

7. ročník (2022/2023)



1. sada

Termín odevzdání: 30. 10. 2022

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 neděleáš na poslední chvíli a stihneš je včas odevzdat. Také je lepší odevzdávat řešení průběžně, než to pak dohánět v posledních minutách.
- **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 systému ve formátu .pdf** – Můžeš ho psát ručně a pak naskenovat, ale lépe jsou pro nás čitelná řešení psaná elektronicky. Odevzdávací systém 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 nalezněš 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. Neviditelní hrdinové (Eliška L. Frolová)	4
2. Radiological anatomy (Anna Jambrichová)	8
3. Protilátky (Vít Procházka)	10
4. Kůže tak trochu jinak (Monika Kuncová)	14
5. Cimrman biologem, sondy pod povrch největšího českého génia (Eliška Pirnosová, Jan Macek)	17
6. Phytohormones (Hana Slámová)	21

Eliška L. Frolová (e-mail: elfrol006@gmail.com)

1. Neviditelní hrdinové

10 bodů

Základy imunologie

Už jste někdy na vlastní oči viděli, kdo nebo co brání patogenům, cizopasníkům a dalším nepříznivým vlivům před vstupem do organismu či rozvinutí zánětu nebo například infekční nemoci? V této malé úloze se o nich alespoň něco dozvíte a seznámíte se s těmito hrdiny naší doby, kteří nás dennodenně brání.

Úloha může sloužit jako průprava k větší a podrobnější úloze na protilátky, kterou taktéž v této sérii budete mít možnost vyřešit. Snad si díky ní budete schopni zařadit, do jaké oblasti imunitního systému protilátky spadají. Také má úloha za cíl poskytnout povrchové nahlédnutí do tohoto krásného odvětví biologie, které by při své komplexnosti stačilo nejméně na úlohy tři. Kdybyste se vydali na dráhu imunologa, zjistíte, že skýtá mnohá úskalí a jedná se o opravdu složitý obor, ve kterém je ještě mnoho neprobádaného. (A kde není?) Proto není od věci si připomenout a srovnat základní poznatky, což by určitě na střední škole ocenila nejen autorka této úlohy. My svůj záběr zúžíme na imunitní systém člověka, ať si to moc nekomplikujeme.

Imunita... to mi něco říká

Občas je zajímavé se podívat na význam slov. Možná Vás překvapí fakt, že slovo *immunitis* pocházející z latiny znamená v českém jazyce „osvobozený“, v historickém kontextu osvobozený od daní a poplatků. Trochu nadneseně se dá slovo imunní v medicínském kontextu přeložit jako osvobozený od nemoci. Dnes se také často skloňuje slovo imunita. Irma má dobrou imunitu! Jez víc ovoce, ať máš lepší imunitu! V dnešním díle naší show budeme soutěžit o imunitu. No, v některých situacích toto slovo docela ztrácí na svém významu.

1. Jak byste laikovi vysvětlili, co slovo imunita v medicínském kontextu vlastně znamená? (Nechci sáhodlouhou definici plnou odborných pojmů, ale stručné vysvětlení.) A jak byste vysvětlili, co je to antigen? [1 b]
2. Pro úvod do studia imunologie je třeba si některé pojmy utřídit. Popíšu Vám je a Vy se pokuste doplnit slova, která sedí na počet vynechaným kolonek. CH se počítá jako 1 písmeno. Některé pojmy doplníte i vícekrát a dokonce je využijete i v dalším cvičení! [4 b]

Imunitní systém je regulační systém našeho těla a je souborem mechanismů, které chrání náš organismus před nepříznivými vlivy z vnějšího i vnitřního prostředí. Tvoří ho 2 velké složky představené níže, které se vzájemně doplňují a společně tvoří komplexní ochranu organismu před nepříznivými okolnostmi, ať už patogeny nebo abnormálně fungujícími buňkami našeho vlastního těla, například buňkami 1) -----.

Ochrana organismu je zajištěna hned několika cestami:

- 2) ----- **imunita** je obrana konaná univerzálně na různé druhy patogenů, není tedy

cíleně zaměřená a na všechny reaguje stejnými mechanismy. Nevede si žádnou evidenci o napadání těch a oněch patogenů. Kromě univerzality má ještě jednu zásadní výhodu. Reaguje velmi 3) -----.

Několik mechanismů tohoto druhu imunity budou popsány v následujících odstavcích.

Dalo by se říci, že jsem takové opevnění lidského těla jménem 4) -----. Nezajímá mě, co se dovnitř těla chce dostat, já ho prostě nepustím. Tvořím 5) ----- ochranu organismu. Spolu se mnou spolupracují např. potní žlázy, slinné žlázy prostřednictvím enzymu se jménem 6) ----- a také žaludeční šťávy.

Pokud se přece jen nepříteli podaří dostat se až dovnitř těla organismu, ještě nemůže jásat. V cestě jsme totiž například my, zabijáci jménem 7) -----, je nás několik typů lišící se svými oblastmi útoku, dokážeme zastavit bakterii i mnohobuněčného parazita. Patříme do podkategorie 8) ----- imunity ještě například společně s popelnicemi jménem 9) -----, které po boji často uklízí naše pole působnosti.

Druhá podkategorie se nazývá 10) -----, neboli 11) ----- imunita. Do této podkategorie řadíme například účinnou obranu proti virům, kterou produkují buňky napadené viry jako varování pro další buňky. Jedná se o 12) ----- . Jde o jeden z typů 13) -----, které slouží primárně jako takoví dispečeri mezi oběma hlavními typy imunity. Do této druhé podkategorie též patří taková databáze bílkovin, konkrétně enzymů, štěpících jiné bílkoviny, která v případě aktivace zasáhne v boji před patogeny. Reaguje kaskádovitě a musí být velmi pečlivě regulována. Této databázi se říká 14) -----.

Ještě jsme tu my! 15) ----- buňky! Jsme kontrolóři a profesionální antigenprezentující buňky, v čemž nám pomáhají také 9) ----- . Nepřítel se nám nevyhne, jsme všude a po jeho odhalení umíme skvěle podat informaci o jeho identitě dalším buňkám imunitního systému. Jsme pomyslná ústředna mezi imunitou 2) ----- a 16) ----- . Kdyby nám přece jen něco uniklo, jsou tu ještě tzv. NK buňky, které dokážou odhalit i skryté patogeny bez vystavených antigenů.

Druhý typ imunity se nazývá **imunita 16)** ----- . S tou se člověk nerodí, ale utváří se během života jedince. Člověku se tvoří až při styku s antigenem. Dokáže velmi dobře a přesně zacílit na konkrétní detail (tzv. epitop) molekuly patogenního organismu. Spolupracuje s imunitou 2) ----- . Stejně jako tento typ imunity se i imunita 16) ----- dělí na složku 8) ----- a složku 10) ----- neboli 11) -----.

3. Složky druhého typu imunity si představíme trochu jiným způsobem. Ke každému pojmu doplňte:

- podkategorii imunity známou z druhého cvičení
- obrázky společně se stručným důvodem výběru (některé obrázky by seděly k více pojmům, ale vezměte to vylučovací metodou)
- funkci

U typů T-lymfocytů k tomu máte upřesňující 3 definice na výběr. Na závěr zodpovězte doplňující dotazy. [5 b]

Pojmy: *protilátky; B-lymfocyty; T-lymfocyty – regulační, pomocné a cytotoxické*

Podkategorie imunity 16) -----:

- a) 8) ----- c) 10) ----- neboli 11) -----
b) 8) -----

Funkce:

- Produkujeme protilátky a máme na starost i znovupoužití našich zbraní a přesného plánu útoku proti patogenu, který si troufá nás napadnout znovu. Proto na něj při dalším setkání reagujeme rychleji a mnohem lépe.
- Specificky se vážeme na antigen nekovalentní vazbou. Vykazujeme vysokou variabilitu. Aktivujeme např. 14) ----- nebo díky nám dochází k opsonizaci.
- Rozpoznáváme tělu cizí peptidy prezentované antigen prezentující buňkami. Během svého života procházíme selekcemi, aby z nás byli vyškoleni ti nejlepší bojovníci bránící Vaše tělo. Máme naštěstí v našich řadách k dispozici i zkušené veterány, kteří už leccos pamatují a staré známé patogeny rychle odhalí. Abychom tvořili ještě lepší armádu, naši bojovníci mají hned několik postů, které zastupují a vzájemně spolu spolupracují.

Upřesnění funkce T-lymfocytů regulačních, pomocných a cytotoxických:

- Sloužíme jako takoví asistenti, aby imunitní reakce probíhala tak, jak má a ostatní mohli řádně plnit svou funkci. Uvolňujeme 13) ----- po rozpoznání cizorodých peptidů a aktivujeme například i buňky specializované na pohlcování.
- Nejsme žádní amatéři, jdeme proti proudu. Naši spolupracovníci imunitní reakce pomáhají spouštět, my je naopak zastavujeme. Víme, co děláme, pomáháme zastavit například napadení tělu vlastních buněk nebo ukončujeme boj proti patogenům, když už není nutný.
- Jsme vyškoleni primárně k rozpoznávání cizorodých peptidů vystavených na povrchu buněk a radikálně se těchto buněk zbavujeme programovanou buněčnou smrtí. Používáme k tomu několik způsobů, např. je likvidujeme prostřednictvím enzymů nebo mezibuněčným kontaktem receptoru s ligandem.

Obrázky



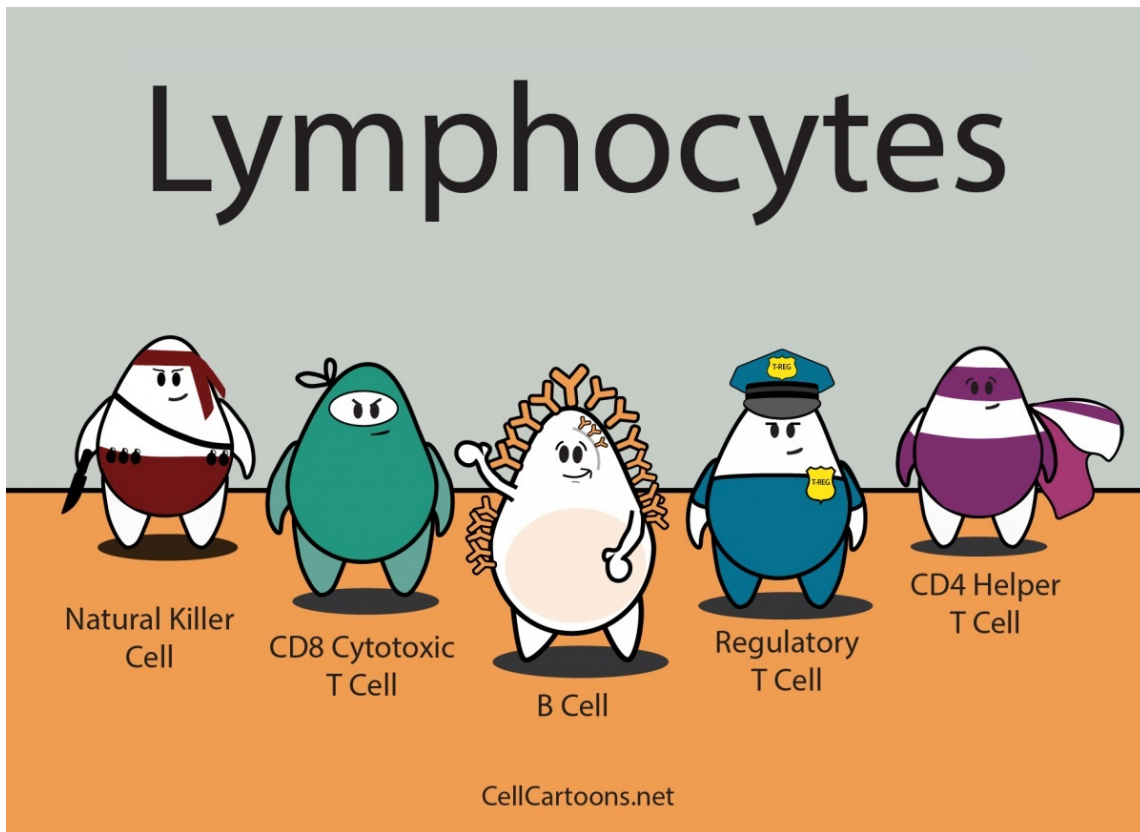
Obrázek 1: varianta a)

Obrázek 2: varianta b)

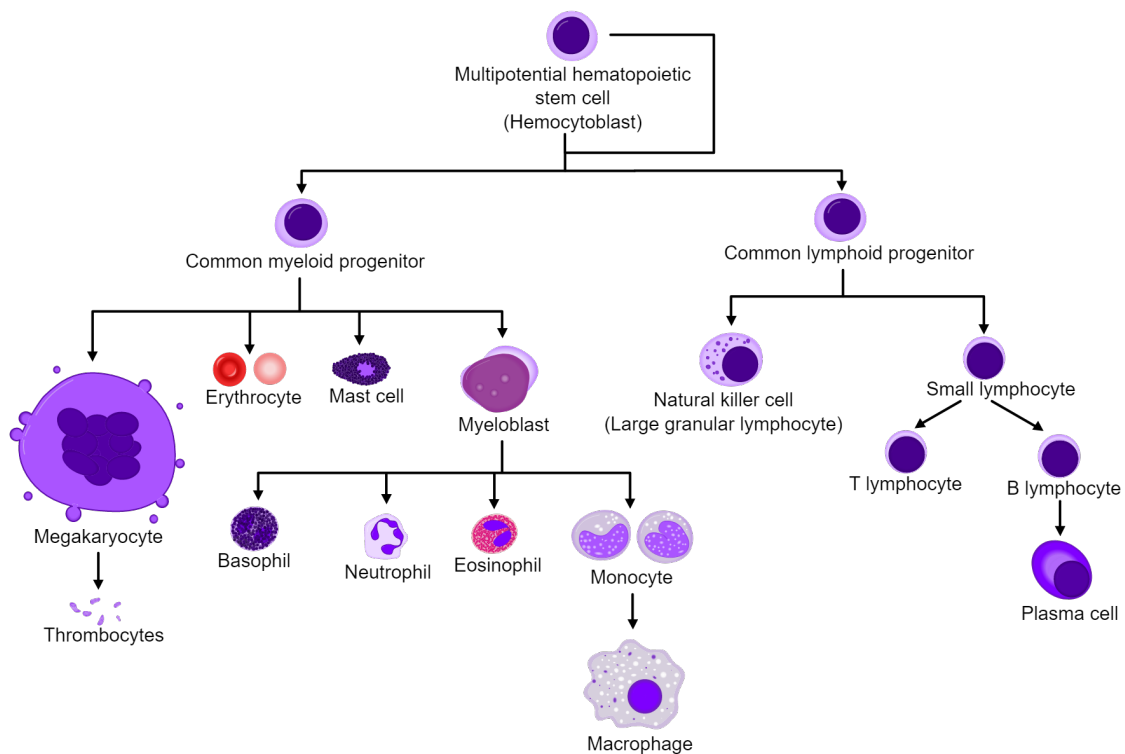
Obrázek 3: varianta c)

Doplňující otázky:

- Co je to opsonizace?
- Podle čeho se jmenují B-lymfocyty?



Obrázek 4: kreslené typy lymfocytů, které nám pomáhají v boji proti nemocem



Obrázek 5: diagram hematopoézy znázorňující diferenciaci hematopoetické kmenové buňky prvně v myeloidní a lymfoidní progenitor a následně ve specifické typy krevních buněk (s některými z nich se setkáte v úloze)

Anna Jambrichová (e-mail: anna@jambrich.net)

2. Radiological anatomy

10 bodů

A friendly reminder:

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

Thanks to radiological anatomy we can visualize different body structures. It is a place where human anatomy meets clinical practice. We can use different methods to visualize different inner body structures like *radiography* (X-ray), *computed tomography* (CT) and *magnetic resonance imaging* (MRI). So we are about to look at each one of them and discover what they are used for. You will become a radiologist for a little while!

Firstly, we are going to talk about X-rays. Its history will interest even the most adamant anti-historians. Some would say that it is a love story, others a story of hard work... You will see for yourself.

1. Who discovered X-rays? When did he discover them? [0.5 b]

2. Who does the following X-ray belong to? What's the story behind the image? [1 b]

The inventor had to put in a lot of hours of work and inventing a machine such as an X-ray machine was never easy. But now, when we already understand computers, algorithms and concepts such as Huygens principle, we should be able to explain the basic principle.

3. Try to explain how does the X-ray machine work. [0.5 b]

Now the interesting part. (At least for a medical student such as myself.) The image interpretation.



4. Assign each anatomical structure to one of the following pictures: *cor*, *costa(e)*, *ulna*, *radius*, *diaphragma*, *os capitatum* [2 b]



At this point, I believe that you have understood how X-rays work. Similar to X-rays are CT images.

5. What is the difference between X-ray images and CT images? [0.5 b]

At this time we can put our knowledge into practice. We have two people. Teo and Kačka. Teo fell down a dinosaur on an excursion to a dinopark and as a result he had to get three CT scans and five X-rays over a course of 3 months. (He fell rather badly.) Kačka is an avid traveler and decided to fly to Spain seven times over the course of 2 months.

6. According to the story above, who is more likely to develop cancer? (Try to look up the Sievert unit.) Why? Explain your thinking process and include your calculation. [2 b]

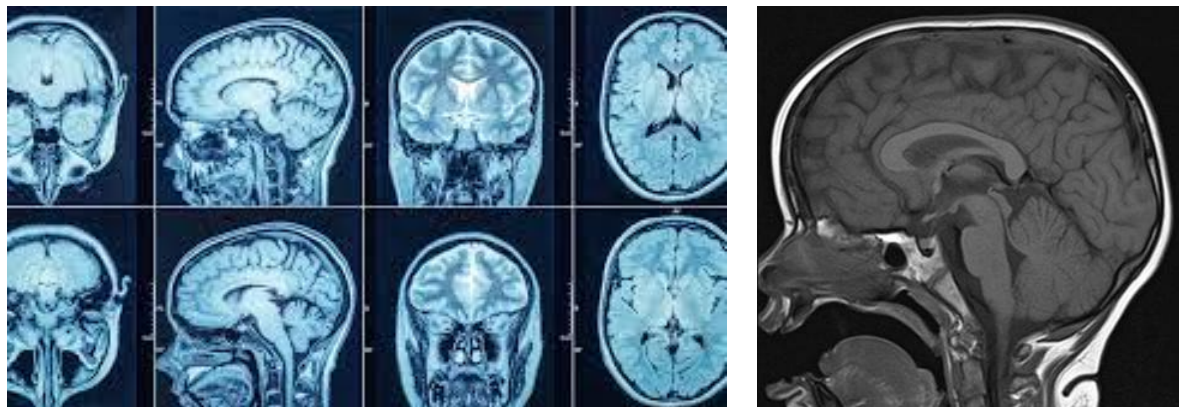
Now comes the time to learn more about MRI (*magnetic resonance imaging*), which is used less than the methods mentioned above. But why is it like that? For some students MRI is a nightmare and for others a dream come true. To which group are you going to belong?

7. Explain the basic principle of magnetic resonance imaging. (Youtube can be a big help, for example <https://www.youtube.com/watch?v=rJ9gV4yFMi8>.) [0.5 b]

Now after you have understood MRI you have an overall understanding of the most used methods. But every day doctors need to decide which technique to use based on some parameters. One of them is their safety.

8. What is the safest imaging technique? Why? Explain. [1 b]

9. Try to identify if the following images belong to X-rays, CT or MRI. Explain why do you think so. [2 b]



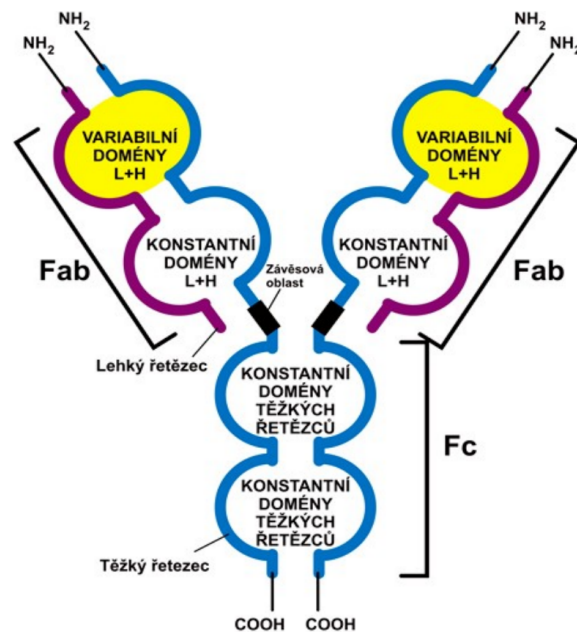
Vít Procházka (e-mail: wydeg@email.cz)

3. Protilátky

20 bodů

O protilátkách už jste už nejspíš slyšeli mnohokrát, zejména pak v době koronavirové pandemie. Třeba zda někdo má či nemá protilátky, ale také související témata jako léky s obtížně vyslovitelnými názvy nebo všudypřítomné antigenní testy. V této úloze si přiblížíme, co to protilátky jsou, jak vznikají, jakou mají přirozenou funkci, a jaké další možnosti jejich využití jsou lidem známy.

Protilátky neboli imunoglobuliny jsou proteinové komplexy produkované B-lymfocyty. Jejich základní struktura je tvořena dvěma lehkými (L, na obrázku fialový) a dvěma těžkými (H, na obrázku modrý) řetězci, jež jsou vzájemně propojeny disulfidickými můstky. Takováto protilátka je symetrická – oba lehké řetězce jsou identické, stejně jako oba těžké. Při štěpení papainem se protilátka rozdělí na doménu Fab (*fragment antigen binding*) a Fc (*fragment crystallizable*). Další možné dělení protilátky je na doménu variabilní (na konci Fab, obsahuje specifické vazebné místo) a konstantní (zbytek Fab a celý Fc). Informace z tohoto odstavce shrnuje obrázek vpravo:



Zásadní schopností protilátky je vysoce specifická vazba na konkrétní molekulu (např. protein).

1. Vysvětlete rozdíl mezi *antigenem* a *epitopem*. Jakými vazbami je zajištěna interakce protilátky s antigenem? [1 b]

Protilátky se vyskytují jako různé izotypy. U savců jde o tyto: IgA, IgD, IgE, IgG a IgM. Izotypy se vzájemně liší stavbou konstantní domény těžkého řetězce, specifita protilátky tedy není ovlivněna tím, o který izotyp se jedná. B-lymfocyt může v závislosti na fázi svého vývoje produkovat různé izotypy, protilátky z jednoho B-lymfocytu ale vždy cílí jen na jeden antigen, resp. epitop.

2. K následujícím výrokům přiřaďte, kterých izotypů protilátek savců se týkají:
 - a) vyskytují se jako monomer
 - b) tvoří dimer
 - c) tvoří pentamer
 - d) vyskytují se i v membránové formě (v cytoplazmatické membráně B-lymfocytů jako součást tzv. BCR)
 - e) jsou typickou součástí primární protilátkové odpovědi

- f) mají v organismu největší zastoupení a nejdelsí poločas rozpadu
- g) jsou nejčastějším izotypem v rámci slizniční imunity
- h) slouží k obraně vůči parazitům, často se účastní alergických reakcí [3 b]

B-lymfocyty savců se diferencují z hematopoetických kmenových buněk v kostní dřeni. Během jejich zrání probíhá *VDJ rekombinace*. Tento genetický proces zajišťuje ohromnou variabilitu protilátek; vzhledem k jeho složitosti ho zde nebudu dále rozebírat, uvažují ovšem, že vás s ním seznámím někdy příště. Po vytvoření prvních membránových protilátek probíhá negativní selekce buněk, jejichž protilátky se vážou na tělu vlastní struktury.

Zralé B-lymfocyty se vyskytují v sekundárních lymfatických orgánech (slezina, mízní uzliny). Setkávají se zde s různými antigeny. Po navázání antigenu na membránovou protilátku může být B-lymfocyt aktivován. Způsobů je více, v typickém případě, kdy je antigenem protein, probíhá aktivace za účasti pomocného T-lymfocyty. B-lymfocyt fagocytuje navázaný antigen, stráví ho a jeho fragmenty prezentuje pomocným T-lymfocytům na svém membránovém glykoproteinu MHC II. Receptory T-lymfocytů (TCR) mají podobné vlastnosti jako BCR, zejména specifickou vazbu na konkrétní antigen; TCR se ovšem vážou pouze na antigen prezentovaný na MHC glykoproteinu. Potkají-li se tedy B-lymfocyt prezentující fragment svého antigenu a pomocný T-lymfocyt se specifitou vůči tomuto fragmentu, dojde k aktivaci B-lymfocyty.

Po aktivaci se B-lymfocyt intenzivně dělí. Vznikají plazmatické buňky, které sekretují protilátky v rámci primární odpovědi, a paměťové buňky. Při opětovném setkání s antigenem zajistí paměťové buňky sekundární odpověď.

3. Porovnejte alespoň orientačně rychlost imunitní reakce vůči cizorodé molekule v rámci vrozené imunity, primární a sekundární odpovědi. [1 b]
4. V jaké vývojové fázi B-lymfocyty probíhají somatické hypermutace a k čemu slouží? [1 b]

Dostali jsme se tedy až k sekreci vysoce specifických protilátek, které se navážou na antigen. Úloha protilátek v imunitě zde končí, začíná však plejáda dalších imunitních reakcí, z nichž některé jste si krátce představili v úloze „Neviditelní hrdinové“. V další části této úlohy se podíváme na některé způsoby, jakými se lidé naučili protilátky využívat. Nejprve je však potřeba protilátky v dostatečném množství vyrobit.

Základní postup výroby protilátek začíná imunizací laboratorního organismu (typicky myši) příslušným antigenem. Ze séra myši lze následně izolovat tzv. polyklonální protilátky: myš vytvoří více B-lymfocytů s různými protilátkami, jež všechny cílí na stejný antigen. Můžeme připravit i monoklonální protilátky, tedy takové, které pocházejí z jediného klonu B-lymfocyty, takže jsou všechny stejné. Pro jejich přípravu odebereme myši B-lymfocyty. Ty je poté třeba immortalizovat, například fúzí s vhodným kmenem rakovinných buněk, aby se mohly neomezeně dělit. Následně selektujeme jeden klon, ten pomnožíme a odebíráme vytvořené protilátky.

Častěji se využívají monoklonální protilátky. Mezi jejich výhody patří například menší potřeba laboratorních zvířat (samotná produkce protilátek probíhá *in vitro* a teoreticky

neomezeně dlouho), snazší izolace protilátek a konzistentní vlastnosti.

5. I přesto mohou mít polyklonální protilátky určité výhody. Uveďte aspoň jednu. [1 b]

Takto vyrobené protilátky mají široké aplikace. První z nich je terapeutické využití: pacient může dostat do těla protilátku proti původci určité nemoci. Tento postup lze označit jako pasivní imunizaci.

6. Příkladem pasivní imunizace proti SARS-CoV-2 je lék s obtížně vyslovitelným názvem *bamlanivimab*. Dohleďte si informace o názvosloví protilátek a uveďte vše, co lze z názvu zjistit. Obsahuje název informaci, z jakého živočišného druhu pocházely B-lymfocyty použité při výrobě léku? [1 b]

7. Pasivní imunizace se trochu podobá očkování (aktivní imunizaci), které je také založeno na přítomnosti protilátek v těle. Popište hlavní rozdíl mezi těmito dvěma metodami. Kdy je vhodné použít pasivní a kdy aktivní imunizaci? [1 b]

8. Pacientům s infekční chorobou byly podávány myší monoklonální protilátky proti příslušnému agens. Přestože *in vitro* fungovaly velmi dobře, u části pacientů nefungovaly: nejenže jim neulevily, ale současně se u nich rozvinuly symptomy podobné alergické reakci, vzácně i závažné. Čím to bylo způsobeno? Navrhněte alespoň jeden způsob, jak protilátku upravit, abychom tomuto problému předešli. [2 b]

Infekční choroby zdaleka nejsou jediné, jež lze dodáním protilátek léčit. Známá je třeba léčba otrav – možná si vzpomenete na sérum, jež se podává po uštknutí jedovatým hadem. Také probíhá výzkum protilátek pro léčbu nádorů. Tam mohou působit jednak imunostimulačně, ale také, díky své vysoké specifitě, mohou nést léčiva, a to dokonce i taková, jejichž systémové podání by pacienta příliš poškodilo. Zejména v případě rakoviny se jeví slibně ještě jedna zkoumaná technika – *in vivo* diagnostika pomocí značených protilátek.

Kromě terapeutického využití mají protilátky také významné využití analytické. Lze je použít jak pro analýzu kvalitativní (důkaz přítomnosti antigenu), tak i kvantitativní (stanovení jeho koncentrace).

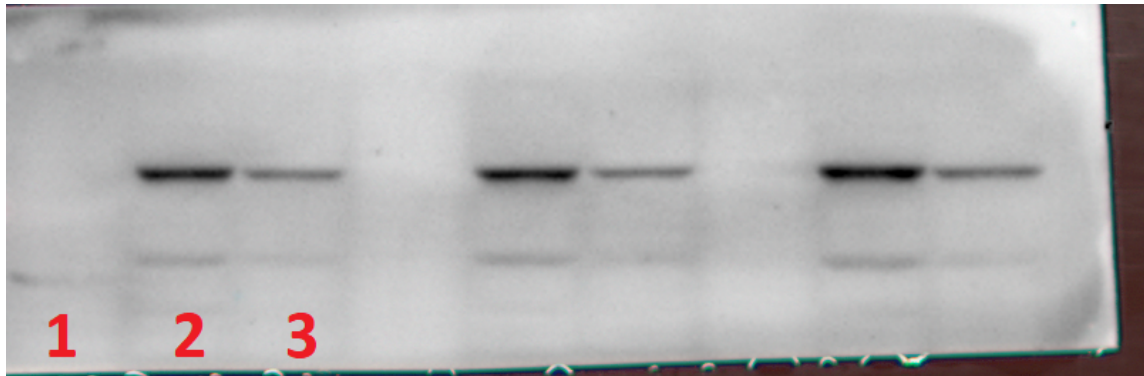
Nejjednodušší varianta imunoanalýzy je smíchat protilátku se vzorkem, který může obsahovat antigen, a inkubovat za vhodných podmínek.

9. Jak na základě uvedeného postupu potvrdíme či vyvrátíme přítomnost daného antigenu? Lze metodu použít i pro stanovení koncentrace antigenu? Pokud ano, popište princip, pokud ne, zdůvodněte. [2 b]

Další imunoanalytické metody mají společné mimo jiné to, že využívají značených protilátek.

10. Uveďte dva způsoby značení protilátek. Jakým způsobem se značky k protilátkám připojují? Co můžeme pozorovat v případě, že se takto značená protilátka naváže na příslušný antigen? Stačí k tomu značka sama o sobě, nebo je nutno k reakční směsi přidat ještě nějaké látky? [4 b]

Imunoblotting neboli *western blot* je metoda analýzy proteinů. Název western blot je slovní hříčkou s názvem příbuzné metody pro analýzu DNA, *Southernova blotu*, jenž je pojmenován podle svého objevitele, Edwina Southerna. (Ano, i další světové strany mají v molekulární biologii svůj význam – mimo soutěž si můžete zkusit, jaké varianty blottingu ještě najdete.) Při této metodě jsou proteiny ve vzorku nejprve elektroforeticky rozděleny v polyakrylamidovém gelu a poté přeneseny na (nejčastěji nylonovou) membránu. Tam jsou nakonec detekovány konkrétní proteiny pomocí značených protilátek.



11. Na obrázku vidíte výsledek western blotu. Cílem bylo umlčet expresi určitého genu dvěma různými způsoby, byly použity protilátky proti produktu tohoto genu. Zaměřte se na dráhy 1, 2 a 3, zbytek membrány odpovídá dalším opakováním téhož pokusu. Posuďte, do jaké míry došlo v jednotlivých drahách k umlčení exprese. Ještě doplním, že součástí pokusu byla i kontrola. [1 b]
12. Před přidáním protilátek je membrána inkubována s mlékem či roztokem bovinního sérového albuminu. Jaký význam má tento krok? [1 b]

ELISA (*Enzyme-linked immunosorbent assay*) je metoda sloužící ke stanovení koncentrace antigenu. Má mnoho variant, zde si popíšeme tzv. sendvičovou. Takto se jmenuje, protože je při ní antigen zachycen mezi dvěma protilátkami. Ale od začátku: první protilátka je imobilizována na dně reakční nádoby. Poté je přidán vzorek; pokud obsahuje příslušný antigen, tak se tento během inkubace naváže na protilátku. Dále je po promytí přidána druhá, značená protilátka proti témuž antigenu a při inkubaci se váže na antigen. Po dalším promytí můžeme detekovat značku tam, kde se antigen navázal, a tak zjistit jeho přítomnost a dle intenzity signálu i koncentraci.

13. Pro další variantu metody ELISA se používají mikrotitrační destičky, v jejichž jamkách je imobilizován antigen. K čemu byste je použili? Stručně popište postup. [1 b]

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

4. Kůže tak trochu jinak

20 bodů

Aneb alternativní způsoby výroby kůže

Z výloh obchodů s oblečením a doplňky na nás často pokukují kožené výrobky, které padnou do oka nejednomu motorkáři či nejedné sličné dámě. Když ale nahlédneme pod pokličku výroby podobných uměleckých skvostů, nadšení a touha vlastnit je nás může začít opouštět. Vzdát se jich může být pro nadšence těžké, neexistoval by ale způsob jiné, méně nešetrné metody jejich výroby? Než si na tuto otázku zkusíme odpovědět, pojďme se nejprve podívat na tradiční výrobu kůže.

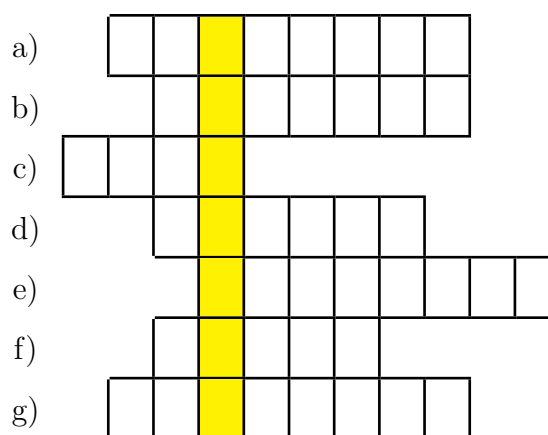
Historie výroby kůže sahá pomalu na počátek existence samotného lidstva. Již v pravěku lidé přišli na to, že zvířecí kůže příjemně hřeje a brzy se stala nedílnou součástí výbavy, byť její získávání s sebou neslo značná rizika. Zpočátku ale pravěcí lidé nevěděli, jak se o kůži starat. Snažili se ji změkčit přežvýkáním, tento druh zpracování ale neměl kýžené výsledky. Kůže velice rychle začínala hnít, rozkládat se a při suchém počasí tvrdla a lámala se.

Lidé časem přišli na novou techniku zpracování, tzv. vydělávání neboli činění. Při této technice nejprve kůži zbavili chlupů, poté ji vystavili působení kouře, kvůli změkčení ji promazali tukem a následně vysušili. Takto zpracovaná kůže mohla být použita k dalším účelům, jako např. k stavbě přístřešků.

Postupem času se proces zpracování kůže měnil a zdokonaloval, i v dnešní době je kůže důležitým materiálem, na který si lidé potrpí. Pojďme se nyní blíže podívat, kam se výroba kůže posunula.

1. Popište nynější způsob výroby kůže. Vyberte alespoň 4 stěžejní kroky a v krátkosti se k nim rozepište. [2 b]
2. Vyplňte křížovku skládající se z různých druhů kůží či podobného materiálu a napište pod ni znění tajenky. V tajence se skrývá název inovativního přírodního materiálu, kterým se budeme dále zabývat. [4 b]

- a) Kůže z exotických zvířat, např. z krokodýla.
- b) Velmi jemná kozí nebo ovčí kůže činěná kamencem hlinitým s použitím soli, mouky a žloutku používaná na výrobu rukavic.
- c) Vyčiněná kůže.
- d) Měkká kozí nebo ovčí kůže činěná rostlinnými látkami, která má hezkou jemnou reliéfní kresbu. Používá se též jako označení kůže paryb, např. rejnoka.



- e) Kůže mladého skotu.
- f) Vepřová kůže činěná chromem s jemně chlupatým povrchem, který se získává pomocí speciálního broušení spodní vrstvy kůže po líci, obvykle s četnými defekty lícové strany.
- g) Obecný název pro tkaninu, která historicky z velké části nahradila kožené oděvy.
3. Z jakého materiálu se vyrábí přírodní alternativa kůže z tajenky? Pokuste se být co nejkonkrétnější. Pokuste se odhadnout, kolik zhruba primárního materiálu by bylo potřeba na vytvoření 1 m² dané „kůže“. [1 b]
4. Jakým postupem se vyrobí z primárního materiálu kůži podobný výrobek? Upravuje se vše na jednom místě nebo se materiál v průběhu výroby převáží? Pokud ano, odkud kam? [2 b]

I když tento způsob výroby kůže zatím není příliš rozšířený, našel si své distributory v řadách známých módních značek jako např. Hugo Boss. Nejedná se ale pouze o exotickou zahraniční novinku, setkat se s touto metodou výroby můžeme také v České republice. Pravděpodobně první česká módní značka zabývající se výrobou z tohoto materiálu je LUCIELA TASCHEM.

Nyní se ale pojdme podívat na další alternativní způsob výroby přírodní kůže. Nápad na využití odpadní kokosové vody a její přetvoření v kůži podobný módní materiál se zrodil v hlavě slovenské designérky Zuzany Gambošové, která začala s bakteriální celulózou experimentovat během studií na londýnské univerzitě Central Saint Martins.

5. Pod jakým názvem značky vstoupil na trh tento inovativní materiál? [0.5 b]
6. Jaké je vědecké jméno bakterie, která se na procesu výroby nejvíce podílí? [0.5 b]
7. Pokuste se popsat způsob výroby tohoto materiálu od kultivace bakterií až po vznik finální textury. [2 b]

Výčet různých přírodních alternativ k pravé kůži tady ani zdaleka nekončí. Namátkou si můžeme uvést např. *Muskin* (rostlinná kůže z hub), „pravá kůže“ z *kombuchy* (fermentovaného čaje), *Fruitleather Rotterdam* (alternativa výroby kůže z nahnělého ovoce a zeleniny, vynalezena nizozemskými studenty), *Palmleather* (materiál podobný kravské kůži z listů indické palmy), *oceánská kůže* (alternativa kůže získávaná z řasy kelp, zatím je ve fázi vývoje), *Naoron* (směs dřevoviny a recyklovaného polyesteru (*RPF Naoron*), nebo polyolefinu (*soft Naoron*)), *Coolstone* (alternativa kůže vyrobená z břidlice), *kůže ze zkumavky*, *kůže syntetická z recyklovaných plastů* a mnohé další alternativy.

8. Zapátrejte po možnostech alternativních výrob kůže (můžete si vybrat z nabídky v předchozím odstavci či si najít jinou alternativu) a vypracujte mikrorešerši na 3 způsoby výroby kůže, které vás zaujaly. Mikrorešerše by měla obsahovat název alternativy, stručný popis výroby, klady a zápory, které vás napadnou a libovolné další poznámky a postřehy, které vám přišly zajímavé. Dokázali byste je mezi sebou porovnat? Zaujala vás některá z alternativ na tolik, že byste zvážili její koupi? [6 b]

9. Nyní byste měli mít hrubý vhled do problematiky alternativních kůží. Jaký je váš názor na danou problematiku? Jste spíše zastánci nebo odpůrci alternativní výroby kůže? Jak byste porovnali pravou kůži a její napodobitele? Své názory podložte argumenty. [2 b]

Děkuji, že jste řešili moji úlohu. Závěrem bych ráda upřesnila, že mým cílem bylo informovat o různých (a pro mnoho lidí neznámých) způsobech výroby materiálů, které se svými vlastnostmi blíží pravé kůži. Budu ráda, když na předchozí otázku odpovíte pravdivě, nebojte se projevit svůj názor. Kdybyste chtěli na danou problematiku zavést diskusi, kdykoliv v průběhu úlohy či po jejím skončení mi můžete napsat nebo se zeptat osobně na IBISích akcích.

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

Jan Macek (e-mail: janmacek249@gmail.com)

5. Cimrman biologem, sondy pod povrch největšího českého génia

20 bodů

Hlášky a průpovídky z her Žižkovského divadla Járy Cimrmana mezi Čechy zlidověly a i mezi biology jsou jako doma. Možná jste při čtení medailonků organizátorů IBISu nejednou narazili na vědní obor, kterému se mimo biologii rádi věnujeme a to sice Cimrmanologii. Zvědavost nám nedala a museli jsme se zamyslet nad některými nápady z Cimrmanova pera, jeho nápady totiž občas zabrousily i do biologických vod a některé Cimrmanovy vynálezy dokonce mohly usnadnit životy mnohých lékařů nebo biologů, ... kéž by se kdy uchytily.

Co když univerzální ptakopysk existuje? Používá se arsen jako dentální anestetikum? A je Cimrman jediným nedoceneným českým velikánem? Pojd'te to s námi zjistit!

Zapomenutí čeští velikáni

„Největším světovým spisovatelem, vynálezcem, malířem, fyzikem, lyžařem a filozofem za posledních sto let byl český velikán Jára Cimrman. Můžeme o tom vést spory, můžeme s tím nesouhlasit, ale to je tak všechno, co se proti tomu dá dělat.“

Jára Cimrman ležící, spící (1983)

Jára Cimrman bez pochyby patří mezi velikány nejen české kultury, ale i české vědy. Bohužel v rozměrech světových se mu mnoho uznání nikdy nedostalo. Nejlépe je tato nedocenenost našeho velikána zdokumentována ve filmu *Jára Cimrman ležící, spící*, kde se nebohý Cimrman pokaždé dostává na patentový úřad jen s drobným zpožděním. Avšak díky těmto časovým rozdílům, někdy jen v rozmezí několika málo vteřin, přišel český národ o autorství tak významných objevů jako jsou kinematograf, telefon, žárovka, akumulátor, dynamo a nebo dynamit.

Jako dalšího nedoceneného Čecha, který je zatěžkán spory ohledně prvenství, bychom mohli uvést neurologa a psychiatra Jana Janského. V dnešní době jsme snad všichni obeznámeni s tím, že se jedná o objevitele krevních skupin. Avšak sám Janský svému objevu nepřikládal skoro žádnou váhu, jeho objev byl málem opomenut a bohužel se mu nedostalo jednoho z nejvyšších vědeckých ocenění.

1. Kdo a ve kterém roce získal Nobelovu cenu za objev krevních skupin? Proč byl původní popis krevních skupin od tohoto vědce neúplný, v čem byl objev Janského lepší? [1 b]

Další příběh českého vědce, který jakoby z některé Cimrmanovy hry přímo vypadl, se odehrál mezi parazitology v letech 1887-1938.

2. Zjistěte, kdo to byl doktor O. Uplavici. Kteří dva vědci by se dali považovat za jeho otce (jeden byl původem Čech, druhý Němec)? Ve které zemi a v jakém roce získal O. Uplavici svůj doktorát? [2 b]

Ale občas ani naši slavní vědci a lékaři neměli na růžích ustláno. Jedním z dalších omylů v překladu, který zejména v českých lékařských kruzích vyvolal nemalé povzdvižení se týká Jana Evangelisty Purkyně.

3. Napište ve kterém známém zahraničním lékařském časopise, a ve kterém roce bylo publikováno, že J. E. Purkyně byl „rakouský kněz z cikánské rodiny“¹. Kdo byl autorem tohoto tvrzení a byla tato chyba opravena?

Nápověda pro hledání: v anglických zdrojích hledejte spíše jméno „Purkinje“ [2 b]

Jak pojmenovávat své objevy

Mezi vědci bývá dobrým zvykem, že tým nebo jednotlivec, který učiní nový objev, jej zpravidla může pojmenovat. Případně pak takový objev nese jméno daného vědce, často však až po jeho smrti, a tak z něj má objevitel pramálo potěchy. Nebyli by to čeští biologové, kdyby alespoň jeden z našich objevů nenesl jméno Járy Cimrmana. Pojmenovány po něm byly například: poddruh myšice malooké (*Apodemus uralensis cimrmani*), štíři (*Heterometrus cimrmani*, *Parabuthus cimrmani* a *Butheoloides cimrmani*), ostružiník Járy Cimrmana (*Rubus jarae-cimrmanii*) nebo střevní kokcidie parazitující u chameleona jemenského (*Isospora jaracimrmani*).

4. Představte si, že jste učinili nový vědecký objev, který musíte pojmenovat. Popište v několika větách tento svůj objev – konkrétní živočišný/rostlinný druh, bakteriální kmen, chemickou sloučeninu, prvek, ... – a pojmenujte jej. Pojmenování musí být co nejvíce v souladu s aktuálními pravidly nomenklatury v dané oblasti! [1.5 b]
5. Vymyslete a stručně popište alespoň tři různé vědecké postupy nebo metody, které byste nutně museli provést k nalezení a popsání svého objevu z předchozí otázky. Opět se pokuste být co nejvíce přesní s ohledem na povahu daného objevu (nový druh pěvce potřebuje k objevení a popisu jiné metody než např. kovový prvek, kmen půdní bakterie, nebo střevní parazit) [1.5 b]
6. Z jakého důvodu nikdy nebude v periodické tabulce prvků zapsán prvek s názvem Bohemium? Mohl by v budoucnu nějaký z prvků nést jméno Cimrmanium? Stručně zdůvodněte, proč ano/ne a navrhněte pro Cimrmanium zkratku, která by mohla být použita v periodické tabulce prvků. [2 b]

Univerzální ptakopysk, Sci-Fi nebo budoucnost zemědělství?

S přibývajícím stupni Celsia a snižujícím se sloupci srážkoměru se čím dál, tím častěji skloňuje jedna palčivá otázka – jak to s námi bude? Naše (evropské) zemědělství je postavené na srážkách a relativním dostatku sladké vody. Stejně tak chov dobytka se stává, vzhledem k množství vypouštěných skleníkových plynů i k narůstajícím etickým otázkám, stále více a více problematickým.

Náš český genius musel tuto situaci předvídat, neboť revoluční objev univerzálního ptakopyska, zvířete produkujícího vejce, mléko, maso, kůži a angorskou vlnu, mohl zemědělství naprosto změnit. Jeho chov se však, pro velkou plachost tohoto tvora, nepovedlo rozšířit. Jak je to ale doopravdy? Uměli bychom takového ptakopyska vyšlechtit?

¹Doslovný překlad z angličtiny

Počínaje psem, lidé postupně domestikovali a šlechtili jak zvířata, tak rostliny. Od metod prostého šlechtění, které lidstvo používá cca 5 000 let. S hlubším poznáním molekulární biologie, došlo k významným pokrokům ve šlechtitelských metodách – od používání gamma radiace pro dosažení náhodných mutací, přes používání virových vektorů po metodu CRISPR. Geneticky modifikovaná zvířata jsou používána pro výzkumné účely (knock out myši pro studium genů, modely genetických nemocí) ale také pro účely léčebné (xenotransplantace neboli transplantace modifikovaných zvířecích orgánů do člověka). Dobytek modifikovaný pro zvýšenou produkci růstového hormonu je komerčně využíván v USA, v EU je zakázán, stejně jako využívání geneticky modifikovaných rostlin.

Dalo by se říct, že díky šlechtění rostlin vznikla civilizace tak jak ji dnes známe – poprvé v historii bylo lidstvo schopné produkovat potraviny v nadbytku (i když z počátku omezeném) – díky tomu se mohli někteří jedinci věnovat činnostem, které neměly s jídlem nic společného. Na začátku stál poznatek, že pečlivým výběrem semen se dají měnit vlastnosti rostlin...

7. Co označujeme jako neolitickou revoluci? Jaký vliv měla na zdraví tehdejších obyvatel a jak to změnila domestikace prvních zvířat? [1 b]

Od prostého šlechtění, jsme se jako lidstvo dostali docela daleko – naším nejnovějším výstřelkem je CRISPR-CAS9 ([video zde](#)), o kterém jste už určitě slyšeli. V EU je genetická modifikace plodin i zvířat v podstatě zakázána (jen pro vědecké účely). V USA jsou pravidla rozvolněnější a co se děje v Číně... pánbůh ví.

8. V EU je používání geneticky modifikovaných plodin a organismů velmi přísně regulováno (v zemědělství zakázáno úplně). Argumentujte alespoň 3 důvody pro a 3 důvody proti tomuto zákazu. [1.5 b]

Genetické modifikace se samozřejmě nepoužívají jen v zemědělství – stále větší pozornosti se jim dostává i v medicíně. Několik genových terapií je již schválených (např. Luxturna nebo Strimvelis). Horkou novinkou, je ale genetická modifikace zvířat pro orgány k transplantaci. Jakkoliv eticky sporné se to může zdát, pro transplantační medicínu to může být významný skok kupředu.

9. Proč je třeba zvíře geneticky modifikovat před xenotransplantací? Proč nemůžeme použít původní orgán zvířete (za předpokladu zhruba stejné velikosti a funkce)? [2 b]

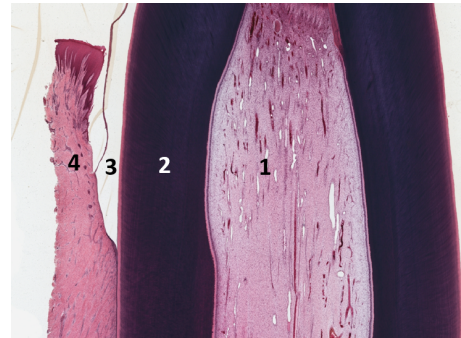
Zuby, pohroma huby

V poslední tématické části naší úlohy, bychom vám rádi představili další disciplínu, ve které Jára Cimrman neskonale vynikal a jež jsme doposud nezmiňovali. Jára Cimrman byl i jedním z průkopníků české stomatologie – se svou kočovnou zubní ordinací na drezíně objížděl města i vesnice a svou šlapací vrtačkou MI6 rozháněl zubní neduhy obyvatelstva. Tématu zubního lékařství se lehce dotýká i jeho detektivní divadelní hra Vražda v salónním kupé, kde vystupuje dokonce zubař/stevard jako jedna z postav.

Než se začneme bavit o zubařích, musíme se podívat, jak takový zub vlastně vypadá. Na přiložené mikrofotografii vidíte řez zubem na úrovni dásně. Špička zubu chybí.

10. Ke každému číslu na obrázku 1 napište název struktury. Proč je sklovina tak tvrdá? [2 b]

Zub je zajímavý i tím, že není pevně připojen ke zbytku kostry – není ani srostlý (jako třeba obratle kosti křížové), vazivově spojený (například kost křížová a kostrč) nebo skloubený (třeba pažní kost a lopatka). Zuby jsou tzv. vklíněné (latinsky *gomphosis*) do dolní i horní čelisti a jištěné měkkými tkáněmi (závěsným aparátem zubním – *parodontem*). Toto spojení je překryto dásní (*gingiva*). Detail takového spoje můžete vidět na obrázku níže (je naznačeno červenou čarou).



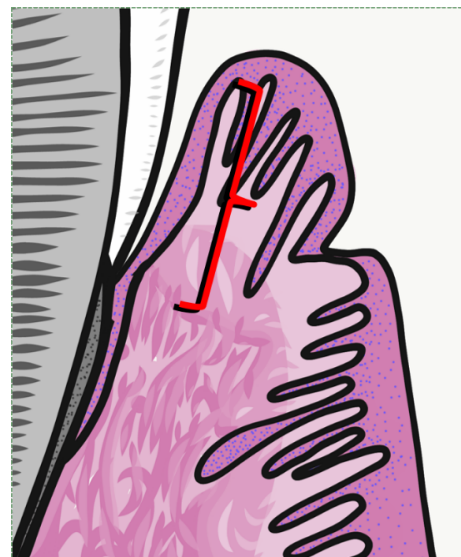
Obrázek 1: Zub s dásní (korunka zubu chybí, barvení hematoxilin-eozin)

11. Co je to paradontóza? Proč vede k větší náchylnosti zubů k zubnímu kazu? [1.5 b]

Pokud se podíváte na již zmíněnou Vraždu v salonním kupé, dozvíte se o používání arsenu jako zubařského anestetika. Arsen se sice jako anestetikum nepoužívá, nicméně zubaři používají jiný těžký kov – rtuť.

12. Kde zubaři rtuť využívají? Jak to, že není pro člověka v tomto případě toxická? Uveďte další využití jinak toxického prvku v medicíně. [2 b]

Díky za řešení naší úlohy! Pevně doufáme, že jste se něco dozvěděli, jak z biologie tak třeba i něco z kultury ;). Pokud máš jakoukoliv otázku, neváhej se nám ozvat na výše uvedených emailech. Budeme se těšit na viděnou!



Obrázek 2: schéma spojení zubu a dásně

6. Phytohormones

20 points

A friendly reminder:

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

Phytohormones are a class of small organic molecules that function as essential regulators of plant growth and development. Phytohormones have substantial effects even at very low concentrations, approximately $10^{-12}M$ to $10^{-6}M$ ². Like animal hormones, plant hormones affect all aspects of plant life. They influence microscopic processes at the cellular level, such as cell division, elongation, and differentiation, as well as macroscopic processes observable by the human eye: germination, rooting, organ development, flowering, and fruiting. However, phytohormones are otherwise diametrically different from animal hormones.

1. For each following statement, decide whether it refers more to phytohormones or animal hormones. If the solution does not seem clear to you, do not hesitate to support your choice with arguments. [3 pt]
 - a) Their chemical structures are usually bigger and more complex.
 - b) They can be produced in almost any part of the body.
 - c) They usually target only a specific group of cells.
 - d) A single type of hormone is often involved in multiple regulatory pathways. Furthermore, multiple hormones mostly collaborate to regulate a specific developmental process.
 - e) In addition to the controlling function, they also perform a signalling function.
 - f) Most of their quantity in the organism is stored in inactive forms, conjugated with sugars.

There are plenty of different molecules that act like phytohormones, therefore we sort them into different classes, depending on their chemical structures. The major classes are **auxins**, **gibberellins**, **cytokinins**, **brassinosteroids**, **jasmonates** and the relatively newly discovered **strigolactones**. Each of these groups contains many different molecules, for example, as of the year 2020, 136 gibberellins have been identified so far. Although chemical structures vary a lot even in the same class of phytohormones, all members of the same class have similar physiological effects. Other important phytohormones, this time quite specific molecules, are **abscisic acid** (well known as ABA), **ethylene** and **salicylic acid**. These do not have a class, but are distinguished on their own.

Now, when we are familiar with the most crucial phytohormones, let's look at their function. But instead of listing each one's function in the plant's body (just like it's taught in most high schools), we're going to do the opposite.

²i.e., In plant juice, only one molecule in a billion is a molecule of our phytohormone. The unit M is refers to $mol \cdot dm^{-3}$

2. For each physiological process shown in the figure below, match the phytohormone that affects it. The signs in parentheses indicate whether you should write the hormone that stimulates or promotes the process (+) or the hormone that inhibits the process (-). The number of signs corresponds to the number of required answers. **Use only the phytohormones listed in bold in the previous text, each must be used at least once.** In many cases there is more than one correct answer.

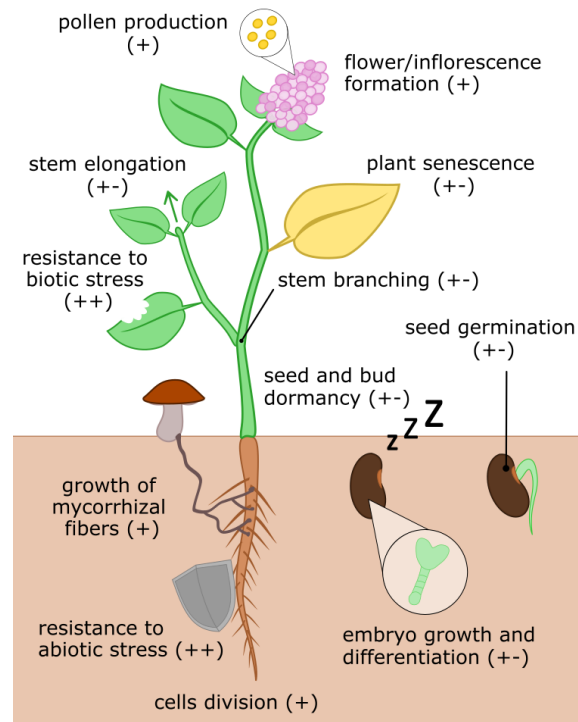
Sample question:

Establishment of leaf polarity (+ + -)

Correct answer:

(++) auxins and brassinosteroids
(-) strigolactones [10 pt]

Now let's discuss some rather interesting facts about a few phytohormones.



3. Find the structure of cytokinins *kinetin* and *zeatin*. They are both derivatives of one well-known molecule X. What is the name of molecule X and in which of the following categories of biomolecules would you classify it: *amino acids*, *lipids*, *nucleobases*, *organic acids*, *sugars*, *terpenes*, or *alkaloids*? [1 pt]
4. After which species of plants are *brassinosteroids* and *salicylic acid* named? Why? [1 pt]

The better knowledge we have about biologically active substances, the smarter and more effectively we can use their effects for our own benefit. Growing plants as a food source is absolutely essential for the whole human population. It is therefore not surprising that phytohormones began to be used very quickly in agricultural and horticultural practice.

5. In your home laboratory, you have vials containing the following phytohormones: *ABA*, *auxins*, *brassinosteroids*, *cytokinins*, *ethylene*, *gibberellins* and *jasmonates*. As passionate gardeners, you are currently dealing with several problems. Which phytohormone could help you in the following situations? [2 pt]
- You received a beautiful bouquet for your birthday and you want to slow down its aging.
 - The grapes you produce are too small and you would like to enlarge them.
 - You have a box of potatoes in the basement and you don't want them to start growing stems.
 - You've acquired a cutting of a rare plant and want to make sure it takes root.

I assume that probably none of us really has vials of phytohormones at home that we could use to enhance our gardening, food growing, and storing. Still, we can benefit from the

power of phytohormones in some cases. For example, one simple but very practical trick can be used in the following situation:

6. You bought bananas at the store, but they don't look very ripe. What trick can you use to make them ripen faster at home? Explain why it works. [1 pt]

How about we test this trick right away?

7. Experimentally verify the functionality of the trick from the seventh task. Describe the process of preparing the experiment and its result. Add photo documentation.

Here is a little advice for you:

- a) Make sure the bananas are as similar as possible.
- b) Don't forget the negative control.
- c) Did the experiment not work? Try to briefly discuss why. [2 pt]

I hope you enjoyed our short excursion into the world of phytohormones and I look forward to your solution ;).