

7. ročník (2022/23)



3. sada

Autorské řešení

MUNI | RECETOX

MUNI Ústav experimentální
SCI biologie

Níže naleznete řešení následujících úloh:

1. Fyzikální okénko (Vít Procházka)	3
2. Mi CAS, su CAS (Daniel Pluskal)	9
3. Motýlí král a ochrana hmyzu (Martin Švejnoha)	12
4. Krycí jména po zoologicku (Hana Slámová)	19
5. Dopamin a ADHD (František Váňa, MUDr. Kamil Ďuriš, Ph.D.)	25
6. Los dos amigos...or where life takes us (Anna Jambrichová, Katerina Matulová, Teodor Urban)	36

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

1. Fyzikální okénko

10 bodů

Jak se někdy říká, biologie je jen aplikovaná chemie. A ta je zase jen aplikovaná fyzika. Mohli bychom pokračovat dále třeba až k matematice, ale zůstaneme-li v rámci přírodních věd, zjistíme, že spousta základních principů vychází právě z fyziky. Neočekávám samozřejmě, že byste museli být profesionální fyzici, abyste mohli dělat biologii. Určitý vhléd do fyziky se ale hodí, zejména při práci s laboratorními přístroji využívajícími zajímavé fyzikální principy, ať už jde třeba o centrifugy (odstředivá síla), autoklávy (tlak, teplota), ultrazvukové lázně či další zařízení. V této úloze se zaměříme na světlo. Vlastně nejen na viditelné světlo, ale obecně na elektromagnetické záření a vybrané možnosti jeho použití v biologické laboratoři. Jednou z nejdůležitějších vlastností elektromagnetického záření je vlnová délka, podle níž si je můžeme rozdělit do několika kategorií.

1. Ke každému typu záření přiřaďte orientační rozsah vlnových délek a příklad použití v biologii: [2.5 b]

- mikrovlnné; 300 μm – 10 cm; rozvaření agarózy pro gelovou elektroforézu
- viditelné; 390 – 780 nm; kultivace fototrofních bakterií a řas
- ultrafialové; 10 – 390 nm; sterilizace laminárního boxu
- infračervené; 780 nm – 300 μm ; detekce zdrojů tepla pomocí termokamery
- rentgenové; 1 pm – 10 nm; studium krystalové struktury proteinů

Ještě větší vlnovou délku než záření popsaná v otázce mají rádiové vlny, jejichž biologický význam je o dost menší. Kdybychom se naopak zajímali o nižší vlnové délky, dostaneme se k záření gama. To doprovází mnohé jaderné reakce. Pro živé organismy je vysoce nebezpečné (až na pár výjimek, například želvušky, jež byly před pár lety také tématem IBIS úlohy, nebo třeba bakterii *Deinococcus radiodurans*). Gama záření díky tomu můžeme používat k průmyslovým sterilizacím potravin či jednorázových nástrojů. A kam se poděla písmenka alfa a beta? Také mají svoje záření asociovaná s radioaktivitou, nejedná se ovšem o záření elektromagnetická: alfa záření je tvořeno proudem jader ^4He , beta záření pak proudem elektronů či pozitronů.

Další důležitou charakteristikou elektromagnetického vlnění je jeho energie. Moderní fyzika předpokládá, že elektromagnetické záření není jen vlna (tak jako zvuk), ale zároveň i částice, kterou nazýváme fotonem. Příkladem tohoto tzv. korpuskulárně vlnového chování je šíření záření vakuem: zvuk jakožto pouhá vlna se šíří jen hmotným prostředím, zatímco elektromagnetické záření si hmotné prostředí „nese“ s sebou. Dalším příkladem je kvantování: záření se nemůže účastnit interakcí s jakoukoliv energií, ale pouze po kvantech: dále nedělitelných množstvích energie, která odpovídají jednotlivým fotonům. Energie záření je určena jednak vlnovou délkou (tj. velikostí kvant), jednak intenzitou osvětlení (počtem dopadajících kvant).

2. Dohleďte závislost energie fotonu na vlnové délce a popište použité symboly. Uveďte, které ze záření uvedených v otázce 1 má tuto energii nejvyšší. [1 b]

$$E = \frac{hc}{\lambda}$$

E = energie, h = Planckova konstanta, c = rychlost světla, λ = vlnová délka.

Nejvyšší energii má foton rentgenového záření: má nejnižší vlnovou délku a energie je nepřímo úměrná vlnové délce.

Zajímavé je, že korpuskulárně vlnový charakter nemají jen fotony, ale třeba i elementární částice hmoty – protony, neutrony a elektrony. Nejedvážnějším rozšířením je takzvaná de Broglieova hypotéza, podle které lze každé částici, jež má hybnost (tedy má hmotnost a rychlost), přiřadit vlnovou délku:

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv}$$

3. V praxi ale obvykle nepozorujeme, že by se pohybující se objekty vlnily. Vypočítejte moji de Broglieovu vlnovou délku, pokud vážím 70 kg a spěchám na přednášku rychlostí 6 km/h. [1 b]

$$h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$$

$$m = 70 \text{ kg}$$

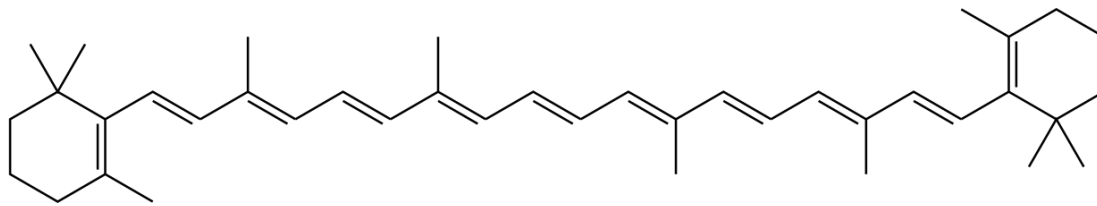
$$v = 6 \text{ km/h} \doteq 1,667 \text{ m/s (přesně } 5/3 \text{ m/s)}$$

$$\lambda = \frac{6,626 \cdot 10^{-34}}{70 \cdot 1,6667} \text{ m} = 5,679 \cdot 10^{-36} \text{ m}$$

Molekuly mohou elektromagnetické záření absorbovat. Setká-li se foton o určité energii s elektronem, který potřebuje právě toto kvantum energie k excitaci na vyšší hladinu, dojde k pohlcení fotonu. Získané energie se molekula může zbavit přeměnou na teplo, tj. pohyb molekuly, dále vyzářením nového fotonu čili fluorescencí (je vyzářen foton o nižší energii, zbytek se opět mění na teplo) nebo indukci nějaké fotochemické reakce. Absorbovaná vlnová délka závisí na typu molekuly, čehož využívá analytická metoda spektrofotometrie.

Spektrofotometr obsahuje zdroj spojitého záření (tj. všech vlnových délek v určité oblasti spektra), monochromátor (zařízení, jež propustí jen určitou vlnovou délku), měřicí kyvetu, kterou prochází paprsek světla a do které se vkládá vzorek, a detektor procházejícího záření.

Při spektrofotometrii předpokládáme, že čím více je v systému absorbujících molekul, tím více absorbují světla. Při měření za použití viditelného světla nebo blízkých vlnových délek dobře absorbují například látky obsahující konjugované dvojně vazby, aromatická jádra či ionty přechodných kovů.



Obrázek 1: Beta-karoten, příklad barevné molekuly s konjugovanými dvojnými vazbami (wikipedia.org)

4. Jaké vlnové délky β -karoten nejlépe absorbuje? Jak to souvisí s jeho vzhledem? [1 b]

přibližně 400 – 500 nm; neabsorbuje žluté a červené světlo, takže je oranžový

Mírou absorpce záření určité vlnové délky je absorbance, kterou lze vyjádřit jako záporný dekadický logaritmus poměru intenzity světla prostupujícího vzorkem a vstupujícího do vzorku.

$$A = -\log \frac{I}{I_0}$$

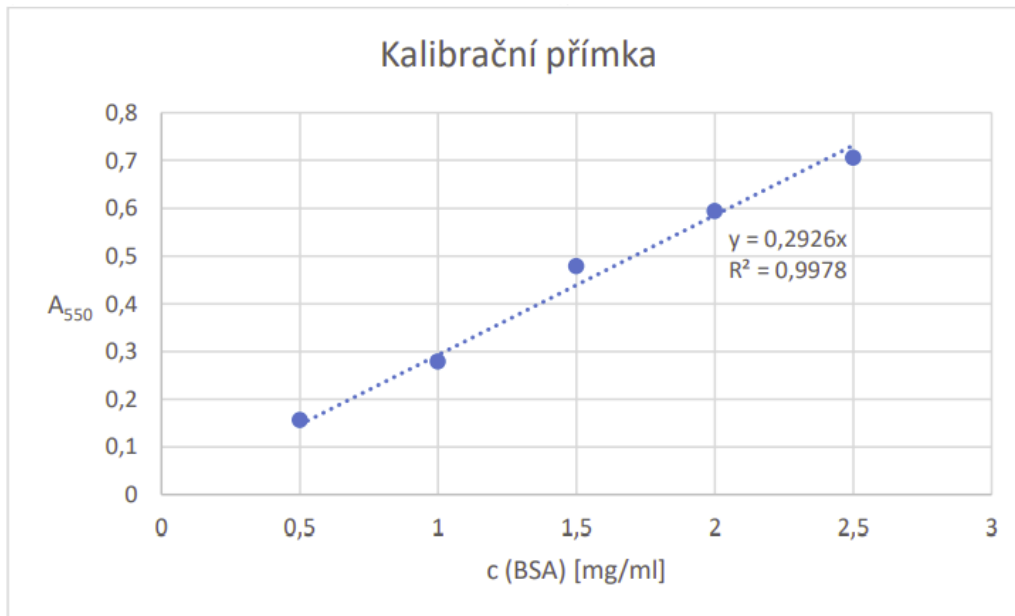
Vztah absorbance a koncentrace absorbující látky popisuje Lambertův-Beerův zákon:

$$A = \epsilon cl$$

A = absorbance, ϵ = absorpční koeficient, c = koncentrace (látková či hmotnostní), l = délka optické dráhy (dráha, kterou paprsek urazí ve vzorku).

Při spektrofotometrickém měření používáme obvykle stále stejně širokou kyvetu (např. 1 cm). Stejně tak absorpční koeficient závisí především na tom, za jakých podmínek měříme, takže se během jednoho měření nemění a jeho vyčíslení nemá příliš velký praktický význam. Lambertův-Beerův zákon tak používáme především jako vyjádření lineární závislosti absorbance na koncentraci. Při vysokých hodnotách absorbance ($A > 0,8$) ovšem není závislost absorbance na koncentraci lineární. Příliš koncentrované vzorky je vhodné ředit tak, aby se jejich absorbance snížila pod tuto hodnotu.

Aplikaci spektrofotometrie v biochemii si nejprve ukážeme na příkladu stanovení proteinů biuretovou metodou. Při něm se jako činidlo používá vodný roztok obsahující síran měďnatý a hydroxid sodný. Činidlo tvoří s peptidickými vazbami v proteinech modře zbarvený komplex. Pro zjištění závislosti absorbance na koncentraci proteinů bylo nejprve připraveno pět roztoků modelového proteinu, bovinního sérového albuminu (BSA), o známé koncentraci. Každý z těchto roztoků byl smíchán s biuretovým činidlem a po 20 minutách byla změřena jeho absorbance při vlnové délce 550 nm. Získaná data byla v aplikaci Microsoft Excel vynesena do grafu a proložena regresní přímkou, jež popisuje závislost absorbance na koncentraci. Uvedená hodnota R^2 popisuje, jak přesně vypočtená příмка odpovídá naměřeným datům. Nízké hodnoty značí velkou míru odlehlosti (a tedy nižší vypovídací hodnotu), naopak pro ideální data ležící přesně na přímce by vyšlo $R^2 = 1$.



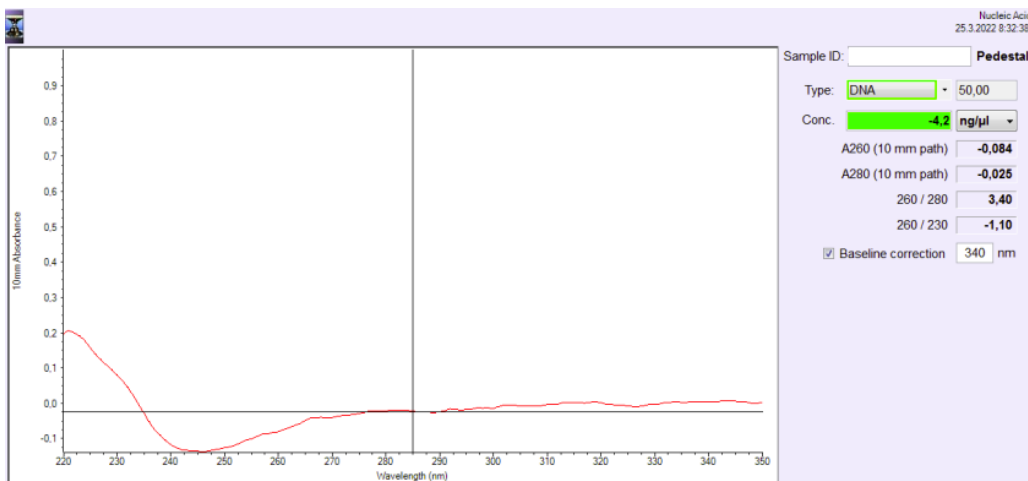
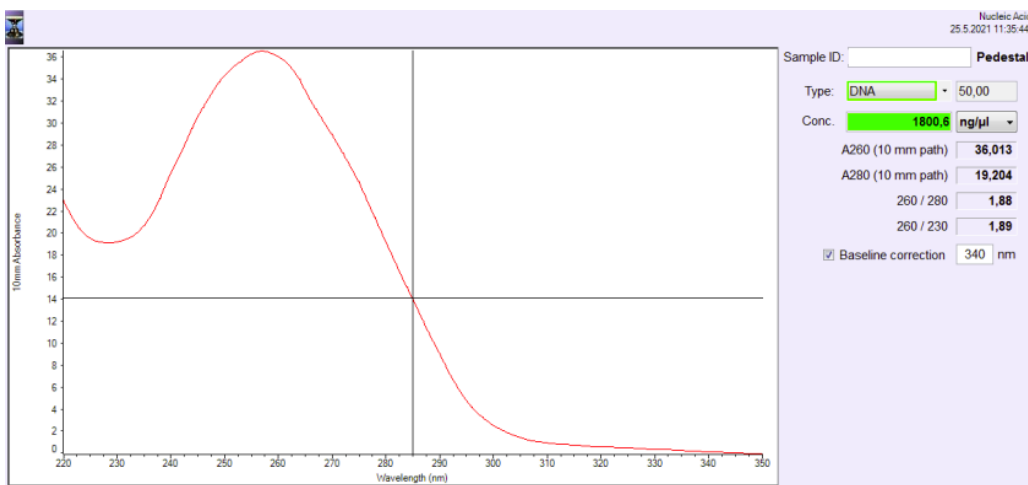
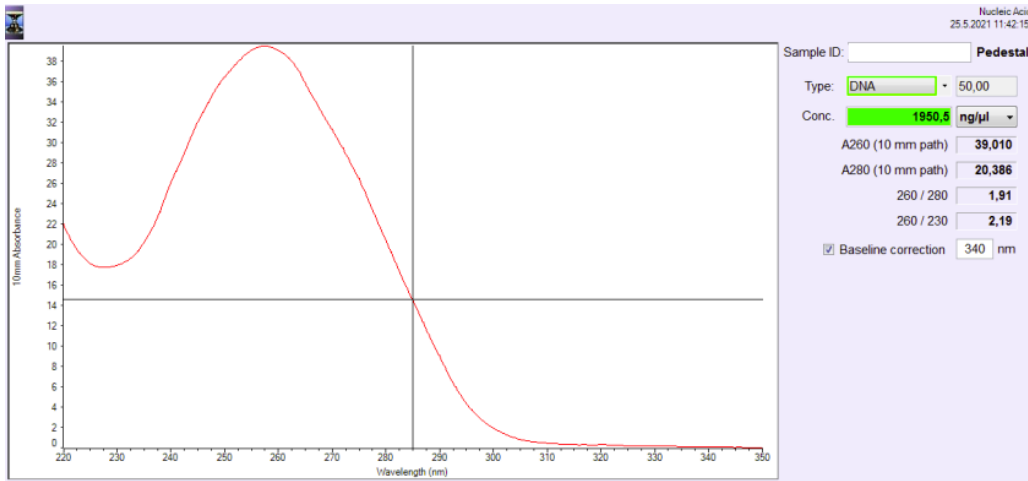
5. Kromě standardních roztoků BSA byl proměřen i vzorek krevního séra s neznámou koncentrací proteinů, který po zředění 100× vykazoval absorbanci 0,155. Jaká je koncentrace proteinů v neředěném séru? [1.5 b]

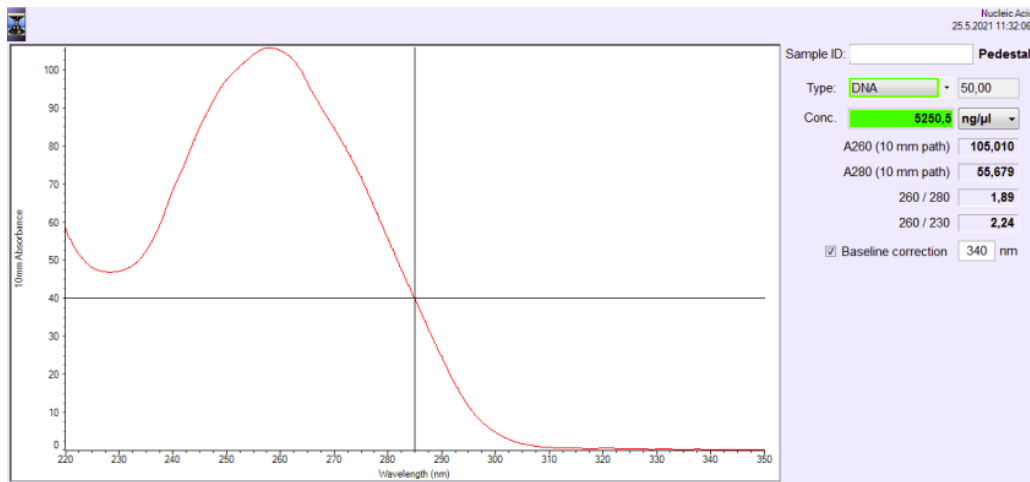
52,97 mg/ml

Ke stanovení DNA po její izolaci a k vyhodnocení jejich čistoty můžeme využít spektrofotometrii v ultrafialové oblasti. Typicky se používá spektrofotometr modelu NanoDrop. Jak už název napovídá, stačí vložit drobnou kapku vzorku izolované DNA. Spektrofotometr změří absorpční spektrum, přepočte absorbanci při 260 nm na koncentraci a spočítá poměry absorbancí při různých vlnových délkách, jež nám orientačně indikují čistotu. Nejvýznamnější jsou poměry A_{260}/A_{280} a A_{260}/A_{230} .

6. Na obrázcích níže vidíte výstupy ze spektrofotometrické analýzy několika izolátů DNA. Pozorně si je prohlédněte a napište, který z izolátů je podle vás nejzdařilejší a jak jste na to přišli. [2 b]

1. v pořádku
2. poněkud nižší poměr A_{260}/A_{230} , možná kontaminace látkami použitými při izolaci
3. DNA se nepodařilo izolovat
4. v pořádku, vyšší koncentrace než 1 → nejlepší





7. Proč měříme koncentraci DNA při 260 nm?

[1 b]

Protože je to přibližná hodnota absorpčního maxima DNA.

Spektrofotometrie zdaleka není jedinou metodou využívající světlo pro zkoumání biologických vzorků. Dala by se sem zařadit například Ramanova spektroskopie nebo celá plejáda fluorescenčních metod. Z této úlohy je to ale vše. Doufám, že i přes ne zcela biologické téma se vám líbila a pomohla vám si propojit poznatky z různých přírodních věd.

Daniel Pluskal (e-mail: daniel.pluskal@recetox.muni.cz)

2. Mi CAS, su CAS

10 points

A friendly reminder:

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

Each and every person is assigned a personal ID at birth, which accompanies the person during their whole life. And why? It makes the process of identification a piece of cake. There can be multiple people named John Doe or Mary Sue. This presents little to no trouble in your everyday life, but what would you do, if you shared a name with an irresponsible spendthrift who borrowed a boatload of money, however, the debt collectors came to collect to your door saying “insert-your-name” owes them? As there is no legislation preventing two people from having the same name and the number of people is constantly increasing, this would be a lot more serious issue than it currently is, had we not had a unique identifier stapled to our person right at birth, providing a simple and reliable way to distinguish between Joe Bloggs #1 and #2. The same problem occurs for any science utilising chemical substances. As the number of known chemicals rises steeply and more and more substances are discovered every day, the need has arisen to have a way to reliably identify any chemical, be it common or niche, which you may come into contact with.

1. Present **two** examples of two or more different chemical substances sharing the same common name. [1 pt]

A classic example of multiple chemical substances sharing the same name is “soda”. Do you mean washing soda (Na_2CO_3), baking soda (NaHCO_3), caustic soda (NaOH), or club soda (H_2CO_3)? Nobody knows. Other examples include the common name “alcohol” representing either ethanol (alcohol or grain alcohol), methanol (wood alcohol), or isopropanol (rubbing alcohol), “sugar” representing saccharose, dextrose, fructose, maltose, or any other sweet-tasting saccharide, or the infamous “salt”, which is a story for itself.

The American Chemical Society (ACS) has decided to rise up to the challenge and formed the [Chemical Abstract Service \(CAS\)](#), a division responsible for indexing every single known chemical substance, be it organic or inorganic, every described DNA, RNA, and protein sequence, also including all known minerals, isotopes, alloys, mixtures and so-called nonstructurable materials. This identifier is called a “**CAS registry number**”, “**CAS RN**” or simply “**CAS number**”.

2. What does the abbreviation “UVCBs” stand for? Present **three** different examples of a UVCB. [2 pt]

UVCBs = substances of Unknown or Variable composition, Complex reaction products, or Biological materials

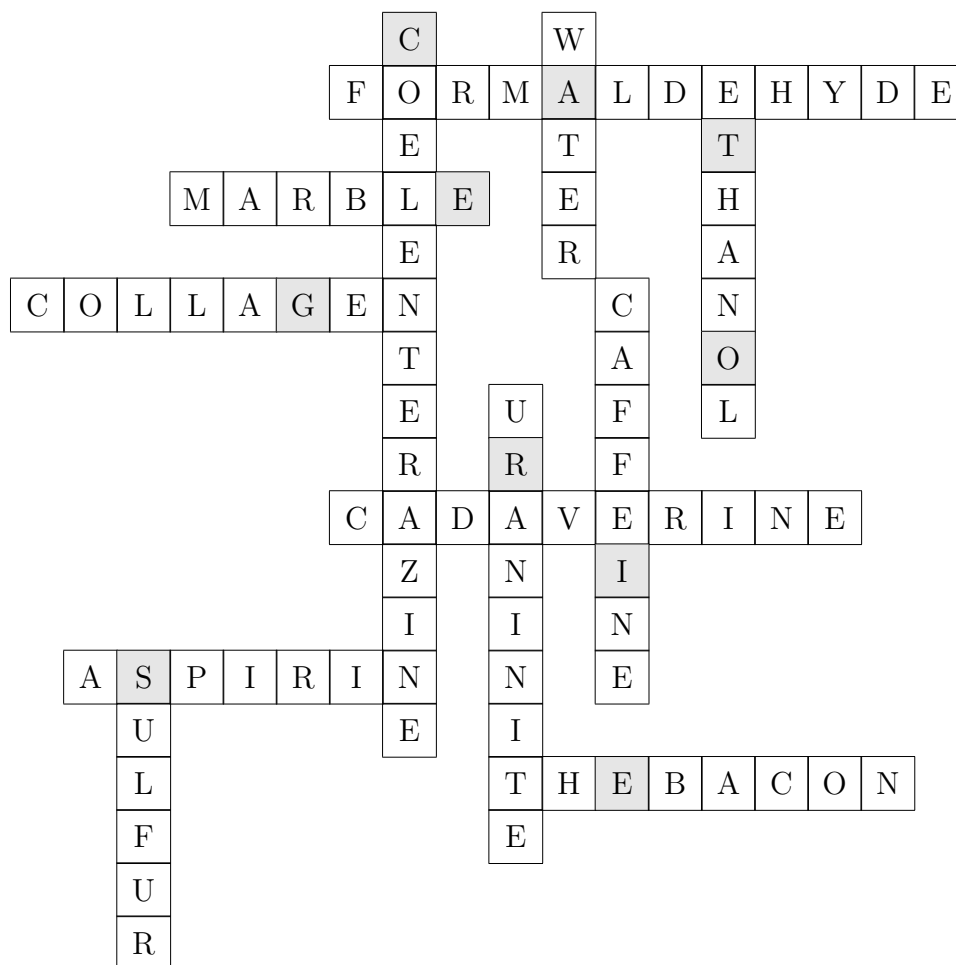
Typical examples of UVCBs are petroleum products (natural gas, oil, gasoline, diesel, petrol ether...), various natural extracts (mustard oil, lavender oil, olive oil...), and all other kinds of materials, such as wheat flour, gelatin, tryptone/peptone, beeswax...

Because of the wide variety of the nature of what substance the CAS number may represent, it is practically impossible for the CAS number to encode any information about the encoded chemical (unlike InChI or SMILES), being solely a “serial number”. CAS numbers, therefore, have no inherent meaning on their own, without the ginormous CAS database backing it. There are many search engines designed for digging through the CAS database, for example, [CAS common chemistry](#), [PubChem by NCBI](#), or [ChemSpider by RSC](#).

3. Complete the following crossword with common names of chemicals defined by their CAS number and figure out the solution (read from left to right, top to bottom, in the tinted fields). [6 pt]

Solution: CATEGORISE

- | | | | | | |
|---------|-----|-------------|-------|-----|------------|
| Across: | 3. | 50-00-0 | Down: | 1. | 55779-48-1 |
| | 5. | 308068-21-5 | | 2. | 7732-18-5 |
| | 6. | 9007-34-5 | | 4. | 64-17-5 |
| | 9. | 462-94-2 | | 7. | 58-08-2 |
| | 10. | 50-78-2 | | 8. | 1317-99-3 |
| | 12. | 466-90-0 | | 11. | 7704-34-9 |



As you already had the opportunity to find out, the CAS number is always composed of three parts separated by hyphens: XXXXXXX-YY-Z. The first part of the number may contain up to seven digits, the second part always contains two digits and the third part always contains a single digit, used for verification of the correctness of the number, being an identifier of whether or not is the CAS number written correctly – it fulfils the same role as the last four digits of your personal ID.

4. Find out the process of how to compute the last, verification digit of a CAS number (do not include the process description in your answer). Figure out, what would the verification number Z be for a hypothetical CAS number 5541298-54- Z . [1 pt]

The verification number of a CAS registration number is calculated as the last digit of the CAS number times one, plus the second last digit times two, plus the third last digit times three, all the way from the back to front of the CAS number. This sum modulo 10 gives us the value of the verification number.

$$Z \equiv 4 \times 1 + 5 \times 2 + 8 \times 3 + 9 \times 4 + 2 \times 5 + 1 \times 6 + 4 \times 9 + 5 \times 8 + 5 \times 9 \pmod{10}$$

$$Z \equiv 203 \pmod{10}, \quad 0 \leq Z < 10$$

$$Z = 3$$

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

3. Motýlí král a ochrana hmyzu

20 bodů

O úbytku hmyzu jste jistě slyšeli mnoho alarmujících zpráv. Například nechvalně známá německá studie z chráněných území ukázala více než 75% pokles biomasy létajícího hmyzu v průběhu 27 let. Podobné výsledky přinesly i další výzkumy z různých koutů světa, některé ale s rozporuplnou metodikou. Cílem této úlohy není deprimovat vás neutěšivým stavem biodiverzity, ale přiblížit vám problematiku ochrany hmyzu.

Pozorovat jakékoliv změny početnosti jedinců či druhů hmyzu je vždy obtížné, a to hned z několika důvodů:

a) **Hmyzí populace přirozeně kolísají.** Musíme tedy danou lokalitu sledovat dlouhodobě, abychom zachytili populační trend a mohli také vyloučit vlivy ovlivňující sběr dat. Představte si, že pomocí světelných pastí zkoumáte populaci ohrožené píďalky, třeba očkovce tmavého (*Cyclophora pendularia*). Na sledovanou lokalitu umístíte světelný lapač každý třetí den po celou dobu výskytu.

1. Jaké faktory prostředí budou nejméně ovlivňovat výsledky vašeho výzkumu v jednotlivých dnech? Zkuste jmenovat alespoň 3. [1.5 b]

Největší vliv na přilet motýlů ke světelné pasti bude mít počasí – přesněji tedy teplota, vlhkost vzduchu (případně srážky), vítr i fáze Měsíce (nejrušivější je úplněk). Každý den tedy přinese jiné výsledky, ale díky opakovaným návštěvám lokality můžeme tyto vlivy minimalizovat. Zajímá-li nás konkrétní druh, je důležité sběr dat opakovat i v dalších letech. Každý rok je totiž jiný a populace, která jednu sezónu vypadá na vymření, se může rychle vzpamatovat.

b) **Hmyzu je prostě moc.** V České republice se vyskytuje asi 70 druhů ryb, 400 druhů ptáků a sotva 100 druhů savců. A přes 30 000 druhů hmyzu. Je tedy těžké určit, jestli mizí druhy napříč všemi řády, nebo se naopak vytrácí určité skupiny, zatímco jiné stagnují, či se snad vrací na svá původní stanoviště.

2. Evoluční úspěšnost hmyzu, to je kapitola sama pro sebe. Popsáno bylo přes milion druhů a podle různých odhadů další miliony ještě čekají na objevení. Zamysli se nad tím, proč je hmyz tak druhově rozmanitý a uveď dva důvody. [2 b]

Za obrovskou rozmanitostí hmyzu stojí mnoho faktorů:

- velikost – hmyz je dostatečně malý na to, aby mohl využívat nejrůznější ekologické niky, třeba žít v lodyhách rostlin, uvnitř semen nebo kořenů a zároveň také může na malém území žít obrovské množství jedinců
- krátký generační čas a vysoká plodnost
- koevoluční vztahy s jinými organismy – opylovači, paraziti, parazitoidi. . .
- evoluční „novinky“ – zejména křídla, kladélko, krovky u brouků
- dobře vyvinuté smyslové orgány a neuromotorický systém

Je důležité si uvědomit, že druhová rozmanitost jednotlivých hmyzích řádů je značně odlišná. Asi 80 % všech druhů spadá do pěti řádů (z téměř 30). Zatímco vážek bylo popsáno asi 7 tisíc druhů, aktuální druhová diverzita brouků přesahuje 350 tisíc druhů.

c) **Hmyzu stále málo rozumíme.** Evropa je entomologicky nejprozkoumanější oblast světa, ale i u nás je stále co objevovat. Obrovské počty druhů představují nekonečnou práci pro ekology, taxonomy, evoluční biology a mnohé další odborníky, kteří kousek po kousku rozkrývají nejrůznější tajemství hmyzu. Některé skupiny, například denní motýli, jsou relativně dobře prozkoumané, zejména ekologicky. Naopak největší rezervy jsou nejspíš v řádech dvoukřídlých a blanokřídlých.

3. Proč toho o denních motýlech víme tolik, v porovnání s jinými skupinami? Uveď alespoň dva důvody. [2 b]

Denní motýli jsou atraktivní skupinou, o kterou se zajímá relativně hodně profesionálních i amatérských entomologů. V ČR se vyskytuje asi 170 druhů, což je vlastně docela málo – o to víc potom víme o jednotlivých druzích. Také se dobře určují a hledají, jsou nápadní, velcí a jejich denní aktivita nám jejich zkoumání usnadňuje.

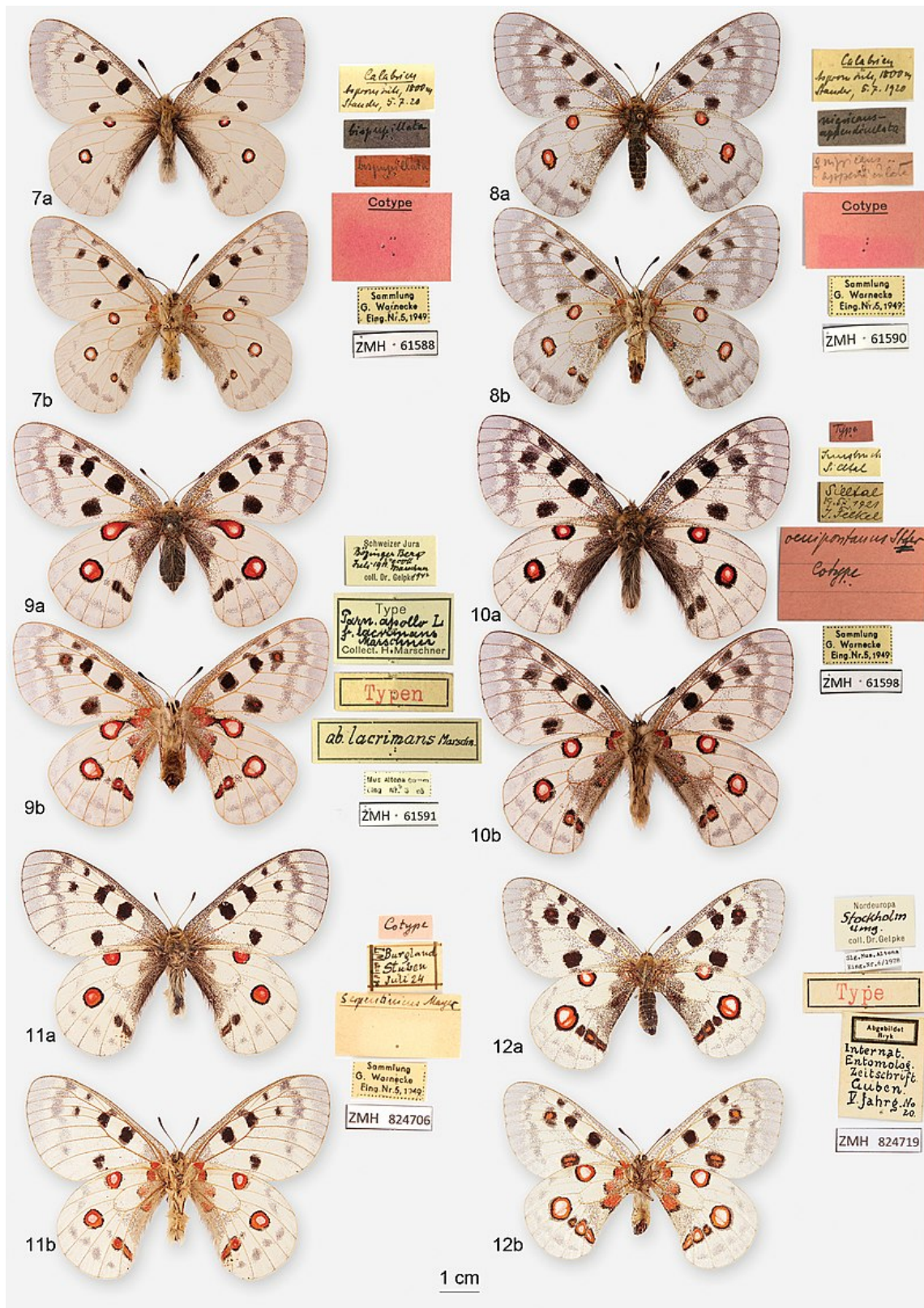
V další části této úlohy bych vám rád přiblížil problematiku ochrany hmyzu v kontextu několika významných motýlích druhů. Znalost ekologie organismů, o jejichž ochranu usilujeme, je naprosto klíčová. Nevhodným zásahem totiž můžeme snadno zničit celou populaci a způsobit tak mnohdy nevratné škody. Důležitá je zejména **bionomie**, tedy znalost životního cyklu a potravních a stanovištních nároků. S bionomií také souvisí některé další otázky. Myslete tedy na to, že za každým motýlím druhem je konkrétní ekologie – dospělci preferují některé rostliny, housenky mají své predátory a konkurenty, vajíčka kladou samice na různá místa z různých důvodů, kukly mohou přezimovat i několik let. . .

A tohle všechno jsou střípky v mozaice, která činí každý druh unikátním a fascinujícím!

Jedním z mnoha nesmírně zajímavých motýlů je jason červenoooký (*Parnassius apollo*) z čeledi otakárkovití, který se kdysi vyskytoval na mnoha místech v České republice. Vyžaduje otevřené skalnaté stráně s dostatkem živných rostlin, rozchodníků, a dobře toleruje vysokou nadmořskou výšku – i přes 2000 m n. m. Díky nádherné kresbě na křídlech si vysloužil přezdívku „motýlí král“. V důsledku změn v krajině ale u nás rychle vyhynul a dnes můžeme větší populace pozorovat pouze u Štramberku v Moravskoslezském kraji, kde byl sekundárně vysazen v druhé polovině minulém století.

4. Latinský druhový název jasoně je *apollo*. Na co (koho) toto jméno odkazuje? A jakou to má souvislost s jasoněm? [1 b]

Jméno odkazuje na Apollóna, boha Slunce a světla. Jason červenoooký je totiž silně heliofilní – dospělci jsou aktivní pouze za přímého slunečního svitu.



Tento ikonický druh je u nás zákonem chráněný (v kategorii „kriticky ohrožený“) a často se stává předmětem vášnivých diskusí o ochraně hmyzu a přírody vůbec. Ve střední Evropě byl nedávno zahájen projekt LifeApollo2022 jehož cílem je obnovení populací u nás, v Rakousku a na Slovensku a vytvoření migračních koridorů, které by zajistily životaschopnost nových populací. Velkou zvláštností jasně červenookého je tvorba ob-

rovského množství forem a poddruhů, kterých již bylo popsáno přes 150. Liší se kresbou na křídlech i celkovou velikostí a některé najdeme jen na velmi malých lokalitách, třeba pouze v jednom horském údolí.

5. Uveďte dvě možné příčiny, které stojí za obrovským množstvím poddruhů jasoně červenookého. [2 b]

Preferovaná stanoviště jasoně červenookého jsou často drobné a izolované lokality. Tato fragmentace podporuje vznik lokálních forem, které se dále vyvíjí vlastním směrem. Dospělci nejsou schopni bariéry mezi vhodnými biotopy překonat a genový tok mezi populacemi je tak minimální.

Jasoně červenooký u nás vyhynul v roce 1935 a reintrodukovan byl o 50 let později. Jedinci ze Slovenska byli vysazeni ve Štramberském vápencovém lomu a místní populace se nyní pohybuje v řádech stovek jedinců.

Reintrodukce, tedy vysazení druhu na místo, odkud vymizel, je zajímavý nástroj ochrany přírody, ale má i svá rizika. Nemůžeme jen tak nasbírat vzácné živočichy, vypustit je na původní lokalitě výskytu a označit druh za „zachráněný“. Před tím, než se o reintrodukci pokusíme, bychom měli pečlivě zvážit několik skutečností. Je totiž možné, že reintrodukce (zatím) není vhodná, a jenom bychom plýtvali zdroje.

6. Co bychom měli vždy udělat před tím, než se o reintrodukci pokusíme? Jmenujte alespoň 2 důležité skutečnosti. [2 b]

Nejprve bychom se měli ujistit, že druh, který chceme navracet, opravdu vyhynul. Je možné, že objevíme poslední zbytky skomírající populace, kterou ještě můžeme zachránit, třeba obnovou původních stanovišť.

Máme-li jistotu, že druh vyhynul, je nutné najít a odstranit příčiny, než vypustíme nové jedince. Bez dostatečných zdrojů potravy a úkrytů je naše snaha zbytečná.

A neméně důležité je zajistit, aby reintrodukovaní jedinci byli co nejvíce geneticky blízcí populaci vyhynulé. V rámci jednoho druhu můžeme najít mnoho různých poddruhů a forem, které se ale nemusí odlišovat jen zbarvením a velikostí. Různé ekologické formy mají různé nároky a vnesením cizorodého genetického materiálu můžeme ohrozit populace v okolí.

Populace jasonů zdevastovaly zejména změny hospodaření v krajině, především ústup od extenzivní pastvy, která udržovala bezlesí. Většina našich denních motýlů ale potřebuje otevřená stanoviště, například květnaté louky s dostatkem nektaru i potravy pro housenky. Zalesňování je problémem pro mnoho druhů hmyzu, navzdory rozšířené představě že les je „ta největší příroda“. Ponecháme-li louku svému osudu, za několik desítek let na jejím místě nejspíš najdeme les, a když vymizí otevřená krajina, vyhynou i denní motýli.

7. Co tedy v naší krajině udržovalo bezlesí před rozmachem vlivu člověka? Úspěšné pokusy o obnovení těchto vlivů probíhají i u nás. Kde, a jak konkrétně? [2 b]

Bezlesí nejspíš udržovali velcí býložravci – zubři, pratuři a divocí koně, kteří narušovali ve-

getaci a půdní povrch, což vytvářelo životní prostor pro mnoho druhů rostlin a živočichů. Jejich roli později částečně převzala volně se pasoucí hospodářská zvířata. Ve 20. století byl dobytek přemístěn do farem a družstev a naše příroda o tyto „ekosystémové inženýry“ přišla.

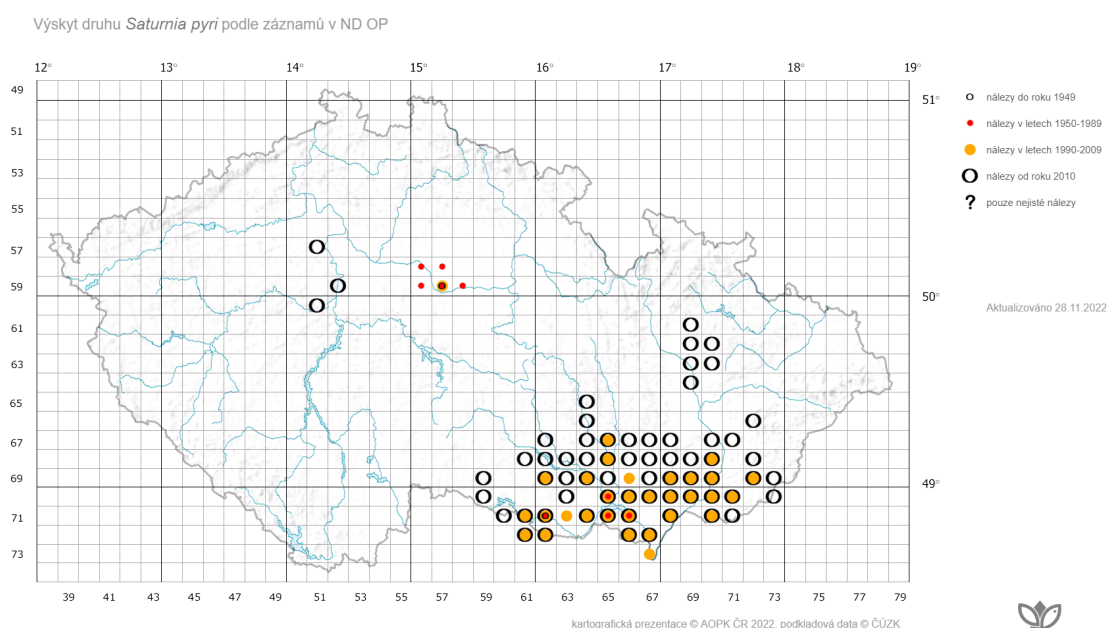
Zajímavým příkladem úspěšného návratu velkých býložravců do krajiny je přírodní rezervace Milovice, kde můžete zubry, pratury i divoké koně vidět na vlastní oči. Obecně se ale pastva zvířat používá na mnoha cenných lokalitách v ČR jakožto vhodný způsob hospodaření.

Dalším faktorem, který negativně přispěl k rozpadu přežívajících populací jasonů, je zájem sběratelů, pro které je motýlí král (a zejména jeho různé poddruhy) velice lukrativní komoditou. Preparovaní motýli se prodávají za nemalé částky, a i proto má zákonná ochrana tohoto druhu má smysl.

8. Jason červenoooký je ale v tomto ohledu entomology chápán spíše jako výjimka. Chránit ohrožený druh zákonem totiž může být i kontraproduktivní. Proč? [1 b]

Entomologické sbírky představují velice důležitý zdroj dat o výskytu hmyzu. Zachovalý materiál může přetrvat desetiletí a být využit při genetických analýzách. Zakážeme-li sběr jedinců zákonem, ztratíme i cenná data, která nám mohou napomoci druh chránit. Většinu motýlů, na rozdíl od jasoně, nemůžeme ohrozit běžným sběrem, jejich populace jsou totiž dostatečně velké a životaschopné.

Dalším dobře známým druhem, který je zároveň zákonem chráněný (v kategorii „silně ohrožený“), je martináč hrušňový (*Saturnia pyri*). Našeho největšího motýla s úctyhodným rozpětím křídel až 15 centimetrů si můžete splést i s netopýrem, ale mnohem častější je setkání s nápadně zbarvenou housenkou, která si hledá vhodné místo k zakuklení. Martináč hrušňový je polyfágní druh, housenky se živí na mnoha druzích ovocných dřevin ale i na mandloních či jasaněch.

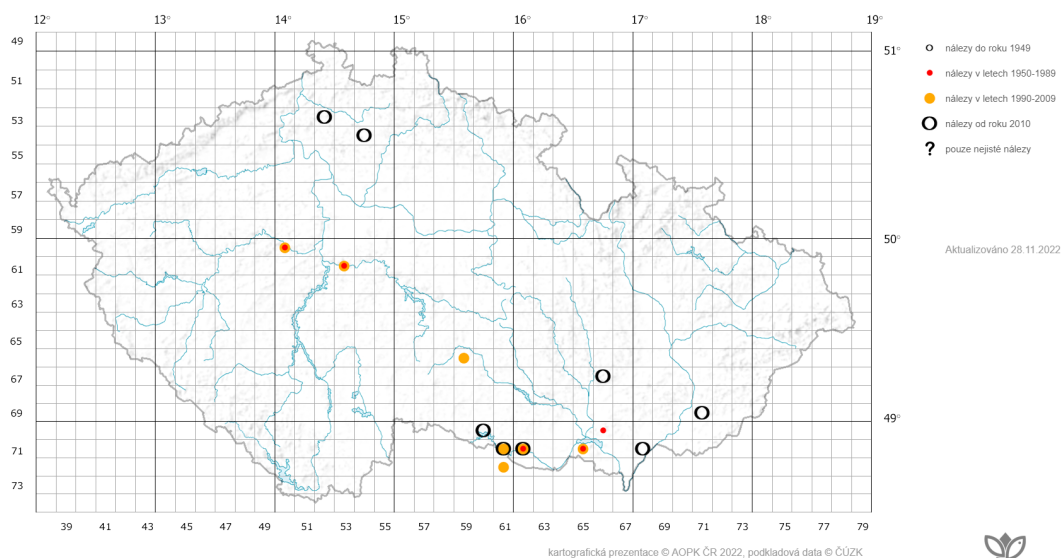


9. Podívejte se na mapu záznamů v nálezové databázi Agentury ochrany přírody a krajiny (viz odkaz) a vlastními slovy zkuste popsat, jak se populace ohroženého martináče vyvíjela posledních 80 let. Jaký trend pozorujeme a co můžeme očekávat do budoucna? Měl by zákon o chráněných druzích reflektovat tuto změnu? – napište svůj názor. [2.5 b]

Z mapy můžeme vyčíst, že se martináč hrušňový v první polovině 20. století vyskytoval zejména na Znojemsku a Břeclavsku a také ve východních Čechách. V dalších dekádách došlo k pozvolnému rozšiřování zejména na jižní Moravě. Od roku 1990 nálezů značně přibývá a nyní můžeme martináče pozorovat na většině území Moravy a ve Středočeském kraji. Do budoucna můžeme očekávat další expanzi druhu do teplejších oblastí České republiky, zejména v Čechách.

Nálezová databáze AOPK je skvělý nástroj, díky kterému se dostanete za pár kliků k mapám zaznamenaného výskytu téměř všech rostlin a živočichů, které u nás můžete potkat. Má to ale i svá úskalí. Na mapy totiž nelze spoléhat vždy.

Výskyt druhu *Idaea bilinearia* podle záznamů v ND OP



Výše uvedená mapa výskytu žlutokřídlece hnědavého (*Idaea bilinearia*) je na nálezy mnohem chudší (pouze několik desítek nálezů po roce 2000). Tento drobný stepní motýl běžnější v jižní Evropě u nás zákonem chráněný není. Zákony samozřejmě nevznikají na základně jedné mapy, ale nezaslouží si alespoň nízkou úroveň ochrany i žlutokřídlec?

10. Co může ovlivňovat počet záznamů výskytu? Jsou tedy nálezové mapy „zaujaté“? A jaké druhy obecně „zvýhodňují“? Porovnejte mapy výskytu obou zmiňovaných druhů nočních motýlů a využijte je k popisu tohoto problému. [3 b]

Nálezové mapy „zvýhodňují“ velké a nápadné druhy, které je snadné určit a zaznamenat. Martináče hrušňového můžeme najít v sadech i zahradách, zatímco žlutokřídlec hnědavý je vázáný na člověku vzdálenější lokality. Martináč je nezaměnitelný a obrovský motýl, žlutokřídlec je nenápadný a drobný. Můžeme tedy očekávat, že rozšíření žlutokřídlece hnědavého je rozsáhlejší, než ukazuje nálezová mapa.

Je zřejmé, že stát nedokáže s dostatečnou odborností posoudit míru ohrožení a vyhlásit tak stupeň ochrany pro každý vzácný druh hmyzu. Dostatek údajů o všech skupinách totiž nejspíš nebudeme mít nikdy. Proto se používá koncept deštníkových druhů, o které se ochrana přírody a s ní spojené vhodné zacházení s krajinou opírá.

11. Co je to deštníkový druh? A proč jsou důležité vlajkové druhy?

[1 b]

Deštníkový druh je organismus, který je vhodné chránit, protože vyžaduje specifické prostředí, ve kterém se daří i velkému množství dalších, třeba ne tak dobře pozorovatelných druhů. Ochranou deštníkového druhu tedy pomáháme i mnoha dalším živočichům a rostlinám.

Vlajkový druh je dobře známý a veřejností oblíbený živočich nebo rostlina (často pestře zbarvený nebo roztomilý), sloužící jako jakýsi maskot ochraně přírody. Pomáhá financovat větší ochrannářské projekty, které se bez širší podpory neobejdou.

Hana Slámová (e-mail: hancaxslamova@seznam.cz)

4. Krycí jména po zoologicku

20 bodů

Znáte deskovou hru Krycí jména? Jde o velmi populární společenskou hru spojující prostředí tajných služeb se slovními hříčkami a asociacemi. Klasickou či obrázkovou verzi si už jistě zahrál mnohý z vás. Jelikož jste ale otevřeli zadání IBISu, hledáte pro dnešní večer pravděpodobně spíše nějakou biologicky–intelektuální zábavu. Zkuste si tedy zábavnou a kreativní formou otestovat své znalosti ze světa roztodivných živočichů.



Pravidla hry

1. Hrací pole sestává z 25 karet s českými (černě psanými) i slovenskými (šedě psanými) rodovými názvy organismů. Každý organismus představuje krycí jméno nějakého agenta, civilisty nebo nájemného vraha. Proti sobě hrají dva týmy: červení a modří. Komu dané krycí jméno patří – zda je agenta červeného týmu, modrého týmu, nebo někoho jiného – ví pouze vedoucí týmů, hlavní špióni. Cílem je v co nejméně „tazích“ předat tyto informace zbytku svého týmu – špiónům v terénu – kteří se snaží identifikovat agenty svého týmu a označit je.
2. Celkem je ve hře 9 + 8 karet s agenty (začínající tým má vždy o jednoho agenta navíc), 7 civilistů a 1 nájemný vrah. Pozor – kontaktováním nájemného vraha hra automaticky končí a vyhrává protější tým (v naší podobě tedy po označení nájemného vraha končí vaše možnost získávat body).
3. Hlavní špióni předávají svým týmům pokyny v podobě 1 slova (případně ustáleného slovního spojení) a čísla. Slovo by mělo být nějakou společnou asociací, kterou se hlavní špión snaží propojit co nejvíce krycích jmen svých agentů a neoznačit

tak ostatní agenty, nebo jiné postavy hry. Číslo značí, kolik agentů ve spojitosti k danému slovu má tým hledat.

4. Jako nápověda NEmůže být použito slovo:

- (a) se stejným kořenem jako dosud neuhodnutý pojem na hracím poli
- (b) název organismu v jiném jazyce ani jeho vědecký název

PŘÍKLAD: chci asociací spojit slova JEŽURA a PTAKOPYSK, ale chci se vyhnout spojení s VOMBAT. Nápovědu PTAKOŘITNÍ ale použít nemohu, protože kořen PTAK je obsažen jak v ptakopysku tak v mé nápovědě. Není ani moudré použít nápovědu AUSTRÁLIE protože na tomto kontinentu žijí všechny zmíněné druhy. Mohu ale použít nápovědu KLOAKA, protože to je společným znakem skutečně jen ježury a ptakopyska.

- 5. Na základě nápovědy od hlavního špióna je úkolem zbytku týmu uhodnout, co mělo vedení tak asi na mysli. Během stolní hry se na karty ležící na stole ukazuje prstem, Vám stačí napsat odpověď na otázku. Nezapomeňte, že záleží na pořadí – pokud se trefíte do náhodného kolemjdoucího, tah končí a body nezískáte (navíc si tím můžete zadělat sami na problémy do budoucích tahů). Stejně tak platí pravidlo o nájemném vrahovi – vyplatí se tedy nad pořadím přemýšlet.
- 6. Po ukončení tahu je na řadě druhý tým, který postupuje stejným způsobem.

Pokud máte v pravidlech stále zmatek, doporučuji zhlédnout následující [video](#).

První hra

S šálkem horkého čaje se vracíte do společenské místnosti s tím, že si konečně po dlouhém studiu pravidel hru s přáteli zoology zahrajete. Naneštěstí, první kolo hry zrovna skončilo a ostatní se rozutekli na krátkou pauzu. Když ale přistoupíte k hracímu plánu, zjistíte, že kamarádi sice už uklidili kartičky odhalující týmovou příslušnost agentů, původní hrací pole ale zůstalo stále rozloženo (Tabulka 1) a dokonce vám tam nechali papírek, na kterém jsou sepsané všechny nápovědy, které ve hře od hlavních špiónů zazněly (Tabulka 2). Uvažujte, že všechna zvířata byla uhodnuta napoprvé a tedy na každé zvíře se vztahuje právě jedna nápověda.

Dokážete podle těchto indicií sami přijít na identity všech agentů přítomných ve hře?

hořavka lopatka	bojga bojga	pijavka pijavica	pestřenka pestrica	psík psík
žebernatka rebrovka	čtverzubec štvorzubec	hmyzenka šutka	sumka ascídia	krtek krtko
korálovka hadiarka	kyjorožka ceratina	měchýřovka physalia	chobotnice chobotnica	vruboun skarabeus
jehlice morská ihla	surikata surikata	zajíc zajac	nosatka nosatka	gepard gepard
kudlanka modlivka	slunéčko lienka	termit termit	nitěnka tubifex	ropušenka ropušenka

Tabulka 1: Herní plán první hry

Červený tým	Modrý tým
Batesovské mimikry, 3	Tetrodotoxin, 3
Koloniální, 3	Koprofágie, 2
Invazivní, 3	Duha, 3

Tabulka 2: Náповědy pro první hru

- Podle pravidel hry přiřaďte organismy k jednotlivým pojmům. Hádáte agenty pro oba týmy. Ke každému organismu připište do závorky krátké, ale výstižné odůvodnění, proč zrovna on se pro dané heslo nejvíce hodí.

Vzorová odpověď: „dravec, 2“ – orel (řadí se do řádu dravci), kajmanka (velmi dravé zvíře, jeden druh se přímo jmenuje kajmanka dravá). [8.5 b]

Batesovské mimikry, 3 – korálovka (had, zbarvením napodobuje jedovatého korálovce), pestřenka (dvoukřídlý hmyz, napodobuje vosu), gepard (gepardí mláďata napodobují zbarvením agresivního medojeda).

Koloniální, 3 – termit (sociální hmyz, staví termitiště), surikata (sociální savec, staví komunitní nory), měchýřovka (koloniální organismus sestávající z mnoha žahavců)

Invazivní, 3 – psík (známý invazivní savec rozšířený do Evropy z východní Asie především díky kožešinovým farmám), slunéčko (slunéčko východní jistě nemusím představovat...), bojga (invaze bojg hnědých na ostrov Guam zdecimovala 13 z 22 druhů tamního ptactva)

Tetrodotoxin, 3 – ropušenka, chobotnice (konkrétně chobotnice kroužkovaná), čtverzubec (všechny zmíněné organismy obsahují tento neurotoxin ve svém těle a jsou tedy prudce jedovaté)

Koprofágie, 2 – vruboun (jeho obliba výkalů se vžila i do jeho lidového jména „hovnivál“), zajíc (přesněji vykonává cekotrofii – opětovně pojídá své vlastní střevní výměšky aby získal maximum nutrientů z bakterií a natrávené rostlinné stravy)

Duha, 3 – hořavka (jeden druh hořavky se nazývá hořavka duhová), kudlanka (jeden rod kudlanek má vědecký název Iris, což byla v řecké mythologii bohyně duhy), žebernatka (hřebenovitá „žeбра“ na jejich plášti rozptylují světlo, díky čemuž žebernatky různými barvami. Tento efekt je označován jako „rainbow efekt“)

2. Dokázali byste uhodnout, které heslo patří nájemnému vrahovi? (Nápověda: ovoviviparie) [0.5 b]

Nosatka

3. Organismus skrývající se v kostýmu nájemného vraha má velmi bizarní rozmnožovací cyklus. Popište několika větami, jak cyklus probíhá. [1 b]

Samička naklade cca 40 vajec, která sameček je 3–4 týdny hlídá, než se v nich začnou pohybovat embrya. Poté je spolyká a embryonální vývoj probíhá v jeho rezonančním měchýřku. Nedochozí však ke „trofickému vztahu“ mezi rodičem a potomky, embrya jsou vyživována primárně z vlastních žloutkových váčků, nikoli ze zdrojů rodiče. Pouze některé látky čerpají ze sekretu měchýřku (až sekundární zdroj např. vody). U otce zůstávají až do metamorfózy a poté prostě vyskočí z jeho úst.

Museli jste uznat, že hlavní špióni měli při vymýšlení nápověd opravdu kreativní mysl. Zvláště dvě hesla vás velmi zaujala.

4. I přes hrozbu otravy tetrodotoxinem je v Japonsku populární pochoutkou ryba Fugu. Které 3 její orgány obsahují největší koncentraci toxinu a je tudíž přísně zakázáno je servírovat? Stručně popište, jak se otrava tetrodotoxinem projeví. [2 b]

Orgány s největší koncentrací toxinu jsou játra, gonády a kůže/mozek (dle zdroje, uznávány obě varianty).

Tetrodotoxin se naváže v nervovém systému na iontové kanály sodíku z vnější (extracelulární) strany, čímž zabraňuje proudění Na^+ do buňky, a tedy vedení akčního potenciálu. Zastavení přenosu akčního potenciálu způsobí paralýzu, která nakonec vede k smrti jedince.

5. V čem spočívají tzv. Batesovské mimikry? Ke každému ze tří vámi přiřazených organismů připište, co/koho svým vzezřením/projevem napodobují. [2 b]

Jedná se o takový klam, který má chránit daného nositele před predátory, kdy jinak neškodný organismus přejímá barevné výstražné znaky jiných nebezpečných (jedovatých) organismů.

- korálovka zbarvením napodobuje jedovatého korálovce
- pestřenka napodobuje vosu a další nebezpečný blanokřídlý hmyz
- neškodná gepardí mláďata napodobují zbarvením agresivního medojeda

Druhá hra

Pauza skončila a přátelé se opět sešli u stolu. Došlo k novému rozdělení týmů, výběru hlavních špiónů, a tak se stalo, že jste byli více či méně demokraticky zvoleni jako **hlavní špión modrého týmu**. Pohledem na rozložení agentů si ale brzy uvědomíte, že váš protivník z červeného týmu bude schopný vyhrát hru během tří tahů. Máte alespoň jednu výhodu: váš tým začíná.

Otázky ke druhé hře:

6. Jaké nápovědy dáte svému týmu, abyste všechny agenty kontaktovali jako první a vyhráli? Nápovědy pište formou: „nápověda, číslo“. Přímo za nápovědu dále uveďte seznam organismů, na které se nápověda vztahuje. Pokud máte podezření, že by vaše nápověda mohla sedět i na jiná zvířátka, důkladně zdůvodněte, proč sedí nejlépe právě na ty, co jste zvolili vy. Připomínám, držte se pravidel pro dávání nápověd podle oficiálních pravidel. [3 b]

Jedno z možných řešení:

Fosílie, 3 – okapi, bahník, hoacin

Paraziti, 3 (nebo 4) – kapřivec, kořenohlavec, kukačka, (lumek)

Vzdušnicovci, 3 (nebo 2) – mnohonožka, chvostoskok, lumek

7. Jaké pokyny dokáží vyhrát hru červenému týmu během tří tahů? Napište je stejným způsobem, jako nápovědy pro váš modrý tým. Opět důsledně odůvodněte své nápovědy, abyste předešli nejasnostem. [3 b]

Jedno z možných řešení:

Modelové organismy, 3 – dánio, háďátko, potkan

Zvěrokruh, 3 – rak, kozorožec, tur

Šplhavci, 2 – gibon, strakapoud

čtyřhranka štvorhranka	hád'átko hád'atko	andulka papagájec	stepník stepník	mnohonožka mnohonôžka
lumek lumok	hoacin hoacin	strakapoud ďateľ	kukačka kukučka	hlavatec priapula
gibon gibon	okapi okapia	kořenohlavec sacculina	lilijice ľaliovka	tur tur
bachratka bachratka	kozorožec kozorožec	ušeň ušo / morské ucho	dánio danio	kajman kajman
potkan potkan	chvostoskok chvostoskok	kapřivec branchiura	rak rak	bahník bahník

Tabulka 3: Herní plán druhé hry

František Váňa (e-mail: vana.frantik@seznam.cz)
ve spolupráci s MUDr. Kamilem Ďurišem, Ph.D.

5. Dopamin a ADHD

20 bodů

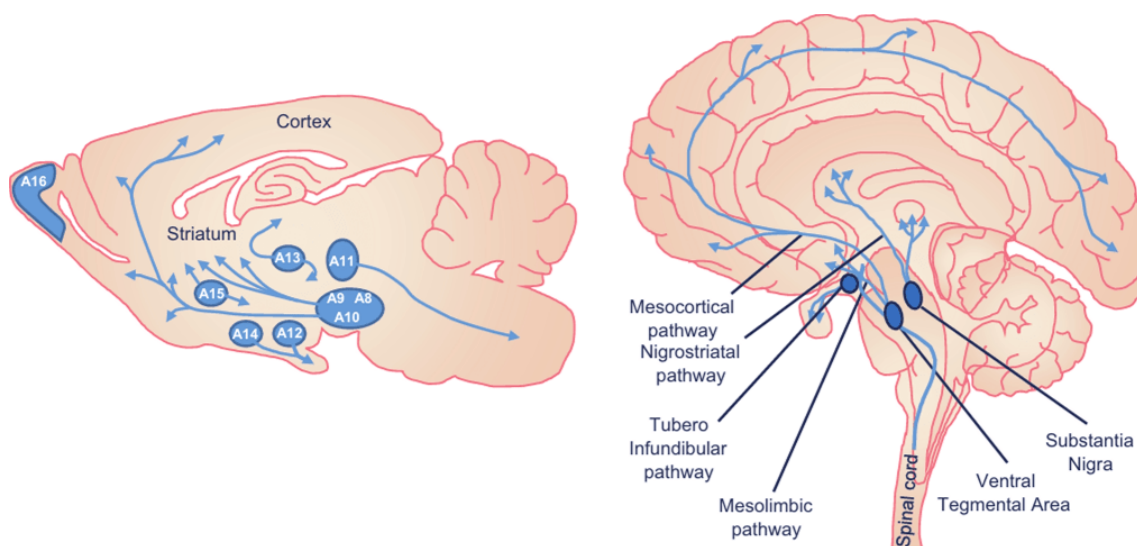
Kamil Ďuriš vystudoval Lékařskou fakultu Masarykovy univerzity v Brně. V současné době působí na Ústavu patologické fyziologie Masarykovy univerzity, kde se, vedle výuky patofyziologie a neurovědy, zabývá studiem patofyziologie a možností léčby zánětlivé odpovědi v mozku u subarachnoidálního krvácení.



Dopamin, molekula více, potěšení a závislosti

Zmrzlina, Instagram, film, popcorn, čokoláda... Cítíte ten nabuzený, motivující pocit, když čtete tato slova a máte chuť si tyto radosti dopřát? Tento pocit je projev evolučně starého dopaminergního systému.

Dopamin je významný neurotransmitter, neuromodulátor a neurohormon ze skupiny katecholaminů. V našem mozku používá dopamin několik klíčových neuromodulačních systémů, nejde tedy jen o jeden systém, ale o více různých systémů, které používají dopamin jako informační molekulu. Řadíme sem nigrostriatální systém (regulace funkce bazálních ganglií – pohyb, sensorika, kognitivní funkce), ventrotegmento-mesolimbicko-frontální systém (systém odměny, emocionalita, kognitivní funkce) a tubero-infundibulární systém (regulace hypotalamo-hypofyzárního systému). Význam má i ve vidění, kdy během dne amakrinní buňky sekretují dopamin a zvyšují tak aktivitu čípků a snižují aktivitu tyčinek.



Obrázek 1: Schéma hlavních dopaminergních systémů

Celkově je dopamin zodpovědný za motivaci chování. Například v dobách lovecké společnosti vedlo velké uvolnění dopaminu po nalezení stopy zvěře k tomu, že lovci dostali loveckou horečku a zorganizovali hon na potenciální kořist. Bohužel ani dopaminový systém není neomylný a je náchylný špatných návyků, jako jsou například závislosti na drogách.

Neuromodulace a neurotransmise

Nástroji, kterými náš mozek dosahuje regulačních a řídicích funkcí, jsou neuromodulace a neurotransmise a společně se na tyto termíny v první otázce podíváme. Neuromodulace a neurotransmise jsou si podobné ve smyslu histologickém (stejná struktura synapse), biochemickém (stejná struktura informačních molekul), liší se však z pohledu anatomie a fyziologie. Neurotransmise slouží k přenosu informace, je tedy specifická, omezena na konkrétní neuronové sítě, které informaci přenášejí a zpracovávají. Neuromodulace slouží k funkčnímu nastavení nervového systému, není tedy specifická, neuromodulační okruhy ovlivňují nervový systém a zejména mozek jako celek. Funkční nastavení nervového systému/mozku se projevuje jako nálada (radost, vztek, únava atd.).

1. Vyplňte tabulky se základními neuromodulátory a neurotransmitery. Za každé 3 správně doplněné jednotlivé dvojice (neuromodulátor/neurotransmitter – funkce) bude udělen půlbod. [4 b]

Neuromodulátor	Základní neuromodulační funkce
Acetylcholin	Bdění/spánek, kognitivní funkce, chování a emoce
Dopamin	Ostražitost, regulace hypothalamo-hypofyzárního systému, správná funkce bazálních ganglií, hlavní mediátor systému odměny
Endogenní opioidy	Bdění, rezpozivitu na nečekané podněty, učení a paměť
Noradrenalin	Bolest, regulace emoce a paměti
Serotonin	Spokojenost, spánek, impulzivita, relaxaci/úzkostlivost, termoregulace

Neurotransmitter	Základní neurotransmisní funkce
Acetylcholin	Nervosvalová ploténka, parasymptikus
Adrenalin	Stresová odpověď
Dopamin	Regulace svalového tonu
GABA	Přímá a nepřímá motorická dráhy
Histamin	Libido, spánek/vzbuzenost
Noradrenalin	Stresová odpověď, sympatikus
Serotonin	Vazokonstrikce

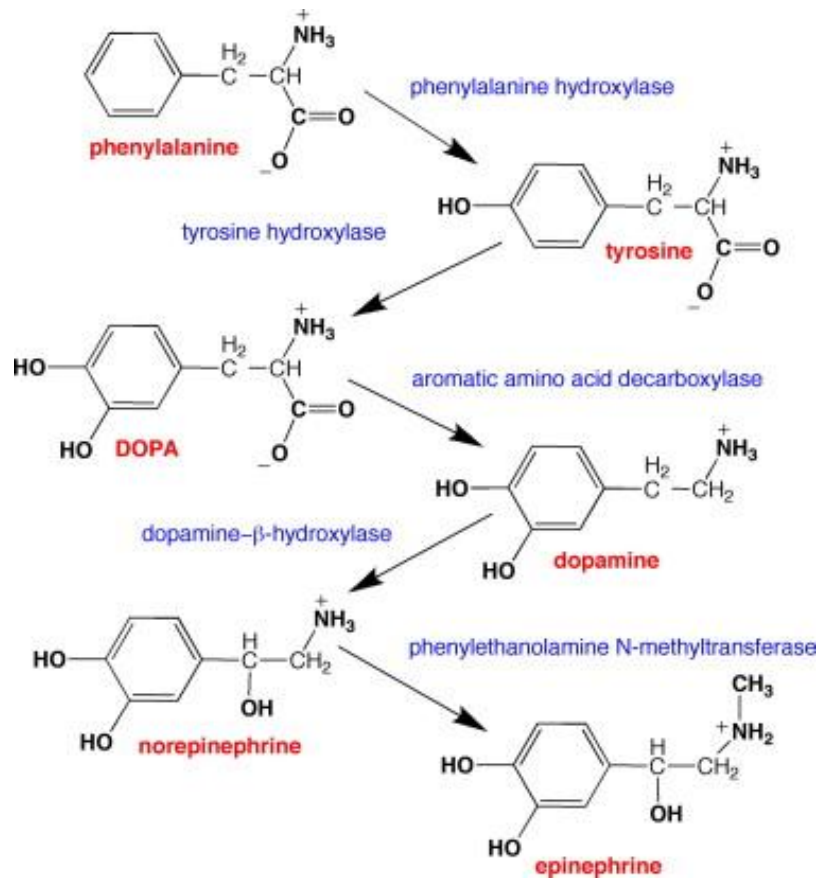
Náš mozek a dopamin

Nyní když jsme si dopamin zařadili do neurotransmisního a neuromodulačního systému, se můžeme podívat blíže na jeho funkce.

2. Nakreslete molekulu dopaminu. Popište jeho syntézu a jaké aminokyseliny jsou k tomu potřeba. Srovnajte s funkcí serotoninu. [1.5 b]

Syntéza dopaminu probíhá z tyrosinu nebo fenylalaninu, které se liší přítomností jedné -OH skupiny na aromatickém kruhu. Jsou k tomu potřebné enzymy: fenyl alanin hydroxyláza, tyrosin hydroxyláza (jeho hydroxylací se získá meziproduct DOPA – dihydroxyphenyl-alanin), DOPA dekarboxyláza.

Další úpravou se z dopaminu vytváří noradrenalin a následně adrenalin, to však není předmětem této otázky a uvádíme to zde nad rámec.



Strukturu dopaminu a rozdíl se serotoninem zachycuje následující tabulka:

Serotonin	Dopamine
<ul style="list-style-type: none"> ◆ Regulates mood ◆ Tells the brain, 'this feels good, I've had enough' ◆ Hinders impulsive behavior ◆ Deficiency may cause increased aggression and suicidal behaviors 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Regulates motivation ◆ Tells the brain, 'this feels good, I want more' ◆ Establishes reward pathways ◆ Deficiency may cause a lack of motivation and muscle tremors

3. Co je to *substantia nigra* a jak souvisí s dopaminem?

[0.5 b]

Substantia nigra je struktura řadičí se mezi bazální ganglia nacházející se ve středním mozku. Svůj název si získala kvůli hromadění černého neuromelaninu. Strukturně i funkčně se dělí na *pars compacta* a *pars striatum*. *Pars compacta* zásobuje *striatum* (další z bazálních ganglií) dopaminem a má tedy velký význam na správnou funkci motoriky. *Pars reticularis* pak slouží pro přenos signálu z bazálních ganglií.

4. Rozlišujeme dvě skupiny dopaminových receptorů *D1-like* a *D2-like*. Uveďte jak se tyto skupiny liší a zařaďte *receptory D1-D5* do těchto skupin. [1 b]

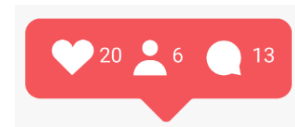
D1-like – D1, D5

D2-like – D2, D3, D4

D1-like receptory po aktivaci vedou ke zvýšení cAMP v neuronu. D2-like pak ke snížení cAMP.

Dopamin a moderní svět

Náš dopaminergní systém má jednu dvousečnou vlastnost a tou je fakt, že se adaptuje na základě up- nebo down-regulace receptorů. To je skvělé, pokud si vytváříme dopaminovou vazbu na chování, která nám pomáhají přežít nebo nás rozvíjí (řešení IBISu, hraní na hudební nástroj. . .). V dnešním světě ale nemusíme svůj veškerý čas věnovat tomu abychom přežili a můžeme si vytvořit řadu závislostí nejen na drogách, ale například na médiích, čehož se bohužel dá velmi jednoduše zneužívat. Například algoritmy médií, které nám neustále předsouvají množství supernormálních stimulů, dokážou velmi přesně zacílit na náš dopaminergní systém a zajistit si tak, že se z nás stanou mobilní zombies.



Obrázek 2: David Rees, Dopamine detox

5. Zamyslete se nyní nad médií, která používáte. Napište alespoň 4 způsoby, kterými podporují vznik závislosti na jejich používání přes dopaminový systém. Napište též aspoň 4 způsoby, jak můžete mít dopaminové superstimuly pod kontrolou. [2 b]

- Algoritmy sledující jak váš vkus tak i časy ve které dané superstimuly vyhledáváte.
- Barevné ikonky a červená srdíčka (červená barva by měla nejvíce vyvolávat sekreci dopaminu, proto jsou obecně červené šaty považovány za nejkrásnější).
- „Likes“ a ještě lépe „Dislikes“. Je daleko lepší pocit nedostat dislike, než dostat více líků.
- Variabilita. Za pár minut můžete navštívit tolik míst, co ani ve snu.
- Erotika v reklamách a videích
- Přítomnost dalších lidí/hráčů možnost sociální interakce bez nutnosti kamkoliv jít.

Co můžete dělat:

- Uvědomit si existenci superstimulů a toho, že je toho využíváno
- Stáhnout si grafické téma do mobilu, které zamaskuje ikony
- Vypínat data nebo dávat mobil mimo váš dosah
- Uvědomili si že dopamin je fajn, dokud jej ovládáme my a ne on nás
- Kouknout na podcast, který jsme vám tady dali :D

Pro inspiraci se můžete podívat na tento díl podcastu Greatness clips, který se věnuje této problematice: <https://youtu.be/watch?v=tCms70V6zu8&t=1079s>

Dopamin a mezilidské vztahy

V posledních několika desetiletích se neurofyziologie rozvinula natolik, že dokážeme částečně popsat neurofyziologickou podstatu našich citů. Takové zjištění se projevilo i v umění a dost přispělo ke změně společnosti. Toto uvědomění pak může vést k existenciální krizi a devaluaci vlastního citění. Jeden z vědeckých přístupů je fenomenologie, která se vyvinula ještě před rozvojem neurofyziologie. Tento směr vychází z Descartovy metodické pochybnosti, Kantovy transcendentální filozofie a Husserlovy fenomenologické redukce. Tito filosofové se snažili definovat rozdíl mezi podstatou věcí a tím, jak se nám jeví, a tak vytvořit novou vědeckou metodu zkoumání založenou na zkušenosti samé.

V aplikaci na neurofyziologii to pak znamená, že i když máme lepší pochopení fungování mozku, Pandořiny skříňky v naší hlavě, nemění to nic na tom, jak dochází ke zpracování v něm. Naše vnímání a city jsou pro tento kybernetický systém skutečnými a uchopitelnými fenomény.

Dopamin může tedy zasáhnout i do našich vztahů a vytváření citových vazeb podobných závislosti, čemuž se budeme věnovat v další úloze.

6. Vysvětlete jaký vliv má dopamin na formování mezilidských vztahů. Na tomto principu vysvětlete neurofyziologickou podstatu rozdílu mezi dlouhodobějším štěstím a krátkodobým štěstím (potěšením). [1 b]

Dopamin může za ten první rush pocit, když ne nám někdo líbí a chceme je lépe poznat, nemusí to být pouze romantický vztah, podobně se to děje i při formování přátelství. Zvyšuje tak pocit odměny z jejich přítomnosti a stimuluje motivaci k trávení více času s nimi. Problém je v tom, že někteří lidé tento pocit dopaminového návalu v romantických vztazích popisují jako nejšťastnější momenty v životě. Jenže dopamin časem vyprchá jelikož dojde k down-regulaci receptorů a dlouhodobé štěstí je spíše dáno serotoninem. Proto se dějí věci jako love bombing.

Když se něco pokazí aneb dopamin a neurologické nemoci

Jak jsme si společně ukázali, dopaminový systém je zodpovědný za řízení spousty důležitých funkcí, proto nás určitě nepřekvapí, že poškození těchto funkcí na různé úrovni může způsobit řadu problémů a nemocí včetně sociálních jako jsou závislosti, kterým se více budeme věnovat v další úloze této série.

7. Krátce vysvětlete roli dopaminu ve vzniku a rozvoji Parkinsonovy choroby, Huntingtonovy choroby a schizofrenie. Může se jednat i o hypotézy. [1.5 b]

Parkinsonova choroba (PD)

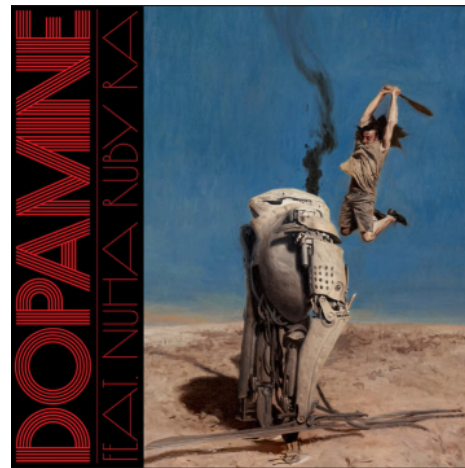
Parkinsonova choroba je nejčastější neurodegenerativní choroba postihující motorický systém a je způsobena ztrátou produkce dopaminu neurony *pars compacta substantia nigra*, kterou jsme si představili v jedné z přechozích otázek. Je charakteristická tzv. Lewyho tělísky, které jsou obohaceny o α -synuclein (SNCA).

Huntingtonova choroba (HD)

Nejčastější porucha pojící se s HD je neurodegenerace *nucleus caudatus* nebo v *putamen*, které jsou významně dopaminergně inervovány s velkým množstvím dopaminových receptorů. Hyperkinetické pohyby v počáteční fázi zvané též tanec svatého víta, jsou způsobeny převahou thalamokortikální glutaminergní signalizace v důsledku úbytku neuronů nepřímé dopaminergní motorické dráhy. V pokročilé fázi kdy jsou pohyby omezeny (hypokineze) pak dochází k poškození jak přímé, tak nepřímé motorické dráhy.

Schizofrenie

Neurobiologie v pozadí schizofrenii je stále nejasná avšak jedna z hypotéz naznačuje roli dopaminu v rozvoji této nemoci, která je v současné době více přijímána, než glutamátová nebo neurovývojová hypotéza. Nesmíme však zapomínat, že nemoci jsou vždy komplexní záležitostí a může se zde projevat více faktorů

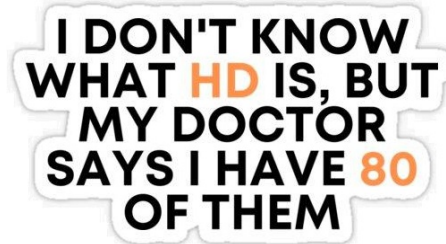


Obrázek 3: Píseň inspirována vlivem dopaminu na mezilidské vztahy

Dopaminová teorie je nejpřijímanější, jelikož máme už solidní data svědčící o zapojení změny dopaminerní neurotransmise a abnormální glutaminerní signalizace v rozvoji psychotických a kognitivních symptomech. Dopamin pak z této dvojice dále vystupuje kvůli zvýšené hustotě D2 receptorů u pacientů trpících schizofrenií ve srovnání s normální populací. Poslední fakt, který zmíníme je dobrá odpověď na amfetamin a jeho analogy, což by tuto teorii ještě více podporovalo vzhledem k tomu, že se tyto látky vážou na dopaminové receptory a transportéry.

ADHD

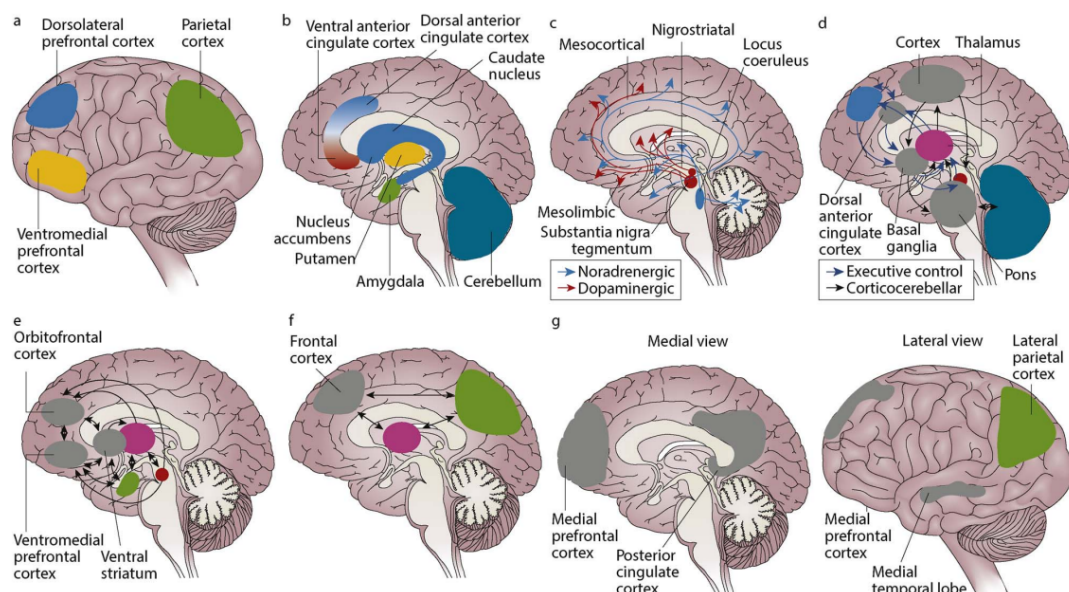
ADHD je termín, který používá každý, ale přitom málokdo ví, co přesně znamená. Tato skutečnost způsobuje stereotypizaci a nedostatečný přístup k řešení tohoto problému. Proto se budeme v další části naší úlohy věnovat této problematice a ukážeme si spojitost mezi ADHD a dopaminem, kterému jsme se věnovali v první části úlohy.



8. Jaké změny dopaminového systému se často nachází u lidí s ADHD?

[0.5 b]

DAT je exprimováno v abnormálních hladinách. Dále se též zde podílí D4 a D5 receptory. Roli zde též hraje NET (norepinephrine transporter)



9. Obrázek výše zachycuje části a funkční systémy mozku, jejichž pozměněná funkce se společně podílí na rozvoji ADHD. Vaším úkolem bude u obrázků a, b, d popsat funkce jednotlivých oblastí a vyplnit je do tabulky. Jistě jste poznali, že schéma c zobrazuje hlavní dráhy dopaminerní a noradrenergí sekrece, které jsme zmínili v úvodu, a proto se na ně zde neptáme. Na obrázku je rozlišena šedá hmota, kterou tvoří těla neuronů a bílá hmota, kterou tvoří myelinizované axony. [2 b]

9.1 kortikální oblasti (schéma a)

Oblast	Funkce
Dorzolaterální prefrontální kůra	Exekutivní funkce
Parietální kůra	Smyslové vnímání a integrace
Ventromediální prefrontální kůra	Rozhodování, regulace emocí

9.2 Subkortikální oblasti (schéma b + d)

Oblast	Funkce
Amygdala	Vytváření a ukládání vzpomínek (spojené hlavně s emocionálními událostmi). Rychlá reakce na stresové podněty (amygdala hijack)
Nucleus Caudatus	Plánování a exekuce pohybů, paměť, motivace, emoce a romantické interakce
Nucleus accumbens	Odměna a podmiňování, mateřské chování
Putamen	Učení a motorická kontrola (hlavně řeč), kognitivní funkce a závislosti
Thalamus (schéma d)	Přepojování filtrování ascendentních (vjemových) a descendentních (exekutivních) drah

10. Nyní se budeme věnovat funkčním systémům, které jsou pozměněné u jedinců s ADHD a budeme opět pracovat s předchozím obrázkem. Vaším úkolem bude jednotlivé dráhy identifikovat a krátce je popsat. U přiřazování vám pomůžou mozkové struktury ze schémat. V tabulce přiřaďte označení schématu na obrázku (d ,e ,f ,g) a opět krátce popište význam v normálně fungujícím mozku. [2 b]

Systém	Schéma	Význam
„Alert network“	e	Anticipace a odměna
Systém odměny	d	kordinace exekutivních funkcí
Systém exekutivní kontroly	f	Fungování a zamření pozornosti
„Default mode network“	g	Neurobiologické podklady „já“, Myšlení o ostatních, Pamatování minulosti a přemýšlení nad budoucností

11. Z následujícího seznamu symptomů, které široká veřejnost nejčastěji přisuzuje ADHD, vyberte ty, které nejsou pravdivé a vysvětlete proč tomu tak není. Vyberte všechny 4.

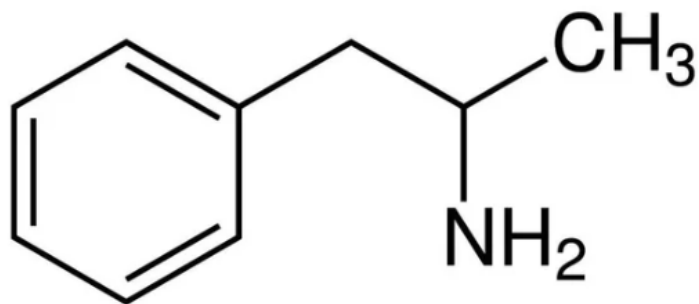
- ADHD je nemoc dětského věku.
- 80 % dětí s ADHD má ADHD i v dospělosti.
- Jedinci s ADHD mají větší tendence k závislostem.
- Neschopnost se soustředit.
- Kluci trpí častěji ADHD než holky.
- ADHD je předdiagnostikováno.
- Emocionální dysregulace a cítění emocí silněji, než ve skutečnosti jsou.

[2 b]

- **ADHD je nemoc dětského věku**
Dlouho trvající studie u dětí s diagnostikovaným ADHD prokázali, že ADHD zůstává i v adolescenci u 50–80 % případů a v dospělosti u 35–65 % případů.
- **Neschopnost se soustředit**
Lidé s ADHD nemají problém se soustředěním, mají problém se zaměřením soustředění. Proto často mohou být hypersoustředění na věc, kterou zrovna nemusí dělat. Například malují celý den, místo toho, aby se učili do školy.
- **Kluci trpí častěji ADHD než holky**
Některé studie tohle potvrzují, ale ten rozdíl není až tak signifikantní a velké studie u dospělých lidí ukázali že diagnostikovanost u obou pohlaví je zhruba stejná.
- **ADHD je předdiagnotikováno**
Každý rok v posledních pár letech přibylo o 5 % více diagnostikovaných dětí, než předešlý rok. 9 z 10 takhle diagnostikovaných dětí, bylo však podle velké studie diagnostikované dle guidelines. Nejspíše pak jde o zvýšenou uvědomělost populace o ADHD než o předdiagnotikování.

ADHD a medikace

Je více způsobů, jak řešit ADHD na úrovni symptomů. Uveďme si například medikaci, přizpůsobení životního stylu či práce s psychologem nebo psychiatrem. Někdy je ale potřeba přejít k farmakologické terapii, často jde o stimulační analogy amfetaminu. Tato terapie má řadu nežádoucích účinků, ale má též řadu benefitů pro které se používá.



Obrázek 4: Amfetamin



Obrázek 5: Amphetamine Man – Luca Gavarini

12. Popište mechanismus působení amfetaminu a vysvětlete, proč se jeho deriváty mohou používat při léčbě ADHD. Podívejte se na molekulu a napište jakému neurotransmitteru je nejvíce strukturně podobný? Uveďte, jaké další možnosti farmakoterapie máme (kromě analogů amfetaminu)? [1.5 b]

Amfetamin inhibuje dopaminový transporter (DAT) a stejně tak noradrenalinový transporter (NET). Dochází tak ke sníženému vstřebávání těchto neurotransmiterů a zvýšení synaptické koncentrace. Dlouhodobé podávání amfetaminu a jeho analogů pak snižuje expresi DAT a tím účinek potencuje dlouhodobě vyšší synaptické koncentrace dopaminu.

Dále v závislosti na dávce a místě působení dochází k inhibici vezikulárního monoaminového transporteru VMAT-2, který uvolňuje dopamin z vezikulárních zásob. V poslední řadě pak amfetamin snižuje aktivitu monoaminoxidázy (MAO), čímž zpomaluje metabolické odbourání dopaminu a působí na celou řadu jiných neurotransmiterových systémů čítaje acetylcholin, endogenní opioidy, glutamát, a serotonin například potenciací jejich presynaptického vylití.

Amfetamin je strukturně nejvíce podobný dopaminu.

Další možnosti jsou metylfenidát, atomexetin, guanfacine.

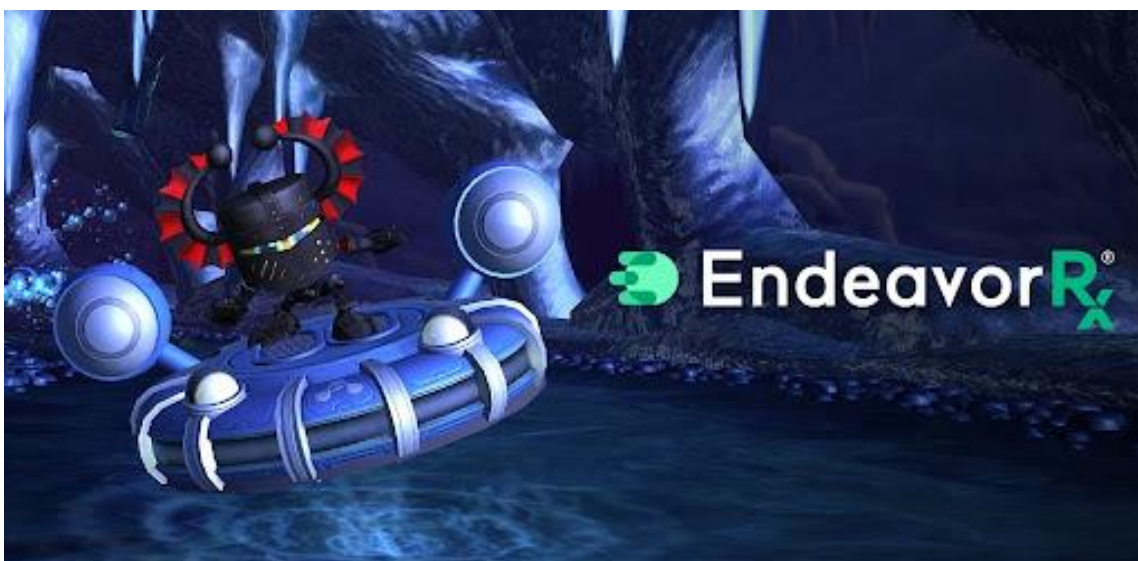
Hra na předpis

Nedávno byla vyvinuta hra endeavorrx.com, která pomáhá malým dětem diagnostikovaným s ADHD zlepšovat pozornost.

13. Vysvětlete, proč má tato hra zlepšující vliv na soustředění pozornosti u dětí s ADHD. [0.5 b]

Tato hra má algoritmus, který v průběhu nutí hráče soustředit se na více věcí zároveň a trénuje tak nervové dráhy zodpovědné za pozornost. Celkově se tak děti zábavnou formou učí ovládat zaměření pozornosti na to co je potřeba a nevěnovat pozornost tomu, k čemu potřeba není.

Ve studii, která měla přínos této hry zhodnotit po hraní 25 minut 5 dní v týdnu během jednoho měsíce nemělo 30 % zúčastněných nadále problémy s pozorností.



Dopamin, molekula více, se otiskl jak do naší evoluce, tak i kultury a setkáváme se s ním dennodenně. Pochopení jeho působení je velmi důležité snad ve všech oblastech našeho života a v řadě oblastí vědeckého bádání včetně snahy pochopit naše vědomí a mysl.

ADHD je pak bezpochyby nemocí a mělo by se tak k němu přistupovat. Může se projevovat v různých úrovních. Řada z nás určitě ADHD má, ale není to důvod k tomu být smutní. ADHD dokáže být též v řadě ohledů superschopností. Díky neschopnosti zaměřit po většinu času pořádně pozornost lidé s ADHD dokážou spojovat řadu dříve nespojených disciplín, mít bohatou osobnost a zajímavé nápady. Zároveň dobře uchopené ADHD je přístup k tomu se dlouhodobě rozvíjet a postupně odblokovávat potíže, které nám způsobuje. Doufáme, že vám tato úloha umožnila nahlédnout do elegantnosti neurofyziologie a poskytla vám nový a užitečný pohled na vědu a život.

6. Los dos amigos. . . or where life takes us

20 points

A friendly reminder:

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

Once upon a time, two boys were born in the Texas suburbs. And you know how it works there. When there is not enough money, life gets harder. And so both of these boys shared the same hardships: malnutrition, bad relationships, and home abuse. Their poor situation worsened when they tried drugs. It all started with marijuana. But my thoughts run faster than the story. So let's start at the beginning.

The first boy had black hair, dark skin, and deep brown stunning eyes. He was named Lebron. Lebron loved to play football and hang out with his friends. He was an innocent child, but the hand of his father with frequent beatings changed his view of the world. It became darker.

The other boy was named Ryan. He was supposed to have the advantages of a white male (which is so often mentioned in the USA right now). But he had none of it. You see, his mother was raped as a teenager and had to raise her son by herself. She often suffered from panic attacks and nightmares.

1. What are the options for girls after they are raped in Texas suburbs? Is abortion legal there? What is your opinion on abortion? [0.5 pt]

Right now, abortion in Texas is illegal, although few years ago it was legal. I do fully support abortion.

The two boys became friends early on. Their joint trauma reunited them. But it was also a problem because they were more prone to addiction than the rest of the world. They started with marijuana.

Although Lebron was the voice of reason, he wanted to fit in and so he tried the drugs as well. "We do not have to repeat our family's mistakes, we can forge our own future."

2. Why do people dealing with trauma have a higher probability of being addicted? [0.5 pt]

Because their reward system is affected. Survivors of childhood trauma will often turn to use substances or behaviors that help them cope with their reality. This is often observed as substance use or self-harm. This kind of behavior hijacks the brain's reward system.

3. Lebron started to have problems in school, seeing things that nobody else saw. Even though he first thought that it is due to marijuana usage, it may have had a different reason. Delusions, hallucinations, disorganized thinking. In fact, his cousin had recently been diagnosed with a condition dealing with hallucinations. What was the most probable condition of Lebron? Was there a probable connection with marijuana usage? Is the given condition genetic? [1 pt]

Schizophrenia. Marijuana could start off a given condition, it may be genetic. (Twin studies, etc.)

4. Lebron's aunt suddenly realized what might be wrong with him and decided to take him to a doctor. What did the doctor prescribe? How do the drugs work? (explain in simple terms) Which neurotransmitters are present? [1 pt]

Dopamine. Medication: Quetiapine, risperidone, and aripiprazole, They work by **blocking the effect of the chemical dopamine on the brain.**

5. Do you think that Lebron's condition can be treated only with medication? Can psychology help? Argue your opinion. [1 pt]

Medication is the most important part of healing, although group therapy or talking to a psychologist might have some positive effects. I do believe that both, drugs and psychology, should be used.

When Lebron started to take his medicines he realized that he can actually be good in school. And it was not the color of the skin or lack of IQ that held him back. It was him. So he decided to change. He studied day and night and, in the end, ended up getting to university even through his condition.

6. Lebron had been lucky enough to get his medication and change it for the better. But what would happen if he never went to the doctor? What would be the result of not taking his medication? Explain the physiological process of what would happen. [1.5 pt]

He would not find stability in his life. He would be hyperactive and probably end up being addicted to sth tougher like cocaine or heroin. With schizophrenia, stopping meds starts the countdown to relapse. And it's not just the brain that goes back to its old ways. Relapse also means routines like school and work, plus social relationships, go off track.

7. Some people confuse the given condition with multiple personality disorder, what's the difference? [1.5 pt]

In schizophrenia je confuse more or less everything. You do not know how to differ subjects. Eg. When you see red flag and a red t-shirt you suddenly think, that you will bleed to death.

Dissociative identity disorder is really more about fragmented identities than many different personalities that develop on their own. Most people see different parts of their being as part of the whole person. For people who experience DID, identity fragments may have very different characteristics, including their own history, identity, and manerisms. A key part of DID is dissociation—feeling detached from the world around you. People who experience DID may have many unexplainable gaps in their memory, forget information they're already learned, or have difficulties recalling things they've said or done. Unlike portrayals of DID on TV or in movies, DID may not be obvious to others, and it can take a lot of time to come to the diagnosis.

8. Watch the given episodes and try to demonstrate symptoms of the given illness:
youtu.be/IehtMYIOuIk

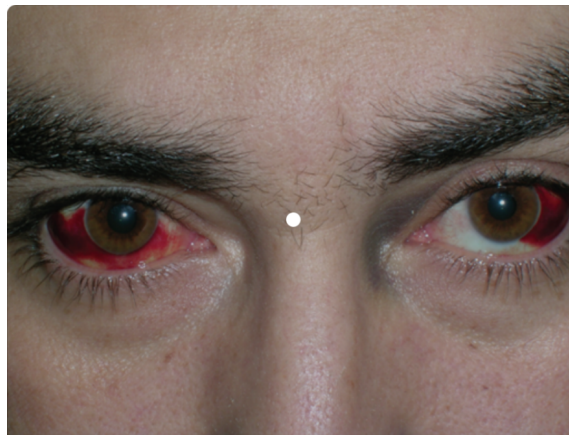
[2 pt]

- stupor (a state close to unconsciousness)
- catalepsy (trance seizure with the rigid body)
- waxy flexibility (limbs stay in the position another person puts them in)
- mutism (lack of verbal response)
- negativism (lack of response stimuli or instruction)

The second boy named Ryan did not listen to his friend. He continued with marijuana and started to hang out with a bad group of friends. His home life was slowly deteriorating and one day he took something more addictive, something tougher.

9. He has the following symptoms: euphoria, mood swings, feeling of superiority, engagement in risky sex, violent behavior, increased libido, hypertension, tachycardia, sensitivity to sounds, lights, and feelings, but no scars from scratching, changes in eating and sleeping patterns. It is one of the most abused drugs on the market. A common street name of given drug is Flake or Snow. What substance x is he using? [3 pt]

cocaine



10. In which year was it first isolated and who did it? What is the history of production?

[1 pt]

- 1859 – Albert Niemann
- Cocaine was first isolated (extracted from coca leaves) in 1859 by German chemist Albert Niemann. It was not until the 1880s that it started to be popularized in the medical community.

11. We know that the neurotransmitter dopamine plays an essential part in creating the feeling of happiness. So how does the substance x work in increasing that feeling? [2 pt]

It inhibits the reabsorption of dopamine and in doing so helps to maintain a higher level of dopamine activity which in effect leads to an increased feeling of happiness

12. When we know how substance x assists in creating the feeling of happiness, why is it harder and harder to create the same feeling, and do the intake doses have to be enlarged over time? [2 pt]

The hormone can only function when it is bound to a specific receptor, when there is a surplus of a given hormone the cells in the body adapt by lowering the number of receptors. So if you want to achieve the same effect you have to once again increase the level of that hormone, so that at least some of it would find a receptor and bind to it.

Lebron decided to talk to Ryan about his addiction and had some luck. Ryan did go to rehab. But did it actually work?

13. What are some types of treatment for addictions (in general)? What is the percentage of successfully treated people in the world, add the source as well, please. [1 pt]

Detoxification, cognitive behavioral therapy, rational emotive behavior therapy, contingency management, contingency management, 12-step facilitation, treatment with medication

75 % success

14. What are the long-term effects that drugs have on treated addicts? Do their bodies ever return to their original function? What may be the complications? What coping mechanisms do former addicts use to help them from relapsing? [2 pt]

They never return to their original functioning. May take up ultrarunning, etc.