

9. ročník (2024/25)



4. sada

Termín odevzdání: 6. 4. 2025

MUNI | RECETOX

MUNI Ústav experimentální
SCI biologie

Jak psát řešení

Milá řešitelko, milý řešiteli,

než se vrhneš na řešení IBISích úloh, věnuj prosím chvilku i těmto řádkům.

IBIS je korespondenční seminář pro jednotlivce, který by ti rád kromě řešení zajímavých biologických témat nabídl i nahlédnutí do zákulisí VŠ, což tě lépe připraví na budoucí studium. Ve vlastním zájmu se proto řiď následujícími radami:

- **Nekopíruj** – Informace můžeš hledat na nejrůznějších webech, v učebnicích či knížkách, vyvaruj se však přímému opisování textu. Máš přeci vlastní hlavu a dokážeš parafrázovat (přepsat text vlastními slovy). Více se tím naučíš.
- **Vlastní tvorba** – Pokud je v zadání napsáno, že máš použít vlastní obrázky, myslí se tím opravdu vlastní obrázky (ať již nakreslené v ruce či vytvořené na počítači), nikoliv stáhnutý obrázek z internetu.
- **Odpovídej k věci** – Utríd' si myšlenky a vyber to podstatné. Při práci s textem se dá lehce ztratit (sami to známe), proto se nikdy neboj vrátit a znovu si zopakovat otázku. Připojíš-li nějaké zajímavosti, nebo věcně, avšak stručně, odpověď rozvedeš, rozhodně se nebudeme zlobit. Ale hodnotit budeme pouze odpovědi na položené otázky.
- **Úlohy řeš sám za sebe** – Ber to jako příležitost překonat se a zasoutěžit si s kamarády. Je Franta lepší v zoologii? Nevadí, dotáhneš ho na mikře.
- **Hraj fér** – Nezapomeň, že nepodvádíš nás, nýbrž především sám sebe. IBIS je práce navíc, ale vyplatí se ti. Pokud se nám něco nebude zdát, vždycky se ti ozveme. Kdyby tě přesto podvádění lákalo, budeme tě penalizovat ztrátou bodů, což nikdo z nás nechce, tak to prosím nedělej.
- **Hlídej si termíny** – Dávej si pozor na termíny odevzdání, ať úlohy neděláš na poslední chvíli a stihneš je včas odevzdat. Také je lepší odevzdávat řešení průběžně, než to pak dohánět v posledních minutách. Další informace o odevzdávání a také naše stanovisko k odevzdávání po termínu nalezneš na webu v sekci „[O semináři](#)“.
- **Řešení anglických úloh piš v angličtině** – Angličtina je jazykem vědy a měl/a bys ji alespoň na základní úrovni umět používat. Zároveň, pokud budeš studovat na vysoké škole, nejspíš tě z ní čeká zkouška. Proto budou řešení anglických úloh, která nebudou v angličtině, penalizovány.
- **Řešení vkládej do odevzdávacího formátu .pdf** – Můžeš ho psát ručně a pak naskenovat, ale lépe jsou pro nás čitelná řešení psaná elektronicky. Odevzdávacímu najdeš na našich stránkách po přihlášení.

Máš-li na nás nějaký dotaz, neboj se napsat na adresu ibis@sci.muni.cz, dotaz ke konkrétní úloze pak můžeš napsat přímo jejímu autorovi. Jsme tu od toho, abychom ti pomohli. Zároveň na našich stránkách nalezneš kratičký [dokument](#) s tipy a triky o tom, jak správně vyhledávat informace, který se ti může hodit nejen při řešení této sady.

Doufáme, že se ti IBIS bude líbit a užiješ si s ním spoustu zábavy, protože my už se nemůžeme dočkat tvých odpovědí.

Tvůj IBIS tým

Průlet touto sadou aneb na co se můžete těšit

1. Houby nerostou jen v lese (Martin Švejnoha)	4
2. Go get stabbed (Di se bodnout) (Tereza Šustrová)	7
3. Souboj mozků aneb kognice u člověka a zvířat (Verra Hanušová)	11
4. PRDEL 2 (Jan Mičan)	15
5. Ve dvou/třech/čtyřech se to lépe táhne...? (Anežka Kováčiková)	18
6. On the brink of extinction (Dorota Víchová)	22

Martin Švejnoha (e-mail: svejnoha.ma@seznam.cz)

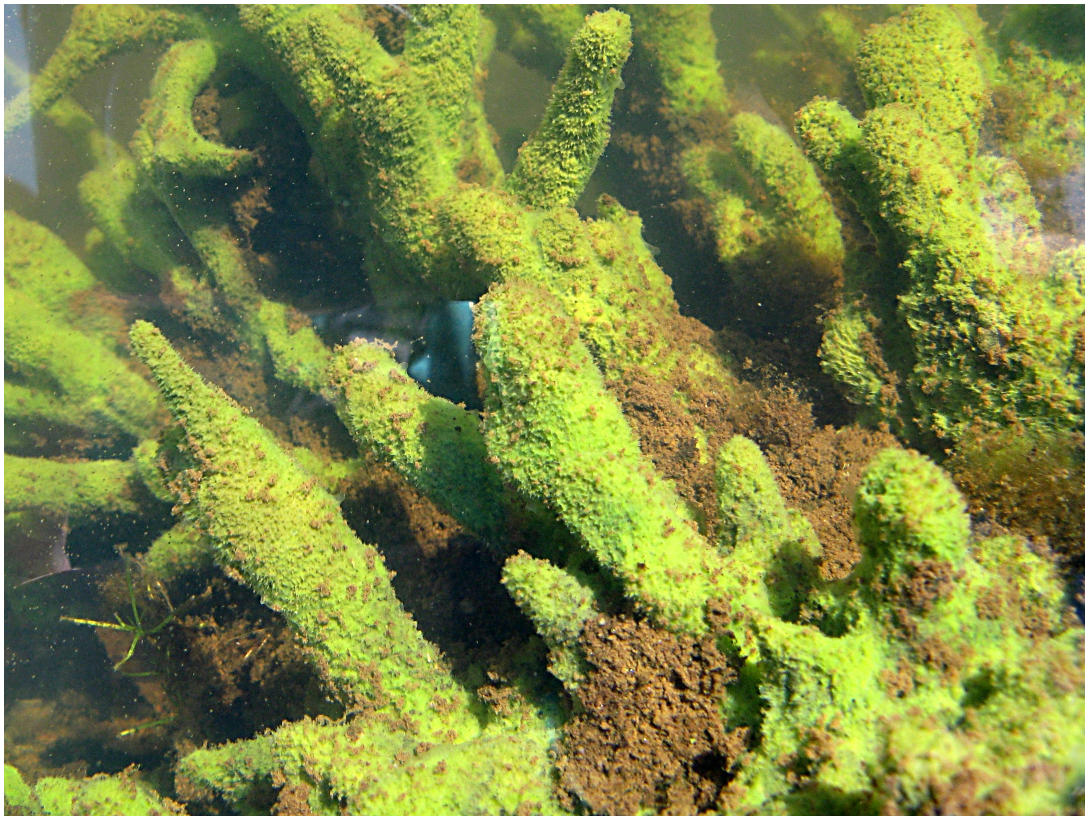
1. Houby nerostou jen v lese

10 bodů

Při řešení semináře IBIS nezakazujeme využití generativní AI (např. ChatGPT). Veškeré odpovědi, které nám posíláš, by ale měly být psány Tvými slovy a měl bys jim rozumět. Naše plné stanovisko k AI můžeš číst [na webu v sekci Jak Řešit](#).

Houbovci nebo také živočišné houby (*Porifera*) jsou zvláštní skupinou jednoduchých živočichů s primárně mořským výskytem. Narozdíl od mnoha podobně ekologicky nevýznamných a lehce obskurních skupin bezobratlých (jmenujme například rybomorky, oknozuby, mechovatce nebo rypečky) je jim věnována relativně velká pozornost i na středních školách. Bohužel ne všechny informace a představy o houbovcích bývají zcela přesné a často chybí hlubší souvislosti, bez kterých je biologie obecně těžko pochopitelná.

Cílem této úlohy je přiblížit vám ekologii houbovců v kontextu i detailech.



Obrázek 1: Houba rybníční (*Spongilla lacustris*), kosmopolit severní polokoule.
biolib.cz/cz/image/id166740/

Ještě než se dostaneme k samotným houbovcům, představme si trochu fylogenetických souvislostí. Porifera řadíme k bazálním skupinám velkého taxonu mnohobuněčných živočichů zvaného *Metazoa*. Blízkými příbuznými mnohobuněčných *Metazoa* jsou trubénky (*Choanoflagellata*). Živí se filtrováním vody, kterou bičíkem vhání do jakéhosi cytoplazmatického „límečku“, potravu pak fagocytují. Mnohé trubénky vytváří kolonie a houbovcům jsou v lecčem podobné, ale nenajdeme u nich jeden zásadní znak, který je typickou vlastností pro všechny mnohobuněčné živočichy.

1. Jaká vlastnost to je? Možná ti napoví další části úlohy, zejména podrobnosti o tom, jak se houbovci živí. [1 b]

Přesná pozice jednotlivých skupin *Porifera* (znalejší už teď tuší, že jde tedy o parafyletický taxon) je nevyjasněná. Některé analýzy dokonce řadí na nejbazálnější pozici úplně jinou skupinu – žebernatky (*Ctenophora*). Tak či tak, houbovci představují mimořádně jednoduché mnohobuněčné organismy – nemají ani zárodečné listy které se už žebernatek objevují. Většinu živočišných soustav a struktur u živočišných hub vůbec nenajdeme: chybí svalové buňky, nervová, dýchací nebo trávicí soustava, vylučovací orgány či ústní a řitní otvor. Co vlastně tedy houbovci mají?

Jejich tělo je tvořeno z opakujících se segmentů (modulů). Povrch těla kryje jednovrstevný epitel _____ tvořen buňkami pinakocyty. Naopak vnitřní část těla vystýlá _____ složený z buněk zvaných choanocyty. Mezi těmito vrstvami je nebuněčná hmota – _____ (nikoliv však často uváděný mezenchym, který je zcela odlišnou strukturou). V této vnitřní vrstvě najdeme archeocyty (= améboocyty), spongocyty a sklerocyty.

Tělo houbovce je tedy vlastně jeden velký a mimořádně účinný filtrační aparát. Voda do těla vstupuje drobnými otvory, neboli _____, částičky potravy poté vychytávají choanocyty, specializované límečkové buňky. Voda z tělní dutiny¹ nazývané _____ odchází vyvrhovacím otvorem, _____.

2. V předešlých dvou odstavcích doplň do každé mezery vždy jeden termín. Poté nakresli jednoduché schéma těla houbovce se všemi zmíněnými strukturami. [2 b]

Zachycené mikročástice potravy poté fagocytují améboocyty a živiny rozvádí po celém těle. Améboocyty fungují také jako jakési kmenové buňky, které se mohou diferencovat v další typy buněk. Propojení mezi buňkami jsou překvapivě volná, dokonce je možné tělo houbovce rozmělnit jemným sítkem a po nějaké době se zase samo složí (viz odkaz). shapeoflife.org/video/sponges-time-lapse-sponge-cells-recombining

Tělo houbovců vyztužuje pružný spongin produkovaný spongocyty a také „kostra“ z různých typů jehlic, ty zase tvoří sklerocyty. Jehlice mohou být z _____ či z _____ a podle jejich tvaru dělíme *Porifera* do několika skupin.

3. Doplň do prázdných míst vzorce dvou látek [1 b]

V České republice se však vyskytuje pouze 6 druhů ze sladkovodních *Demospongia*, většina úlohy se proto vztahuje spíše k této skupině. V naší přírodě ale na tyto zvláštní organismy narazíte spíše zřídka, kolonie je totiž těžké odlišit od kdejakého slizu a bůhvíčeho ještě, co se ve vodách jak tekoucích tak stojatých běžně vyskytuje.

4. S čím bychom si mohli houbovce splést? Uveď alespoň dva příklady. [1 b]

Rozmnožování houbovců je velice rozmanité – najdeme zde jak hermafrodity tak i gonochoristy. Nejjednodušším způsobem je rozmnožování nepohlavní, které můžeme rozdělit na vnější a vnitřní pučení.

¹Je to tělní dutina asi tak podobně, jako je tělní dutinou dlaň, kterou složíme do tvaru misky – jako pravou tělní dutinu bychom mohli označit prostory mezi vnitřní a vnější vrstvou těla houbovce, tedy kanálky, kterými prochází voda.

Vnější pučení je vlastně jen rozrůstání (představme si třeba skalník na zahradě vašich prarodičů) – vznikají tak trsy a kolonie. Vnitřní pučení, gemulace, je naopak o něco komplikovanější. Gemule se tvoří průběhu celého roku, nejvíce ale na podzim. Uplatňují se zejména pokud se zhoršují podmínky v prostředí, například se blíží zima, jde totiž o drobné kulovité útvary schopné dlouhodobě přežít i promrznutí (což houby samotné zahubí). Gemule tvoří shluk _____ ve spongiovém obalu s vrstvou jehlic, zvaných gemoskléry. Jehlice můžeme rozdělit do dvou charakteristických typů, jsou to _____ a _____. Jehlice jsou druhově specifické, takže podle gemulí relativně snadno (ve formě nativního preparátu pod běžným světelným mikroskopem) poznáme, kterému druhu náleží, jen je třeba nejprve chemicky rozrušit spongiový obal.

5. V předešlém odstavci doplň do každé mezery vždy jeden termín. [1 b]

6. Zvláštním typem nepřímého rozmnožování je rozpad jedinců na menší části, které následně regenerují. U kterých skupin živočichů se můžeme s tímto způsobem setkat? Uveď alespoň dva příklady. A je něco takového možné i u houbovců? [1,5 b]

Gemule také představují skvělý způsob, jak se houbovci mohou šířit na velké vzdálenosti. Jehlice se snadno zachytí např. na peří vodních ptáků, kteří je roznesou na stovky kilometrů.

7. Jak se tento způsob šíření nazývá? Uveď alespoň dva příklady jiných skupin rostlin či živočichů (vyjma parazitů), které se takto šíří. [1,5 b]

Houbovci se ale mohou rozmnožovat také pohlavně. Pohlavní buňky vznikají nejspíše z archeocytů v mezohylu, spermie se uvolňují do vody a jsou nasávány do samičího jedince, kde dochází k oplození. Vzniká tak larva (parenchymula nebo amfiblastula), která po přisednutí metamorfuje na morfologicky zcela odlišného dospělce.

Popsali jsme si ekologii a životní cyklus sladkovodních houbovců, nicméně většina druhů živočišných hub žije v mořích a to až do hloubek několika set metrů. Tomu musí být samozřejmě také řádně adaptovány. Velice zvláštním příkladem, kterým uzavřeme kapitolu houbovců je *Asbestopluma hypogea*, druh, který přešel k poněkud zvláštní strategii získávání potravy.

8. Zjisti o tomto druhu více informací a stručně shrň jak a čím se živí. Proč je tento způsob v hlubokých mořích výhodnější, než klasická filtrace, kterou najdeme u zbytku houbovců? [1 b]

Tereza Šustrová (e-mail: tereza.sustrova@mail.muni.com)

2. Go get stabbed (Di se bodnout)

10 points

A friendly reminder:

Your solution of this task is expected to be written in English.

We all know the feeling. You get out of bed in the morning, stretch and realize you feel miserable. You wonder why, because yesterday you only drank tea and coffee like a real scientist, so you don't have a reason to be sick. Your *Ginkgo biloba* tea warms you up nicely, but you still feel horrible. Every joint in your body aches, you vomit, have a fever, are short of breath whenever you move and your head feels like it will explode. To make matters worse, you (your girlfriend, sister, mother, roommate) are about to start your period, so you need to buy some supplies.

You finish the last cup of your brain tea, put on your respirator and head to the store to get tampons, hoping that soon you will return to your bed with another cup of herbal brew.

But then – what...? In the sanitary products section, you see “Always” brand sanitary pads staring back at you. And you remember that this is how you answer your supervisor's question “After all this time?”, asking about your interest in research.



Figure 1: Harry Potter and the Deathly Hallows

So unfortunately your adventure doesn't end with pads. It's time to go to the laboratory. But how to do it? Of course, you'll run to the pharmacy for some ibuprofen or paracetamol, but let's be real – it won't get you up on your feet until tomorrow. So, how do you figure it out?

1. Let's assume that your symptoms are specifically fever (specifically 38.4 °C), vomiting, tension headache and hypertension. Suggest a diagnosis and immediate solutions to suppress these symptoms. Do not limit yourself to conventional medicine. [1 pt]

Who is to decide, who is to solve this problem? You walk into the lab devastated and are still wondering what to do next. You are so lost in thought that you don't even notice your colleague who greets you enthusiastically. When you don't answer him, his smile drops and he tells you pointedly, "Go get stabbed!" And eureka! Acupuncture! It will help!



Figure 2: Chinese symbol for medicine

2. Acupuncture is one of the methods of so-called Traditional Chinese Medicine. In addition to it, it is based on four other basic methods of treatment. What are they? Write for each of the individual treatments on what principle it works, both from the perspective of classical Western medicine and from the perspective of alternative medicine. [1 pt]




“Wait a minute, I’m a scientist. Why should I bother with alternative methods?” you ask yourself. Let me tell you something.



Figure 3: “Let me tell you something” meme

Although some methods may seem fake, unfounded, or even like “alternative biomother” to you, which prevents you from focusing on them, you may see some solid evidence that our ancestors had good reason for thinking what they thought.



Figure 4: Qi

3. What is qi energy, on which is acupuncture based? What are its types – for three of them, describe the biological reason why they affect a person? [1 pt]

4. In addition to Qi energy, acupuncture is based on the principle of acupressure points. This is a group of points between which Qi flows and when they are stimulated, individual problems are solved. Try to find which acupressure points we would have to stimulate to solve the symptoms in task 1 and biologically justify whether stimulating these particular points can work. [1 pt]

But I think you should think about whether acupuncture is good for you. What if it doesn’t help you? After all, intravenous calcium channel blockers would also not help you for a fever and would even hurt you. Maybe it would be worth finding out more about acupuncture, so you don’t injure yourself.

5. Is your diagnosis in task 1 one of the indications for acupuncture according to WHO? If so, imagine that it is not. Is it a problem to undergo acupuncture if you do not have indications for it? [1 pt]

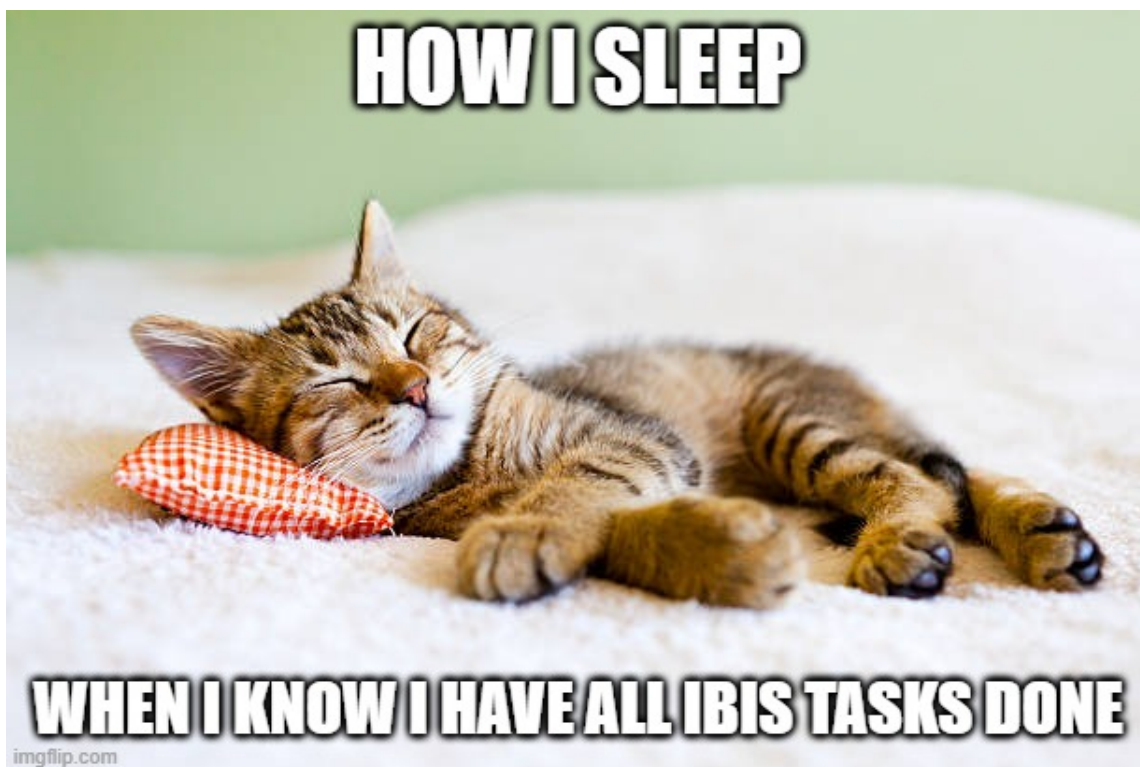
Ok, however what about the specific contraindications. Will it hurt YOU? Directly you – a person sitting now by computer solving IBIS?

6. Try to think of two contraindications that could prevent a patient from going to an acupuncture session. Justify why this should be the case. [1 pt]

Let’s assume that the method is suitable for you. However, it is important to think about two relevant things before you throw yourself at the doctor: the method and the doctor himself. There are a lot of reasons why you want your doctor to have experience with a method that best suits your needs.

7. What are the two most common problems that people suffer from when acupuncture is performed incorrectly? Explain why these problems can occur with acupuncture and how to prevent them. [1 pt]
 8. Find three methods to enhance classical acupuncture by modifying the classical acupuncture needle. For each, describe how the enhancement helps the treatment. [1 pt]
- Hey, when the doctor comes to it, be careful! Do you even know what he's doing? And do you even know what could happen?
9. Briefly describe the insertion of a classic acupuncture needle into the triceps surae muscle. [1 pt]
 10. Come up with seven complications that can happen to a patient during an acupuncture session and list solutions for these complications? [1 pt]

Uf, well. You survived the acupuncture. It was an intense experience! It is a pity that you are not feeling any better. I guess you'll have to rest. So run to sleep!



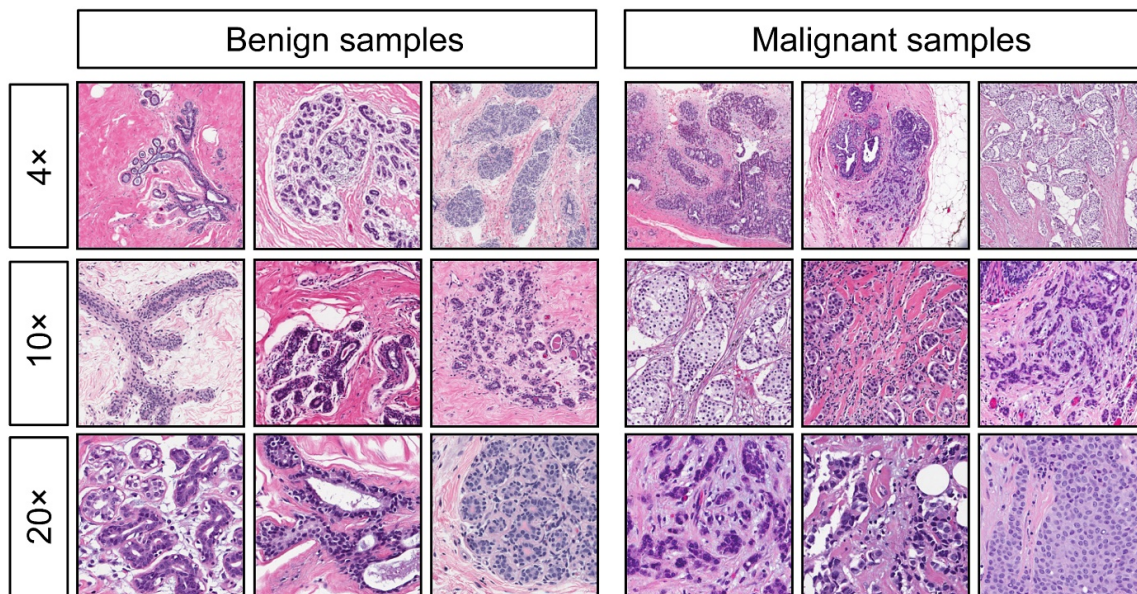
Verra Hanušová (e-mail: verra.hanusova@gmail.com)

3. Souboj mozků aneb kognice u člověka a zvířat^{20 bodů}

Pojem kognice je odvozen z latinského *cogito*. Středověký filozof Tomáš Akvinský *cogito* popsal jako schopnost zabývat se pravdou. V současné době lze tuto definici chápat snad jako schopnost vidět a vnímat svět kolem sebe pravdivě – tedy tak, jak je – a dokázat se mu nejen přizpůsobit, ba dokonce mít z tohoto přizpůsobení i jistou výhodu! Když se nad podstatou kognice zamyslíme o něco důkladněji, pravděpodobně narazíme na jeden problém, a sice, zdali je kognice schopností výlučně lidskou – jak ji obvykle chápeme – anebo kognicí disponují i zvířata. Možná vlivem své lidské ješitnosti zajdeme v této úvaze dále. Je lidská kognice opravdu neotřesitelně lepší než kteréhokoliv jiného druhu za všech okolností?

Abychom trochu té naší pýchy – ve vsí nadsázce – srazili hned pro začátek, představíme si jeden známý zvířecí druh, který nás, lidi, v jisté schopnosti zcela předčí. Než budete číst dále, zkuste se zamyslet nad tím, zdali by byl holub podle Vás dobrým lékařem, dejme tomu histologem. . .

- Níže vidíš tabulku, která znázorňuje benigní a maligní histologické preparáty. Zkus si tabulku dobře prohlédnout a zaměřit se na detekci signálu, kterým je v tomto případě maligní struktura histologického preparátu. Druhý den (pokud budeš úlohu dělat na poslední chvíli a nebudete stíhat, doporučuji si nechat rozestup alespoň dvě hodiny. . .) se k této úloze vrať a rozstříhej tabulku na jednotlivé vzorky (jako pexeso). Pokus se u nastříhaných vzorků určit, zdali se jedná o maligní, nebo benigní struktury. Svůj proces hry na histologa vyfoť a napište, kolik vzorků jsi zvládl určit správně (úspěšnost určení vzorků neovlivňuje Tvůj bodový výsledek z této úlohy.) [2 b]



Obrázek 1: Benigní a maligní histologické preparáty (Zdroj z povahy úlohy neuveden)

Z úlohy 1 si snadno můžeš spočítat Tvou procentuální úspěšnost rozpoznání histologických nálezů. Nyní bych Ti chtěla nabídnout příležitost porovnat Tvůj výsledek s výsledkem průměrného holuba. Skupina čtyř holubů totiž při takové úloze dosahuje úctyhodného výsledku 99% úspěšnosti!

2. Z jakého důvodu holub dosahuje v této úloze tak vysoké úspěšnosti? Jaká je jeho „superschopnost“ a jakou evoluční výhodu mu nabízí? [2 b]
3. Úlohy, které jsou založené na podobném principu jako je ta výše, vychází z teorie detekce signálu. Tato teorie zkoumá, jak rozpoznáváme šum oproti signálu. Pokus se na základě znalostí o procesu detekce signálu doplnit následující tabulku, v níž jsou vynechaná žlutá pole. [2 b]

		signál	
		přítomný	nepřítomný
pozorovatel	vidí		
	nevidí		

U teorie detekce signálu ještě chvíli zůstaneme. Nejedná se pouze o teoretický model, velké využití má i v praxi.

4. V jakých oblastech, kromě lékařství, jak je zmíněno výše, se můžeme s detekcí signálu setkat. Uveď alespoň dva příklady. [1 b]
5. V souvislosti s touto teorií se hovoří o dvou typech kognitivních zkreslení: konzervativní a liberální. V čem tato kognitivní zkreslení spočívají? Znovu si vzpomeň na hru na chirurga/histologa v první úloze. Je lepší, pokud má chirurg v takové situaci konzervativní, nebo liberální kognitivní zkreslení? Svou odpověď zdůvodni. [2 b]

Pokud pro Tebe argument, že Tě průměrný holub předčí v jisté specifické úloze (těm z vás, co zvažují profesní dráhu chirurga, se omlouvám), není příliš přesvědčivý, možná změníš názor v následující podúloze. Podíváme se blíže argument, jehož sílu může snad přesvědčivě dokládat skutečnost, že je starý jako samotná lidská civilizace.

Už ve filozofických spisech z období před Sokratovské filozofie nalezneme úvahu, že člověk, narozdíl od zvířat, pouze nereaguje a abereaguje na své okolí, ale také je poznává, posuzuje a soudí. Nezbytným předpokladem pro takové jednání je právě vědomí sebe sama. Podle Platóna je sebevztah podstatou inteligence. Avšak lze vědomí, že se bytost vztahuje k sobě sama přisoudit výlučně člověku?

6. Než se vydáme v prozkoumávání této problematiky dále, pokus se vlastními slovy popsat, jak chápeš pojem sebevědomí. Disponují podle Tebe sebevědomím pouze lidé? [1 b]

Vývoj člověka coby druhu je v mnoha ohledech velmi specifický. Lidská mláďata jsou neobvykle dlouho závislá na své matce, náš vývoj je plný nejen biologických, ale i sociálních milníků.

7. V souvislosti s uvědoměním sebe sama se, zejména ve vývojové psychologii, můžeme setkat s termínem teorie mysli. Vysvětli, v čem tato teorie spočívá? V jakém věku se v průběhu vývoje objevuje? [1 b]

K dosažení určitých vývojových milníků, jako je například teorie mysli, dochází v určitých věkových obdobích, nicméně do určité míry konkrétní doba u toho kterého jedince otázkou jeho individuálního vývoje.

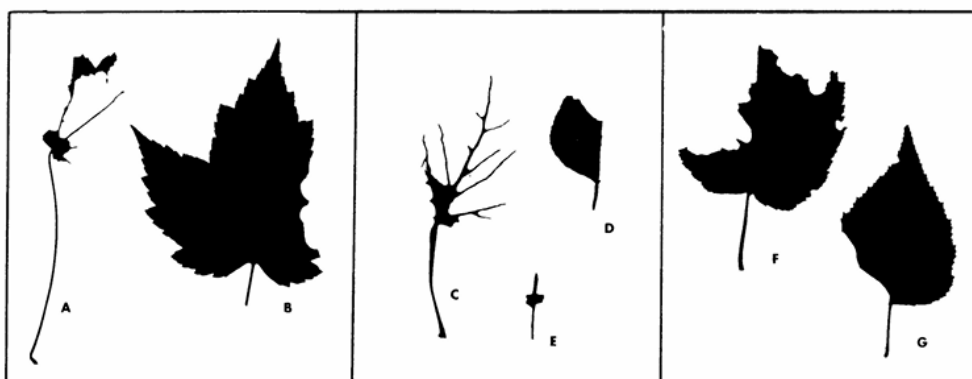
8. Zkus se zamyslet nad tím, jak bys u určitého dítěte otestovali, zdali teorie mysli dosáhlo či nikoliv. Rozhlédni se kolem sebe a zapiš tři předměty, které vidíš. Máš? Výborně! Nyní se pokus za využití těchto tří předmětů (nebo pouze některého z nich) navrhnout test, který by spolehlivě prověřil, zdali již jedinec teorie mysli dosáhl či nikoliv. [2 b]

Zkoumání teorie mysli se však neomezuje pouze na lidský druh. Jak už to tak ve vědeckém světě bývá, panuje ohledně toho, zdali teorií mysli disponují pouze lidé, nebo i jiná zvířata, mnoho dohadů a pří.

9. Existuje však řada přesvědčivých důkazů, které poukazují na to, že některá zvířata teorii mysli mají! Jaký doklad teorie mysli byl zjištěn u sojky západní? Náповědou Ti mohou být práce z oblasti etologie, například Emery Claytona (2009). Co si Ty sám/sama myslíš o existenci teorie mysli u zvířat? [1,5 b]

Naše uvažování o inteligenci ve světě zvířat můžeme nepochybně rozšířit i na bezobratlé živočichy. Schopností adaptovat se na své prostředí z evolučního hlediska nepochybně disponují, stejně tak jako obratlovci, kterým jsme se zčásti už věnovali.

10. Housenky představují pro řadu ptáků vítanou pochoutku. Podle čeho ptáci housenky v korunách stromů hledají? Jak na to housenky evolučně zareagovali? Liší se nějak mechanismus, který housenky vyvinuly, u chutných a nechutných housenek? Náповědou Ti může být obrázek níže. [1,5 b]



Obrázek 2: Leaf Damage (Zdroj z povahy úlohy neuveden)

11. Na závěr se vrátíme zpět k nám, lidem. Přestože jsme na některé schopnosti našich zvířecích kolegů krátcí, je pravdou, že coby lidé disponujeme mimořádnou schopností logického a abstraktního myšlení, plánování a rozhodování, která nás odlišuje od ostatních zvířat. Jaká část mozku, kterou mají lidé oproti jiným druhům podstatně větší a komplexnější, je za výše zmíněné schopnosti zodpovědná? [1 b]
12. Níže nalezněš popis a pojmenování částí výše popsané struktury. Tvým úkolem je správně spojit charakteristiku a název. [2 b]

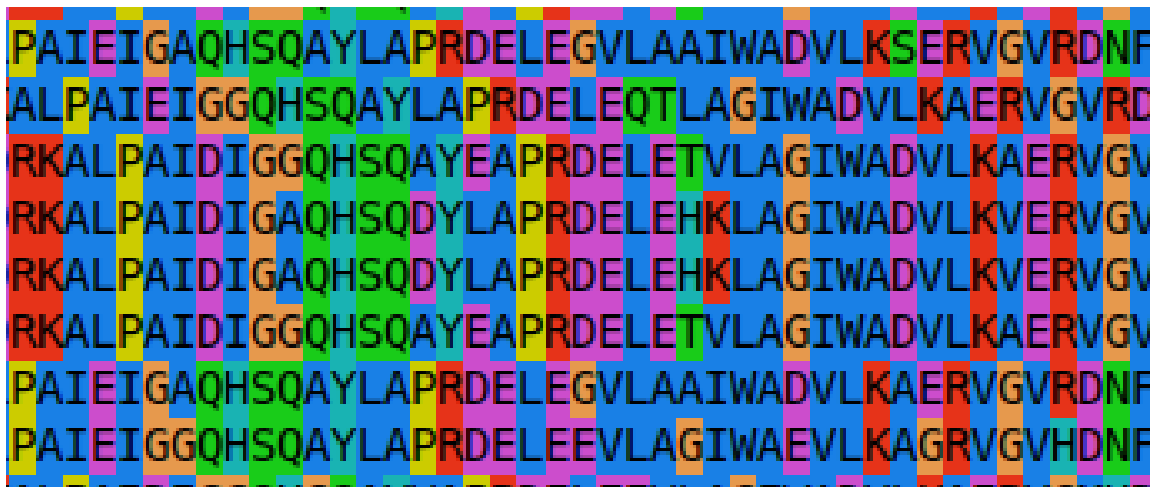
VMPFC	Exekutivní a kognitivní funkce
DLPFC	Okruhy impulzivity, kompulzivity, kontrola
OFC	Zaměření pozornosti, emotivita
ACC	Korové zpracování emocí, nálada, afektivita

13. Složitost a komplexnost lidského mozku jej však mimo jiné předurčuje také ke specifickým klinickým potížím. Jednou z nich je i frontální syndrom, který u pacientů způsobuje neobvyklé, mnohdy obskurní chování. V čem tento syndrom spočívá a jak se projevuje? [1 b]

Jan Mičan (e-mail: honzamicann@gmail.com)

4. PRDEL 2

20 bodů



*PRDEL není jen české slovo, které má původ ve všeslovanském *pǫrděti, pocházející z indoevropského onomatopoického kořene *perd- se stejným významem. Ve třetí sadě jsme zjistili, že sekvence písmen je také sekvence aminokyselin, která se skutečně nachází v bílkovinách tvořených živými organismy. V této úloze se v těchto pěti písmenech porvtáme mnohem hlouběji a zkusíme najít, zdali má PRDEL v biologických sekvencích nějaký větší význam.*

Úloha PRDEL v minulé sadě si kladla za otázku, zdali sekvence PRDEL hraje nějakou roli v živých organismech. Jednoznačná odpověď je ano! Bílkoviny obsahující tuto sekvenci mají celou řadu různých funkcí. Otázka jakou roli hraje konkrétně sekvence PRDEL v těchto bílkovinách jsme ale zcela neobjasnili. Pojďme se pomocí bioinformatických nástrojů dostupných každému online zkusit dopídit více.

Kdo již řeší IBIS delší dobu, ví, že by to nebyla úloha od Honzy Mičana, aby v ní nebyl playlist či píseň. Pro ty, kteří ještě neslyšeli skladbu z předchozí úlohy, je to:

Umrтка – Pozadí: youtube.com/watch?v=zzqN94TLyLs

Pro ty, co ano, by další písně s touto tematikou měly příliš pokleslý text, raději tedy klidně doporučím tyto klidné lo-fi beaty:

Lofi playlist by Michelle: youtube.com/watch?v=8f3_UYv9Me8

Základním předpokladem pokoušení se o vysvětlení role sekvence aminokyselin PRDEL v proteinových sekvencích živých organismů je její nalezení. Použijeme k tomu nástroj NCBI BLAST (Basic Local Alignment Search Tool): blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi

Proveď vyhledávání sekvence PRDEL pomocí nástroje NCBI BLAST. Na stránce vyber „Protein BLAST“ a v nastavení algoritmu dole na stránce (Algorithm parameters) vyber délku slova 2. To je nutné při vyhledávání proti takto malé sekvenci. Pokud se ti nedaří najít 25 sekvencí, zvyš v „Algorithm parameters“ parametr „max target sequences“ – maximální počet nalezených sekvencí. Označ křížkem (levý sloupec) 25 vyhledaných sekvencí se stejným/podobným názvem (sloupec Description) a klikni na tlačítko „Multiple Alignment“, které je hned nahoře nad seznamem nalezených sekvencí. To provede mnohonásobné sekvenční přiložení. Na porovnání těchto sekvencí se teď zaměříme. Pokud přiložení nenalezne významná přiložení v některých skupinách sekvencí (no significant alignments found for cluster. . .), je potřeba vybrat sekvence jiné, například s jinou funkcí. Sekvenci můžeš v přiložení snadno najít pomocí políčka „Find:“, které se dá použít po pravém kliknutí na jednu ze sekvencí a kliknutí na „Set X as anchor“. Shodné aminokyseliny s kotevní „anchor“ sekvencí se pak zobrazují jako tečky. Zobrazí se pozice začátku a konce této sekvence. Na tuto oblast se dá v přiložení přiblížit kliknutím a potáhnutím od začátku do konce, například od pozice 100 do 150 na ose x přiložení. Po ukázání kurzorem na aminokyselinu se zobrazí podrobné statistiky.

1. Udělej snímek obrazovky přiložení a pošli ho v souboru řešení. Přiložení také stáhni pomocí Download → FASTA alignment, otevři v textovém editoru a zkopíruj na konec řešení [2 b]
2. Kolik sekvencí bylo úspěšně přiložených „Matches“ pro každou z pěti aminokyselin? [2 b]
3. V kolika případech je v těchto ostatních sekvencích pro každou z pěti aminokyselin mezeza? [2 b]
4. Vyber čtyři sekvence, ve kterých se od sebe okolí (v obou směrech) sekvence PRDEL co nejvíce liší [2 b]
5. Vysvětli jak je možné, že když přiložené sekvence obsahují sekvenci PRDEL, nejsou vždy přiloženy tyto sekvence na sebe? [3 b]

Na základě předchozího úkolu si již možná můžeme říct, kde všude se sekvence PRDEL nachází, a že se sekvence shodují i v jejím okolí. Pojdme se ale podívat na strukturu takovýchto bílkovin, jak by asi vypadaly aminokyseliny této sekvence v těle živého organismu v trojrozměrném prostoru? Moderní nástroje jako AlphaFold3 a další, za které byla minulý rok udělena Nobelova cena, nám toto umožňují. Pojdme si je vyzkoušet!

Pokus se vymodelovat strukturu sekvence PRDEL a padesáti aminokyselin jak před, tak za ní, ve čtyřech vybraných sekvencích z úkolu 4. Můžeš k tomu použít AlphaFold3: alphafoldserver.com nebo mnohem rychlejší ESMFold, který navíc nevyžaduje Google účet: esmatlas.com/resources?action=fold. Protože tyto nástroje mají limit délky vstupní sekvence, doporučuji vybrat vždy zhruba 50–100 aminokyselin před a za motivem PRDEL, tj. řádek nad a řádek po v sekvenci stažené ve formátu FASTA.

6. Udělej snímky obrazovky motivu PRDEL ve čtyřech různých vymodelovaných strukturách a zkopíruj je do řešení. [3 b]
7. Jaký sekundárně strukturní element tvoří motiv PRDEL ve čtyřech různých strukturách? Šroubovici, list, nebo smyčku? [2 b]
8. Porovnej okolí sekvence PRDEL co se struktury týče. Jak moc se mění jeho struktura v závislosti na změně sekvence? Je více či méně proměnlivá než sekvence v úkolu č. 1? [2 b]

Zkus nakonec najít strukturu motivu najít v databázi experimentálně vyřešených struktur RCSB PDB: rcsb.org. Vyber pokročilé vyhledávání „advanced search“ a zadej sekvenční motiv „sequence motif“. Po nalezení struktur si je rozklikni a klikni vlevo nahoře na „structure“ a najdi motiv. Poslední 2 body této úlohy je za fotografii motivu PRDEL v pozorované, ne pouze předpovězené, struktuře bílkoviny, a posouzení, zdali se shoduje sekundárně strukturní motiv s těmi předpovězenými v úkolu č. 7.

9. Napiš kód struktury (čtyřmístný identifikátor PDB ID) a zkopíruj sem snímek obrazovky motivu PRDEL v ní. [1 b]
10. Shodují se typy sekundární strukturny motivu PRDEL v předpovězených strukturách a ve struktuře z experimentu? [1 b]

V této úloze jsme se ještě více do detailu podívali na sekvenci PRDEL a na její potenciální roli. Zjistili jsme, že sice nehraje zásadní roli funkční, za to ale zprostředkovává důležitý strukturní motiv v mnoha proteinech. Co je ale nejdůležitější, zkusili jste si na tomto příkladu pracovat se dvěma bioinformatickými nástroji, což se Vám jako v předchozí úloze může hodit v analýze jiných sekvencí. A jak vypadá motiv PRDEL na tom nejmenším měřítku v životě, totiž na tom atomárním, to Vám nepovím. Ti, kteří úlohu udělali, to ví, a těm, kteří ještě ne, bych příliš napověděl. . .

Anežka Kováčiková (e-mail: anezka.kovackikova42@gmail.com)

5. Ve dvou/třech/čtyřech se to lépe táhne...? 20 bodů

V roce 1865 Johann Gregor Mendel poprvé představil své pokusy na hrachu. Následně publikoval „Pokusy s rostlinnými hybridy“, čímž položil základy genetiky, jak ji dnes známe. Na základě svých pokusů předpokládal, že se znaky dědí od obou rodičů a přenáší z jedné generace na druhou skrz nějaký neznámý faktor nacházející se v buňkách.

Dnes víme, že tyto „faktory“ jsou chromozomy – struktury nacházející se v buněčném jádře, které uchovávají a přenáší genetickou informaci². Samotný objev existence chromozomů však k tomuto zjištění hned nevedl. Dát si dvě a dvě dohromady vědcům pár desítek let trvalo.

1. Kdo a kdy poprvé pozoroval chromozomy? Jak popsal to, co viděl? [0,5 b]
2. Jaký je původ slova chromozom a proč se jmenuje zrovna takto? Jakou souvislost to má s jeho objevem? [0,5 b]
3. Devatenácté a dvacáté století byly plné důležitých genetických milníků. **Jmenuj alespoň tři významné objevy, které vedly ke zjištění, že chromozomy hrají roli v dědičnosti.** Kdo za nimi stál, kdy to bylo a jaký měly vliv na vývoj oboru genetiky? Pohlavní chromozomy zde neber v potaz, mluvíme o chromozomech obecně. [1,5 b]

Studiu chromozomů se věnuje podobor genetiky s názvem cytogenetika. Studuje jejich počet, morfologii a poruchy v jejich počtu nebo struktuře. V této úloze si ujasníme základní morfologickou stavbu chromozomů.

4. Načrtni jednoduchý obrázek znázorňující strukturu typického eukaryotního chromozomu tak, jak jej vidíme pod mikroskopem. Popiš jednotlivé části a stručně uveď jejich funkci. [3 b]
5. Načrtni a popiš pět typů chromozomů dle druhu centromery. Ano, pět. :) [1,5 b]
6. Do následujícího textu doplň chybějící pojmy:

Buňka ve svém životním cyklu prochází dvěma základními fázemi: _____, ve které roste a vznikají některé struktury, a _____ fází, kdy se dělí. V _____ se buňka nachází po většinu svého života. V jejím průběhu jsou chromozomy v jádře _____ . Z tohoto důvodu je _____ pozorovat pod mikroskopem. Během _____ se chromozomy _____ a získávají svůj typický tvar. [1 b]

7. Možná jste někdy slyšeli příměru, že chromozomy v nedělícím se jádře jsou jako rozmotané klubíčko vlny. Na první pohled se může doopravdy zdát, že v takovém jádře vládne chaos čekající na to, až ho srovná do latě proces buněčného dělení.

Existuje ale několik modelů popisujících uspořádání chromozomů v jádře buňky, která právě neprochází buněčným dělením. Jmenuj a stručně popiš alespoň tři z nich. V čem spočívají a pro jaké druhy jsou platné? [3 b]

²Předpokládej, že v této úloze pracujeme pouze s **typickými eukaryotními chromozomy**.

Jednotlivé druhy mohou být charakterizovány počtem chromozomů. Když popisujeme počet chromozomů, setkáváme se s označením n pro počet chromozomů v haploidních (= s jednou kompletní sadou chromozomů) buňkách a $2n$ v diploidních (= se dvěma kompletními sadami). V procesu dělení buňky ovšem může dojít k různým mutacím a změnám v těchto výchozích počtech – to pak označujeme $3n$, $4n$...

Pokud se jedinec liší v počtu kopií jednoho konkrétního chromozomu, říkáme tomu **aneuploidie**. To je příčinou některých lidských onemocnění jako třeba Downův nebo Turnerův syndrom. Jiný případ je pak **polyploidie**, kdy dochází ke zmnožení celých chromozomových sad. Může k tomu dojít spontánně, vlivem fyzikálních faktorů, záměrným křížením nebo cíleným působením kolchicinu, který ovlivňuje růst mikrotubulů. Počkat, cíleným?

8. Polyploidie má značně odlišné dopady podle toho, o jakém organismu je řeč. Popiš rozdíly mezi projevy polyploidie u rostlin a živočichů. Jaký vliv má ploidní úroveň na rozmnožovací schopnost organismu? U jakých druhů se polyploidie vyskytuje? Jaké jsou její výhody a nevýhody? K čemu nám je cíleně křížit organismy tak, aby byly polyploidní?

[2 b]

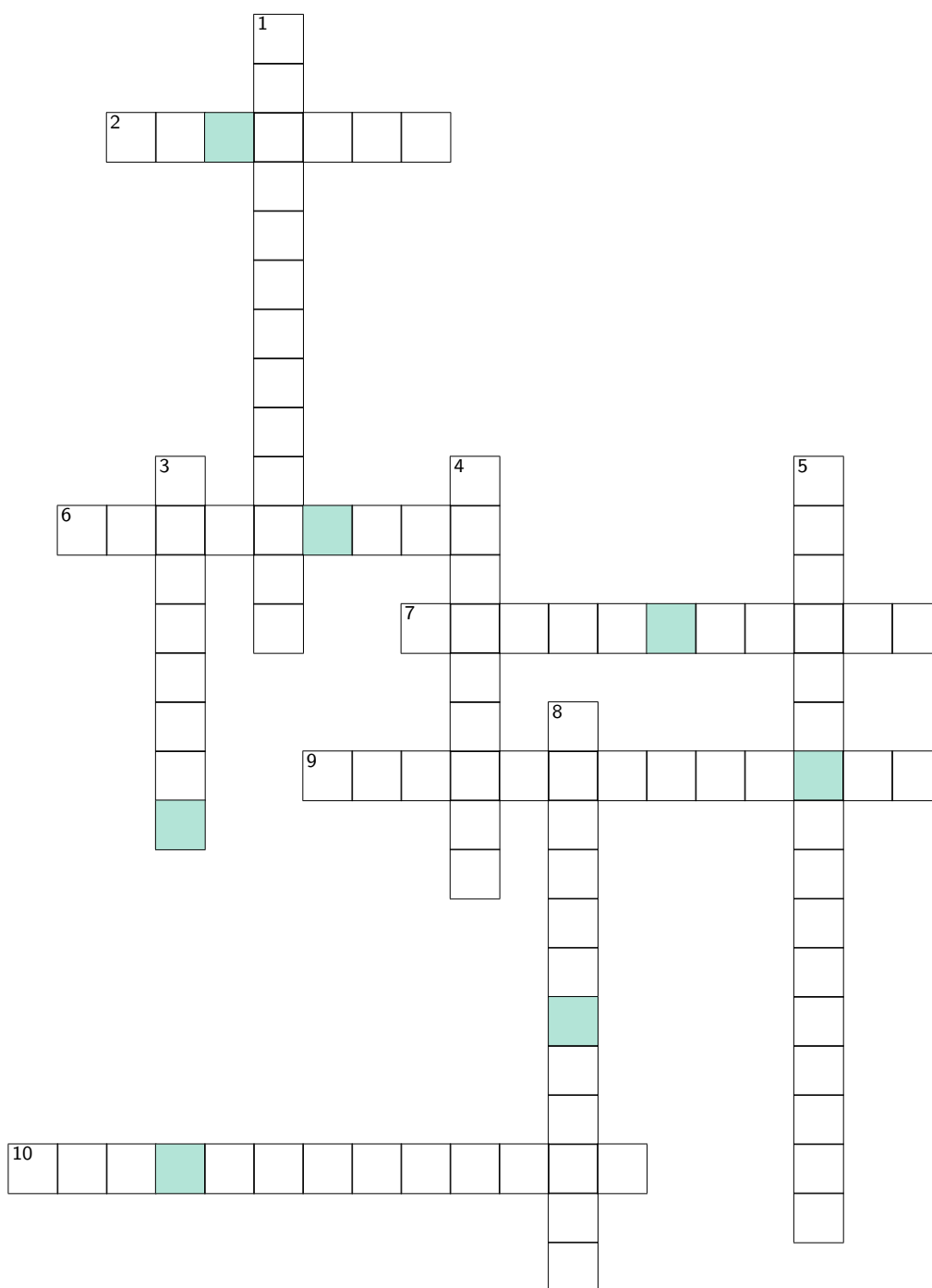
9. Popiš, jakou roli sehrála polyploidie v evolučním vývoji vyšších rostlin. Proč je pro jejich evoluční vývoj o tolik důležitější než pro živočichy?

[2 b]

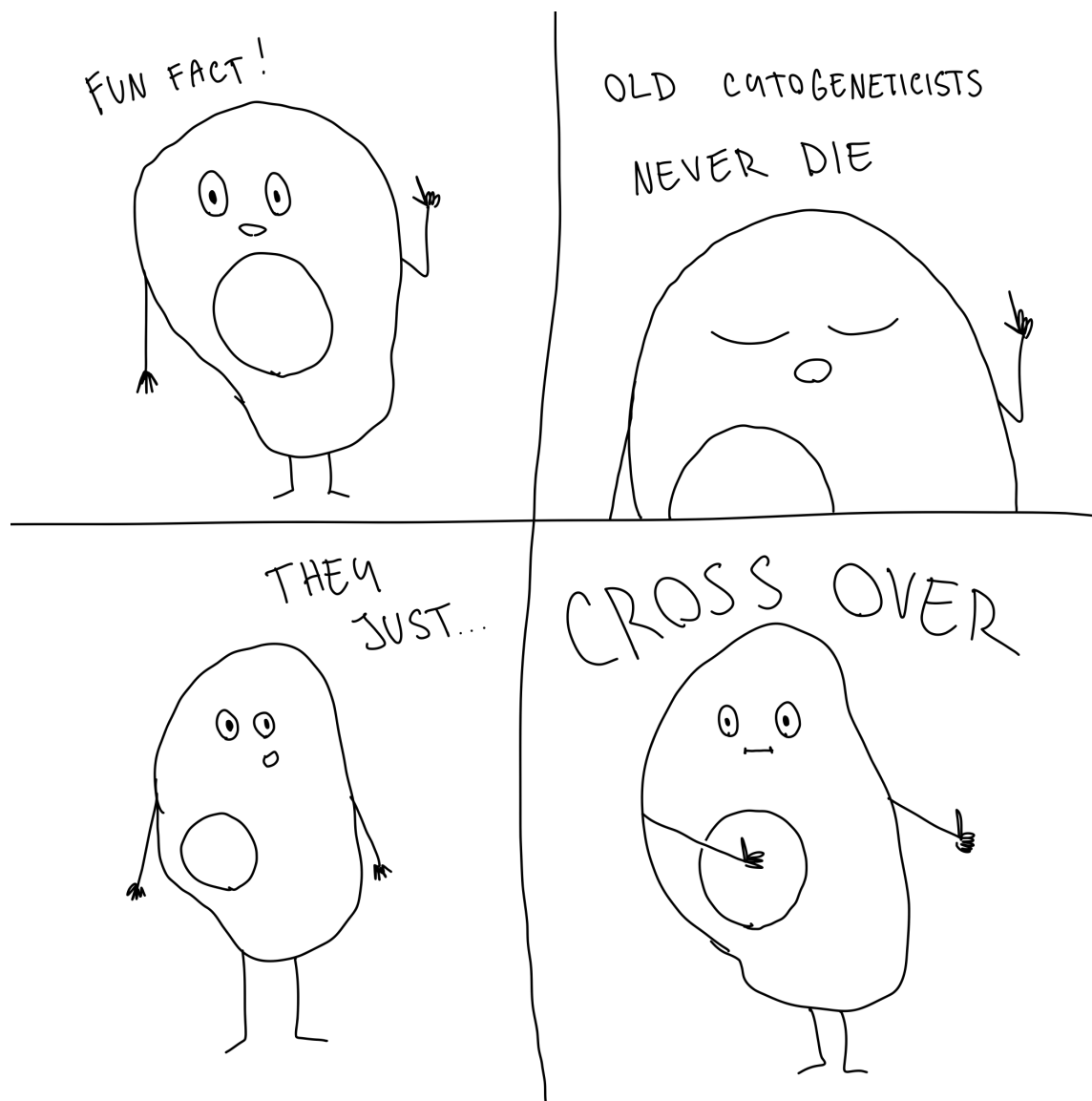
10. To nejlepší na konec, křížovka! V té si objasníme nějaké další pojmy a na jejím konci tě čeká super tajná zpráva. Stačí seřadit písmenka v zelených políčkách v následujícím pořadí: **6 9 7 3 8 10 2**.

[5 b]

1. Polyploidní organismus, jehož chromozomy pocházejí z různých druhů.
2. Historický model nenáhodné orientace chromozomů v interfázním jádře: ----- konfigurace.
3. Jakou ploidní úroveň má bezsemenné ovoce?
4. Rod obojživelníků, u kterého se objevují stabilní polyploidní linie. Uveď odborný název.
5. Označení pro v současnosti diploidní druhy, které ve své evoluční historii někdy prošly procesem polyploidizace.
6. Schematické grafické zobrazení souboru chromozomů daného organismu.
7. U jakého řádu bezobratlých je v dospělosti přítomna pouze jedna sada chromozomů? Uveď odborný název.
8. Chyba při dělení buněk, kdy se chromozomy správně neoddelí, což vede k změnám v jejich počtu.
9. Polyploidní organismus, který má více sad chromozomů pocházejících z jednoho druhu.
10. Jak se nazývají chromozomy, které nemají centromeru?



Gratuluji, jsi na konci úlohy! Doufám, že Ti její řešení přineslo do mozku nějaké nové informace a moc děkuji za její řešení :)



Dorota Víchová (e-mail: dorota.vichova@seznam.cz)

6. On the brink of extinction

20 points

A friendly reminder:

Your solution of this task is expected to be written in English.

Introduction

1. Fill out the blank spaces in the text. [1 pt]

Nowadays it is quite common to come across some news in media about one or another specie going extinct or being on the brink of extinction. Human society is pressuring wildlife by its expansion, exploitation and selfishness. In the last century people realized the seriousness of the situation and founded new multidisciplinary field of biology – conservation biology. This field founded by _____ and _____ in _____. focuses on preserving endangered species with many tools. It uses knowledge and methods from various other fields, for example _____ _____ _____. One of the subfields is conservation genetics, which will by our focus in this task.



Figure 1: Iberian lynx, animal used often as an example specie saved from the death pinterest.com/pin/37858453110296124

There is lot of phenomena to discuss and lot of species, that were tried to be saved with help of genetics. In this task we will discuss some of the case studied and issues, that conservation genetics brings.

When we want to protect something, we need to establish conservation units – to know, what exactly we are conserving. Are we focusing on specie, or genus, or higher taxa? And what about the phylogenetic past of the specie... There are different types and levels of conservations units. We will focus on two of them, abbreviated ESU and MU.

2. What are differences between them? To which issues are they applicable? [1 pt]

Small populations and their issues

You may notice that populations with high number of individuals rarely genetically struggle. More endangered are species that have small populations. For thriving population genetic variability is essential. And when you apply common sense, the bigger population the bigger variability.

3. How would you asses genetic diversity, when studying, let's say population of lynx in Beskydy mountains? At which parameters would you look? [1 pt]

When populations get too small, it is very easy to get pulled down into the so-called extinction vortex. That is model of causes and consequences that are leading to potential extinction of the specie. We will now look at different factors and what role they play.

4. But for starters find out what are the factors playing role in the vortex and what are its consequences. Create by hand scheme of such vortex. [2 pt]

One of the issues that such extinction vortex brings is inbreeding and inbreeding depression. Behind this term is situation, when closely relative individuals mate and produce offsprings with lower fitness. In small or isolated populations, it happens more often, simply because there are not enough mating possibilities outside the “family”.

5. What are genetic consequences of mating close relative individuals? How does it influence genotype and fitness of such inbred individual? [1 pt]

Nice. Now we know, what can happen when the population gets too small. Now let’s dive into some of those deleterious effects more.

Case studies

What happens when most of the ferrets die?

We will begin in North America with our stories. Black footed ferrets were once living on vast territory and thriving. Their population relied on their prey, prairie dogs. Numbers of prairie dogs were lowered because of agricultural use of land and hunting. That had such an impact on ferrets’ populations, that they were considered extinct through seventies. In 1986 there was small population discovered in Wyoming. But for then another blow of fate came down on them and the population experienced epidemy od distemper and plague. The population suffered significant decrease in individuals.



Figure 2: [pbs.org/newshour/show/how-the-black-footed-ferret-is-making-a-comeback-from-the-brink-of-extinction](https://www.pbs.org/newshour/show/how-the-black-footed-ferret-is-making-a-comeback-from-the-brink-of-extinction)

6. How is this phenomenon, characterised as sudden reduction of population called? [0.5 pt]
7. What are consequences of such phenomena? What can be observed in genomes of sampled and genetically studied population? [0.5 pt]
8. But this is quite common phenomena. It happened to many more species. Name one more case and describe what happened there. [1 pt]

Back to the ferrets. Fortunately, population was saved by conservationists and now it has been established back into the American wildlife through reintroduction. About problematics of reintroductions, we will talk more later in this task. Now let’s move on another story.

The inbred florida panther

Now we come to the previously discussed **inbreeding**. I bet, that you have already heard a lot about incestuous relationships in European nobility families and its phenotypical consequences. And as you found out in previous question, those consequences are scarcely good.

The inbreeding is measured using the inbreeding coefficient. For two totally unrelated individuals $F=0$ and for completely inbred $F=1$.

9. Find out the formula for inbreeding coefficient. Use the approach that is based on pedigrees. In this case you know, who is how related to each other. Write it down here and calculate the coefficient for these incestuous matings. [2 pt]

- brother–sister
- mother–son
- half–siblings
- first cousins



Figure 3:
floridawildlifefederation.org/florida-panther/

Causes of inbreeding depression are multiple. Usually, population suffers under some kind of pressure. That can be caused by ecological disturbance, hunting or restricted habitat. Animals then breed within small number of individuals without consideration (well, they are animals) and create inbred individuals. Textbook example of this is what happened to florida panther (*Puma concolor coryi*) in last century.

10. Describe, what was the reason for shrinking of the florida panther population. [1 pt]
11. What diseases or defects were result of this situation? Name four and describe them. [1 pt]

Now you know, how deleterious inbreeding can be. Fortunately, there are ways how to improve the situation. Of course, you can try to “dilute” the population with “infusion” of individuals, that are not related to the inbred population.

12. How can be this kind of artificial dilution carried out? Where do you get the animals? And what do you have to regulate and pick carefully? [3 pt]

There is also one natural defense against the inbreeding. It is genetical phenomena called **purging**.

13. What does it mean and how does it work? [0.5 pt]

Genetically swamped wildcat

Another genetic issue with quite severe impacts is hybridisation. That is defined as cross breeding of individuals from genetically distinct populations, usually from different species. This happens sometimes naturally, for example in case of frogs of genus *Pelophylax*. But very common it is in between domesticated and wild form of animal. As example we can use dog (*Canis domesticus*) and wolf (*Canis lupus*) or pig (*Sus scrofa domesticus*) and wild boar (*Sus scrofa*). Such introgression introduces new alleles into the wild genotype with traits, that may or may not be beneficial for the specie. In Europe there are wildcats (*Felis silvestris*) hybridizing with domestic cats (*Felis catus*). In this case it is more complicated. Domestic cat comes from specie *Felis lybica* that originates in Africa. Between these two species of wildcat reproduction barrier was never made, so now they can happily hybridize and produce fertile offsprings. And as a bonus, you have practically now other reliable way to determine the hybrids other than DNA analysis.



Figure 4: kockadivoka.cz/kocka-divoka/

In our country the hybridization is not such pressing issue for wildcats. But for example, in Scotland the situation is quite severe. In context of the Scottish wildcat is often used term “genetically swamped”.

14. What does it mean? [1 pt]

How do we know that the species are mixing. Usually there is used genotype analysis based on microsatellite or SNPs markers.

15. For 0,5 pts write down, what are those. [0.5 pt]

When you have genotypes from many individuals from both species, you can proceed with the analysis of introgression using quite advanced statistics, which then assign genotypes of the individuals to either domestic or wildcat. And for example, when the percentage of number of domestic cat alleles in wildcat genotype is higher than around 20 %, than you have a hybrid.

16. How it can be beneficial to the wildcat to carry some traits of domestic cat? And how negative? [1 pt]

17. What does creation of such hybridized individuals mean for conservation from legislative point of view? Try to come up with possible solutions how to prevent hybridization. Support your solutions by published studies and cite them here. [2 pt]

Hope and future

In this task we got to peek into the issues of conservation genetics. We have unravelled couple of captivating stories about extinction and salvation. There is of course more issues and a lot of study in this field. Unfortunately, it is nowadays more research and effort to uncover problems in wildlife populations and hopefully help them recover from anthropogenic pressure.