

Biologický korespondenční seminář



Biozvěst

Ročník 8

Série 1 – řešení

Milé řešitelky, milí řešitelé,

doufáme, že se Vám úlohy 1. série 8. ročníku líbily a zároveň jste se při jejich řešení dozvěděli hodně nových informací. Jak moc jste se shodli s autory si můžete ověřit na následujících řádcích.

Přejeme příjemné čtení!
autoři Biozvěsta

Úloha 1: Biomembrány

Autor: Václav Bočan

Počet bodů: 19

První úloha se bude věnovat samozřejmě, ale přesto fascinující biologické struktuře – membráně. Membrány jsou univerzálně přítomné u všech známých forem života (pokud nepovažujeme viry za živé). Vykonávají řadu funkcí, protože mají řadu unikátních vlastností. Pojďme je společně prozkoumat.

1. **Základním stavebním kamenem biomembrán jsou fosfolipidy. Právě fosfolipidy mohou tvořit membrány, protože struktura jejich molekul se vyznačuje jednou důležitou vlastností ve vztahu k molekulám vody. Popište tuto interakci fosfolipidu s vodou vyplývající ze struktury a pojmenujte ji termínem.**

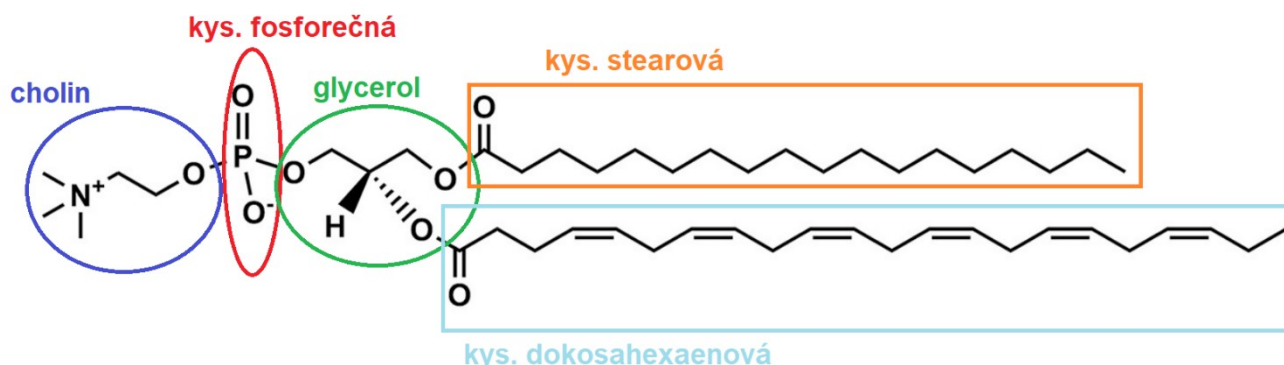
Molekuly fosfolipidů musí být tzv. amfipatické. To znamená, že část molekuly je hydrofobní (s vodou neinteraguje), zbytek je hydrofilní (s vodou interaguje ochotně). Hydrofobní část je tvořena zbytky mastných kyselin, hydrofilní část atomem fosforu a „polární hlavičkou“, což je malá nabitá nebo alespoň polární skupina navázaná na atom fosforu.

celkem 1,5 bodu

za termín amfipatický 0,5 bodu

za vysvětlení (část hydrofilní, část hydrofobní) 1 bod

2. **Nakreslete molekulu fosfolipidu, který vznikne spojením glycerolu, kyseliny fosforečné, kyseliny stearové, kyseliny dokosaheptaenové a cholinu. Barevně vyznačte atomy podle jejich původu z výchozích molekul.**



Obr. 1: Struktura fosfolipidu podle zadání 1. otázky. (Zdroj: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S000634951500867X>, upraveno)

Kyselina stearová (nasycená mastná kyselina s 18 uhlíky) a kyselina dokosaheptaenová (nenasycená mastná kyselina s 22 uhlíky a 6 nenasyčenými vazbami) tvoří nepolární část fosfolipidu, obrácenou dovnitř membrány. Obě kyseliny jsou připojeny na molekulu glycerolu (alkoholu s třemi -OH skupinami) esterovou vazbou. Třetí -OH skupina glycerolu je vázaná fosfoesterovou vazbou se zbytkem kyseliny fosforečné a polární skupiny, alkoholu cholinu (který má kladný náboj a snadno interaguje s vodou). Správnou strukturu zobrazuje obr. 1.

celkem 2 body

za strukturu 1 bod

za vyznačení původních molekul 1 bod

za chybné náboje minus 0,5 bodu

za chybnou cis-trans isomerii minus 0,5 bodu

3. Jaký dvouslovný termín týkající se membrán je ukryt v těchto obrázcích (obr. 2)? Napište jej a vysvětlete, co znamená.



Obr. 2: Hádanka k otázce 2. Který termín týkající se membrán je zde ukrytý? (Zdroj: <https://en.wiktionary.org/wiki/liquid>, <https://inastone.com/images/foto%20mozaic%203.jpg?crc=4099579619>)

Tekutá mozaika. „Model tekuté mozaiky“ popisuje chování molekul fosfolipidů v biologické membráně. Molekuly se chovají, jako by byly tekuté – náhodně difundují a posouvají se do stran. Neopouští však dvourozměrnou plochu membrány. Při troše představivosti potom připomínají mozaiku, jejíž kameny se volně přelévají z místa na místo.

celkem 2 body

za tekutou mozaiku 1 bod

za vysvětlení 1 bod

4. Zastoupení různých fosfolipidů v membráně odráží teploty, kterým je membrána (potažmo celý organismus) vystavena. Teplota totiž ovlivňuje mnoho fyzikálních parametrů membrán, např. její tuhost, na což musí buňka reagovat. Následující tabulka shrnuje zastoupení fosfolipidů v membráně kvasinky *Candida utilis* vystavené různým teplotám. Doplňte, které řádky obsahují hodnoty pro kultivaci kvasinky při 10 °C, 20 °C, nebo 35 °C. Názvy různých mastných kyselin ve fosfolipidech jsou zapsány číselnou zkratkou (např. 18:2 znamená 18uhlíková mastná kyselina se dvěma dvojnými vazbami). Pokuste se shrnout hlavní trend změny zastoupení mastných kyselin při změně kultivační teploty a vysvětlete, proč se složení membrány mění.

Fosfolipid	16:0 (%)	18:0 (%)	16:1 (%)	18:1 (%)	18:2 (%)	18:3 (%)	Teplota
fosfatidylcholin	8,8	0,5	5,7	24,2	33,5	27,3	20 °C
fosfatidylcholin	13,5	2,5	1,7	19,2	49,1	14,0	35 °C
fosfatidylcholin	5,9	0,9	19,5	12,2	23,1	38,4	10 °C
fosfatidylethanolamin	6,9	stopy	8,0	25,2	38,9	21,0	20 °C
fosfatidylethanolamin	5,9	stopy	17,5	17,7	35,7	23,2	10 °C
fosfatidylethanolamin	9,0	stopy	2,8	20,5	32,6	15,1	35 °C

Teploty je možné přiřadit podle změny zastoupení (ne)nasyčených mastných kyselin. Nasyčené mastné kyseliny mají vyšší bod tání než nenasycené – proto je například máslo za pokojové teploty tuhé, na rozdíl od rostlinných olejů. Když se zvýší teplota, membrána začne být příliš tekutá a hrozí její rozpad. Proto kvasinka ve vyšší teplotě začleňuje méně nenasycených kyselin. V nízké teplotě je tomu naopak.

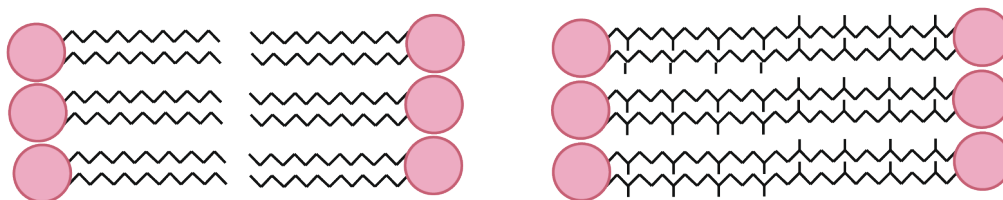
celkem 4 body

jeden fosfolipid správně po 1 bodu

vysvětlení zastoupení kyselin 2 body

5. Učebnicová pravda říká, že biologické membrány jsou z dvojvrstvy fosfolipidu. Tak jako každá učebnicová pravda, ani tato neplatí univerzálně. Vyjmenujte alespoň dva příklady (s jasně odlišným mechanismem), ve kterých se můžeme setkat s biomembránou, která tuto poučku nesplňuje.

Prvním příkladem jsou membrány některých archeí a bakterií. Místo dvojvrstvy fosfolipidů mohou být membrány tvořeny jednovrstvou fosfolipidů, které vypadají jako dva běžné fosfolipidy spojené dohromady. Strukturu zachycuje obr. 3.



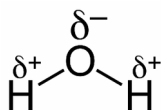
Obr. 3: Struktura fosfolipidu v běžné eukaryotické a bakteriální membráně (vlevo), struktura cyklických fosfolipidů tvořících monovrstvu v membráně některých archeí a bakterií (vpravo). Všimněte si, že hydrofobní část cyklických fosfolipidů je tvořena větvenými isoprenoidy, nikoli mastnými kyselinami.

(Zdroj: <https://cdn.kastatic.org/ka-perseus-images/1820b5063b6d5feabfeb7b20d2a49750429faa59.png>)

Druhým příkladem jsou lipidové kapénky v cytoplasmě buněk. Vznikají například vypučením z membrány endoplazmatického retikula tak, že se mezi obě vrstvy fosfolipidů v membráně deponují mastné kyseliny, estery cholesterolu a jiné hydrofobní látky. Tuková kapénka je pak obalena jen jednou vrstvou fosfolipidu, protože její vnitřní prostředí je hydrofobní, stejně jako mastné ocásky čouhající z jednovrstvy fosfolipidů.

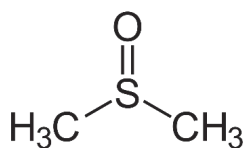
za každý správný příklad 1 bod

6. Velmi důležitou vlastností membrány je její omezená a selektivní propustnost. To dovoluje buňce ve své cytoplasmě a v organelách koncentrovat živiny či metabolity oproti mezibuněčnému prostředí. Napište názvy následujících sloučenin nebo molekul a rozhodněte, jestli prochází samovolně (tj. bez pomoci kanálů či přenašečů) přes membránu, či ne.



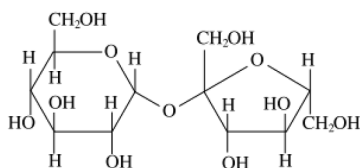
https://alevelbiology.co.uk/wp-content/uploads/2019/11/Dipoles-of-water-molecules_1.png

Voda, prochází (ale velmi špatně)



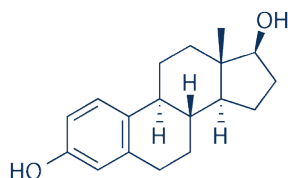
<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/a/ae/Dimethylsulfoxid.svg/1200px-Dimethylsulfoxid.svg.png>

Dimethylsulfoxid, prochází



https://sites.google.com/site/edulcorantstpe/_/rsrc/1484236467496/dossier/le-saccharose-est-il-une-solution/qu-est-ce-que-le-saccharose/saccharose.png

Sacharóza, neprochází



<https://file.selleckchem.com/downloads/struct/Estradiol-chemical-structure-S1709.gif>

Estradiol, prochází



<https://www.chemspider.com/ImagesHandler.ashx?id=306&w=250&h=250>

Chloridový aniont, neprochází



https://dr282zn36sxxg.cloudfront.net/datastreams/f-d%3A66e5f8fab76834f83c4bb2648d9f4aab0f2e039f824b6ab3edf9dd5%2BIMAGE_TINY%2BIMAGE_TINY.1

oxid uhelnatý, prochází

celkem 3,5 bodů

za 1-2-3 chyby 3-2-0,5 bodu

7. Cholesterol má jako molekula obecně velmi špatnou pověst, ačkoli je pro život nezbytná. Jaká je funkce cholesterolu ve vztahu k membránám ve vysoké a nízké teplotě?

Cholesterol se vmezuje do hydrofobní vrstvy membrán mezi ocásky mastných kyselin, do vodného prostředí zůstává ob-
rácena jeho jedna -OH skupina. Cholesterol je velmi pevná a neohebná molekula, proto omezuje pohyb fosfolipidů okolo –
tím snižuje tekutost membrány ve vysokých teplotách. V nízkých teplotách naopak brání přílišnému zatuhnutí membrány,
protože zabraňuje těsnému přimknutí mastných kyselin k sobě navzájem.

celkem 1,5 bodu

za jednu funkci 0,5 bodu

8. Buněčné cytoplazmatické membrány jsou za běžných podmínek nabitě – náboj může u lidských buněk dosahovat hodnoty např. –80 mV.

a. Čím je tento náboj vytvářen a jak je udržován (u lidských buněk)?

Náboj je přítomen kvůli nerovnoměrnému rozložení nabitých molekul/atomů na obou stranách membrány. Uvnitř
buněk je vyšší koncentrace K⁺ a organických aniontů (aminokyselin v proteinech, například), vně buněk je vyšší kon-
centrace Na⁺ a Cl⁻. Náboj musí aktivně udržovat proteinové přenašeče a pumpy, které na účet ATP transportují ionty
ven nebo dovnitř.

1 bod

b. Na které straně membrány je záporný náboj?

Na vnitřní.

0,5 bodu

c. Co mají společného následující sloučeniny? 2,4-dinitrofenol, valinomycin, CCCP (karbonyl kyanid m-chlorofenyl hydrazon)

Jedná se o ionofory, látky schopné přenášet náboj (proton v případě dinitrofenolu a CCCP, draslíkového kationtu v pří-
padě valinomycinu) přes membránu. V principu fungují tak, že navážou iont, tím maskují jeho náboj do své nepolární
struktury a posléze přejdou přes membránu. Na druhé straně se iont odváže, tím je přenesen přes membránu, ač by
samovolně neprošel.

1 bod

Úloha 2: Hypoxické respirační selhání

Autor: Kristýna Minářová

Počet bodů: 10

Na **infekční** oddělení byl přijat 65letý pacient. Pacient byl **obézní kuřák**, trvale se léčil s **vysokým krevním tlakem a diabe-
tem**. Byl přijat na standardní oddělení pro asi týden trvající suchý, dráždivý **kašel**, **horečku** a mírný **průjem**. Nicméně během
následujících tří dní se postupně jeho stav zhoršoval, a to především **pro zhoršující se saturaci krve kyslíkem**. Pacient se sám
přiliš **dušný necítil**, především ho obtěžoval zhoršující se kašel. Proto byl přeložen na jednotku intermediální péče, nicméně
další den se saturace nezlepšila ani po zahájení neinvazivní ventilace. Pro byl přeložen na resuscitační JIP, byl intubován a byla
zahájena **umělá plicní ventilace**. Na kontrolním rentgenovém snímku hrudníku provedeném s odstupem tří dní došlo k výraz-
nému zhoršení nálezu- odpovídající **oboustrannému intersticiálnímu postižení**. Po intubaci bylo nutné zahájit velmi in-
vazivní ventilační režim pro velmi nízkou complianci plic. Pro zlepšení plicní ventilace bylo nutné uvést pacienta do velmi
hlubokého umělého spánku a zahájit kontinuální svalovou relaxaci. Zároveň po uvedení do umělého spánku došlo k těžké
dekompensaci diabetu – nápadně stoupla pacientova hodnota glykemie s nutností podávání vysoké dávky kontinuálního inzu-
linu. Ve vstupní laboratoři byla zjištěna **elevace CRP** dosahující středního zvýšení. Jak se klinický stav pacienta zhoršoval, vý-
razně narůstala hodnota CRP, která kulminovala v extrémních hodnotách. Naproti tomu hodnota **prokalcitonu** zůstávala po

celou dobu onemocnění **nízká**. Počet bílých krvinek byl pouze mírně zvýšený. V dalším průběhu hospitalizace byla provedena časná tracheostomie a zahájen tzv. weening- odvykání pacienta od ventilátoru. Weening byl nápadně **pomalý**, i přesto, že se pacient budil do kontaktu, se ventilační parametry (a tudíž i poškození plic) dařilo snižovat velmi pomalu, definitivně zůstal odpojen od umělé plicní ventilace za tři týdny. Vzhledem k úvodní relaxaci si následná rehabilitace vyžádala další 2 měsíce hospitalizace, nicméně pacient byl nakonec propuštěn domů.

Pozn.: Laboratorní parametry odpovídají danému onemocnění a nereflektují sekundární ventilátorové pneumonie, které pacient prodělal.

1. Zkuste vymyslet, o jaké onemocnění se jedná.

Jedná se o COVID – 19, přesněji řečeno zápal plic vyvolaný virem SARS- CoV2.

celkem 1 bod

2. Znáte nějaké typické příznaky, které nejsou v textu uvedeny, kterými se toto onemocnění vyznačuje? Jmenujte alespoň jeden příznak

Poměrně typická je ztráta čichu a chuti. Častá je rovněž rýma. Dále se objevují (poměrně vzácně) nafialovělé skvrny.

celkem 1 bod

3. Jaká jiná onemocnění by mohla mít podobný klinický průběh? Jmenujte alespoň tři z nich.

Velmi podobný průběh má chřipka. Pamětníci chřipky H1N1 tvrdí, že průběh je prakticky identický. Chřipka rovněž vede k poměrně dramatickému vzestupu CRP, i když ne takovému, jako COVID-19. Naproti tomu chřipka vyvolává výrazně vyšší elevaci prokalcitoninu, takže více imituje bakteriální infekci. COVID-19 také způsobuje těžší inzulinovou rezistenci a tím vyšší spotřebu inzulinu. Běžná chřipka tak závažnou respirační poruchu nedělá. Ne, že by pacienti s chřipkou nekončili na umělé plicní ventilaci, ale přeci jen, ventilační režim není tak invazivní, jako v případě COVID-19. Obecně lze říci, že všechny viry postihující plíce mají potenciál probíhat jako oboustranný intersticiální plicní proces- Respirační Syncytiální Virus, Cytomegalovirus, virus Parainfluenzy, ale také SARS, MERS.... Protrahovaný průběh má i zápal plic vyvolaný *Pneumocystis jiroveci*. Pneumocystosa probíhá řádově spíše týdny až měsíce, než pacienta upoutá na ventilované lůžko. Tyto nemoci obvykle postihují těžce imunosuprimované pacienty.

za jednotlivá onemocnění 1 bod

celkem 3 body

4. V laboratoři je nápadně vysoký jeden parametr, který neodpovídá původu onemocnění. Kromě toho, že díky tomu může být zaměněn skutečný původce onemocnění, komplikuje se i diagnostika sekundárních bakteriálních infekcí, které pacient v kritickém stavu prodělává. V tomto případě se tedy musíme řídit jiným parametrem, což je patrné i z textu –jakým?

Přestože se jedná o virové onemocnění, CRP dosahuje extrémně vysokých hodnot- takových, jaké za jiných okolností vídáme u těžce probíhajících bakteriálních onemocnění- sepsí. Obvykle to vede k podání antibiotik, i když to není v první fázi onemocnění vůbec nutné. Příčinou je pravděpodobně výrazné poškození plicních buněk, které vedou k aktivaci alveolárních makrofágů, což vede k vyplavení CRP z jater. Vypozorovala jsem, že dokud stoupá CRP, zhoršují se i ventilační parametry. V okamžiku, kdy se CRP zastaví a začne klesat, zlepšují se i poměry plic. Velmi dobře to bylo možno pozorovat na pacientech, kteří zvládli „udýchat“ neinvazivní ventilaci (jedná se o velkou celoobličejovou masku, do které žene pod tlakem ventilátor okysličený vzduch. V případě našich pacientů spíš kyslík než vzduch. Je to velmi nepříjemné a pacienti v tom museli být řadu dní, dokonce týdnů. Není mnoho lidí, kteří toto dokážou vydržet, především se jedná o mladší pacienty, ale benefit je jasný. V případě invazivní ventilace, tedy v okamžiku, kdy pacient musí být uspaný a dostane hadičku do krku, dochází k přetlaku v plicích, které se daleko více poškozuji.). V okamžiku, kdy jim začalo klesat CRP bylo možno začít snižovat frakci kyslíku, a také ostatní ventilační parametry. Na pacientech s neinvazivní ventilací se to tak dobře pozorovalo proto, že neměli sekundární ventilační zápaly plic, jako pacienti na umělé plicní ventilaci.

Parametr, který sloužil jako indikátor bakteriálních infekcí byl prokalcitonin. Ten je uvolňován z C-buněk příštítných tělísek, nezávisle na makrofázích.

celkem 1 bod

5. Toto onemocnění probíhá nejprve mírně, teprve s odstupem více dnů dochází k rychlému zhoršení stavu, především hypoxickým selháním plic. Přesto se pacient necítil dušný. Proč k dušnosti nedošlo?

Protože se jedná o hypoxické respirační selhání. Dušnost je důsledkem nárůstu oxidu uhličitého. Pokud jeho parciální tlak stoupne nad určitou mez, podráždí dechové centrum v prodloužené míše a pacient ucítí potřebu se nadechnout. Pokud tuto potřebu nemůže naplnit, přesněji pokud i přes usilovné dýchání parciální tlak oxidu uhličitého stoupá, vnímá to jako dušnost. Dušnost je jedním z nejhorších a nejzávažnějších pocitů, které člověk vůbec může pociťovat a vždy vyžaduje urgentní řešení. Naproti tomu hypoxie, tedy pokles parciálního tlaku kyslíku je vnímán ve speciálních čidlech na větvení krkavic (tzv. *glomí caroticií*). Ty jsou výrazně méně citlivé, než centrum v prodloužené míše a registrují pokles saturace krve pod 55% (norma je 98-100%). Samozřejmě, při takové hypoxii dochází k vyčerpání srdečního svalu a mozku, takže hrozí

bezvědomí a srdeční zástava. Pokud dochází především k poklesu kyslíku, pacient obvykle dospěje na umělou plicní ventilaci dříve, než jeho prodloužená mícha zaregistruje problém s oxidem uhličitým a začne pacienta dusit.

celkem 2 body

6. Vyžaduje takový pacient izolační režim? V případě, že ano, zkuste vymyslet kritéria, na základě kterých byste stanovili protiepidemická opatření pro kontakt a manipulaci s pacientem.

Pacient má těžké virové onemocnění dýchacích cest, proto jistě bariérovou ošetrovatelskou péčí zaslouží. Protiepidemická opatření lze rozlišit do dvou kategorií. Jednak se jedná o konkrétní opatření, která je nutné dodržovat při kontaktu s pacientem. Těmi se zabývá tato otázka. Tou druhou kategorií jsou opatření, která je nutno dodržovat k nekontrolovatelnému rozšíření infekce do populace, jinými slovy způsob jak zabránit vzniku epidemie. Touto kategorií se zabývat nemůžeme, protože máme k dispozici pouze jednoho pacienta a tudíž není nic známo o schopnosti viru šířit se v běžné populaci.

Tedy ke konkrétnímu případu. Pokud se jedná o respirační onemocnění, vždy je nutná ochrana dýchacích cest- tedy nosu a úst. Jedná se o virové onemocnění, proti kterému je zaměřen respirátor třídy FFP3. FFP2 fungují pouze na bakterie, běžné chirurgické masky brání pouze přenosu makroskopických kapek. Další oblast, kterou je nutné chránit, tedy další branou možného vniku infekce je oblast oční spojivky. Proto je nutné mít na očích brýle. Další pomůcky jsou odvislé od toho, co hodláme s pacientem, nebo jeho prostředím dělat. Vzhledem k tomu, že nevíme, jak dlouho virus zůstává aktivní v externím prostředí (pozor, je důležité rozlišovat mezi pouhou přítomností RNA a mezi virulentní partikulí. I když RNA vydrží na povrchu celé dny, ukazuje se, že jeho schopnost přežít mimo hostitele nebude delší, než řádově hodiny.) Pokud se tedy personál bude dotýkat pacienta, nebo věci v prostoru, měl by mít na ruku rukavice a na nohu návleky (nebo by měla být na zemi umístěna dezinfekční podložka). Pacient by měl být na pokoji sám, nebo s pacienty se stejnou potvrzenou diagnózou. Vlastní pokoj by měl mít zařízený hepafiltr k filtrování vzduchu a v místnosti přítomný podtlak. Ostatní by již mělo záviset na činnosti, kterou hodláme s pacientem dělat a také na tom, zda-li je pacient zaintubovaný nebo dýchá spontánně. Pacient, který je zaintubovaný, dýchá v uzavřeném okruhu ventilátoru a tudíž množství aerosolu, který produkuje, výrazně klesá. Takže pokud jde sestra u zaintubovaného pacienta např. vyměnit stříkačku v dávkovači, měl by pro ochranu stačit respirátor třídy FFP3, běžné brýle a rukavice, za předpokladu, že má na pokoji dezinfekční podložku a zajištěn negativní tlak. Pokud ovšem jde provádět toaletu, nebo jde lékař pacienta intubovat, je pravděpodobné, že přijde do kontaktu s velkým množstvím aerosolu a tělních tekutin. V takovém případě by měl mít vždy respirátor třídy FFP3, celoobličejový štít (v případě intubace optimálně videolaryngoskop, ale to naráží na jiné problémy, především potřebu dezinfekce), rukavice a ochranný oblek, včetně návleků. Rukavice by měl mít dvoje. Jedny slouží jako tzv. „nečisté“ pro práci s pacientem. Ty si posléze sundá a spodními rukavicemi si svléká zbytek ochranných pomůcek- vždy si naposledy odstraňuje respirátor. Na respirátoru se nosí ještě klasická rouška, která má chránit pacienta před nákazou od zdravotníka. Toto je samozřejmě zcestné v případě potvrzené infekce pacienta, spíše jde o to, že chrání vlastní respirátor pro další použití (již před COVID-19 stál respirátor třídy FFP3 50 Kč. Běžná rouška stála 20 haléřů. Kde jsou ceny nyní, víte všichni...). Podotýkám, že takto by se mělo přistupovat ke všem infekčním respiračním infekcím, tedy i v případě běžného nachlazení způsobeného běžným typem Coronaviru, adenoviry, rinoviry nebo již u zmiňované chřipky, ale také spalniček, jejichž epidemie proběhla před rokem. (Pro představu, spalničky jsou spolu s planými neštovicemi nejnakažlivější nemoci na světě).

Vyšší úroveň ochrany je oblek s vlastní cirkulací vzduchu. Ten se využívá v případě vysoce nebezpečných, vysoce nakažlivých nákaz, jako je SARS, MERS, horečka Ebola, Lhassa nebo Marburg.

celkem 2 body

Úloha 3: Medvídek Pú a hlava bezhlavého rytíře

Autor: Markéta Staňková

Počet bodů: 13

1. Vzorec zubů lebky v Kryštůvkových rukách je $3133/2123=36$. Co nám tato čísla vlastně říkají?

V čitateli se nachází počet jednotlivých typů zubů z jedné poloviny horní čelisti, ve jmenovateli pak počet zubů jednotlivých typů poloviny spodní čelisti. Tedy v horní polovině se nacházejí 3 řezáky, 1 špičák, 3 zuby třenové a 3 stoličky. V dolní čelisti pak 2 řezáky, 1 špičák, 2 třenové zuby a 3 stoličky. Číslo za rovnítkem nám pak udává celkový počet zubů. Je to součet zubů uvedených v čitateli a ve jmenovateli vynásobený dvěma, jelikož předchozí čísla vždy odpovídala jen polovině čelisti.

Celkem 1 bod

Za odpověď, že nám to udává počty zubů 0,5 bodu

Za detailnější popis hodnot 0,5 bodu

2. Shoduje se tento vzorec se zubním vzorcem některého ze zvířátek? Do odpovědi napiš zubní vzorce všech zvířátek (vč. Kryštůfka) a rozhodni, jestli se s některým z nich shoduje a může tak patřit do stejné řádu.

Medvídek Pú: $314(3)2/314(3)3 = 40(42)$

Králíček: $2033/1023 = 28$

Ijáček: $313(4)3/3133 = 40(42)$

Prasátko: $3143/3143 = 44$

Kryštůfek: $212(0)3/212(0)3 = 32$

Tygr: $3131/3121 = 30$

Klokánek: $3124/1024 = 34$

Nalezená lebka: $3133/2123=36$

Neshoduje se žádný ze vzorců, zvíře je tedy z jiné skupiny.

Celkem 4 body

Za každé zvířátko 0,5 bodu

Za zjištění, že hlava patří zvířeti jiného řádu 0,5 bodu

3. **Zvládneš popsat, jak se mohou stoličky u savců s různým typem potravy lišit? Jaké zuby bys očekával/a u vyjmenovaných skupin? Zkus k nim přiřadit alespoň jednoho zástupce z ČR a roztrdit do nich i zvířátka ze Stokorcového lesa.**

U stoliček je zásadní typ skusné plochy.

Všežravci – bunodontí typ, stoličky s hrbolky pro rozmělnění různých typů potravy. Prase divoké, člověk, medvěd, myšovití... Kryštůfek Robin, Prasátko, Medvídek Pú.

Masožravci – ostré, špičaté, ostré hrany, určené ke stříhání, krájení a trhání potravy. Většina našich šelem, hmyzožravci, netopýři,... Tygr, Medvídek Pú

Býložravci – zuby s rovnou skusnou plochou bez výstupků k dokonalému rozmělnění na celulózu bohaté potravy. V mnoha případech i s neukončeným růstem kvůli obrušování. Hlodavci, lichokopytníci, přežvýkavci, zajáci,... Králíček, Ijáček, Klokánek Roo

Celkem 3 body

Za charakteristiku dentice podle potravy 1 bod

Za uvedení českého zástupce ke každému typu 1 bod

Za roztrdění zvířátek ze Stokorcového lesa 1 bod

4. **U Králíčka se můžeme setkat s přizpůsobením i jiných zubů, než stoliček. Které to jsou, k čemu slouží a čím jsou specifické? Jak se liší od jiné skupiny, která má podobnou modifikaci?**

Řezáky jsou přeměněny na hlodáky. Neukončený růst. Slouží k uštípování a hlodání potravy. Narozdíl od hlodavců mají sklovinu z obou stran řezáků.

1 bod

Za název a využití 0,5 bodu

Za rozdíl od hlodavců 0,5 bodu

5. **Zde je ona lebka z truhlice, zvládneš určit alespoň do rodu, komu patří? Zkus popsat i znaky, kterými ses při určování řídil/a. LCB lebky je zhruba 53 cm. Čím se náš bezhlavý rytíř živil, než přišel o hlavu a jak se to dá poznat? Jedná se o ježka.**

Masivní lebka s poměrně krátkou obličejovou částí, silné jařmové oblouky, malé bubínkové výdutě, slabý sagitální hřeben, spodní čelist dosti krátká a široká. Horní špičáky nejsou nápadně větší než řezáky.

Živil se hmyzem a masitou potravou. Má ostré, jehličkovité zuby.

Celkem 2,5 bodu

Za správné určení 1 bod

Za určovací znaky 1 bod

Za popis stravy a přizpůsobení 0,5 bodu

6. **Pomoz prosím Púovi vymyslet zaříkávadlo, ať to stihnou ještě před večerem. Využij jeho inspiraci lebkou.**

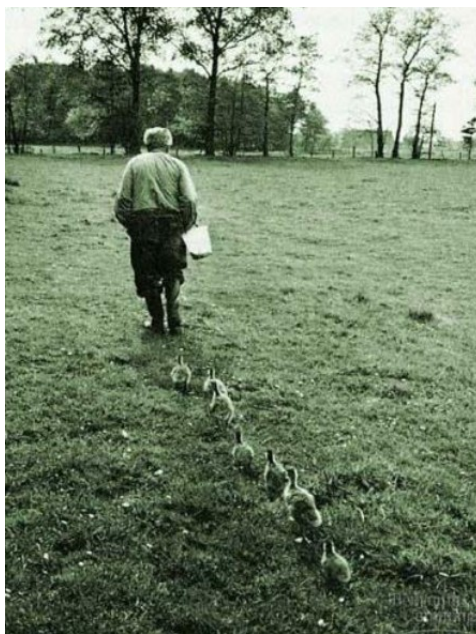
Cení se kreativita a zapojení lebečních součástí.

Celkem 1,5 bodu

Úloha 4 (experimentální): Etogram

Autor: Eliška Pšeničková

Počet bodů: 20



Obrázek 4: Konrad Lorenz a jeho imprintovaná housátka

Etologie, tedy obor zabývající se studiem chování živočichů, patří mezi mladší biologické obory, a je tak možná právě o to zajímavější. Zvířata se chovají vskutku různě, ať už se jedná o socializaci s dalšími jedinci svého druhu, agresivní chování vůči nepřátelům, antipredační chování kořisti proti loveckému chování predátora či sexuální chování mezi partnery apod. Živočichové musí reagovat jak na jedince svého druhu, tak i na druhy cizí. Spouštěče pro určitá chování jsou tak vnitrodruhové i mezidruhové. Klíčové podněty mohou být například akustické, pachové či optické. V této úloze se zaměříme na rozličné projevy chování a pokusíme se ho interpretovat jako praví etologové. Pro lepší pochopení problematiky a toho, na co se „koukat“, doporučuji nejprve vypracovat teoretické otázky této úlohy a až poté se vrhnout na samotné pozorování. Vypracované otázky přiložte do protokolu.

1. Co je to konfliktní chování? Kdy k němu dochází? Definuj rozdíl mezi přeskakovým, přeorientovaným a ambivalentním chováním s konkrétním příkladem.

O konfliktním chování mluvíme tehdy, střetávají-li se dvě motivace. Může k němu docházet při sociálních interakcích. Tento střet nemusí zdaleka vyústit do nějaké vážné formy. Do konfliktního chování zahrnujeme tři dále jmenovaná chování.

Ambivalentní chování definujeme jako chování, při kterém se v rychlém sledu střídají projevy dvou různých motivací. Potravní motivace a strach z člověka se u divoké kachny (*Anas platyrhynchos*) projeví tak, že místo aby si přišla pro rukou nabízenou potravu, na krátkou vzdálenost od člověka se zastaví a začne zabákem klovat do země. Dalším příkladem je mladý strnad (*Emberiza citrinella*) na krmítku v blízkosti výše postaveného jedince, nedovolí si žrát, ale pohybuje oběma čelistmi zobáku, jako by drtil potravu. U lidí můžeme pozorovat toto jako chování z rozpaků, které vede k neustálému upravování a uhlazování oděvu, hovory ve vypjatém tónu, ulevování si ve stísněném prostoru jídlem, třebaže nikdo nemá opravdový hlad.

Přeorientované chování definujeme jako typ chování vzniklý především z konfliktu útočné a útěkové motivace.

Příkladem může být chování dvou racků stříbřitých při setkání na hranicích teritoria. U obou vyvolává vzhled druhého jedince agresivní vyladění, ale zdatnost silnějšího jedince vzbuzuje ve slabším respekt až strach. V takovém případě nedojde k vzájemnému útoku, ale ptáci zaútočí na náhradní objekt, například na kus trávy, kterou začnou zobákem vyzobávat. Tento druh konfliktního chování se objevuje i v sociální oblasti. Když je v sociálním žebříčku hodnotně níže postavený jedinec napaden silnějším, většinou se nebrání, ale vzápětí si za svůj cíl útoku vybere slabšího jedince, než je on sám. Vybíjení si „zlosti“ můžeme pozorovat i u řady jiných organismů – například u lidí může přeorientované chování vysvětlit bouchání pěstí do stolu.

Přeskokové chování je bezesporu nejzajímavějším řešením konfliktní situace, kdy se místo adekvátního jednání vyplývajícího z jedné či druhé motivace objeví jiný, často zdánlivě „nesmyslný“ působící projev. Emblematickým příkladem pak mohou být dva silně agresivně motivovaní kohouti, kteří po sobě po vzájemné hrozbě neútočí, ale buď klovou do země, nebo sbírají zrna. Poté následuje boj v plné intenzitě. V podobně vážné hrozbě dvou samců ústřičníka velkého (*Haematopus ostralegus*) oba partneři naráz zastrčí zobák pod křídlo a zdánlivě začnou spát. U kormoránů rodu *Phalacrocorax* se po náhlém odlétnutí soka partner začne pářit s náhradním objektem, například s hnízdem.

Za definici konfliktního chování (střet dvou motivací) a kdy k němu dochází celkem 1 bod

*Za definici + příklad po 0,5 bodu, celkem 1,5 bodu
Maximálně za tuto otázku tedy 2,5 bodu*

2. Definuj komfortní chování. Proč je pro živočichy důležité?

Jako komfortní chování můžeme odborně označit čištění těla, včetně škrábání, otřepávání, protahování a zívání. Funkce tohoto chování je primární přežití živočicha. Udržení si dokonalou kondici a čistý povrch těla je důležité nejen pro ochranu proti atmosferickým změnám prostředí, ale také pro boj s ektoparazity. Můžeme ho rozdělit na čištění sebou samým, dále pak čištění pomocí vody, prachu, bahnem či sluněním a čištění jiným jedincem. Například popelení nalezneme u mnoha druhů obyvatel suchých oblastí, kde se místo ve vodě koupou živočichové v prachu. Pozoruhodné je i namravenčování, které provádí například špaček. Slunění nacházíme u spousty zvířat, stejně tak jako parfémování (typické hlavně pro šelmy), bahenní koupele, otřepávání či protahování a drbání.

*Za definici a vysvětlení, proč je toto chování důležité po 0,5 bodu, celkem 1 bod
Maximálně za tuto otázku tedy 1 bod*

3. Jak se může projevovat teritoriální chování? Jaké jsou hlavní motivace pro toto chování?

Teritoriální chování zahrnuje hájení teritoria, což je oblast pro jedince či skupiny, která je proti dalším cizím jedincům hájena. Hájena může být pachovými značkami (především trusem, močí či výměšky žláz), dále může být obhajována akustickými projevy (řevem či zpěvem) nebo optickými signály (různé postoje těla při vystavování se na dobře viditelných místech či přímo při obcházení a hlídání teritoria jeho majitelem). Značení může být i kombinované. V rámci tohoto chování můžeme vidět více či méně agresivní střety s jedinci při bojích o teritorium. **Hlavními motivacemi** pro teritoria jsou **zdroje**, která toto místo poskytuje, ať už mluvíme o zdrojích potravy či možnostech se ukrýt. Dále se zde mohou jedinci scházet za účelem **rozmnožení** a odchování mláďat.

*Za projevy teritoriálního chování a hlavní motivace po 0,5 bodu, celkem 1,5 bod
Maximálně za tuto otázku tedy 1,5 bod*

Živočichové se mohou projevovat vskutku velmi variabilně, neboť často může záležet na mnoha proměnných. Těmi může být například postavení ve skupině nebo hladina hormonů v krvi či mnoho dalších. Způsob života živočichů může být taktéž různý: od soliterně žijících jedinců až po živočichy žijící ve velkých societách.

4. Uveďte alespoň 2 příklady soliterních a alespoň dva příklady sociálních druhů živočichů.

Příkladem soliterních živočichů mohou být například zástupci medvědovitých či kočkovitých šelem (vyjma lva a příležitostně tvořených skupin gepardů) či mořské želvy. Ve velkých societách žije například mnoho kopytníků, ale také mravenci nebo lidé. Uznávám jakoukoliv rozumnou odpověď.

*Za dva příklady soliterních a dva příklady sociálních živočichů po 0,5 bodu, celkem 1 bod
Maximálně za tuto otázku tedy 1 bod*

Soliterně žijící živočichové se střetávají úmyslně především za účelem zplození další generace. Rodičovské chování najdeme často v savčí i ptačí říši a není zde ničím neobvyklým. Příležitostně se objevuje rodičovská péče i u plazů. Každopádně i u obojživelníků či ryb můžeme nějaké náznaky této péče pozorovat, třebaže to je především vhodný výběr místa pro další vývoj jejich mláďat, kde je zanechají a ponechají vlastnímu osudu.

5. U jakých ryb, které se vyskytují i na našem území, třebaže to nejsou naše původní druhy, můžeme pozorovat rodičovskou péči? Jmenujte dva druhy. Kdo se o mláďata stará?

Zde se ptám na slunečnici pestrá (*Lepomis gibbosus*) a koljušku tříostnou (*Gasterosteus aculeatus*). V obou případech o mláďata pečují samec, a to velmi houževnatě. Pro svá mláďata staví hnízdo a ochraňuje je.

*Za jmenování druhu po 0,5 bodu, celkem 1 bod
Za uvedení, že se stará samec též 0,5 bodu
Maximálně za tuto otázku tedy 1,5 bod*

A nyní už k samotné praktické části úlohy. Etogram je jakýmsi souborným záznamem, chcete-li protokolem, projevů chování živočichů v čase. Tato praktická úloha od vás požaduje 3 etogramy, každý jednotlivý etogram pak v délce jedné hodiny. Volbu živočicha či živočichů pro jednotlivé etogramy nechávám zcela na vás. V rámci jednotlivých etogramů zvolte rozdílný pozorovací subjekt (subjekty), abyste mohli následně chování jednotlivých druhů obecněji porovnat také mezi sebou alespoň u jednoho etogramu ze tří (tzn. že dvakrát můžete pozorovat stejný subjekt (subjekty), ale můžete mít i tři rozdílná pozorování). Pozorovat můžete své domácí mazlíčky, volně žijící živočichy, ale i zvířata ze zoo. Ve výběru živočicha (živočichů) vás nechci nikterak omezovat, ale je důležité si uvědomit, že už samotná volba nemůže být úplně nahodilá. Hodinové pozorování vyhrívající se krajty, která se téměř nepohne, jistě nakonec nebude ani pro vás tak vzrušující podívanou, jakou by mohla být dynamičtější interakce například skupinky drobných hlodavců. U každého etogramu požaduji alespoň 3 fotografie, které zachycují 3 různé typy chování. Fotografie popište. Pro pořízení fotografií do protokolu bohatě postačí fotka z mobilního telefonu. Pokud

byste neměli možnost fotografie pořídit a přiložit nebo jste měli jakékoliv doplňující dotazy ohledně úlohy, kontaktujte mě na email ell.psenickova@seznam.cz. Typy chování v rámci jednotlivých 3 etogramů se mohou opakovat. Pro odměření hodiny použijte hodinky nebo stopky a v etogramu vždy uvádějte čas + projev chování (např. 10:31 (nebo též 31. minuta): živočich X se začal krmit. apod). Zapisujte všechny projevy, které uvidíte. V hlavičce etogramu uveďte náležitosti pozorování, kterými jsou minimálně vaše jméno jakožto pozorovatele, druh zvířete, datum, čas (od – do) a místo pozorování. Je dobré uvádět i další informace pro pozdější komplexní vyhodnocení etogramu. Patří mezi ně například pohlaví, věk pozorovaného živočicha (živočichů) či další relevantní informace (např. počasí, teplota vzduchu aj., sleduji-li volně žijící živočichy). Pokud tyto další informace nevíte, nic se neděje, pokud však ano, mohou přispět k lepšímu celkovému hodnocení chování, které jste pozorovali. Proveďte toto hodnocení na konci každého etogramu zvlášť a též uveďte souhrnné hodnocení ze všech tří pozorování v samotném závěru této praktické úlohy. Kriticky zhodnoťte vaše pozorování, tzn. pokuste se vysvětlit, proč se tak živočich (živočichové) chovali, co je k tomu mohlo vést, jak si to vykládáte. Souhrnná data pozorování vhodně zpracujte například pomocí grafů či tabulek. Při vyhodnocování chování berte v úvahu i smyslové možnosti pozorovaných živočichů. Nemusí být vždy totožné se smyslovou vybaveností nás lidí, například zrak ptáků a savců se v lečtem může lišit. Svou roli může hrát i hladina hormonů. Tu bohužel v domácím prostředí nemůžete nikterak exaktně stanovit. Každopádně někdy je rozdílná hladina hormonů vidět, tak jak se říká „na první pohled“.

Za zpracování jednotlivých etogramů 9 bodů

Za diskuzi a závěr až 3 body

Maximálně za tuto část tedy 12 bodů

6. Uveďte alespoň jeden příklad, kdy na živočichovi přímo vidíme, že hladina hormonů v jeho krvi je rozdílná oproti běžnému stavu.

Příkladem může být modře zbarvené hrdélko samců ještěrky zelené (*Lacerta viridis*), které způsobí zvýšená hladina testosteronu v krvi. Uznávám jakoukoliv rozumnou odpověď.

Za příklad 0,5 bodu

Maximálně za tuto otázku tedy 0,5 bodu

Zájemce o etologii odkazují na knihu Etologie, biologie chování zvířat pana profesora Zdeňka Veselovského, do které jsem i já nahlížela při tvorbě této úlohy a přejala z ní určité části a příklady.

Za teoretické otázky celkem maximálně 8 bodů

Za experimentální část úlohy maximálně 12 bodů

Celkem za úlohu tedy 20 bodů

Úloha 5 (seriálová): Na vtáčích krídlách

Autor: Veronika Kučminová

Počet bodů: 27

1. Aké faktory určujú ako dlho bude vtákom trvať migračná cesta? Zamysli sa, ktorá trasa trvá väčšinou dlhšie-jarná alebo jesenná a prečo?

Dĺžku migrácie určuje počet zastávok, doba na nich strávená a poveternostné podmienky. Vtáci zámerne prerušujú migráciu najmä, keď potrebujú nábrať sily, regenerovať svaly, zahnať hlad a žízeň. Nepriaznivé poveternostné podmienky ako búrky, znížená viditeľnosť či silný protivietor nútia vtáky pristáť aj vtedy, keď to nie je pre ich fyzickú kondíciu nutné. Jesenná migrácia trvá dlhšie ako jarná – vtáky sú silnejšie poháňané hormónmi na ceste na hniezdisko, aby stihli obsadiť najlepšie teritória. Navyše jesenná cesta je riziková a namáhavá pre mladé tohtoročné mláďatá.

za zmienku o fyziologických potrebách 0,5 bodu

za zmienku o poveternostných podmienkach 0,5 bodu

za správne porovnanie jarnej a jesennej migrácie 0,5 bodu

spolu 1,5 bodov

2. Nie je pochýb, že let značne uľahčuje vtákom migráciu. Existujú aj vtáky, ktoré sa na svoje zimoviská presúvajú aj iným spôsobom ako vzduchom?

Tučniaci typicky migrujú v mori. Napríklad tučniaci magellanský sa presúvajú za potravou zo svojich hniezdísk v južnej Argentíne a Čile na sever k juhozápadnej Brazílii.

za uvedenie správneho rodu 0,5 bodu

Jednou z najfascinujúcejších záhad migrácie je, ako vtáci vedia ktorým smerom počas ich cesty letieť a ako sa zo zimoviska presne vrátiť na ich pôvodné hniezdisko. Jednoznačné vysvetlenie, ako je možné, že sa vtáci počas migrácie orientujú, zatiaľ nepoznáme. Najjednoduchšie vysvetlenie hovorí, že sa mladí vtáci učia od starších presnú trasu, akou treba letieť. Avšak v niekoľkých experimentoch sa zistilo, že mladí neskúsení vtáci dokázali nájsť trasu aj bez doprovodu starších. Napríklad mladé jedince kukačky obecné dokonca migrujú skôr ako dospelé. Preto sa predpokladá, že vtáci sa pri migrácii riadia najmä

svojimi inštinkty, ktoré sú vrodené a zdokonaľované učením sa.

3. Popíš 4 možné spôsoby, ktorými sa vtáci počas migrácie pravdepodobne najviac orientujú.

Zistilo sa, že značný význam pri orientácii môžu mať určité stále orientačné body ako napríklad topografické body (linie riečnych koryt a morských pobreží, pohoria), ekologické body (vegetačné zóny) či klimatické podmienky (teplota a hustota vzduchu, typy vetrov). Ďalším spôsobom je registrovanie sily magnetického poľa Zeme, čo taktiež potvrdzuje zistená prítomnosť magnetoreceptorov - mikroskopických kryštálov magnetitu obsahujúcich železo nachádzajúcich sa v okolí oka a v nosovej dutine hornej časti zobáku. Ďalším mechanizmom je vplyv svetla - smer a uhol slnečných lúčov a polarizačného svetla z postavenia Slnka na oblohe. Dôležitú úlohu pri nočných migrantoch zohráva naopak postavenie Mesiaca a hviezd (celkový obraz oblohy, nie orientácia konkrétnymi hviezdami ako Polárka). U poštových holubov sa taktiež zistilo, že sa dokážu orientovať aj podľa vône kvitnúcich stromov, u morských druhov vtákov zohráva dôležitú úlohu taktiež hluk morského príboja.

za každý z spôsob 0,5 bodu
najviac spolu 2 body

Správne načasovanie odletu je veľmi dôležité, pretože vták potrebuje dostatok času sa na túto fyzicky náročnú cestu pripraviť. Avšak väčšina druhov odlieta z hniezdiska v dobe, kedy je relatívna hojnosť potravy a nič nenasvedčuje blížiacej sa zime. V trópoch sú navyše podmienky relatívne konštantné a neprejavuje sa v nich zmena podnebia zároveň so zmenou podnebia v miernom pásme. Hlavným impulzom pre migráciu vtákov je preto tzv. migračný/ťahový nekľud.

4. Ako je tento jav podporovaný hormonálne? Akými piatimi spôsobmi je migračný nekľud obvykle vyvolávaný a ovplyvňovaný?

Hormóny napríklad ovplyvňujú hyperfágiu vďaka ktorej vtáky zvyšujú svoje tukové zásoby. Ďalej zvyšujú hematokrit - vyššie percento červených krviniek, čo prispieva k lepšiemu okysličovaniu svalov behom letu. Hormóny taktiež menia dennú aktivitu nočných migrantov na nočnú.

Najdôležitejším faktorom spúšťajúcim hormonálnu kontrolu je zmena denného svetla postupným skracovaním dní, vplývajúca na hypotalamus. Na migračný nekľud má významný vplyv aj teplota či tlak. Druhy zimujúce v rovníkovej Afrike sú však v priebehu zimovania vystavené po celú dobu nemeniacej sa fotoperióde a často aj klimatickým podmienkam, preto sa musia spoliehať na inštinkt v podobe vnútorných hodín. Rovnako tak významnú úlohu zohráva aj genetika - konkrétne gén ADCYAP1 - čím je dĺžka kratšej z oboch alel väčšia, tým sú jedince v migrácii aktívnejšie. Doba, kedy vtáci môžu zahájiť migráciu je určená aj zdravotným stavom a množstvom tukových zásob, ktoré musia dostatočne pokryť energetické nároky na let (u našich sťahovavých vtákov sa hmotnosť tela zvyšuje o 20 až 50 %).

za vysvetlenie hormonálnej regulácie 1 bod
za každý faktor ovplyvňujúci migračný nekľud 0,5 bodu (max. 2,5 bodov)
celkom 3,5 bodov

5. Početné vtáky sa zo severu sťahujú na zimu aj ku nám. Ktoré z vyobrazených vtákov na obr. 5 to sú? A aké migračné stratégie majú zvyšné druhy? Všetky vtáky určí do druhu.



Obr. 5: Rôzne zimujúci vtáci ČR

- A-Pěnkava jikavec (*Fringilla montifringilla*) - migruje zo severu na naše zimoviská
- B-Pěnkava obecná (*Fringilla coelebs*) - hniezdi u nás a na zimoviská odlieta na juh
- C-Husa běločelá (*Anser albifrons*)-migruje zo severu na naše zimoviská
- D-Sýkora parukářka (*Lophophanes cristatus*)-stála na našom území
- E-Hohol severní (*Bucephala clangula*)- migruje zo severu na naše zimoviská

F-Morčák veľký (*Mergus merganser*)- migruje zo severu na naše zimoviská

za každý správne učený druh 0,5 bodu
celkom 3 body

6. **Migrácia výrazne ovplyvňuje sezónne rozdiely v zložení vtáčích spoločenstiev na regionálnej aj celosvetovej úrovni. Vtáky počas svojho sťahovania však dokážu ovplyvniť aj iné spoločenstvá či celé ekosystémy. Zamysli sa, čím konkrétne to môže byť najmä spôsobené? Uveď aspoň jeden príklad.**

Vtáky sa výrazne podieľajú na zoochórii-šírení iných organizmov. Sú schopné distribuovať bahno, pôdu, zachytené spóry, peľ, vajička, mikroorganizmy či bezobratlé na pomerne dlhé vzdialenosti. Bud' sa organizmy zachytávajú na povrchu tela (v perí či na nohách) alebo sú prenášané v tráviacom trakte. Takýmto spôsobom sa môžu prenášať aj invázne druhy, ovplyvňujúce charakter celých ekosystémov.

Príkladom môžu byť vodné vtáky migrujúce na dlhé vzdialenosti, ktoré majú zásluhu na výskyte exotických druhov siníc a rias na území Európy- napríklad v posledných niekoľkých desaťročiach boli výrazne vo francúzskych jazerách pozorované druhy rias typické pre africké trópy.

za spomenutie zoochórie 0,5 bodu
za uvedenie príkladu 0,5 bodu
spolu 1 bod

Sťahovavé vtáky fascinovali ľudstvo už od nepamäti. Zmienku o nej môžeme nájsť dokonca v Biblii- napríklad v knihe Jób: „Jastrab operí sa podľa tvojho umu, aby letel na juh, krídla rozvinul“ alebo v Jeremiášovi: „Aj bocian v povetrí pozná svoj čas, hrdlička, lastovička i žeriav dodržiavajú čas svojho príchodu.“ Taktiež už pred 3000 rokmi známe mená antických mysliteľov ako Aristoteles či Homér popisovali sťahovanie napríklad čapov, hrdličiek či vlaštoviek. Aristoteles vo svojom diele Peri ta zóa historiai (O zoológii) už dokonca rozdeľoval vtáky na stále, sťahujúce sa z hôr do údolí a odlietajúce do južnejších zemepisných šírok. Pre lepšie skúmanie tohto správania vedci postupne vyvinuli viacero metód, ktoré doteraz pomáhajú odhaľovať nové informácie o spôsobe života sťahovavých vtákov.

7. **Akými spôsobmi sa dnes sleduje migrácia? Uveď jeden tradičný spôsob a aspoň 4 moderné metódy. Aké informácie dokážu vedcom poskytnúť a naopak aké sú slabosti/negatíva týchto metód?**

Kedysi sa informácie kadiaľ a ako ďaleko vtáci migrujú získavali jedine krúžkovaním. Pomocou krúžkovania môžeme získať informácie o termínoch letu, tempe migrácie, priebehu trás, či miestach prezimovania. Najväčšia nevýhoda je potreba okružkovania veľkého počtu jedincov za účelom získania akejkoľvek spätnej väzby, keďže šanca na nájdenie krúžku alebo jeho odčítanie na živom jedincovi je nízka.

Medzi modernú techniku patrí telemetria pomocou satelitných vysieláčov umiestnených priamo na tele, ktoré majú buď obmedzený dosah do vzdialenosti niekoľkých kilometrov, alebo naopak môžu sledovať migrantov až na zimovištia vďaka využitiu satelitov. Nevýhodou telemetrie je najmä veľká hmotnosť batérií vysieláčov, ktoré by nemali presiahnuť 5% hmotnosti sledovaného vtáka. Preto sa na dlhšie vzdialenosti môžu sledovať iba vtáky ťažšie ako 500g. Telemetria je navyše veľmi finančne nákladná.

Geolokátory sú naopak vhodné aj pre menšie jedince. Umožňujú merať parametre ako intenzita svetla, atmosférický tlak, teplota a zrýchlenie, vďaka ktorým vieme odhadnúť výšku, smer, rýchlosť letu a celkovú aktivitu vtáka (kedy odpočíval, pohyboval sa vo vegetácii a pod.) Geolokátor je taktiež potrebné získať nazad pre analýzu dát, čo nie je vždy možné.

Radary umožňujú rozoznať smer, rýchlosť letu a počet jedincov počas väčších ťahov. Umožňujú dlhodobo naraz sledovať veľké územia a vplyv poveternostných podmienok na migráciu. Nevýhodou je však obmedzená možnosť určenia vtákov do druhu.

Analýza stabilných izotopov (atómy prvku s rovnakým počtom protónov a rozdielnym počtom neutrónov) izolovaných z peria poskytuje informácie o chemickom zložení a kvalite prostredia, v ktorom sa migrant vyskytoval. Stabilné izotopy nie sú totižto na kontinentoch rozdelené rovnomerne, ale vytvárajú gradient medzi rôznymi biotopmi, nadmorskou výškou či oblasťami rôznou mierou ovplyvňovanými ľudskou činnosťou. Vták tieto izotopy do svojho tela dostáva s potravou v koncentráciách, ktoré sú typické pre jednotlivé oblasti sveta. Tie sa následne ukladajú v tkanivách, pričom najčastejšie sa izolujú z peria, kde dochádza k najmenším zmenám v koncentráciách. Nevýhodou tejto analýzy je najmä nedostatočná preskúmanosť výskytu koncentrácií jednotlivých izotopov. Taktiež jedinci, ktorí sa živia potravou bohatou na sledované izotopy, môžu vykazovať výrazne vyššie pomery, ako sú reálne v danom prostredí, čo môže výrazne skresľovať výsledky.

za každú metódu 0,5 bodu
spolu 2,5 bodu

8. **Zamysli sa, ako môže ovplyvňovať migráciu vtákov klimatická zmena? Vyhľadaj aspoň 4 príklady druhov, ktoré zmenili svoje migračné správanie v dôsledku meniaceho sa podnebia. Uveď aj link na zdroj.**

Pretože dochádza k skoršiemu nástupu jari, vtáky sa vracajú zo zimovísk skôr. Taktiež vďaka väčšiemu množstvu jarných zrážok dochádza rýchlejšie k vrcholu potravinovej hojnosti a vďaka tomu aj k skoršiemu zahniezdzeniu vtákov. Druhy migrujúce z neďalekých zimovísk sa lepšie prispôbujú na klimatické zmeny, pretože klíma v zimovisku je podobná klíme na hniezdisku. Avšak, pre vtáky zimujúce v trópoch je nemožné odhadnúť podmienky na hniezdisku a preto pomalšie na klimatické zmeny reagujú a môžu sa tak vracieť v nevhodnom období. Taktiež boli zaznamenané aj posuny zimovísk v rámci zemepisných šírok. Napríklad západoeurópska populácia čapa biľého, ktorá pred tým migrovala do

západnej Afriky, už v dnešnej dobe zostáva v Španielsku. Dlhá a mierna jeseň umožňuje migrantom na kratšiu vzdialenosť odlietať na zimoviská neskôr a tak stihnúť odchovať viac znášok.

Migranti musia čeliť vyšším teplotám i na zimoviskách v Afrike, ktoré môžu spôsobiť oneskorenie štartu jarnej migrácie. Naopak pri neprírodzenom daždivom počasí v Afrike odlietajú na hniezdiská skôr. Otepľovanie v Afrike spôsobuje navyše problém dezertifikácie, kvôli ktorému sú vtáky nútené zimovať čím ďalej viac na juhu. V novej zemepisnej šírke následne čelia dlhšej jarnej fotoperióde, čo môže spôsobiť opäť oneskorenie pri jarnej migrácii.

U nízozemských lejskú černošľavých sa skrátala doba medzi príletom a kladením vajíec o 10 dní nakoľko vďaka vyšším jarným teplotám dochádza k skoršiemu olisteniu stromov a na nich viazaných húseníc, ktorými lejsci krmia mláďatá. Avšak neskôr bolo dokázané, že táto zmena spôsobuje, že mláďatá sa aj tak nestihnú vyliahnúť v čase, kedy by zachytili potrebný potravný vrchol a vďaka tomu dochádza k výraznému poklesu populácii.

Zistilo sa, že severské sýkory sa na zimu čoraz viac posúvajú k nám a naopak naše populácie migrujú zase o čosi viac na juh. Mnohí kosi vďaka vyššej teplote prestali migrovať a zostávajú počas zimy v mestách. V priebehu 40 ročného pozorovania migrácie pčienice černošľavej sa zistilo, že populácie zo strednej Európy zmenili smer jesennej migrácie z juhozápadného na západný a miesto západného Stredomoria zimujú vo Veľkej Británii, pravdepodobne v dôsledku miernejších zim. Vďaka kratšej trase sa môžu skôr vrátiť na zimoviská, čo im umožňuje obsadiť najlepšie hniezdne teritória a tým dosiahnuť vyššiu reprodukčnú schopnosť. Avšak skorší prílet vtákov spôsobuje, že sa častejšie navzájom pária práve jedince pochádzajúce z týchto zimovísk, čo výrazne obmedzuje tok génov.

*za vysvetlenie mechanizmov vplyvu globálneho otepľovania 2 body
za 1 príklad 0,5 bodu (max. 2 body)
spolu 4 body*

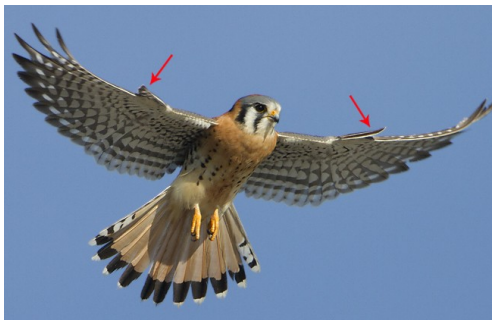
9. Čo pomáha vtákom uletieť extrémne dlhé vzdialenosti bez zastavenia? Uveď aspoň 4 mechanizmy.

Vtáky počas migrácie využívajú energiu tukových zásob, ktoré nazhromaždili počas obdobia hniezdzenia. Po ich vyčerpaní začína vták spaľovať bielkoviny obsiahnuté v svaloch a v stene tráviaceho traktu. Okrem mozgu sa vtákom mení hmotnosť a dochádza ku atrofii takmer všetkých orgánov. Pri spaľovaní vzniká metabolická voda, ktorá znižuje potrebu piť. Lietanie vo vysokých nadmorských výškach umožňuje vtákom zbaviť sa prebytočného metabolického tepla. Ďalej veľké rozmery srdca a väčší počet červených krviniek zaručujú stály prístup kyslíka potrebného na tvorbu energie. Vtáky si taktiež uľahčujú let využitím vzdušných prúdov.

*za každý mechanizmus 0,5 bodu
spolu 2 body*

Pozrime sa na záver ešte na samotný let. Tento pohyb je síce energeticky náročnejší, na rozdiel od iných spôsobov pohybu ako chôdza, beh či plávanie, avšak umožňuje letcom oveľa rýchlejšie a jednoduchšie prekonávať veľké vzdialenosti, vďaka čomu je celkovo cesta pre nich menej nákladná. Vtáky všeobecne pre let dosahujú kompletnú prestavbu telesnej organizácie. Celé vtáčie telo má aerodynamický tvar. Predné končatiny premenené na krídla ovládajú dva významné prsné svaly, ktorými sú konkrétne podklíčkový sval (musculus supracoracoideus) a sval prsní (musculus pectoralis), pripínajúce sa na hrudnú kosť (sternum). Dôležitú úlohu zohráva taktiež perie-pomocou pevných letiek sa vták opiera o vzduch, rýdovacie perá na chvoste navyše pomáhajú udržiavať alebo meniť pri lete smer. Vtáčia kostra je ľahká vďaka dutým kostiam a pevná vďaka ich zrástom. Dochádza taktiež k redukcii orgánov pre zmenšenie hmotnosti. Výrazne telo nadľahčujú aj pľúcne vaky. Vtáky dokážu navyše priebežne aktivizovať obrovské objemy metabolickej energie vďaka efektívnym mechanizmom látkovej výmeny (vrátane prepracovaného dýchania, krvného obehu a vylučovania).

Počas letu vták potrebuje prekonať gravitáciu a odpor, ktorý ho ťahá dozadu a musí preto vyvinúť dve sily- vztlak, ktorý vtáka smeruje nahor a drží vo vzduchu, a ťah - silu, ktorá ho ťahá dopredu. Nábehová hrana krídla je zdvihnutá oproti jeho konci a tak krídlo zvierajú so vzdušnými prúdmi tzv. nábehový uhol. Vztlak je daný zdvihnutím krídla o tento nábehový uhol. Vzdušné vrstvy, ktoré sa na nábehovej hrane rozdelia, musia uraziť rôznu vzdialenosť (tie, čo idú horom urazia dlhšiu vzdialenosť ako tie, čo idú spodnou stranou). Tam, kde je menšia rýchlosť, je menší tlak, takže nad krídlom vzniká podtlak, keďže pod krídlom je tlak vysoký. Vzduch spod krídiel sa snaží dostať nad ne, obtečie ich, čo vyvolá vírové prúdenie, ktoré sa ťahne za krídlami. Veľkosť vztlaku sa zvyšuje s druhou mocninou rýchlosti prúdiaceho vzduchu, takže čím rýchlejšie vták letí, tým väčší generuje vztlak. Pri pohybe dole sa generuje hlavná sila, mávnutie nahor je často len nutnosť, ako krídlo opäť dostať do polohy, z ktorej sa môže mávnuť dole.

10. Ako sa nazýva vyznačená časť krídla na obrázku (Obr. 6)? Na čo počas letu slúži?*Obr. 6: Alula u sokola*

Jedná sa o alulu, skupinu pierok, ktorú nesie redukovaný prvý prst krídla, a ktorá pomáha pri manévrovaní a pri pristávaní vďaka redukcii turbulencie.

za pomenovanie a vysvetlenie funkcie 1 bod

11. Prečo často vidíme vtáky letieť v tomto tvare (Obr. 7)? Pre aké jedince je výhodné sa držať na konci a aké sa naopak držia na začiatku a prečo?*Obr. 7: Šikmá formácia.*

Jedná sa o tzv. šikmú formáciu, vďaka ktorej vtáky šetria energiu počas letu. Prvý vták vzduch tlačí smerom dole, kde sa stáča a stúpa tak nahor z oboch krídiel. Toto stúpajúce prúdenie zachytávajú a využívajú ďalší dvaja vtáci za ním. Tí opäť krídlami tvoria víry, ktoré využíva ďalší rad. Účinok je najväčší priamo za krídlami. V strede formácie naopak vznikajú vzostupné prúdy, ktoré by vtáky tlačili nadol, preto sú v každom rade len dva jedince.

Čím ďalej od prednej časti krídla sa vták nachádza, tým menší odpor vzduchu musí prekonať, a tým menšiu energiu musí vynaložiť. To uľahčuje let mladým alebo chorým vtákom. Na konci formácie takisto odpočívajú vtáky, ktoré sa po istom čase striedajú na čele. Vpredu naopak letia vždy vtáky, ktoré sú v najlepšej kondícii.

Pozn: Odpoveď o ochrane pred predátormi sa naznačuje - hypotéza nie je potvrdená.

za vysvetlenie mechanizmu 0,5 boda.

za uvedenie rozloženia podľa kondície vtákov vo formácii 0,5 boda.

spolu 1 bod

12. Čo sa považuje za hlavný dôvod vzniku letu a aké dve hypotézy popisujú jeho vznik? Vymysli aspoň 4 ďalšie výhody, ktoré lietanie prináša dnešným vtákom.

Hlavný dôvod vzniku letu je využitie pri získavaní potravy. Najstaršie ptakoještery, Rhamphorhynchidae, boli drobní vzdušní lovci orientovaní na lov hmyzu. Tento predpoklad podporuje aj kursoriálna hypotéza: archeopteryx sa pohyboval po zemi, rýdovacímí perami kormidloval a letky využíval k lapaniu hmyzu (perie u nich pôvodne mohlo mať termoregulačnú funkciu).

O ďalšej výhode letu hovorí arborikolná hypotéza: archeopteryx liezol po stromoch, za pomoci letiek a rýdovacích pier sa medzi nimi pohyboval pasívnym letom, ktorý je omnoho menej energeticky náročný, než zliezť dole.

Výhodou lietania pre dnešné vtáky je väčšia možnosť úteku pred predátormi, vyhnutie sa pozemným prekážkam či pozemným kompetítorom, ľahší prístup k rozptýleným zdrojom, rýchlejšia migrácia medzi hniezdiskom a zimoviskom a pod.

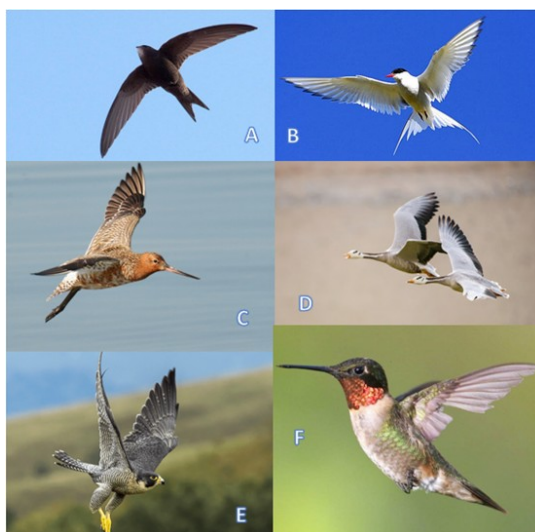
za popisanie vzniku letu 0,5 boda

za pomenovanie hypotéz po 0,5 za jednu, teda 1 bod

za výhody 0,5 boda

spolu 2 body

13. Urči vtáky na obrázku (Obr. 8) do druhu a vyhledej, čím je ich let zaujímavý- (u A-D uveď čím sú tieto konkrétne druhy výnimočné, u E všeobecne popíš čím je výnimočný let celej čeľade, kam tento druh patrí).



Obr. 8: Letci

A-Rorýs obecný (*Apus apus*) sa vyznačuje extrémnou vytvalosťou letu, v ktorom trávi väčšinu času– za letu prijíma potravu, pije, pári sa, zbiera hniezdny materiál či spí. Za rok nalieta asi 190 000 km, a dokáže letieť 130km/h.

B-Rybák dlouhoocasý (*Sterna paradisea*) prekonáva pri ťahu najväčšiu vzdialenosť- ročne uletí v priemere 70 až 80 tisíc km od arktického pásma až ku pobrežiu Antarktídy; letí v priemere cez 500 km/deň.

C-Břehouš rudý (*Limosa lapponica*) dokáže nonstop uletieť behom 8 dní až 11 600 km na ceste od Aljašky na Nový Zéland cez Tichý oceán.

D-Husa tibetská/indická (*Anser indicus*), ktorá musí preletieť osemtisícovky v Himalájach, dokáže vystúpať až do výšky 10 tisíc metrov nad morom.

E-Sokol sťahovavý (*Falco peregrinus*), dokáže v strmhlavom lete prekročiť rýchlosť až 389 kilometrov za hodinu.

F-Kolibřík rubínohrdlý (*Archilochus colubris*) patrí do čeľade kolibříkovité (Trochilidae) - veľká pohyblivosť ramenného kĺbu, mohutný prsný sval, pohyb krídiel vo vodorovnej a zvislej rovine (pohyb v osmičkách) a obrovská frekvencia mávania krídiel (10 - 90 kmitov za sekundu) umožňujú kolibříkom zastaviť sa na mieste, či letieť dozadu. Tento pohyb dokážu ako jediní zo všetkých vtákov. Okrem toho dokážu vyvinúť rýchlosť až 54 km/hod a taktiež sú veľmi vytrvalí letci- niektoré druhy počas cesty bez prestávky prekonávajú Mexický záliv, čo je vzhľadom na ich veľkosť naozaj pozoruhodné.

za každý druh 0,5 bodu

spolu 3 body

