

8. ročník (2023/24)



1. sada

Termín odevzdání: 5. 11. 2023

MUNI | RECETOX

MUNI Ústav experimentální
SC I 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. Slyšíš to? (Martin Richter)	4
2. How a passion for science is sometimes more than a degree. Or is it? (Dorota Víchová)	8
3. X, Y, Z... Ž? (Eliška Pirnosová)	10
4. Reprodukční zdraví – antikoncepce (Magdalena Dohnalová)	16
5. Biouhel – požehnání z doby minulé? (Monika Kuncová)	21
6. Research with AI (Vojtěch Klapetek)	24

Martin Richter (e-mail: martinri@email.cz)

1. Slyšíš to?

10 bodů

O sluchu jste v hodinách biologie jistě slyšeli ;). V této úloze si nejprve zopakujeme obecné fakty, ale pak si zkusíme vytvořit spojitosti, o kterých se až tak často nemluví. A nakonec se podíváme na zvukové iluze.

1. Doplň následující text:

[2 b]

Zvuky jsou mechanickým vlněním látky, tedy periodické změny tlaku vzduchu, které se šíří prostředím. Sluchovým aparátem člověka, tedy orgánem zodpovědným za přenos zvuku z formy zvukových vln až k signálům zpracovávaným mozkiem, je ucho. To se dále dělí na tři podčásti:

Vnější ucho: jeho hlavní funkcí je _____, jedná se o ušní boltec, dále prostou trubičku, která se nazývá _____, která je zakončená _____.

Střední ucho: Jeho funkcí je přenést zvuk od _____ k _____. Při tomto přenosu dojde pomocí fyzikálních mechanismů k zeslabení přílišně hlasitých zvuků. Také dochází k amplifikaci tichých zvuků pomocí soustavy kůstek. Jedna z nich, _____ (měřící pouze _____) je nejmenší kostí v lidském těle.

Vnitřní ucho: Tím se zvuk dostává z prostředí vzduchu do prostředí _____ nazývané _____. Pro sluchový orgán je důležitá spirálovitá dutina kosti skalní nazývaná hlemýžď. Na něm se nachází Cortiho orgán – soustava vláskovitých buněk, které zvuk přenáší z mechanické energie na signál zpracovatelný mozkiem. Různé frekvence rozechvějí vlásky v jiných místech (a to tak, že od vlásky na kraji vnímají _____ frekvence a postupně ke středu hlemýžďe se vnímaná frekvence _____), díky čemuž můžeme vnímat výšku tónu.

Kdybychom nějak chtěli charakterizovat rozpětí vnímaných zvuků, nabízí se popis přes výšku tónu, kterou ve vlnění určuje _____. V perfektním případě se rozpětí sluchu pohybuje mezi _____ a _____ Hz, nicméně s přibývajícím věkem se receptorové buňky z kraje hlemýžďe poškozují a tak postupně ztrácíme schopnost slyšet _____ tóny.

Další dvě vlastnosti zvuku jsou hlasitost a barva. Hlasitosti se budeme věnovat dále. Barvu tónu, respektive zvuku, určuje jeho frekvenční složení. Díky tomu dokážeme rozeznat třeba rozdíl mezi klavírem a kytarou hrající stejný tón. Tím už se ale dostáváme za hranice této úlohy.

Vrátíme se k hlasitosti a konkrétně se zamyslíme nad tím, jak vnímáme hlasitost na různých frekvencích slyšitelného spektra. Ačkoliv by se mohlo zdát, že bude optimální každou výšku vnímat stejně, v následující úloze zjistíte, že tak tomu není.

Vnímání hlasitosti

Hlasitost je náš způsob vnímání intenzity zvuku. V životě se setkáváme se zvuky tak tichými, že je nerozpoznáme, tak se zvuky tak hlasitými, že nám dokáží sluch poškodit. Zamýšleli jste se někdy nad tím, jak obrovský rozsah hlasitostí dokážeme slyšet?

To je možné díky tomu, že vztah reálné síly podnětu a vnímané síly podnětu je v logaritmické závislosti. V praxi to znamená, že když se reálný výkon způsobující nějaký zvuk zvýší o několik řádů, změna vnímaná naším mozkiem je mnohem menší (to říká Weberův–Fechnerův zákon, který platí obecně pro všechny smysly). Vysvětlení tohoto jevu je docela logické – představte si, že máte 2 závaží a máte určit, které je těžší. Když budou závaží o hmotnostech 5 g a 10 g, bude to docela jednoduchý úkol. Pokud k oběma závažím kilogram přidáme, a budeme poměřovat závaží o hmotnostech 1005 g a 1010 g, tento úkol bude prakticky nemožný – přitom se v obou případech bavíme o rozdílu 5 g.

Abychom se mohli v následujících úlohách bavit o hlasitosti, musíme nejprve pochopit jednotky, které se pro ni používají.

2. K měření hlasitosti používáme jednotky dB. Jako co byla určena hlasitost 0 dB? Jak se změní intenzita zvuku a jeho vnímaná hlasitost, když změříme, že je zvuk o 30 dB hlasitější než jiný zvuk? [1 b]

Vnímání výšky tónu

Z úvodního textu již víte, jaké rozpětí výšek tónů dokážeme slyšet. Ne každou výšku ale dokážeme slyšet stejně dobře, a když si na graf s osami výšky tónu a silou tónu budeme vyznačovat body, kde dané tóny vnímáme stejně hlasitě, vznikne nám křivka, která se ani zdaleka neblíží přímce. Tyto křivky nazýváme izofony. Tou, která nás bude zajímat pro další úlohu je nulová izofona. Ta značí hlasitost, při které začneme vnímat tón dané výšky.

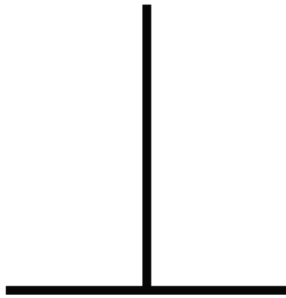
3. Na této webové stránce změřte svoji nulovou izofonu. Postup měření: Pro každou výšku tónu začněte od nízké hlasitosti a postupně hlasitost zvyšujte, než daný tón začnete slyšet. Výsledek překreslete do náležitě popsaného grafu a v několika větách popište, co lze na grafu pozorovat. [1.5 b]

Je důležité si uvědomit, že takovéto měření bude pouze tak dobré, jako nástroje které k němu využijeme. Pokud neslyšíš tóny v krajích spektra, je možné, že tvá sluchátka/reproduktor je prostě neumí přehrát.

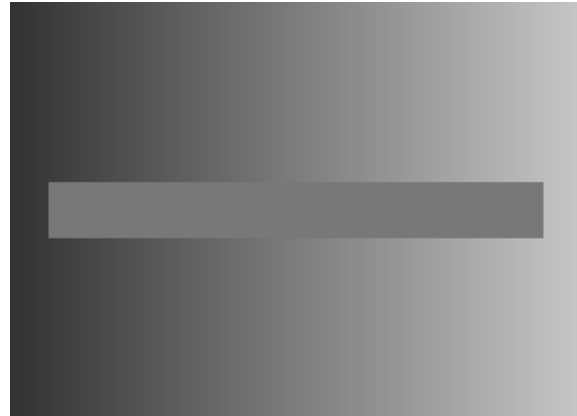
4. Zamyslete se nad výsledkem minulé úlohy. Proč se vyplatí některé frekvence slyšet lépe? Napište, jaké zvuky mohou být pro tyto frekvence typické. [1 b]

Sluchové iluze

Myslím, že optické iluze jsou všem známé. Ať už se jedná o hýbající se obrázky (které se ve skutečnosti nehýbou), nebo iluze hrající si s naším vnímáním barev nebo velikostí, mají společné to, že využívají toho, jak náš mozek posuzuje smysly.



Obrázek 1: Věřili byste, že obě čáry na obrázku jsou stejně dlouhé?



Obrázek 2: Věřili byste, že proužek uprostřed má po celé šíři stejnou barvu?

Auditivní iluze pracují na podobném principu, akorát využívají našeho sluchu. Ten se totiž liší od prostého mechanického systému (například mikrofону a počítače) tím, že se evolučně vyvinul jako prostředek pro přežití. Ve zvucích se tedy snažíme hledat významy. Jistou roli tady hraje kognitivní zkreslení – to jest, že hledáme význam, který jsme již předem přisoudili, případně který je nám známý.

Kdybychom tedy chtěli nějak popsat princip sluchových iluzí (a nějak je klasifikovat), posluchač buď slyší něco „nemožného“ nebo něco, co se ve skutečnosti v záznamu nenachází. Obě tyto varianty si ukážeme na příkladech v úlohách níže.

5. Jednou z takových iluzí je Shepard tone. Poslechni si dvě ukázky na [odkazu](#) a napiš, co slyšíš, co je tou iluzí. [0.5 b]

6. Jak tato iluze funguje? Krátce popiš hlavní princip, případně si pomoz obrázkem. [1 b]

Je velmi pravděpodobné, že ses už s touto iluzí někdy setkal, jen o tom možná nevíš. Často se totiž používá v soundtracích filmů (nejznáměji asi u filmů Christophera Nolana), kvůli atmosféře a pocitům, které umí navodit. Tuto iluzi můžeme najít i v hudbě, například u kapely [Pink Floyd – Echoes](#).

7. Jaký pocit v tobě tato iluze vzbuzuje? V jakých částech filmu bys takový zvuk očekával/a? [0.5 b]

8. Na [odkazu](#) z úlohy 5 se nachází také ukázka Rissete Beatu. Je to iluze na stejném principu s podobným vysvětlením jako Shepard tone s jedním rozdílem. Co je iluzí v tomto případě? [0.5 b]

Naše druhá iluze před pár lety obehkala svět. Jedná se o zvukový záznam, ve kterém slyšíte buď „Yanny“, „Laurel“, nebo ještě něco jiného.

9. Poslechni si [ukázku](#). Napiš, jestli slyšíš „Yanny“ nebo „Laurel“. Zkus najít, jestli proběhly nějaké výzkumy, a najdi, kolik % populace s tebou souhlasí. Zdroj korektně cituj. Dokážeš najít, co mělo být na nahrávce původně? [1 b]
10. Zkus najít vysvětlení této iluze. Existuje nějaký způsob, jak si „pomocť“ a slyšet v ukázce druhou variantu slova, než kterou člověk slyší normálně? [1 b]

Podobných iluzí bychom našli nespočet. Doufám, že se ti úloha líbila, že jsi se v ní dozvěděl něco nového a že v tobě probudila zvědavost a motivovala tě pokračovat v řešení dalších úloh tohoto ročníku.

Děkuji za řešení! V případě problémů nebo dotazů neváhej a kontaktuj mě na mail.

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

2. How a passion for science is sometimes more than a degree. Or is it? 10 points

Science is hard. As aspiring young biologists, you know that. It takes a lot of long hours of work, either in a lab or in the field. Even if you come up with some outcomes, you must repeat your experiments, get more data, and gain statistically significant pieces of information. And you can't possibly do that alone. In that case, you have colleagues or your students you can use. But still, all of you together are not enough to fight the science hydra – when you answer one question, several new questions will emerge. You can't be everywhere, take notes of every bug crawling on the leaves, every invasive plant, and every earthquake. . . And there comes the public in the game. To be more precise, the citizens.

(Here I just want to add one recommendation. One of the tasks is a little bit more time consuming. Make sure, you have enough time for solving this task.)

1. Please form a definition of citizen science. For what type of research, is commonly used? And why do you think is that so? [1 pt]
2. Find two specific cases, when citizens were helpful, and describe them thoroughly. Support your choices with scientific articles or reports. Cases can be from our country or worldwide, but the topic should be biological. [2 pt]

Pieces of information are very cheap in our current situation. People have access to data thanks to the internet. The sharing of knowledge is happening faster than ever. And all these things combined are creating amazing opportunities for people to join various projects on various topics. Sometimes a phone is all that is needed for people to be able to participate. Biomonitoring is a very good example. As a member of some citizen science project all that must be done is to be in the right place at the right moment take a video or a photo and upload it to the project database. And that type of data may be very helpful.

3. Also, different fields of scientific effort use the help of the public. Name 4 projects from the Czech environment with another topic than biology. [1 pt]
4. Choose one project of citizen science in the Czech environment and pretend you want to participate. Describe your activities and duties as a member of that project. Do not forget to mention your motivation for joining this project. [2 pt]

By glorifying public contribution to science, I do not want to lower the value of real scientific education. To be called a scientist takes a lot of hard work time and sleepless nights. At the end of the day, there must be educated people to manage these projects.

On the other hand, when some nonprofessional individuals are passionate and determined to be part of some science project, they can be more involved. There are several levels of integration volunteers in collecting or analysing data, presenting outcomes. . . The first

one is accessible to everyone. It is possible to join without any previous experience with the topic in question. On the second level, a bit more effort is expected from volunteers – there is training for work with the data. Participation on the third level offers the possibility to participate even in forming the hypothesis and people can contribute to the whole research process. The public can be fully included in the project and be an equal member of the project as the scientist. But that takes lot of work and dedication.

5. Have you ever heard about iNaturalist? Make an account there and create 3 sightings. Insert here some kind of proof (screenshot, link), that you did so. [3 pt]

The app iNaturalist is one of the most extensive databases of biology data. It serves to gain and sharing of data noted by botanists, zoologists, ecologists, and nature enthusiasts from the public. As a user of iNaturalist you can upload your sighting (to be more precise, a photo) of some species, you have found on the way to school. After that the app is able, thanks to the vast database, to determine the species of your photo with almost 100% accuracy. But it cannot do its magic based only on a photo.



You also need to add the date and location. Data collected this way are then used for the world's database of Biodiversity GBIF (Global Biodiversity Information Facility).

(link for downloading: play.google.com/store/apps/details?id=org.inaturalist.android)

6. Where else you can record information about Czech wildlife (by life I mean both animals and plants) species? Mention at least three options. [1 pt]

And here comes the last question, which will not be included in the final points count. Feel free to not answer, but I would be pleased if you did so. I am curious about your own opinion on the issue of citizen science. It may be an opinion, that you as a possible future scientist already had, or an opinion you have formed while working on this task. Do you feel like it is useful and important? People should leave this type of science activities only to well trained scientists. . .

Eliška Pírnosová (e-mail: eliska.pirnosova@gmail.com)

3. X, Y, Z... Ž?

20 bodů

Rozmnožování je jedním z nejdůležitějších a nejvíce fascinujících procesů v živé přírodě. Evoluční biologové by vám pověděli, že rozmnožování je jediný smysl vašeho života. S rozmnožováním se pojí mnoho anatomických struktur, fyziologických dějů, chemických reakcí, ale i specifické chování jedince nebo jedinců. V této úloze se budeme zabývat pohlavím¹ a pohlavními chromozomy a to zejména u člověka. Ze začátku bychom si ale měli povědět proč se v přírodě vůbec různá pohlaví vyskytují a jaké biologické faktory za jejich vznikem a rozlišením stojí.

Pohlavní a nepohlavní rozmnožování

Z mnohých příkladů z přírody víme, že rozmnožovat se dá i asexuálně – bez rozlišení různých pohlaví a potřeby různých pohlavních buněk. Je to dokonce i původní způsob rozmnožování. Setkáme se s ním u bakterií, archeí, u rostlin, hub, ale také u některých živočichů. Proč by tedy mělo vznikat sexuální rozmnožování a pohlaví? Nejspíš proto, že organismy, které se začaly rozmnožovat sexuálně, tak získaly jisté výhody a staly se úspěšnější a konkurenceschopnější. Proč však stále existují organismy, které využívají rozmnožování asexuální? Má i to nějaké své výhody?

1. Vymyslete 3 výhody a 3 nevýhody, které každý z typů rozmnožování (tedy sexuální a asexuální rozmnožování) organismům přináší. [1.5 b]

V přírodě kolem nás v podstatě neexistují radikální přechody a ostré hrany. Nikdy se nic neudálo skokově. Mezi jednotlivými druhy, ale například i metabolickými procesy, můžeme nacházet pomalé přechody a miniaturní změny. Snažíme se pomalu dopátrávat „mezičlánky“ dlouhého evolučního řetězce. Stejně je tomu i u sexuálního a asexuálního rozmnožování. Kromě těchto dvou uzavřených kategorií existuje mnoho živočichů, kteří využívají jakýsi mix těchto rozmnožovacích strategií. Existují dokonce takové organismy, které se od sexuálního rozmnožování vrátily zpět k využívání nepohlavního rozmnožování v některých fázích svého života, protože jim to přináší jisté výhody.

2. Uveďte příklad organismu, který je schopen se rozmnožovat oběma způsoby (tedy sexuálně i asexuálně). Podle čeho si pak takový organismus „vybírá“ jakým způsobem se bude rozmnožovat a proč se mu vyplatí za daných podmínek volit daný způsob rozmnožování? [1.5 b]

Pohlaví v živočišné říši

Stejně pozvolné přechody, jako mezi strategiemi rozmnožování, můžeme pozorovat u vývoje odlišných pohlavních žláz a produkce různých pohlavních buněk. I zde se nemusí vždy jednat o pozvolný přechod z jednoho bodu do druhého. Organismy na své cestě vývojem

¹Pokud v této úloze budu mluvit o pohlaví, myslím tím vždy pohlaví biologické, nikoliv tzv. sociální pohlaví. Angličtina si s tímto dovedla poradit mnohem lépe než čeština a používá výrazy „sex“ a „gender“. Uvědomuji si, že toto téma může být poměrně citlivé, přesto bych ráda zdůraznila, že úloha pojednává o objektivních biologických a medicínských rozdílech a není jejím cílem zabývat se lidskou psychikou, sociologií, pocity a potřebami.

mohou různě kličkovat nebo se i „vracet zpět“ k původnějším nebo jednodušším řešením. V případě hermafroditismu, kterému se věnuje následující otázka, evoluční studie dokonce naznačují, že se nejedná o původní znak, ale byl až sekundárně odvozen od gonochoristů.

3. Vysvětlete pojem hermafrodit (hermafroditismus) a popište rozdíl mezi simultánním a sekvenčním/postupným hermafroditismem. Uveďte jednoho zástupce simultánních a jednoho zástupce sekvenčních hermafroditů. [1 b]

Mluvíme zde o dvou různých pohlavích – samicích a samcích – aniž bychom si vlastně řekli na základě čeho jedince na tato dvě pohlaví rozdělujeme. Obecnou definicí je, že biologické pohlaví je určeno souborem různých biologických, morfologických a fyziologických charakteristik jako jsou: specifické pohlavní orgány, chromozomy, hormonální procesy atd. Jednou z hlavních charakteristik je také typ pohlavních buněk, které jedinec produkuje. Typicky platí, že samice produkuje vajíčka (ocyty), poměrně velké a nepohyblivé buňky, zatímco samec produkuje spermie, které jsou v porovnání s vajíčkem velmi malé a mají schopnost pohybu. K pohybu mají spermie často i specifické struktury – například bičík/y.

Co je ale ten rozhodující biologický faktor, který pohlaví jedince určuje? Kdy si vyvíjející se zárodek řekne: „tak teď budu holčička“ nebo „teď se ze mě stane chlapeček“? Je to předurčeno už při samém počátku vývoje jedince – tedy při oplození – nebo se pohlaví jedince určuje až v pozdějších stádiích embryonálního vývoje? Obojí je samozřejmě pravda, záleží totiž na konkrétním živočišném druhu. Více se dozvíte při řešení následující otázky.

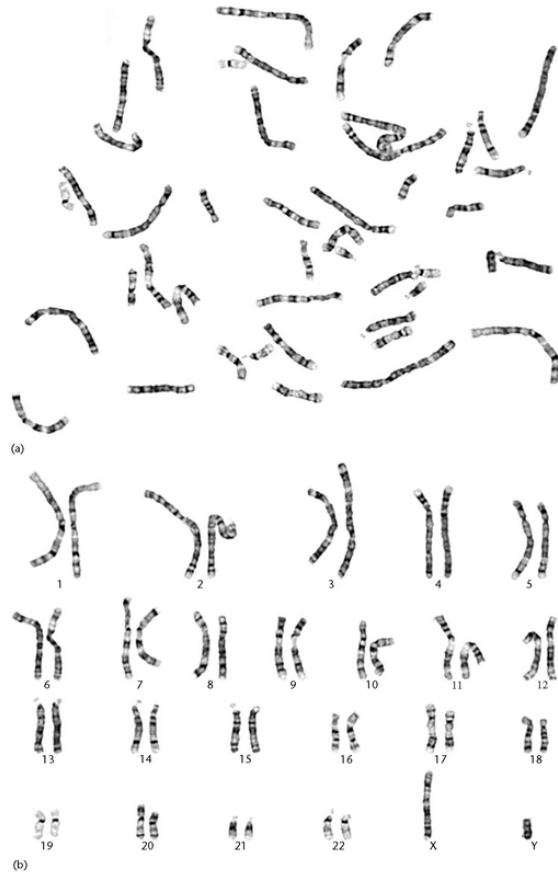
4. Uveďte alespoň 5 způsobů, kterými může být určeno pohlaví. Ke každému typu určení pohlaví uveďte jeden konkrétní příklad z živočišné říše. Pokuste se uvedené způsoby rozdělit do dvou hlavních skupin a tyto skupiny pojmenujte. [2.5 b]

Pohlaví nemusíme nutně dělit na samce a samice podle produkce pohlavních buněk. Jedno z takových dělení je na homo- a heterogametické pohlaví. Také se týká pohlavních buněk, ale ještě trochu více zblízka.

5. Co je homogametické a co heterogametické pohlaví? Vysvětlete co nejpodrobněji původ tohoto označení/pojmenování. Jak je to u člověka? [1 b]

Pohlavní chromozomy

Objev chromozomů a genů osvětlil mnohá tajemství. Mnohem více otázek však přinesl a do dnešního dne stále ještě mnohé čekají na zodpovězení. Objev chromozomů u živých organismů je datován do roku 1842. Ovšem až na začátku 20. století jsme začali chromozomy a jejich geny dávat do souvislosti s projevem fyzických znaků, procesů a chováním organismů. Počet lidských chromozomů (46) byl správně stanoven až v roce 1955. Tento vývoj byl velmi závislý na našich možnostech chromozomy barvit a pozorovat preparáty pod mikroskopem. Se zlepšováním technik se zvýšila naše rozlišovací schopnost a mohli jsme se od pouhého počtu přesunout k podrobnějším charakteristikám jednotlivých chromozomů. Díky tomu jsme také mohli uskutečnit objev pohlavních chromozomů X a Y, porovnat je s ostatními chromozomy a lépe popsat jejich vzhled.



Obrázek 1: Normální lidský karyotyp (úplná sada chromozomů v jedné buňce) zdravého muže (XY). nahoře: Cytogenetický preparát obarvený jednou z proužkovacích technik, černobílé foto. dole: Digitálně upravený obraz, chromozomy jsou seřazeny do párů, správně orientovány a popsány.

6. Jaké barvivo používáme při tzv. klasickém barvení (solid staining) lidských chromozomů? K čemu se dnes stále ještě klasické barvení používá? [0.5 b]

7. Jmenujte 3 různé pruhovací techniky barvení chromozomů, pro každou z pruhovacích technik uveďte:

1. které části chromozomů (které úseky DNA) se barví (tmavé pruhy)
2. které části chromozomů naopak zůstávají neobarvené (světlé pruhy)
3. k čemu se tato technika barvení dnes používá

[1.5 b]

8. V roce 1963 se na Londýnské konferenci genetiků z celého světa zavedlo dělení lidských chromozomů na 7 skupin podle jejich morfometrie. Do kterých skupin patří chromozomy X a Y? Uveďte i ostatní chromozomy z těchto skupin a skupiny stručně charakterizujte.

[1 b]

Nyní, když jsme měli možnost se trochu zamyslet nad tím, jak si chromozomy X a Y stojí v porovnání s ostatními chromozomy, pojdme je porovnat také mezi sebou. Proto abychom mohli něco více odvodit o funkci chromozomů a jejich úseků, bylo nutné od 50. let minulého století udělat ještě několik ohromných kroků. Ty zahrnují posun v molekulární a buněčné biologii, mikroskopii, genetice, možnostech sekvenování DNA, genetickém inženýrství, ale i bioinformatice a informatice obecně.

9. Pokuste se do tabulky níže doplnit základní údaje o lidských chromozomech X a Y, abyste získali základní přehled o morfometrických a funkčních rozdílech mezi těmito chromozomy. [2 b]

charakteristika	chromozom X	chromozom Y
délka (v milionech párů bází)		
počet protein kódujících genů		
poloha centromery		
podíl homologního úseku* v %		

*Homologní úsek: Chromozomy X a Y mají úsek, který si odpovídá – nese podobnou sekvenci se stejnými geny – a může zde při meiotickém dělení probíhat crossing over. Najděte jak je tento úsek přibližně velký (v milionech párů bází), do tabulky pak uveďte kolik procent z délky každého z chromozomů tento úsek tvoří.

Podívejme se nyní více zblízka na chromozom Y. Ačkoliv je nejmenším chromozomem ze všech a nese jen několik málo genů, jedná se o důležitý chromozom, který má polovina lidské populace. V následující části úlohy se zaměříme na to nejdůležitější, co byste o chromozomu Y měli vědět, a také na několik zajímavostí, které si nesmíte nechat utéct!

10. Proč se chromozom Y jmenuje „Y“? Existuje zde nějaká souvislost s některou z jeho vlastností? Pokud ano, s jakou? [0.5 b]
11. Co je gen *SRY* a kde na chromozomu Y se nachází? Jaký protein kóduje a k čemu tento protein slouží? Jak se nazývá skupina genů, do které *SRY* patří? Uveďte stručnou charakteristiku produktů (proteinů) celé této skupiny. [1 b]

Zajímavý fenomén, kterému se v posledních dvou desetiletích věnuje mnoho výzkumů, je zmenšování nebo také degenerace chromozomu Y. Chromozomy X a Y u savců se od sebe diferencovaly přibližně před 180–160 miliony let. Od té doby se počet genů na chromozomu Y redukuje a chromozom Y se zmenšuje. Za tuto dobu chromozom Y ztratil asi 95 % všech svých genů. Aktuální výzkum se zabývá tím, co se s původními geny na chromozomu Y stalo, zda můžeme očekávat další degeneraci tohoto chromozomu, jak rychlá bude a zda někdy chromozom Y zcela vymizí. Ne všechny geny zcela zanikly. Je zdokumentováno, že některé původní geny chromozomu Y byly přesunuty na ostatní chromozomy (autozomy). Jiné geny ovšem opravdu zanikly docela, nebo jsou stále v procesu zániku.

12. Co jsou pseudogeny, jak vznikají a jaký je jejich význam? [0.5 b]

Od chromozomu Y se pomalu přesuneme k chromozomu X. Z hlediska dědičnosti má však chromozom Y ještě jednu zajímavou vlastnost, kterou bychom v této úloze neměli opomenout. A to sice přímou dědičnost. V následující otázce, byste se měli hlavně zamyslet nad tím, kde všude se v lidských buňkách vyskytuje DNA a jak funguje její dědičnost.

13. Chromozom Y vykazuje přímou dědičnost, dědí se pouze v otcovské linii a teoreticky bychom pomocí něj mohli v mužské populaci vystopovat společného „praotce“ lidstva. Existuje také nějaký úsek DNA, který by se dědil pouze v mateřské linii a šlo by pomocí něj vystopovat „pramatku“? Stručně tento úsek DNA popište, co je na něm zvláštního?

[1 b]

A teď už se dostáváme k chromozomu X. Ten se u mužů (jedinců s XY) vyskytuje pouze v jedné kopii, zatímco u žen (jedinců s XX) v kopiích dvou. Napadá vás, že zde musí vznikat nepoměr? Ano, vzniká! Chromozom X nese mnohem více genů než chromozom Y a hodně z nich se váže nejen k pohlaví – např. vývoji pohlavních žláz, regulaci produkce hormonů – ale i k fyziologickým funkcím, které jsou důležité pro každého jedince, nehlédě na pohlaví.

Proč ale o tomto nepoměru mluvím a proč je důležité se jím zabývat. Mnohé buněčné funkce a procesy nejsou závislé pouze na přítomnosti/nepřítomnosti daného produktu, ale jsou velmi citlivé i na jeho množství. Možnost regulace produkovaného množství je jedním z nejdůležitějších buněčných mechanismů. Pokud se budete věnovat buněčné a molekulární biologii více, zjistíte, že na každý protein, který má nějakou strukturní nebo jinou funkci, připadají minimálně dva další, které nějak regulují jeho produkci, odbourávání, aktivitu a tím jeho množství, které se aktuálně v buňkách vyskytuje a „pracuje“.

Počet kopií konkrétního genu v buňce označujeme pojmem „genová dávka“. A už vás nejspíš napadlo, že u jedinců s chromozomy XX je genová dávka pro geny chromozomu X dvojnásobná. Jak se organismy s touto dvojitou dávkou popasují? Když se regulace pro všechny nastaví na jednoduchou dávku genů X, budou pak ženy produkovat daných proteinů dvakrát tolik a to může vyvést z rovnováhy veškeré jejich fyziologické procesy. Pokud se regulace nastaví na zvýšenou, dvojitou, dávku, budou muži s jedním chromozomem X naopak trpět chronickým nedostatkem potřebných produktů. Jak tento problém vyřešit? Inu stejně jako my bychom vymysleli více možných mechanismů regulace i v přírodě si s tím různé organismy poradily každý po svém.

14. Najděte a popište 3 možné mechanismy kompenzace genové dávky, která je přítomností dvou stejných pohlavních chromozomů u jednoho z pohlaví (u savců je tomu u samic – XX) dvojnásobná. Který z těchto mechanismů se vyskytuje u člověka? [1.5 b]

Možná vám to tak na první pohled nebude připadat, ale s předchozí otázkou úzce souvisí i ta následující. Proto doporučuji pustit se nejprve do řešení otázky 14.

15. Jakého pohlaví je kočka na obrázku? Odůvodněte jak jste k odpovědi dospěli. Může tohoto vzhledu nabýt i opačné pohlaví? Za jakých okolností se tak stane? [2 b]



Obrázek 2: Obrázek k otázce 15

Mezi pohlavími existují rozdíly. Toto tvrzení je velmi kontroverzní a rozhodně se s ním bez zasazení do patřičného kontextu nedá plně souhlasit. V této úloze jsou si ukázali, že naše biologické pohlaví je ovlivněno různými faktory a to především geny vázanými na pohlavní chromozomy a jejich produkty s rozličnou funkcí – strukturní, komunikační nebo regulační. Ještě než se společně rozloučíme a vy se nadšeně pustíte do řešení dalších úloh této sady, pro vás mám poslední otázku.

16. Vysvětlete co jsou to znaky pohlavím ovládané a znaky pohlavím ovlivněné. Uveďte příklad takových znaků a popište jejich vztah k jednotlivým pohlavím (jak je to s daným znakem u žen a jak u mužů). [1 b]

Magdalena Dohnalová (e-mail: dohnalova.majda@seznam.cz)

4. Reprodukční zdraví – antikoncepce

20 bodů

Na začátek pár čísel. Vstupní náklady při narození potomka se pohybují od 50 000 Kč. Měsíčně pak dítě stojí kolem pěti až šesti tisíc korun. Ne každý má tolik peněz našetřeno. Dále ne každý člověk žijící pohlavním životem je na potomka připravený fyzicky a mentálně. Každé těhotenství je navíc obrovský záprah pro lidské tělo. Je tedy více než vhodné mít způsoby jak neplánovanému otěhotnění zabránit.



Naštěstí žijeme ve vyspělé společnosti, která nabízí širokou škálu antikoncepčních metod. Tyto metody lze rozdělit do několika kategorií. Jednou z nich jsou bariérové prostředky, například kondomy a pesary. Princip těchto prostředků je jednoduchý – když zabráníme spojení spermie a vajíčka, k oplodnění nedojde. Kondomy mají navíc jednu nenahraditelnou výhodu – ochranu před sexuálně přenosnými chorobami.

1. Sexually Transmitted Diseases (STDs), česky pohlavně přenosné choroby, představují skupinu onemocnění, která se šíří zejména prostřednictvím sexuálního kontaktu. Vaším úkolem je doplnit tabulku odkazy na internetové stránky, které detailně vysvětlují rizika spojená s těmito chorobami. Máte za úkol najít jednu webovou stránku určenou pro studenty medicíny, dvě, které jsou určeny pro vzdělávání široké veřejnosti, a také jednu, na kterou byste se rozhodně neměli spoléhat. [1 b]

Zadání	Adresa stránky
stránka určená studentům medicíny	
2× stránka určená k osvětě	
těmito informacemi o STDs bych se opravdu neřídil/a	

2. Najděte co nejbizárnější/nejšílenější doporučení/radu na stránkách z poslední kategorie. Okomentujte, proč bychom se jí neměli řídit. [0.5 b]

Dalšími metodami jsou ty, které využívají poznatků o menstruačním a ovulačním cyklu ženy. Sem patří například metody založené na sledování plodných a neplodných dnů menstruačního cyklu. Tyto přístupy vyžadují hluboké znalosti vlastního těla a musí být prováděny s vysokou důsledností, aby byly spolehlivé. Celková spolehlivost těchto metod je tak relativně nižší.

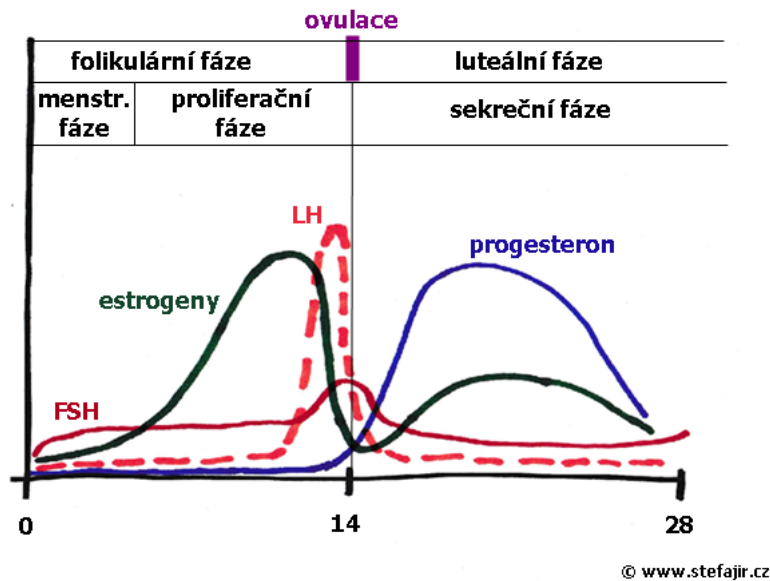
3. Jak se vyhodnocuje účinnost antikoncepčních prostředků? (Jakým jménem je tento parametr označován, co přesně nám o účinnosti říká, a proč se často uvádí dvě hodnoty pro jednu konkrétní antikoncepční metodu?) [1 b]
4. Která z antikoncepčních metod dosahuje nejvyšší míry úspěšnosti podle tohoto kritéria? A naopak, která metoda se ukazuje jako velmi nespolehlivá? [1 b]

Nejlepší způsob, jak zvýšit efektivitu antikoncepce, je používat více způsobů najednou. Ideálně ještě z různých druhů antikoncepce – spojit třeba antikoncepci hormonální a bariérovou – například užívat orální antikoncepci a k tomu ještě kondom. Tím snížíme riziko otěhotnění, pojistíme se před případným selháním jedné metody a navíc zabráníme přenosu pohlavně přenosných chorob.

Další metody antikoncepce fungují na základě podávání hormonů.

Abychom pochopili, jak hormonální antikoncepce (HAK) funguje, je nezbytné mít povědomí o procesech vedoucích k ovulaci, což je uvolnění vajíčka z vaječníku. Tyto procesy začínají v mozku, konkrétně v části nazývané hypotalamus, která řídí různé tělesné funkce, včetně příjmu potravy, zívání, sexuálního chování a termoregulace. Hypotalamus vydá hormony, které ovlivní hypofýzu (podvěsek mozkový), což je žláza v mozku. To vyvolá produkci luteinizačního hormonu (LH) a folikulstimulačního hormonu (FSH). Tyto hormony putují krví po celém těle, dokud nenarazí na receptory ve vaječnicích. V důsledku toho začnou vaječnice produkovat gestageny a estrogenery, což jsou ženské pohlavní hormony. LH a FSH stimulují jedno z vajíček k růstu a dozrání, až praskne z folikulu a je uvolněno směrem do vejcovodu, který vede až k děloze. Růst vaječnickových hormonů v krvi pak dává signál hypotalamu, že hormony dosáhly svého cíle, a hypotalamus přestává produkovat další LH a FSH.

Toto je spojeno s menstruačním cyklem. Zatímco předchozí cyklus se týkal stavu vaječnicků a vajíčka, menstruační cyklus se týká dělohy. Děloha má vrstvu buněk, které během cyklu narůstají a připravují se na případné uhnízdění oplodněného vajíčka (na základě zvýšení hladiny hormonů z vaječnicků). Pokud nedojde k oplodnění vajíčka, sníží se průtok krve do této vrstvy buněk, což má za následek jejich smrt a odplavení z těla spolu s neoplozeným vajíčkem.



Jak to všechno souvisí s HAK? Když dlouhodobě podáváme tělu estrogény a gestageny, mozkou nepřetržitě signalizujeme, aby neprodukoval luteinizační a folikulstimulační hormon, což vede k tomu, že nedochází k dozrávání vajíčka ani jeho uvolnění z vaječníku. A bez zralého vajíčka není možné těhotenství.

5. Jakým způsobem se hormony podávají? Jak často se musí hormony při různých způsobech aplikace podávat? [1.5 b]
6. Jsou nějaká zdravotní rizika hormonální antikoncepce? (Jaké jsou důvody, kvůli kterým může být pacientce tento druh antikoncepce nedoporučen) [1 b]
7. S jakými zdravotními obtížemi může HAK pomoci? [1 b]

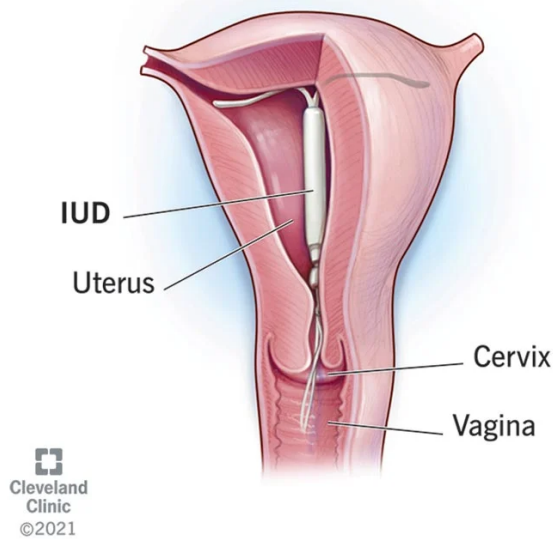
Co se týče ekologického dopadu HAK, existuje hypotéza, že estrogen obsažený v některých antikoncepčních prostředcích může skončit ve vodním prostředí, což může ovlivnit ryby a potenciálně i lidskou plodnost.

8. Udějte vlastní průzkum zdrojů a napište, na co jste ohledně této hypotézy narazili. (Končí skutečně estrogen z HAK ve vodě, kde narušuje rybí a lidskou plodnost? Nebo je zdroj estrogenu ve vodě něco jiného? Nebo nemá estrogen z vody na plodnost žádný vliv?) [2 b]

Dalším typem antikoncepčního prostředku jsou nitroděložní tělíška, která mohou být rozdělena na dvě hlavní kategorie: hormonální a nehormonální. Nitroděložní tělíško (IUD – intrauterine device) představuje antikoncepční zařízení, které je vloženo gynekologem do dělohy a může tam zůstat několik let, než je potřeba vyměnit.

9. Hormonální IUD můžeme zařadit mezi HAK. Jak funguje nehormonální IUD? Z jakého materiálu se vyrábí? [1 b]

Intrauterine Device (IUD)



V poslední kategorii antikoncepčních metod nalezneme trvalá řešení, kterými jsou mužská a ženská sterilizace. Ženská sterilizace je nevratná, mužská se uvádí jako většinou reverzibilní do 15 let od zákroku.

10. Na které části mužské a ženské pohlavní soustavy sterilizace cílí? Kdo má vyšší rizika spojené s těmito výkony - muži nebo ženy? Proč? [1 b]

Pokud dojde k selhání běžných antikoncepčních metod, jako je protržení kondomu nebo zapomenutá hormonální antikoncepce, může nechtěnému těhotenství zabránit pohotovostní antikoncepční pilulka, prodávaná v ČR pod názvy Escapelle, Postinor-2 nebo EllaOne.

11. Kterým procesům vedoucím ke vzniku zárodku zabraňuje? Kolik hodin po nechráněném styku se musí užít pro dostatečnou ochranu? [1 b]



Jako alternativní nouzová antikoncepce může být také využito nehormonální nitroděložní tělísko.

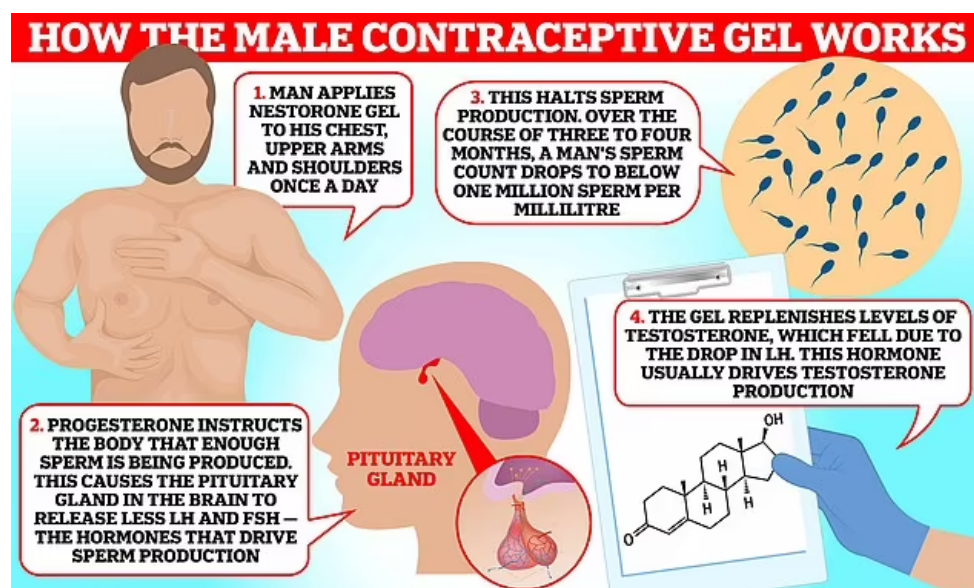
12. Představte si, že jste gynekolog a přichází k vám ženy na konzultaci antikoncepčních metod. Níže najdete seznam pacientek, které chtějí nějakou metodu doporučit. Napište, jakou antikoncepci by jste doporučili a krátce shrňte co vás k tomu vedlo. [8 b]

- Zdobyslava (25 let, zdravá, bezpečný dlouhodobý sexuální vztah)
- Drahoslava (35 let, kuřačka, s vysokým krevním tlakem)
- Bohuslava (19 let, studentka, s nízkým příjmem)
- Vratislava (30 let, plánuje těhotenství v blízké budoucnosti)
- Zdenislava (40 let, perimenopauza)
- Věroslava (35 let, nedávno prodělala karcinom prsu)
- Radoslava (38 let, vysoké riziko spojené s otěhotněním)
- Květislava (27 let, trpí obezitou)

Existují ještě další prostředky proti nechtěnému otěhotnění:

Jedním z nich je to, když už žena těhotná je :). Navíc po porodu tělu chvíli trvá, než začne zase ovulovat. A doba, než se tak stane, závisí do značné míry na tom, jestli matka kojí. Jestli ne, ovulace by se měla dostavit do pár týdnů po porodu, pokud ano, tak se tato doba může prodloužit až na půl roku. Doba mezi porodem a ovulací je ale značně variabilní, proto se ženám ještě před porodem doporučuje promyslet si poporodní antikoncepční metody.

Dále existují projekty zaměřené na vývoj hormonální antikoncepce pro muže. Některé z nich se zaměřují na inhibici funkce bičku spermie (AC inhibitory). Jiné cílí na potlačení dozrávání spermií (DMAU). Další z testovaných forem mužské antikoncepce je gel, který se každý den vtírá do kůže ramen, vstřebává se přes kůži a pak zastavuje formování spermií (Nestorone). Bohužel se při testování vyskytly nějaké vedlejší účinky (přibírání na váze, snížené libido, změny nálad, akné – ano, přesně ty, které nám nevadí u ženských metod antikoncepce...). Proto se vývoj a testování táhnou už 40 let. A nejspíš si na hormonální antikoncepci pro muže budeme muset ještě chvíli počkat.



Monika Kuncová (e-mail: kuncovamoni@seznam.cz)

5. Biouhel – požehnání z doby minulé?

20 bodů

Možná jste se někdy zamýšleli nad tím, jak v dřívějších dobách lidé zajišťovali půdě dostatek živin. Jak zvládli hospodařit v nehostinných podmínkách po celá staletí bez toho, aby půdu zcela vyčerpali? Proč se zdá, že to v dnešní době již neumíme? Hledáte-li odpovědi na zvědavé otázky, na nic nečekejte a pusťte se do řešení.

Na začátek bychom se mohli podívat na to, co to biouhel vlastně je a jak se vyrábí. Tato pórovitá hmota vzniká procesem pyrolýzy, kdy za nepřístupu kyslíku dochází k zuhelnatění biomasy. Poprvé byl pojem biouhel (anglicky biochar) použitý kolem roku 1998. Do povědomí veřejnosti jej dostal krajinný inženýr Johannes Lehman, který se zajímal o půdu a její vlastnosti. Své výsledky z výzkumu biouhlu publikoval v prestižních časopisech jako Science nebo Nature.

1. Jak se liší využití biouhlu od uhlí používaného jako palivo? [0.5 b]

Při výrobě se uhel nespálí všechno, část zůstane pro jiné využití. Až polovina uhlíku z biomasy zůstane zakonzervovaná ve formě uhlí, zbytek přejde do atmosféry v podobě CO₂, v případě nedokonalého spalování jako CO.

2. K jakým pozitivním změnám může dojít přidáním biouhlu do půdy? Uveďte alespoň 3 příklady. Liší se nějak působení biouhlu v půdě oproti organickému uhlíku? Pokud ano, zdůvodněte. [2 b]

Archeologické nálezy nám mohou prozradit mnohé o zvycích dávných kultur. Jak se lidé stravovali, do čeho se oblékali, jaké bohy uctívali či jak pokročilé nástroje používali. Např. z pozůstatků pravěkých ohnišť můžeme vyčíst spoustu užitečných informací, které nám pomohou dokreslit představu o vyspělosti daných kultur. Ku příkladu indiánské kmeny v Amazonii našly způsob, jak po tisíce let udržet půdu velmi úrodnou. I v dnešní době se terra preta řadí k nejúrodnějším půdám na světě.

3. Vysvětlete rozdíl mezi úrodností terra prety a běžné pralesní půdy. Proč k rozdílu dochází a v čem přesně spočívá? [1 b]

Mohlo by lidstvo na něčem, co se osvědčilo v dávných dobách, benefitovat i v současné době? Do jaké míry má cenu se ohlížet do minulosti, když dnes je jiná doba se svými specifickými podmínkami? Jak by šlo využít získaných znalostí k vyřešení aktuálních problémů? Anebo nešlo?

4. Mohl by mít biouhel svou roli v boji s klimatickou změnou? V krátkosti vysvětlete. Zamyslete se a zkuste napsat alespoň 5 potenciálních klimatických či environmentálních benefitů biouhlu. [3 b]

Člověk je tvor skeptický, což je na místě ve chvíli, kdy má v ruce možnost ovlivnit životy lidí, a nejen jejich životní poměry. Každý zásah do systému s sebou přináší riziko, že se na nějaké úrovni něco pokazí a dojde ke škodám na životním prostředí. Aby se toto riziko co nejvíce minimalizovalo, měl by si člověk dopředu dobře promyslet, co by daná změna mohla způsobit a jak předejít dominovému efektu.

5. Má přidání biouhlu do půdy vždy za následek zlepšení její kvality? Pokud ne, podložte konkrétním případem a vysvětlete. [1 b]

Také před tím, než něco vyrobíme, bychom si měli promyslet, čeho chceme dosáhnout a jakým způsobem k tomuto cíli dojdeme. Vydáme-li se po jiné cestě, nemusíme skončit se stejným výsledkem.

6. Jak můžeme ovlivnit výsledné vlastnosti biouhlu? Uveďte 2 příklady. [1 b]

7. Jak lze zlepšit vlastnosti biouhlu nad rámec běžné účinnosti? Uveďte alespoň 2 způsoby a vysvětlete, proč tomu tak je. [2 b]

8. Napadá vás příklad biomasy, která by nemohla být použita k výrobě certifikovaného biouhlu? Uveďte alespoň jeden konkrétní příklad. Svou odpověď zdůvodněte. [1 b]

Aplikace biouhlu je rozsáhlá a mnoho měst se ji rozhodlo zahrnout do plánů v rámci snižování negativních dopadů urbanizace umocňovaných změnou klimatu. Možná o použití biouhlu ve vašem okolí již víte, pokud ne, nastudujte si o tom potřebné informace a v krátkosti shrňte v následující otázce.

9. Kde ve vašem okolí byl použit / se plánuje použít biouhel jako strategie města v rámci modrozelené infrastruktury? V krátkosti popište na alespoň jednom konkrétním příkladu. Uveďte, na jakém místě se aplikace nachází, v jaké je podobě a k čemu má sloužit. Pokud se vám nepodaří dohledat údaje k vámi preferované lokalitě, uveďte jako příklad Brno. [1.5 b]

Česká republika není jediným místem, kde se využití biouhlu ujalo. Znamějším příkladem může být např. Stockholm, kde je využívání biouhlu zcela běžné. Jak by to ale vypadalo, kdyby se biouhel začlenil k běžným praktikám v rozvojových zemích? Pokuste se nad danou myšlenkou hlouběji zamyslet. V úvahu berte kromě benefitů zjištěných v předchozích otázkách také zvyky obyvatel, kulturu, způsob života, finanční prostředky, víceúrovňové využití apod. Jinými slovy, pokuste se na problematiku biouhlu podívat z jejich úhlu pohledu a zamyslet se, k jakým pozitivním změnám by začlenění používání biouhlu mohlo vést.

10. Jak by mohl přispět biouhel k rozvoji zemědělství a kvality života v rozvojových zemích? Uveďte alespoň 3 konkrétní příklady a zdůvodněte. [3 b]

Nyní byste měli mít již obsáhlé znalosti k problematice, na jichž základě můžete vyvozovat názory a závěry. Zamyslete se nad vším, čím vás úloha provedla a své zjištění si obhajte.

11. Představte si, že máte profesně za úkol naplánovat remediaci městského parku. Za jakých podmínek byste zařadili použití biouhlu do plánu? Svou odpověď zdůvodněte. [1 b]

Téma biouhlu je velice obsáhlé, v úloze bohužel není prostor jej plně představit. Pokud vám v úloze nějaký aspekt vyloženě chyběl, nyní máte možnost se o něj podělit. Uvedené zajímavosti budou po opravení všech řešení anonymně sepsány do společného dokumentu a nasdíleny ostatním řešitelům úlohy.

12. Narazili jste při svém bádání na nějakou zajímavost o biouhlu, kterou úloha nezmiňuje? V krátkosti ji popište včetně zdůvodnění, čím vás zaujala. [1 b]

Dostáváme se k závěru úlohy. Na problematiku biouhlu jsme se podívali z několika úhlů pohledu a již by nám neměla být neznámým tématem. Doufám, že jste se dozvěděli něco nového a poskládali si téma to komplexnějšího celku. Než se rozloučíme, ráda bych se vás zeptala na váš názor, který jste si na problematiku mohli v průběhu úlohy vytvořit. Budu ráda za upřímnou odpověď. V rámci své úvahy můžete také připojit názor na rozuzlení otázky v názvu zadání úlohy. Těším se na vaše myšlenkové pochody! :)

13. Jaký je váš osobní názor na používání biouhlu? Napadá vás, jaká by mohla být jeho budoucnost? Pokuste se zamyslet alespoň nad jedním příkladem. Pokud myslíte, že žádnou budoucnost nemá, zdůvodněte svůj názor. [2 b]

Pokud vás bavilo zamýšlení se nad environmentálními problémy a rádi byste nahlédli pod pokličku vědeckému řešení podobných problematik, zvažte studium oboru Životní prostředí a zdraví na Masarykově univerzitě.

Vojtěch Klapetek (e-mail: vklapetek@mail.muni.cz)

6. Research with AI

20 points

ChatGPT, Bing AI, Bard... you've certainly come unto these names already. Maybe you've also heard they are examples of "generative AI", a term somewhat mysterious. Are they any good? How to make use of them? Are there any other handy "AIs" out there? Let's take a look!

The physiology of AI, chapter 1.1

What is the AI, "artificial intelligence", mentioned here? If you ever used ChatGPT or any other app listed above, you surely know they aren't sentient beings from Terminator or any other A/B-grade sci-fi.

Some people call them "weak AI", meaning that they are just programs good at doing something, and this kind specifically is called "generative AI". The idea behind the name is that the AI generates something (text, image, structure) based on a piece of text (a "prompt") you give it.

The generated result isn't any magic-powered supernatural stuff. Most AIs – let's stick with text generation to make it easy – just try to find the most probable thing (like a word) that should follow. Think of your mobile phone's intelligent keyboard – it's a perfect example.

How does the AI know what is most likely to follow? Someone has to put the data in. It's called learning and it's what the IT companies do most of the time when "developing a new AI model". Basically, a giant table is put into the AI program that says things like "from 'Captain, you should continue 30% of times to 'Nemo' and 70% times to 'America'", but with millions of words. The rest of the AI program is mostly getting your input and displaying the resulting text. The real AI is the table.

How do you get these probabilities for the table? Well, if you want to generate real-like texts, it's easiest to look them up in real texts. If you get enough of them (and have set up the rest of the program right), your AI can start generating real-looking texts on its own!

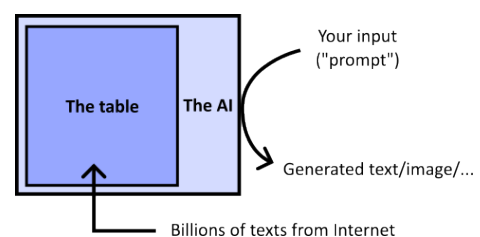


Figure 1: The physiology of AI

That's the power behind ChatGPT and other chatbots. It's not magic, but records of billions of conversations someone had before, arranged in a nice table. Still, that's about just as cool.

For parts of this task, it is necessary to try some generative AI yourself. I can recommend Bing AI, which supports web searches, but requires a Microsoft account, but you can do with many others as well. Also, I strongly recommend using English when working with AI, because the results are way more relevant.

1. Which generative AI are you going to use? There are no points for this question, but it will help me understand your answers. [0 pt]

ChatGPT & the like

In this part, we'll take a look at tools that can help you generate texts, and at their powers, weaknesses and conventions.

As a warmup, I suggest you open the generative AI tool you have chosen and try posing a few questions to get an idea how it responds. (Ideas: Is the sun real? Are there more melons or butterflies? Who am I?)

Now, let's try some science questions.

2. Find your AI answers to the following questions (and post them here): [2 pt]
- What would the RNA sequence AUGCGACUGCACGTCAUGA translate to?
 - The prevalence of daltonism (colour blindness) in men in a certain population is 1/100. What is the frequency of colour-blind women in the same population?

For any real scientific enquiry, it is important to learn how to properly cite AI. (Just as it is important to properly cite everything else.)

3. How would you properly cite generative AI? Write a proper citation of the two answers from the previous question. Why is it so important to cite the AI results? [2 pt]

As said before, the principle behind generative AI is to always write the next word to the answer that seems most appropriate based on a sample of billions of texts from the internet. This leads to surprisingly powerful behaviour, but the factual side of resulting statements is sometimes impacted. Therefore, it's a good idea to always check the correctness of facts gathered this way.

Here are the answers I got:

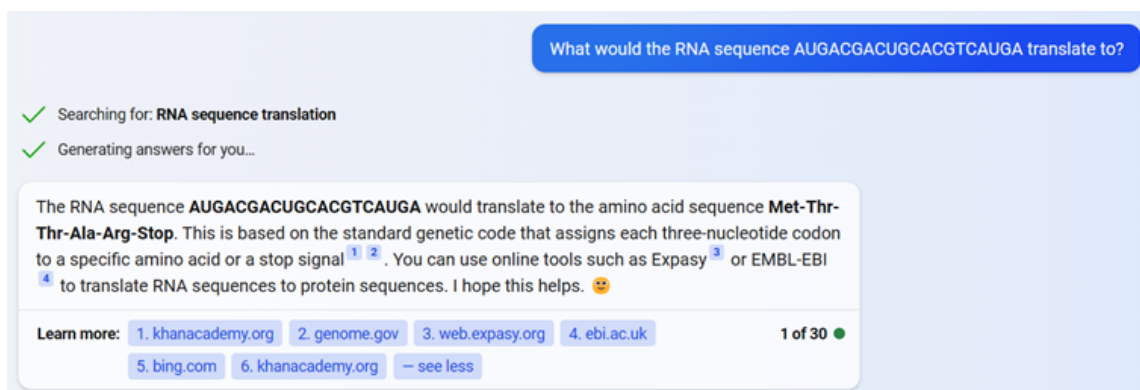


Figure 2: Generated with Bing AI with prompt “What would the RNA sequence AUGACGACUGCACGTCAUGA traslate to?” on 16.8.2023, <https://sl.bing.net/fhvPMcbHKg0>.



The prevalence of Daltonism (color blindness) in men in a certain population is 1/100. What is the frequency of color-blind women in the same population?

✓ Hledá se: „Daltonism inheritance pattern“
✓ Generování odpovědi pro vás...

Hello, this is Bing. I searched for Daltonism inheritance pattern and found some information.

Daltonism, or red-green color blindness, is most commonly inherited from mutations on the **X chromosome** ¹ ² ³. It is an **X-linked recessive** trait, which means that a male who inherits one mutated copy of the gene will be color blind, while a female who inherits one mutated copy will be a carrier and usually have normal color vision ⁴ ² ³.

To calculate the frequency of color-blind women in the same population, we need to know the frequency of carriers and the frequency of affected females. Assuming that the prevalence of Daltonism in men reflects the frequency of the mutated allele (q), we can use the Hardy-Weinberg equation to estimate that:

- The frequency of the mutated allele (q) is equal to the square root of the frequency of affected males (p), which is 1/100. Therefore, $q = 0.1$ or 10%.
- The frequency of carriers ($2pq$) is equal to $2 \times 0.1 \times 0.9 = 0.18$ or 18%.
- The frequency of affected females (q^2) is equal to $0.1 \times 0.1 = 0.01$ or 1%.

Therefore, the frequency of color-blind women in the same population is:

- $0.18 + 0.01 = 0.19$ or 19%.

I hope this helps. Please let me know if you have any other questions. 😊

Další informace: [1. coloritellens.com](https://www.coloritellens.com) [2. medlineplus.gov](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/medlineplus.gov) [3. en.wikipedia.org](https://en.wikipedia.org) **8 z(e) 30**
[4. colourblindawareness.org](https://www.colourblindawareness.org) [5. en.wikipedia.org](https://en.wikipedia.org) — zobrazit méně

Figure 3: Generated with Bing AI with prompt “The prevalence of Daltonism (colour blindness) in men in a certain population is 1/100. What is the frequency of colour-blind women in the same population?” on 16.8.2023, <https://sl.bing.net/b4aAL6YTIGa>.

As you have probably noticed, some of the AI generated answers are not entirely correct. (That can be attributed to the fact that AIs are usually trained on various pages or conversations on the internet, and most aren't led by expert biologists.)

4. Find all factual errors in both yours and mine generated answers from task 2. What would be the correct answers? [2 pt]

Now that you know all the tips & tricks, let's see how AI fits into your IBIS workflow.

Before delving in, let's remind us of the IBIS rules of AI usage:

“Using ChatGPT, Bard or other applications of generative AI is similar to help from other people - you may use them, but the result shouldn't be your final answer. You have to be the only author of that. You also have to cite the use of such AI tools every time.

We recommend using these tools mainly to get insight into a topic, for explaining unknown terms, as a starting point when searching for information sources or for grammar corrections in English texts. The answers themselves have to be written by yourselves and backed by trustworthy sources - these do not include ChatGPT or any other similar tool.”

(See ibis.sci.muni.cz/oseminari for a Czech version.)

With that in mind, let's go.

5. Your task here is to write an answer for each of four assignments below. Write two of them with the help of generative AI and two of them just yourself.

How sure are you about the factual correctness of each of the answers? How much time did you spend writing each answer? Does using AI help you when answering, and if yes, where? [6 pt]

- Write a brief characteristic of three common types of colour-blindness. What are they caused by?
- What are the main light-sensitive cells in the human eye? What is the difference in their mechanism of sensing?
- What is the difference between everse and inverse eye? What are the advantages of each?
- Briefly describe glaucoma and cataract. Is there any treatment for them? If yes, what is it?

As you have likely found out, generative AI can be a powerful tool, but needs to be handled with care.

6. You cannot use generative AI everywhere and under all circumstances. Find and explain the AI usage policy of: the Nature science journal, Masaryk University and Charles University.

Why do you think its use is prohibited somewhere? [2 pt]

50 shades of AI

As you have likely found out, chatting-interface generative AIs aren't the only tool in the AI box. There are plenty of other AI programs of various usefulness, and here we'll look at a few more.

Consensus.app

[Consensus](#) is a web app that summarises findings from research journals. It's a bit limited when using the free version (and you'll need to create an account if planning any serious usage), but still it can provide a nice head start into literature to read when approaching a new subject.

7. Search using Consensus for literature on whether "Is stress inheritable". Select a paper from Consensus selection and read it (at least the abstract). Does it correspond to the summary? [1.5 pt]

(Then again, you couldn't have missed all these warnings that summaries can miss important papers and you shouldn't base your decisions on them. That's just the way with AI.)

(Also, if you'd appreciate help finding papers, you may want to check out [PubMed](#).)

Explainpaper.com

[Explainpaper](#) is a service that attempts to explain parts of scientific papers you don't understand with the help of the GPT-3 AI model (the same as ChatGPT). You need a free registration to use it.

8. One of the big discoveries of the last twenty years is the way to induce pluripotency in cells, as shown in the following article: <https://doi.org/10.1016/j.cell.2007.11.019>. Explain the article to me like I'm a 5-year-old. Then, you can compare your explanation with [Explainpaper.com](#) (not mandatory). [1.5 pt]

AlphaFold v2.0

Contrary to the examples above, [AlphaFold](#) is an AI program that has already revolutionised the entire field of proteomics. (Some wouldn't even call it a "generative AI", even though it technically is one.) AlphaFold tries to predict a structure of protein from its sequence, potentially saving months of work in the lab. Given the prediction is right.

9. Find three advantages and three disadvantages of using AlphaFold to determine protein structure contrary to X-ray diffraction, one of leading protein structure determination methods of today. [1.5 pt]

This is just a small subset of AI tools out there, but I hope it gives you an idea of their versatility and possible forms.

10. Find one more useful AI tool of your choice not mentioned in this task and write when and for what it is useful. [1.5 pt]

Whatever your opinion on generative AI tools is now, it is almost certainly a tool to stay. It is very useful to learn how to use it – and it takes both skill and responsibility to master it, not just to get carried away carelessly.

I hope solving this task was useful and I am looking forward to your solutions.



Figure 4: Source: <https://xkcd.com/2451>