní list přikládejte jednotlivé kartičky a zjistěte, které báze se spolu párují. Následně dokreslete a napište název párující dusíkaté báze.

NÁPOVĚDA: purinová báze páruje vždy s pyrimidinovou



cytosin

guanin

Obrázek 10: Ukázka řešení úkolu 1

V úkolu tedy studenti aplikují pravidla pro tvorbu vodíkové vazby, zanalyzují, které skupiny spolu mohou párovat a následně vyhodnotí, které baze splňují jak pravidla pro vznik vodíkové vazby, tak i odpovídají předepsanému počtu vznikajících vodíkových vazeb. Tento úkol by měl tedy splňovat nejen kognitivní výukové cíle, ale rovněž i cíle psychomotorické, jelikož studenti při práci s kartami trénují motoriku. Pokud je PL rovněž řešen ve skupinkách, jak je doporučeno v úvodu popisu pracovních listů, mohou být naplněny i afektivní výukové cíle.


Následující část PL je zaměřena na strukturu NK. V úkolu 2 si studenti nejprve zopakují, které komponenty tvoří DNA a které RNA. Cvičení mohou vypracovat s pomocí poznatků získaných rámci PL Stavba nukleových kyselin. Pokud si však komponenty náležící dané NK nevybaví z paměti, mohou na pomoc použít sadu Propojovacích karet. S pomocí karet si mohou dílčí molekuly odvodit, a to na základě barevné shody rámečků.

V rámci práce s PL je studentům také podrobněji představena struktura DNA a vlastnosti NK, které se od ní odvíjejí. Se strukturou DNA se studenti mohou seznámit pomocí obrázku vytvořením v programu DSV a ještě lépe jí prozkoumat díky již dříve zmíněnému interaktivnímu 3D modelu (Obrázek 11).

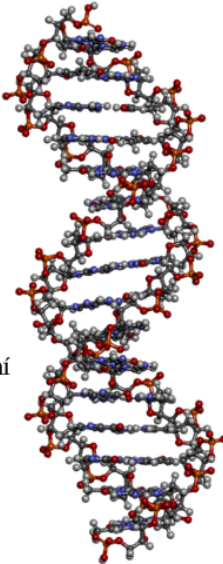
DNA

V molekule DNA jsou dva protisměrně orientované polynukleotidové řetězce (primární struktura) spojeny pomocí H-můstků. Řetězce zauímají sekundární strukturu dvoušroubovice (double-helixu). Sekundární struktura je též významně stabilizována interakcemi heterocyklů dusíkatých bazí (tzv. patrovými interakcemi).

Úkol 3: Úsek DNA obsahuje 30 % adeninu. Urči, jaké bude procentuální zastoupení ostatních bazí obsažených v daném úseku DNA.



studiumchemie.cz



Obrázek 5: DNA

Obrázek 11: Ukázka části PL Komplementarita bazí a struktura NK

Na vlastnosti DNA dané její strukturou jsou zaměřené úkoly 3 a 4. První z úkolů má procvičit logické uvažování studentů, kteří mají s využitím nabytých znalostí o komplementaritě bazí a pomocí jednoduché úvahy a informace o zastoupení jedné baze, odvodit zastoupení zbylých bazí v DNA.

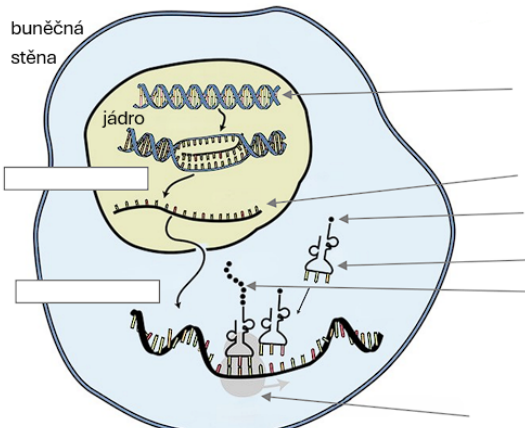
Logické myšlení musí rovněž použít i v úkolu 4, v němž mají rozhodnout, která ze dvou uvedených molekul DNA, bude podléhat denaturaci při nižší teplotě. Pro vyřešení tohoto úkolu musí studenti zanalyzovat oba úseky DNA. Následně by si měli uvědomit, že adenin s thyminem pojí o jeden vodíkový můstek méně. Na základě úvahy by pak měli formulovat závěr, že při nižší teplotě podlehe denaturaci úsek DNA, ve kterém je stejný počet bazí spojen menším počtem vodíkových můstků, tedy úsek, který obsahuje více AT párů.

Jako poslední seznamuje PL studenty s typy RNA a jejich funkcí. Tento úsek PL začíná učebním textem, který studentům popisuje jednotlivé typy RNA – ribozomální, transferovou a messengerovou RNA. Úkolem studentů je podle tohoto popisu následně na obrázku ve cvičení 5 (Obrázek 12) zachycujícím buňku identifikovat jednotlivé NK i procesy jichž se NK účastní (o těch se PL zmiňuje již dříve).

RNA
Molekula RNA je tvořena jedním polynukleotidovým řetězcem. Polynukleotidový řetězec má různá prostorová uspořádání, pokud se blíko sebe ocitnou komplementární báze, mohou mezi nimi vzniknout vodíkové můstky. Rozlišujeme 3 typy RNA: ribozomální (rRNA), messengerovou (mRNA) a transferovou (tRNA).

rRNA - tvoří ribozom, na které procesem zvaným translace vzniká bílkovina
mRNA - vzniká přepisem (transkripcí) z DNA, podle jejího předpisu je řízena produkce proteinů
tRNA - váže v cytoplazmě aminokyselinu, kterou pak přináší na ribozom

Úkol 5: Identifikujte jednotlivé molekuly a procesy, kterých se účastní.



Obrázek 12: Ukázka pasáže učebního textu a úkolu 5

Z předchozího popisu je tedy zřejmé, že hlavním cílem PL není ověřit množství učiva, které si studenti zapamatovali. Tento pracovní list, jehož prostřednictvím se studenti dozvídají více o tématu NK, by měl studenty především přimět o daném tématu více přemýšlet a ukázat jim, že na základě znalosti struktury molekul a logického uvažování si mohou odvodit řadu informací. Měl by tedy rozvíjet jejich vyšší myšlenkové dovednosti, jak zachycuje následující tabulka (Celkový čas potřebný na řešení pracovních listů je odhadován na 20 - 25 minut.

Tabulka 2). Celkový čas potřebný na řešení pracovních listů je odhadován na 20 - 25 minut.

Tabulka 2: Klasifikace úkolů dle Bloomovy taxonomie - PL Komplementarita bází a struktura NK

Číslo úkolu	Činnost studentů	Zařazení dle Bloomovy taxonomie
1	Složí komplementární baze.	6 - tvořit
2	Vyjmenují stavební jednotky RNA.	1 - pamatovat
3	Určí zastoupení bází v DNA.	5 - hodnotit
4	Posoudí, který úsek DNA bude denaturovat již při nižší teplotě.	5 - hodnotit
5	Na obrázku identifikují NK a procesy, kterých se účastní.	4 - analyzovat

4.9 Pracovní list - Transferová RNA (tRNA) – práce s 3D modely

Pracovní list Transferová RNA (příloha 5) je určen k prohloubení znalostí o RNA. Na základě rozboru RVP G a ŠVP (oddíl 3.4 a 3.2) je doporučeno tento materiál zařadit do výuky v rámci chemického či biochemického semináře či biologie v rámci učiva 4. ročníku. Tento studijní materiál je jednak určen k expozici látkou, ale cílí také na rozvíjení vyšších myšlenkových dovedností. Studenti v rámci PL pracují s interaktivními 3D modely RNA,

keré naleznou pod QR kódy (či odkazy). Tyto modely vytvořil doc. RNDr. Václav Martínek, Ph.D a jsou dostupné na stránce Studiumchemie.cz skrze webový 3D prohlížeč Sketchfab.com. Pro práci s modely a úspěšnému vypracování pracovního listu potřebují mobilní telefon, notebook či obdobné zařízení s přístupem k internetu. Modely mohou být rovněž zobrazeny ve virtuální realitě.

Materiál obsahuje 4 úkoly, které studenti řeší s pomocí interaktivních 3D modelů a učebních textů. Úkoly je vhodné řešit postupně, jelikož na sebe navazují. Na rozdíl od předchozích pracovních listů není k řešení nutné použít sady karet. Před řešením pracovního listu je však vhodné zařadit hru Karty s 3D vzorci (popsanou v kapitole 5.5), při které si studenti procvičí 3D struktury jednotlivých komponent NK.

Student se při práci s tímto pracovním listem učí o struktuře a funkci tRNA. Práce začíná aktivitou, při které si zopakuje stavební jednotky RNA. Následně je studentům prostřednictvím obrázků a interaktivních modelů představena struktura tRNA (Obrázek 13).

Transferová RNA (tRNA)

Transferová RNA je jeden ze tří typů RNA. Najdeme ji v každé buňce. Uplatňuje se při syntéze bílkovin (translaci). Na tRNA se v cytosolu buňky připojují volné aminokyseliny. Transferová RNA s navázanou aminokyselinou putuje na ribozom. Na ribozomu jsou aminokyseliny spojovány do dlouhého řetězce a vzniká protein.

Úkol 1: Jaké stavební jednotky tvoří tRNA?

Cukr:

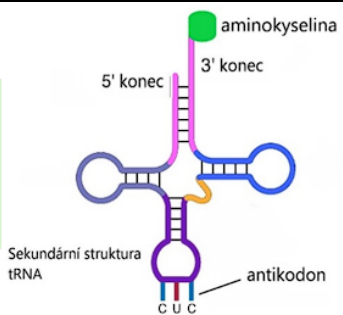
Dusíkaté báze:

+


Transferová RNA zaujímá v prostoru specifické uspořádání. Sekundární struktura připomíná tvarem jetelový list. Terciální struktura má tvar písmena L (připomínající tvar boty).

Prohlédněte si 3D model terciální struktury tRNA, který naleznete pod QR kódem. Na modelu jsou popsána význačná místa tRNA. Věnujte jim pozornost a přečtete si jejich popis. Informace o význačných místech se vám budou hodit v následujících cvičeních.

Úkol 2: Zkuste navrhnout, jak je možné, že tRNA zaujímá takovéto prostorové uspořádání.



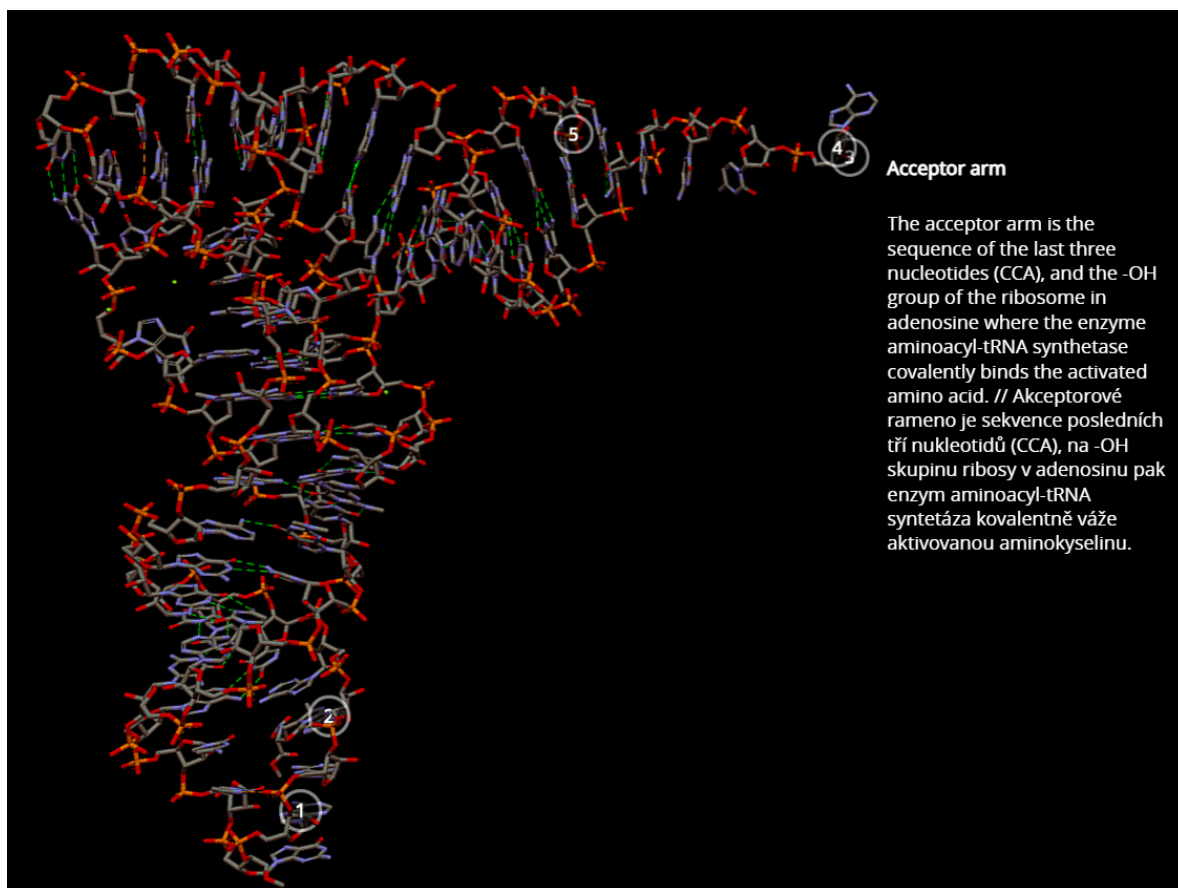
Obrázek 8: Sekundární struktura tRNA



studiumchemie.cz/trna/

Obrázek 13: Ukázka části pracovního listu Transferová RNA

Na interaktivní modely se student podívá např. pomocí svého mobilního telefonu s použitím QR kódu v PL. První interaktivní model znázorňující tRNA je opatřen anglickými a českými popisky význačných míst – antikodonu, akceptorového ramene, 3' a 5' konců (Obrázek 14). Popis dále upozorňuje na to, že v tRNA se mohou nacházet i nestandardní či modifikované báze. Během této aktivity se studenti seznamují s prostorovou strukturou tRNA a uvědomí si k čemu slouží její jednotlivé části.




Obrázek 14: Popsaný interaktivní 3D model tRNA – dostupný na webu Studiumchemie.cz

V úkolu 2 následně mají studenti zkusit navrhnout, proč tRNA zaujímá právě takovéto prostorové uspořádání. Prostřednictvím této otevřené úlohy cílicí na vyšší myšlenkové dovednosti by studenti měli postřehnout, že v některých částech je tRNA tvořena antiparalelní dvoušroubovicí podobně jako DNA, jejíž 3D model viděli v předchozím PL.


Orientaci ve struktuře tRNA studenti zúročí v úkolu 3, ve kterém je jejich cílem na dalších dvou různých nepopsaných modelech tRNA identifikovat a správně přepsat nukleotidovou sekvenci antikodonů a také jejich akceptorové sekvence. Modely těchto tRNA studenti naleznou opět pod QR kódy u daného cvičení. Hlavním cílem tohoto cvičení je, aby si studenti procvičili práci s 3D modelem a přetvořili informace získané z jeho prostorové struktury do zápisu sekvence nukleotidů. Tím by měla být rozvíjena jejich kompetence k řešení problémů. Hlavním cílem rozhodně není, aby se studenti učili strukturu bází zpaměti, proto je doporučeno, aby měli k dispozici nápovědu v podobě sady 3D karet (příloha 3 a 4), kterou si mohou spárovat s Propojovacími kartami (příloha 1 a 2)

Pod následujícími QR kódy naleznete další modely tRNA. Prohlédněte si je. Zaměřte se především na **antikodon** a **akceptorovou sekvenci**.

Úkol 3: Které báze tvoří antikodon a akceptorovou sekvenci? Báze zapište pomocí jednopísmenných zkratk. Dodržte předepsané pořadí zápisu.



sketchfab.com
Model 1



sketchfab.com
Model 2

<p><u>Model 1</u></p> <p>antikodon</p> <p>od 5´-OH _____ k 3´-OH konci</p> <p>akceptorová sekvence</p> <p>od 5´-OH _____ k 3´-OH konci</p>	<p><u>Model 2</u></p> <p>antikodon</p> <p>od 5´-OH _____ k 3´-OH konci</p> <p>akceptorová sekvence</p> <p>od 5´-OH _____ k 3´-OH konci</p>
---	---

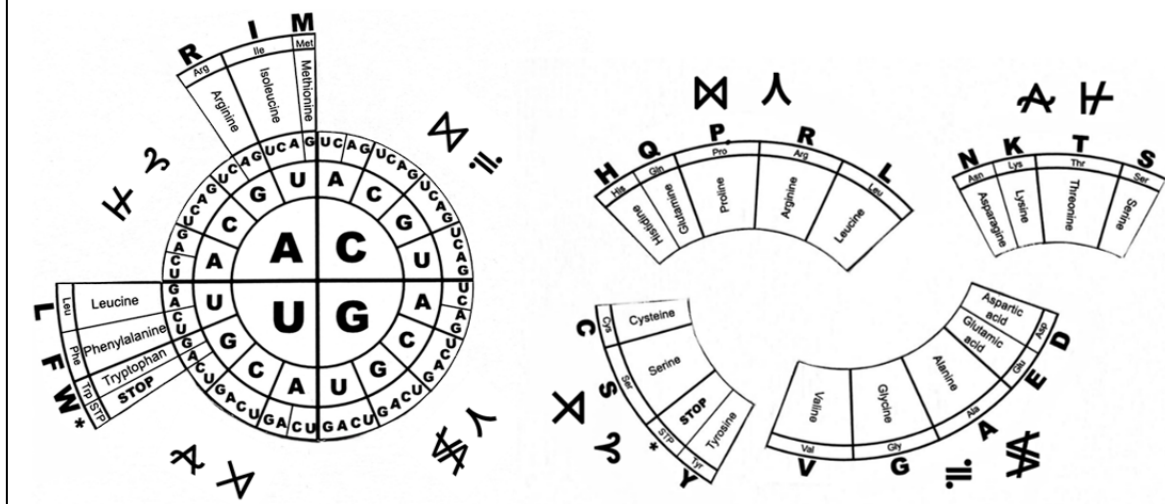
Obrázek 15: Ukázka cvičení z PL tRNA

Svá zjištění z úkolu 3 pak studenti použijí v následujícím úkolu, při jehož řešení by si měli uvědomit, že antikodonové sekvence jsou u různých tRNA různé, zatímco akceptorové sekvence, na něž se pak aminokyseliny vážou, jsou vždy stejné (**Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**). Symboly u správně zakroužkovaných slov studentům poslouží jako indicie k páté úloze, v níž sestavují šifru genetického kódu (Obrázek 16).

Šifra se skládá z neúplného kruhu, do kterého na základě správných symbolů musí studenti umístit příslušné dílky. Šifra je založena na jednoduché kombinatorice a má 4 možná řešení, z nichž jen jedno představuje správně sestavený genetický kód. S pomocí správně sestaveného genetického kódu studenti následně určí, jaké AMK nesou tRNA skryté pod QR kódy u úkolu 3. Při tomto komplexním úkolu si studenti spojí informace získané v předchozích úlohách. Tato úloha je završením PL a nabízí propojení poznatků o NK, genetickém kódu a jeho překladu do sekvence aminokyselin na molekulární úrovni.

Úkol 4: Na základě úkolu 3 vyberte hodící. Zakroužkování správných slov vám poskytne klíč k dalšímu cvičení.

Akceptorová sekvence je tvořena konstantními Δ / různými Λ sekvencemi bází. Antikodon je tvořen konstantními \equiv / různými \neq sekvencemi bází. Antikodon páruje s mRNA H / ribozomem A . Jednotlivé transferové tRNA mají stejný \approx / různý \times tvar.



Obrázek 16: Vybrané úseky z PL tRNA

V krátkosti lze tedy říct, že studenti se při práci s PL postupně seznámí se strukturou tRNA. V druhém úkolu navrhnou, proč tRNA zaujímá dané prostorové uspořádání a seznámí se s význačnými místy této molekuly. Dále jsou studenti postaveni před neobvyklou aktivitu v podobě práce s 3D modely, na kterých hledají a určují požadované sekvence, které musí podrobit analýze ve cvičení 4. Rovněž se ve formě šifry, kterou nejprve musí rozluštit, seznámí s genetickým kódem a určí, jakou AMK daná tRNA nese.

Úlohy byly navrženy tak aby studenty aktivizovaly a postavily je před neobvyklé úkoly, které musí s dostupnými informacemi vyřešit. Přitom byly konstruovány tak, aby cílily na vyšší myšlenkové dovednosti, tedy na vyšší patra Bloomovy taxonomie. Následující tabulka (Tabulka 3) klasifikuje jednotlivé úlohy dle této taxonomie [21,23]. Tabulka byla vypracována, tak jako by student viděl danou látku poprvé. Celkový čas na vypracování PL je odhadován na 30 minut.

Tabulka 3: Klasifikace úkolů dle Bloomovy taxonomie - PL tRNA

Číslo úkolu	Činnost studentů	Zařazení dle Bloomovy taxonomie
1	Vyjmenují stavební jednotky RNA.	1 - pamatovat
2	Navrhnou, jak je možné, že RNA zaujímá dané prostorové uspořádání.	6 - tvořit
3	Rozliší, které báze tvoří akceptorovou sekvenci a antikodon.	4 - analyzovat
4	Vybere hodící se tvrzení.	3 - aplikovat
5	Poskládá šifru genetického kódu.	3 - aplikuje
6	Určí s pomocí genetického kódu, které AMK nese daná tRNA.	5 - hodnotit

5. Diskuse

Nukleové kyseliny jsou interdisciplinárním tématem, se kterým se studenti setkávají v průběhu gymnaziálního studia hned několikrát, a to v rámci předmětu chemie, biologie či přírodovědně orientovaných seminářů. Ačkoli bylo toto téma v minulosti již několikrát kvalitně zpracováno, nenašla jsem ve většině dostupných materiálů moc způsobů, jak studenta při výuce tohoto poměrně komplexního tématu aktivizovat. Rovněž jsem nenašla materiály, které by ve větší míře rozvíjely klíčové kompetence. V analyzovaných učebnicích se ve většině případů nevyskytovaly otázky a úkoly, které by studenta přiměly přemýšlet, a většina online materiálů byla navržena tak, aby sloužily jako studijní text či podpora výkladu učitele, ne jako materiál cílící přímo na studenty. Prostřednictvím většiny analyzovaných online materiálů, se výuka dala snadno realizovat klasickým způsobem –frontální formou, která ale studenty zapojuje do procesu výuky jen minimálně, či sloužili pro samostudium. Z toho důvodu jsem vytvořila tyto aktivizační materiály.

Materiály byly navrženy tak, aby rozvíjely klíčové kompetence. Zaměřila jsem se konkrétně na rozvoj kompetence k učení, řešení problémů a komunikativní kompetenci. Ukázalo se, že rozvoj kompetence k učení a kompetence komunikativní není těžké do materiálů zahrnout. Mnohem více úsilí a času bylo třeba věnovat hledání způsobu, jak rozvinout kompetenci k řešení problémů. Důležitá také byla formulace úloh, ty musely být položené tak, aby je studenti na základě předchozích znalostí zvládly vyřešit a zároveň vystihly to, co bylo zamýšleno je naučit.

Problémové úlohy by ideálně měly mít také vztah ke každodennímu životu. Toto kritérium se ne vždy podařilo splnit. Důvodem toho může být skutečnost, že materiály zpracovávají z větší části dosti empirický úvod do tématu, kdežto většina problémových úloh, cílila spíše na rozvinutí již probraného učiva.

Další otázkou, která se nabízí je, zda úlohy nejsou konstruovány moc jednotvárně. Věřím, že studenti si prostřednictvím kartiček procvičí jemnou motoriku, ale zabaví je tato aktivita dostatečně, když se v rámci úloh opakuje?

Vzhledem k omezenému množství času nebyly materiály testovány v rámci výuky na gymnáziu. Materiály ale byly poskytnuty k vypracování a posouzení několika vrstevníkům z řad bývalých gymnaziálních studentů, na základě jejichž zpětné vazby byly upraveny. Na základě této zpětné vazby byl rovněž odhadnut čas potřebný pro vypracování PL.

Těmito materiály jsem se pokusila být inovativní i v zobrazování NK, které mnoho učebnic znázorňuje pouze schematicky. Na první pohled by se mohlo zdát, že PL Stavba nukleových kyselin se od nich v tomto ohledu moc neliší, ale nezapomínejme, že student při práci s ním používá sadu Propojovacích karet, kterou si předtím sám zkompletoval, a která mu poskytuje lepší představu o stavbě NK. Další PL již obsahují i interaktivní modely, se kterými můžou studenti pracovat například prostřednictvím svých mobilních telefonů.

V průběhu práce bylo zjištěno, že podobný způsob vizualizace používá i platforma Corinth, jejíž podrobnější rozbor nabízí teoretická část této práce. Tento web poskytuje řadu velmi kvalitních vizualizací, obohacených o více jazyčné popisy. Modely na něm dostupné jdou rovněž zobrazit ve virtuální realitě, čímž by mohly vzbudit ještě větší zájem ze strany studentů. Tento web má ale dle mého názoru jeden podstatný nedostatek, a to že je zpoplatněn, což může způsobit, že řada škol ho nevyužije.

..

6. Závěr

Zadáním této bakalářské práce bylo vytvořit výukové materiály na podporu výuky biochemie na gymnáziích. Jako téma těchto materiálů jsem si zvolila nukleové kyseliny, k jejichž výuce jsem chtěla prostřednictvím těchto materiálů přispět. Aby mohly vzniknout materiály, které co nejlépe vyhovují požadavkům moderní výuky byl nejprve proveden rozbor RVP G a ŠVP, výukových cílů a vyučovacích metod. Kapitoly zaměřené na RVP G a ŠVP odhalily, že s tématem NK se studenti setkávají v rámci gymnaziálního studia hned několikrát v rámci předmětů chemie, biologie a přírodovědně orientovaných seminářů. V rámci studia RVP G byla věnována pozornost očekávaným výstupům z tohoto tématu, a také oddílu pojednávajícím o klíčových kompetencích, na jejichž rozvoj bylo při tvorbě materiálů cíleno.

Následně byl proveden rozbor středoškolských učebnic, který odhalil, že NK jsou sice v literatuře hojně zastoupené, ale zobrazení NK je mnohdy schématické a dosti nepřesné, a to především v kontextu moderních vizualizačních metod. Učebnice také nenabízely mnoho možností pro aktivizaci studentů. Tuto vlastnost neměla ani řada materiálů dostupných online, které byly určeny často pro frontální typ výuky či samostudium.

V návaznosti na tato zjištění byly vytvořeny finančně dostupné materiály, které studenty aktivizují již ve fázi expozice látkou – tři sady karet znázorňující komponenty NK (Propojovací karty, Propojovací karty – rozšíření, Karty s 3D vzorci) a tři pracovní listy (Stavba NK, Komplementarita bazí a struktura NK, Transferová RNA).

Sady karet fungují na principu stavebnice. Sady tvoří papírové karty, které představují výrazně levnější alternativu ke komerčně dostupným biochemickým stavebnicím a technologicky dostupnější variantu, než jsou stavebnice, které si může škola vytisknout na 3D tiskárně.

Sady Propojovací karty a Propojovací karty – rozšíření znázorňují 2D vzorce stavebních jednotek NK. Prostřednictvím této didaktické hry mohou studenti zjistit, jak jsou propojeny jednotlivé molekuly tvořící NK. První z jmenovaných sad je určena rovněž k úspěšnému řešení pracovních listů Stavba NK, Komplementarita bazí a struktura NK. Prostřednictvím sady karet se 3D vzorci se mohou studenti seznámit s komponenty NK v jejich prostorové podobě, což se jim bude hodit při práci s PL Transferová RNA.

Pracovní listy jsou vytvořené na principu problémových úloh, které studenti řeší s pomocí sad karet či virtuálních modelů, které naleznou pod QR kódy u daných cvičení. Pracovní listy jsou navrženy tak, aby jejich prostřednictvím student nejen získal poznatky o struktuře a funkci NK, ale též aby rozvíjely kompetence k učení a řešení problémů (obsahují problémové úlohy). Pokud jsou vypracovávány ve skupině může být jejich prostřednictvím rozvíjena i komunikativní kompetence.

Materiály je vhodné do výuky zařadit v rámci hodin chemie či seminářů, a je možné je použít i v rámci předmětu biologie. Tyto materiály nepokrývají celé téma NK, ale jsou zaměřené na úvod do této látky – stavbu a funkci. Sady karet lze použít jako samostatný materiál, stejně jako PL Transferová RNA. Zbylé pracovní listy je nutno řešit se sadou Propojovacích karet. Odhadovaný čas na vypracování PL se pohybuje v rozmezí 20-30 minut.

7. Seznam použitých zdrojů

1. Jan Balada, Gabriela Baladová, Jan Boněk, Jiří Brant, Eva Brychnáčová, Olga Doležalová, Jaroslav Faltýn, Josef Herink, Taťána Holasová, Viola Horská, Jan Houska, Martina Hovorková, Lucie Hučínová, Dagmar Hudecová, Alexandros Charalambidis, Jaroslav Jeřábek, Zdeněk Jonák, Svatava Janoušková, Stanislav Kodet, Stanislava Krčková, Alena Kůlová, Romana Lisnerová, Jan Maršák, Jiřina Masaříková, Josef Novák, Markéta Pastorová, Hana Pernicová, Marie Rokosová, Adriena Smejkalová, Jitka Tůmová, Jan Tupý, Jana Zahradníková, Eva Zelendová (2007) *Rámcový vzdělávací program pro gymnázia: RVP G* (Výzkumný ústav pedagogický v Praze, Praha) .
2. Školský zákon ve znění účinném ode dne 1. 1. 2024, MŠMT ČR (2024) URL: <https://www.msmt.cz/dokumenty/skolsky-zakon-ve-zneni-ucinnem-ode-dne-1-1-2024> [Viděno 10. 5. 2024].
3. Klíčové kompetence - Revize RVP URL: <https://prohlednout.rvp.cz/zakladni-vzdelavani/klicove-kompetence> [Viděno 5. 8. 2024].
4. Belz, H., Siegrist, M. (2001) *Klíčové kompetence a jejich rozvíjení: východiska, metody, cvičení a hry* (Portál, Praha) .
5. Seznam fakultních škol — Přírodovědecká fakulta UK URL: <https://www.natur.cuni.cz/fakulta/o-fakulte/fakultni-skoly/seznam-fakultnich-skol> [Viděno 5. 8. 2024].
6. Gymnázium Botičská, Praha. Školní vzdělávací program - chemie (2024) URL: <https://www.gybot.cz/wp-content/uploads/2022/12/08-Chemie.pdf> [Viděno 8. 12. 2022].
7. Gymnázium Botičská, Praha. Školní vzdělávací program - biologie (2024) URL: <https://www.gybot.cz/wp-content/uploads/2022/12/09-Biologie.pdf> [Viděno 9. 12. 2022].
8. Gymnázium Botičská, Praha. Školní vzdělávací program - volitelné předměty pro 4. ročník (2024) URL: <https://www.gybot.cz/wp-content/uploads/2022/12/Volitelne-predmety-pro-4-rocni.pdf> [Viděno 12. 12. 2022].
9. Gymnázium Na Pražačce, Praha. Školní vzdělávací program URL: https://www.gymnazium-prazacka.cz/sites/default/files/pdf/dokumenty/svp_22.pdf.
10. Gymnázium Roudnice nad Labem. Školní vzdělávací program - chemie - septima, 3. ročník URL: https://www.gym-rcz.cz/modules/file_storage/download.php?file=0527f286%7C143&inline=1.

11. Gymnázium Roudnice nad Labem. Školní vzdělávací program - biologie - přírodovědná větev oktáva a 4. ročník URL: https://www.gym-rce.cz/modules/file_storage/download.php?file=42c0dac8%7C97&inline=1.
12. Gymnázium Roudnice nad Labem. Školní vzdělávací program - biologie - humanitní větev oktáva a 4. ročník URL: https://www.gym-rce.cz/modules/file_storage/download.php?file=ac91cfa9%7C96&inline=1.
13. Dvořákovo Gymnázium, Kralupy nad Vltavou. Školní vzdělávací program URL: https://www.dgkralupy.cz/media/3325/2023-24_svp_cytrlete-gymnazium.pdf.
14. Skalková, J. (1999) *Obecná didaktika* (ISV nakladatelství, Praha) Pevní vydání.
15. Kalhous, Z., Obst, O. (2002) *Školní didaktika* (Portál, Praha) .
16. Maňák, Josef, Švec, Vlastimil (2003) *Výukové metody* (Paido, Brno) .
17. Zormanová Lucie (2012) *Výukové metody v pedagogice S praktickými ukázkami* (GRADA Publishing, Praha) 1. vydání.
18. Zormanová Lucie (2012) *Výukové metody komplexní 1. část* URL: <https://clanky.rvp.cz/clanek/15019/VYUKOVE-METODY-KOMPLEXNI-1-CAST.html> [Viděno 21. 8. 2024].
19. Maňák, Josef (2011) *Aktivizující výukové metody* URL: <https://clanky.rvp.cz/clanek/k/z/14483/AKTIVIZUJICI-VYUKOVE-METODY.html> [Viděno 18. 8. 2024].
20. Pecina Pavel, Zromanová Lucie (2009) *Metody a formy aktivní práce žáků v teorii a v praxi* (Pedagogická fakulta Masarického univerzity, Brno) 1. vydání.
21. Hudecová, D. (2004) Revize Bloomovy taxonomie edukačních cílů. *Pedagogika* **54.**, 274–89.
22. Čapek Robert (2015) *Moderní didaktika: lexikon výukových a hodnotících metod* (GRADA Publishing, Praha) 1.
23. Anderson Lorin, David Krathwohl (2001) *A Taxonomy for Learning, Teaching and Assesing o f Educational Objectives* (Longman, New York) .
24. Maňák, J. (2008) *Funkce učebnice v moderní škole* (Paido, Brno) .
25. Schvalovací doložky učebnic, MŠMT ČR URL: <https://msmt.gov.cz/vzdelavani/skolstvi-v-cr/schvalovaci-dolozky-ucebnic> [Viděno 9. 7. 2024].

26. Schvalovací doložky učebnic - duben 2021; Učebnice pro střední vzdělání (2021) URL: <https://msmt.gov.cz/vzdelavani/skolstvi-v-cr/schvalovaci-dolozky-ucebnic> [Viděno 10. 7. 2024].
27. Huvarová, M. (2010) Nejpoužívanější středoškolské učebnice chemie na gymnáziích.
28. Mareček, A., Honza, J. (2014) *Chemie pro čtyřletá gymnázia 3. díl* (Proton, Brno) 2. vydání.
29. Vacík, J., Barthová, J., Pacák, J., Strauch, B., Svobodová, M., Zemánek, F. (1999) *Překled středoškolské chemie* (SPN, Praha) 3. vydání.
30. Benešová, M., Pfeiferová, E., Satrapová, H. (2014) *Odmaturuj! z chemie* (Didaktis, Brno) 2. přepracované vydání.
31. Kolář, K., Kodíček, M., Pospíšil, J. (2005) *Chemie II: (organická a biochemie): pro gymnázia* (SPN - pedagogické nakladatelství, Praha) 2. upravené a doplněné vydání.
32. Závodská, R. (2006) *Biologie buněk: základy cytologie, bakteriologie, virologie* (Scientia, Praha) 1. vydání.
33. Kočárek, E. (2008) *Genetika: obecná genetika a cytogenetika, molekulární biologie, biotechnologie, genomika* (Scientia, Praha) 2. vydání.
34. Volmutová, I. (2010) *Nové materiály na podporu výuky Biochemie na SŠ, Nukleové kyseliny (diplomová práce)* (UK, Praha) .
35. Pavlátová, V. URL: <https://dum.rvp.cz/materialy/nukleove-kyseliny.html> [Viděno 16. 7. 2024].
36. Teplá, M. URL: http://www.studiumbiochemie.cz/meziobor_na2.html [Viděno 21. 4. 2024].
37. Břížďala, J. URL: <https://e-chembook.eu/nukleove-kyseliny> [Viděno 16. 7. 2024].

8. Přílohy

Výukové materiály jsou dostupné na webových stránkách studiumchemie.cz a v příloze této práce.

Příloha 1: Didaktická hra *Propojovací karty – základní a rozšířená verze*

(Soubor: priloha1_propojovacikarty_zakladniver.+rozsireni)

Příloha 2: Didaktická hra *Propojovací karty – základní a rozšířená verze pro magnetickou tabuli*

(Soubor: priloha2_MT_propojovacikarty_zakladniver.+rozsireni)

Příloha 3: Didaktická hra *Karty s 3D vzorci*

(Soubor: priloha3_kartys3Dvzorci)

Příloha 4: Didaktická hra *Karty s 3D vzorci – verze pro magnetickou tabuli*

(Soubor: priloha4_MT_kartys3Dvzorci)

Příloha 5: Soubor pracovních listů – *Stavba NK, Komplementarita bází a struktura NK a Transferová RNA (tRNA)*

(Soubor: priloha5_souborPL)

Příloha 6: Řešení souboru pracovních listů – *Stavba NK, Komplementarita bází a struktura NK a Transferová RNA (tRNA)*

(Soubor: priloha6_reseni_souborPL)