

# **Praktické základy vědecké práce (B130P16)**

## Studijní texty

**Zajišťuje:** 130 - katedra fyziologie rostlin

**Stav předmětu:** vyučován

**Rozsah v ZS:** 0/2 Z (hodiny/týden)

**Kredity:** 2

**Platnost:** od 2006

**Počet míst:** neomezen

**Vyučující:** Jan Petrášek, ÚEB AVČR a KFR PŘFUK

**WWW:** <http://lhr.ueb.cas.cz/petrasek>

**Požadavek k zápočtu:** vypracování úloh ze zpracování bibliografických a scientometrických dat zaměřených na bakalářskou práci formou původního vědeckého sdělení



**Obsah**

	<b>Str.</b>
<b>1. Základní pravidla fungování vědecké práce</b>	<b>1</b>
1.1. Povaha vědecké práce v experimentální biologii	1
1.2. Pozorování a pokus - základní činnosti experimentátora	2
1.3. Vědecké instituce a organizace, vědecké konference	4
1.4. Etické aspekty vědecké činnosti	6
1.5. Financování vědeckého výzkumu	7
1.6. Příprava vědeckých projektů a grantů	8
<b>2. Praktické postupy zpracování experimentálních dat</b>	<b>9</b>
2.1. Základní organizace práce, typy dat	9
2.2. Průzkumníci souborů, správné ukládání dat	10
2.3. Tabulkové procesory, statistické programy, editory grafů	10
2.4. Zpracování strukturních a sekvenčních dat	11
2.5. Analyzátoři obrazu, grafické programy, prezentační programy	11
<b>3. Odborná literatura, její zdroje na internetu a PŘFUK</b>	<b>12</b>
3.1. Typy vědeckých sdělení a periodik	12
3.2. Internetové zdroje informací	13
3.3. Účelné vyhledávání a zpracování bibliografických záznamů a článků	14
3.3.1. Bibliografické databáze přístupné na PŘFUK	14
3.3.2. Plnotextové databáze přístupné na PŘFUK	15
3.3.3. Vytváření osobních databází referencí	16
3.4. Scientometrie jak orientační nástroj hodnocení kvality vědecké práce	16
<b>4. Informační databáze a jejich využití v experimentální biologii</b>	<b>17</b>
4.1. Všeobecné databáze sekvencí - nástroje systémové biologie	17
4.2. Specializované sekvenční databáze	18
<b>5. Prezentace výsledků experimentální práce</b>	<b>18</b>
5.1. Bakalářská práce	19
5.2. Diplomová práce	21
5.3. Disertační práce	23
5.4. Vědecká sdělení na konferencích a seminářích	23
5.5. Vědecká publikace	24

## **1. Základní pravidla fungování vědecké práce**

### **1.1. Povaha vědecké práce v experimentální biologii**

Vysvětlit jednoduše povahu vědecké práce v přírodních vědách a v biologii zvláště může být často velice složité. Tato činnost má sice v případě biologie poměrně dobře definován svůj **hlavní cíl v podobě hledání pravdy o fungování živých organismů**, využívá však takové spektrum odborností, že je těžké definovat konkrétní pracovní náplň vědce dneška. Z praktického úhlu pohledu je také dobré si hned zkraje rozdělit **výzkum** tj. aktivitu využívající **vědecké metody** na **základní a aplikovaný**. Zatímco čistě **základní výzkum** je v biologii veden snahou odkrývat **podstatu fungování** určitých procesů či celých organismů, **aplikovaný výzkum** má na prvním místě jako cíl určitý **ekonomicky a společensky více či méně prospěšný zájem**. V moderní společnosti je snaha nacházet podporu pro vhodnou **kombinaci** mezi základním a aplikovaným výzkumem (o financování více v kap. 1.5.).

Díky **technologickému pokroku** posledních let se experimentální biologické obory postupně dostávají do situace, kdy není problémem při vynaložení určitých finančních prostředků spolehlivě objasnit mechanismy fungování celých metabolických či regulačních drah. Nacházíme se momentálně v jakémsi období **katalogizace informací** zahrnující sekvence DNA, RNA, proteinů a též jejich funkcí. Tyto postupy se stávají rutinou a vyvolávají stále větší potřebu **správného vědeckého zhodnocení** takového velkého množství informací. Existuje tak dokonce **teoretická biologie**, která není postavena na experimentu, ale využívá nashromážděných dat k novým interpretacím.

**Základní náplní práce** vědce v experimentálních biologických oborech je **ověřování modelů a testování hypotéz**. Pokud má být vědec úspěšný a schopen posunovat hranice lidského poznání, musí si umět pokládat **dobré a hlavně nové otázky**, tj. takové, které si před ním mnoho dalších lidí nekladlo. Jak bude ukázáno dále, tato činnost bohužel představuje často časově malou část praktické činnosti vědce, ale v dobrém týmu by právě toto mělo být stěžejním bodem jeho aktivit.

Dá se říci, že lidé věnující se vědě v biologických experimentálních oborech nejsou ani tak **vědci** od slova vědět, ale spíše **výzkumníci** mající povědomost o širokém spektru nezbytných odborností. K opravdovému vědění se svou činností neustále **přibližují** a toto přibližování je pravým hybatelem **vědeckého poznání**. Asi nejlépe vystihují fungování vědeckého poznávání práce filosofa rakouského původu **Karla Raimunda Poppera** (1902-1994). Jeho **kritický racionalismus** vystihuje neustálé přibližování se pravdě odstraňováním chyb a omylů. Pravdivost určité teorie či hypotézy z teorie vycházející nelze podle něj dokázat, lze ji ale empiricky testovat. Správná vědecká tvrzení musí také být **vyvratitelná**, musí být možnost jejich **falzifikace**. Postupným vylučováním jednotlivých teorií tak se nekonečně dobíráme směrem k pravdě, otevírají se tak nové a nové otázky.

Jak odlišit vědecké a nevědecké aktivity v biologii? V zásadě vše vědecké je postaveno na systematickém shromažďování informací o živé hmotě, formulaci vyvratitelných teorií a hypotéz a jejich testování v konfrontaci s výsledky dalších vědců používajících ověřené metody pokusu a pozorování (viz kap. 1.2.). V reakci na šířící se **iracionalitu** ve společnosti vzniklo v sedmdesátých letech v USA hnutí

společenství vědců a filosofů **CSI** (Committee for the skeptical inquiry) propagující směrem k **pavědám a pseudovědám** myšlenky tzv. **nového skepticismu** ve smyslu kritického racionalizmu. Toto hnutí si tedy klade si za cíl vědeckými metodami zkoumat různé **nevědecké a pseudovědecké aktivity**. V ČR se věnuje propagaci myšlenek nového skepticismu český klub skeptiků **SISYFOS**. Protože zejména mediální svět (tisk, rozhlas, TV) má často problém odlišit vědecký a nevědecký způsob poznání jsou mezi aktivitami klubu skeptiků i popularizační snahy. Náplní tohoto kurzu je především seznámit studenty se **správnou vědeckou praxí** a upozornit na situace, kdy i zručný experimentátor má tendence sklouznout k nevědeckým metodám.

Obecně se dají **činnosti experimentálních biologů** dneška zhruba popsat v podobě následujících kategorií:

**Laboratorní expert** - laboratorní pracovník či expert na určitou metodiku, nejlépe na co nejvíce metodik. Pokud má jedinec ambice se stát opravdu dobrým experimentálním biologem, musí **teoreticky (do hloubky) zvládnout velmi široké spektrum metod**.

**Pedagog a literát** - po celou dobu aktivního vědeckého života je vědec **učitelem** při předávání zkušeností mladším kolegům či studentům a současně **studentem** při neustálém nabývání nových informací. Literární schopnosti je potřeba neustále rozvíjet, protože právě ty jsou vedle vlastní kvality experimentů klíčové např. při prosazení nové teorie či hypotézy.

**Manažer a popularizátor** - vzhledem k charakteru dnešní experimentální praxe v biologii je úspěšný vědec nucen obvykle **vést širší tým pracovníků** (viz. kap. 1.3.), často i celé instituce a získávat pro ně finanční prostředky. Musí být též schopen **obhájit svou práci před veřejností** formou popularizačních článků, webových zpráv či osobní prezentací.

## 1.2. Pozorování a pokus - základní činnosti experimentátora

Aby se vědecký výzkum ubíral kupředu a nové informace jsme získávali pouze správnými vědeckými přístupy je důležité **správně práci plánovat a vyhodnocovat**. Experimentátor dneška ve své praxi využívá **pozorování a pokus** k průběžnému **ověřování určitých modelů a testování pracovních či obecně platných hypotéz**. Tato činnost musí být v přísném souladu s fakty publikovanými jinými laboratořemi. Také míra zobecňování určitých výsledků je závislá na zvoleném experimentálním materiálu a metodických přístupech.

**Pozorování** může být čistě **explorativní** popisující určitý jev či strukturu (např. tvar buňky) **či analytické**, kdy se hledá případná příčina pozorovaného jevu např. chemickým či mechanickým rozbořením materiálu.

**Pokus** je sledováním působení určitého faktoru či více faktorů na vhodně zvoleném pokusném souboru se zařazením příslušných kontrol. Vždy je potřeba se snažit mít kontrolní a experimentální varianty lišící se právě jen v námi aplikovaném zásahu, ostatní zdroje systematických chyb se musí co možná nejefektivněji odfiltrovat.

V laboratorní praxi se přístupy pozorování a experimentu prolínají a nelze je od sebe oddělit. Důležité je proto **správné plánování, vedení a vyhodnocování pokusů**.

Důležité při **plánování pokusu** je odhadnutí situace, kdy je k němu vhodné přistoupit. Musí být alespoň částečně solidní jistota, že daný problém již někdo pokusně neřešil. Dobrou stimulací také může být nejistota či podezření, že již publikované výsledky nejsou úplně kvalitní nebo kompletní. Nejprve je tedy potřeba si položit otázku, kterou si předtím nikdo nepoložil a stanovit **nulovou hypotézu**, kterou se budeme snažit další činností zamítnout. Dále je potřeba rozmyslet **časovou a finanční náročnost experimentu, celkový metodický rozsah a hlavně způsob publikace výsledků**. Přitom je potřeba dbát na proniknutí do samé podstaty zvolené metody, nepodlehnout zejména v případě molekulární biologie lákání všech možných souprav pro snadné experimentování tzv. **kitů**. **Metody** mají být v každé zavedené laboratoři k dispozici v podrobné formě s uvedením **původní citace**. Pokud zavedená metoda z neznámých důvodů nevede k očekávanému konci, je radno se neplašit a dříve než začneme s její modifikací je lépe požádat zkušenější kolegy o **názornou demonstraci**. V případě, že je modifikaci nutné provést, optimalizovat např. metodu pro daný materiál, je potřeba zaznamenat všechny změny a tyto pak uvést v publikaci.

Při **provádění pokusu** v laboratořích je nutné dodržovat základní **pravidla bezpečnosti**, která bývají velmi různá v závislosti na pracovišti. V experimentální biologii se běžně dodržují zákonná nařízení pro práci s **nebezpečnými chemikáliemi, radioaktivním materiálem a genově modifikovaným materiálem**. V praxi se dodržují zejména jednoduché návyky používání **laboratorních ochranných pomůcek** (plášt, rukavice, štít) a též dodržování **specializovaných pracovních míst** (pro práci s radioaktivitou či genově modifikovaným materiálem). Stále větší pozornost se věnuje **nakládání s odpady** z laboratoře, které je podřízeno příslušnému zákonu. Kromě základní separace odpadů (plast, sklo, papír, hliník, baterie, tiskové cartridge) se likvidují zvláště organická rozpouštědla, radioaktivní a genově modifikovaný materiál. V případě nakládání s radioaktivním a genově modifikovaným materiálem bývají pracovníci proškoleni zvláště nad rámec základního školení bezpečnosti práce. Během pokusu je nezbytné vést ručně psaný **laboratorní deník**, na řadě pracovišť je tento archivován a pracovník si ho v případě zájmu a souhlasu pracoviště může pouze ofotit. **Záznam v laboratorním deníku** by měl obsahovat datum, název a cíl experimentu, použitý materiál a zvolenou metodu a dále ručně zaznamenaný výsledek s odkazem na soubory uložené v počítači. Kromě tohoto záznamu, který je opravdu nutné dělat při každém i drobnějším experimentálním počínu je vhodné pořídit i **elektronickou verzi protokolu**. Do pokusu je nutné vždy zařadit **negativní a pozitivní kontroly**, případně provést **randomizaci experimentálních objektů**. Využívání **modelů a modelových organismů** je nutné s vědomím jejich výhod a nevýhod. Modelové organismy umožňují získávat poměrně spolehlivá a reprodukovatelná data, problémem je však jejich obtížný přenos na jiné modely či úroveň celého organismu a populace.

**Vyhodnocení pokusu** je nejlépe provést s pomocí vhodné metody **statistického vyhodnocení** našich dat k vyvrácení nulové hypotézy. Vzhledem k povaze experimentální laboratorní práce se však v řadě případů statistické hodnocení běžně nedělá a to i tam, kde by to bylo přínosné. **Výsledky pokusu** je nutné vést přehledně v počítači v podobě tabulkových, textových či obrazových dat s příslušnými komentáři. Je nanejvýš vhodné si průběžně výsledky zpracovávat formou **prezentační**. Výsledkem snažení je totiž příprava **původní vědecké publikace**, která podle kvality a rozsahu práce může i zásadním způsobem ovlivnit další experimentátory na celém světě. Proto je potřeba v průběhu experimentování

spolehlivé výsledkové bloky připravovat do prezentační formy, během práce na publikaci se tato činnost bohatě vyplatí.

Souhrnně řečeno se činnost experimentátora pohybuje v jakémsi **neustálém kolotoči** pokládání otázek pramenících ze studia literatury a vlastních provedených experimentů a kritického hodnocení literárních a vlastních dat.

### **1.3. Vědecké instituce a organizace, vědecké konference**

K dobrému fungování systematického vědeckého bádání v širším slova smyslu je potřeba mít práci dobře organizovanu a institucionalizovanu. Vzhledem ke značné složitosti dnešního vědeckého bádání existují **organizace**, které vhodně kombinují činnosti lidí k dosažení co nejlepšího výsledku tj. prokázání existence určitého fyziologického mechanismu, podstaty nemoci, funkce proteinu apod. Povaha vědecké práce v dnešní experimentální biologii prakticky vylučuje existenci konkurenceschopných izolovaných **vědců-solitérů**, kteří bádají samostatně. Má naopak výsostně **týmový charakter**.

V celosvětovém měřítku jsou hlavními hybateli vědeckého pokroku **univerzitní pracoviště** (zejména v USA, Evropě a Japonsku, více o porovnávání kvality institucí v kap. 3.4.). K nim přistupují v některých zemích další víceméně **specializované vědecké instituce** (Max Planck Institut, SRN; Riken, Japonsko; Akademie věd, ČR, resortní výzkumné ústavy, apod.). Zatímco na univerzitách je aktivita výzkumných týmů v úzkém propojení s činností pedagogickou, na výzkumných ústavech je na samotnou vědu času nepoměrně více. Ten, kdo se hodlá seriózně věnovat výzkumné činnosti by si měl poměrně záhy vyjasnit kolik času hodlá věnovat vyučování a zda-li má o něj zájem. Vzhledem k velikosti ČR je u nás propojenost ústavů akademických a univerzitních na velmi dobré úrovni.

Vědecká činnost určité organizace je zajišťována určitým množstvím zpravidla **mezinárodních laboratoří či vědeckých týmů**, které **kooperují navzájem**. Kvalita a hlavně efektivita pracoviště je přitom dána nejen kvalitou týmů, ale právě mírou rozumné spolupráce. Vhodná struktura vědeckého týmu by měla být kombinací zkušenosti starších pracovníků a neotřelých nápadů mladších sil. Jednotliví členové vždy řeší otázku **specializace a univerzality**. Jde o to, že každý nemusí znát do detailu všechny používané metodické postupy v laboratoři, musí však znát jejich **podstatu**. To samé platí i o znalostech literatury.

Struktura typického dobrého vědeckého týmu může vypadat následovně:

**Vedoucí týmu** - obvykle zkušený pracovník, převažuje u něj role koordinátorská, na univerzitních pracovištích obvykle s akademickou funkcí (docent či profesor).

**Samostatní vědečtí (tvůrčí) pracovníci** - představují hlavní sílu týmu, obvykle lidé v nejlepších letech, často post-doktorandští pracovníci do cca 35 let, jsou nositeli vědeckých projektů, v daném problému bývají opravdovými odborníky, za kterými chodí pro rady celý tým. Běžně po určitý čas putují po celém světě, než zakotví a ustaví vlastní skupinu nebo z vědy úplně odejdou.

**Odborní pracovníci** - představují experty na určitý metodický postup, nemají ambice na vlastní nezávislý výzkum.

**Postgraduální studenti** - pod vedením vedoucího týmu či některého post-doktoranda vypracovávají vlastní disertační práce odpovídající zaměření týmu.

**Diplomanti** - vypracovávají v rámci týmu diplomové práce, které nemusí být nutně velmi úzce zaměřeny, diplomanti by měli mít šanci se během své práce porozhlédnout po nice svého případného budoucího působení.

**Mladší studenti** - často pomocná pracovní síla, na západních univerzitách oblíbený způsob orientace před vlastním výběrem tématu diplomové práce, těmto studentů obvykle jsou však i svěřovány jednodušší experimenty doplňující činnost týmu. Mohou to též být ambiciózní studenti bakalářského studia, kteří již provádějí experimentální činnost.

**Techničtí pracovníci, laboranti** - ve vědecké hierarchii stojí nejnižší, jejich nezastupitelnost však spočívá v udržování chodu laboratoře či přípravě experimentů. Právě na nich často závisí úspěch experimentu. Pokud laboratoř využívá služeb laborantů je vhodné detailně s nimi projít zvolenou metodiku aby nedocházelo k nedorozuměním.

Výše uvedená struktura týmu není rigidní a během času mohou ale nemusí její členové postupovat v hierarchii vzhůru. **Předávání zkušeností** v klasickém vztahu učitel-žák by mělo v opravdu kvalitním týmu fungovat automaticky. V případě vedení disertačních a diplomových prací je vhodné, když **školitelem** nebo alespoň **školitelem-konzultantem** je vždy příslušník nejbližší vyšší třídy v hierarchii týmu. V praxi se setkáváme s nejrůznějšími „torzy“ či modifikacemi optimálního složení týmu. **Špatným znamením** může být např. příliš mnoho řešených problematik a jejich roztržitost, absence studentů, absence samostatných vědeckých pracovníků, atd. V oboru experimentální biologie rostlin se špičkové týmy věnující se úzké problematice a publikující v nejlepších časopisech skládají nejčastěji z cca 20 pracovníků.

Samostatnou kapitolu vědeckých organizací tvoří **vědecké profesní organizace či společnosti**. Tyto organizace sdružují badatele podle oblastí jejich zájmu, existují prakticky v každé oblasti výzkumu. Sdružování v těchto organizacích je často z hlediska významu pro chod týmu nadřazeno začlenění do hierarchie mateřského pracoviště. Paradoxně jsou často členství a pravidelné příspěvky v těchto organizacích hrazeny ze soukromých prostředků badatele. Tyto společnosti nepochybně **podporují kolegiální vzájemnost** důležitou např. při posuzování publikací a grantů, pořádání konferencí, atd. Příkladem velkých vědeckých společností v oblasti experimentální biologie rostlin je **federace evropských společností rostlinných experimentálních FESPB** (Federation of European Societies of Plant Biologists) a **americká společnost rostlinných experimentálních biologů ASPB** (America Society of Plant Biologists). Hlavní profesní organizací biologů v oblasti experimentální biologie rostlin v ČR je společnost experimentální biologie rostlin (ČSEBR), národní odnož FESPB.

Ideální platformu rychlé výměny informací a zkušeností představují **vědecké konference**. Zhruba je lze dělit dle obecnosti zaměření délky a velikosti setkání sestupně na **kongresy, sympózia, semináře a kurzy (workshopy)**. Hlavními kongresy v rostlinné experimentální biologii jsou pravidelné kongresy FESPB a ASPB. Často daleko důležitějšími než tato velká setkání jsou menší konference. Jejich aktuální seznam pro oblast rostlin lze sledovat na stránkách [ASPB](#), [TAIR](#) (Arabidopsis Information Resource) a [FESPB](#). Velmi populární a oblíbené jsou konference organizované specializovanými organizacemi jako jsou **Gordon Research Conferences (GRC)** a **Keystone Symposia**. Na těchto konferencích bývá časté, že informace na nich prezentované jsou určeny výhradně pro účastníky a



neexistuje ani žádná kniha abstrakt. Je maximalizována snaha o stimulaci diskuse a navazování nových kontaktů na místě.

#### 1.4. Etické aspekty vědecké činnosti

Jak plyne z kap. 1.1. je vědecká činnost velice komplexní zahrnující vlastní tvůrčí činnost v poznávání dosud nepoznaného s pomocí formulace originálních otázek. Neexistuje zde přitom jasný návod na řešení a i ve zvolené metodice je velká svoboda. Ačkoliv se dá vědecká činnost provozovat čistě z důvodů kariérních, toto bývá naprostou výjimkou. Pravým důvodem, proč se lidé věnují vědeckému bádání je opravdová **fascinace z objevování a odkrývání** dosud nepoznaných zákonitostí. Kvalitní vědci také zpravidla neodlišují striktně osobní a profesionální život, práce je pro ně takovým potěšením, že i ve volném čase se jí alespoň v myšlenkách věnují. Pro řadu z nich se celosvětová vědecká komunita v daném oboru stala jakousi jejich celoživotní rodinou.

To jaké **téma** si daný badatel zvolí je ovlivněno především **příklady** jeho učitelů a pracovního týmu, **osobním zájmem**, společenskou **aktuálností daného tématu**, **podněty z jiných vědeckých oborů** a v neposlední řadě také tím co zrovna grantové agentury finančně podporují. Zvláštním tématem v tomto kontextu je fenomén "**vědecké módy**". Takto lze označit vlnu zájmu o určitou oblast výzkumu, ve které v poslední době díky špičkovým vědcům došlo k průlomovým zjištěním a publikaci špičkových prací. Takový obor pak strhává vlnu zájmu i badatelů, kteří dosud působili v oblastech otažitějších.

Z hlediska etiky vědecké práce je při vědecké činnosti nanejvýš důležité **vycházet z dosavadních poznatků**. Myšlenkové i metodické bohatství předchůdců je inspirující a v případě správné falzifikace déle přijímané teorie lze učinit i třeba převratný objev. Důležité je určitě **vyvarovat se opakování již objeveného**. Obvyklou chybou zejména začínajících (ale nejen těch) badatelů bývá, že se snaží formulovat vědeckou hypotézu aniž by měli dokonale prostudovanou relevantní literaturu a současně k hypotéze navržený experiment k jejímu testování či falzifikaci. Ještě horší je, když se zejména studenti ani **nesnaží zasadit výsledky do kontextu** a studují vliv A na B protože jim to uložil školitel a protože je to "důležité". Takový přístup neumožňuje další pokračování vědeckými metodami.

Vzhledem k tomu, že je vědec většinou placen z peněz daňových poplatníků je jeho povinností dle imatrikulačního slibu na univerzitě **přinášet všestranný prospěch, pravidelně publikovat** a vůbec **uveřejňovat výsledky** své práce a taktéž **popularizovat vědu** a její aplikace.

Samozřejmě pro vědce platí veškeré relevantní **etické kodexy** nebo zákony např. na ochranu zvířat. Mezi důležité zásady patří zejména **respektování priority** vědeckého objevu (kdo první publikuje má prioritu), **nepřivlastňování si myšlenek a výsledků**, **neupravování výsledků**, důsledné uznávání podílu spolupracovníků a též nositelů základních idejí.

Mezi nejčastější nešvary patří záměrná ignorace již poznaného, zatajování myšlenkového i experimentálního zdroje, "vhodná" úprava výsledků (třeba zamlčení nejasných výsledků), předčasnost zveřejnění, finanční nehospodárnost, opakovaná publikace téhož, předstírání praktické aplikovatelnosti a krádež nápadů z projektů a návrhů jiných badatelů.

## **1.5. Financování vědeckého výzkumu**

Financování chodu vědeckých institucí je ve světě zajišťováno jak **státními tak soukromými prostředky**. V ČR převládá jednoznačně státní forma financování výzkumu. Zjednodušeně řečeno se dá financování rozdělit na podporu chodu institucí jako takových formou přímé podpory přes příslušná ministerstva a na podporu vědců formou grantů. Institucionální podpora je závislá na výkonnosti dané instituce v oblasti publikace a patentování výsledků i v počtu studentů (v případě univerzit). Moderní organizace práce na světových univerzitách a vědeckých pracovištích zahrnuje tzv. **společnosti spin off**. Tyto vznikají odštěpením od mateřské instituce s cílem **uplatnit na trhu výsledky vlastní vědecké činnosti**. Jsou vítaným zdrojem peněz a navíc se dají i výhodně odprodat. Každá vědecká instituce by ideálně měla **kombinovat výzkumné směry**, které mají větší šanci na uplatnění v praxi a směry víceméně základního výzkumu, které mohou být tímto způsobem finančně zajištěny. V ČR není takováto praxe prozatím běžná, je však žádoucí usilovat o její prosazování. Tato oblast evidentně trpí nedostatkem kvalitních manažerů.

Ačkoliv by se na první pohled mohlo zdát, že pracovníci na univerzitách či výzkumných ústavech mají veškeré experimenty hrazeny z prostředků jejich zaměstnavatele, ve většině případů tomu tak rozhodně není. Existují sice ústavy (např. Max Planck Institut, SRN), kde má vědec pro své experimenty **zajištěn nemalý obnos peněz**, musí však podstoupit zpravidla velmi přísné přijímací pohovory a také získává pracovní místo jen na dobu určitou a na konkrétní projekt. Odměnou je mu určitě skutečnost, že se nemusí o získávání peněz víceméně starat. Toto ovšem není situace většiny vědeckých pracovníků. **Získávání finančních prostředků** k uskutečňování vlastního výzkumu tak patří k **základním pracovním činnostem** vědeckého pracovníka (viz. kap. 1.1.). K financování výzkumu vznikla celá řada specializovaných institucí, tzv. **grantových agentur**. Tyto agentury mohou být **plně státní, částečně soukromé či plně soukromé**. V různých formách udílejí tzv. grantové projekty, čili jakousi formu stipendia na řešení konkrétního vědeckého úkolu.

**Grantové projekty** se v zásadě dělí takto:

**Studentské, doktorské či juniorské badatelské projekty** - tyto projekty jsou zpravidla jedno až tříleté, dávají mladému vědci či studentovi určitou míru autonomie.

**Standardní či postdoktorské badatelské projekty** - nejběžnější forma projektu, bývají nejvíce tří až pětileté. Úspěšný vědec by měl vždy alespoň jeden takový projekt mít.

**Specializované granty** - hradí např. **cestovní či publikační náklady**.

**Velké integrační projekty** - jedná se o propojení více badatelských skupin za účelem zvýšení efektivity jejich činnosti. Tyto projekty mají delší dobu trvání (5 a více let) a mohou se překrývat s menšími badatelskými projekty.

**Grantové agentury** lze rozdělit takto:

**Lokální (vnitřní) grantová agentura** - slouží pro potřeby konkrétní instituce, příkladem je **grantová agentura UK (GAUK; <http://www.cuni.cz/UK-33.html>)**, žádat o projekt v rámci ní mohou pouze zaměstnanci a studenti UK. Podobným příkladem je i **grantová agentura akademie věd (GAAVČR, <http://www.gaav.cz/>)**, která je ovšem otevřenější i badatelům mimo AVČR.

**Resortní grantová agentura** - slouží k podpoře výzkumu v určité oblasti (např. ministerstvo zdravotnictví, zemědělství a školství). Mezi nejštědřejší patří určité ministerstvo školství (<http://www.msmt.cz>), které podporuje zejména velké integrační programy jako jsou **výzkumná centra a výzkumné záměry**.

**Státní grantová agentura** - agentura, která má ve státním rozpočtu přímo vyčleněn svůj podíl, v ČR je to **grantová agentura ČR (GAČR, <http://www.gacr.cz/>)**. Největší takovou agenturou je americká **National Science Foundation (NSF; <http://www.nsf.gov>)**. Tyto agentury mají obvykle za cíl podporovat všechny oblasti výzkumu, které jsou v dané zemi politicky podporovány.

**Mezinárodní grantová agentura** - vzniká spojením úsilí více států. Jednotlivé možnosti získávání projektů jsou přehledně sdruženy na komunitním serveru **CORDIS** (Community research and development Information Service; <http://cordis.europa.eu/>). Koordinace činnosti vědců v EU si vynutila existenci této stránky, která podporuje všechny oblasti vědecké činnosti a má své pobočky v jednotlivých státech EU. Při Evropské unii již též funguje klasická **grantová agentura ERC** (European research council; <http://erc.europa.eu>) nabízející klasické badatelské granty pro všechny vědce z EU. Často se lze také setkat s projekty dané dvoustranou mezistátní smlouvou zaštitěné určitým ministerstvem.

## **1.6. Příprava vědeckých projektů a grantů - základní pravidla**

Při podávání projektu je potřeba si nejprve dobře rozmyslet, který typ projektu bude nevhodnější pro mé účely a vhodně zvolit grantovou agenturu. Zejména je třeba dbát na dodržení všech **formálních nároků** žádosti, protože jejich porušení může vést k vyřazení žádosti ze soutěže. Obvykle se projekty přijímají a výsledky vyhláší jednou ročně. Žádost se vypracovává elektronicky, nakonec je však ji nechat potřeba podepsat všem **řešitelům a členům řešitelského kolektivu** a také **představitelům instituce**. Rozdělení **textu žádosti** bývá standardizované a obsahuje zhruba podobné náležitosti jako standardní vědecká publikace, pouze výsledkový blok je nahrazen **očekávanými výsledky a přínosy pro společnost**. Důležitou součástí je pak odhad **finanční náročnosti projektu**. Grantová žádost je hodnocena zahraničními i místními **oponenty**, kteří jsou zvoleni po jednání příslušné **oborové komise** složené z odborníků v dané oblasti. Samotné hodnocení je vždy anonymní a bývá také největším kamenem úrazu - oponenti mají problém dodržovat správně předepsanou **stupnici hodnocení** (např. 1-5 či A-E). V případě udělení projektu se žadatel stává **řešitelem** a jeho instituce je pak **nositelem grantu**. Každým rokem je poté potřeba vypracovat **průběžnou zprávu** o průběhu projektu a na konci **zprávu závěrečnou**. Platí, že žádný projekt **nemůže být úspěšně ukončen**, pokud v jeho rámci nevznikla ani jedna vědecká publikace. Grantové agentury dohlíží na to, aby nepodporovali vědce, kteří již jednou grant nesplnili. Evidence projektů a publikací z nich vzniklých je centralizována je k nahlédnutí v centrálním registru projektů.

Samostatnou kapitolou je podávání žádostí o **velké mezinárodní projekty**, které je byrokraticky velice složité a jeho popis mimo rozsah tohoto textu.

## **2. Praktické postupy zpracování experimentálních dat**

### **2.1. Základní organizace práce, typy dat**

Základním návykem během experimentální práce by mělo být především pečlivé a hlavně průběžné **zpracovávání výsledků**, které byly získány v rámci určitého experimentu. Není účelem nahromadit např. v rámci svěřeného diplomního tématu obrovské množství dat na dané téma, ale daleko spíše pravidelně se nad získanými daty kriticky zamýšlet a **průběžně je hodnotit**. Především tak lze i nechtěnému zabíhání do slepých uliček a plýtvání materiálem.

K takovému průběžnému získávání a hodnocení dat využívá vědec široké spektrum počítačových programů. K základnímu laboratornímu deníku ve formě sešitu tak přibývá často dosti různorodá směsice experimentálních dat v základních třech podobách: **číselné, obrazové a strukturní (včetně sekvenční)**.

**Číselná data** jsou představována buď **surovými daty**, která naměříme na našem materiálu s využitím určitého přístroje či pomůcky (spektrofotometr, pravítko, průtokový cytometr) nebo do číselné podoby **převedenými daty** (např. z densitometrie či mikroskopie).

**Obrazová data** představují v dnešní experimentální biologii velkou skupinu výstupů. V tom také tkví jisté úskalí má-li být zachována **exaktnost výsledků**. Technologie rekombinantní DNA, RNA, proteinová spektra a mikroskopické metody, tyto všechny přístupu poskytují obrazová data. Je proto vhodné a nanejvýš účelné vždy zařadit k obdrženému obrazovému materiálu určitou **kvantifikaci**, např. densitometrie pruhů na proteinovém gelu či kvantifikace distribuce signálu v mikroskopických pozorováních, jejich **obrazovou analýzu**.

**Strukturní a sekvenční data** jsou představována **analytickými daty** v podobě identifikace **struktury či povahy určité látky** (např. hormonu či proteinu) získané např. rentgenovou krystalografií či hmotnostní spektrometrií. Sekvenční data v podobě sekvencí nukleových kyselin (DNA, RNA) či aminokyselin (peptidy) představují obrovský zdroj informace a mohou sloužit jako základní soubor dat pro **bioinformatické analýzy**.

K orientaci v takovém různorodém souboru dat se nejlépe hodí počítač. Následující přehled není zdaleka úplný, může však sloužit k základní orientaci ve spektru používaného programového vybavení dnešních experimentálních biologických laboratoří. Vedle **specializovaných programů** řídících konkrétní zařízení a programů vyvíjených zejména **pro potřeby výzkumu** se lze v běžné laboratorní praxi setkat s **obecnějšími programy** typu textových a tabulkových editorů. Vzhledem k prodejní politice softwarové firmy Microsoft v ČR jsou její produkty na univerzitách a výzkumných ústavech oficiálně rozšířeny nejvíce, setkání s nimi v laboratoři je nejpravděpodobnější. Samozřejmě, že existují také tzv. **programy s otevřeným zdrojem (Open Source)** jako je oblíbený operační systém Linux, kancelářský balík Open Office, atd.. Jejich užívání v oblasti přenosu dat mezi uživateli však často přináší nepříjemné **problémy s kompatibilitou**. Je ovšem pravda, že tyto typy programů představují vynikající možnost ve specializovaných oblastech jako je analýza obrazu či práce se sekvenčními daty. Mohou být totiž vědeckou komunitou **dále upravovány** k dalším a dalším účelům. Poslední a stále rostoucí skupinou programů tvoří **programy přístupné online**, využívají se zejména v bioinformatice. Obecně platí, že v laboratoři by se neměli používat nelicencované

programy. Nákup software pohltí vždy nemalou část finančních prostředků laboratoře.

## **2.2. Průzkumníci souborů, správné ukládání dat**

Dnes nejrozšířenější operační systém Windows (XP či Vista) nabízí poměrně dobrou správu souborů v podobě programu **Windows Explorer**, kde můžeme třídít soubory dle potřeby. Alternativní náhledy do adresářové struktury Windows jsou možné pomocí programů jako je oblíbený **Windows Commander**, jehož filosofie je bližší klasickým průzkumníkům s možností paralelního otevření dvou diskových prostorů na levé a pravé straně obrazovky.

Experimentátor by měl maximálně dbát na to, aby jeho data byla uložena spolehlivě a aby byla přehledně rozdělena. Výhodné je **protokolování podle data**, které koresponduje s datem v laboratorním deníku. Kvůli možnostem řazení adresářové struktury je přitom dobré dbát na **způsob zápisu data** v názvu příslušné složky. Nejvhodnější je **formát YYMMDD** (rok/měsíc/den tj. např. 081022). Takto zapsaná data lze třídít přehledně i v rámci více roků. Vhodné množství dat je pak možné pro účely zpracování kopírovat do další složky, která navíc obsahuje protokol o experimentu a jeho prezentační formu. Zásadně by však **neměl být** základní soubor dat získaný z experimentu **modifikován**, jeho data mazána či přesouvána. Nezbytné je však pravidelné **zálohování dat**. Není nutné vždy zálohovat všechna data, vhodné je např. experimenty z určitého období vypálit na několik nezávislých DVD, která je vhodné uložit na dvou místech. Cena záchrany dat z poškozených disků se pohybuje od stovek do desítek tisíc Kč. V případě nezalohování hrozí obrovská časová a finanční ztráta při opakování experimentů. Neustálé odkládání či dokonce ignorace zálohování hrozí problémem. Častou chybou bývá podcenění zapsání a uložení dat do počítače ihned po jejich získání a odložení tohoto na později. Experimentátor poté za čas zjišťuje, že mu v záznamech určitá data chybí a nechápe jak k tomu došlo. **Dokončit experiment** či jeho část s **perfektní dokumentací** patří ke cti správného experimentátora.

## **2.3. Tabulkové procesory, statistické programy, editory grafů**

Velmi často je potřeba získaná experimentální data zpracovat hromadným způsobem. V tom případě je nejběžnější využít software, který bude zvládat jak přehledné uložení dat a jejich přepočty, tak základní statistické zhodnocení a vytvoření grafu. Všechny tyto nároky v základu splňuje nejrozšířenějším tabulkový procesor **Microsoft Excel**. V případě zpracování náročnějších statistických zpracování dat je lépe využít specializovaný software jako je **Statgraphics, NCSS**, apod.. Výhodou využívání tabulkového procesoru je v běžné praxi zejména možnost automatizovat stále se opakující procedury a výpočty. **Experimentální design a vlastně celé protokolování** je poté možno vytvářet přímo v jednotlivých listech Excelu. Samozřejmostí je vytvářet přehledné tabulky pro tisk a sestavy výsledků podle předem zvolených kritérií.

Ačkoliv v Excelu je možné vytvářet grafy, k tomuto účelu je lépe využít specializovaný software jako je např. **Sigma Plot**. Platí, že zdaleka nejrozšířenějšími grafy v laboratorní praxi jsou grafy **sloupcové, spojnicové a histogramy**. Sigma plot umožňuje vytvářet i další typy grafů, prakticky bez omezení. Výhodou je, že jako datová tabulka může sloužit i datová tabulka Excelu.

## **2.4. Zpracování strukturních a sekvenčních dat**

Zatímco zpracování experimentálně získaných strukturních dat např. z rentgenové krystalografie je spíše náročnější matematicko-fyzikální aplikací, práce se sekvencemi DNA, RNA a proteinů je široce rozšířena. Pro práci se sekvencemi v podstatě stačí jednoduchý program typu **Notepad**, ve kterém můžeme provádět jednoduché úpravy zápisu sekvence a případně shromažďovat více sekvenčních dat. Pro náročnější nakládání se sekvenčními daty (alignment sekvencí, mapy vektorů, navrhování primerů) je vhodné využít některé z **online zdrojů** (bude o nich řeč podrobně v kapitole 4). Velmi doporučit lze také software **Vector NTI (Invitrogen)**, který může posloužit jako kompletní prostředí pro práci se sekvencemi. Jeho součástí je mnoho nástrojů **bioinformatické analýzy** (viz. kap. 4) jako jsou porovnávání sekvencí, restriční analýza, sledování evoluční příbuznosti sekvencí, klonování *in silico*, vytváření grafických map plasmidů a sekvencí, navrhování primerů pro PCR a mnoho dalších. tento software je pro akademickou obec dostupný zdarma.

## **2.5. Analyzátoři obrazu, grafické programy, prezentační programy**

Obrazová data jsou nejčastěji získávána jako výsledek mikroskopických a makroskopických pozorování. Software sloužící k zachycení obrazu z kamery a jeho převedení do počítače souží v mnoha případech také jako tzv. **analyzátoři obrazu**. Analýzou obrazu se rozumí určitá kvantifikace obrazové scény a tato kvantifikace se dá automatizovat pro hodnocení poměrně rozsáhlé série obrazů. Jeden z celosvětově nejrozšířenějších obrazových analyzátorů je volně šiřitelný software **ImageJ (NIH)**. V ČR je poměrně rozšířen obrazový analyzátor **NIS Elements** (Laboratory Imaging, Praha) vyvíjený pro mikroskopy Nikon. Analyzátoři obrazu jsou v mnoha podobách a vybavení každého solidnějšího software obsluhujícího fluorescenční či konfokální mikroskopy (např. **Leica, Zeiss, Olympus, Nikon**).

Grafické programy typu **Adobe Photoshop** či **Corel Photopaint** slouží k nezbytné úpravě fotodokumentace, neměly by však být využívány k dodatečným úpravám ve smyslu úpravy kontrastu jedné části scény na úkor druhé či umělého vytváření scén sestavených z více snímků. V případě gelů a blotů je pak nanejvýš vhodné zachovat ho celý a **příznat případné nedokonalosti**.

Programy pro sestavování výsledkových tabulí, jako jsou **Corel Draw** či **Adobe Illustrator**, jsou pomyslnou koncovkou před vlastní prezentací výsledků v původním článku. Představují však také ideální možnost jak si připravit výsledky pro vlastní orientaci v experimentování. Do této kategorie programů náleží také program **Adobe Acrobat a Acrobat Reader**. Tyto programy využívají vhodně komprimovaný formát **pdf**, který zachovává v rozumné kvalitě jak vektorovou grafiku, tak fotodokumentaci. Prezentační programy typu **Microsoft Power Point** umožňují účelným způsobem referovat o vlastních výsledcích a závěrech. Více o využívání grafických a prezentačních programů pro přípravu publikací v kap. 5.

### 3. Odborná literatura, její zdroje na internetu a PřFUK

#### 3.1 Typy vědeckých sdělení a periodik

**Vědecká komunikace** se děje zpravidla dvěma základními formami, **ústní a písemnou**. Formou **ústní** (více v kap. 5.2.) se předávají informace na více či méně oficiálních seminářích např. na kmenovém pracovišti, vrcholnou formou jsou pak **zvané přednášky** na specializovaných konferencích. Platí, že čím lepší je konference, tím lepší a přehlednější jsou jednotlivé příspěvky. Vzhledem ke konkurenci v některých velmi vypjatých oblastech biologického výzkumu (kmenové buňky, nádorové bujení, apod.) je obsah ústních sdělení často opatrný a prozrazuje spíše skutečnosti, které autoři mají již někde přijaté k tisku. Pravým účelem vědeckých setkání je tedy možnost seznámit se osobně s kolegy v oboru, navázat nové kontakty a případně diskutovat převratné výsledky. Velmi často viditelná je též jakási forma vědeckých "tour", při nichž se badatel po úspěšné publikaci vlastních zajímavých výsledků pustí do objíždění konferencí s cílem seznámit s těmito výsledky přímo co nejširší okruh vědců-kolegů.

Převažující formou vědecké komunikace je tak forma **písemná**. Jednotlivé typy písemných **vědeckých sdělení** lze rozdělit podle jejich účelu takto:

**Abstrakt ústního či plakátového sdělení** z konference - zpravidla se abstrakta objevují ve **sborníku abstraktů** jako zcela samostatná kniha, nebo jako **zvláštní číslo určitého časopisu**. Tyto příspěvky **nepodléhají recenznímu řízení** a proto je jejich relevance často sporná. Pokud se publikuje určité sdělení v takovémto abstraktu, nejedná se o duplicitu pokud se tyto samé výsledky objeví posléze v časopisecké publikaci.

**Původní sdělení** - zpravidla má formu kratšího (**Short communication**) či delšího (**Original article, Research report, Letter, apod.**) článku ve specializovaném časopisu, představuje hlavní zdroj informací, je univerzálním dorozumívacím prostředkem vědeckých pracovníků.

**Přehledný článek** - shrnuje postup dosažený ve zkoumání určité struktury či jevu (**review**), či krátkou formou upozorňuje na přelomové hypotézy a důkazy (**research update**). Každý lepší časopis si udržuje tradici publikování přehledných článků, které si vyžádá u renomovaných vědců. Často se takové články sdružují v tematických či specializovaných časopisech typu **Trends in... či Current Opinion in....**

Původní sdělení a přehledné články jsou hlavní náplní tzv. **vědeckých časopisů**. Hlavními časopisy experimentálních oborů obecně jsou **Nature, Science a Cell**, dobrých specializovaných časopisů jsou ale stovky. Jednotlivé časopisy mají přidělené unikátní číslo **ISSN** (International Standard Serial Number), podle kterého se dají jasně vystopovat. Novým trendem v oblasti časopisů je vznik čistě **elektronických titulů**, z nichž nejvýznamnější je vydavatelství **BioMed Central (BMC)**. Naprostou nezbytností publikace ve vědeckém periodiku je úspěšné zvládnutí **recenzního řízení** (kap. 5.4.). Podrobněji o vědeckých časopisech a jejich webových prezentacích v kap. 3.3.1.

**Monografie, kniha** - souhrn obsáhlejších přehledných článků v určité oblasti, zpravidla pod editorstvím "zkušených pardálů oboru". Obvykle **nepřinášejí původní výsledky**, ale jejich diskutované souhrny. Jednotlivé knihy mají přiřazeny

jednoznačné identifikátory v podobě čísla **ISBN** (International Standard Book Number).

**Popularizační článek či kniha** - stojí mimo běžnou komunikaci vědců, je však neocenitelnou formou komunikace s dalšími obory či veřejností. O dobré popularizátory je nouze vždy. Ukázkami dobrých vědecko-popularizačních časopisů jsou **Vesmír** či **Scientific American**.

**Bakalářské, diplomové, disertační a habilitační práce** - tato sdělení podléhají recenznímu řízení a často i veřejným či neveřejným obhajobám. Nepředstavují ale úplně nejpůvodnější formu publikace, spíše je vhodným způsobem doplňují a rozšiřují. Na většině dobrých univerzit bývá zvykem zpřístupňovat disertační práce formou tzv. **e-thesis**.

Více o standardizované struktuře jednotlivých typů ústních a písemných vědeckých sdělení bude pojednáno v kapitole 5, zde jsou uváděny s ohledem na následující popis možností jejich vyhledávání v bibliografických a jiných databázích.

### **3.2 Internetové zdroje informací**

Správná orientace ve výsledcích dosažených celosvětově v určitém oboru je základním stavebním kamenem úspěchu ve vědeckém bádání. Vzhledem k tomu, že biologické bádání dneška se většinou děje ve velmi specializovaných oborech, je vedle pravidelného sledování detailních výsledků důležité také procházet základní literaturu. Při studiu určitého biologického problému jde v zásadě o to získat **základní informace**, co možná **nejširší pohled** na studovanou problematiku a v neposlední řadě představu o **nejnovějším dění** v oboru. K tomu všemu dnes mohou bezesbytku sloužit zdroje v síti **internet**. Něco smysluplného na síti nalézt ale není vždy lehký úkol. Proto je důležité se v obrovské záplavě internetových stránek pohybovat po „vyšlapaných cestičkách“ a využívat dobře zavedené služby, které mohou (ale často nemusí) být zárukou spolehlivosti poskytované informace.

K získání základní informace o určitém termínu, sloučenině, jevu, apod. velmi často plně vyhovují obecně známé **vyhledávací nástroje** jako je [www.google.com](http://www.google.com). Tento vyhledávač indexuje zdaleka největší množství stránek v porovnání s dalšími **vyhledávači** a **metavyhledávači** jako jsou [www.altavista.com](http://www.altavista.com), [www.yahoo.com](http://www.yahoo.com), [www.lycos.com](http://www.lycos.com), [www.websearch.com](http://www.websearch.com), [www.excite.com](http://www.excite.com), [www.snap.com](http://www.snap.com)). Pro oblast vědy a vzdělávání je vhodné při hledání využít **specializovanou část google, tzv. Google scholar** na stránce [scholar.google.com](http://scholar.google.com), která třídí lépe vědecky relevantní informace. Často je hledání konkrétního článku úspěšné při zadání části jeho názvu, využít lze přitom pokročilé vyhledávání google s možností nastavení vyhledávání určitých **typů souborů** (např. pdf, doc, xls, atd.), **domény** (com, gov, edu) či **data**. Je třeba si uvědomit, že ani google není schopen indexovat všechny webové stránky (podle odhadů jich obhlédne okolo 30%). Mezi další velmi dobré vyhledávače vědecky relevantních odkazů patří **Scirus** [www.scirus.com](http://www.scirus.com), který je v současné době zřejmě nejlépe spravován. Vyhledávače mohou v případě správného používání v mnohém nahradit encyklopedický slovník. Jejich velkou výhodou je nezpoptatněný provoz a přístup.

V poslední době se stále více využívá k vyhledání solidní informace internetová encyklopedie, tzv. **Wikipedia** (<http://www.wikipedia.org/>). Koncepte a forma spravování této encyklopedie je ve skutečnosti přesným obrazem fungování vědecké komunity ve smyslu vzájemného sdílení ověřitelných informací. Veškerá hesla,



kterých je momentálně v anglické verzi okolo 2,6 miliónů, jsou pod neustálou kontrolou čtenářské komunity a zkušených "wikipedistů". Ta má možnost hesla kdykoliv doplňovat či opravovat, případně vytvořit nová. Důležitou součástí každého vědecky relevantního článku ve Wikipedii jsou odkazy na vědecké publikace. Bez takových odkazů postrádá konkrétní heslo vědeckou exaktnost a hlavně ověřitelnost.

### 3.3 Účelné vyhledávání a zpracování bibliografických záznamů a článků

Výše uvedené volně dostupné databáze jsou sice výhodné pro rychlé hledání konkrétní informace, nemohou však sloužit pro **systematické hledání informací bibliografického charakteru**, které je zapotřebí provádět průběžně a pečlivě. Proto se ve vědecké praxi využívají komplexní databáze, které umožňují vyhledat a setřídit relevantní záznamy a k těmto záznamům dohledat plné texty článků. Některé tyto databáze jsou volně přístupné, většina je však předplacených a přístup k nim je omezen na počítače v určitém **rozsahu IP adres**. Proto se např. liší přístupy do konkrétních databází na PŘFUK a v jednotlivých ústavech AV ČR. Základní komunikací s vědeckými bibliografickými databázemi UK je tzv. „**Portál elektronických informačních zdrojů Univerzity Karlovy v Praze**“ na adrese [bi.cuni.cz](http://bi.cuni.cz). Je také přístupný z domovské stránky PŘFUK ([www.natur.cuni.cz](http://www.natur.cuni.cz)). Daleko nejlepší je ovšem navštívit a pro vyhledávání literatury využívat velmi pěkně vedenou a udržovanou stránku **Střediska vědeckých informací PŘFUK (SVI)** [lib.natur.cuni.cz/BIBLIO](http://lib.natur.cuni.cz/BIBLIO). Zde se nacházejí odkazy na dále uváděné zdroje informací, které je vhodné využít, když má být určitý vědecký problém literárně podchycen a zpracován.

Jakou tedy je nejlépe zvolit strategii při hledání relevantních odkazů na literaturu? Nejlépe je přitom využít co nejkomplexnější databázi, která nám poskytne nejširší možný pohled. Pro účely vyhledání záznamu se využívají **databáze bibliografické**. Po vypracování rešerše či získání určitého záznamu je poté možno vstoupit do **databáze plnotextové**. Záznam z bibliografické databáze spolu s elektronickou verzí plného textu článku může být poté uložen v tzv. **osobní databázi**.

#### 3.3.1. Bibliografické databáze přístupné na PŘFUK

Pravidelnou kontrolou nových záznamů v dobré bibliografické databázi lze udržet potřebný kontakt s vývojem v oboru. Soupis dostupných bibliografických databází lze vyhledat na stránkách **SVI** v záložce **elektronické databáze**. Pro vyhledávání informací o publikacích v experimentální biologii rostlin plně postačují zejména tyto: [ISI Web of Knowledge](#), [Scopus](#) a [PubMed](#) následující tři z nich.

[ISI Web of Knowledge](#) představuje komplexní nástroj pro práci s databázemi citací a citačních ohlasů. Obsahuje u nás dnes vůbec nejrozšířenější a nejpoužívanější databázi referencí **Web of Science (WOS)**, **Current Contents** a řadu prohledávacích nástrojů. Z nich jsou pro praktické využití zejména ve scientometrii (viz. kap. 3.4.) nejdůležitější **Journal Citation Reports** a **Essential Science Indicators**.

**WOS** obsahuje tři citační poddatabáze, Science Citation Index Expanded, Social Sciences Citation Index a Arts & Humanities Citation. Index zahrnuje období od roku 1975-80 (podle databáze) až do současnosti. Aktualizace databází probíhá týdně. WOS představuje ideální zdroj čerstvých referencí a současně dává možnost

vypracovat dlouhodobější rešerši. V této oblasti prakticky není třeba uvažovat o alternativě. Hledání je možné zadat podle mnoha parametrů, je možné je ukládat a exportovat. Výhodou je též volná registrace na tomto serveru, která dává uživateli možnost využívat služeb jako jsou ukládání jednotlivých vyhledávání, e-mailové zasílání obsahů časopisů, vytváření vlastních "virtuálních časopisů", export do osobní databáze referencí a další.

**Scopus** je stále se rozšiřující databáze podporovaná vydavatelstvím Elsevier (ScienceDirect), konkurenční k databázi WOS. Vyplatí se pro kontrolu ji zkusit poté co je provedena rešerše v databázi WOS. Vzhledem k velmi přívětivému uživatelskému rozhraní a také daleko větší aktuálnosti je Scopus využíván stále více jako první bibliografická databáze. Protože je tato databáze obsahově překrývající se s WOS, bývá na PŘFUK předplacena pouze jedna z nich (momentálně WOS). Výhodou Scopusu ale je, že uživatelé ScienceDirect (který na PŘFUK je) mohou využívat login do Scopusu i mimo fakultu.

**PubMed (National Center for Biotechnology Information)** je volně přístupnou bibliografickou databází. komplexní nástroj, v podstatě alternativa k **WOS**, obsahuje ale řadu dalších nástrojů (databáze sekvencí atd., viz kapitola 4), nevýhodou pro určité specializované oblasti biologie je to, že tato databáze z nich neobsahuje příslušné záznamy. Výhodou této databáze je naopak oproti WOS aktuálnost a také přímé linky na plné texty článků.

Obecně se dá říci, že veškeré bibliografické databáze se snaží implementovat do své struktury odkazy na plné texty článků v elektronické podobě. V tom případě je cesta k plnému textu nejsnazší a z praktického hlediska ani není nutno se dále zabývat plnotextovými databázemi a jejich strukturou. Takový ideální stav však momentálně není, proto je v dalším textu popsáno několik plnotextových databází, kde se lze dobrat celého článku.

### **3.3.2. Plnotextové databáze přístupné na PŘFUK**

Soupis dostupných plnotextových databází lze vyhledat na stránkách **SVI** v záložce **elektronické databáze**. Běžně se využívají databáze velkých nakladatelů, které jsou na PŘFUK předpláceny v podobě tzv. **konsorcií** tj. velkého množství předplácených časopisů najednou. Vydavatelé jako jsou **Blackwell, Elsevier, Kluwer, Springer, Wiley a další (viz. stránky SVI)** pokrývají významnou část spektra plných textů článků, existují však také významné časopisy, které zde nejsou a je potřeba je vyhledávat ručně. V současné době má již každý významnější odborný časopis svou **elektronickou podobu** vystavenou na Internetu. Přístup je většinou omezen jen pro předplatitele tištěných verzí. Stále více časopisů však zpřístupňuje své starší ročníky bezplatně komukoliv, existují i databáze volně přístupných ročníků časopisů ([highwire.stanford.edu](http://highwire.stanford.edu)). Elektronická podoba článku se nijak neliší od tištěné verze. Je možno si jí stáhnout a uložit v **pdf** formátu (ke čtení v programu Acrobat Reader). Některé články navíc obsahují i doplňkový materiál (např. videosekvence). Výhodnou službu představuje zasílání obsahu právě vyšlého čísla časopisu přímo do e-mailové schránky (tzv. **E-TOC**), tuto službu poskytují i vydavatelé pro uživatelem zvolené spektrum časopisů. Při tomto způsobu kontroly nových publikací v oboru však hrozí jisté zahlcení informacemi.

V případě hledání plného textu vědeckých knih a jednotlivých kapitol z nich, lze na stránkách **SVI** v záložce **elektronické knihy** najít jejich aktuální soupis. Přístup je opět dán finančními možnostmi fakulty či univerzity.

Jistou nadstavbou všech databází je Google scholar ([scholar.google.com](http://scholar.google.com)), forma oblíbeného vyhledávače zaměřená na vědecky relevantní odkazy. Má ambice stát se jakýmsi nadstavbovým vyhledávačem v bibliografických a plnotextových databázích.

V případě, že daný článek není k dispozici online vůbec, je možné článek vyhledat v tištěné formě v **místních knihovnách**. Soupis dostupných katalogů lze vyhledat na stránkách **SVI** v záložce **dostupné katalogy**. Pomocí nich lze zjistit, ve které knihovně je námi požadovaný časopis dostupný. Toto lze nejlépe učinit na adrese Souborného katalogu zahraničních periodik-seriálů v knihovnách ČR (přístupný také ze stránky <http://sigma.nkp.cz/F>).

Poslední možností je **napsat o článek** přímo autorovi prostřednictvím e-mailu. Je dobré této možnosti využívat, protože každého vědce potěší zájem o jeho práci.

### **3.3.3. Vytváření osobních databází referencí**

Záznamy z WOS, ale i další databází je možné přímo exportovat do specializovaných programů jako jsou [RefMan](#), [EndNote](#) a [ProCite](#). Všechny tyto programy jsou produkovány společností **Scientific Thomson Reuters**, podobně jako **ISI WOS**. Tyto placené programy umožňují průběžně vytvářet **vlastní tematické databáze**. Tento postup je velmi výhodný zejména při psaní seminární či diplomové práce a vědeckých publikací, protože vkládání jednotlivých citací je jednoduché a je možné definovat výsledný formát seznamu referencí. Do vlastního textu v programu **Microsoft Word** se vkládají pouze odkazy na jednotlivé záznamy a program pak generuje seznam literatury na požádání.

V poslední době vznikla volně šiřitelná aplikace [EndNoteWeb](#), pomocí které lze výše uvedené úkoly provádět online.

### **3.4. Scientometrie jako orientační nástroj hodnocení kvality vědecké práce**

**Scientometrie** neboli hodnocení kvality vědecké práce představuje samostatný obor lidské činnosti, využívaný hlavně k posouzení kvality vědeckého výzkumu vzhledem k vynaloženým financím. Kritérií hodnocení je celá řada, jedním z nejdůležitějších je množství a kvalita vědeckých publikací. Nejpoužívanějším nástrojem při vyhledávání informací o kvalitě určitého časopisu, článku či autora je služba nabízená v rámci **Web of Knowledge** ([wos.cesnet.cz](http://wos.cesnet.cz)) organizací **Institute for Scientific Information (ISI)**. Tato organizace shromažďuje informace o počtech citací jednotlivých článků ze všech vědeckých oborů. Z praktického hlediska je nejdůležitějším nástrojem tzv. **Journal Citation Reports**, pomocí kterého lze porovnávat kvalitu vědeckých časopisů na základě tzv. **impakt faktoru (IF)**. Ten udává kolik citací průměrně bude mít určitý článek za poslední dva roky. Čím lepší je impakt faktor časopisu, tím větší zásah ve vědecké komunitě bude mít článek, který v něm bude publikován. Pořadí časopisů podle IF je sestavován pravidelně každý rok a vychází v polovině roku vždy pro předchozí kalendářní rok.

Sledováním **počtu citací** článku, který je publikován ve vědeckém časopise lze vystopovat kdo, kde a v jaké souvislosti citoval např. námi napsaný článek. Samotný počet citací nemusí být vždy nejlepším vodítkem, protože tento je dán také počtem vědců pracujících v určité oblasti. Vždy jsou ve výhodě např. výzkumníci v oblasti medicíny oproti např. výzkumníkům studujícím záludnosti života řas. Proto je dobré

neomezovat se příliš jednostranně v hodnocení jen podle počtu citací, ale také podle jejich kvality. Důležitým parametrem je také počet **autocitací** (citace své vlastní práce) v porovnání s celkovým počtem citací.

K hodnocení kvality práce lze využít databázi **Faculty of 1000** (přístupná přes SVI), která k hodnocení kvality publikací využívá renomované odborníky, kteří zasílají svá hodnocení do této databáze. Nejmladším indexem, který se snaží lépe porovnat kvalitu vědců je **Hirschův index (h)** navržený **J. Hirschem** v roce 2005. Jeho hodnota je rovna počtu publikací  $n$ , které byly citovány nejméně  $n$ -krát. Pokud tedy má vědec význačnou publikaci, která je citována např. 100x a ostatních jeho 100 prací dosahuje pouze maximálně jedné citace, pak má  $h$  index pouze 2. Opravdu kvalitní vědci jsou tak hodnoceni  $h$  indexem okolo 200, z našich je na tom nejlépe biolog J. Bartek s  $h$  indexem 71 (2006). To znamená, že do roku 2006 publikoval nejméně 71 prací s minimálně 71 citacemi.

## 4. Informační databáze a jejich využití v experimentální biologii

### 4.1 Všeobecné databáze sekvencí – nástroje systémové biologie

Kromě bibliografických informací (viz. kapitola 3) se v moderní biologii do databází ukládají prakticky veškeré dostupné výsledky experimentů prováděných vědci po celé planetě. Tyto informace pak mohou být využívány buď jako široce dostupný zdroj sekvencí či strukturní informace při studiu námi zvoleného proteinu či proteinového komplexu, mohou však také vzhledem ke své komplexitě sloužit ke studiu regulačních drah či fungování celého organismu. V tom případě je nutné aplikovat též určitý **matematický aparát** a hovoříme o tzv. systémovém přístupu či **systémové biologii**. V zásadě lze databáze hodnotit především podle jejich správy, jak často jsou aktualizovány a hlavně jak účinně filtrují chybné či nesmyslné záznamy.

V případě potřeby získání informace o sekvenci určitého genu či proteinu nejlépe slouží integrovaná databáze **Entrez** (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Entrez/index.html>) sdružující hlavní tři **primární databáze GenBank** (USA), **EMBL-EBI** (Evropa) (<http://srs.ebi.ac.uk>) a **DDBJ** (Japonsko) (<http://www.ddbj.nig.ac.jp>). Tato databáze obsahuje celou řadu nástrojů pro hledání literárních a sekvencí záznamů a také nástroje pro práci se sekvencí samotnou (např. predikce struktur proteinů). Nevýhodou těchto velkých databází je zejména to, že sekvence proteinů jsou zhusta hypotetické, dané pouze predikcí na základě nukleotidových sekvencí, anotace jsou často neúplné či mylné a často je též hůře ošetřena duplicita výsledků. tento stav se ovšem vylepšuje každým rokem tak jak jsou průběžně sekvence ověřovány.

V případě, že pracujeme na konkrétním experimentálním modelu, vyplatí se na prohledávání sekvencí jeho genomu používat některé více specializované a **spolehlivěji anotované** databáze. Takové jsou stránky **The Institute for Genomic Research (TIGR)**, <http://www.tigr.org>, či **Sanger Institute** <http://www.sanger.ac.uk>, zaměřené na **genomiku** obecně. Pro proteomiku a vyhledávání spolehlivých sekvencí proteinů je výhodné pracovat na dobře spravované databázi v rámci <http://www.expasy.org/>.

Pro práci se sekvencími daty lze v zásadě využívat jakýkoliv program typu **Notepad**. Je ovšem pravda, že lze na webu najít velké množství specializovaných nástrojů jako je např. <http://workbench.sdsc.edu/>, kde lze data třídit, porovnávat, měnit jejich formu atd. Každá větší databáze sekvencí obsahuje též online kolekci

nástrojů určených pro práci s těmito sekvencemi. doporučit lze [EBI](#) a [Entrez](#). Existují i komerční programy, kde lze sekvenční data porovnávat, upravovat, navrhovat primery, konstruovat mapy atd. Takovým programem je např. [Vector NTI](#), který je pro badatele v oblasti základního výzkumu dostupný volně [zde](#).

#### 4.2 Specializované sekvenční databáze

V případě, že nás již zajímá konkrétní organismus a chceme se zaměřit pouze na hledání v jeho sekvenčních údajích či v údajích z příbuzných organismů, je lépe využít specializované databáze. Ty mají oproti výše uvedeným databázím výhodu v tom, že bývají zpravidla daleko lépe spravovány a případné chyby jsou daleko účinněji odstraňovány. Příkladem může být databáze zaměřená na oblíbený model rostlinu *Arabidopsis thaliana* na adrese <http://www.arabidopsis.org> - **The Arabidopsis Information Resource (TAIR)** nebo databáze čeledi Solanaceae <http://www.sgn.cornell.edu/>.

Informace o přepisu konkrétního genu tj. informace o tzv. **transkriptomu** lze v současné době u rostlin nejlépe získat na stránkách projektu **Genevestigator**, <https://www.genevestigator.ethz.ch/>. Tyto stránky sdružují informace z experimentů prováděných s využitím **čipové technologie** (sledující expresní profil obrovského množství genů najednou) a představují neocenitelný zdroj informací. Na stránkách genevestigatoru jsou v současné době pouze informace z myši a *Arabidopsis*, ostatní organismy je potřeba hledat s pomocí obecných databází či např. přes Google (klíč. slova jako yeast transcriptome, atd..). Příkladem pěkně spravované databáze expresních profilů je **Arabidopsis gene family profiler**, <http://arabidopsisgfp.ueb.cas.cz/index.php>.

Podobně jako pro transkriptomická data, existují i pro **proteomická** data specializované databáze. Často se lze setkat s přístupem třídít a anotovat dostupné informace podle charakteru studovaného proteinu. Takto existují databáze rostlinných membránových proteinů (<http://aramemnon.botanik.uni-koeln.de/>) či ještě specializovanější <http://www.cbs.umn.edu/arabidopsis/>. Omezit se lze i na konkrétní organelu na její proteom prohledávat, např. rostlinné plastidy na stránkách <http://www.plprot.ethz.ch/>.

Velmi zajímavým přístupem je organizovat informaci o proteomu v integrované databázi, která kromě sekvenční informace obsahuje i informaci o **lokalizaci konkrétního proteinu** v buňce. Tyto databáze jsou teprve ve stádiu zrodu, ale dá se očekávat, že v budoucnu budou takové informace běžně dostupné např. přes pubmed. Příkladem databáze lokalizací u rostlin je <http://gfp.stanford.edu/>, kde lokalizační informace pocházejí z *in vivo* pozorování tagovaných proteinů.

Při rutinní laboratorní práci se též velmi hodí databáze zpracovávající informace o tom, jaký je projev mutace urč. proteinu, tzv. databáze knockoutů (**knockout databases**). Mutanty připravené pomocí technologie RNAi lze např. hledat na <http://www.agrikola.org/index.php?o=/agrikola/main>.

#### 5. Prezentace výsledků experimentální práce

Jednotlivé typy vědeckých sdělení byly přehledně uvedeny v kapitole 3.1. Účelem následujícího textu je seznámit studenty na počátku jejich vlastní publikační činnosti ve vědeckém stylu se základními náležitostmi, které je zvykem dodržovat v těchto jednotlivých formách vědeckých sdělení. Podrobněji jsou probírána pravidla

psaní bakalářské a diplomové práce a jejich ústních obhajob, ústního a plakátového sdělení na konferencích a psaní vědecké publikace.

### **5.1. Bakalářská práce**

**Bakalářská práce** předkládaná na PŘF UK jako jeden z nezbytných předpokladů udělení titulu Bc. je klasickou ukázkou **literární rešerše** na dané téma.

Biologická sekce PŘFUK má pro všechny bakalářské studenty odborné i učitelské biologie oborů Biologie, Ekologická a evoluční biologie, Molekulární biologie a biochemie organismů, Biologie se zaměřením na vzdělávání dvouoborová i jednooborová zavedena **závazná [pravidla státní bakalářské zkoušky a též pokyny pro vypracování bakalářské práce](#)**. Následuje výňatek z tohoto textu věnovaný rozsahu bakalářské práce a její obhajobě:

#### Pojetí a rozsah bakalářské práce:

Za výslednou podobu odevzdávané bakalářské práce a dodržení předepsané náplně/rozsahu je odpovědný student předkládající práci; školitel či školitel-konzultant má být studentem využíván jen v roli poradce a hodnotitele (hodnotitele např. pro účely udělení zápočtu za předmět „Bakalářská práce“).

Práce musí být zadána a zpracována jako literární rešerše a je hodnocena podle kvality provedené rešerše a analýzy problému. Odevzdávaná práce však může navíc obsahovat i vlastní pozorování či experimentální práci, která však výrazně neovlivňuje klasifikaci a má pouze doplňující hodnotu.

BP má ukázat, že student je schopen pracovat se zahraniční (a případně i českou) vědeckou literaturou (míněny jsou zejména vědecké monografie a původní či přehledové články v renomovaných vědeckých časopisech), vyhledávat a třídit informace, vyvozovat závěry a zobecnění, a stylisticky zpracovat ucelenou monotematickou studii. Práce může využívat i vědecké informační databáze typu GenBank, Merops apod.

Jako BP není přijatelný text, ve kterém jsou pouze přejímány poznatky z učebnic, populárních časopisů či další médií určených laické veřejnosti.

Jako BP není přijatelný text, ve kterém jsou převážně přejímány poznatky ze sekundárních citací. Pokud práce obsahuje sekundární citace, tyto musí být dobře a jasně citovány jako převzaté.

Literární rešerše má odhalit, co je o zpracovávaném problému známo a nastínit, jaké skutečnosti dosud známy nejsou a zaslouží si další studium. Má ale rovněž prezentovat vlastní názor a kritické zhodnocení, případně nastolit možné směry budoucího studia (zejména u témat se vztahem k budoucí diplomové práci). Literární rešerše může zahrnovat i téma velmi úzké tak, aby je autor byl schopen obsáhnout a diskutovat při obhajobě. Naopak, jako témata BP nejsou vhodná příliš široká témata – malárie, retroviry, atp.

Zájemci mohou zpracovat bakalářskou práci v angličtině; slovenští studenti mohou psát práci slovensky.

#### Struktura bakalářské práce:

Obvyklá délka 15-20 stran; práce nesmí překročit 40 stran včetně obrazové dokumentace a příloh. Pod pojmem strana se rozumí text o řádkování 1,5 a maximální šířce okrajů 2,5cm, počet znaků na řádku minimálně 70.

Abstrakt (max. 2000 znaků, povinně se uvádí v češtině/slovenštině, a zároveň angličtině).

Klíčová slova (5-10) v češtině/slovenštině a zároveň angličtině vystihující zaměření práce (pro potřeby budoucí katalogizace v knihovnách).

Úvod (představení problému, o němž práce pojednává).

Vlastní literární přehled: hlavní a nejobsáhlejší část bakalářské práce spočívající ve zpracování původních literárních poznatků (zahrnující případně i zpracování databázových údajů), konfrontaci různých pohledů pro a proti, upozornění na případné nedostatky studií, zdůraznění nosných literárních informací.

Práce může obsahovat velmi krátce pojednané možné směry vlastní práce (metodiky, design pokusů, způsob hodnocení, potenciální problémy a omezení); v této části může BP navíc obsahovat i výsledky vlastního pozorování, experimentální práce či zpracování sbírkových položek a informací z databází. Pokud BP bude obsahovat tuto část, pak jde jen o doplněk zvoleného tématu, který rozhodně nesmí rozsahem (počtem stran) převyšovat literární přehled; kvalita literárního přehledu je určující pro stanovení výsledného hodnocení.

Přehled použité literatury.

Přílohy (tabulky, obrázky - pokud jsou důležité pro lepší pochopení textové části).

Práce se odevzdává jak v tištěné podobě, svázaná, ve dvou exemplářích, tak i v elektronické podobě jako jediný pdf soubor na CD/DVD.

Na internetu budou pro studenty zveřejněny ukázkové bakalářské práce.

#### Oponentské řízení:

Je vyžadován jeden oponentský posudek a posudek školitele. Oponenta navrhne garantující katedra z okruhu relevantních interních nebo externích odborníků. Oponenty mohou být i doktorští studenti PŘF UK.

Všichni oponenti a školitelé budou mít k dispozici pokyny pro psaní oponentského posudku a stanovení celkového hodnocení. Formuláře posudků budou k dispozici na webových stránkách a budou obsahovat část skórovací/zaškrťovací (hodnocení práce dle předem stanovených kritérií a stupňů hodnocení) a část pro prezentaci dotazů oponenta.

Práce, oponentský posudek a posudek školitele jsou před obhajobou zveřejněny dle instrukcí garantující katedry.

Oponentský i školitelský posudek bude uchazeči k dispozici 2 pracovní dny před obhajobou.

#### Obhajoba bakalářské práce:

Pro obhajobu BP je nutné dosažení minimálně 150 kreditů, u dvouoborového učitelství pouze v případě, že se nejedná o poslední část SBZ. Dle závazných studijních plánů (viz Karolínka) dále platí: Je nutno splnit předmět Bakalářská práce oboru (jeden ze čtyř bakalářských oborů). Kontrola dosažených kreditů se provádí při odevzdání BP na studijním oddělení. Při standardním průběhu studia se předpokládá konání obhajoby v 6. semestru studia.

Ústní obhajoby jsou veřejné, konané na jednotlivých katedrách garantujících bakalářské práce; příslušnost k těmto katedrám vyplývá ze zaměření/obsahu BP (mimo jiné je příslušnost ke katedře dána i zvoleným školitelem, záznamem o zadané bakalářské práci v SISu a uvedením garantující katedry v přihlášce ke státní zkoušce). Obhajoby se konají obvykle v průběhu jednoho týdne. S ohledem na počet studentů lze pro daný termín některé katedrové obhajoby sloučit nebo naopak rozdělit na dvě paralelní.

Celková doba vyhrazená pro obhajobu každého uchazeče činí nejvýše 30 minut.

Části obhajoby: prezentace BP - výsledné hodnocení oponentem a školitelem - odpovědi na otázky oponenta – stručná diskuse a otázky z pléna.

Účast oponenta a školitele je vítaná a žádoucí; v případě jejich neúčasti může obhajoba proběhnout, pokud má KBZ k dispozici jejich posudky, které jsou součástí protokolu o SBZ.

Text prezentace promítané počítačem-dataprojektorem může být dle volby studenta anglický nebo český/slovenský. Vlastní ústní sdělení studenta i veškerá ústní komunikace při obhajobě jsou však v češtině/slovenštině.

O hodnocení BP rozhoduje mezikatedrová KBZ; minimální počet přítomných členů komise je 3 (zpravidla je jich však 5).

Hodnocení členy komise probíhá na uzavřeném zasedání a práce se hodnotí klasifikačními stupni v běžné škále výborně - velmi dobře – dobře – neprospěl(a). Hodnocení probíhá po tématických částech, které předem stanoví předseda komise.

V případě hodnocení „neprospěl“ se opakování obhajoby BP řídí pravidly Studijního a zkušebního řádu.

Navíc k obecným předpisům biologické sekce se dá o bakalářské práci říci, že by měla shrnovat třeba i naprosto protichůdné názory a experimentální údaje a vhodně je uvést do souvislostí. Vzhledem k tomu, že se jedná o první serióznější pokus mladých studentů o vědecké pojednání, bývá často k vidění několik základních nešvarů. Mezi ně patří zejména **nedostatečný** či naopak **příliš velký počet literárních citací**, ze kterých se při psaní vychází. Příliš malý počet vede při snaze dodržet stránkový limit k neodvratnému opisování celých vět, příliš velký počet je naopak překážkou srozumitelnosti výsledného textu. Běžná seminární práce by měla mít okolo **20-30 stránek** textu včetně referencí. Čím více literatury se podaří studentovi strávit, tím lépe. Na 20-30 stránek textu odpovídá přibližně okolo 50-100 citací (závisí na zvoleném problému). Výhodné je bakalářskou práci vypracovávat v **anglickém jazyku**, pokud to samozřejmě jde. Předejde se tak problémům s **překládáním některých výrazů do češtiny**. **Také se pisatel vyvaruje** anglikanismů a špatné větné stavbě, která vznikne otrockým překladem anglického slovosledu. Často se též vyskytují **nepřesnosti v uvádění citací**, je potřeba vždy vystihnout co daná práce přináší nového a proč vlastně je vhodné ji citovat. Velmi hojně (a to nejen u bakalářských prací) se setkáváme se skutečností, že citace dané práce je uvedena kvůli skutečnosti, která z této práce vůbec nevyplývá. To může být dáno buď ignorací či nepochopením textu. Jednotlivé **katedry mívají též předepsány určité modifikace** pokynů pro svůj obor (<http://www.natur.cuni.cz/biologie/bak-navody.htm>). Tyto se dají nalézt na stránkách biologické sekce věnovaných bakalářskému studiu (<http://www.natur.cuni.cz/biologie/bzk-index.htm>). Je vždy výhodné když je bakalářská seminární práce jakýmsi **předstupněm práce diplomové** a může tvořit základ jejího literárního přehledu.

## **5.2. Diplomová práce**

Zatímco u výše uvedené seminární práce není zapotřebí prezentovat své vlastní experimentální výsledky, tato schopnost je vrchovatě prověřena sepsáním **diplomové práce**. Tato práce tak slouží jako ideální nástroj k prověření schopnosti studenta **zapojit výsledky** své experimentální práce do **širšího kontextu znalostí** určité problematiky. Toto je **absolutně nejdůležitější cíl**, ke kterému by měla být



směřována veškerá aktivita diplomanta. Pokud se z různých, zejména časových důvodů nepodaří stihnout veškeré naplánované experimenty, nebo pokud experimenty z metodických důvodů selhávají, neměla by tímto být ovlivněna výsledná forma práce. **Správně diskutovat** totiž lze i důvody nefungující metodiky, nepodařeného experimentu, atd. Správná diskuse je také jedním z nejvýše hodnocených parametrů celé práce.

**Pravidla**, podle nichž se lze řídit při psaní diplomové práce jsou většinou podobná pro všechny katedry experimentálních oborů, mohou se však v určitých aspektech lišit. Tato pravidla jsou dostupná na webových stránkách konkrétní katedry, jejich znění pro katedru [fyziologie rostlin](#) a [katedru mikrobiologie a genetiky](#) se v základních bodech příliš neliší. Mezi nejdůležitější náležitosti patří dodržení **stylu (jazyka, formátu textu a citací) a členění (úvod, přehled literatury, materiál a metody, výsledky, diskuse, souhrn a seznam použité literatury)**. Je zapotřebí dodržovat co možná nejlépe přísně **vědecký styl psaní**, oprostít se od popularizačních snah, protože správný vědecký text musí být co možná nejuniverzálnější aby se bez větší námahy dal číst i rychločtením. Je výhodnější zejména v pasážích popisujících metodiku a výsledky použít **ustálené obraty a slovní spojení**.

Svému školiteli je vhodné dát práci číst **s předstihem** aby byl čas na nutné opravy. Po odevzdání diplomové práce je na ní vypracován **školitelský a oponentský posudek**. Tyto jsou základem hodnocení práce během její obhajoby. S jejich zněním je diplomant obeznámen ještě před obhajobou a má tak čas dobře si **připravit odpovědi**.

**Ústní obhajoba** diplomové práce je vedle státních závěrečných zkoušek nezbytným předpokladem k úspěšnému zakončení studia. Vlastní průběh obhajob je rozdělen na **referát diplomanta** (obvykle v délce 20 minut), **čtení oponentských posudků, diskusi** širokého pléna posluchačů a závěrečné **uzavřené jednání pléna katedry**. Kritéria, podle nichž se diplomové práce známkově hodnotí, se liší na jednotlivých katedrách, někde jsou pevně zakotveny, někde je volnost větší. Platí, že je vždy lepší, když jsou kritéria jasně dána předem, předejde se tak odlišnému pojmání známkovací stupnice jednotlivými posuzovateli. Jednotlivé katedry dbají na stanovení těchto kritérií. Je určitě dobré si vlastní ústní projev dobře připravit, lze tak případně vylepšit dojem z psané verze diplomové práce. Referát nemusí za každou cenu popisovat veškeré dosažené výsledky, spíše je **vhodné se zaměřit na to nejzajímavější** z celé práce. Nejprve je vhodné v krátkosti představit studovanou problematiku ze širšího pohledu (**obecný úvod**) a v návaznosti na to představit jasně **cíle práce, zvolenou strategii a experimentální materiál. Výsledkový blok** může být zjednodušený a měl by uvádět pouze to podstatné. Přednášející by se měl vždy snažit spojit výsledkový blok (a v podstatě i celý příspěvek) do podoby pokud možno **napínavého příběhu**. Tento příběh je **odrazem každodenní experimentální laboratorní praxe** probíhající v nekonečném kruhu mezi otázkou, hypotézou, odpovědí a další otázkou (viz kap. 1). Vyústěním tohoto příběhu by měla být část prezentace věnovaná **diskusi a závěrům** tj. jasně reakci na zpočátku vytyčené cíle. Pokud se např. určitá hypotéza nepotvrdila, je potřeba uvést i případné další experimenty, které by dále tuto hypotézu testovaly. V této části je též vhodné upozornit na **případné publikační výstupy**, které jsou chystány jako výstup diplomové práce. V žádném případě se **nesmí překročit čas určený na prezentaci**, správné dodržování časových limitů je obecně výsadou kvalitních přednášejících. V následné **diskusi** je třeba se snažit o **maximální přesnost** a hlavně **vstřícnost** k

třeba i velmi kritickým námitkám. Na akademickou půdu rozhodně nepatří jakékoliv projevy zneuznání, emotivní výlevy apod. Konstruktivní kritika je to nejlepší, čeho se může prezentujícímu dostat, protože obohacuje jeho pohled na studovanou problematiku o další pohledy.

### 5.3. Disertační práce

Kritéria pro vypracování a obhajobu disertační práce jsou na jednotlivých katedrách PŘFUK podřízena pravidlům, které určují jednotlivé **oborové rady** daného oboru. V tomto textu není účelem, vzhledem k zaměření tohoto kurzu, podrobně rozvádět podrobnosti psaní disertačních prací. **Disertační práce završuje doktorské studium** a její obhajoba je vedle státních zkoušek nezbytným předpokladem udělení titulu Ph.D.. Práce může mít buď formu uceleného vědeckého pojednání či může být souhrnem několika již publikovaných a recenzovaných prací. Na většině dobrých univerzit bývá zvykem zpřístupňovat disertační práce elektronickou formou v podobě tzv. elektronických dizertací (**e-thesis**, např [zde](#) či [zde](#)).

### 5.4. Vědecká sdělení na konferencích a seminářích

Velmi důležitou formou prezentace vědecké práce je forma příspěvku na vědeckých setkáních nejrůznějšího druhu a stupně oficiality. V zásadě je ke každému sdělení ve formě **plakátu** či **ústního příspěvku** předem vyžadován jeho psaný **abstrakt**. Je na pořadateli konference, aby daný příspěvek vybrali pro plakátové či ústní sdělení. Abstrakt je v podstatě **velmi zhuštěnou formou vědecké publikace**. Měl by shrnovat kromě **úvodu do problematiky** i krátké sdělení **co jsme chtěli experimentem testovat** a **jak to dopadlo**. Musí též obsahovat **závěr a diskusi**, případně **poděkování** grantové agentuře za peníze. To vše na ploše 200-300 slov. Ukázkou abstraktu z konference ASPB (American Society of Plant Biologists) je tento [abstrakt plakátového sdělení](#) o forminech, proteinech asociovaných s aktinem. Dobrý průvodce psaní abstraktu (ale i disertace) lze najít např. [zde](#).

**Plakátová sdělení (postery)** představují ve vědeckých kruzích ideální možnost rychlé propagace vlastních výsledků s možností jejich diskuse na nejrůznějších fórech jako jsou vědecké konference, kurzy či stálější expozice na chodbách universit a vědeckých ústavů. Plakátové sdělení **nepodléhá žádnému recenznímu řízení** a je proto ideálním způsobem prezentace nových neotřelých nápadů nebo naopak kritiky výsledků stávajících. První postery, které se na vědeckých konferencích začaly objevovat před cca 30 lety byly v podstatě pouhou volnou plochou na níž se autoři nejrůznější formou snažili zaujmout publikum. Postupně vznikaly specializované **plakátové sekce**, náležící k určitému přednáškovému bloku. Vlastní prezentace plakátů bývají v určitou hodinu, kdy se předpokládá **fyzická přítomnost autora** plakátu, případně jeho **ústní prezentace**. Hlavním cílem je upoutat pozornost, proto se s rozvojem grafických prezentačních programů vyvinula celá řada strategií. Nedá se ovšem jednoznačně říci, zda-li krásný, barevný, lesklý plakát bude lepší než pár přišpendlených listů A4. Hlavním kritériem je totiž myšlenka, neotřelá otázka, případně neotřelá odpověď, ty je vždy třeba ocenit nejvýše. Proto je vždy potřeba nezapomenout na jasné uvedení závěrů (tzv. **take home message** aneb co bychom si mohli z plakátu zapamatovat). Prezentace formou plakátu bývá **nejčastější formou prezentace studentů** a mladších vědeckých pracovníků na mezinárodních konferencích. Vhodné je pod plakátem dát k dispozici k rozebrání pro případné zájemce jeho vytištěné zmenšeniny. Nejčastěji

se k přípravě plakátů používají programy jako je **Corel Draw** (extenze **cdr**) či **Adobe Illustrator** (extenze **ai**), případně i PowerPoint (extenze **ppt**). Po sestavení posteru v počítači je vhodné ho uzavřít pro účely **velkoformátového tisku** do formátu **eps** či **pdf**.

Ústní příspěvky na vědeckých setkáních jsou vždy **podřízeny svému účelu**. Obecně čím lepší je konference, tím obsažnější jsou jednotlivé příspěvky. Pokud špičkový, světově uznávaný odborník hovoří o určitém problému, většinu **hovoří za velkou skupinu pracujících** v jeho laboratoři a často i za týmy s jeho laboratoří spolupracující. Zvláštním typem příspěvků jsou **metodické příspěvky**, které shrnují buď určitou metodiku a seznamují s ní tak posluchače, nebo představují **nově vyvinuté** metodické přístupy. Velmi zjednodušeně se dá říci, že jak příspěvky zkušených tak i sdělení začínajících vědců jsou podřízeny jednomu **základnímu účelu**. Tímto účelem je přesvědčit posluchače o tom, že se podařilo **objevit něco nového** a že práce konkrétní laboratoře tento jev dobře a přesvědčivě dokazuje. Již během obhajoby diplomové práce se diplomant nevyhne **zmínkám o práci kolegů** ve skupině, kde pracoval. A také během celé následné vědecké kariéry je vědec nucen prezentovat vedle svých vlastních výsledků i výsledky kolegů. V prezentaci musí vždy být **uveden zdroj informace**, tj. např. reference článku. Kolegům, kteří v týmu spolupracují je potřeba na konci **poděkovat** a udělat patřičnou **reklamu** celému kolektivu autorů. Mezi některé časté chyby objevující se při ústních prezentacích patří zejména **nevyváženost příspěvku** (převažuje buď příliš obecných informací nebo naopak nudných detailů), **monotónní přednes**, příliš **malá kritičnost**, **špatné grafické ztvárnění** (červený text na tmavě zeleném pozadí, nadbytečné animace apod.) a **nedodržení časového limitu**.

## 5.5. Vědecká publikace

Vědecké publikace představují v oblasti základního výzkumu **hlavní výstup** činnosti. Jsou to v podstatě sdělení, která přinášejí původní myšlenky a jako taková jsou také předmětem **duševního vlastnictví**. Platí, že nelze jednu práci publikovat naráz ve více časopisech. Jednou publikovaná data je poté zapotřebí **správně citovat**.

Dělení typů vědeckých písemných sdělení je uvedeno v kap. 3.1. Z těchto typů je zdaleka nejfrekventovanější tzv. **původní sdělení (original article)** ve formě kratšího či delšího vědeckého pojednání.

Platí, že je dobré vhodně **zvolit časopis**, do kterého se bude článek posílat. Pro lepší orientaci je vhodné si zjistit **impakt faktor** daného periodika, jeho **zaměření** a **složení redakce** (viz kap. 3.3.). **Dále je potřeba správně odhadnout rozsah a kvalitu zamýšlené práce v kontextu konkurence** a jednoznačně stanovit na jaké otázky se hodlá odpovídat. Také je vhodné rozmyslet **publikační náklady** a počítat s nimi v grantových prostředcích.

**Formální náležitosti** se liší podle zvoleného časopisu. Vždy je potřeba nejprve dobře prostudovat **pokyny pro autory** a prohlédnout si poslední čísla daného časopisu. V průběhu sepisování publikace se určitě dobře osvědčí, pokud jsou dané experimenty dobře dokumentovány a v podstatě již předpřipraveny ve formě **výsledkových bloků**. **Výsledky** a **soupis použitých metod** jsou také prvními částmi, které se tvoří. Poté je teprve vhodné dopracovat **literární úvod** a **diskusi**. Teprve nakonec se píše **abstrakt** a vymýšlí **název** celé práce. Struktura klasického vědeckého sdělení tak poté obsahuje název (**title**), abstrakt (**abstract**), úvod

(**introduction**), výsledky (**results**), diskusi (**discussion**), materiál a metody (**material and methods**) a soupis citované literatury (**references**). Obrazová (**figures**) a tabulková (**tables**) dokumentace včetně jejich slovního popisu (**captions**) se zařazuje zvlášť na konec textu.

Před odesláním práce je nutné nechat **zkontrolovat angličtinu** nejlépe rodilým mluvčím, zásadně však **vždy odborníkem** v dané oblasti. Dobře se osvědčují **zahraniční kolegové**, někteří si tímto způsobem i přivydělávají. V dnešní době se již vědecké publikace většinou neodesílají v tištěné podobě, postačuje využít možnosti zaslání plně **elektronické verze**. Jednotlivé soubory tvořící práci, tj. vlastní text, obrázky a doplňující materiál se ukládají přímo na server časopisu. Zde je také vhodné umístit tzv. **cover letter**, tj. **dopis editorovi**, kde se jasně uvede proč se práce zasílá a co přináší nového. Po prvním shlédnutí práce **hlavním editorem** časopisu či jeho určité oblasti se práce dostává do tzv. **recenzního řízení**. Již toto je malým úspěchem na cestě k publikaci, protože často se nezdaří přesvědčit ani hlavního editora a tento posílá práci zpět autorům. Editor zasílá práci vlastním hodnotitelům z řad odborníků v dané problematice. Těch může být různé množství podle kvality časopisu (zpravidla 1-3). Vědecká komunita funguje na **principu solidarity**, recenzenti z řad odborníků na určitou oblast jsou povinni pokud s tím souhlasí do určité doby (zpravidla okolo 10 dnů) vypracovat na práci **posudek**. Na základě tohoto posudku se editor rozhoduje o přijetí či zamítnutí práce. Vlastní posudek dostávají ke čtení i sami autoři a jsou povinni následně reagovat na veškeré vnesené dotazy, případně dále experimentovat. Pokud vzájemná komunikace dopadne dobře, je práce přijata a nastává pravá **korektorská práce** spočívající ve sladění formátu článku se standardem daného časopisu. V této činnosti pomáhají autorům vydatně korektoři daného časopisu. Pokud jde vše hladce, lze dnes očekávat, že článek vyjde do několika týdnů od jeho přijetí, nejčastěji elektronickou formou. Tištěná forma následuje v horizontu 1 měsíce u lepších časopisů, u horších i několik měsíců.