

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

FAKULTA PEDAGOGICKÁ
CENTRUM BIOLOGIE, GEOVĚD A ENVIGOGIKY

**VYBAVENOST ZÁKLADNÍCH A STŘEDNÍCH ŠKOL S
OHLEDEM NA PRAKTICKOU VÝUKU BIOLOGIE**
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Michaela Kroniková

Biologie se zaměřením na vzdělání + Geografie se zaměřením na vzdělání

Vedoucí práce: RNDr. Iva Traxmandlová, Ph.D.

Plzeň 2025

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala všem, kteří mě během tvorby této bakalářské práce jakkoli podpořili. Mé upřímné a srdečné poděkování patří především vedoucí této práce, paní RNDr. Ivě Traxmandlové, Ph.D. za její trpělivé a vstřícné vedení, odborné rady a cenné připomínky. Dále děkuji svému příteli, rodině a blízkým za jejich neustálou podporu, trpělivost a povzbuzení v průběhu celého studia i psaní této práce.

OBSAH

1	ÚVOD	1
2	CÍLE PRÁCE	2
3	KURIKULÁRNÍ DOKUMENTY A LEGISLATIVNÍ RÁMEC PRO VÝUKU BIOLOGIE	3
3.1	RÁMCOVÉ VZDĚLÁVACÍ PROGRAMY PRO ZÁKLADNÍ VZDĚLÁNÍ (RVP ZV)	3
3.2	RÁMCOVÝ VZDĚLÁVACÍ PROGRAM PRO GYMNÁZIA (RVP G).....	3
3.3	LEGISLATIVNÍ POŽADAVKY NA VÝUKU BIOLOGIE A VYBAVENOST ŠKOL.....	3
4	ŠKOLNÍ VZDĚLÁVACÍ PROGRAMY (ŠVP) A JEJICH ROLE	6
5	FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ ÚROVEŇ MATERIÁLNÍHO ZABEZPEČENÍ ŠKOL.....	7
5.1	STÁTNÍ FINANCOVÁNÍ	7
5.2	DOTAČNÍ A GRANTOVÉ PROGRAMY	7
5.3	ZAPOJENÍ SOUKROMÉHO SEKTORU.....	7
5.4	REGIONÁLNÍ ROZDÍLY V MATERIÁLNÍM ZABEZPEČENÍ ŠKOL.....	8
5.4.1	Plzeňský vs. Karlovarský kraj	8
5.4.2	Rozdíly mezi městskými a venkovskými školami.....	8
6	VÝZNAM PRAKTICKÉ VÝUKY BIOLOGIE	9
6.1	VLIV PRAKTICKÉ VÝUKY NA POROZUMĚNÍ BIOLOGII.....	9
6.2	ROZVOJ KRITICKÉHO MYŠLENÍ A VĚDECKÝCH DOVEDNOSTÍ.....	9
6.3	PROPOJENÍ TEORIE S PRAXÍ A LEPŠÍ ZAPAMATOVÁNÍ UČIVA.....	10
7	METODY PRAKTICKÉ VÝUKY V BIOLOGII	11
7.1	LABORATORNÍ CVIČENÍ.....	11
7.1.1	Využití laboratorních pomůcek	11
7.1.2	Bezpečnostní pravidla v laboratoři.....	12
7.1.3	Přínosy laboratorní výuky.....	12
7.2	TERÉNNÍ VÝUKA A EXKURZE.....	12
7.2.1	Metody terénní výuky	13
7.2.2	Nevýhody terénní výuky.....	13
7.3	PROJEKTOVÁ VÝUKA	14
7.3.1	Využití projektové výuky v rámci biologie	14
7.3.2	Příklady biologických projektů.....	14
7.3.3	Digitální technologie v projektové výuce biologie.....	15
8	METODOLOGIE.....	16
8.1	DOTAČNÍKOVÉ ŠETŘENÍ	16
9	VÝSLEDKY VÝZKUMU.....	18
9.1	STRUKTURA RESPONDENTŮ	18
9.1.1	Délka praxe	18
9.1.2	Vystudovaný obor.....	19
9.1.3	Velikost města, kde se škola nachází.....	20
9.1.4	Kategorie škol	21
9.2	DOSTUPNOST MIKROSKOPŮ A ORGANIZACE PRAKTICKÉ VÝUKY BIOLOGIE.....	22
9.2.1	Vyučování s mikroskopem.....	22
9.2.2	Typy mikroskopů v krajích	23
9.2.3	Ročníky, ve kterých probíhá mikroskopování.....	24
9.2.4	Výuka praktického cvičení (bez mikroskopů)	25
9.3	VYBAVENOST ŠKOL.....	26
9.3.1	Speciálně vybavené třídy pro mikroskopování.....	26
9.3.2	Trvalé preparáty na školách	27

9.3.3	Vytváření preparátů na školách.....	28
9.4	PODKLADY PRO REALIZACI VÝUKY	29
9.4.1	Zdroje materiálů/návodů k mikroskopování	29
9.5	TVORBA MATERIÁLŮ PODLE VÝSLEDKŮ VÝZKUMU	30
9.5.1	Uvítání podkladů ke zlepšení mikroskopování	30
9.5.2	Zaměření materiálů	30
9.5.3	Druhy materiálů.....	31
9.5.4	Forma materiálů	32
9.5.5	Připomínky k materiálům	32
10	VÝUKOVÉ MATERIÁLY	34
10.1	LABORATORNÍ CVIČENÍ 1: PRÁCE S MIKROSKOPEM	36
10.2	LABORATORNÍ CVIČENÍ 2: BUŇKY CIBULE	36
10.3	LABORATORNÍ CVIČENÍ 3: TRICHOMY (CHLUPY) ROSTLIN.....	37
10.4	LABORATORNÍ CVIČENÍ 4: POROVNÁNÍ SLOŽEK PŮDY	37
10.5	LABORATORNÍ CVIČENÍ 5: PLAZMOLÝZA	38
10.6	LABORATORNÍ CVIČENÍ 6: PRŮDUCHY NA LISTU ROSTLINY	38
10.7	LABORATORNÍ CVIČENÍ 7: STAVBA SRDCE	39
10.8	LABORATORNÍ CVIČENÍ 8: HOUBY (PLÍSEŇ).....	40
11	DISKUSE	41
12	ZÁVĚR.....	48
	RESUMÉ	50
	PROHLÁŠENÍ O POUŽITÍ A NÁSTROJŮ	52
	LITERATURA A ZDROJE.....	53
	LITERATURA	53
	INTERNETOVÉ ZDROJE.....	55
	SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK	58
	PŘÍLOHY	I

SEZNAM ZKRATEK

BOV – Badatelsky orientovaná výuka

IROP – Integrovaný regionální operační program

MMR – Ministerstvo pro místní rozvoj

MŠMT – Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy

OP JAK – Operační program Jan Amos Komenský

RVP G – Rámcový vzdělávací program pro gymnázia

RVP ZV – Rámcový vzdělávací program základního vzdělání

SŠ – Střední škola

ZŠ – Základní škola

1 ÚVOD

Výuka biologie představuje důležitou součást přírodovědného vzdělávání, která přispívá k rozvoji poznání o živé přírodě, vztazích mezi organismy a fungování biologických systémů. Vzdělávání v této oblasti je zásadní nejen z hlediska rozvoje odborných znalostí, ale také z hlediska formování postojů k životnímu prostředí, zdraví a udržitelnému rozvoji. Biologie rozvíjí přírodovědné myšlení, logické uvažování, schopnost práce s informacemi a posiluje vztah žáků k reálnému světu.

Aby bylo možné tyto cíle naplnit, je nezbytné, aby výuka probíhala nejen na teoretické úrovni, ale také prostřednictvím praktických činností, které podporují aktivní zapojení žáků a přímý kontakt s učivem. Praktická výuka, včetně laboratorních prací, mikroskopování, pozorování v přírodě, terénních cvičení, experimentů či projektových úkolů, rozvíjí dovednosti, které jsou pro pochopení biologických jevů klíčové. Realizace takových forem výuky však závisí na dostatečném materiálním zajištění škol, dostupnosti vhodných pomůcek a vybavení, a také na časové dotaci, která je těmto aktivitám věnována.

Tato práce se proto zabývá nejen teoretickými východisky výuky biologie na základních a středních školách, ale také reálnými podmínkami, v nichž je výuka realizována. První část je zaměřena na analýzu kurikulárních dokumentů, zejména Rámcového vzdělávacího programu (RVP), které definují vzdělávací cíle, obsah výuky a požadavky na její realizaci, včetně vybavení. Součástí je také přehled metod praktické výuky od laboratorních prací přes terénní výuku až po integraci digitálních technologií a zhodnocení jejich přínosu pro žáky.

Druhá část se opírá o dotazníkové šetření, které bylo provedeno mezi učiteli přírodopisu a biologie v Plzeňském a Karlovarském kraji. Součástí práce je zaměření na zjištění dostupnosti učebních pomůcek (zejména mikroskopů a preparátů), frekvence využívání praktických metod ve výuce a faktorů, které ovlivňují úroveň materiálního zabezpečení jednotlivých škol. Výsledky této analýzy přinášejí nejen přehled o současném stavu, ale také prostor pro formulaci doporučení ke zlepšení.

Výstupem práce je zároveň vytvoření sady výukových materiálů, která by mohla učitelům sloužit jako podpora při realizaci praktické výuky, konkrétně pracovní listy pro žáky a metodická příručka pro učitele. Tyto materiály vycházejí z potřeb a možností škol, které vzešly z dotazníkového šetření, a jsou navrženy tak, aby byly snadno využitelné v běžné výuce přírodopisu a biologie.

2 CÍLE PRÁCE

Hlavním cílem této práce je zmapovat a zanalyzovat aktuální stav praktické výuky biologie na základních školách a středních školách (včetně gymnázií) se zaměřením na její materiální zabezpečení. Práce se snaží odpovědět na otázky, jakými prostředky školy disponují pro realizaci praktických cvičení, do jaké míry jsou tyto prostředky ve výuce skutečně využívány a jaké faktory ovlivňují kvalitu a četnost praktických aktivit.

Tyto informace byly získány pomocí dotazníkového šetření, které bylo realizováno mezi učiteli přírodopisu a biologie působícími na školách v Plzeňském a Karlovarském kraji. Na základě vyhodnocení sesbíraných dat bylo dalším cílem vytvořit podpůrné výukové materiály, konkrétně sadu pracovních listů určených pro žáky a metodickou příručku pro učitele. Tyto materiály reflektují potřeby praxe a jsou navrženy tak, aby přispěly k rozvoji kvalitní, efektivní a přístupné praktické výuky biologie na základních a středních školách.

3 KURIKULÁRNÍ DOKUMENTY A LEGISLATIVNÍ RÁMEC PRO VÝUKU BIOLOGIE

Vzdělávací systém v České republice je řízen soustavou kurikulárních dokumentů, které určují cíle a obsah výuky na různých stupních škol. Klíčovým rámcem pro vzdělávání jsou Rámcové vzdělávací programy (RVP), které stanovují závazné požadavky na vzdělávání v jednotlivých oborech. Každá škola pak na základě RVP vytváří svůj Školní vzdělávací program (ŠVP), který přizpůsobuje vzdělávací obsah konkrétním podmínkám školy a potřebám žáků ^[1].

3.1 RÁMCOVÉ VZDĚLÁVACÍ PROGRAMY PRO ZÁKLADNÍ VZDĚLÁNÍ (RVP ZV)

RVP ZV definuje očekávané výstupy a učivo pro základní školy. Výuka biologie je zde zařazena pod vzdělávací oblast "Člověk a příroda", kde spadá pod předmět Přírodopis. Cílem je, aby žáci získali základní biologické znalosti a dovednosti potřebné pro pochopení přírodních procesů, rozvoj kritického myšlení a práci s informacemi.

Podle RVP ZV se doporučuje, aby školy měly alespoň základní pomůcky pro praktickou výuku. V rámci výuky biologie je důraz kladen na mikroskopování, pozorování přírodních vzorců a základní experimenty. RVP nezmiňují konkrétní počet mikroskopů nebo další pomůcky, ale požadují, aby školy umožnily žákům získat praktické dovednosti ^[2].

3.2 RÁMCOVÝ VZDĚLÁVACÍ PROGRAM PRO GYMNÁZIA (RVP G)

Na nižším gymnáziu se výuka biologie také řídí RVP ZV, zatímco na vyšším gymnáziu platí Rámcový vzdělávací program pro gymnázia (RVP G). Ten obsahuje podrobnější a rozšířenější tematické celky, zaměřené na hlubší porozumění biologickým jevům, jejich vzájemným souvislostem a aplikaci v praktických situacích.

Stejně jako v RVP ZV, i u gymnázií je v RVP G podrobněji specifikováno, jaké praktické dovednosti by měli žáci získat. Výuka biologie na středních školách je strukturována tak, že vyžaduje širší a komplexnější vybavení, včetně pokročilejších mikroskopů, laboratorních pomůcek a odborných učeben ^[3].

3.3 LEGISLATIVNÍ POŽADAVKY NA VÝUKU BIOLOGIE A VYBAVENOST ŠKOL

Vedle kurikulárních dokumentů existují také legislativní normy, které stanovují požadavky na podmínky vzdělávání, včetně materiálního zázemí pro výuku biologie.

Vyhláška č. 410/2005 Sb., o hygienických požadavcích na prostory škol, upravuje minimální standardy pro vybavení učeben, včetně odborných učeben pro výuku přírodovědných předmětů. Stanovuje také pravidla pro bezpečnost práce v laboratořích, skladování chemických látek a manipulaci s biologickým materiálem [4].

Kromě toho v České republice existuje několik dotačních programů zaměřených na zlepšení vybavení škol pro výuku biologie a dalších přírodovědných oborů. Jedním z hlavních nástrojů je Integrovaný regionální operační program (IROP), který poskytuje finanční podporu na modernizaci a vybavení odborných učeben ve školách.

Podporované aktivity zahrnují:

- **Výstavbu a modernizaci odborných učeben:** Cílem těchto investic je vznik prostorů určených pro výuku přírodních věd, jako jsou chemické a biologické laboratoře [5].
- **Polytechnické vzdělávání:** Podpora směřující na školní dílny a laboratoře zaměřené na technické a řemeslné obory, včetně zavádění moderních technologií, jako je 3D tisk a virtuální realita [6].

V rámci výzev IROP bylo vyhlášených ke konci roku 2022 3,2 miliardy Kč na zlepšení vybavení základních škol. Tyto prostředky byly určeny na stavby, stavební práce a nákup vybavení pro odborné učebny zaměřené na přírodní vědy a další obory [5].

Kromě toho Ministerstvo pro místní rozvoj (MMR) vyhlašuje výzvy zaměřené na zkvalitnění vzdělávací infrastruktury středních škol. Tyto výzvy podporují modernizaci odborných učeben ve vazbě na přírodní vědy, polytechnické vzdělávání, výuku cizích jazyků a práci s digitálními technologiemi [6].

V Plzeňském a Karlovarském kraji existuje několik dotačních programů zaměřených na podporu vzdělávání, včetně oblastí jako jsou přírodovědné předměty a ekologické projekty. Tyto programy mohou nepřímo ovlivnit kvalitu výuky biologie a dalších přírodovědných předmětů. Je třeba poznamenat, že některé z těchto programů jsou zaměřeny spíše na podporu studentů a učitelů obecně, nikoli výhradně na výuku biologie.

V Karlovarském kraji jsou k dispozici dotační programy převážně pro studenty, které po dobu studia studenta finančně podporují a nadále mu pomohou mít dobrý start na dráze začínajícího pedagoga. Jedny z takových programů jsou:

- **Stipendijní (dotační) program ke zlepšení vzdělanostní struktury obyvatelstva pro VŠ studenty:** Karlovarský kraj nabízí stipendia pro studenty vysokých škol,

kteří se zaváží pracovat pět let v kraji po ukončení studia, čímž se podporuje návrat odborníků do regionu [7].

- **Náborové příspěvky pro učitele:** Karlovarský kraj vyhlašuje výzvy na náborové příspěvky pro učitele, jejichž cílem je přilákat nové pedagogy do regionu a posílit tak kvalitu vzdělávání. Podporovány jsou základní i střední školy, které mohou žádat o příspěvek na nové učitele [8].

4 ŠKOLNÍ VZDĚLÁVACÍ PROGRAMY (ŠVP) A JEJICH ROLE

Školní vzdělávací plán představuje klíčový nástroj pro školy, jak přizpůsobit výuku specifickým podmínkám školy a potřebám jejích žáků. Na základě RVP si škola vytváří vlastní program, který určuje, jak budou jednotlivé předměty, včetně biologie, vyučovány. Školy mají možnost volby v tom, jakým způsobem budou praktická cvičení realizována a jaký materiál a vybavení bude k dispozici. Důležitým aspektem je i přizpůsobení počtu hodin pro jednotlivé tematické celky a volba vhodných výukových metod, což zahrnuje i prostor pro praktickou výuku, laboratorní činnosti a projektovou výuku [9].

RVP ZV pro základní školy a RVP SŠ pro střední školy poskytují školám jasný rámec pro to, co by mělo být obsahem výuky, ale dávají prostor pro určitou volnost při implementaci a přizpůsobení konkrétním podmínkám školy. Například na základních školách je důraz kladen na experimentální a pozorovací činnosti, kde se žáci učí nejen teorii, ale i základním praktickým dovednostem (například mikroskopování, pozorování přírodních vzorců). Na středních školách je výuka obohacena o náročnější experimenty a laboratoře, kde se používají pokročilejší techniky a pomůcky.

RVP ZV jsou školy vyzývány, aby měly alespoň základní vybavení pro praktickou výuku biologie. Doporučuje se, aby výuka zahrnovala základní pozorování a experimenty. Školy mají určitou flexibilitu, co se týče konkrétních pomůcek a vybavení, ale jejich úkolem je zajistit, aby žáci získali praktické dovednosti, které jim umožní pochopit přírodní jevy a procesy [2].

Na středních školách, jak stanovuje RVP SŠ, je výuka biologie náročnější, s důrazem na provádění složitějších experimentů a laboratorních prací. Využívání moderních pomůcek a laboratorní techniky je zde zásadní. Střední školy často disponují specializovanými laboratořemi, které jsou vybaveny pokročilými mikroskopy a laboratorními přístroji, což umožňuje realizaci složitějších pokusů a výzkumných úkolů. Tato komplexita je v souladu s cílem přípravy žáků na odborné profesní činnosti nebo na vysokou školu [3].

5 FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ ÚROVEŇ MATERIÁLNÍHO ZABEZPEČENÍ ŠKOL

Materiální zabezpečení škol je klíčovým faktorem ovlivňujícím kvalitu výuky, zejména v přírodovědných předmětech, kde je potřeba dostatečné vybavení pro praktické experimenty. Úroveň vybavení škol se však může výrazně lišit v závislosti na několika faktorech, jako jsou dostupné finanční prostředky, přístup vedení školy, regionální rozdíly a demografická situace. Tyto faktory mohou ovlivnit nejen množství a kvalitu výukových pomůcek, ale i možnosti realizace praktické výuky, která je pro pochopení biologických principů zásadní ^[10].

Jedním z nejdůležitějších faktorů ovlivňujících úroveň materiálního zabezpečení škol je financování. To se skládá z několika zdrojů: státního rozpočtu, krajských a obecních příspěvků, grantů a dotačních programů, ale i příspěvků od soukromých subjektů ^[11].

5.1 STÁTNÍ FINANCOVÁNÍ

V České republice jsou školy financovány především prostřednictvím normativů na žáka, které jsou stanoveny Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy (MŠMT). Tyto prostředky pokrývají základní provozní náklady, mzdy učitelů a částečně také investice do školního vybavení. Přestože RVP doporučují, aby školy poskytovaly žákům praktické vzdělávání, konkrétní úroveň materiálního zabezpečení závisí na možnostech konkrétní školy a zřizovatele ^[12].

5.2 DOTAČNÍ A GRANTOVÉ PROGRAMY

Školy mohou získat další prostředky prostřednictvím různých dotačních programů, například z Operačního programu Jan Amos Komenský (OP JAK), který podporuje inovace ve vzdělávání a financování moderního školního vybavení ^[13]. Dále kraje vypisují vlastní dotační programy na podporu přírodovědného a technického vzdělávání (kapitola 3.3) ^[14].

5.3 ZAPOJENÍ SOUKROMÉHO SEKTORU

Některé školy navazují spolupráci se soukromými firmami a neziskovými organizacemi, které mohou přispět na vybavení laboratoří nebo nabídnout žákům exkurze a praktické workshopy. Tyto aktivity jsou častější na středních odborných školách, ale mohou se objevovat i na základních školách s rozšířenou výukou přírodních věd.

5.4 REGIONÁLNÍ ROZDÍLY V MATERIÁLNÍM ZABEZPEČENÍ ŠKOL

Materiální podmínky škol nejsou v České republice jednotné. Velké rozdíly lze pozorovat mezi městskými a venkovskými školami i mezi jednotlivými kraji.

5.4.1 PLZEŇSKÝ VS. KARLOVARSKÝ KRAJ

Plzeňský kraj jakožto region s univerzitním zázemím a širší nabídkou školních institucí má v průměru lepší materiální zabezpečení než Karlovarský kraj, který se dlouhodobě potýká s nedostatkem kvalifikovaných učitelů a menší dostupností financí na modernizaci školního vybavení ^[15, 16].

5.4.2 ROZDÍLY MEZI MĚSTSKÝMI A VENKOVSKÝMI ŠKOLAMI

Bývá často vnímáno, že školy ve velkých městech mají lepší materiální zabezpečení díky většímu objemu finančních prostředků a lepší dostupnosti grantů. Na venkově bývá financování omezenější, což se projevuje nižším počtem pomůcek nebo starším vybavením laboratoří ^[17].

6 VÝZNAM PRAKTICKÉ VÝUKY BIOLOGIE

6.1 VLIV PRAKTICKÉ VÝUKY NA POROZUMĚNÍ BIOLOGII

Praktická výuka hraje klíčovou roli v procesu osvojování biologických znalostí. Žáci si skrze experimenty a pozorování mohou lépe představit abstraktní pojmy a propojit teorii s reálným světem. Výzkumy ukazují, že praktická výuka přispívá ke zvýšení porozumění biologickým konceptům a dlouhodobějšímu uchování informací v paměti. Například mikroskopování buněčných struktur umožňuje studentům přímo pozorovat jevy, o kterých se učí, což zvyšuje jejich schopnost pochopit složité biologické procesy (HOFSTEIN & LUNETTA, 2004).

Dále se ukazuje, že studenti, kteří mají možnost provádět praktické pokusy, vykazují vyšší úroveň zapojení do výuky a zlepšené analytické dovednosti (OSBORNE & DILLON, 2008). Například při studiu fotosyntézy může být rozdíl mezi pouhým zapamatováním chemické rovnice a reálným experimentálním důkazem procesu prostřednictvím měření produkce kyslíku u rostlin. Tento přístup podporuje nejen zapamatování, ale i hlubší pochopení souvislostí mezi teorií a praxí.

6.2 ROZVOJ KRITICKÉHO MYŠLENÍ A VĚDECKÝCH DOVEDNOSTÍ

Praktická výuka biologie nejenže pomáhá studentům lépe pochopit teoretické koncepty, ale také podporuje rozvoj kritického myšlení a vědeckého uvažování. Během laboratorních cvičení a experimentů se studenti učí formulovat hypotézy, navrhnout a provádět experimenty, analyzovat výsledky a vyvozovat závěry. Tento proces odpovídá principům vědecké metody a je zásadní pro rozvoj analytických dovedností (DUSCHL & GRANDY, 2008). Například při zkoumání enzymatické aktivity se studenti musí rozhodnout, jaké proměnné budou sledovat, jak zajistí kontrolní podmínky a jak interpretují získaná data. Tento přístup zvyšuje schopnost logického uvažování a vede studenty k hlubšímu porozumění procesům v přírodě (MILLAR, 2004). Kromě toho se ukazuje, že žáci, kteří se pravidelně zapojují do experimentální výuky, snadněji rozpoznávají dezinformace a mají lepší schopnost hodnotit vědecké poznatky. V době, kdy jsou sociální média zaplavena nepodloženými tvrzeními o zdraví a biologii, je schopnost kritického hodnocení informací zásadní (LEDERMAN, 2007).

6.3 PROPOJENÍ TEORIE S PRAXÍ A LEPŠÍ ZAPAMATOVÁNÍ UČIVA

Praktická výuka významně přispívá k lepšímu pochopení a dlouhodobému zapamatování učiva, protože studenti si informace nejen vyslechnou, ale také je aktivně zpracovávají skrze vlastní zkušenosti (KOLB, 1984). Podle teorie experimentálního učení si studenti nejlépe osvojují znalosti, pokud se mohou zapojit do přímé zkušenosti a následné reflexe (FREEMAN et al., 2014). Například při mikroskopování žák nejen čte o buňkách, ale vidí je na vlastní oči, což mu umožňuje lépe propojit teorii s konkrétními příklady. Výzkumy ukazují, že studenti, kteří mají možnost učit se prostřednictvím praktických aktivit, dosahují lepších výsledků v testech zaměřených na aplikaci znalostí než ti, kteří se učí pouze z učebnic (FREEMAN et al., 2014).

Dalším důležitým aspektem je zapojení více smyslů, které pomáhá fixovat nové informace do dlouhodobé paměti. Praktická výuka tak napomáhá nejen pochopení složitých biologických konceptů, ale také zvyšuje motivaci studentů k učení.

7 METODY PRAKTICKÉ VÝUKY V BIOLOGII

7.1 LABORATORNÍ CVIČENÍ

Laboratorní cvičení jsou klíčovou součástí praktické výuky biologie, která umožňuje studentům získat dovednosti v mikroskopování, chemických analýzách a dalších experimentech. Podle RVP pro ZŠ by žáci měli mít možnost pracovat s laboratorním vybavením, což zahrnuje především mikroskopy, Petriho misky, pipety či chemické roztoky pro základní biologické pokusy (MÄRZOVÁ, 2020). Na středních školách je laboratorní výuka rozšířenější a zahrnuje pokročilejší experimenty, jako je práce s DNA, enzymatické reakce nebo kultivace mikroorganismů ^[18].

Příkladem laboratorních cvičení, která rozvíjejí praktické i myšlenkové dovednosti žáků, může být badatelsky orientovaná výuka (BOV). Tento přístup klade důraz na aktivní roli žáků jako „malých badatelů“. Žáci sami formulují otázky, navrhují experimenty, sbírají a vyhodnocují data a diskutují výsledky, zatímco učitel zde vystupuje spíše v roli průvodce než zadavatele hotových úkolů. BOV podporuje tvořivé a kritické myšlení, schopnost argumentace a motivaci k učení. Výzkumy ukazují, že tento přístup je nejefektivnější především u žáků do 14 let, tedy ve věku odpovídajícím druhému stupni základní školy. Výuka obvykle začíná strukturovanými úlohami a postupně přechází k otevřenému bádání, kdy žáci přebírají více odpovědnosti, aniž by byla ohrožena bezpečnost nebo smysluplnost výuky (VOTÁPKOVÁ et al. 2013).

Další konkrétní příklady laboratorních cvičení zahrnují pozorování různých typů buněk a jejich struktur, zkoumání průduchů či trichomů na listech rostlin nebo pozorování účinků osmotických změn v rostlinných buňkách. Tyto aktivity žákům umožňují lépe pochopit základní biologické principy a rozvíjet dovednosti práce s mikroskopem a laboratorními pomůckami. Kromě samotného pozorování jsou součástí cvičení i úkoly na zaznamenávání výsledků a jejich interpretaci, což podporuje analytické myšlení a schopnost vědecké práce (KALOVÁ, 2015).

7.1.1 VYUŽITÍ LABORATORNÍCH POMŮCEK

Mezi nejčastěji používané pomůcky patří:

- **Mikroskopy** – základní i digitální modely pro zkoumání buněk a mikroorganismů
- **Mikroskopická sklíčka a krycí sklíčka** – pro přípravu vzorků k mikroskopování
- **Skalpel, pinzeta, pipety** – nástroje pro manipulaci s biologickým materiálem

- **Reagenční látky** – indikátory pH, Lugolův roztok pro barvení škrobu apod.
- **Petriho misky a kultivační média** – pro růst bakteriálních kultur
- **Modely lidského těla a orgánových soustav** – pro demonstraci anatomických struktur
- **Trvalé mikroskopické preparáty** – obsahují vzorky tkání, buněk nebo mikroorganismů, které jsou profesionálně zpracované a uchované pro dlouhodobé využití

7.1.2 BEZPEČNOSTNÍ PRAVIDLA V LABORATOŘI

Bezpečnost v laboratoři je regulována vyhláškou č. 410/2005 Sb., která stanovuje požadavky na vybavení laboratoří a zacházení s chemickými látkami ^[4]. Studenti musí být poučeni o správné manipulaci s pomůckami, likvidaci biologického odpadu a zásadách první pomoci při laboratorních nehodách.

7.1.3 PŘÍNOSY LABORATORNÍ VÝUKY

Laboratorní cvičení podporují u studentů rozvoj pozorovacích schopností, kritického myšlení a manuálních dovedností. Výzkumy ukazují, že žáci, kteří absolvují pravidelnou laboratorní výuku, dosahují lepších výsledků v biologických disciplínách a mají větší zájem o přírodní vědy (ČÁP & MAREŠ, 2019).

7.2 TERÉNNÍ VÝUKA A EXKURZE

Terénní výuka představuje specifickou formu vzdělávání, která se odehrává mimo školní učebny, obvykle v přírodním prostředí. Jejím cílem je propojit teoretické znalosti s praktickými zkušenostmi, což žákům umožňuje lépe pochopit ekologické vztahy, biodiverzitu a přírodní procesy.

Jedním z hlavních přínosů terénní výuky je zlepšení kognitivního vnímání přírodních jevů, posílení zájmu o biologii a rozvoj badatelských dovedností. Žáci si osvojí nejen nové informace, ale také se učí pozorovat, analyzovat a interpretovat data přímo v terénu. Výzkumy ukazují, že praktická zkušenost v přírodním prostředí vede k dlouhodobějšímu zapamatování informací a posílení vztahu k přírodě (FÄGERSTAM, 2012).

V rámci RVP je doporučováno zařazení terénní výuky do hodin přírodopisu a biologie, zejména při výuce ekologie a geologie. Školy mají volnost v tom, jak tuto výuku začlenit do

svého ŠVP, přičemž se často využívají lokální přírodní oblasti, chráněná území nebo spolupráce s environmentálními organizacemi ^[1].

7.2.1 METODY TERÉNNÍ VÝUKY

Terénní výuka využívá různé metody podle věku žáků, vzdělávacích cílů a prostředí, ve kterém probíhá. Mezi hlavní metody patří (SVOBODOVÁ et al., 2019):

- **Pozorování a sběr dat** – žáci se učí systematicky pozorovat přírodní jevy, zaznamenávat změny v ekosystémech a provádět základní měření (například teploty, pH půdy, množství srážek).
- **Praktické experimenty v terénu** – například odběr vzorků vody pro analýzu kvality vody, měření biodiverzity pomocí transektů nebo práce s geologickými vzorky.
- **Mapování a orientace v terénu** – použití map, kompasu nebo GPS při práci v přírodě.
- **Projektová výuka a skupinová práce** – dlouhodobější projekty, jako je monitorování změn v ekosystému během roku, práce na místních environmentálních problémech nebo vytváření edukativních materiálů o chráněných oblastech.
- **Exkurze do přírodních a chráněných oblastí** – výlety do národních parků, botanických zahrad nebo zoologických expozic jako součást výuky biologie.

7.2.2 NEVÝHODY TERÉNNÍ VÝUKY

Inspirativní rozdělení dle SVOBODOVÉ et al. (2019).

- **Organizační a časová náročnost** – vyžaduje podrobné plánování, povolení od rodičů a zajištění bezpečnosti žáků.
- **Finanční náklady** – náklady na dopravu, pomůcky a případné vstupné mohou být vysoké, což může omezovat dostupnost exkurzí zejména pro školy s nižším rozpočtem.
- **Nepředvídatelnost počasí a vnějších podmínek** – změny počasí mohou negativně ovlivnit průběh výuky a snížit efektivitu některých aktivit.
- **Omezená možnost kontroly a hodnocení žáků** – ve venkovním prostředí je složitější zajistit disciplínu a zároveň efektivně sledovat individuální pokroky žáků (FÄGERSTAM, 2012).

7.3 PROJEKTOVÁ VÝUKA

Projektová výuka je vyučovací metoda, která klade důraz na aktivní zapojení žáků, jejich samostatnost a spolupráci při řešení komplexního úkolu. Žáci během této výuky propojují teoretické znalosti s praktickými dovednostmi a učí se řešit reálné problémy (KALHOUSE, 2009). Podle KALHOUSE (2009) je projektová výuka charakteristická tím, že vychází z konkrétního problému, jehož řešení vyžaduje propojení různých znalostí a dovedností. Mezi základní principy projektové výuky patří:

- **Interdisciplinarita** – propojuje různé předměty a témata
- **Práce na reálném problému** – úkoly jsou blízké skutečnému životu
- **Aktivní účast žáků** – žáci sami plánují a realizují projekt
- **Spolupráce** – často se pracuje v týmech
- **Prezentace výsledků** – výstupy projektů mají konkrétní podobu (prezentace, modely, výzkumné zprávy)

7.3.1 VYUŽITÍ PROJEKTOVÉ VÝUKY V RÁMCI BIOLOGIE

Projektová výuka se v biologii často využívá k hlubšímu pochopení přírodních procesů a k rozvoji dovedností potřebných pro vědeckou práci. Typicky zahrnuje praktické činnosti, experimenty, dlouhodobé pozorování a práci s reálnými daty ^[19].

7.3.2 PŘÍKLADY BIOLOGICKÝCH PROJEKTŮ

Zde jsou uvedeny inspirativní příklady biologických projektů, které vycházejí z praxe škol a mohou obohatit výuku o prvky badatelského a praktického učení (PAVLASOVÁ, 2015).

- **Ekosystémy v okolí školy** – Žáci zkoumají biodiverzitu školního dvora nebo nedalekého lesa, identifikují druhy rostlin a živočichů a hodnotí vliv lidské činnosti na lokální ekosystém.
- **Analýza kvality vody** – Odběr vzorků vody z různých lokalit, měření pH, obsahu dusičnanů a sledování přítomnosti mikroorganismů.
- **Vliv různých podmínek na klíčení semen** – Experimentální sledování vlivu světla, vody, teploty nebo půdních podmínek na růst rostlin.
- **Včely a opylování** – Studium významu opylovačů v ekosystému, možnosti ochrany a podpora biodiverzity ve městech.

7.3.3 DIGITÁLNÍ TECHNOLOGIE V PROJEKTOVÉ VÝUCE BIOLOGIE

Digitální nástroje umožňují moderní a efektivní zpracování biologických projektů.

Příklady aplikací a nástrojů, které můžeme ve výuce aplikovat:

- **Mobilní aplikace na určování rostlin, živočichů nebo ukázek lidského těla** – aplikace jako například PlantNet, iNaturalist nebo Human Anatomy Atlas.
- **Online databáze a GIS systémy** – využití mapových podkladů při ekologických studiích.
- **Virtuální laboratoře a simulace** – například modelování genetických křížení či evolučních procesů nebo použití VR.
- **Senzory a měřicí technika** – elektronické mikroskopy, sondy na měření kvality ovzduší nebo vody.
- **Prezentace výsledků** – tvorba digitálních posterů, videí a interaktivních prezentací.

8 METODOLOGIE

8.1 DOTAZNÍKOVÉ ŠETŘENÍ

Praktická část této bakalářské práce je založena na kvantitativním výzkumu, jehož cílem je analyzovat materiální vybavenost základních a středních škol v oblasti praktické výuky biologie. Kvantitativní metoda byla zvolena, protože umožňuje sběr číselných dat a jejich statistické vyhodnocení, což je klíčové pro objektivní porovnání vybavenosti škol mezi dvěma kraji.

Pro sběr dat bylo využito dotazníkové šetření, které bylo realizováno formou online dotazníku prostřednictvím platformy Google Forms. Tato forma byla zvolena pro její snadnou dostupnost, možnost rychlého rozeslání respondentům a efektivní zpracování dat. Dotazník (Příloha 1) obsahuje celkem 20 otázek, přičemž většina z nich byla uzavřeného typu (výběr z možností, ano/ne) a pár bylo otevřených. První otázky se zaměřují na strukturu respondentů, konkrétně na dobu jejich praxe a vystudovaný obor. V případě, že respondenti vystudovali jiný obor než přírodovědecký, byla přidána doplňující otázka, která se ptá na konkrétní obor.

Další série otázek byla zaměřena na rozdělení respondentů do kategorií, jako jsou kraje, velikost měst a typ škol, kde působí. Následující otázky se soustředily na dostupnost mikroskopů, speciálně vybavených učeben, preparátů a zapojení žáků do praktické výuky.

Poslední část dotazníku se zaměřila na zjištění potřeb a požadavků učitelů ohledně pomocného materiálu. Tato část se soustředila především na formu a zaměření materiálů, které mohou učitelům usnadnit výuku mikroskopování a dalších praktických cvičení.

Dotazník byl zaslán do 28 škol v Karlovarském kraji a do 34 škol v Plzeňském kraji. Dohromady se sešlo pouze 26 odpovědí, z toho 12 bylo z Karlovarského kraje a 14 z Plzeňského.

Respondenty byli učitelé biologie na základních a středních školách a gymnáziích, kteří byli osloveni prostřednictvím e-mailů zaslaných školám v Plzeňském a Karlovarském kraji. Cílem bylo získat data z obou krajů a umožnit tak porovnání regionálních rozdílů ve vybavenosti škol. Výzkum zahrnoval školy v různých městech, a to od krajských měst a větších měst s populací nad 10 tisíc obyvatel až po menší města s méně než 10 tisíci obyvateli, což přispělo k širšímu záběru výsledků.

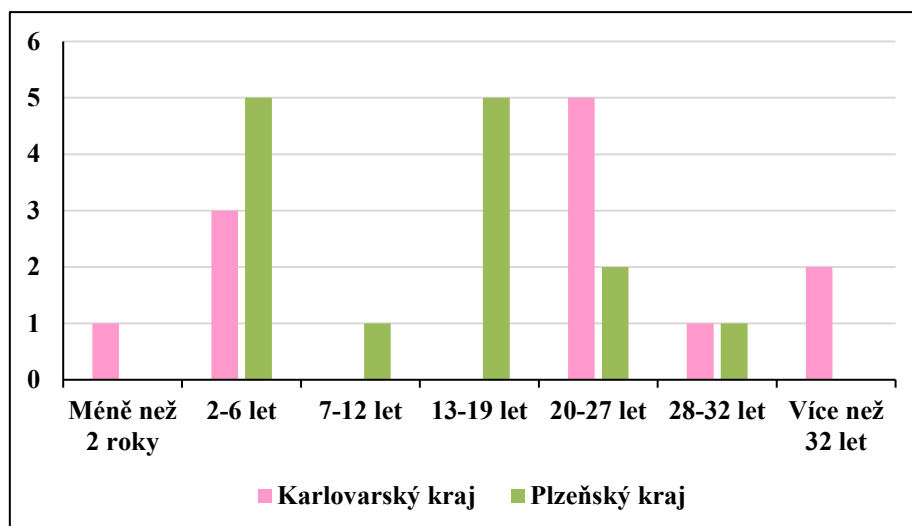
Shromážděná data byla následně zpracována a vyhodnocena pomocí tabulek a grafů. Pro analýzu dat byl použit program Microsoft Excel, který umožnil efektivní zpracování

odpovědí a přehledné vizualizace výsledků. Na základě těchto dat byla identifikována klíčová zjištění týkající se úrovně materiálního zázemí pro praktickou výuku biologie na školách v obou krajích.

9 VÝSLEDKY VÝZKUMU

9.1 STRUKTURA RESPONDENTŮ

9.1.1 DÉLKA PRAXE

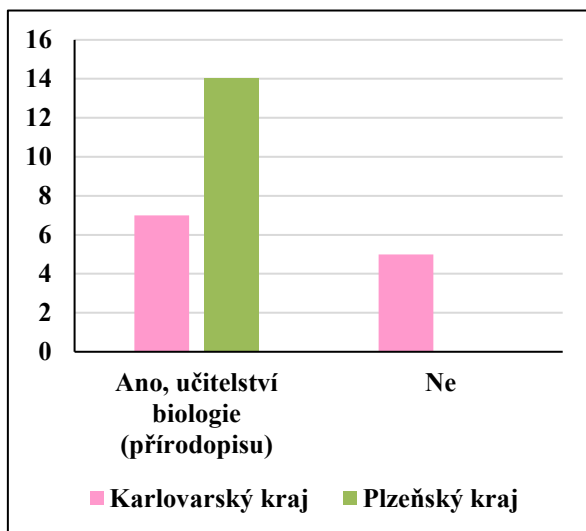


Obr. 1: Délka praxe v Karlovarském a Plzeňském kraji.

V Karlovarském kraji (Obr. 1) tvoří největší skupinu učitelé s praxí 20–27 let (5 respondentů), následují zkušení pedagogové s praxí přes 32 let (2 respondenti) a po jednom zástupci jsou zastoupeny kategorie méně než 2 roky, 2–6 let, 28–32 let. V tomto kraji tak převažují učitelé s dlouholetou zkušeností, zejména v pozdním středním profesním období.

Oproti tomu v Plzeňském kraji je nejpočetnější zastoupení rovnoměrně rozděleno mezi kategorie 2–6 let a 13–19 let (shodně 5 respondentů). Menší počet respondentů má praxi v rozsahu 7–12 let (1 osoba) a 20–27 let (2 osoby). V Plzeňském kraji je tak patrné výraznější zastoupení mladších a středně zkušených pedagogů, zatímco kategorie s nejdelší praxí zde zastoupeny nejsou.

9.1.2 VYSTUDOVANÝ OBOR



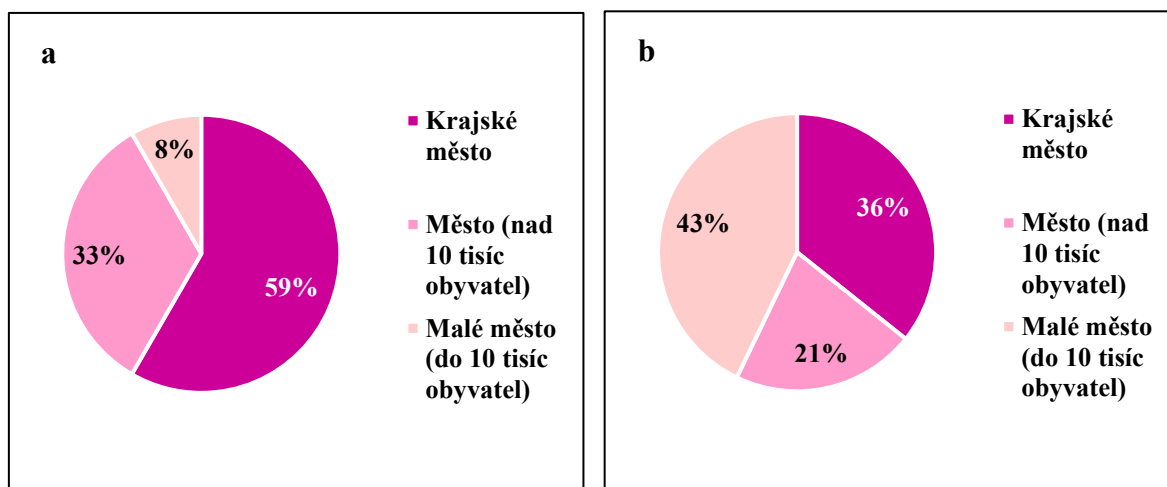
Obr. 2: Vystudování přírodovědeckého oboru v Karlovarském a Plzeňském kraji.

Tab. 1: Po odpovědi Ne v Karlovarském kraji

Matematika, zeměpis
Učitelství zdravotnických předmětů pro SŠ
Němčina
učitelství chemie pro SŠ
ČJ

Z výsledků dotazníkového šetření vyplývá (Obr. 2), že všichni respondenti z Plzeňského kraje mají vystudovaný přírodovědecký obor, konkrétně se zaměřením na biologii nebo přírodopis. Oproti tomu v Karlovarském kraji se objevily i odpovědi od učitelů, kteří vystudovali jiný obor (Tab. 1). V doplňující otázce tyto respondenti uvedli například obory jako matematika, zeměpis, český jazyk nebo německý jazyk. Dále se objevily obory jako chemie nebo zdravotnické předměty, které jsou s biologií částečně příbuzné.

9.1.3 VELIKOST MĚSTA, KDE SE ŠKOLA NACHÁZÍ

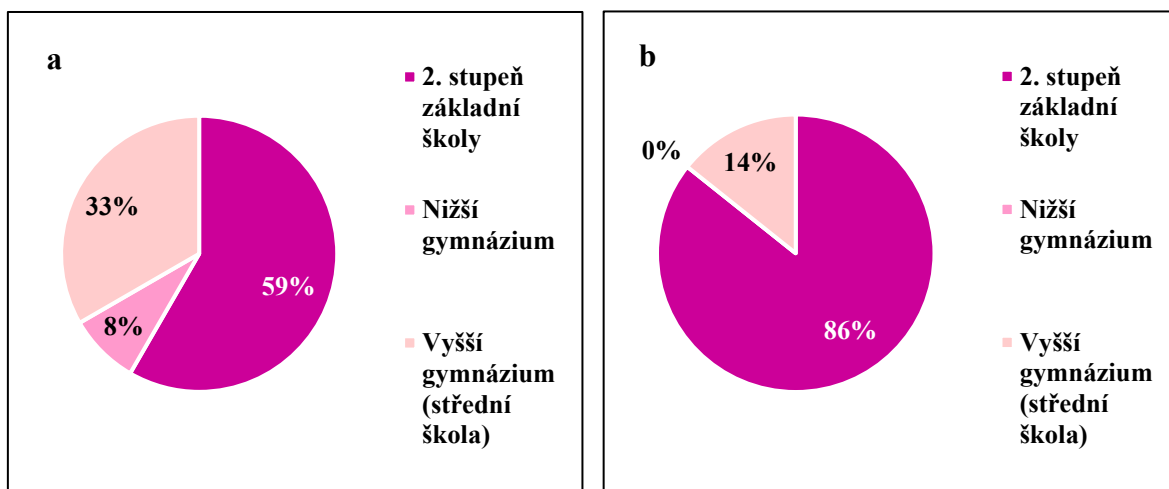


Obr. 3: a) Velikost města podle počtu obyvatel v Karlovarském kraji. b) Velikost města podle počtu obyvatel v Plzeňském kraji.

V Karlovarském kraji (Obr. 3a) většina odpovědí (59 %) pochází z krajského města, což může odrážet vyšší koncentraci škol a snadnější dostupnost respondentů ve větších městech. Dalších 33 % odpovědí je ze středně velkých měst s více než 10 tisíci obyvateli, přičemž pouze 8 % odpovědí pochází z malých měst (do 10 tisíc obyvatel). Tento trend naznačuje, že větší města mohou mít lepší přístup k materiálnímu vybavení pro praktickou výuku biologie a širší možnosti pro realizaci odborných cvičení.

Naopak v Plzeňském kraji (Obr. 3b) je rozložení odpovědí vyrovnanější. Největší podíl odpovědí přichází z malých měst do 10 tisíc obyvatel (43 %), což může souviset s odlišnou strukturou školské sítě v tomto regionu. Školy z krajského města tvoří 36 % odpovědí a pouze 21 % pochází ze středně velkých měst. Tento rozdíl mezi krajskými městy může souviset nejen s dostupností respondentů, ale také s jinými faktory, jako jsou organizační podmínky a struktura škol v daných oblastech.

9.1.4 KATEGORIE ŠKOL



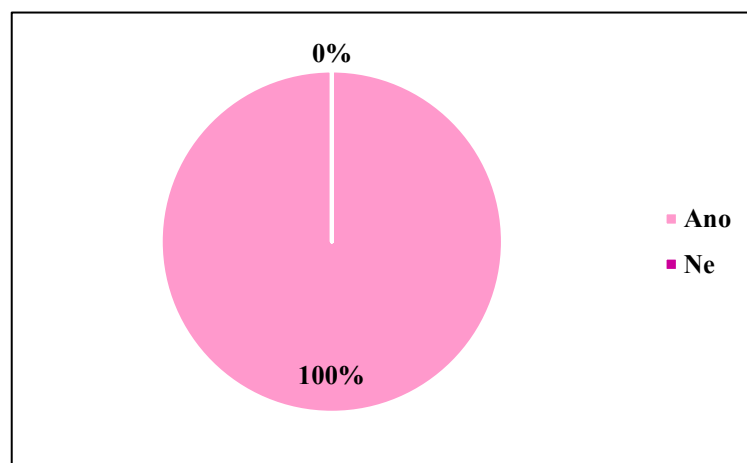
Obr. 4: a) Kategorie škol v Karlovarském kraji. b) Kategorie škol v Plzeňském kraji

V obou krajích převažují odpovědi od učitelů z 2. stupně základních škol, což odpovídá i celkovému rozložení respondentů. Vyšší podíl základních škol v obou krajích může naznačovat větší ochotu učitelů základních škol zapojit se do výzkumu nebo odlišné organizační podmínky a zázemí na jednotlivých školách.

V Karlovarském kraji (Obr. 4a) tvoří největší podíl respondentů učitelé z 2. stupně základních škol (59 %), následují učitelé vyšších gymnázií (33 %) a nejmenší zastoupení má nižší gymnázium s 8 %. V Plzeňském kraji (Obr. 4b) dominuje 2. stupeň základních škol s výrazným podílem 86 %, zatímco vyšší gymnázium je zastoupeno pouze 14 % a nižší gymnázium zde není zastoupeno vůbec, jelikož nebyl žádný učitel z gymnázia, který by učil jen na nižším gymnáziu.

9.2 DOSTUPNOST MIKROSKOPŮ A ORGANIZACE PRAKTICKÉ VÝUKY BIOLOGIE

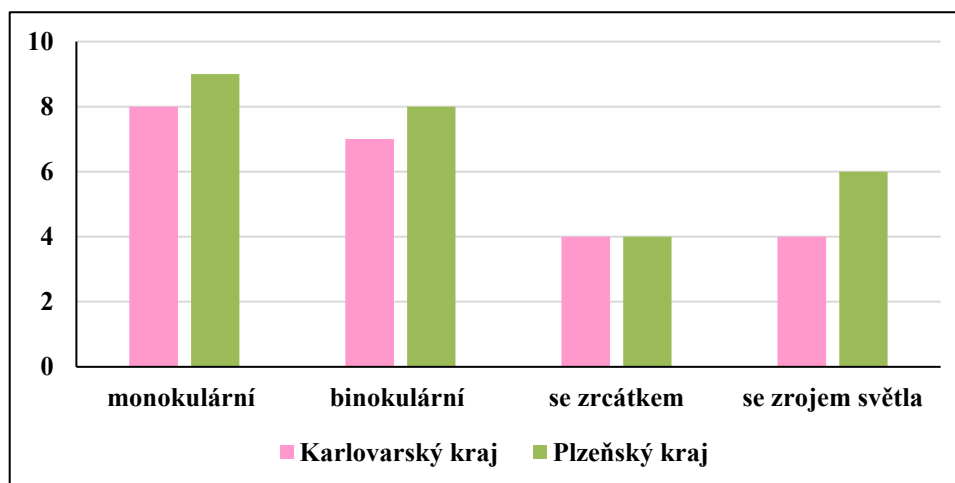
9.2.1 VYUČOVÁNÍ S MIKROSKOPEM



Obr. 5: Vyučování s mikroskopem v Karlovarském a Plzeňském kraji.

Všichni respondenti z obou krajů odpověděli, že v rámci výuky přírodopisu (biologie) na svých školách zařazují práci s mikroskopem (Obr. 5). Tento výsledek ukazuje, že mikroskopování je považováno za nedílnou součást praktické výuky biologie na základních i středních školách bez ohledu na regionální rozdíly.

9.2.2 TYPY MIKROSKOPŮ V KRAJÍCH



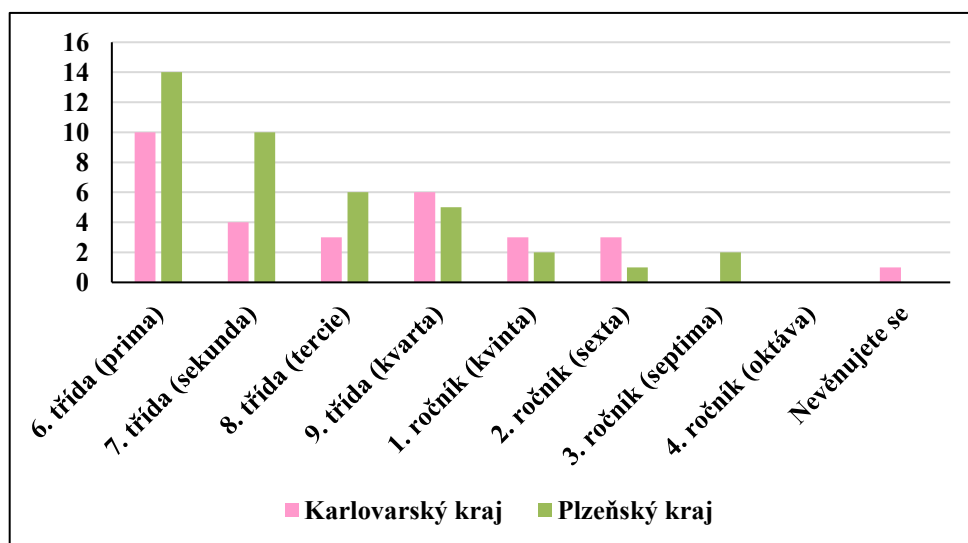
Obr. 6: Typy mikroskopů v Karlovarském a Plzeňském kraji.

Na Obr. 6 je znázorněno rozložení typů mikroskopů používaných ve školách v Karlovarském a Plzeňském kraji. Jsou porovnávány čtyři základní kategorie mikroskopů: monokulární, binokulární, se zrcátkem a se zdrojem světla, přičemž každý typ je zastoupen hodnotami pro oba kraje.

Z obrázku je patrné, že nejčastěji se v obou regionech vyskytují mikroskopy monokulární. V Plzeňském kraji bylo zaznamenáno 9 monokulárních mikroskopů a v Karlovarském kraji o jeden méně. Podobně je tomu i u binokulárních mikroskopů. V Plzeňském kraji se vyskytují v 8 případech, v Karlovarském kraji v 7 případech. Oba tyto typy tak představují nejběžnější varianty mikroskopů v obou sledovaných krajích.

Mikroskopy se zrcátkem mají v obou krajích shodné zastoupení, a to ve 4 případech. Naproti tomu v kategorii mikroskopů se zdrojem světla se objevuje drobný rozdíl, v Plzeňském kraji jsou evidovány v 6 případech, zatímco v Karlovarském kraji ve 4.

9.2.3 ROČNÍKY, VE KTERÝCH PROBÍHÁ MIKROSKOPOVÁNÍ



Obr. 7: Ročníky, ve kterých se škola věnuje mikroskopování v Karlovarském a Plzeňském kraji.

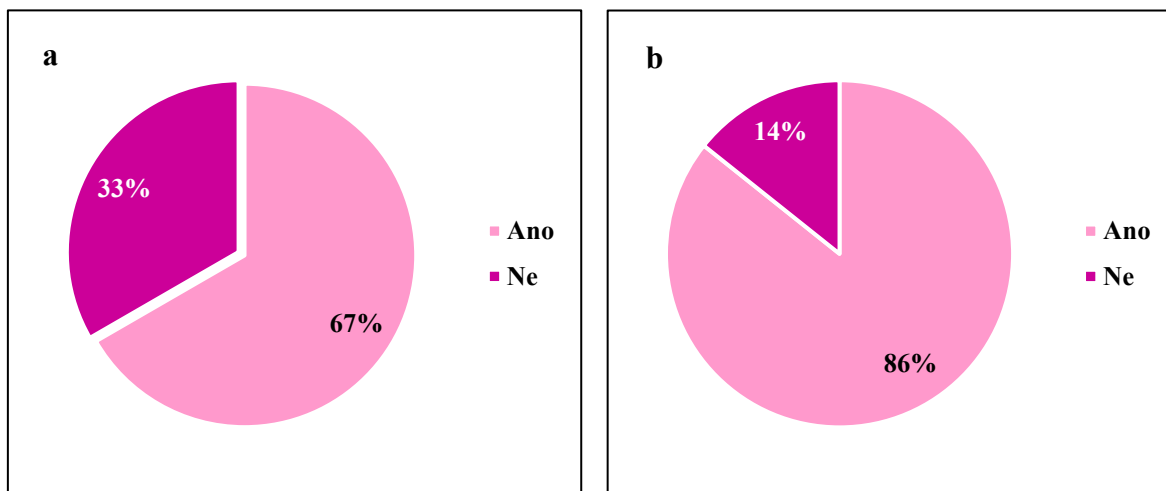
Obr. 7 znázorňuje ročníky, ve kterých se školy v Karlovarském a Plzeňském kraji věnují mikroskopování.

V Karlovarském kraji se mikroskopování nejčastěji realizuje v 6. třídě (prima), kde bylo zaznamenáno přibližně 10 odpovědí. Následuje 1. ročník (kvinta) s 5 odpověďmi a 7. třída (sekunda) se 4 odpověďmi. Ostatní ročníky, jako 8. třída (tercie), 9. třída (kvarta) nebo 2. ročník (sexta), mají nižší zastoupení. Jeden respondent uvedl, že se mikroskopování na jeho škole neprovádí.

V Plzeňském kraji je nejčastější odpovědí 6. třída (prima), kde bylo zaznamenáno přibližně 15 odpovědí. Následuje 7. třída (sekunda) s 10 odpověďmi a 8. třída (tercie) se 7 odpověďmi. 9. třída (kvarta) a 1. ročník (kvinta) mají menší zastoupení. Ve vyšších ročnících se mikroskopování objevuje jen minimálně.

Celkově je v obou krajích mikroskopování nejčastěji realizováno v nižších ročnících druhého stupně základních škol a nižšího gymnázia.

9.2.4 VÝUKA PRAKTICKÉHO CVIČENÍ (BEZ MIKROSKOPŮ)



Obr. 8: a) Výuka praktického cvičení (bez mikroskopů) v Karlovarském kraji. b) Výuka praktického cvičení (bez mikroskopů) v Plzeňském kraji.

Další otázkou bylo, zda se na školách v Karlovarském a Plzeňském kraji realizuje výuka praktických cvičení bez použití mikroskopů. Tato cvičení mohou zahrnovat různé biologické aktivity, jako jsou pokusy s rostlinami, pitvy, práce s modely či pozorování přírodních objektů.

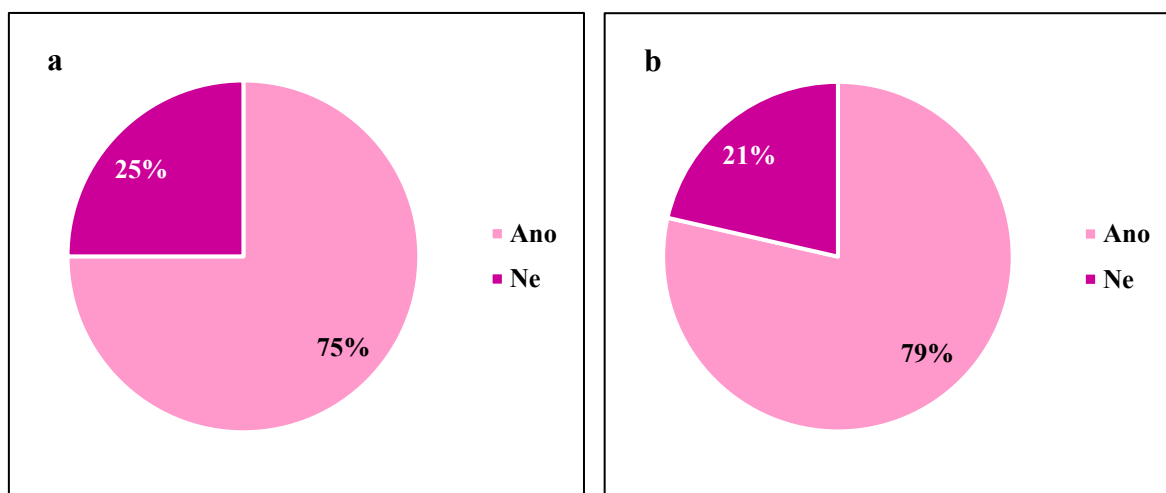
V Karlovarském kraji uvedlo 67 % respondentů (Obr. 8a), že na jejich škole probíhají praktická cvičení zaměřená na biologii, ale bez využití mikroskopů. Naopak 33 % škol taková cvičení nezařazuje, což může souviset s omezenými prostorovými nebo materiálními podmínkami, případně s jinou formou výuky biologie, která neklade tak velký důraz na praktickou část.

V Plzeňském kraji (Obr. 8b) je situace příznivější: 86 % škol se věnuje praktické výuce bez mikroskopů, zatímco pouze 14 % uvedlo, že tato cvičení neprovádí. Tento rozdíl oproti Karlovarskému kraji může naznačovat lepší vybavenost škol nebo větší důraz na praktickou složku výuky biologie v tomto regionu.

Celkově z výsledků vyplývá, že praktická cvičení bez mikroskopů jsou v Plzeňském kraji běžnější než v Karlovarském kraji, což může mít vliv na kvalitu a atraktivitu výuky biologie pro studenty.

9.3 VYBAVENOST ŠKOL

9.3.1 SPECIÁLNĚ VYBAVENÉ TŘÍDY PRO MIKROSKOPOVÁNÍ



Obr. 9: a) Speciálně vybavené třídy pro mikroskopování v Karlovarském kraji. b) Speciálně vybavené třídy pro mikroskopování v Plzeňském kraji.

Tab. 2: a) Po odpovědi Ne v Karlovarském kraji. b) Po odpovědi Ne v Plzeňském kraji

a	b
v kabinetu	Přenáší se do třídy, kde se mikroskopuje, takže se to moc často nedělá...
mikroskopy se na hodinu připraví z kabinetu, který je ve třídě	uloženy v kabinetu i ve třídě
učebna chemie	Přírodovědná učebna, kdy jsou mikroskopy schované ve skříni a vyndávají se pouze na práci s nimi. V této učebně probíhá i veškerá další výuka přírodopisu.

Na Obr. 9a a Obr. 9b je znázorněno, zda školy v Karlovarském a Plzeňském kraji disponují speciálně vybavenými učebnami pro mikroskopování.

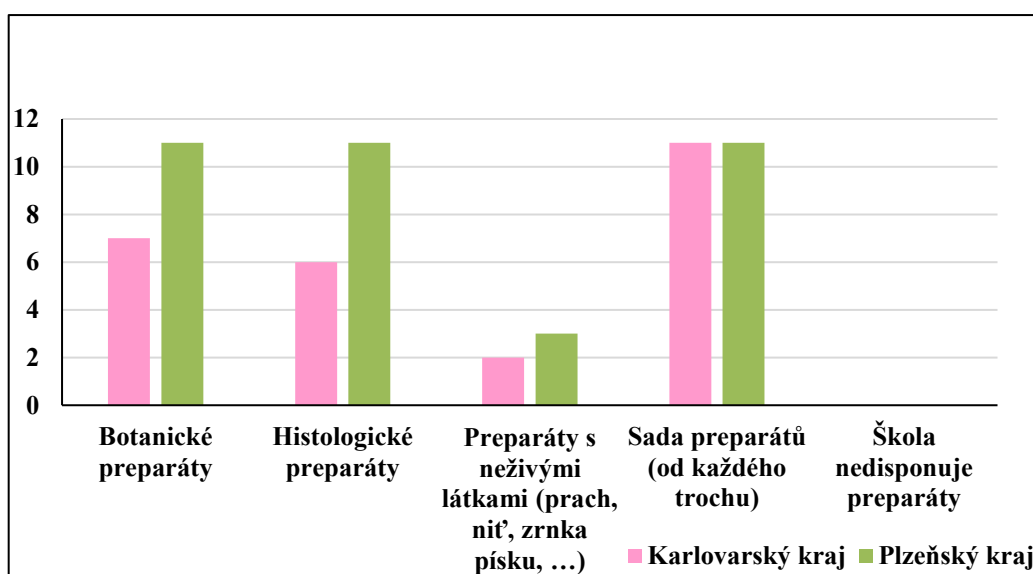
V Karlovarském kraji (Obr. 9a) odpověděla většina respondentů kladně (75 %), že jejich škola má speciální učebnu na mikroskopování. Menší část respondentů uvedla, že takovou učebnu nemají (25 %). Doplnující odpovědi (Tab. 2a) ukazují, že v těchto případech se mikroskopy přepravují z kabinetu nebo se mikroskopování odehrává v učebně chemie.

V Plzeňském kraji (Obr. 9b) je situace podobná. Většina respondentů uvedla, že jejich škola speciální učebnou disponuje (79 %), menší část odpověděla záporně (21 %). Ti, kteří

speciální učebnu nemají, uvedli (Tab. 2b), že mikroskopy jsou přenášeny do běžných tříd, což může snižovat frekvenci mikroskopování. V některých školách se mikroskopy skladují v kabinetu nebo jsou součástí přírodovědné učebny, kde se využívají pouze při potřebě mikroskopické práce.

Celkově Obr. 9a a Obr. 9b ukazují, že většina škol v obou krajích má k dispozici specializované učebny pro mikroskopování, což může pozitivně ovlivnit kvalitu a efektivitu výuky.

9.3.2 TRVALÉ PREPARÁTY NA ŠKOLÁCH



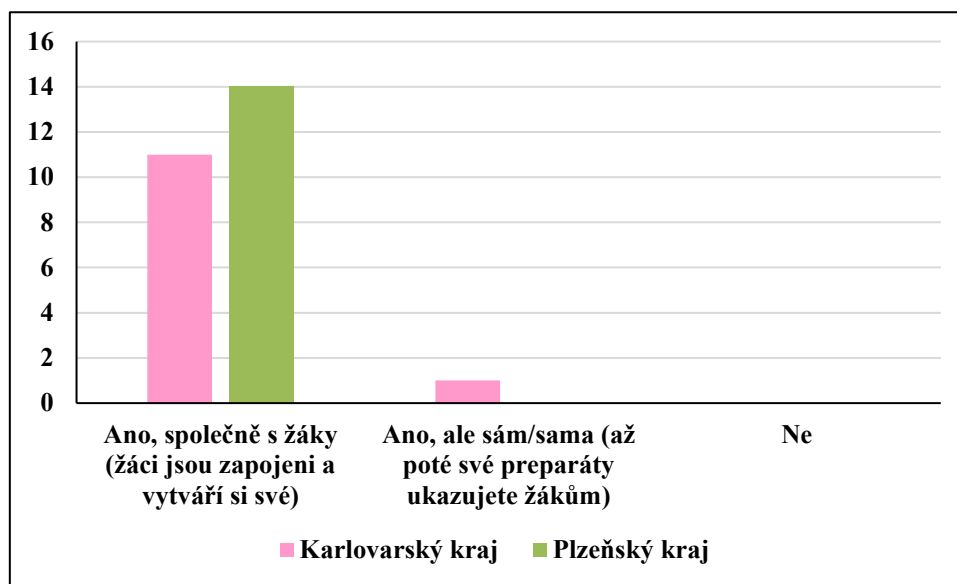
Obr. 10: Trvalé preparáty na školách v Karlovarském a Plzeňském kraji.

Dále nás zajímala dostupnost trvalých preparátů na školách v Karlovarském a Plzeňském kraji (Obr. 10). V Karlovarském kraji nejvíce respondentů uvedlo, že školy nejčastěji disponují sadou preparátů obsahující různé typy vzorků (11). Následují botanické preparáty (7) a histologické preparáty (6), které jsou na školách také poměrně rozšířené. Preparáty s neživými látkami (například prach, vlákna nebo zrnka písku) (2) jsou zastoupeny v menší míře.

V Plzeňském kraji je situace podobná, nejčastěji se na školách vyskytují sady různých preparátů (11), což uvádí stejný počet respondentů jako v Karlovarském kraji. Botanické (11) a histologické (11) preparáty jsou v Plzeňském kraji o něco rozšířenější než v Karlovarském. Preparáty s neživými látkami (3) se vyskytují spíše výjimečně.

Žádná škola neuvedla, že by vůbec nedisponovala trvalými preparáty, což naznačuje, že materiál pro mikroskopování je v obou krajích dostupný ve většině škol.

9.3.3 VYTVÁŘENÍ PREPARÁTŮ NA ŠKOLÁCH



Obr. 11: Vytváření preparátů na školách v Karlovarském a Plzeňském kraji.

Na základě Obr. 11 lze posoudit, jak se na školách v Karlovarském a Plzeňském kraji přistupuje k tvorbě preparátů.

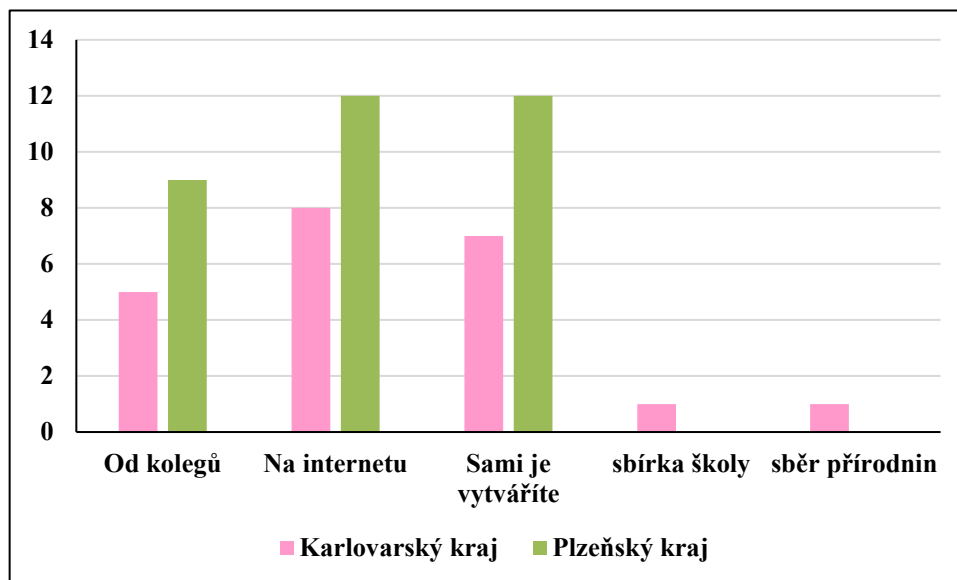
V obou krajích převládá možnost, že učitelé vytvářejí preparáty společně se žáky, kteří jsou aktivně zapojeni do procesu a připravují si vlastní vzorky. V Plzeňském kraji je tento způsob mírně častější než v Karlovarském.

Pouze jeden respondent v Karlovarském kraji uvedl, že preparáty vytvářejí samostatně a až následně je ukazují žákům.

Žádná škola neuvedla možnost, že by se preparáty vůbec nevytvářely, což naznačuje, že praktická část výuky mikroskopování je na školách v obou krajích běžnou součástí výuky.

9.4 PODKLADY PRO REALIZACI VÝUKY

9.4.1 ZDROJE MATERIÁLŮ/NÁVODŮ K MIKROSKOPOVÁNÍ



Obr. 12: Zdroje materiálů/návodů k mikroskopování v Karlovarském a Plzeňském kraji.

Učitelé v Karlovarském a Plzeňském kraji využívají různé zdroje materiálů a návodů k mikroskopování (Obr. 12).

V Karlovarském kraji jsou nejčastějším zdrojem materiály z internetu, které využívá 8 respondentů. Následuje vlastní tvorba materiálů, kterou uvedlo 7 učitelů. Kolegové jsou zdrojem materiálů pro 5 respondentů. Dva respondenti ještě uvedli, že využívají sbírku školy nebo sběr přírodnin jako zdroj materiálů.

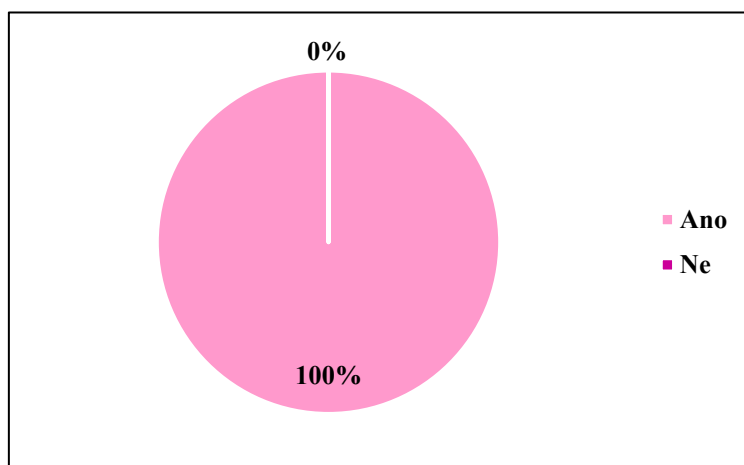
V Plzeňském kraji jsou nejčastějšími zdroji internet a vlastní tvorba materiálů, které shodně uvedlo 12 respondentů. Kolegové jsou zdrojem materiálů pro 9 učitelů. Na rozdíl od Karlovarského kraje zde nikdo nezmínil jiný zdroj.

Celkově je patrné, že internet a vlastní tvorba materiálů jsou nejčastějšími způsoby získávání podkladů pro mikroskopování v obou krajích.

9.5 TVORBA MATERIÁLŮ PODLE VÝSLEDKŮ VÝZKUMU

V této části nejsou výsledky dotazníku rozděleny podle Karlovarského a Plzeňského kraje, ale jsou prezentovány souhrnně na základě všech získaných odpovědí.

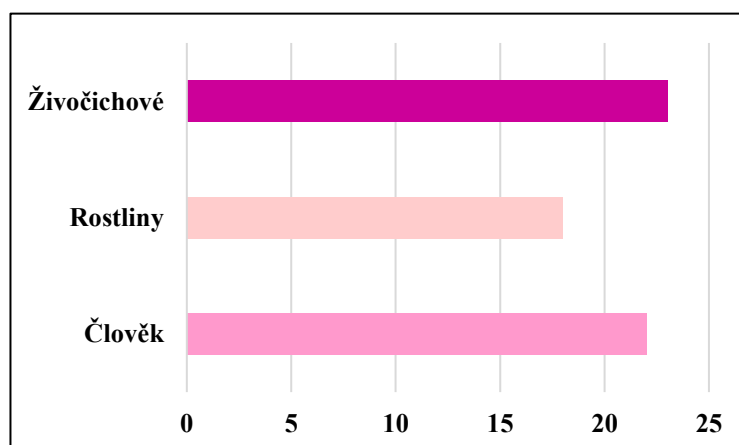
9.5.1 UVÍTÁNÍ PODKLADŮ KE ZLEPŠENÍ MIKROSKOPOVÁNÍ



Obr. 13: Uvítání podkladů ke zlepšení mikroskopování.

Všichni respondenti se shodli na tom, že by uvítali podklady ke zlepšení mikroskopování (Obr. 13).

9.5.2 ZAMĚŘENÍ MATERIÁLŮ



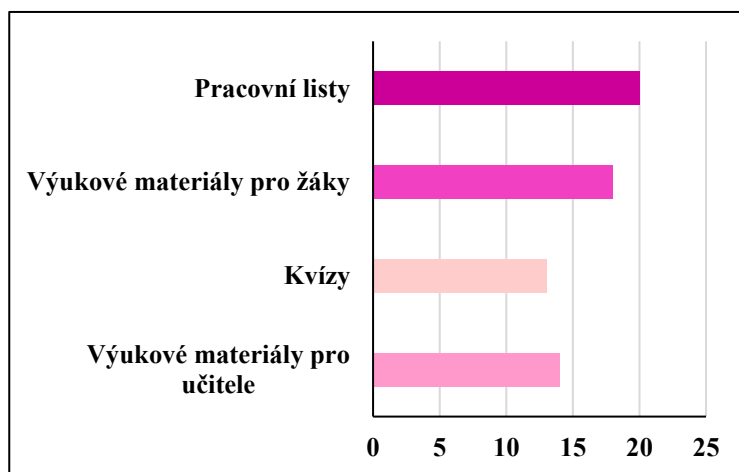
Obr. 14: Zaměření materiálů.

Z výsledků vyplývá (Obr. 14), že mezi respondenty je největší zájem o podklady k mikroskopování živočichů. Tuto možnost zvolilo 23 učitelů. Téměř stejný počet,

22 respondentů, by ocenil materiály zaměřené na člověka. O něco menší, ale stále významný zájem je o podklady k rostlinám, které preferuje 18 učitelů.

Celkově je patrné, že všechna tři témata jsou mezi pedagogy žádaná, přičemž největší poptávka je po materiálech týkajících se mikroskopování živočichů a člověka.

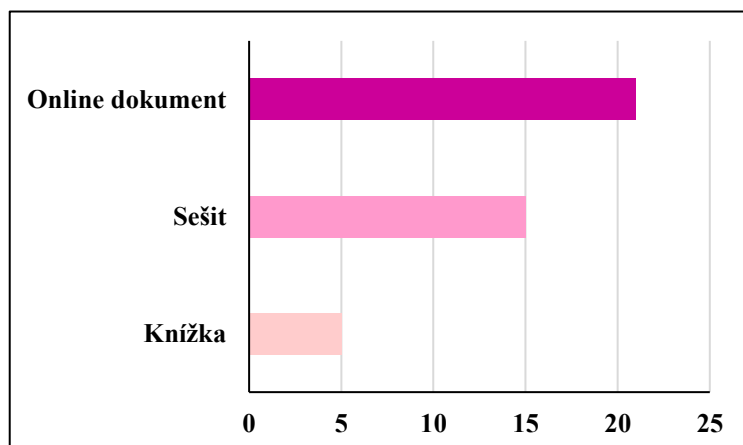
9.5.3 DRUHY MATERIÁLŮ



Obr. 15: Druh materiálu.

Obr. 15 zachycuje preference respondentů ohledně typu materiálů, které by uvítali ke zlepšení mikroskopování. Největší zájem je o pracovní listy, které označilo nejvíce respondentů. Následují výukové materiály pro žáky, které jsou rovněž velmi žádané. Výukové materiály pro učitele a kvízy jsou na třetím a čtvrtém místě, přičemž kvízy mají nejnižší počet odpovědí. Tato data naznačují, že učitelé upřednostňují materiály, které přímo podporují aktivní zapojení žáků do výuky.

9.5.4 FORMA MATERIÁLŮ



Obr. 16: Forma materiálů.

Na Obr. 16 je znázorněna forma materiálů, o které mají respondenti největší zájem. Nejčastěji zvolenou kategorií je online dokument, který preferovalo nejvíce respondentů. Sešity jsou také velmi žádané. Knížka je v porovnání s ostatními kategoriemi o něco méně preferovaná, ale i přes to o ni pár respondentů mělo zájem. Výsledky naznačují, že podklady by tedy měly být v online podobě.

9.5.5 PŘIPOMÍNKY K MATERIÁLŮM

Tab. 3: Připomínky k materiálům

Připomínky k materiálům
Praktické informace
Výukové materiály, které budou obsahovat všechna témata (rostliny, živočichy i člověk), alespoň příklady návodů.
Vzorové řešení
studijní texty a na ně navazující úkoly, grafy, schémata
metodika
autorské řešení :-D
nákresy, fotografie
Být úsporné na tisk, ne moc barevné, vždy max A4 víc ne.
Jednoduché a přehledné nákresy, badatelské prvky.
autorské řešení, podrobné návody k užití, tipy do výuky
Prostor pro stanovení hypotézy a její vyhodnocení, krátký přehled cílů, k čemu to žákům bude
jak by měl preparát vypadat pod mikroskopem – zjednodušený nákres

Respondenti měli možnost vyjádřit své připomínky k obsahu materiálů, které by jim pomohly při výuce mikroskopování. Z odpovědí je patrné (Tab. 3), že učitelé kladou důraz především na praktičnost a snadnou použitelnost těchto materiálů v běžné výuce. Nejčastěji se objevovalo přání, aby materiály byly přehledné, jednoduché a graficky úsporné, tedy vhodné k tisku bez zbytečné barevnosti a v maximální velikosti formátu A4. Učitelé rovněž zdůrazňovali potřebu jasného metodického vedení a autorských řešení, která by jim usnadnila přípravu i samotnou realizaci výuky.

Opakovaně zaznívala i potřeba, aby materiály obsahovaly různé typy vizuálních podkladů, jako jsou fotografie, nákresy nebo schémata, případně ukázky toho, jak by měl preparát vypadat pod mikroskopem. Někteří respondenti ocenili i zařazení badatelských prvků, prostoru pro formulaci hypotéz, vyhodnocení a orientaci na konkrétní cíle výuky. Zazněl rovněž požadavek na to, aby výukové materiály tematicky zahrnovaly všechny hlavní oblasti biologie, tedy rostliny, živočichy i člověka, ideálně s příklady konkrétních návodů.

Celkově tato zpětná vazba poukazuje na důležitost kombinace teoretických podkladů se srozumitelnými, prakticky využitelnými výukovými prvky, které podporují aktivní zapojení žáků a usnadňují učitelům organizaci výuky mikroskopování.

10 VÝUKOVÉ MATERIÁLY

Na základě výsledků dotazníkového šetření, které se zaměřovalo na zjištění úrovně materiálního zabezpečení škol pro praktickou výuku biologie, byly vytvořeny podpůrné výukové materiály ve formě pracovních listů pro laboratorní cvičení. Jelikož ze šetření nevyplývala žádná konkrétní očekávání ani požadavky respondentů na obsah těchto materiálů, byla jejich podoba navržena s ohledem na nejčastější formy praktické výuky a dostupné vybavení, zejména mikroskopy a základní pomůcky pro pozorování a jednoduché experimenty.

Výukový materiál je rozdělen do dvou verzí: verze pro žáky a verze pro učitele. Cílem této struktury je umožnit efektivní využití pracovních listů během samotné výuky.

Protokoly pro žáky jsou koncipovány jako nevyplněné pracovní listy, které žáci samostatně doplňují v průběhu laboratorních prací. Obsahují úvodní zadání, seznam pomůcek, stručný popis postupu a prostor pro nákresy, výsledky pozorování a závěry. Tímto způsobem jsou žáci vedeni k samostatnému pozorování, analýze a zápisu údajů, což rozvíjí jejich dovednosti v oblasti vědecké práce, pozorovací schopnosti a schopnost formulovat závěry.

Verze pro učitele je koncipována jako metodická příručka, která poskytuje předvyplněný protokol se všemi nezbytnými informacemi. Obsahuje detailní návod k realizaci jednotlivých laboratorních cvičení, je doplněný o fotografie a nákresy toho, co by měli žáci při pozorování pod mikroskopem či lupou vidět. Součástí jsou i didaktické poznámky a doporučení pro práci s žáky, případně alternativní postupy v případě omezeného materiálního vybavení. Tato verze má učiteli sloužit jako opora při přípravě i vedení laboratorních úloh, ale také jako nástroj pro efektivní hodnocení žákovských výstupů.

První dvě cvičení byla navržena tak, aby jejich provedení bylo co nejjednodušší, což jsou cvičení: Práce s mikroskopem (Příloha 2) a Buňky cibule (Příloha 3). Obě úlohy byly záměrně navrženy jako úvodní, aby je zvládli i méně zkušení žáci a učitelé. Popis mikroskopu je důležitý první krok, který musí žák nebo učitel umět, aby věděl, jak s mikroskopem zacházet a kde co najde. Cvičení s tištěným písmenem „e“ slouží k pochopení základních optických principů a manipulace s mikroskopem. Cibule jako pozorovaný materiál byla zvolena především kvůli své dostupnosti, jednoduchosti přípravy a dobře patrné buněčné struktuře, jde o nejznámější a nejjednodušší preparát, který se ve výuce běžně používá a zároveň poskytuje názornou ukázkou stavby rostlinné buňky.

Tematická škála cvičení zahrnuje jak klasická mikroskopická pozorování (například buňky cibule, trichomy, plazmolýza), tak i méně tradiční úlohy zaměřené na ekologické nebo anatomické aspekty (porovnání složení půd, pozorování srdce). Díky tomu mohou materiály sloužit nejen jako úvod do mikroskopie, ale také jako podpora pro mezipředmětové propojení výuky biologie s fyzikou, chemií nebo výchovou ke zdraví.

Ukázky těchto výukových materiálů jsou uvedeny v přílohách této práce viz Příloha 2-8.

10.1 LABORATORNÍ CVIČENÍ 1: PRÁCE S MIKROSKOPEM

Cvičení „Práce s mikroskopem“ (Příloha 2) je navrženo tak, aby učitelé i studenti získali základní praktické dovednosti při manipulaci s mikroskopem a zároveň porozuměli jeho konstrukci a funkci. Hlavním cílem je, aby studenti pochopili, jak je mikroskop složen a jak jednotlivé části spolupracují při vytváření zvětšeného obrazu.

V rámci cvičení si studenti osvojí základní ovládací prvky mikroskopu, jako je výměna objektivů, nastavení osvětlení, zaostřování a použití clony. Tato činnost jim umožňuje lépe si uvědomit technické a optické principy fungování mikroskopu.

Pro pozorování je zvolen jednoduchý a srozumitelný objekt: tištěné písmeno „e“. Studenti pozorují jeho obraz skrze okulár mikroskopu a díky tomu si prakticky uvědomí, že obraz je opticky převrácený a zrcadlově obrácený, což je důsledek uspořádání zrcadel a čoček uvnitř mikroskopu. Tento konkrétní příklad podporuje porozumění základním optickým jevům.

Cvičení tak kombinuje teoretické poznatky s praktickou zkušeností, což usnadňuje studentům pochopení základních principů mikroskopie a připravuje je na další náročnější úkoly v laboratorní práci.

10.2 LABORATORNÍ CVIČENÍ 2: BUŇKY CIBULE

Toto laboratorní cvičení (Příloha 3) je zaměřeno na základní mikroskopické pozorování rostlinných buněk. Cílem je, aby si studenti osvojili dovednost přípravy dočasného mikroskopického preparátu a naučili se identifikovat základní struktury rostlinné buňky.

Jako vhodný biologický materiál byla zvolena cibule, konkrétně její pokožka, která je tvořena jednou vrstvou dobře viditelných a pravidelných buněk. Zároveň jde o jeden z nejnadhěji připravitelných dočasných preparátů, díky čemuž je ideální pro výuku. Žáci se na něm jednoduše naučí základní postup mikroskopické přípravy a pozorování buněk. Studenti si sami vytvoří preparát: odeberou tenkou průhlednou vrstvu pokožky, umístí ji na podložní sklíčko, zakápnou vodou a překryjí krycím sklíčkem. Tím si procvičí přesnou a jemnou práci s laboratorními pomůckami a osvojí si správný způsob manipulace při mikroskopování.

Při pozorování cibulových buněk pod mikroskopem studenti rozpoznávají jednotlivé buňky, jejich obrysy a vnitřní struktury. Nejvýraznější je buněčná stěna, dále cytoplazma a u některých buněk i jádro. Pozorování tak slouží jako úvod do buněčné biologie a poskytuje konkrétní vizuální představu o tom, jak vypadá základní stavební jednotka rostlinného těla.

10.3 LABORATORNÍ CVIČENÍ 3: TRICHOMY (CHLUPY) ROSTLIN

Třetí laboratorní cvičení (Příloha 4) se zaměřuje na pozorování rostlinných trichomů, tedy specializovaných epidermálních struktur známých jako rostlinné chlupy. Cílem je nejen naučit studenty připravit dočasný mikroskopický preparát z listových vzorků, ale také je seznámit s různorodostí trichomů a jejich funkcemi v životě rostlin.

Cvičení umožňuje studentům pozorovat a rozlišit tři základní typy trichomů: krycí, žláznaté a žahavé. Každý typ má charakteristickou stavbu a funkci. Krycí trichomy jsou většinou tvořeny neživými buňkami a mohou mít různou podobu, například vláknitou, hvězdicovitou (u rakytníku), nebo kandelábrovitou (u divizny). Plní převážně ochrannou funkci, například snižují výpar vody, chrání před přehřátím nebo před herbivory^[20]. Žláznaté trichomy se skládají z živých buněk a často mají na konci kulovitou hlavičku, která vylučuje látky jako vonné silice, pryskyřice nebo lepkavé sekrety. Tyto látky mohou odpuzovat škůdce, nebo naopak přitahovat opylovače. Nacházejí se například na listech muškátu nebo rýmovníku. Žahavé trichomy, typické pro kopřivu dvoudomou, jsou stavěny jako duté jehly s mineralizovanou buněčnou stěnou. Při dotyku se jejich špička odlomí a pronikne do pokožky, čímž uvolní pálivou tekutinu obsahující například kyselinu mravenčí, histamin a acetylcholin.

Studenti během práce připravují vlastní preparáty ze zástupců rostlin obsahujících jednotlivé typy trichomů. Při tom se učí přesné a jemné manipulaci s listy a sklíčky, a zároveň pozorují konkrétní rozdíly ve stavbě jednotlivých typů trichomů pod mikroskopem. Pozorování je spojeno se zrkovou analýzou a porovnáváním, což podporuje hlubší porozumění funkční morfologii rostlin.

10.4 LABORATORNÍ CVIČENÍ 4: POROVNÁNÍ SLOŽEK PŮDY

Cílem tohoto laboratorního cvičení (Příloha 5) je vést studenty k porovnání velikosti částic v půdních vzorcích pocházejících z různých lokalit. Mikroskopické pozorování ukazuje, že půda není jednotná hmota, ale skládá se z částic různé velikosti, a to od velmi jemných po hrubší.

Studenti si odeberou vzorky půdy z několika různých míst (například městská půda, lesní půda, půda ze školní zahrady) a samostatně si připraví dočasné mikroskopické preparáty. Pomocí mikroskopu pak pozorují jednotlivé složky a porovnávají, která půda obsahuje větší nebo menší zrníčka.

Ve cvičení se konkrétně porovnává lesní půda a půda z louky. Lesní půda obsahuje menší částice, protože se v ní hromadí jemný organický materiál, který je důsledkem

rozkladu, a půda zde není tolik narušována větrem ani vodou. Lesní prostředí je navíc chráněno vegetačním krytem, který omezuje odnos hrubších částic a podporuje hromadění jemného humusu.

Naopak louka bývá více vystavená větru, dešti nebo pastvě, což může způsobit odnos jemnějších částic a zanechat spíše hrubší strukturu. Půda na loukách může být navíc více písčité (větší zrníčka), zatímco lesní půda mívá vyšší podíl jílu a organické hmoty (menší částice).

Tato aktivita rozvíjí schopnost vizuálního porovnávání a vede k pochopení, že půda se může v různých prostředích výrazně lišit nejen složením, ale i zrnitostí.

10.5 LABORATORNÍ CVIČENÍ 5: PLAZMOLÝZA

Toto cvičení (Příloha 6) se zaměřuje na jev plazmolýzy, tedy proces, při kterém dochází ke smršťování cytoplazmy rostlinné buňky v důsledku osmotických změn. Cílem je studentům názorně ukázat, jak buňka reaguje na rozdílné koncentrace látek v okolním prostředí a umožnit jim tento jev pozorovat přímo pod mikroskopem.

Studenti si nejprve připraví dočasný preparát z cibule nebo čerstvé červené řepy, ideálně řepy, protože barvivo v buňkách zviditelňuje změny při plazmolýze. Jen musí být řepa čerstvá, ne vařená, jinak efekt nefunguje. V prvním kroku zakápnou vzorek čistou vodou a sledují vzhled zdravé rostlinné buňky v izotonickém prostředí, tedy v rovnováze. Buňky jsou v tomto stavu napjaté, cytoplazma vyplňuje téměř celý vnitřek buňky a těsně přiléhá k buněčné stěně.

Ve druhém kroku připraví nový preparát, tentokrát zakápnutý hypertonickým roztokem (roztokem kuchyňské soli). Díky rozdílu koncentrací začne voda z buňky difundovat ven, což způsobí smršťování cytoplazmy. V některých případech se cytoplazmatická membrána i s obsahem oddělí od buněčné stěny, což je plazmolýza. U červené řepy jsou tyto změny díky barvivu v cytoplazmě velmi dobře pozorovatelné.

Cvičení slouží jako praktická ukázka osmotických dějů, které jsou jinak pro studenty často obtížně představitelné.

10.6 LABORATORNÍ CVIČENÍ 6: PRŮDUCHY NA LISTU ROSTLINY

Tématem tohoto laboratorního cvičení (Příloha 7) je mikroskopické pozorování průduchů, tedy specializovaných struktur, které se nacházejí převážně na spodní straně listů rostlin. Průduchy slouží k výměně plynů mezi rostlinou a okolím, tedy k přijímání oxidu

uhličitého, výdeji kyslíku a také k regulaci výparu vody (transpiraci). Každý průduch je tvořen dvěma svěracími buňkami, mezi kterými se otevírá průduchová štěrbinu.

Cvičení studentům umožňuje tyto důležité anatomické struktury vidět na vlastní oči, a to pomocí jednoduché, ale velmi efektivní metody obtisku pomocí průhledného laku na nehty. Tento způsob je běžný i ve vědecké praxi a umožňuje získat velmi tenký a přesný odlitek povrchu listu, včetně průduchů.

Studenti si nejprve nanou tenkou vrstvu bezbarvého laku na spodní stranu listu. Po jeho zaschnutí přiloží izolepu, která při sloupnutí vezme vrstvu laku s otiskem průduchů. Izolepu poté přenesou na podložní sklíčko a mohou výtvar ihned pozorovat pod mikroskopem.

Pod mikroskopem jsou průduchy viditelné jako malé oválné struktury připomínající „pusinky“, často obklopené dvěma půlkruhovitými buňkami. Jejich hustota, tvar a rozložení se mohou lišit podle druhu rostliny i podle toho, zda se jedná o list z horní nebo spodní strany. Tato variabilita může být i předmětem diskuse či rozšířeného pozorování.

10.7 LABORATORNÍ CVIČENÍ 7: STAVBA SRDCE

Toto laboratorního cvičení (Příloha 8) je o poznávání vnější a vnitřní stavby srdce, jednoho z nejdůležitějších orgánů živočišného těla. I když se lidské srdce svým uspořádáním v detailech liší od srdce jiných obratlovců, například ptáků, kuřecí srdce se používá pro demonstraci stavby srdce kvůli své dostupnosti a vhodné velikosti.

Cílem cvičení je umožnit studentům, aby si srdce nejen prohlédli zvenku, ale také nahlédli dovnitř a pochopili základní anatomii srdce, jako jsou komory, přepážky, stěny srdeční a průchod krve. Při rozříznutí srdce podélně se zpřístupní vnitřní prostory, které slouží jako přehledný model pro výuku funkce krevního oběhu.

Studenti si nejprve prohlédnou vnější tvar srdce, kde si mohou všimnout kuželovitého tvaru, povrchových cév nebo zbytků tukové tkáně. Při rozříznutí srdce pak pozorují silnější svalovou stěnu levé komory, která pumpuje krev do celého těla, a tenčí stěnu pravé komory, která pumpuje krev do plic. Mohou také rozeznat přepážku oddělující levou a pravou polovinu srdce a vnitřní dutiny, které slouží k proudění krve.

Toto cvičení poskytuje studentům možnost propojit teoretické poznatky z biologie oběhové soustavy s reálnou strukturou orgánu, který zajišťuje cirkulaci krve.

10.8 LABORATORNÍ CVIČENÍ 8: HOUBY (PLÍSEŇ)

Cílem tohoto laboratorního cvičení (Příloha 9) je seznámit studenty s mikroskopickou stavbou hub, konkrétně plísní, které jsou běžnou součástí každodenního prostředí. Ačkoli jsou často vnímány jen jako škodlivé či nechtěné, houby hrají v přírodě i důležité ekologické role, například se podílí na rozkladu organické hmoty, některé žijí v symbióze s rostlinami, jiné mohou být patogenní.

Studenti si samostatně připraví dočasný mikroskopický preparát z plísně, kterou naleznou například na ovoci či zelenině. Při přípravě se může použít voda smíchaná s kapkou jaru, protože jar narušuje povrchové napětí vody a tím se plíseň lépe rozprostře pod krycím sklíčkem a umožní detailnější pozorování struktury mycelia i výtrusnic.

Při mikroskopickém pozorování studenti rozpoznávají jednotlivé části plísní nebo porovnat různé druhy plísní mezi sebou. V případě pozorování plísně *Rhizoctonia solani* (hnědá plíseň) z cibule si mohou všimnout typických hnědých hyf, které nemají přepážky a často vytvářejí kompaktní kolonie.

11 DISKUSE

Tato kapitola interpretuje výsledky dotazníkového šetření a analýzy školních dokumentů ve vztahu k úrovni materiálního zabezpečení škol a možnostem realizace praktické výuky biologie a přírodopisu. Zaměřuje se především na dostupnost mikroskopů, trvalých preparátů, vybavenost specializovaných učeben a četnost praktických aktivit, jakými jsou mikroskopování nebo biologická pozorování. Výsledky jsou diskutovány v kontextu regionálních rozdílů mezi Plzeňským a Karlovarským krajem, přičemž jsou identifikovány klíčové překážky i podpůrné faktory, například omezený přístup k materiálním zdrojům, časové možnosti učitelů či využití dostupných metodických pomůcek. Diskuse se rovněž věnuje tomu, jak reálná situace ve školách odpovídá požadavkům RVP a jakými způsoby lze podmínky pro praktickou výuku zlepšit, a to včetně návrhů na konkrétní podpůrné výukové materiály.

Rozdělení délky praxe učitelů bylo provedeno s ohledem na kategorie odpovídající platovým třídám v rámci školského systému. Z výsledků je patrné, že v Karlovarském kraji je vyšší zastoupení učitelů s delší pedagogickou praxí oproti Plzeňskému kraji. Tento rozdíl může být ovlivněn několika faktory, které se týkají jak strukturální situace v regionu, tak i specifických podmínek v oblasti vzdělávání. Jedním z klíčových faktorů je dostupnost vysokoškolského vzdělání zaměřeného na pedagogiku. V Plzeňském kraji se nachází Fakulta pedagogická Západočeské univerzity v Plzni, která připravuje budoucí učitele. Je přirozené, že absolventi této fakulty často nacházejí pracovní uplatnění v regionu, kde studovali, což vede k vyššímu podílu mladších učitelů. Přítomnost univerzity tak působí jako „magnet“ pro mladé pedagogy a zajišťuje pravidelný přísun kvalifikovaných absolventů do školství [21].

Oproti jiným regionům Karlovarský kraj nemá samostatnou pedagogickou fakultu, avšak v kraji působí Fakulta pedagogická Západočeské univerzity v Plzni, a to prostřednictvím detašovaných pracovišť v Chebu a Karlových Varech. V Chebu je možné studovat učitelství pro 1. stupeň základních škol v kombinované formě, zatímco v Karlových Varech je nabízen bakalářský obor Kinantropologie – wellness specialista, který je zaměřen na oblast pohybové rekreace a lázeňství, nikoli však na přípravu učitelů běžných školních předmětů. Možnosti studia pedagogických oborů jsou tedy v kraji omezené a specializované, což může přispívat k odchodu mladých zájemců o učitelskou profesi za vzděláním mimo region. Pokud se po ukončení studia nevrátí, školy se mohou potýkat s nedostatkem mladých

kvalifikovaných pedagogů. Tato situace je příkladem širšího problému regionální nerovnováhy ve vzdělávacím systému, kdy strukturálně znevýhodněné oblasti, jako je Karlovarský kraj, trpí odlivem mladých lidí, což se promítá jak do trhu práce, tak do personální situace ve školství. Zároveň lze předpokládat, že větší zastoupení starších učitelů s dlouholetou praxí v kraji souvisí právě s těmito omezenými možnostmi lokální přípravy nových pedagogů [22]. Karlovarský kraj se snaží tuto situaci řešit mj. stipendijním programem pro studenty vysokých škol, kteří se zaváží po ukončení studia pracovat pět let v kraji. Tento program má za cíl podpořit návrat odborníků do regionu a stabilizovat personální situaci v oblasti školství i dalších veřejných služeb [7].

Z výsledků dotazníkového šetření vyplývá, že v Plzeňském kraji mají všichni dotázaní učitelé biologii nebo přírodopis jako svůj hlavní studijní obor. Oproti tomu v Karlovarském kraji se mezi respondenty objevili i učitelé s jinou aprobací, například se zaměřením na zeměpis, český jazyk, německý jazyk, chemii či zdravotnické předměty. Tento rozdíl může souviset s několika faktory. V první řadě je třeba zohlednit nedostatek učitelů odborných předmětů v Karlovarském kraji, který je dlouhodobě medializován. Podle regionálního tisku i zpráv školských odborů je v tomto kraji běžná situace, kdy jsou některé předměty vyučovány pedagogy bez přímé aprobace. Ve školách se často učí „napříč obory“, což znamená, že jeden učitel může pokrývat více předmětů dle aktuálních personálních možností školy, nikoli dle svého původního studijního zaměření [23]. Je však třeba podotknout, že absence přímé aprobace nemusí vždy znamenat nižší kvalitu výuky. Učitelé s příbuznými obory, jako je chemie nebo zdravotnické předměty, mohou do výuky biologie přinášet cenný interdisciplinární přesah. Například propojení anatomie s fyziologií člověka v rámci zdravotnických předmětů může výuku obohatit o praktické souvislosti a kontext [24].

Rozdílná struktura škol podle velikosti sídla, ze kterého odpovědi pocházely, je důležitým faktorem při hodnocení dostupnosti vybavení pro výuku biologie. V Karlovarském kraji pochází většina odpovědí z krajského města a středně velkých měst, pouze pár pak z malých měst. Tento fakt může souviset s koncentrací škol do větších center, kde je také vyšší pravděpodobnost, že škola bude lépe vybavena (například mikroskopy, laboratoře), a že zde učí učitelé s vyšší odborností [25]. V Plzeňském kraji je situace opačná, většina odpovědí pochází ze škol v menších městech do 10 000 obyvatel, což může odrážet nižší míru zapojení škol z větších měst, které bývají častěji zatíženy podobnými šetřeními. Dotazník byl rozeslán do 34 škol v kraji, přičemž se vrátilo 14 odpovědí, což naznačuje omezený, ale přesto reprezentativní vzhled do regionální situace. Tento kraj má větší počet menších měst a obcí s vlastními školami, které často fungují s menšími rozpočty. Přesto zde

respondenti častěji uváděli lepší materiální zabezpečení pro praktickou výuku, například přítomnost mikroskopů či specializovaných učeben. To může souviset s faktem, že Plzeňský kraj obecně vykazuje lepší ekonomické ukazatele a infrastrukturu než Karlovarský, což má dopad i na rozpočet jednotlivých škol ^[26]. Dále může hrát roli vyšší dostupnost pedagogických pracovníků díky přítomnosti pedagogické fakulty, což školám umožňuje vybírat mezi absolventy a vytvářet stabilní sbor odborně způsobilých učitelů, i když působí v menších obcích.

Dotazníkové šetření uvedené v diplomové práci VRÁNOVÉ (2004) ukázalo, že téměř všechny školy (97,44 %) disponují nějakým typem mikroskopu, přičemž nejrozšířenější variantou jsou monokulární mikroskopy se zrcátkem, které byly zaznamenány přibližně na 80 % škol. Z výsledků mého dotazníkového šetření vyplynulo, že ačkoliv monokulární mikroskopy stále převažují, jejich dominance již není tak výrazná a binokulárních mikroskopů postupně přibývá. Zároveň lze pozorovat ústup mikroskopů využívajících zrcátko a stále častěji jsou nahrazovány modely se světelným zdrojem, což přispívá ke zlepšení podmínek pro kvalitní výuku. Je důležité podotknout, že typy mikroskopů, které školy využívají, přímo souvisejí nejen s možnostmi výuky, ale i s materiálně-technickým zázemím. Například mikroskopy se světelným zdrojem vyžadují elektrické připojení, což je jednodušší zajistit ve specializované učebně než v běžné třídě. To může být jedním z důvodů, proč školy bez odborné učebny preferují jednodušší modely se zrcátkem, které jsou sice méně přesné, ale mobilnější. V poslední době se však stále častěji objevují také mikroskopy s vestavěným akumulátorem nebo napájením na baterie, které kombinují výhody mobilních zařízení s kvalitním LED osvětlením. Tyto přístroje jsou vhodné i do běžných tříd nebo pro výuku v terénu, kde není dostupné stálé elektrické připojení, a mohou tak představovat praktickou alternativu pro školy s omezeným zázemím ^[27].

V RVP je laboratorní výuka nejčastěji zmiňována v 6. ročníku (primě), což potvrzují i předchozí výzkumy (NECKAŘOVÁ, 2021). Právě v tomto období se ve výuce často objevuje tematika buněčné biologie, která je úzce propojena s praktickým využitím mikroskopů. Tento důraz je do značné míry dán tím, že v daném ročníku bývá probíráno učivo o rostlinách, jejichž buňky jsou pro mikroskopování vhodnější. Rostlinné preparáty jsou snadno dostupné, dobře pozorovatelné a technicky méně náročné na zpracování než například preparáty živočišného původu. Výsledky vlastního dotazníkového šetření rovněž potvrdily, že učitelé ve vybraných školách preferují realizaci laboratorních cvičení právě v 6. ročníku či primě na nižších gymnáziích. Zároveň se ukázalo, že ačkoliv je v RVP pro základní vzdělávání explicitně vymezen tematický okruh „Praktické poznávání přírody“,

značná část škol tento okruh ve svých ŠVP rozpracovává pouze velmi obecně nebo jej přejímá beze změn. Konkrétní výčet laboratorních činností včetně práce s mikroskopem se objevuje pouze u menšiny škol (NOVÁKOVÁ, 2023). Podobné závěry uvádějí i JANŠTOVÁ A JÁČ (2015), kteří poukazují na nízkou míru konkretizace výstupů v oblasti laboratorních cvičení i v gymnaziálních ŠVP, což připisují především formálnímu přístupu k tvorbě kurikula a nízké vnitřní motivaci pedagogů.

Dalším důvodem nedostatečné implementace konkrétních laboratorních aktivit, zejména mikroskopování, může být obava učitelů z reálné proveditelnosti těchto činností. Školy často do svých ŠVP nezařazují konkrétní praktické aktivity z důvodu omezené dostupnosti mikroskopické techniky či materiálu a také kvůli organizační náročnosti. Tuto domněnku podporují zjištění DOLEŽALOVÉ (2007, cit. v Janík et al., 2010), podle které učitelé hodnotí tvorbu ŠVP jako velmi časově a energeticky náročnou, což vede k tendenci používat co nejjednodušší, obecné formulace bez detailního rozpracování jednotlivých výstupů.

V dotazníku se dále potvrdilo, že laboratorní cvičení jsou nejčastěji zařazována v 6. ročníku, kdy je jejich zastoupení u více než tří čtvrtin škol, přičemž v dalších ročnících, zejména v 8. a 9. ročníku, jejich frekvence klesá. Tato tendence koresponduje se zjištěními NECKAŘOVÉ (2021), která uvádí, že laboratorní práce jsou nejvíce realizovány právě v 6. ročníku základních škol (86,79 %) a že nejvíce rozpracovaných námětů laboratorních prací je uváděno v osnovách ŠVP pro tento ročník (75 % škol).

Výuka biologie však nespočívá pouze v práci s mikroskopem. Důležitou součástí jsou i praktická cvičení bez mikroskopické techniky, jako jsou pozorování v přírodě, práce s určovacími klíči, měření fyziologických parametrů či jednoduché pokusy. Z výsledků vyplývá, že v Plzeňském kraji tyto aktivity zařazuje více škol než v Karlovarském kraji. Rozdíl může být opět způsoben jak dostupností vybavení, tak profesní jistotou učitelů při plánování náročnějších praktických aktivit.

Jak ukazují například studie MILLARA & ABRAHAMSA (2009), pravidelné zařazování praktických činností významně zvyšuje porozumění učivu a dlouhodobou motivaci žáků. V tomto ohledu je proto vhodné podporovat i méně nákladné formy výuky, které nevyžadují mikroskop, ale přesto mají vysokou edukativní hodnotu.

Dostupnost odborných učeben pro výuku biologie je v Karlovarském a Plzeňském kraji rozdílná, což se odráží i v míře praktické výuky a v typu mikroskopického vybavení, kterým školy disponují. Zatímco v Plzeňském kraji většina škol uvedla, že mají k dispozici specializovanou učebnu určenou pro mikroskopování, v Karlovarském kraji tuto možnost

zmiňuje menší část respondentů. Tam, kde odborná učebna chybí, musí učitelé mikroskopy přenášet do běžných tříd nebo improvizovat v učebnách chemie. To nejen ztěžuje přípravu hodiny, ale často omezuje i její časový rozsah, a může tedy negativně ovlivnit samotnou četnost mikroskopování během školního roku. Z vyjádření jednoho z učitelů v Plzeňském kraji navíc vyplývá, že absence specializované učebny zcela zásadně snižuje efektivitu výuky, neboť se zbytečně prodlužuje přípravná fáze a komplikuje manipulace s pomůckami. Školy, které naopak disponují odbornými učebnami, mohou využít prostor, který je předem přizpůsobený pro práci s mikroskopy, včetně správného osvětlení, dostatku pracovních stanic a úložného prostoru pro pomůcky. Tím se zvyšuje nejen plynulost a bezpečnost výuky, ale také její atraktivita pro žáky.

Pro efektivní praktickou výuku biologie je nezbytné nejen technické vybavení v podobě mikroskopů, ale také dostatečné množství kvalitních preparátů. Ty umožňují žákům rozvíjet dovednosti pozorování a analýzy biologických struktur, a to i bez nutnosti vytvářet vzorky v každé hodině. Trvalé preparáty šetří čas, zajišťují spolehlivý vizuální materiál a umožňují učitelům demonstrovat i jinak těžko dostupné nebo vzácné vzorky, jako jsou například specifické tkáně nebo mikroorganismy. Z dotazníkového šetření vyplynulo, že naprostá většina škol v obou krajích trvalými preparáty disponuje, což také dokazuje i práce FAUSTOVÉ (2025). Nejčastěji se jedná o kompletní sady, které kombinují histologické, botanické a anorganické vzorky. Tento přístup umožňuje pokrýt širší spektrum učiva a udržet výuku prakticky orientovanou i v situacích, kdy není prostor pro vlastní přípravu preparátu. Význam preparátů potvrzují i didaktické studie. PETLÁK (2005) uvádí, že práce s konkrétním objektem (i v podobě trvalého preparátu) přináší vyšší míru zapamatování a porozumění učivu než pouhé zprostředkované obrázky. Výzkum ČESKÉ ŠKOLNÍ INSPEKCE (2024) navíc upozorňuje, že školy, které disponují kvalitním biologickým vybavením, včetně preparátů, častěji zařazují praktické činnosti do výuky a dosahují vyšší míry aktivního zapojení žáků.

Vedle trvalých vzorků je však důležité, aby si žáci osvojili i tvorbu vlastních preparátů. Většina učitelů v obou krajích uvedla, že tuto činnost zařazují pravidelně, a především jako společnou aktivitu žáků a učitele, což je důležitým prvkem aktivního učení, který může posílit žákovo porozumění biologickým strukturám. VÁGNEROVÁ et al. (2019) však upozorňují, že efektivita těchto aktivit může být omezena nejen nedostatkem pomůcek, ale i časovým tlakem a nedostatečnou didaktickou přípravou učitelů. V Plzeňském kraji je tento přístup mírně častější, což může souviset s vyšší dostupností odborně aprobovaných učitelů a lepším materiálním zázemím škol v tomto regionu [28].

Z provedené analýzy vyplynulo, že ačkoliv je výuka mikroskopování vnímána jako důležitá součást přírodopisného vzdělávání, v praxi naráží na celou řadu překážek. Mezi nejvýznamnější patří nedostatek funkčního vybavení, absence specializovaných pedagogů a omezené časové možnosti věnované praktickým cvičením. Tyto faktory jsou obzvláště patrné v Karlovarském kraji, který dlouhodobě vykazuje slabší personální a materiální zázemí ve vzdělávání [24]. Významným zjištěním však je, že i přes tyto bariéry se učitelé snaží zapojovat žáky do aktivní výuky, například společnou tvorbou preparátů či využitím alternativních metod pozorování. Tato iniciativa je cenná, přesto však nelze přehlížet, že kvalita přírodovědného vzdělávání je do značné míry závislá na systémové podpoře, dostupnosti didaktických pomůcek a dalším vzdělávání učitelů (VÁGNEROVÁ et al., 2019). S ohledem na klíčový význam praktických dovedností ve výuce přírodopisu je žádoucí, aby v budoucnu došlo ke zlepšení podmínek pro rozvoj této složky výuky nejen v Karlovarském kraji, ale v celé České republice.

V této práci je vytvořeno několik laboratorních cvičení, která slouží pro podporu výuky biologie (přírodopisu). Zpracovala jsem více pracovních a metodických listů zaměřených na rostlinnou biologii. Důvodem byla jejich vysoká dostupnost, technická nenáročnost na přípravu a vhodnost pro mikroskopování ve školním prostředí. Rostlinné buňky mají pevné buněčné stěny, dobře viditelné struktury (například chloroplasty, cévní svazky) a často není potřeba složitá fixace či barvení. Oproti tomu mikroskopování živočišných tkání bývá náročnější z hlediska etického, hygienického i časového (LELLÁKOVÁ, 1985). Rostliny navíc tvoří tematický základ biologické výuky v nižších ročnících základních škol v souladu s RVP ZV [2].

Přestože hlavní část práce se soustředila na rostliny, považuji za důležité rozšířit nabídku výukových materiálů i na tematiku živočichů. Inspirativní jsou v tomto směru výstupy z bakalářské práce FAUSTOVÉ (2025), která navrhla a ověřila pracovní listy zaměřené na mikroskopování králičího chlupu, ptačího peří, rybích šupin či kráčivých nohou členovců.

Zajímavé jsou rovněž příspěvky z práce MÄRZOVÉ (2020), která se soustředila na praktická cvičení z biologie člověka. Vytvořila sadu úloh zahrnujících například cvičení měření krevního tlaku a srdeční frekvence, laboratorní cvičení na detekci glukózy v moči nebo test reakční doby. Tyto aktivity kombinují biologii, základy zdravotní výchovy a praktické dovednosti využitelné ve výuce i mimo ni.

Doplňující rozměr nabízí i práce MENTLOVÉ (2025), která vytvořila výukové listy k badatelským aktivitám se zaměřením na mravence. Cvičení jsou orientovaná na

pozorování mravenišť v terénu, testování orientace hmyzu pomocí překážek nebo sledování sběru potravy v různých podmínkách, což rozvíjí nejen znalosti žáků, ale i jejich schopnosti vědeckého pozorování a formulace hypotéz.

Pro učitele biologie (přírodopisu), kteří chtějí svou výuku obohatit o další aktivity, doporučuji:

- vyhledávat kvalifikační práce na portálu Theses.cz ^[29].
- procházet portál RVP.cz v sekci digitálních učebních materiálů ^[30].
- využít také specializované portály jako Biologie.cz ^[31] nebo Edux.cz ^[32].
- Na platformě YouTube jsou k dispozici naučná videa od Centra biologie, geověd a envigogiky na kanále Fakulty pedagogické ZČU v Plzni (playlist: Projekt Didaktika A), která se zaměřují na bezobratlé ^[33].

Jako inovativní prvek podporující zájem žáků mladší generace lze do výuky s mikroskopy efektivně zapojit i mobilní telefony. KOUTOVÁ A TRAXMANDLOVÁ (2024) ve svém článku oceňují možnost snadného pořizování fotografií mikroskopických preparátů právě pomocí mobilních zařízení. Tato technika umožňuje žákům rychle a přehledně dokumentovat svá pozorování a následně se k nim vracet při zpracování protokolů. Autorky vyzdvihují zejména dostupnost a jednoduchost této techniky, jelikož nevyžaduje žádné specializované vybavení.

12 ZÁVĚR

Cílem této práce bylo zhodnotit aktuální stav praktické výuky biologie na základních a středních školách v Plzeňském a Karlovarském kraji, a to zejména z hlediska vybavenosti škol, časové dotace, dostupnosti výukových materiálů a dalších aspektů ovlivňujících kvalitu praktického vyučování. Pomocí dotazníkového šetření mezi vyučujícími bylo možné získat podrobný přehled o konkrétních podmínkách a překážkách, s nimiž se pedagogové při praktické výuce biologie potýkají.

Z provedené analýzy vyplynulo, že mezi oběma sledovanými kraji se mohou vyskytovat rozdíly, zejména v dostupnosti a kvalitě výukových pomůcek, jako jsou mikroskopy, biologické preparáty, laboratorní vybavení či přístup k specializovaným učebnám. Obecně se zdá, že školy v Plzeňském kraji jsou v tomto ohledu lépe vybavené než školy v Karlovarském kraji, což by mohlo souviset s rozdílnou finanční situací krajů, počtem žáků nebo mírou podpory přírodovědného vzdělávání ze strany zřizovatelů a vedení škol. Je však potřeba brát v potaz, že vzorek dotazníků, který se vrátil, byl relativně malý vzhledem k celkovému počtu škol v obou krajích, a proto výsledky nelze zobecňovat bez dalšího ověření.

Dalším významným zjištěním bylo, že ačkoliv učitelé chápou důležitost praktické výuky, často narážejí na časové omezení vyplývající z rámcových vzdělávacích programů a organizačních podmínek jednotlivých škol. Mnoho respondentů uvádělo, že se praktickým aktivitám nemohou věnovat v rozsahu, který by považovali za ideální. Kromě časové dotace hraje roli také dostupnost materiálů, jejichž zajištění je často vázáno na iniciativu samotného vyučujícího.

Na základě těchto zjištění vznikla sada výukových materiálů určených k podpoře praktické výuky biologie, konkrétně soubor 5 pracovních listů s metodickou příručkou pro učitele. Tyto materiály reflektují zjištěné potřeby, zaměřují se na snadnou implementaci do běžné výuky a jsou navrženy tak, aby byly využitelné i ve školách s omezeným vybavením. Materiály byly tvořeny s ohledem na různou dostupnost mikroskopů, biologických preparátů i dalšího vybavení a nabízejí alternativy tam, kde podmínky neumožňují standardní laboratorní práci.

Celkově lze shrnout, že cíle práce byly naplněny. Podařilo se zmapovat reálný stav praktické výuky biologie v daných regionech, identifikovat slabá místa a na základě zjištění navrhnout konkrétní didaktické materiály, které mohou přispět ke zkvalitnění výuky.

Výsledky této práce mohou být zároveň inspirací pro další výzkum či podporu škol při zajištění kvalitní výuky přírodovědných předmětů.

RESUMÉ

The aim of this study was to evaluate the current state of practical biology education in primary and secondary schools in the Plzeň and Karlovy Vary regions, focusing particularly on school equipment, time allocation, availability of teaching materials, and other factors influencing the quality of practical teaching. Through a questionnaire survey among teachers, it was possible to obtain a detailed overview of the specific conditions and challenges that educators face during practical biology lessons.

The analysis revealed that there may be differences between the two regions, especially in the availability and quality of teaching aids such as microscopes, biological specimens, laboratory equipment, and access to specialized classrooms. Generally, schools in the Plzeň region appear to be better equipped in this regard than those in the Karlovy Vary region, which could be related to differences in regional funding, student numbers, or the level of support for science education from school authorities and administration. However, it should be noted that the sample size of returned questionnaires was relatively small compared to the total number of schools in both regions, so the results cannot be generalized without further verification.

Another important finding was that although teachers understand the importance of practical teaching, they often face time constraints imposed by the national curriculum framework and the organizational conditions of individual schools. Many respondents reported that they cannot devote as much time to practical activities as they would consider ideal. Besides time allocation, the availability of materials also plays a role, with provision often depending on the initiative of the individual teacher.

Based on these findings, a set of teaching materials was developed to support practical biology education, specifically a collection of five worksheets accompanied by a methodological guide for teachers. These materials reflect the identified needs, focus on easy integration into regular teaching, and are designed to be usable even in schools with limited equipment. The materials consider the varying availability of microscopes, biological specimens, and other tools, offering alternatives where standard laboratory work is not feasible.

In summary, the objectives of the study were achieved. It successfully mapped the real situation of practical biology education in the selected regions, identified weaknesses, and based on the findings, proposed specific didactic materials that can contribute to improving

teaching quality. The results of this study can also serve as inspiration for further research or support schools in ensuring high-quality science education.

PROHLÁŠENÍ O POUŽITÍ AI NÁSTROJŮ

Během přípravy této práce jsem já, Michaela Kroniková, použila nástroj ChatGPT (OpenAI) k dohledávání studií, citací, brainstormingu, překladu cizojazyčných zdrojů a k pomoci tvoření osnovy práce. Po použití tohoto nástroje jsem pečlivě zkontrolovala a upravila obsah podle potřeby a přebírám plnou odpovědnost za výsledný obsah práce.

LITERATURA A ZDROJE**LITERATURA**

- ČÁP, J. A MAREŠ, J. 2001. *Psychologie pro učitele*. Portál, Praha. 441–471.
- ČESKÁ ŠKOLNÍ INSPEKCE. 2024. *Přírodovědná gramotnost a přírodovědné vzdělávání na základních a středních školách*. Česká školní inspekce. ISBN 978-80-88492-65-8.
- DOLEŽALOVÁ, J. 2007. Školní vzdělávací program základního vzdělávání jako jedna z podmínek rozvoje čtenářské gramotnosti. 85–92. In: Janík, T., Knecht, P. a Najvarová, V. (eds.) *Príspevky k tvorbě a výzkumu kurikula*. Paido, Brno.
- DUSCHL, R. A. A GRANDY, R. 2008. Reconsidering the character and role of inquiry in school science: Analysis of a conference. *Science Education* 92(6), 941–967.
- FÄGERSTAM, E. 2012. *Space and Place: Perspectives on Outdoor Teaching and Learning*. Linköping University.
- FAUSTOVÁ, S. 2025. *Trvalé preparáty a jejich praktické použití ve výuce přírodopisu na základní škole*. MS, Bakalářská práce, depon. in Západočeská univerzita v Plzni.
- FREEMAN, S., EDDY, S. L., MCDONOUGH, M., SMITH, M. K., OKOROAFOR, N., JORDT, H., WENDEROTH, M. P. 2014. Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 111(23), 8410–8415.
- HOFSTEIN, A. A LUNETTA, V. N. 2004. The Laboratory in Science Education: Foundations for the Twenty-First Century. *Science Education* 88(1), 28–54.
- JANÍK, T., KNECHT, P. A NAJVAROVÁ, V. (eds.) 2010. *Príspevky k tvorbě a výzkumu kurikula*. Paido, Brno.
- JANŠTOVÁ, J. A JÁČ, M. 2015. Přírodovědná gramotnost jako součást funkční gramotnosti. *Scientia in educatione* 6(1), 28–42.
- KALHOUS, Z., OBST, O. a kol. 2009. *Školní didaktika*. Portál, Praha. 299–302.
- KALOVÁ, A. 2015. *Studijní materiály pro badatelsky orientované vyučování vybraných témat z botaniky na středních školách*. MS, Bakalářská práce, depon. in Masarykova univerzita, Přírodovědecká fakulta, Brno. Dostupné z: <https://is.muni.cz/th/agrbs/> [cit. 18. 6. 2025].
- KOLB, D. A. 1984. *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.

- KOUTOVÁ, L., TRAXMANDLOVÁ, I. 2024. Inovace mikroskopického cvičení na základní škole: Využití mobilního telefonu a běžných pokojových rostlin. *Arnica* 14(1–2), 29–35. Západočeská univerzita v Plzni, Plzeň. ISSN 1804-8366.
- LEDERMAN, N. G. 2007. Nature of science: Past, present, and future. *International Journal of Science Education* 29(6), 813–829.
- LELLÁKOVÁ, M. 1985. *Mikroskopická technika*. SPN, Praha.
- MÄRZOVÁ, L. 2020. *Praktická cvičení a laboratorní práce ve výuce biologie člověka na ZŠ a SŠ*. MS, Bakalářská práce, depon. in Západočeská univerzita v Plzni.
- MENTLOVÁ, A. 2025. *Mravenci ve výuce biologie*. MS, Bakalářská práce, depon. in Západočeská univerzita v Plzni.
- MILLAR, R. 2004. The role of practical work in the teaching and learning of science. *High School Science Laboratories: Role and Vision*, 1–24.
- MILLAR, R. A ABRAHAM, I. 2009. Practical work: Making it more effective. *School Science Review* 91(334), 59–64.
- NECKAŘOVÁ, J. 2021. *Mikroskopování v olomouckém kraji*. MS, Bakalářská práce, depon. in Univerzita Palackého v Olomouci.
- NOVÁKOVÁ, T. 2023. *Mikroskopování ve výuce biologie na základních školách*. MS, Bakalářská práce, depon. in Masarykova univerzita.
- OSBORNE, J. A DILLON, J. 2008. *Science Education in Europe: Critical Reflections*. The Nuffield Foundation.
- PAVLASOVÁ, L. 2015. *Přírodovědné exkurze ve školní praxi*. MS, Diplomová práce, depon. in Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta.
- PETLÁK, E. 2005. *Obecná didaktika*. IRIS, Bratislava.
- SVOBODOVÁ, H., MÍSAŘOVÁ, D., DURNA, R., ČEŠKOVÁ, T. A HOFMANN, E. 2019. *Koncepce terénní výuky pro základní školy: Na příkladu námětů pro krátkodobou a střednědobou terénní výuku vlastivědného a zeměpisného učiva*. Masarykova univerzita.
- VÁGNEROVÁ, P., BENEDIKTOVÁ, L. A KOUT, J. 2019. Kritická místa ve výuce přírodopisu – jejich identifikace a příčiny. *Arnica* 9(1), 39–50.
- VOTÁPKOVÁ, D., Vašíčková, R., Svobodová, H. & Semeráková, B. 2013. *Průvodce pro učitele – badatelsky orientované vyučování*. Sdružení TEREZA, Praha. ISBN 978-80-87905-02-9.
- VRÁNOVÁ, H. 2004. *Mikroskopické pozorování ve výuce biologie*. MS, Diplomová práce, depon. in Univerzita Palackého v Olomouci, Pedagogická fakulta.

INTERNETOVÉ ZDROJE

- [1] MŠMT. 2021. *Rámcový vzdělávací program pro základní školy*. Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy, Praha. Dostupné z: <https://www.edu.cz/rvp> [cit. 4. 3. 2025].
- [2] MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY ČR. 2023. *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání (RVP ZV)*. Dostupné z: <https://edu.gov.cz/rvp-ramcove-vzdelavaci-programy/ramcove-vzdelavaci-program-pro-zakladni-vzdelavani-rvp-zv/> [cit. 4. 3. 2025].
- [3] EDU.CZ. 2022a. *Rámcové vzdělávací programy pro gymnázia (RVP G)*. Dostupné z: <https://edu.gov.cz/rvp-ramcove-vzdelavaci-programy/ramcove-vzdelavaci-programy-pro-gymnazia-rvp-g/> [cit. 4. 3. 2025].
- [4] MINISTERSTVO ZDRAVOTNICTVÍ ČR. 2005. *Vyhláška č. 410/2005 Sb., o hygienických požadavcích na prostory škol*. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2005-410> [cit. 4. 3. 2025].
- [5] DOTACE EU. 2025. *MMR na lepší vybavení základních škol – máme připraveno*. Dostupné z: <https://www.dotaceeu.cz/cs/evropske-fondy-v-cr/novinky/mmr-na-lepsi-vybaveni-zakladnich-skol-mame-priprav> [cit. 4. 3. 2025].
- [6] MINISTERSTVO PRO MÍSTNÍ ROZVOJ ČR. 2025. *MMR: Zkvalitníme vzdělávání na středních školách*. Dostupné z: <https://mmr.gov.cz/cs/ostatni/web/novinky/mmr-o-opakovane-vyzvy-na-lepsi-vybaveni-zakladnich> [cit. 4. 3. 2025].
- [7] KARLOVARSKÝ KRAJ. 2024. *Stipendijní (dotační) program ke zlepšení vzdělanostní struktury obyvatelstva pro VŠ studenty*. Dostupné z: <https://www.kr-karlovarsky.cz/dotace/stipendijni-dotacni-program-karlovarskeho-kraje-ke-zlepseni-vzdelanostni-struktury-obyvatelstva-pro-vs-studenty?utm> [cit. 4. 3. 2025].
- [8] OPST. 2024. *Náborové příspěvky pro učitele*. Dostupné z: <https://opst.cz/dotace/38-vyzva/?utm> [cit. 4. 3. 2025].
- [9] EDU.CZ. 2025. *MŠMT spouští pilotní ověřování modelových ŠVP*. Dostupné z: <https://edu.gov.cz/msmt-spousti-pilotni-overovani-modelovych-svp/> [cit. 31. 3. 2025].
- [10] MŠMT. 2024a. *Informace pro školy a školská zařízení: rozpočet RgŠ ÚSC 2025*. Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy ČR. Dostupné z: https://msmt.gov.cz/uploads/odbor_12/635_2025/Informace_pro_skoly_a_skolska_zarizeni_rozpocet_RgS_USC_2025.pdf [cit. 1. 4. 2025].

- [11] MŠMT. 2024b. *Dotační programy*. Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy ČR. Dostupné z: <https://msmt.gov.cz/dotacni-programy?highlightWords=dota%C4%8Dn%C3%AD+programy> [cit. 1. 4. 2025].
- [12] EDU.CZ. 2023a. Kroky k udržitelnému a férovému financování regionálního školství. Dostupné z: <https://www.edu.cz/wp-content/uploads/2023/12/Kroky-k-udrzitelnemu-a-ferovemu-financovani-regionalniho-skolstvi-2.pdf> [cit. 5. 3. 2025].
- [13] MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY. 2021. Operační program Jan Amos Komenský (OP JAK). Dostupné z: <https://opjak.cz/o-programu/> [cit. 28. 3. 2025].
- [14] KARLOVARSKÝ KRAJ. 2024. Stipendijní (dotační) program ke zlepšení vzdělanostní struktury obyvatelstva pro VŠ studenty. Dostupné z: <https://www.kr-karlovarsky.cz/dotace/stipendijni-dotacni-program-karlovarskeho-kraje-ke-zlepseni-vzdelanostni-struktury-obyvatelstva-pro-vs-studenty> [cit. 28. 3. 2025].
- [15] ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD. 2025a. Plzeňský kraj. Dostupné z: <https://csu.gov.cz/plk/plzensky-kraj> [cit. 28. 3. 2025].
- [16] ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD. 2025b. Karlovarský kraj. Dostupné z: https://csu.gov.cz/kvk/charakteristika_karlovarskeho_kraje [cit. 28. 3. 2025].
- [17] EDU.CZ. 2022b. Venkovská škola bývá vnímána jako horší než městská, ale to je přežitý stereotyp, říká sociální geografka. Dostupné z: <https://www.eduin.cz/clanky/venkovska-skola-byva-vnimana-jako-horsi-nez-mestska-ale-to-je-prezity-stereotyp-rika-socialni-geografka/> [cit. 28. 3. 2025].
- [18] RVP.CZ. 2008. Přírodovědná cvičení. Dostupné z: <https://clanky.rvp.cz/clanek/s/G/2504/PRIRODOVEDNA-CVICENI.html> [cit. 31. 3. 2025].
- [19] PEDAGOGICKÁ FAKULTA UNIVERZITY KARLOVY. 2011. *Sborník pedagogické fakulty*. Dostupné z: https://pages.pedf.cuni.cz/pbe/files/2011/11/Sbornik11_final.pdf [cit. 1. 4. 2025].
- [20] MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ – AGRONOMICKÁ FAKULTA. *Krycí pletiva (pokožková)*. [n.d.]. Dostupné z: https://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/amor/texty-histologie-pletiva_kryci.html [cit. 18. 6. 2025].
- [21] FPE ZČU. 2025. Fakulta pedagogická ZČU. Dostupné z: <https://www.fpe.zcu.cz/cs/> [cit. 14. 4. 2025].

- [22] EDU.CZ. 2023b. *Analytický podklad pro tvorbu DZ v Karlovarském kraji*. Dostupné z: <https://www.edu.cz/wp-content/uploads/2023/06/Analytický-podklad-pro-tvorbu-DZ-v-Karlovarskem-kraji-1.pdf> [cit. 14. 4. 2025].
- [23] PLZEN.CZ. 2023. *Karlovarský kraj podpoří nekvalifikované učitele při doplňování potřebného vzdělání*. Dostupné z: <https://www.plzen.cz/karlovarsky-kraj-podpori-nekvalifikovane-ucitele-pri-doplnovani-potrebneho-vzdelani> [cit. 14. 4. 2025].
- [24] MŠMT. 2019. *Snížit vzdělanostní nerovnosti a zvýšit spravedlnost v přístupu ke kvalitnímu vzdělávání*. Dostupné z: <https://msmt.gov.cz/vzdelavani/skolstvi-v-cr/sc2-snizit-vzdelanostni-nerovnosti-a-zvysit-spravedlnost-v> [cit. 14. 4. 2025].
- [25] ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD (ČSÚ). 2021. *Regionální statistiky – Karlovarský a Plzeňský kraj*. Dostupné z: <https://csu.cz> [cit. 14. 4. 2025].
- [26] MŠMT. 2022. *Statistická ročenka školství – výkonové ukazatele*. Dostupné z: <https://msmt.cz> [cit. 14. 4. 2025].
- [27] MIKROSKOPY-ARSENAL.CZ. 2025. *Mikroskop na baterie do terénu*. Dostupné z: <https://www.mikroskopy-arsenal.cz/mikroskop-na-baterie-do-terenu/> [cit. 12. 5. 2025].
- [28] PAQ RESEARCH. 2020. *Regionální nerovnosti v přístupu ke kvalitnímu vzdělávání*. Dostupné z: https://drive.google.com/file/d/1rXqtU61XHqqr--5mOESo7zwAJKrJ_-q/view [cit. 17. 4. 2025].
- [29] THESES.CZ. 2025. *Databáze závěrečných prací*. Dostupné z: <https://theses.cz/> [cit. 11. 6. 2025].
- [30] DUM.RVP.CZ. 2025. *Digitální učební materiály pro výuku*. Dostupné z: <https://dum.rvp.cz/> [cit. 11. 6. 2025].
- [31] BIOLOGIE.CZ. 2025. *Výukové materiály z biologie*. Dostupné z: <https://www.nabla.cz/obsah/biologie/> [cit. 11. 6. 2025].
- [32] EDUX.CZ. 2025. *Portál pro vzdělávání*. Dostupné z: <https://edux.cz/> [cit. 11. 6. 2025].
- [33] YOUTUBE. 2021. *Projekt Didaktika A* [video]. Dostupné z: https://youtu.be/h_JrdxHX4Zk?si=W0AbT7nYkIxL2CX8 [cit. 11. 6. 2025].

SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

Obr. 1: Délka praxe v Karlovarském a Plzeňském kraji.	18
Obr. 2: Vystudování přírodovědeckého oboru v Karlovarském a Plzeňském kraji.	19
Obr. 3: a) Velikost města podle počtu obyvatel v Karlovarském kraji. b) Velikost města podle počtu obyvatel v Plzeňském kraji.	20
Obr. 4: a) Kategorie škol v Karlovarském kraji. b) Kategorie škol v Plzeňském kraji.	21
Obr. 5: Vyučování s mikroskopem v Karlovarském a Plzeňském kraji.	22
Obr. 6: Typy mikroskopů v Karlovarském a Plzeňském kraji.	23
Obr. 7: Ročníky, ve kterých se škola věnuje mikroskopování v Karlovarském a Plzeňském kraji.	24
Obr. 8: a) Výuka praktického cvičení (bez mikroskopů) v Karlovarském kraji. b) Výuka praktického cvičení (bez mikroskopů) v Plzeňském kraji.	25
Obr. 9: a) Speciálně vybavené třídy pro mikroskopování v Karlovarském kraji. b) Speciálně vybavené třídy pro mikroskopování v Plzeňském kraji.	26
Obr. 10: Trvalé preparáty na školách v Karlovarském a Plzeňském kraji.	27
Obr. 11: Vytváření preparátů na školách v Karlovarském a Plzeňském kraji.	28
Obr. 12: Zdroje materiálů/návodů k mikroskopování v Karlovarském a Plzeňském kraji.	29
Obr. 13: Uvítání podkladů ke zlepšení mikroskopování.	30
Obr. 14: Zaměření materiálů.	30
Obr. 15: Druh materiálu.	31
Obr. 16: Forma materiálů.	32
Tab. 1: Po odpovědi Ne v Karlovarském kraji.	19
Tab. 2: a) Po odpovědi Ne v Karlovarském kraji. b) Po odpovědi Ne v Plzeňském kraji.	26
Tab. 3: Připomínky k materiálům.	32

PŘÍLOHY

Příloha 1: Dotazník

Příloha 2: Návrh laboratorního cvičení 1

Obr. 1: Popis mikroskopu

Obr. 2: Písmeno e pod mikroskopem (zvětšení 100x)

Obr. 3: Náčrt písmene e

Příloha 3: Návrh laboratorního cvičení 2

Obr. 1: Umístění objektu na podložní sklíčko

Obr. 2: Nanesení kapky vody pomocí kapátka

Obr. 3: Přiložení krycího sklíčka

Obr. 4: Hotový dočasný preparát připravený k pozorování

Obr. 6: Náčrt buňky cibule

Obr. 5: Buňka cibule pod mikroskopem (zvětšení 200x)

Příloha 4: Návrh laboratorního cvičení 3

Obr. 1: Krycí hvězdicovité trichomy rakytníku pod mikroskopem (zvětšení 100x)

Obr. 2: Náčrt krycích hvězdicovitých trichomů rakytníku

Obr. 3: Krycí kandelábrovité trichomy divizny pod mikroskopem (zvětšení 100x)

Obr. 4: Náčrt krycích kandelábrovitých trichomů divizny

Obr. 5: Krycí jednoduché trichomy rýmovníku pod mikroskopem (zvětšení 100x)

Obr. 6: Náčrt krycích jednoduchých trichomů rýmovníku

Obr. 7: Žláznaté trichomy muškátu pod mikroskopem (zvětšení 100x)

Obr. 8: Náčrt žláznatých trichomů muškátu

Obr. 9: Žahavé trichomy kopřivy pod mikroskopem (zvětšení 100x)

Obr. 10: Náčrt žahavých trichomů kopřivy

Příloha 5: Návrh laboratorního cvičení 4

Obr. 1: Půda z lesa pod mikroskopem (zvětšení 100x)

Obr. 2: Náčrt půdy z lesa

Obr. 3: Půda z louky pod mikroskopem (zvětšení 100x)

Obr. 4: Náčrt půdy z louky

Příloha 6: Návrh laboratorního cvičení 5

Obr. 1: Buňky cibule a řepy v normálním prostředí pod mikroskopem (zvětšení 200x)

Obr. 2: Náčrt buněk cibule a řepy v normálním prostředí

Obr. 3: Buňky cibule a řepy v hypertonickém prostředí pod mikroskopem (zvětšení 200x)

Obr. 4: Náčrt buněk cibule a řepy v hypertonickém prostředí

Příloha 7: Návrh laboratorního cvičení 6

Obr. 1: Průduchy na listu zelence pod mikroskopem (zvětšení 200x)

Obr. 2: Náčrt průduchů na listu zelence

Obr. 3: Průduchy na listu begónie pod mikroskopem (zvětšení 400x)

Obr. 4: Náčrt průduchů na listu zelence

Obr. 5: Průduchy na listu břečťanu pod mikroskopem (zvětšení 200x)

Obr. 6: Náčrt průduchů na listu břečťanu

Obr. 7: Průduchy na listu poděňky (seshora) pod mikroskopem (zvětšení 200x)

Obr. 8: Náčrt průduchů na listu poděňky (seshora)

Obr. 9: Průduchy na listu poděňky (zdola) pod mikroskopem (zvětšení 200x)

Obr. 10: Náčrt průduchů na listu poděňky (zdola)

Příloha 8: Návrh laboratorního cvičení 7

Obr. 1: Kuřecí srdce zvenku

Obr. 2: Náčrt kuřecího srdce zvenku

Obr. 3: Provedení řezu kuřecím srdcem

Obr. 4: Kuřecí srdce zevnitř

Obr. 5: Náčrt kuřecího srdce zevnitř

Obr. 6: Schéma průtoku krve kuřecím srdcem

Příloha 9: Návrh laboratorního cvičení 8

Obr. 1: Plíseň pod mikroskopem (zvětšení 200x)

Obr. 2: Náčrt plísně

Příloha 1: Dotazník**1) Jaká je délka Vaší praxe?**

- Méně než 2 roky
- 2-6 let
- 7-12 let
- 13-19 let
- 20-27 let
- 28-32 let
- Více než 32 let

2) Máte vystudovaný přírodovědecký obor?

- Ano, učitelství biologie (přírodopisu)
- Ne

3) Pokud jste na předchozí otázku odpověděl/a Ne, jaký jiný obor máte vystudovaný?

4) V jakém kraji se nachází škola, na které učíte?

- Karlovarský kraj
- Plzeňský kraj

5) V jakém městě dle kategorie se nachází škola, na které učíte?

- Krajské město
- Město (nad 10 tisíc obyvatel)
- Malé město (do 10 tisíc obyvatel)

6) Do jaké kategorie spadá škola, na které učíte?

- 2. stupeň základní školy
- Nižší gymnázium
- Vyšší gymnázium (střední škola)

7) Vyučuje se v rámci přírodopisu (biologie) na Vaší škole práce s mikroskopem?

- Ano
- Ne

8) Jakými typy mikroskopů disponuje vaše škola? (Zda jsou mikroskopy monokulární, binokulární, se zrcátkem ...)

9) Ve kterém ročníku se s žáky věnujete mikroskopování? (Zaškrtnout lze více možností)

- 6. třída (prima)
- 7. třída (sekunda)
- 8. třída (tercie)
- 9. třída (kvarta)
- 1. ročník SŠ (kvinta)
- 2. ročník SŠ (sexta)
- 3. ročník SŠ (septima)
- 4. ročník SŠ (oktáva)
- Nevěnujete se

10) Vedete v rámci přírodopisu (biologie) praktická cvičení bez mikroskopů?

- Ano
- Ne

11) Máte speciálně vybavené třídy pro mikroskopování?

- Ano
- Ne

12) Pokud jste na předchozí otázku odpověděl/a Ne, jak to řešíte? (mikroskopy máte v kabinetu, máte pouze jeden učitelský, ...)

13) Jakými trvalými preparáty disponuje vaše škola? (Zaškrtnout lze více možností)

- Histologické preparáty
- Botanické preparáty
- Preparáty s neživými látkami (prach, nit', zrnka písku, ...)
- Sada preparátů (od každého trochu)
- Škola nedisponuje preparáty
- Jiné: _____

14) Vytváříte dočasné preparáty? (Zaškrtnout lze více možností)

- Ano, společně s žáky (žáci jsou zapojeni a vytváří si své)
- Ano, ale sám/sama (až poté své preparáty ukazujete žákům)
- Ne

15) Kde jakožto učitel nacházíte materiály/návody k mikroskopování? (Zaškrtnout lze více možností)

- Od kolegů
- Na internetu
- Sami je vytváříte
- Jiné: _____

16) Uvítal/a byste podklady, které by obsahovaly jednoduché nápady a postupy pro Vás k mikroskopování/cvičení bez mikroskopů se studenty?

- Ano
- Ne

17) Na jaké zaměření by měly materiály být? (Zaškrtnout lze více možností)

- Živočichové
- Rostliny
- Člověk

18) Jaké materiály by to měly být? (Zaškrtnout lze více možností)

- Pracovní listy
- Výukové materiály pro žáky
- Kvízy
- Výukové materiály pro učitele
- Jiné: _____

19) V jaké formě byste takové materiály uvítal/a?

- Knížka
- Sešit
- Online dokument
- Jiné: _____

20) Co ještě by podle Vás nemělo v takových podkladech chybět?

Příloha 2: Návrh laboratorního cvičení 1

LABORATORNÍ CVIČENÍ 1

Téma: Práce s mikroskopem

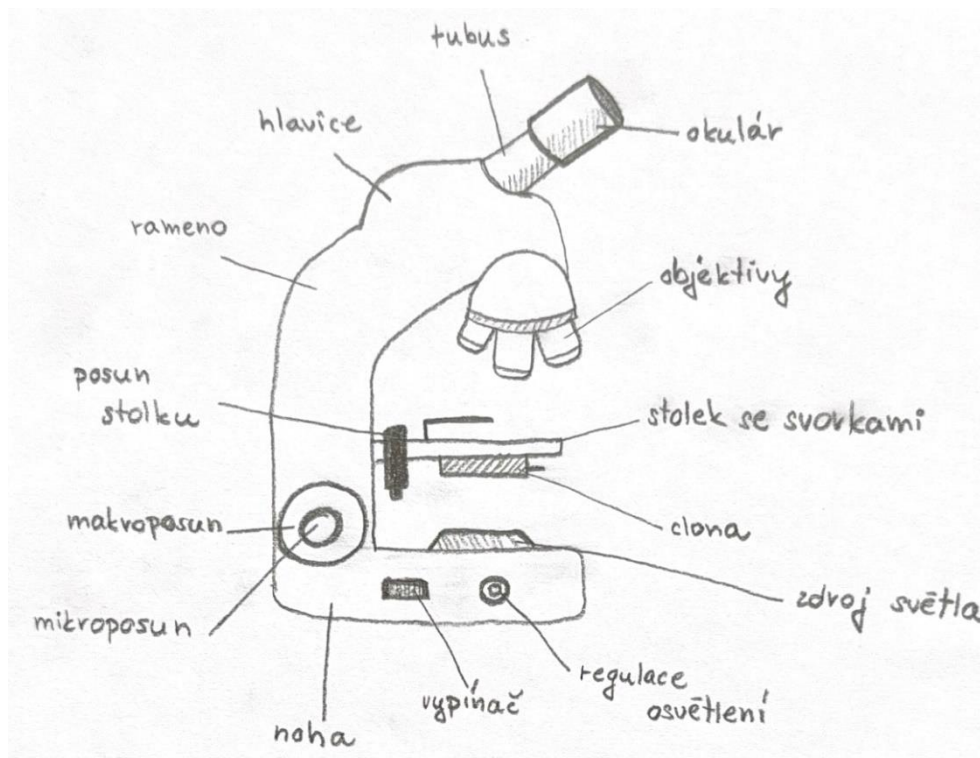
Úkol: 1) Stavba mikroskopu

2) Seznámení se s funkcemi mikroskopu

Pomůcky: Mikroskop, vytištěná písmena e (malé)

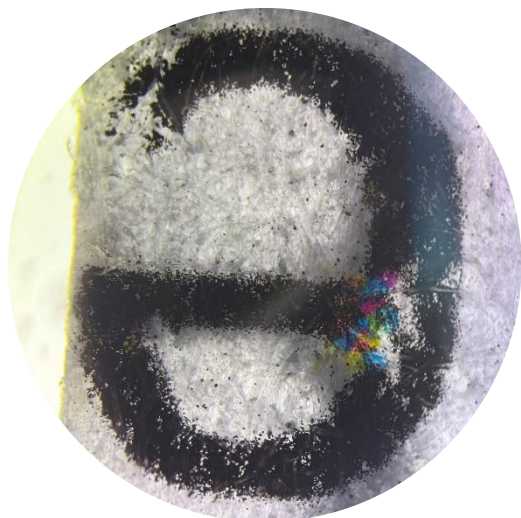
Postup: S žáky si rozdáte mikroskopy. Projdete s nimi celou stavbu mikroskopu (viz. Obr. 1). Dále si vyzkoušíte vyměňování objektivů, světlo (pokud máte mikroskop se zrcátkem, tak si zkusit pohyb zrcátkem) a pohyb zaostřovacími šrouby, pokud máte šrouby i pro pohyb stolku se svorkami, tak ten také. Zkuste si i pohyb se clonou, která bývá umístěna pod stolkem se svorkami a slouží k upravení množství světla, které prochází preparátem. Při práci s mikroskopem se začíná na nejmenším zvětšení a s clonou víc otevřenou, abyste snadno našli objekt, na který se chcete zaměřit. Po ukončení mikroskopického pozorování přesuňte objektiv zpět na nejmenší zvětšení (na toto se často zapomíná).

Žáci si mohou do protokolu mikroskop nakreslit a popsat. Poté vložíte vytištěné písmeno e na stolek se svorkami (směrem k sobě), nastavíte objektiv na nejmenší zmenšení a můžete začít pozorovat skrze okulár, popřípadě můžete začít zvětšovat přiblížením rotací objektivů. Vždy se ale začíná na nejmenší zvětšení, až poté se zvětšuje. Písmeno e by mělo být vidět zrcadlově obrácené, jelikož systém zrcadel v mikroskopu obraz převrací. Takto žáci pochopí, jak mikroskop funguje.

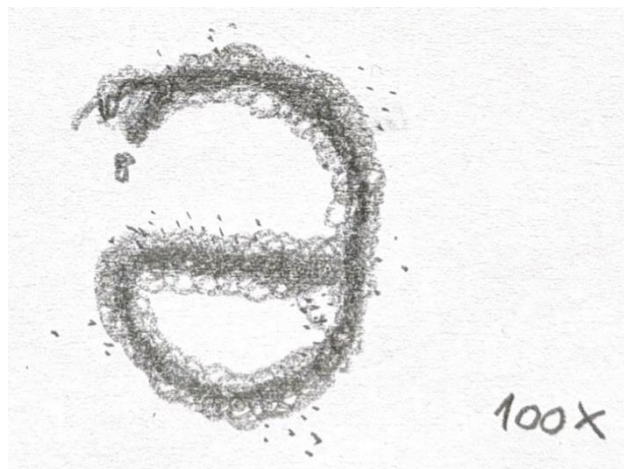
Mikroskop:

Obr. 1: Popis mikroskopu

Písmeno e (zvětšení 100x):



Obr. 2: Písmeno e pod mikroskopem (zvětšení 100x)



Obr. 3: Náčrt písmene e

Závěr: Zde studenti shrnou, co na hodině pochytili a jak mikroskop funguje, např. proč je písmeno e pod mikroskopem obráceně.

LABORATORNÍ CVIČENÍ 1

Téma: Práce s mikroskopem

Úkol: 1) Stavba mikroskopu

2) Seznámení se s funkcemi mikroskopu

Pomůcky: Mikroskop, vytištěná písmena e (malé)

Postup:

Mikroskop:

Písmeno e:

Závěr:

Příloha 3: Návrh laboratorního cvičení 2**LABORATORNÍ CVIČENÍ 2****Téma:** Buňky cibule**Úkol:** 1) Vytvořit dočasný preparát

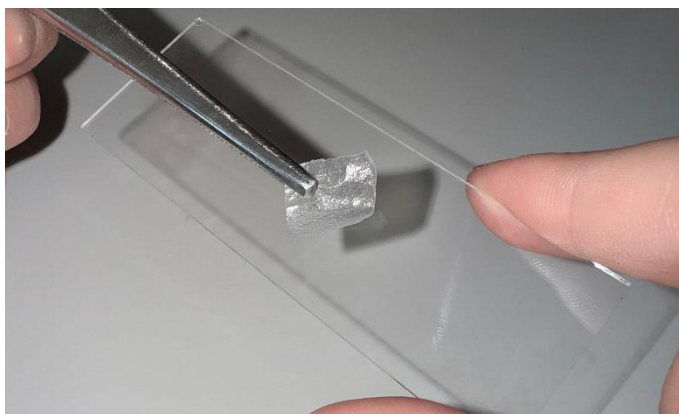
2) Pozorovat buňky cibule

Pomůcky: Nůž, cibule, pinzeta, podložní sklíčko, krycí sklíčko, voda, kapátko, papírový ubrousek, mikroskop**Postup:** Rozřízněte nožem cibuli a rozdělte ji na jednotlivé vrstvy. Ze spodní strany kterékoliv vrstvy sloupněte pomocí pinzety tenkou blánu, upravte ji nůžkami na velikost, přiměřenou na sklíčko, a položte ji na podložní sklíčko tak, aby netvořila žádné záhyby nebo překryvy. Kapátkem kápněte kapku vody na sklíčko s vrstvou cibule a přiložte krycí sklíčko. Postup lze provést i tak, že napřed na podložní sklíčko kápnete kapku vody a až poté do ní vložíte kousek cibule. Začněte přikládat jednou hranou ke kapce vody a pomalu ho položte tak, aby se nevytvořily bubliny. Nakonec okolo sklíčka otřete přebytečnou vodu papírovým ubrouskem nebo odsajete kapátkem.

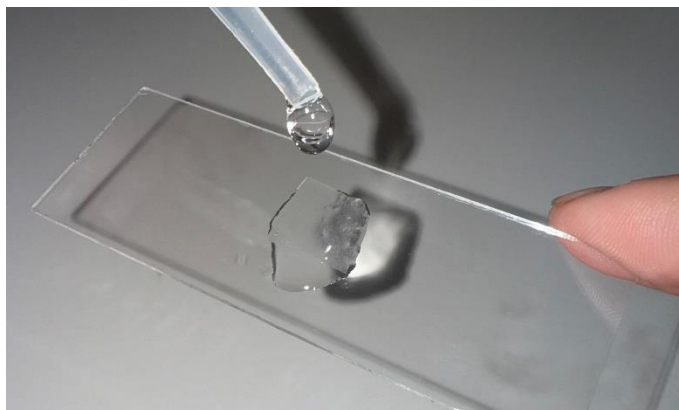
Vložte dočasný preparát do mikroskopu a začněte s pozorováním na nejmenším zvětšení. Při větším zvětšení by měly být viditelné jednotlivé buňky, které jsou ohraničeny buněčnou stěnou, vyplněné cytoplazmou a obsahují vakuolu a jádro (viz. Obr. 1). Pro lepší viditelnost struktur na preparátu si zkuste i pohyb se clonou. Občas se na preparátu může objevit bublina vzduchu, která vypadá, jako ohraničený černý kroužek s průhledným středem, to se do obrázku nekreslí.

Obrázek do protokolu se kreslí tužkou a tak, aby byl velký, jednoduchý a čitelný – nejlépe velikosti tak, aby několik buněk vyplnilo oblast jedné čtvrtiny A4ky (formát notýsku). Nesmí chybět ani zvětšení, které se vypočítá vynásobením zvětšení okuláru zvětšením objektivu. Např.: okulár = 10x, objektiv = 20x, výsledné zvětšení = $10 \cdot 20 = 200x$

Po ukončení mikroskopického pozorování přesuňte objektiv zpět na nejmenší zvětšení, aby byl mikroskop připraven pro budoucí pozorování.

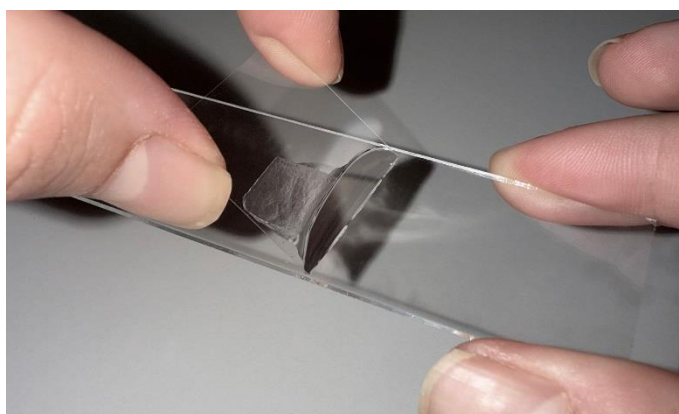
Postup pro tvorbu dočasného preparátu:**1) Umístěte pozorovaný objekt na podložní sklíčko.****Obr. 1:** Umístění objektu na podložní sklíčko

2) Pomocí kapátka naneste kapku vody na vzorek (kroky 1 a 2 je možné prohodit podle preferencí nebo charakteru vzorku).



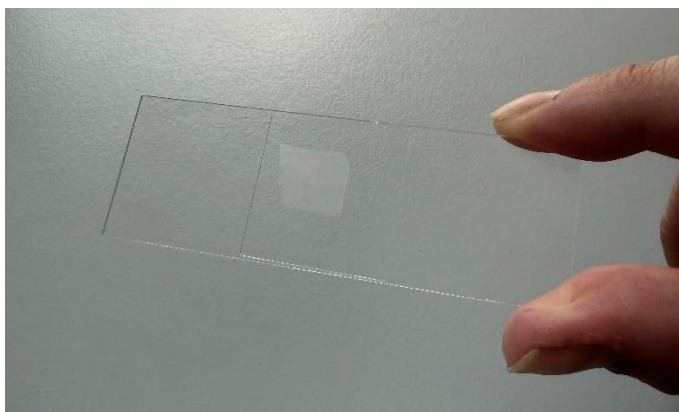
Obr. 2: Nanesení kapky vody pomocí kapátka

3) Opatrně přiložte krycí sklíčko tak, že se jednou hranou dotkne kapky a pak jej pomalu spustíte, aby se zabránilo tvorbě bublin.

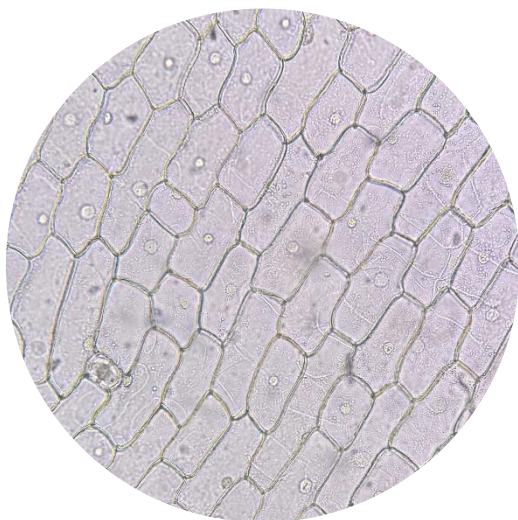


Obr. 3: Přiložení krycího sklíčka

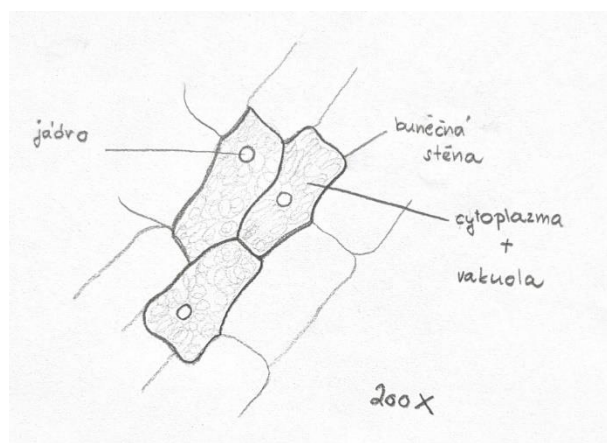
4) Dočasný preparát je připraven k pozorování pod mikroskopem.



Obr. 4: Hotový dočasný preparát připravený k pozorování

Buňka cibule (zvětšení 200x):

Obr. 5: Buňka cibule pod mikroskopem (zvětšení 200x)



Obr. 6: Náčrt buňky cibule

Závěr: Zde studenti shrnou, co na dnešní hodině pochytili a co viděli pod mikroskopem.

LABORATORNÍ CVIČENÍ 2

Téma: Buňky cibule

Úkol: 1) Vytvořit dočasný preparát

2) Pozorovat buňky cibule

Pomůcky: Nůž, cibule, pinzeta, podložní sklíčko, krycí sklíčko, voda, kapátko, papírový ubrousek, mikroskop

Postup:

Buňka cibule:

Závěr:

Příloha 4: Návrh laboratorního cvičení 3**LABORATORNÍ CVIČENÍ 3****Téma:** Trichomy (chlupy) rostlin**Úkol:** 1) Vytvořit dočasný preparát

2) Pozorovat trichomy vybraných rostlin

3) Určit 3 základní druhy trichomů

Pomůcky: Rostliny: a) Listy rakytníku nebo řešetláku (**krycí hvězdčicovité trichomy**)b) Listy divizny (**krycí kandelábrovité trichomy**)c) Listy pelargonie (muškát) nebo rýmovníku (**jednoduché krycí a žláznaté trichomy**)d) Listy kopřivy dvoudomé (**žahavé trichomy**)

Petriho miska, nůžky, pinzeta, podložní sklíčko, krycí sklíčko, voda, kapátko, papírový ubrousek, mikroskop

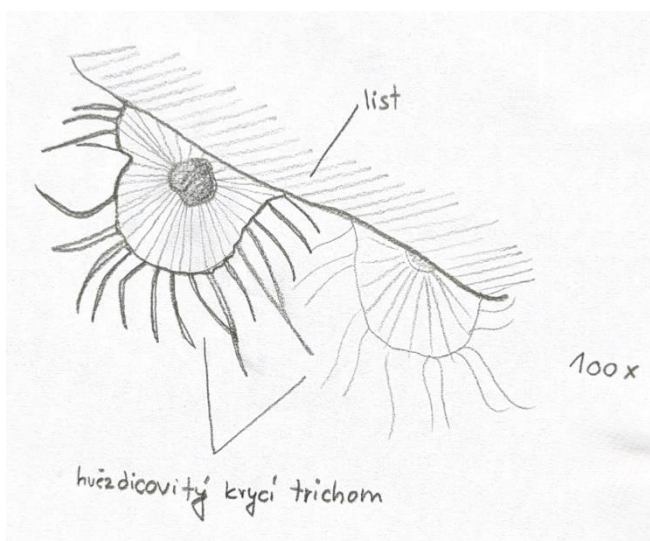
Postup: Na Petriho misku si připravte lístky vybraných rostlin (například kopřivy, rýmovníku nebo muškátu). U kopřivy buďte opatrní, ať si nepopálíte prsty a zároveň nepoškodíte jemné chlupy. Na podložní sklíčko kápněte kapku vody. Z listu nůžkami nebo pinzetou sloupněte tenkou vrstvu pokožky nebo pomocí pinzety jemně seškrábněte trichomy (chlupy) ze spodní strany listu do kapky vody na podložním sklíčku a přikryjte krycím sklíčkem.

Vložte preparát do mikroskopu, natavte na nejmenší zvětšení a začněte pozorovat. Stejný postup zopakujte i s ostatními rostlinami. Po ukončení mikroskopického pozorování přesuňte objektiv zpět na nejmenší zvětšení.

Trichomy jsou drobné chloupky, které rostou na listech nebo stoncích rostlin. Můžeme je rozdělit do tří základních skupin: **krycí, žláznaté a žahavé**.**Krycí trichomy** vypadají jako obyčejné jemné chloupky. Nejčastěji chrání rostlinu před silným sluncem nebo vysycháním, a někdy i před hmyzem. Můžeme je vidět třeba na listech rýmovníku, rakytníku nebo divizny. Pod mikroskopem vypadají jako tenké, dlouhé vlásky (rýmovník) nebo jako hvězdice (rakytník).**Žláznaté trichomy** jsou také chloupky, ale mají na konci jakoby malou „hlavičku“, která vylučuje různé vonné nebo lepkavé látky. Ty mohou odpuzovat škůdce nebo přitahovat opylovače. Najdeme je například na listech muškátu, levandule nebo rýmovníku. Pod mikroskopem uvidíme, že vypadají jako malá tyčinka s kapkou na konci.**Žahavé trichomy** jsou chloupky, které při dotyku proniknou do pokožky a vylučují dráždivou látku, což způsobuje pálení a podráždění. Chloupky mají mineralizovanou buněčnou stěnu, aby lépe pronikly do pokožky a jsou zakončené malou kulovou hlavičkou, která se po průniku odlomí a tekutina obsažená uvnitř (kyselina mravenčí, histamin, acetylcholin) se vypustí. Typicky je má kopřiva. Pod mikroskopem vypadají jako jehličky s širší bází a ostrým koncem.

Krycí hvězdicovité trichomy rakytníku (zvětšení 100x):

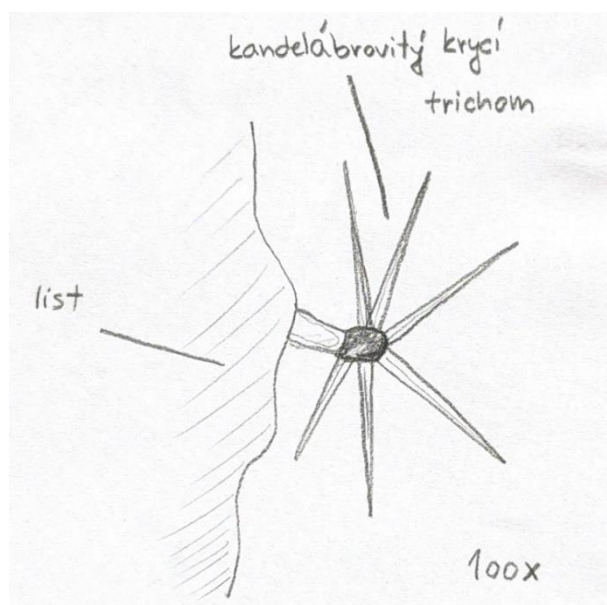
Obr. 1: Krycí hvězdicovité trichomy rakytníku pod mikroskopem (zvětšení 100x)



Obr. 2: Náčrt krycích hvězdicovitých trichomů rakytníku

Krycí kandelábrovité trichomy divizny (zvětšení 100x):

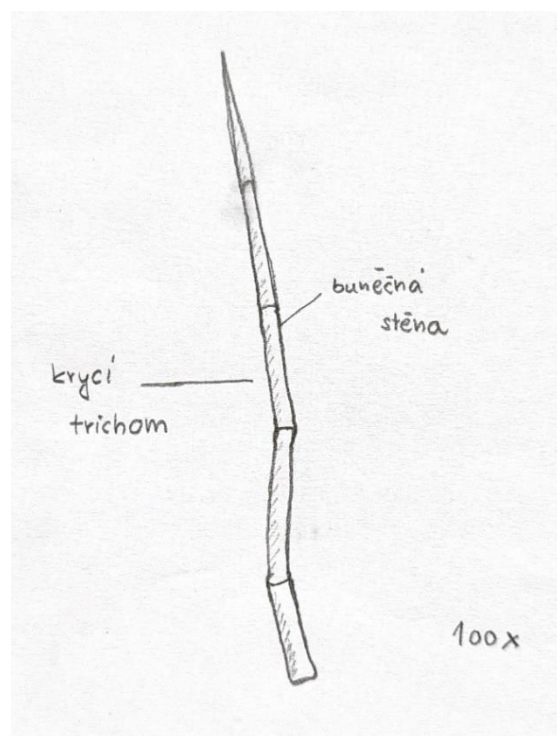
Obr. 3: Krycí kandelábrovité trichomy divizny pod mikroskopem (zvětšení 100x)



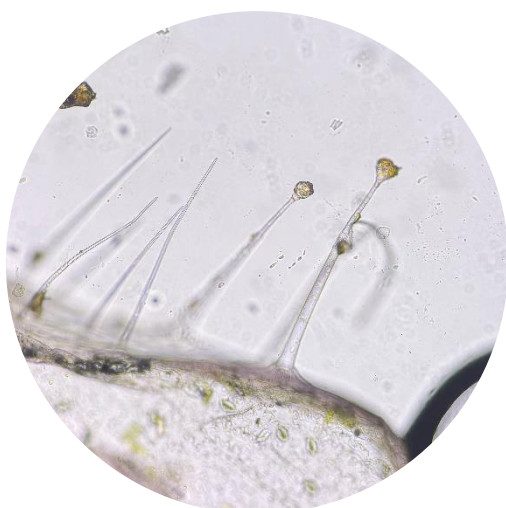
Obr. 4: Náčrt krycích kandelábrovitých trichomů divizny

Krycí jednoduché trichomy rýmovníku (zvětšení 100x):

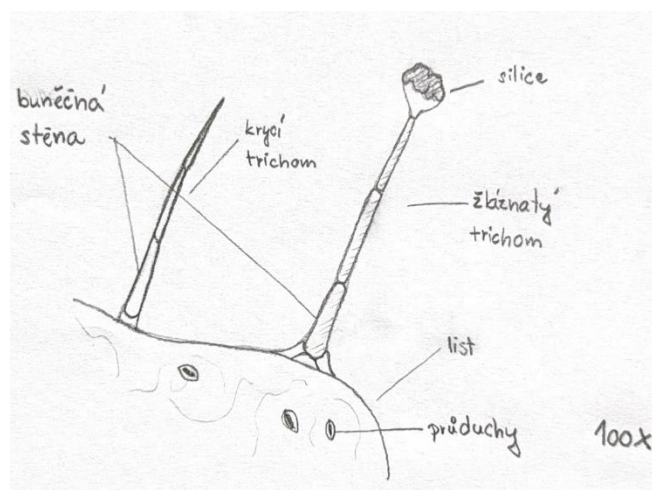
Obr. 5: Krycí jednoduché trichomy rýmovníku pod mikroskopem (zvětšení 100x)



Obr. 6: Náčrt krycích jednoduchých trichomů rýmovníku

Žláznaté trichomy muškátu (zvětšení 100x):

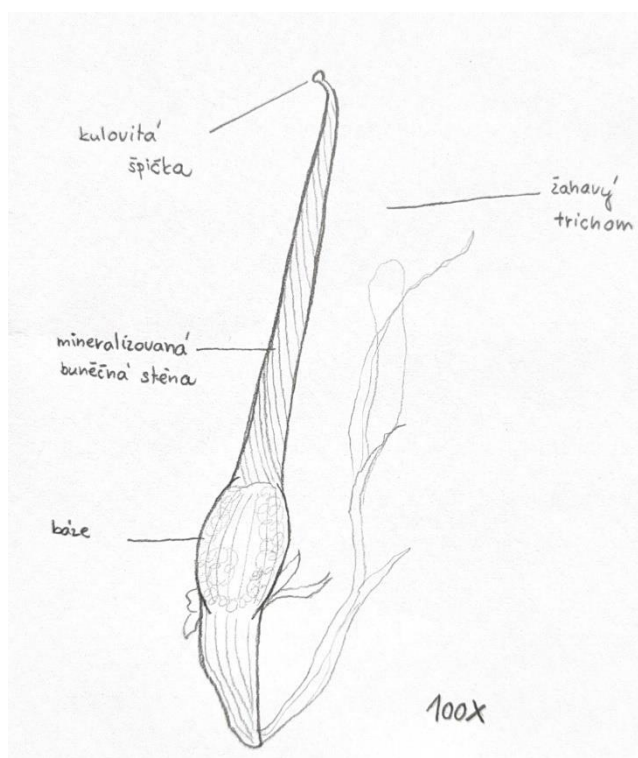
Obr. 7: Žláznaté trichomy muškátu pod mikroskopem (zvětšení 100x)



Obr. 8: Náčrt žláznatých trichomů muškátu

Žahavé trichomy kopřivy (zvětšení 100x):

Obr. 9: Žahavé trichomy kopřivy pod mikroskopem (zvětšení 100x)



Obr. 10: Náčrt žahavých trichomů kopřivy

Závěr: Zde studenti shrnou, co na dnešní hodině pochytili, co viděli pod mikroskopem a jaké funkce třeba různé trichomy mají.

LABORATORNÍ CVIČENÍ 3

Téma: Trichomy (chlupy) rostlin

Úkol: 1) Vytvořit dočasný preparát
2) Pozorovat trichomy vybraných rostlin
3) Určit 3 základní druhy trichomů

Pomůcky: Rostliny: a)
b)
c)

Petriho miska, nůžky, pinzeta, podložní sklíčko, krycí sklíčko, voda, kapátko, papírový ubrousek, mikroskop

Postup:

Obrázek 1:

Obrázek 2:

Obrázek 3:

Obrázek 4:

Obrázek 5:

Závěr:

Příloha 5: Návrh laboratorního cvičení 4

LABORATORNÍ CVIČENÍ 4

Téma: Porovnání složek půdy (například rozdíl mezi lesní a luční půdou)

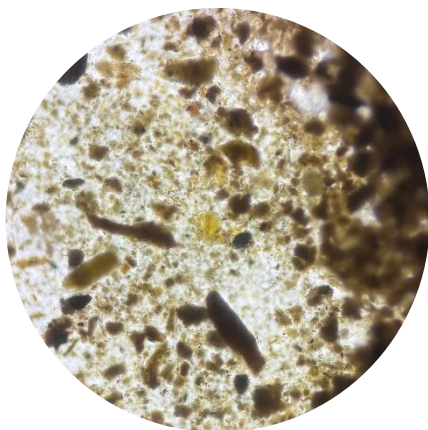
Úkol: 1) Vytvořit dočasný preparát

2) Pozorovat složky půdy

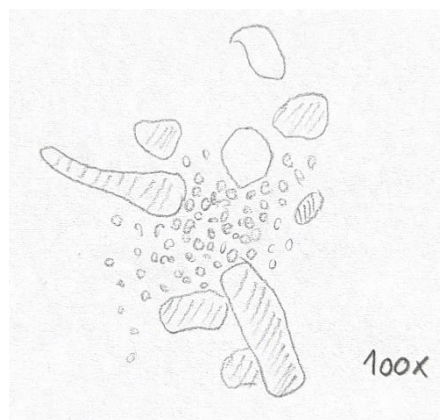
Pomůcky: Půda (hlína) z více lokalit, Petriho miska, pinzeta, podložní sklíčko, krycí sklíčko, voda, kapátko, papírový ubrousek, mikroskop

Postup: Dejte si do Petriho misky trochu půdy (hlíny) a zakápněte vodou. Vodu s půdou promíchejte a poté pomocí kapátka naneste na podložní sklíčko a přiložte krycí sklíčko, ale nepřitlačovat ho, aby kvůli kamínkům neprasklo. Porovnejte jednotlivé složky půdy podle velikosti jejich částic. Začněte na nejmenším zvětšení a po ukončení mikroskopického pozorování přesuňte objektiv zpět na nejmenší zvětšení.

Půda z lesa (zvětšení 100x):

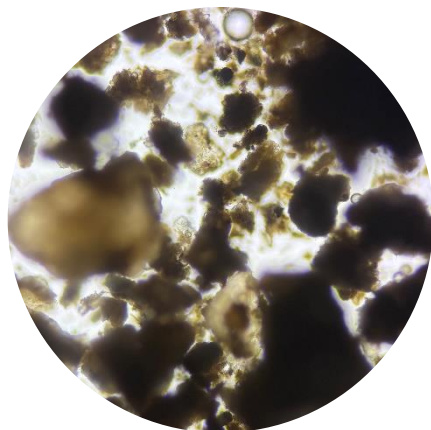


Obr. 1: Půda z lesa pod mikroskopem (zvětšení 100x)

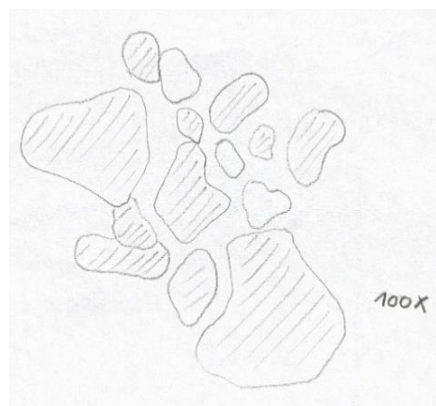


Obr. 2: Náčrt půdy z lesa

Půda z louky (zvětšení 100x):



Obr. 3: Půda z louky pod mikroskopem (zvětšení 100x)



Obr. 4: Náčrt půdy z louky

Závěr: Zde studenti shrnou, co na dnešní hodině pochytili, co viděli pod mikroskopem a zhodnotí, proč půda není jednotná hmota, ale skládá se z částic různé velikosti v závislosti na lokalitě.

LABORATORNÍ CVIČENÍ 4

Téma: Pozorování složek půdy

Úkol: 1) Vytvořit dočasný preparát
2) Pozorovat složky půdy

Pomůcky: Půda (hlína), Petriho miska, pinzeta, podložní sklíčko, krycí sklíčko, voda, kapátko, papírový ubrousek, mikroskop

Postup:

Obrázek 1:

Obrázek 2:

Závěr:

Příloha 6: Návrh laboratorního cvičení 5

LABORATORNÍ CVIČENÍ 5

Téma: Plazmolýza

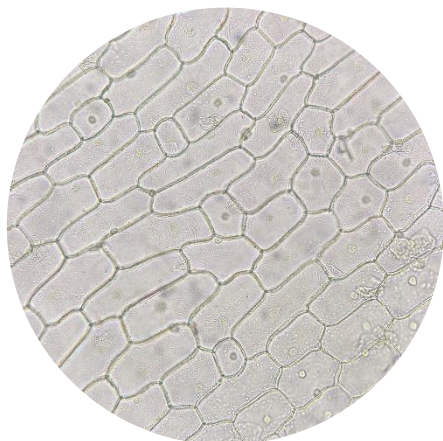
- Úkol:** 1) Vytvořit dočasný preparát
2) Pozorovat buňku v normálním prostředí
3) Pozorovat buňku v hypertonickém prostředí

Pomůcky: cibule nebo čerstvá červená řepa (lepší pro barevný efekt), Petriho miska, pinzeta, podložní sklíčko, krycí sklíčko, voda, solný roztok (kuchyňská sůl rozmíchaná ve vodě, 2 lžičky soli na 100ml vody), kapátko, papírový ubrousek, mikroskop

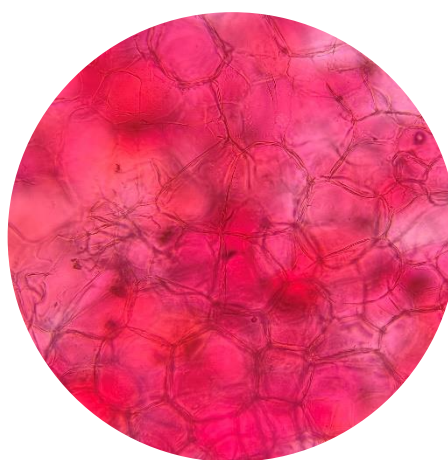
Postup: Sloupněte tenkou průhlednou blánu ze spodní strany cibule (nebo odkrojte tenký plátek čerstvé červené řepy, u předvařené není nic vidět). Položte na podložní sklíčko, zakápněte kapkou čisté vody, přikryjte krycím sklíčkem a pozorujte buňky. Postup opakujte pro další preparát, akorát místo vody zakápněte solným roztokem. Během několika minut dojde ke změnám: **voda z buněk odchází ven**, cytoplazma se smršťuje a může se odtrhnout od buněčné stěny → **plazmolýza** (viditelné hlavně u červené řepy díky barvě). Začněte na nejmenším zvětšení a po ukončení mikroskopického pozorování přesuňte objektiv zpět na nejmenší zvětšení.

Buňky v normálním prostředí (zvětšení 200x):

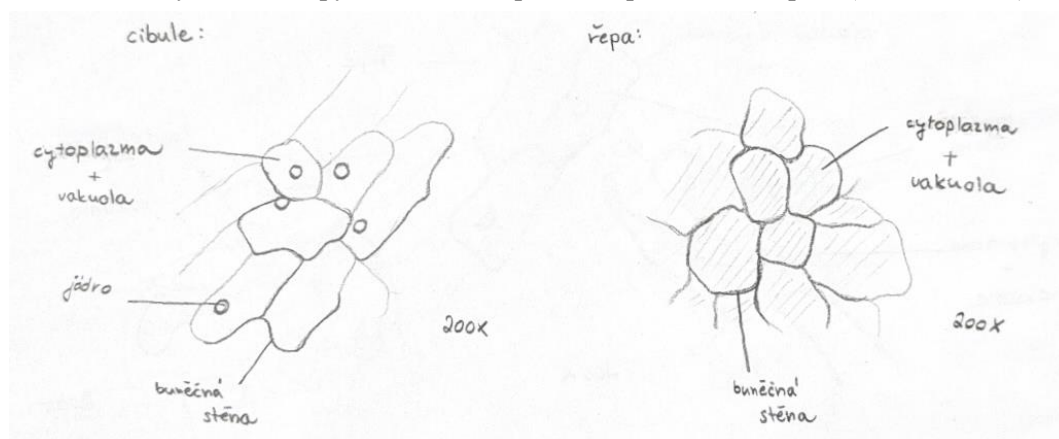
Cibule:



Řepa:



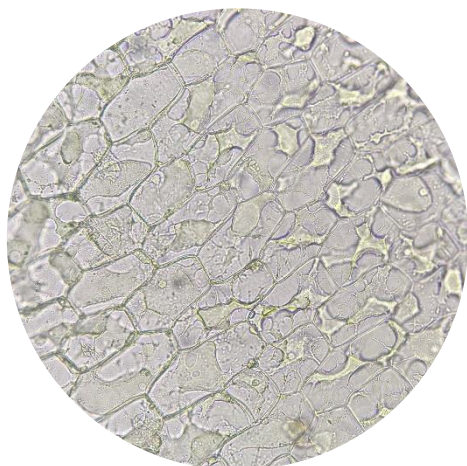
Obr. 1: Buňky cibule a řepy v normálním prostředí pod mikroskopem (zvětšení 200x)



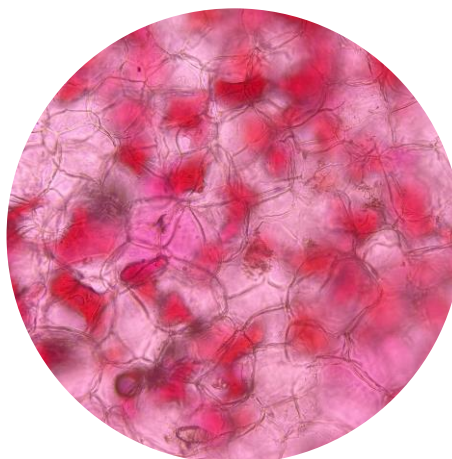
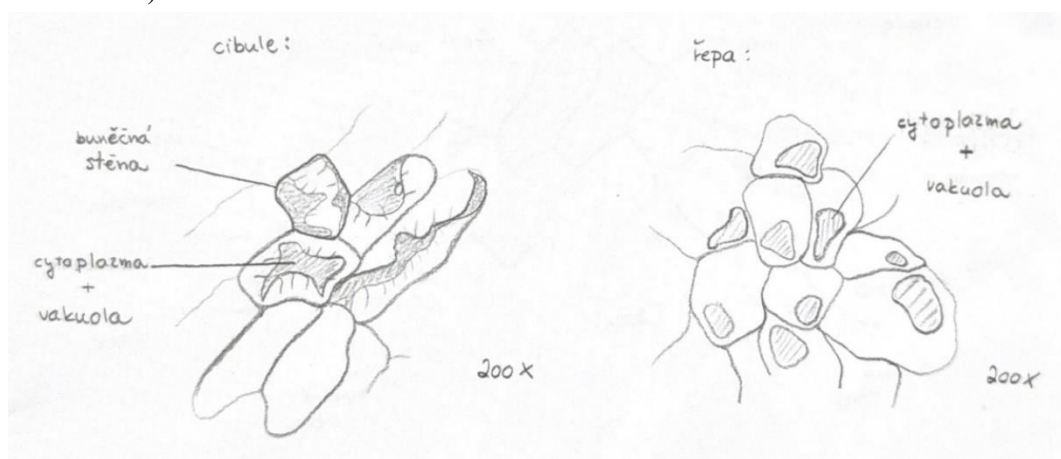
Obr. 2: Náčrt buněk cibule a řepy v normálním prostředí

Buňky v hypertonickém prostředí (zvětšení 200x):

Cibule:



Řepa:

**Obr. 3:** Buňky cibule a řepy v hypertonickém prostředí pod mikroskopem (zvětšení 200x)**Obr. 4:** Náčrt buněk cibule a řepy v hypertonickém prostředí

Závěr: Zde studenti shrnou, co na dnešní hodině pochytili, co viděli pod mikroskopem a popsali změny mezi buňkami.

LABORATORNÍ CVIČENÍ 5

Téma: Plazmolýza

- Úkol:**
- 1) Vytvořit dočasný preparát
 - 2) Pozorovat buňku v normálním prostředí
 - 3) Pozorovat buňku v hypertonickém prostředí

Pomůcky: cibule nebo červená řepa (lepší pro barevný efekt), Petriho miska, pinzeta, podložní sklíčko, krycí sklíčko, voda, solný roztok, kapátko, papírový ubrousek, mikroskop

Postup:

Buňky v normálním prostředí:

Buňky v hypertonickém prostředí:

Závěr:

Příloha 7: Návrh laboratorního cvičení 6

LABORATORNÍ CVIČENÍ 6

Téma: Průduchy na listu rostliny

Úkol: 1) Vytvořit obtisk listu s průduchy

2) Vytvořit trvalý preparát

3) Pozorovat pokožkové buňky a průduchy z listů rostlin

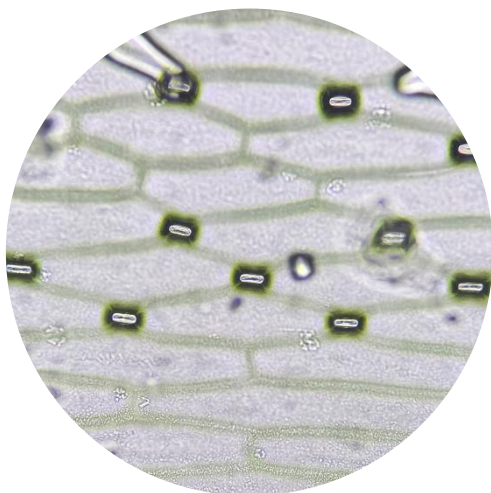
Pomůcky: Listy suchozemských rostlin (nebo celou pokojovou rostlinu), průhledný lak na nehty, izolepa, nůžky, podložní sklíčko, krycí sklíčko, mikroskop

Postup: Nejdříve si vyberte list rostliny (nejlépe zesponu, protože tam jsou průduchy viditelnější, a ne chlupaté listy, z nich se otisk nedostane). Pokud máte k dispozici pokojovou rostlinu a nechcete ji ničit trháním listů, můžete nanášení laku provést přímo na ní, lak se po uschnutí sloupne celý s izolepou a list zůstane nepoškozený.

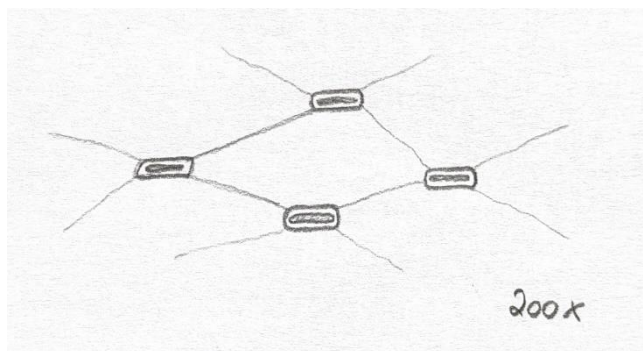
Na **spodní** stranu listu (suchozemské rostliny, vodní rostliny mají průduchy seshora) opatrně naneste jednu tenkou vrstvu (1x1 cm) bezbarvého laku na nehty a nechte lak uschnout (trvá to pár minut). Jakmile je lak suchý, přiložte na něj ustřižený a dostatečně velký kousek izolepy (tou lepivou stranou) a lehce přitiskněte (pozor, izolepa by měla přesahovat lak, aby se pak dala přilepit na sklo). Pomalu a opatrně izolepu sloupněte, půjde odloupnout tenká průhledná vrstva laku s otiskem průduchů. Izolepu s lakem potom přiložte na podložní sklíčko (**lepivou stranou na sklíčko, ne obráceně, at' potom nepoškodíte mikroskop**). Nyní můžete preparát pozorovat pod mikroskopem, kde uvidíte průduchy jako malé póry mezi většími pokožkovými buňkami.

Začněte na nejmenším zvětšení a pozor, preparát není barevný, takže je málo kontrastní, proto je vhodné při práci používat clonu, která vám pomůže lépe si prohlédnout buňky. Po ukončení mikroskopického pozorování přesuňte objektiv zpět na nejmenší zvětšení.

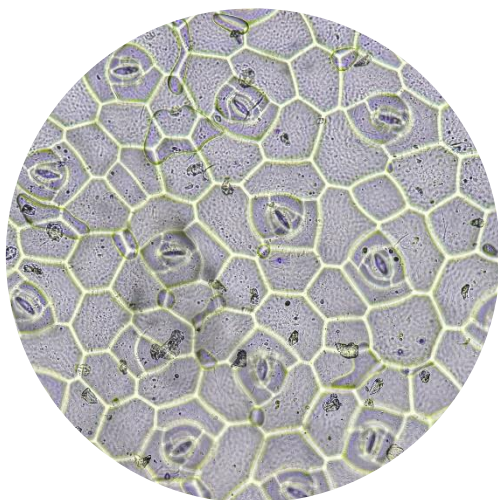
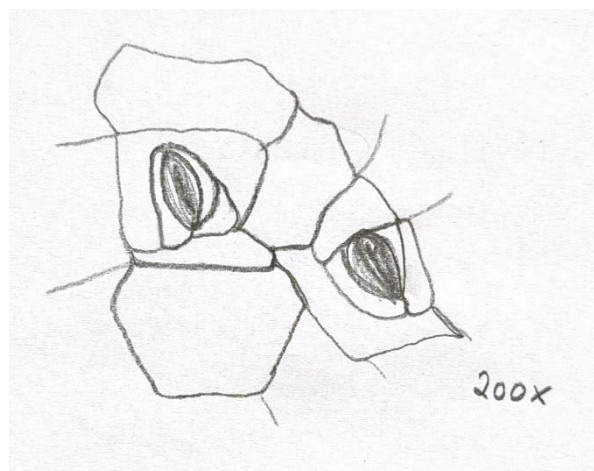
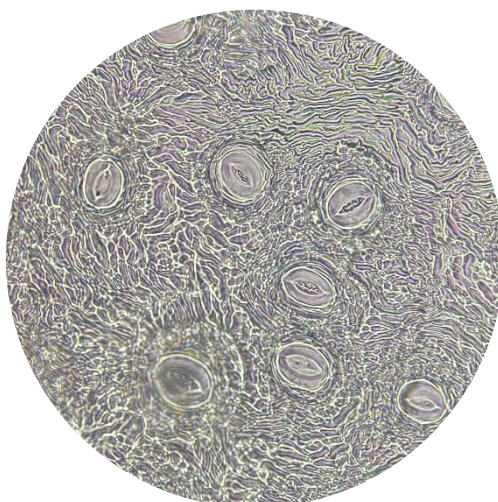
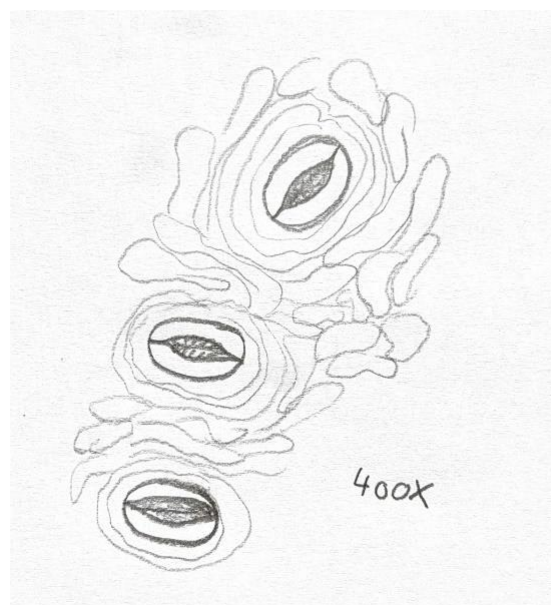
Průduchy na listu zelence (zvětšení 200x):



Obr. 1: Průduchy na listu zelence pod mikroskopem (zvětšení 200x)

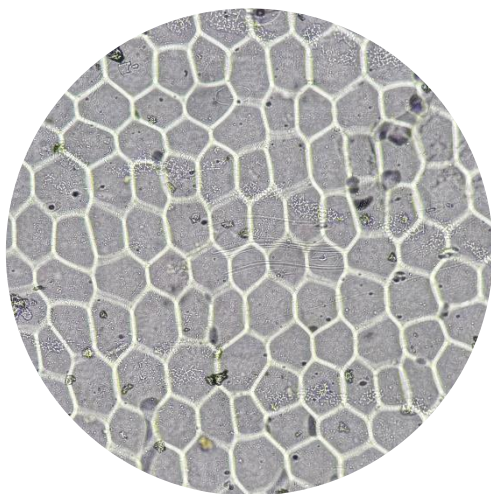
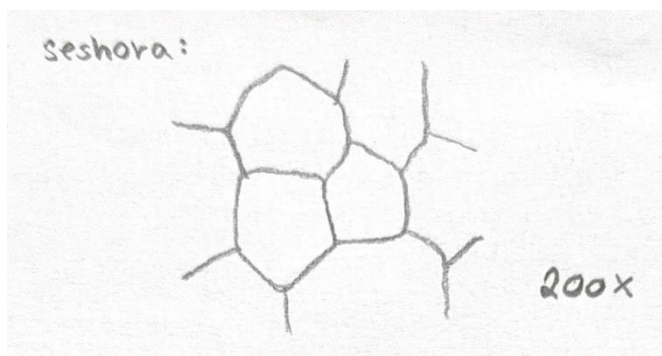


Obr. 2: Náčrt průduchů na listu zelence

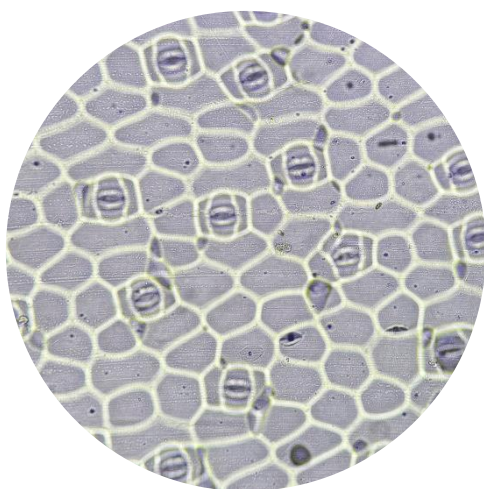
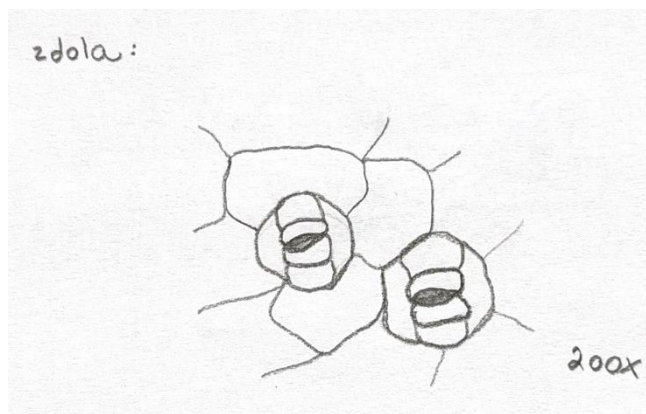
Průduchy na listu begónie (zvětšení 400x):**Obr. 3:** Průduchy na listu begónie pod mikroskopem (zvětšení 400x)**Obr. 4:** Náčrt průduchů na listu zelence**Průduchy na listu břechťanu (zvětšení 200x):****Obr. 5:** Průduchy na listu břechťanu pod mikroskopem (zvětšení 200x)**Obr. 6:** Náčrt průduchů na listu břechťanu

Průduchy na listu poděvky (seshora a zdola listu pro ukázkou) (zvětšení 200x):

Seshora:

**Obr. 7:** Průduchy na listu poděvky (seshora) pod mikroskopem (zvětšení 200x)**Obr. 8:** Náčrt průduchů na listu poděvky (seshora)

Zdola:

**Obr. 9:** Průduchy na listu poděvky (zdola) pod mikroskopem (zvětšení 200x)**Obr. 10:** Náčrt průduchů na listu poděvky (zdola)

Závěr: Zde studenti shrnou, co na dnešní hodině pochytily a co viděli pod mikroskopem. Pokud uděláte otisky z více rostlin, můžou je porovnat mezi sebou.

LABORATORNÍ CVIČENÍ 6

Téma: Průduchy na listu rostliny

Úkol: 1) Vytvořit obtisk listu s průduchy

2) Vytvořit trvalý preparát

3) Pozorovat pokožkové buňky a průduchy z listů rostlin

Pomůcky: List rostliny, průhledný lak na nehty, izolepa, nůžky, podložní sklíčko, krycí sklíčko, mikroskop

Postup:

Obrázek 1:

Obrázek 2:

Obrázek 3:

Obrázek 4:

Závěr:

Příloha 8: Návrh laboratorního cvičení 7

LABORATORNÍ CVIČENÍ 7

Téma: Stavba kuřecího srdce

Úkol: 1) Prohlédnout si srdce

2) Popsat jeho části

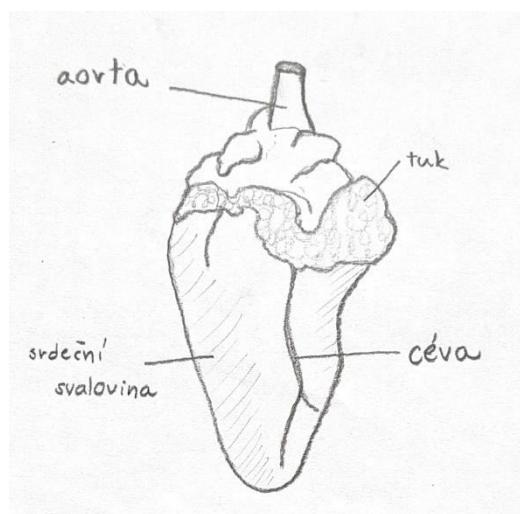
Pomůcky: Kuřecí srdce, Petriho miska, skalpel nebo nůž, rukavice

Postup: Nejdříve si připravte čerstvé kuřecí srdce (může být z obchodu, ideálně předem omyté) a položte jej na Petriho misku. Nejprve si ho prohlédněte zvenku a všimněte si tvaru. Poté skalpelem nebo nožem opatrně srdce rozřízněte podélně na půlku (viz. Obr. 3). Vnitřek si pořádně prohlédněte a všimněte si síní, komor, přepážek a jejich uspořádání.

Kuřecí srdce zvenku:

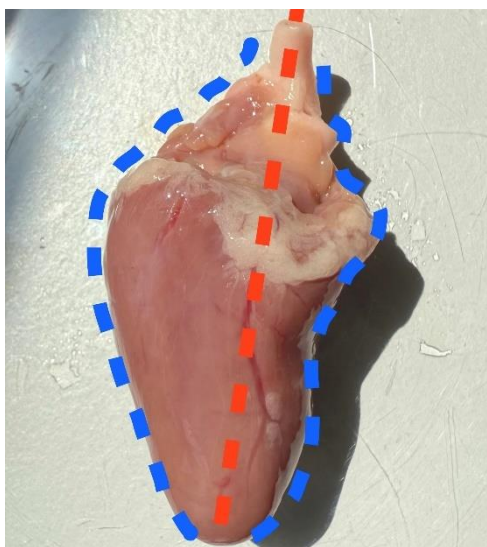


Obr. 1: Kuřecí srdce zvenku



Obr. 2: Náčrt kuřecího srdce zvenku

Provedení řezu kuřecím srdcem:



Obr. 3: Provedení řezu kuřecím srdcem

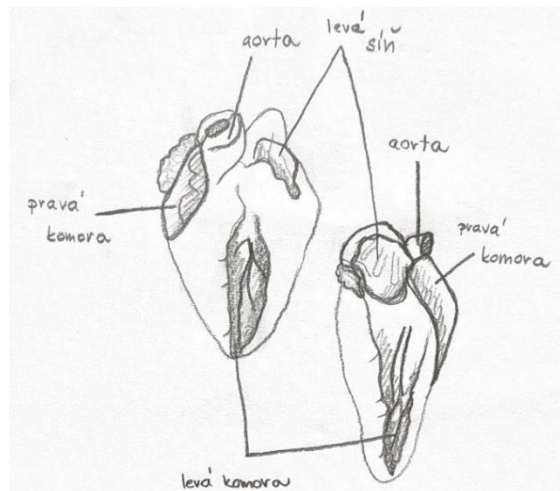
Pro dobré pozorování vnitřní stavby kuřecího srdce je vhodné provést podélný řez středem srdce, který na Obr. 3 vyznačuje červená linie. Na tomto řezu jdou dobře pozorovat obě komory i levá síň. Pravá síň bývá v tomto řezu zpravidla jen částečně viditelná nebo zcela mimo řezovou rovinu. Naopak řez vedený z levé na pravou stranu, na Obr. 3 vyznačený modrými liniemi, není vhodný pro pozorování vnitřních struktur, protože takovém řezu bývá obtížné zachytit síně a komory současně.

Kuřecí srdce zevnitř:

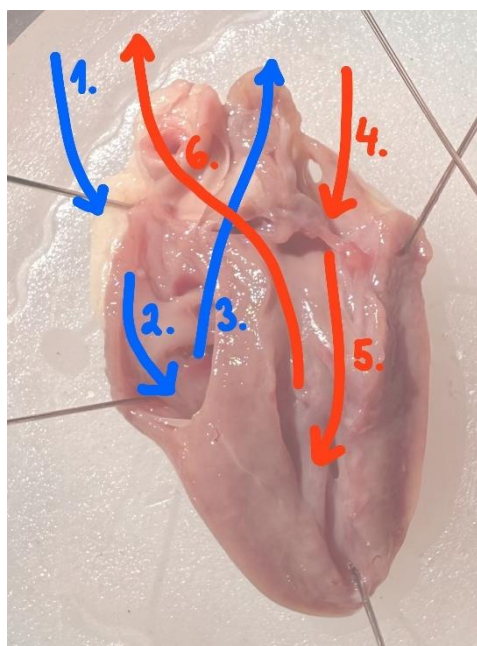
(pravé síně jsou na tomto řezu schované na druhé straně)



Obr. 4: Kuřecí srdce zevnitř



Obr. 5: Náčrt kuřecího srdce zevnitř

Průtok krve srdcem:

Obr. 6: Schéma průtoku krve kuřecím srdcem

- 1) Neokysličená krev (z těla) vstupuje do pravé síně (v horní části srdce).
- 2) Krev proudí do pravé komory
- 3) Krev vede do plic, aby se okysličila
- 4) Okysličená krev (vracející se z plic) vstupuje do levé síně
- 5) Krev proudí do levé komory
- 6) Krev proudí do celého těla přes aortu

Proudění krve srdcem u ptáků je stejné, jako u člověka s jediným rozdílem, kdy u ptáků aorta vystupuje z levé komory a zahýbá **doprava**, na rozdíl od lidského, kdy aorta vystupuje z levé komory a zahýbá **doleva**.

Závěr: Zde studenti shrnou, co na dnešní hodině pochytili a popsali například průtok krve srdcem.

LABORATORNÍ CVIČENÍ 7

Téma: Stavba srdce

Úkol: 1) Prohlédnout si srdce
2) Popsat jeho části

Pomůcky: Kuřecí srdce, Petriho miska, skalpel nebo nůž, rukavice

Postup:

Srdce zvenku:

Srdce zevnitř:

Průtok krve srdcem:

Závěr:

Příloha 9: Návrh laboratorního cvičení 8

LABORATORNÍ CVIČENÍ 8

Téma: Houby (plíseň)

Úkol: 1) Vytvořit dočasný preparát

2) Pozorovat houby (plíseň) pod mikroskopem

Pomůcky: Plíseň (například na ovoci nebo zelenině), pinzeta, podložní sklíčko, krycí sklíčko, voda smíchaná s jarem, kapátko, papírový ubrousek, mikroskop

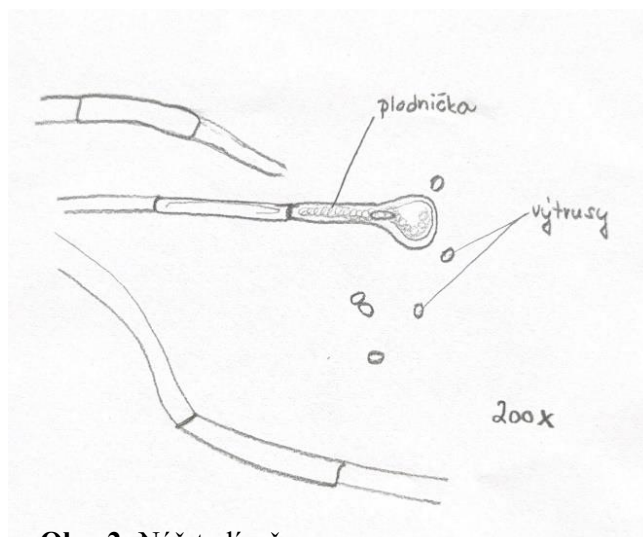
Postup: Pomocí pinzety seškrábneme plíseň z povrchu ovoce nebo zeleniny na podložní sklíčko a zakápneme vodou smíchanou s jarem (jar ruší povrchové napětí vody a materiál se snadněji potopí a houba lépe vypustí výtrusy).

Přiložíme krycí sklíčko a pozorujeme pod mikroskopem. Začněte na nejmenším zvětšení a po ukončení mikroskopického pozorování přesuňte objektiv zpět na nejmenší zvětšení.

Plíseň (pro tento příklad *Rhizoctonia solani* z cibule) (zvětšení 200x):



Obr. 1: Plíseň pod mikroskopem
(zvětšení 200x)



Obr. 2: Náčrt plísně

Závěr: Zde studenti shrnou, co na dnešní hodině pochytili a co viděli pod mikroskopem.

LABORATORNÍ CVIČENÍ 8

Téma: Houby (plíseň)

Úkol: 1) Vytvořit dočasný preparát

2) Pozorovat houby (plíseň) pod mikroskopem

Pomůcky: Plíseň (například na ovoci nebo zelenině), pinzeta, podložní sklíčko, krycí sklíčko, voda smíchaná s jarem, kapátko, papírový ubrousek, mikroskop

Postup:

Plíseň:

Závěr: