

7. ročník (2022/23)



IBIS

Interaktivní Biologický Seminář

1. sada

Autorské řešení

MUNI | RECETOX

MUNI Ústav experimentální
SCI biologie

Níže naleznete řešení následujících úloh:

1. Neviditelní hrdinové (Eliška L. Frolová)	3
2. Radiological anatomy (Anna Jambrichová)	9
3. Protilátky (Vít Procházka)	13
4. Kůže tak trochu jinak (Monika Kuncová)	19
5. Cimrman biologem, sondy pod povrch největšího českého génia (Eliška Pirnosová, Jan Macek)	22
6. Phytohormones (Hana Slámová)	29

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 *immunitas* pocházející z latiny znamená v českém jazyce „osvobozený“, v historickém kontextu osvobozený od daní a poplatků. Trochu nadneseně se dá slovo imunitní 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]

Schopnost organismu bránit se nepříznivým vlivům ať už z vnějšího nebo vnitřního prostředí, rozpoznávat je a zajišťovat jejich likvidaci. Pokud něco z tohoto selže, dá se říci, že má jedinec oslabenou imunitu.

Antigen je látka často bílkovinné nebo sacharidové povahy, na kterou imunitní systém reaguje a rozpoznává ji. Aby tak mohl učinit, musí být přítomna na buněčném povrchu nebo v rozpustné formě.

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]

16 – 15 pojmů = 4 body, 14 – 12 pojmů = 3 body, 11 – 7 pojmů = 2 body, 6 – 2 pojmy = 1 bod

1. nádorovými, 2. vrozená, 3. rychle, 4. kůže, 5. mechanickou, 6. lysozym, 7. granulocyty, 8. buněčné, 9. makrofágy, 10. humorální, 11. látková, 12. interferony, 13. cytokinů, 14. komplement, 15. dendritické, 16. získanou

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. Spolu-

pracuje 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) -----:

- 8) -----
- 8) -----
- 10) ----- neboli 11) -----

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.

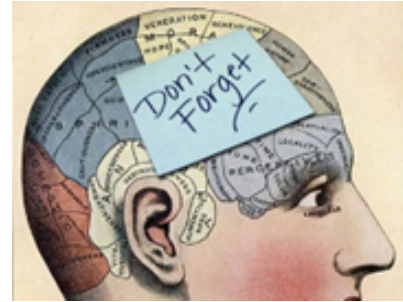
Obrázky



Obrázek 1: varianta a)



Obrázek 2: varianta b)



Obrázek 3: varianta c)

Doplňující otázky:

a) Co je to opsonizace?

Jedná se o proces, kdy jsou buňky či částice označeny k fagocytóze, tedy k pohlcení jinými buňkami.

b) Podle čeho se jmenují B-lymfocyty?

Podle Fabriciovy burzy, centrálního imunitního orgánu ptáků, kde byly B-lymfocyty poprvé objeveny.

ŘEŠENÍ:

Protilátky (imunoglobuliny) – 10)/11) humorální/látková – Funkce b) – Obrázek 1 – obrázek nám znázorňuje tzv. VDJ rekombinace, díky níž existuje mnoho variant protilátek
B-lymfocyty – 8) buněčná – Funkce a) – Obrázek 3 – obrázek hlavy s textem don't forget evokuje paměťové buňky, jeden z typů B-lymfocytů

T-lymfocyty – 8) buněčná – Funkce c) – Obrázek 2 – (na obrázku se nachází brzlík – thymus, díky němuž dostaly T-lymfocyty své jméno, neboť v něm probíhá jejich pozitivní a negativní selekce)

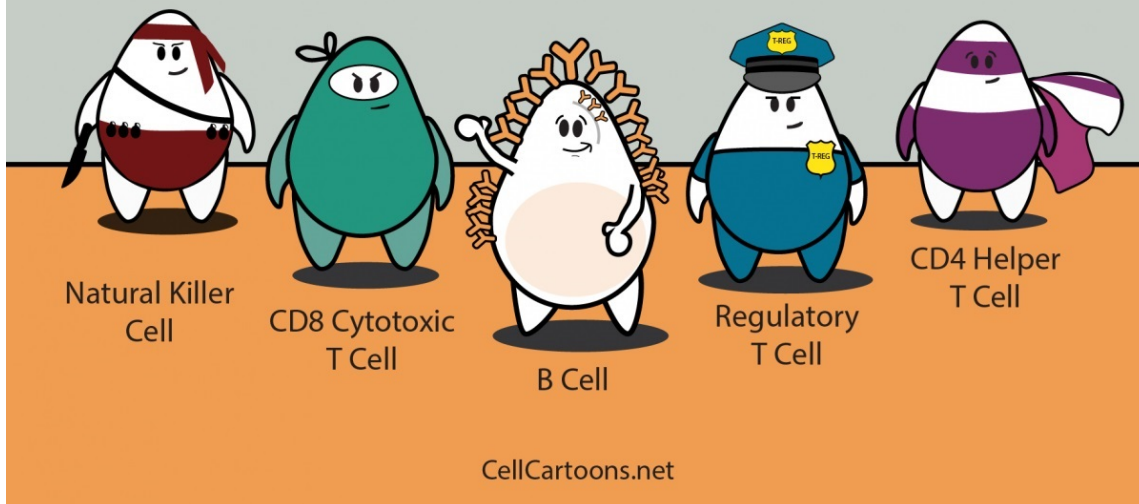
T-lymfocyty regulační – Upřesnění b)

T-lymfocyty pomocné – Upřesnění a)

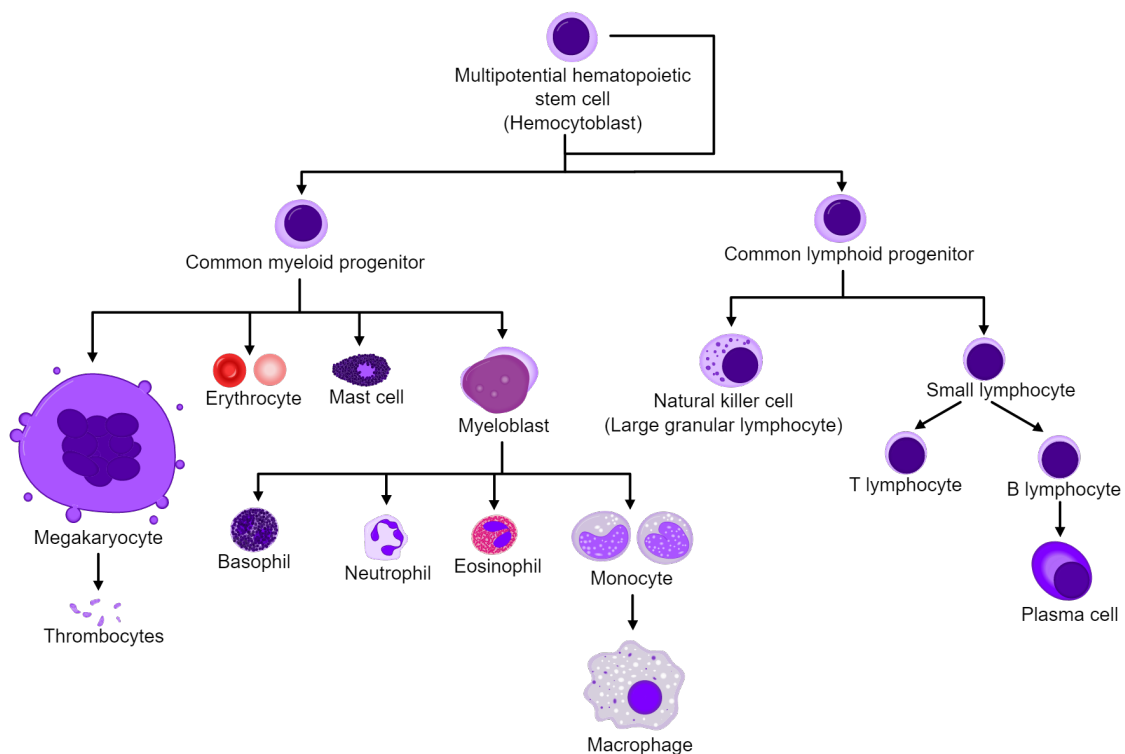
T-lymfocyty cytotoxické – Upřesnění c)

Jsem schopna akceptovat i záměnu obrázků mezi sebou s patřičným zdůvodněním

Lymphocytes



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)

Zdroje

[778 Thymus Gland Stock Photos and Images - 123RF](#)

[Antibody Types: IgM, IgA, IgD, IgG, IgE and Camelid Antibodies \(news-medical.net\)](#)

[Case of the Malleable Memory — Psychology Today](#)

[VDJ Recombination Flashcards — Quizlet](#)

[All Cartoons – Cell Cartoons](#)

[Hematopoiesis simple - Haematopoiesis - Wikipedia](#)

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]

Wilhelm Röntgen, 1895

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

To the wife of W.Rontgen. It was the first image ever taken. (You can see her wedding ring on)

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]

An X-ray is produced when a negatively charged electrode is heated by electricity and electrons are released, thereby producing energy. That energy is directed toward a metal plate, or anode, at high velocity and an X-ray is produced when the energy collides with the atoms in the metal plate. (A simpler explanation is sufficient.)

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]

Picture 1: *cor*, *costae*, *diaphragma*

Picture 2: *ulna*, *radius*, *os capitatum*



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]

An X-ray is usually used to capture bones, while CT scans are used to capture soft tissues. CT is more toxic for the body. (CT scans can be used to capture bones in some cases as well.)

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]

Teodor is, because of the CT scans.

Teo:

$$0.1 \text{ mSv} (= 1 \text{ X-ray}) \times 5 = 0.5 \text{ mSv}$$

$$10 \text{ mSv} (= 1 \text{ CT scan}) \times 3 = 30 \text{ mSv}$$

$$= 30.5 \text{ mSv in total}$$

Kačka:

$$0.035 \text{ mSv} (= 1 \text{ flight}) \times 7 = 0.245 \text{ mSv in total}$$

The calculations are approximate, there are a lot of different values, especially the flight is not defined (for how many hours, etc.), but the final answer should be that Teo is more prone to cancer afterwards.

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]

The scanner first aligns the nuclear spins of hydrogen atoms in the patient and starts rotating them in a perfect concert. The nuclei emit maximum-strength electromagnetic waves at the start, but over time the rotating spins get out of synch, simply due to small differences in local magnetic fields. The unsynchronized spins cause the combined electromagnetic signal to decay with time, a phenomenon called relaxation. A slice is selected applying a gradient in a particular direction (X, Y or Z). Magnetic resonance signals are then formed by means of the application of magnetic field gradients along three different directions. Finally, the signals are acquired and Fourier transformed to form a two-dimensional or three-dimensional image.

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]

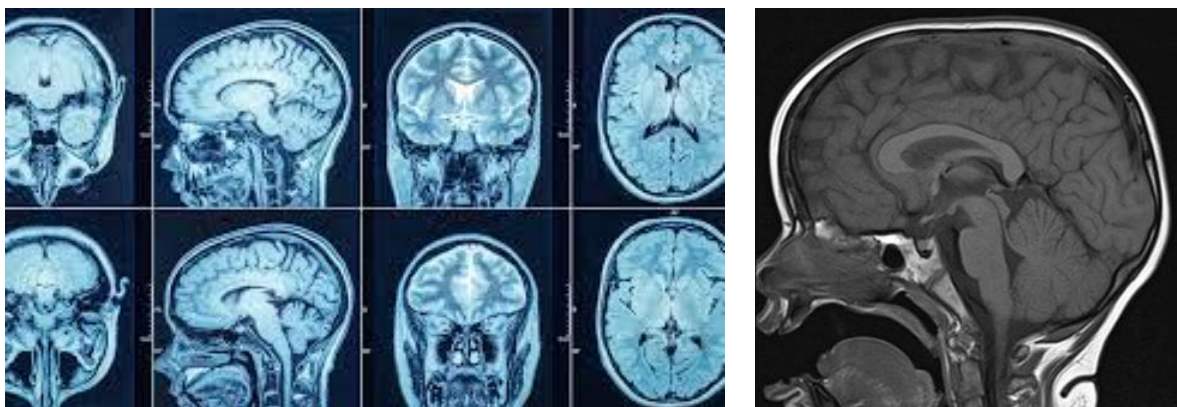
MRI. It does not use any radiation.

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

CT MRI

CT X-ray

X-Ray gives us a two dimensional picture of calcified structures - bones, teeth, bladder stones etc. You won't see much soft tissues on X-rays. The CT on the other hand can portrait soft tissues. However, the bones remain white on these pictures - they still absorb majority of the X-rays. The MRI works on a different principle - it visualizes the amount of water in the tissue. The soft tissues are therefore the brightest and calcified tissues the darkest.

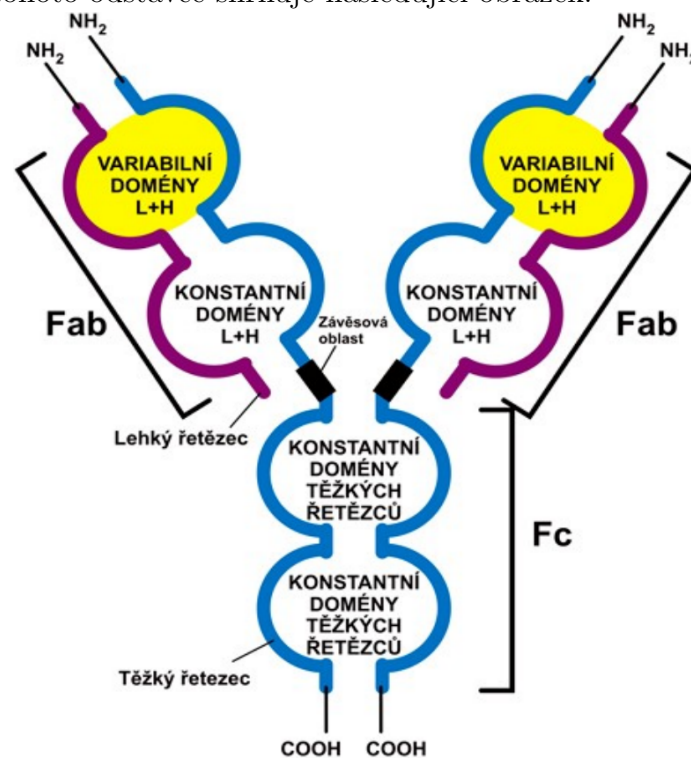




3. Protilátky

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) a dvěma těžkými (H) 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 následující obrázek:



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]

antigen = celá rozpoznávaná molekula, epitop = ta její část, na kterou se váže protilátka; všechny možné nekovalentní vazby

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-lymfocyту ale vždy cílí jen na jeden antigen, resp. epitop.

2. K následujícím výroky přiraďte, kterých izotypů protilátek se týkají. [3 b]

a) Vyskytují se jako monomer

IgD, IgE, IgG

b) Tvoří dimer

IgA

c) Tvoří pentamer

IgM

d) Vyskytují se i v membránové formě (v cytoplazmatické membráně B-lymfocytů jako součást tzv. BCR)

IgA, IgD, IgE, IgG, IgM

e) Jsou typickou součástí primární protilátkové odpovědi

IgM

f) Mají v organismu největší zastoupení a nejdelsí poločas rozpadu

IgG

g) Jsou nejčastějším izotypem v rámci slizniční imunity

IgA

h) Slouží k obraně vůči parazitům, často se účastní alergických reakcí

IgE

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, uvažuji 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-lymfocyту. 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-lymfocyту.

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

genem 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]

vrozená: minuty; adaptivní: primární 7-10 dní, sekundární 3-5 dní

4. V jaké vývojové fázi B-lymfocytu probíhají somatické hypermutace a k čemu slouží? [1 b]

po primární aktivaci, zvýšení afinity

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-lymfocytu, 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 spotřeba 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]

vyšší avidita (na druhou stranu může docházet ke kompetici o týž epitop), technicky snazší produkce (resp. její zahájení) . . .

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. Dohledejte 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]

předpona je náhodná; -vi- značí, že jde o protilátku proti viru; -mab je monoklonální protilátka. Informace o použitém živočišném druhu není od roku 2017 součástí názvu.

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]

Pasivní imunizace: protilátky zůstávají v těle krátkodobě, vhodná pro terapii probíhajícího onemocnění. Aktivní imunizace: dlouhodobější, preventivní.

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]

HAMA (human anti-mouse antibodies): myší protilátky jsou lidským imunitním systémem vnímány jako cizí a tvoří se protilátky proti nim. Variant úpravy protilátek je několik.

Chimérické protilátky: rekombinantní, variabilní doména je použita z myší protilátky specifické pro daný antigen, konstantní doména je lidská

Humanizované protilátky: podobné chimérickým, ale s ještě větším podílem lidských sekvencí, myšího původu jsou pouze oblasti CDR (complementary determining region), tedy aminokyselinové zbytky, jež přímo interagují s antigenem

Lidské protilátky: produkce např. metodou phage display (vazebné místo, poté nutno připojit lidskou konstantní doménu podobně jako u chimérických), nebo izolace z imunních pacientů (vzpomeňte na výzvy k darování krevní plazmy)

Infekční choroby zdaleka nejsou jediné, jež lze dodáním protilátek léčit. Známa 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, 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]

Imunoprecipitace: Každá protilátka má dvě vazebná místa, při vhodném poměru koncentrací protilátky a antigenu se vytvoří velké shluky molekul, které budou nerozpustné a tím pádem pozorovatelné.

Kvantitativní provedení je možné, koncentraci stanovíme metodami založenými na rozptylu světla – turbidimetricky (měření intenzity světla prošlého vzorkem) či nefelometricky (měření intenzity rozptýleného světla).

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]

Možností je mnoho, autorské řešení určitě není vyčerpávající.

Mnohé způsoby značení jsou založeny na interakci biotin-avidin (resp. streptavidin), jedné z nejsilnějších interakcí v biochemii. Protilátky lze snadno označit biotinem či jeho analogem, kdy vhodný derivát biotinu (ester s N-hydroxysukcinimidem) reaguje s primárními aminoskupinami zbytků lysinu. Značka zase obsahuje připojený avidin.

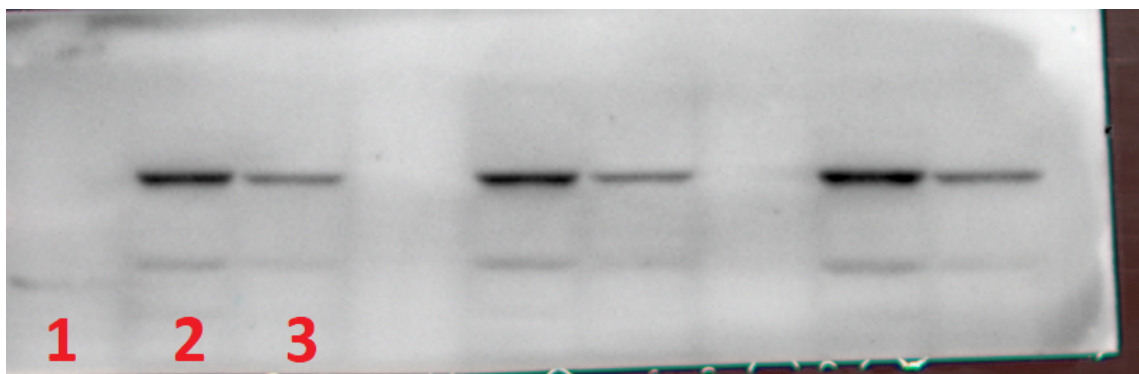
Značka může být například fluorescenční nebo enzymatická. Za všechny fluorescenční značky jmenuji alespoň notorický známý zelený fluorescenční protein (GFP) a jeho syntetické různobarevné deriváty.

Enzymatickou značkou je například křenuvá peroxidasa, která katalyzuje oxidaci různých substrátů peroxidem vodíku. Substráty mohou být chromogenní, např. TMB (3,3',5,5'-tetramethylbenzidin), nebo luminiscenční, např. luminol.

Další rozšířenou enzymatickou značkou je alkalická fosfatasa, katalyzující například defosforylaci p-nitrofenylfosfátu za vzniku žlutého nitrobenzenu.

Uznávám i další odpovědi: jiné enzymatické či fluorescenční značky, radioaktivní značky, značky na bázi těžkých kovů...

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]

1 – úplné umlčení, 2 – kontrola, 3 – částečné umlčení

12. Před přidáním protilátek je membrána inkubována s mlékem či roztokem bovinního sérového albuminu. Jaký význam má tento krok? [1 b]

protilátky jsou také proteiny, takže by se vázaly na celou plochu membrány (nejen tam, kde byl přebloťován protein zájmu) a nebylo by možné rozpoznat jednotlivé bandy

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]

Stanovení protilátky, tzv. capture ELISA. Postup je stejný, akorát vzorek obsahuje protilátku. Značená protilátka se váže na stanovovanou protilátku, typicky na Fc doménu.

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]

Posuzováno individuálně.

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.

a)	R	E	P	T	I	L	I	E		
b)		K	I	D	S	K	I	N		
c)	U	S	E	Ň						
d)		Š	A	G	R	É	N			
e)			T	E	L	E	T	I	N	A
f)		V	E	L	U	R				
g)	T	E	X	T	I	L	I	E		

Tajenka: Piñatex

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]

Piñatex se vyrábí z jádra ananasových listů. Na výrobu 1 m² této textilie je zapotřebí cca 16 ananasových rostlin či 480 listů. Odhady budou posuzovány individuálně.

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]

Nasbírané listy se podrobují tzv. dekortizaci, kdy se oddělí vlákno od biomasy, která se dále využívá jako hnojivo. Oddělená vlákna se pečlivě vyperou ve vodě a nechají uschnout. Poté se pečlivě pročešou a utká se z nich prvotní materiál, který se posílá z Filipín do Španělska, kde probíhá speciální povrchová úprava dodávající materiálu vzhled kůže a barvení přírodními látkami. Následně se již „kůže“ prodává k distribuci oblečení, bot, kabelek a dalšího spotřebního zboží.

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 pojďme 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]

Malai

6. Jaké je vědecké jméno bakterie, která se na procesu výroby nejvíce podílí? [0.5 b]

Acetobacter Xylinum

7. Pokuste se popsat způsob výroby tohoto materiálu od kultivace bakterií až po vznik finální textury. [2 b]

Živné prostředí (kokosová voda, čaj, vinné usazeniny ze sudů, ananasový džus atd) se vysterilizuje a následně se zde kultivují bakterie, které potřebují k životu hlavně kyslík, vhodnou teplotu a vhodný substrát. Nádoby s bakteriemi je potřeba držet v co nejsterilnějším prostředí kvůli možnému zánosu jinými mikroorganismy z ovzduší a držet je mimo dosah přímého světla.

Proces fermentace trvá asi dva týdny, na konci vzniká arch želovitého materiálu, do kterého jsou přidána rostlinná vlákna, nejčastěji vlákna banánová, konopná a sisalová. Pevnost hmoty lze zvýšit přidáním přírodních pryskyřic a gum. Následuje sušení na vzduchu, barvení a ošetření směsí přírodních olejů a škrobů. Vzniká pevný, ohebný a voděodolný materiál, jehož barevná škála je omezená přírodními rostlinnými pigmenty (například indigo, madder či kurkuma).

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]

Posuzováno individuálně.

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]

Posuzováno individuálně.

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. Cimetrman 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 Cimetrmanologii. Zvědavost nám nedala a museli jsme se zamyslet nad některými nápady z Cimetrmanova pera, jeho nápady totiž občas zabrousily i do biologických vod a některé Cimetrmanovy 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 Cimetrman 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

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]

Nobelova cena v oblasti fyziologie a medicíny byla za objev krevních skupin udělena rakouskému biologovi a imunologovi Karlu Landsteinerovi roku 1930. Ve své práci z roku 1901 popsal pouze tři krevní skupiny a to sice A, B a 0, kterou tehdy označil písmenem C. Janský ke svým závěrům dospěl o šest let později, avšak správně našel a klasifikoval i čtvrtou krevní skupinu – dnes označovanou AB. Ve své práci krevní skupiny pojmenoval I., II., III., IV.

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. Kterí 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]

Původ vědce O. Uplaviciho tkví v pouhopouhé překladatelské chybě, jež se dopustil Německý lékař Stephanos Kartulis. Omylu se dopustil při překladu práce českého parazitologa Jaroslava Hlavy s názvem O úplavici – předběžné sdělení. Název článku špatně pochopil a jako jeho autora uvedl jméno O. Uplavici zatímco jméno Dr. Hlavy ze článku úplně vynechal. Překvapivě získal O. Uplavici také doktorát a to sice roku 1910 v časopise Index-Catalogue of Medical and Veterinary Zoology tj. technicky ve Spojených Státech Amerických, díky dalšímu citačnímu omylu – zde se totiž jeho jméno vyskytlo zcela nepodložené s titulem Dr. v závorce.

Tento neexistující vědec – omyl – byl citován přibližně dalších 50 let, než se podařilo jeho původ odhalit. Vše uvedl na pravou míru britský lékař Clifford Dobell roku 1939.

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]

Autorem tohoto zavádějícího tvrzení byl James Collier. Úryvek (původně snad text z jeho přednášky) se objevil v časopise Lancet 20. 10. 1934 a posléze také v British Medical Journal 24. 11. 1934.

Podnět k opravě dal český profesor Vojtěch Suk a otisk jeho dopisu, který chybu vysvětluje a napravuje, vyšel v tzv. „reprintu“ časopisu Lancet již 3. 11. 1934.

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-cimrmani*) nebo střevní kokcidie parazitující u chameleona jemenského (*Isospora jaracimrmani*).

¹Doslovný překlad z angličtiny

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]

Posuzováno individuálně.

Použitá literatura k vyhodnocení otázky zahrnuje např.:

Mezinárodní kód zoologické nomenklatury

Mezinárodní kód botanické nomenklatury

(tištěné vydání Slovenskej botanickej spoločnosti rok 1995)

IUPAC doporučení pro pojmenovávání nových prvků 2016

Mezinárodní kód nomenklatury prokaryot

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]

Posuzováno individuálně.

Příkladem metod a postupů může být: výzkum v terénu, analýza DNA – sekvenace, BLAST, kultivace v laboratoři, odběr vzorků, popis morfologie a anatomie – srovnání s příbuznými jedinci, inventarizace dané položky ve sbírce nebo herbáři, spektrofotometrie, pozorování rozpadové řady, ...

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]

Bohemium:

Jako bohemium byl v minulosti (roku 1934) nesprávně označen dosud neobjevený prvek s protonovým číslem 93 známý jako neptunium. Odolen Kobilic, který si myslel, že tento prvek objevil, však našel pouze směs solí stříbra, wolframu a vanadu. Nárok na pojmenování prvku 93 tak připadl týmu amerických vědců, kteří jej již skutečně objevili roku 1940. Podle doporučení IUPAC pro pojmenovávání prvků (viz např. doporučení z roku 2016: www.degruyter.com) nemůže být jméno, kterým byl některý z prvků v literatuře, byť jen dočasně, označen, použito znovu. Proto se v periodické tabulce prvků bohemium nikdy neobjeví.

Cimrmanium:

Tradičně se prvky pojmenovávají po: mytologických postavách, minerálech, zemích nebo místech, vědcích nebo svých význačných vlastnostech, přičemž, název by měl být s prvkem nějakou měrou propojen (země nebo místo objevení, mytologický koncept nebo postava, která přeneseně vystihuje vlastnosti prvku, ...).

Možnost navrhnout jméno nového prvku má samozřejmě tým, který jej objevil. Proto teoreticky nic nebrání tomu, aby se v budoucnu některý z prvků jmenoval cimrmanium. Značkou by pak bylo pravděpodobně Ci. Pokud se na problém však podíváme realisticky, není schválení takového návrhu moc pravděpodobné, neboť Cimrman je fiktivní česká postava a s objevením prvku tedy nemůže mít nic společného. Zároveň je obecně vnímán jako kulturní element nikoliv jako vědec a určitě tu jsou nebo byli jiní, skuteční, čeští vědci, kteří by si své jméno v periodické tabulce rozhodně zasloužili. V neposlední řadě by trvalo velmi dlouho takovýto návrh vysvětlovat a obhajovat před světovou vědeckou komunitou, neboť ne všichni tomuto českému humoru rozumějí, viz podobný problém, který nastal roku 2021 s pojmenováním české polární stanice: www.novinky.cz

Univerzální ptakopysk, Sci-Fi nebo budoucnost zemědělství?

S přibývajícím stupněm 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?

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]

Neolitickou revolucí označujeme přechod společnosti lovců - sběračů směrem ke společnosti soustředěné na pěstování plodin. Tento proces se odehrál zhruba před 11 tisíci lety.

Neolitická revoluce znamenala zásadní změny ve společenské struktuře společnosti - přechod od malých tlup k větším zemědělským společnostem. To jednak znamenalo tvorbu hierarchie, ale mělo to i závažné následky pro zdraví obyvatel. Přechod k zemědělství zna-

menal dietu, založenou především na sacharidech (uhlovodících) a ztrátu zdrojů proteinů a některých stopových prvků (typicky vápníku). To znamenalo zpomalení růstu u dětí, obecně menší vzrůst a robustnost kostry. Poprvé v historii lidstva vznikl hladomor - pokud se neurodilo obilí, lidé neměli co jíst (sídlitě byla na jednom místě a dala se těžko opustit - přírodní zdroje v okolí se rychle vyčerpaly).

Některé z těchto problémů vyřešila domestikace zvířat. Znamenala zdroj mléka (a tedy vápníku, lipidů a proteinů), stejně jako masa, kůží atp. Domestikace s sebou však přinesla nové problémy, zoonózy.

Zoonózy jsou choroby, které se přenášejí ze zvířat na člověka. Nově vzniklé velké komunity prvních zemědělců byly ale na infekční choroby extrémně náchylné kvůli špatné hygieně, přeplněným sídlitím atd. Například mor, jakožto lidské onemocnění, vznikl pravděpodobně v Číně právě přenosem původně zvířecí bakterie.

Od prostého šlechtění, jsme se jako lidstvo dostali docela daleko – naším nejnovějším výstřelkem je CRISPR-CAS9 (VIDEO), 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]

Otázka bude hodnocena individuálně, dle argumentace.

Mé tři důvody pro:

- efektivnější využití přírodních zdrojů (vypěstují víc jídla s méně zdroji),
- možnost obohacení plodin o nedostatkové živiny (např. zlatá rýže),
- využití v medicíně (genetické terapie, např. luxturna)

Mé tři důvody proti:

- potenciální ohrožení původních druhů (kompetitivní výhoda GMO),
- neúplně prozkoumané dopady modifikací na stabilitu genomu organismu,
- špatný vliv některých GMO na životní prostředí (např. indukce odolnosti vůči pesticidům vede k většímu používání pesticidů na polích)

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]

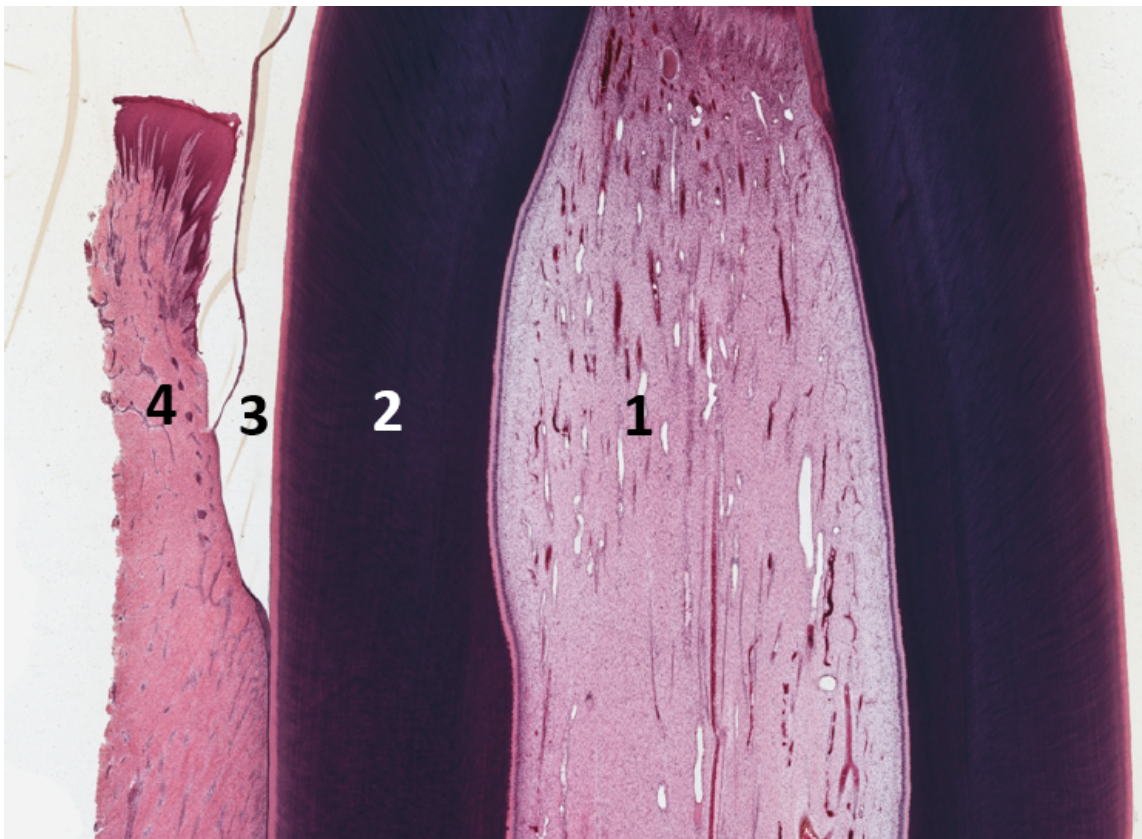
Je to kvůli reakci imunitního systému - všechny buňky na sobě mají tzv. glykokalyx. Je to soubor molekul (lipoproteinů, glykoproteinů), které umožňují imunitnímu systému

rozpoznat vlastní od cizích buněk (a dokonce i mutované buňky vlastního těla od těch zdravých). Buňky zvířete budou tedy mít jiný glykokalyx a náš imunitní systém se je bude velmi usilovně snažit zničit. Tomu se dá předejít právě genetickou modifikací - „knock-outem“ specifických genů, které kódují imunologicky aktivní molekuly se dá docílit tolerance např. prasečího srdce v lidském pacientovi (koho by zajímalo dále: ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8961469)

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 drezině 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.



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

10. Ke každému číslu napište název struktury. Proč je sklovina tak tvrdá?

[2 b]

1. Zubní dřev
2. dentin
3. sklovina
4. dásně

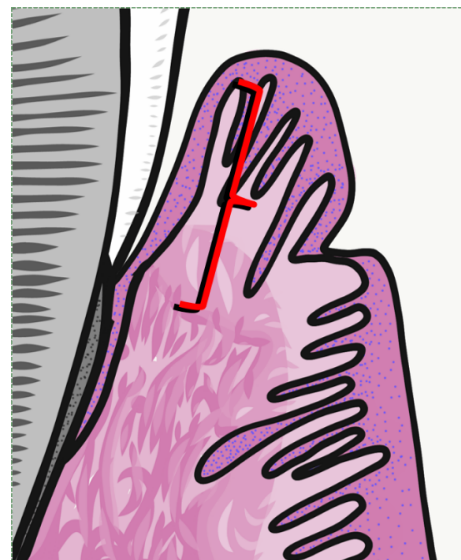
Sklovina je nejvíce mineralizovanou částí těla - obsahuje přes 90% anorganických sloučenin (narozdíl třeba kost obsahuje ani ne 60%). Vyšší obsah hydroxyapatitu znamená vyšší tvrdost, ale i vyšší křehkost (právě proto obsahují normální kosti i spoustu organické složky).

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).

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

Paradontóza je odchlípení dásně od krčku zubu (tzv. *gingivodentálního* uzávěru, *gingiva* = dásně, *dens* = zub). Právě pod tímto uzávěrem končí sklovina a povrch zubu je kryt pouze dentinem, který je mnohem méně odolný. Při odchlípení dásně je tedy obnažen dentin, který je pro ústní stafylokoky snadnou kořistí.

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.



Obrázek 2: schéma spojení zubu a dásně

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]

Rtuť je používána v zubních plombách. Je součástí tzv. amalgámů (sloučenin rtuti s jinými kovy např. stříbrem). Tyto sloučeniny jsou extrémně nerozpustné a velmi mechanicky odolné - rtuť se tedy nemůže do organismu nijak dostat.

Podobného principu se využívá například v rentgenologii. Využívá se zde baria, které je pod RTG zářením velmi kontrastní a dá se tak například velmi dobře zobrazit trávicí trakt. Barium je však extrémně toxické. Je proto podáváno jako „bariová kaše“, síran barnatý, který je taktéž nerozpustný.

Dále se dá uvést např. radium, kobalt, radioaktivní izotopy jodu nebo technecium (ozařování a zobrazovací metody) a další.

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!

6. Phytohormones

20 points

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.

Animal hormones. E.g., peptide hormones, which are common in animals, are not found in plants.

- b) They can be produced in almost any part of the body.

Phytohormones. Animal hormones are produced only by specific cells in special glands.

- c) They usually target only a specific group of cells.

Animal hormones

- d) A single type of hormone is often involved in multiple regulatory pathways. Furthermore, multiple hormones mostly collaborate to regulate a specific developmental process.

Phytohormones. Just look at the author's solution to task 2 ;)

- e) In addition to the controlling function, they also perform a signalling function.

Phytohormones. They replace the function of the missing nervous system.

- f) Most of their quantity in the organism is stored in inactive forms, conjugated with sugars.

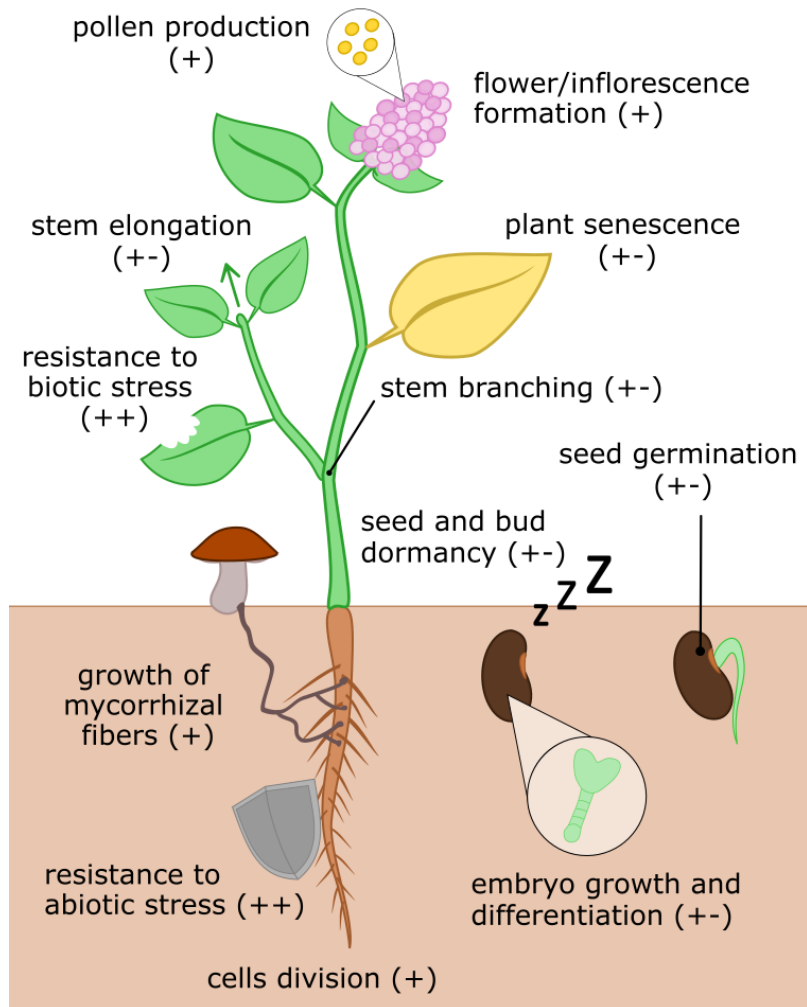
Phytohormones.

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

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

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.



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

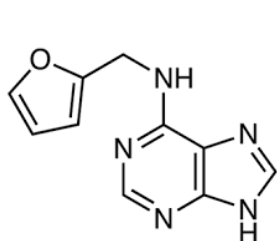
[10 pt]

Pollen production: (+) brassinosteroids, gibberellins	Growth of mycorrhizal fibers: (+) strigolactones
Flower/inflorescence formation: (+) gibberellins, salicylic acid	Cells division: (+) auxins, cytokinins, gibberellins
Stem elongation: (+) auxins, brassinosteroids, gibberellins (-) ethylene	Embryo growth and differentiation: (+) auxins (-) abscisic acid
Stem branching: (+) cytokinins (-) strigolactones	Seed germination: (+) brassinosteroids, cytokinins, gibberellins, strigolactones (-) abscisic acid
Resistance to biotic stress: (++) jasmonates, salicylic acid	Seed and bud dormancy: (+) abscisic acid (-) gibberellins
Resistance to abiotic stress: (++) abscisic acid, brassinosteroids, ethylene	Plant senescence: (+) abscisic acid, ethylene (-) cytokinins, salicylic acid

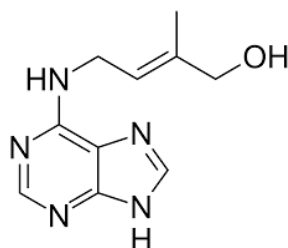
Now let's discuss some rather interesting facts about a few phytohormones.

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]

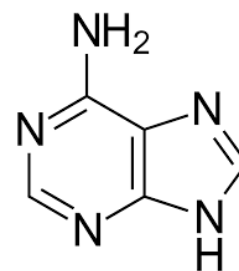
They are both derivatives of adenine which is one of the nucleobases in DNA and RNA.



kinetin



zeatin



adenine

4. After which species of plants are *brassinosteroids* and *salicylic acid* named? Why? [1 pt]

Both phytohormone classes were named after latin name of the plant, they were first isolated from. *Brassinosteroids* were isolated from rapeseed (lat. *Brassica napus*) pollen in 1970s and *Salicylic acid* from a willow tree bark (lat. *Salix*).

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]

a) You received a beautiful bouquet for your birthday and you want to slow down its aging.

Cytokinins

b) The grapes you produce are too small and you would like to enlarge them.

Gibberellins

c) You have a box of potatoes in the basement and you don't want them to start growing stems.

ABA

d) You've acquired a cutting of a rare plant and want to make sure it takes root.

Auxins

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]

Close them in one plastic bag with several ripe apples. Apples are good producers of ethylene, which, as a gas, escapes from the fruit into the surroundings. Thereby it affects bananas and induces their ripening. In addition, bananas themselves are quite sensitive to ethylene, so they ripen in a few hours to days. For other fruits, this trick may not work as effectively.

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]

One of the possible designs of the experiment is following:

I bought 3 unripe bananas (I made sure they are approximately the same size and the stage of ripeness).

- The first one was placed in a plastic bag together with a ripe apple.
- The second one was placed in a plastic bag alone (control without apple, still the ethylene produced by bananas will concentrate and thus can influence the fruit again).
- The third one was kept in fresh air (true negative control, this is how we store bananas normally). I checked the bananas three to four times a day. I stopped the experiment when I could observe the differences between banana ripeness.

Evaluation of the results of experiments and photo documentation were evaluated individually :)

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