AKTIVTY Z ENTOMOLÓGIE

(KOMÁRE)

2023

Aktivity z entomológie (komáre)

Metodická príručka a pracovné listy pre ISCED 2 a 3

Autori: PaedDr. Ivan Iľko, PhD.

Doc. Ing. Viera Peterková, PhD.

Vydavateľ: Pedagogická fakulta Trnavskej univerzity v Trnave

Recenzenti: PaedDr. Milan Kubiatko, PhD.

ISBN: 978-80-568-0588-6

Publikácia vznikla v spolupráci občianskeho združenia Zóny bez pesticídov a Pedagogickej fakulty Trnavskej univerzity v Trnave.

Neprešlo jazykovou korektúrou.



Obsah

PREDHOVOR 5
ÚVOD 6
TEORETICKÝ ÚVOD PRE UČITEĽA 9
METODICKÝ LIST PRE UČITEĽA 16
PRACOVNÉ LISTY PRE UČITEĽA 19
PRACOVNÝ LIST PRE UČITEĽA 20
POHLAVIE KOMÁROV 20
PRACOVNÝ LIST PRE UČITEĽA 22
ANATÓMI A MORFOLÓGIA KOMÁROV (IMAGO- DOSPELÝ JEDINEC) 22
PRACOVNÝ LIST PRE UČITEĽA 25
VÝVINOVÝ CYKLUS KOMÁROV 25
PRACOVNÝ LIST PRE UČITEĽA 28
VPLYV TEPLOTY A ZRÁŽOK NA VÝVINOVÝ CYKLUS KOMÁROV 28
PRACOVNÝ LIST PRE UČITEĽA 29
VPLYV VETRA NA VÝVINOVÝ CYKLUS KOMÁROV 29
PRACOVNÝ LIST PRE UČITEĽA 31
VPLYV TEPLOTY NA VÝSKYT DOSPELÝCH KOMÁROV 31
PRACOVNÝ LIST PRE UČITEĽA 34
LIAHNISKÁ KOMÁROV 34
PRACOVNÝ LIST PRE UČITEĽA 38
ODDYCHOVÉ ZÓNY KOMÁROV 38
PRACOVNÝ LIST PRE UČITEĽA 40
URČOVANIE KOMÁROV (IMAGA- DOSPELÉ JEDINCE) 40
PRACOVNÝ LIST PRE UČITEĽA 43
URČOVANIE KOMÁROV (LARVY A VAJÍČKA) 43
PRACOVNÝ LIST PRE UČITEĽA 45
RIZIKÁ NÁKAZY A VZŤAH TEPLOTY A VÝSKYTU KOMÁROV 45
PRACOVNÝ LIST PRE UČITEĽA 48
METÓDY KONTROLY (ZNEŠKODŇOVANIA) KOMÁROV 48

PRACOVNÝ LIST PRE UČITEĽA 50
CHEMICKÁ KONTROLA KOMÁROV 50
PRACOVNÝ LIST PRE UČITEĽA 53
ÚČINNOSŤ CO_2 PASCÍ NA KOMÁRE 53
PRACOVNÝ LIST PRE UČITEĽA 56
PRIETOK CO_2 PLYNU 56
PRACOVNÝ LIST PRE UČITEĽA 58
VÝZNAM KOMÁROV A BIOLOGICKÁ KONTROLA KOMÁROV 58
PRACOVNÝ LIST PRE UČITEĽA 59
VPLYV NÁŠHO STRAVOVANIA NA ATRAKTIVITU PRE KOMÁRE 59
PRACOVNÝ LIST PRE UČITEĽA 61
VPLYV KRVNEJ SKUPINA A PACHU ČLOVEKA NA ATRAKTÍVNOSŤ KOMÁROV 61
PRACOVNÝ LIST PRE UČITEĽA 63
PREVENCIA PROTI KOMÁROM 63
PRACOVNÝ LIST PRE UČITEĽA 66
KOMÁRIE DNÍ (PROJEKT PROTI KOMÁROM) 66
PRACOVNÝ LIST PRE UČITEĽA 68
ŽIVOTNÝ CYKLUS MALÁRIOVCA TROPICKÉHO 68
PRACOVNÉ LISTY PRE ŽIAKOV 77
PRACOVNÝ LIST PRE ŽIAKA 78
POHLAVIE KOMÁROV 78
PRACOVNÝ LIST PRE ŽIAKA 80
ANATÓMI A MORFOLÓGIA KOMÁROV (IMAGO- DOSPELÝ JEDINEC) 80
PRACOVNÝ LIST PRE ŽIAKA 83
VÝVINOVÝ CYKLUS KOMÁROV 83
PRACOVNÝ LIST PRE ŽIAKA 87
VPLYV TEPLOTY A ZRÁŽOK NA VÝVINOVÝ CYKLUS KOMÁROV 87
PRACOVNÝ LIST PRE ŽIAKA 88
VPLYV VETRA NA VÝVINOVÝ CYKLUS KOMÁROV 88
PRACOVNÝ LIST PRE ŽIAKA 90
VPLYV TEPLOTY NA VÝSKYT DOSPELÝCH KOMÁROV 90
PRACOVNÝ LIST PRE ŽIAKA 93

LIAHNISKÁ KOMÁROV 93
PRACOVNÝ LIST PRE ŽIAKA 97
ODDYCHOVÉ ZÓNY KOMÁROV 97
PRACOVNÝ LIST PRE ŽIAKA 99
URČOVANIE KOMÁROV (IMAGA- DOSPELÉ JEDINCE) 99
PRACOVNÝ LIST PRE ŽIAKA 102
URČOVANIE KOMÁROV (LARVY A VAJÍČKA) 102
PRACOVNÝ LIST PRE ŽIAKA 104
RIZIKÁ NÁKAZY A VZŤAH TEPLOTY A VÝSKYTU KOMÁROV 104
PRACOVNÝ LIST PRE ŽIAKA 107
METÓDY KONTROLY (ZNEŠKODŇOVANIA) KOMÁROV 107
PRACOVNÝ LIST PRE ŽIAKA 109
CHEMICKÁ KONTROLA KOMÁROV 109
PRACOVNÝ LIST PRE ŽIAKA 112
ÚČINNOSŤ CO_2 PASCÍ NA KOMÁRE 112
PRACOVNÝ LIST PRE ŽIAKA 115
PRIETOK CO_2 PLYNU 115
PRACOVNÝ LIST PRE ŽIAKA 117
VÝZNAM KOMÁROV A BIOLOGICKÁ KONTROLA KOMÁROV 117
PRACOVNÝ LIST PRE ŽIAKA 118
VPLYV NÁŠHO STRAVOVANIA NA ATRAKTIVITU PRE KOMÁRE 118
PRACOVNÝ LIST PRE ŽIAKA 120
VPLYV KRVNEJ SKUPINA A PACHU ČLOVEKA NA ATRAKTÍVNOSŤ KOMÁROV 120
PRACOVNÝ LIST PRE ŽIAKA 122
PREVENCIA PROTI KOMÁROM 122
PRACOVNÝ LIST PRE ŽIAKA 124
KOMÁRIE DNÍ (PROJEKT PROTI KOMÁROM) 124
PRACOVNÝ LIST PRE ŽIAKA 126
ŽIVOTNÝ CYKLUS MALÁRIOVCA TROPICKÉHO 126
POUŽITÁ LITERATÚRA 136

Predhovor

Vážení učitelia a čitatelia,

k dosiahnutiu trvalo udržateľného, bezpečného a environmentálne šetrného manažmentu komárov je kľúčová ekologická a environmentálna výchova. Jednou z konštruktivistických metód zlepšenia postojov žiakov je bádateľsky orientované vyučovanie, ktoré rozvíja spôsobilosti vedeckej práce a kritické myslenie.

Predložený metodicko-pedagogický materiál „Školy bez komárov“, slúži ako zdroj nápadov, motivácii a predovšetkým informácii z problematiky komárov. Pripravené aktivity slúžia na doplnenie učiva a vedomostí žiakov 8. a 9. ročníka základných škôl a 1. a 2. ročníka stredných škôl, pričom sú žiaci podnecovaní tvorivo myslieť, aktívne poznávať, vyvodzovať záver a otvorene diskutovať.

Materiál vznikol v spolupráci občianskeho združenia Zóny bez pesticídov, Pedagogickej fakulty Trnavskej univerzity v Trnave a spoločnosti Vedou proti komárom, s.r.o. Cieľmi projektu Školy bez komárov je ochrana žiakov pred epidemiologickým rizikom a diskomfortom, prostredníctvom inštalácie CO_2 pascí na komáre, ktoré sú považované za jednu z najefektívnejších a environmentálne šetrných metód znižovania výskytu komárov. Ďalším cieľom projektu je dosiahnuť zvýšenie povedomia o problematike komárov v husto obývaných oblastiach, zvýšiť povedomie o epidemiologických rizikách, ktoré sú s komármi spojené a predovšetkým informovať o bezpečnom, účinnom a prírode blízkom manažmente komárov.

Ďalšie informácie o problematike nájdete na webovej stránke: www.zonybezkomárov.sk.

Publikácia je rozdelená na metodický list pre učiteľov, ktorý obsahuje inštruktáž pre učiteľa, ako aj návod na použitie pascí na komáre a ďalšie, pracovné listy pre učiteľov, ktoré obsahujú správne odpovede a pracovné listy pre žiakov.

Publikáciu je možné využiť v rámci environmentálnej a ekologickej výchovy, školských klubov, krúžkov alebo v rámci tematických dní.

Prajeme Vám veľa zábavy pri spoznávaní komárov.

autori

Úvod

Komáre sú dobre známe ako najsmrteľnejší "predátor" na svete. Podľa odhadu WHO z decembra 2020 je malária stále šiestym najsmrteľnejším ochorením v krajinách s nízkymi opatreniami proti nim (WHO 2020). Medzi opatrenia, ktoré sa využívajú proti komárom patria napríklad mechanické metódy (inštalácia sieťok na okná, používanie CO_2 pascí na komáre a pod.), vzdelávanie (zvyšovanie povedomia o komárov medzi obyvateľstvom pomáha redukovať liahniská komárova tým znížiť ich výskyt), biologické metódy (využívanie roznych organizmov alebo toxinov z nich pri redukcii komárov, napr. aplikácia Bti prípravkov, podpora hniezdenia netopierov, vtákov a pod.) a chemické metódy (aplôikácia pesticídov) (Iľko a kol., 2020). V Slovenskej republike patria medzi najčastejšie používané účinné latky v boji proti komárom pyretroidy, ktoré patria medzi insekticídy. Pyretroidy sú syntetické analógy pyretrínov, čo sú insekticídne zlúčeniny získavané zo sušených kvetov *Chrysanthemum cynerariaefolium*. Pyretríny sa používali ako biocídy, ale z dôvodu ich rýchleho rozkladu pri pôsobení vzduchu, tepla alebo svetla boli nahradené ich syntetickými analógmi pyretroidmi, ako napríklad účinná látka cypermetrín a deltametrín (Iľko a kol., 2023). Syntetické pyretroidy sú bežne používané biocídy na kontrolu populácie dospelých komárov a sú jedinými chemickými látkami povolenými ako adulticídy proti komárom v Európe (Maund a kol., 2011). Mechanizmus účinku pyretroidov spočíva v reakcii so sodíkovými kanálmi na membránach neurónov, čo vedie k postupnej celkovej paralýze organizmu (Matsuo, 2019).

Ukázalo sa, že tieto biocídy a príbuzné zlúčeniny majú negatívny vplyv na vývoj, správanie a úmrtnosť rôznych druhov rýb, obojživelníkov a iných vodných organizmov a samozrejme sú vysoko toxické pre užitočný hmyz a človeka (Ali a kol., 2011).

V súvislosti s pravidelným používaním pyretroidov sa objavuje ešte jeden problém. Komáre sa môžu prispôsobiť a vyvinúť si rezistenciu voči týmto látkam (Machani et al. 2020).

V rokoch 2010 až 2020 bolo celosvetovo zistených 7314 prípadov rezistencie na účinnú látku alfa-cypermetrín (1008), cypermetrín (27) a deltametrín (6279) (WHO 2021).

Niektoré európske krajiny začali používať cielenejší a ekologickejší spôsob kontroly lariev komárov pomocou *Bacillus thuringiensis subsp. israelensis* (Bti). Iné krajiny nevenujú toľko pozornosti znižovaniu aplikácie pyretroidov (Becker 1997). Rezistencia komárov na pyretroidy bola preukázaná aj v Slovenskej republike (Iľko a kol., 2023).

Rezistenciu mnohí autori považujú za hrozbu pre globálne verejné zdravie. V posledných desaťročiach bol na celom svete odhalený rastúci počet infekcií prenášaných komármi u ľudí a Európa nie je výnimkou. Dlhý čas po eradikácii malárie, najmä v strednej a

severnej Európe, boli komáre považované len za nepríjemného škodcu. Globálna zmena životného prostredia je spúšťačom zavlečenia cudzích a invazívnych druhov komárov a patogénov (Barrett 2018).

Zlepšenie manažmentu komárov a ich poznania zo strany obyvateľov je často neoddeliteľnou súčasťou integrovaného manažmentu komárov, najmä v mestskej krajine so značným výskytom komárov na pozemkoch v súkromnom vlastníctve. Vzdelávanie verejnosti o komároch zahŕňa vysvetlenie, ako identifikovať miesta výskytu lariev, odstrániť ich alebo ako zabezpečiť trvalé nádoby s dažďovou vodou. Zvyčajne sa vzdelávacie kampane uskutočňujú prostredníctvom stretnutí s obyvateľmi, prednáškami a distribúciou vzdelávacích materiálov (napr. letákov a brožúr) a/alebo prostredníctvom masmédií. Tieto pasívne vzdelávacie kampane majú pri znižovaní komárov menší vplyv, to súvisí najmä s úrovňou účasti obyvateľov (Heintze a kol., 2007; Bartlett-Healy a kol., 2011).

Naopak, aktívne vzdelávacie kampane prostredníctvom návštev v domácnostiach (door to door kampane), aktívnom zapájaní ľudí do kontroly komárov a vzdelávaním na školách, sú považované za veľmi efektívne a využívajú sa vo svete (Fonseca DM a kol., 2013; Healy a kol., 2014).

Štúdia zameraná na redukciu dvoch najbežnejších druhov *Aedes albopictus* a *Culex pipiens*, preukázala, že kombinácia metód proti komárom zo strany samosprávy so vzdelávaním obyvateľov dosiahla najlepší efekt pri redukcii komárov (Baldacchino a kol., 2017).
Za najcitlivejšiu skupinu reagujúcu na negatívne vplyvy životného prostredia sa všeobecne považujú starí alebo chorí ľudia a deti (Sharma et al., 2022).

Podľa Sterna (2000) sú environmentálne hodnoty a postoje kľúčové pre rozvoj pro-environmentálneho správania a trvalo udržateľných prístupov.

Mnoho autorov poukazuje na výhody konštruktivistického prístupu vo vyučovaní, medzi hlavne pozitíva patria: inovatívnosť, aktívna činnosť žiakov, získavanie kľúčových kompetencií, atraktívnosť vo vyučovaní, tvorivosť, konštruovanie vlastnej reality, kooperácia, zvýšenie záujmu a motivácie, rozvoj kritického myslenia a ďalšie (Belza & Siegrista, 2001; Tomengová, 2012; Prince & Felder, 2006). Jednou z konštruktivistických metód je aj bádateľsky orientované vyučovanie, ktoré rozvíja spôsobilosti vedeckej práce a je orienotvané na aktívnu činnosť žiakov. Vyučujúci, ale aj výskumníci túto metódu často využívajú pre potenciál dosiahnuť pozitívne zmeny v postojoch žiakov (Yilmaz, et al., 2020, Iľko, 2023). Mnoho autorov preukázalo, že postoje účastníkov sa významne zvýšili po absolvovaní krátkodobého kurzu k životnému prostrediu, rovnako zaznamenali vplyv na vnímanie

environmentálneho využitia a presvedčenia o dôležitosti vlastnej zainteresovanosti (Sotáková, 2018; Sousa a kol., 2016).

Projekt Školy bez komárov je zameraný na zlepšenie postojov žiakov, zvýšenie povedomia o ekológii komárov, metód ochrany a zlepšenia ochrany školských zariadení pred komármi, za využitia induktívne ladených vzdelávacích metód. Ďalšími cieľmi projektu je ochrana citlivých skupín obyvateľov pred rizikom ochorení, prostredníctvom inštalácie CO_2 pascí na komáre, ktoré sú považované za jednu z najefektívnejších a environmentálne šetrných metód znižovania výskytu komárov, pričom slúžia na odchyt komárov a vytvorenie tzv. zón bez komárov na požadovaných miestach (ihrisko, školský dvor a pod.). Uvedené zariadenia zároveň slúžia na získavanie biologického materiálu (komárov), na školské laboratórne práce (pozorovanie stavby tela, určovanie rozdielov v pohlaví, determinácia druhov a pod.) a pozorovanie správania komárov. Inštalácia CO_2 pascí v školskom areály skvalitňuje vyučovací proces zavedením najnovších trendov a inovácii v oblasti boja proti komárom a zároveň poskytuje možnosť technického vzdelávania v praxi.

Potrebu uvedeného projektu vnímame hlavne v zabezpečení bezpečného prostredia bez komárov, pre vzdelávanie žiakov a využitie moderných metód vyučovania so zameraním na aktívnu prácu žiakov. Zároveň predpokladáme celkové komunitné ovplyvnenie a zvýšenie povedomia o nechemickej, environmentálne šetrnej a trvalo-udržateľnej kontrole komárov v samospráve, vďaka ukážkovému príkladu zo školského prostredia.

Teoretický úvod pre učiteľa

Charakteristika komárovitých (Culicidae)

Čeľaď *Culicidae* (komárovité) patrí do podradu *Nematocera* (komáre), radu *Diptera* (dvojkrídlovce), triedy *Insecta* (hmyz) a kmeňa *Arthropoda* (článkonožce) (PETERKOVÁ, 2015). KRAMÁŘ (1958) vidí dôvod zaradenia čeľade komárovitých do podradu *Nematocera* vo veľkom počte článkov tykadiel. Tykadlá pozostávajú z dvoch bazálnych článkov, rovnako ako pri iných druhoch hmyzu, ale z nich pokračuje ešte štrnásťčlenný bičík. Na tele imága je možné rozlíšiť hlavu (*caput*), hruď (*thorax*) a bruško (*abdomen*). Hlava nesie bodavo – cicavé ústne ústrojenstvo a je miestom uloženia zmyslových orgánov (PETERKOVÁ, 2015). Podľa BECKERA a kol. (2010) pokrytie hlavy, hrude a bruška šupinami a štetinkami je rodovo a druhovo špecifické a významné z hľadiska taxonómie. Ústne ústrojenstvo je zospodu ohraničené hornou perou (*labrum*) a zospodu spodnou perou (*labium*), ktorá je rozčlenená na dva lalôčiky (*labelly*). Hryzadlá (*mandibulae*) a čeľuste (*maxillae*) sú prispôsobené na bodanie. Dominantou hlavy je ciciak (*proboscis*), ktorý vyčnieva dopredu spolu sčeľustnými hmatadlami (*palpi maxillares*). Medzi pohlaviami a jednotlivými rodmi komárov je rozdiel vo vyvinutí čeľustných hmatadiel. U samcov väčšiny rodov a samíc rodu *Anopheles* sú čeľustné hmatadlá dlhšie ako ciciak. Samice iných rodov majú časť hmatadiel atrofovaných (KRAMÁŘ, 1958). BECKER a kol. (2010) potvrdzujú, že samce väčšiny druhov komárov sa jasne odlišujú od samíc dlhými a chlpmi pokrytými čeľustnými hmatadlami. Uvádzajú, že primárny segment dvojčlánkových tykadiel (*antenae*) samcov je vybavený hustou sieťou bičíkov, ktoré sa u samíc nevyskytujú. Autori tykadlá samcov prirovnávajú k páperiu. SAARI, NÄREAHO, NIKANDER (2019) objasňujú význam prítomnosti bičíkov na tykadlách samcov. Samica vydáva svojimi krídlami kvílivý zvuk, ktorý rozvibruje bičíky tykadiel samcov. Signál vibrujúcich bičíkov je prenášaný do Johnstonovho sluchového orgánu uloženého v druhom článku tykadiel samcov a umožňuje samcom lokalizovať samicu. KRATOCHVÍL (1973) uvádza, že krvou sa živia len samičky a podľa KRAMÁŘA (1958) hryzadlá a čeľuste samcov nie sú anatomicky prispôsobené na bodanie – hryzadlá a čeľuste sú kratšie ako spodná pera. Primárnym zdrojom energie pre obe pohlavia je nektár a iné sladké šťavy z kvetov. Pri bodnutí vtekajú cez špeciálny ústny útvar – *hypopharynx* do rany sliny s látkami antikoagulačného významu (KRAMÁŘ, 1958). SERVICE (2012) vysvetľuje, že sliny obsahujú okrem antikoagulačných látok aj anestetické látky, ktoré zmierňujú bolesť pri bodnutí. Hostiteľova nepodmienená obranná reakcia na bodnutie sa tak zmierni. Príjem krvi z hostiteľa uľahčujú

komárom aj antihemostatické enzýmy, napríklad apyráza. Hruď tvoria tri segmenty – predohruď (*prothorax*), mohutná stredohruď (*mesothorax*) a zadohruď (*metathorax*). Na každom segmente hrude sa nachádza jeden pár končatín. Ku stredohrudi je pripojený jeden pár funkčných krídel. Zadohruď je vybavená druhým párom krídel, ktorý je redukovaný na kyvadielka (*haltery*) (RUEDA, DEBBOUN, 2020). Podľa PETERKOVEJ (2015) sú kyvadielka vibrujúcim orgánom, ktorý slúži na orientáciu pri pohybe – pri lete. KRAMÁŘ (1958) člení každú končatinu komárov na päť častí – *coxa*, *trochanter*, *femur*, *tibia* a *tarsus* zakončený dvomi pazúrmi. BECKER a kol. (2010) dodáva, že samce väčšiny druhov *Culicidae* majú pazúre predohrude a stredohrude väčšie – prispôsobené na uchopenie samíc pri kopulácii. Abdominálny systém tvorí desať článkov, pričom tri koncové články sú špecializované na vylučovanie a na reprodukciu (RUEDA, DEBBOUN, 2020). V porovnaní s komármi rodu *Anopheles*, ktoré majú bruško bez šupín, u väčšiny druhov komárov rodu *Culex* je dorzálna i ventrálna časť bruška oboch pohlaví pokrytá hnedými až čiernymi šupinami. Na brušku komárov rodu *Anopheles* vyrastajú len chĺpky (SERVICE, 2012). Každý z článkov bruška pozostáva z dorzálnej platničky (tergitu) a ventrálnej platničky (sternitu). Tergity a sternity sú spojené membránovým exoskeletom, ktorý sa počas kŕmenia rozťahuje (BURKETT – CADDENA, 2013). Na deviatom článku bruška sa nachádza análny otvor. Posledné dva články samčekov sú premenené na páriace ústrojenstvo – hypopygium. Cez hypopygium prechádzajú genitálne kanáliky, ktoré spájajú pár samčích semenníkov s vlastným pohlavným orgánom – aedeagusom. Ten je ukončený silne sklerotizovaným kužeľovitým útvarom – phalosomom. U samičiek sa k desiatemu článku bruška pripájajú dva prívesky – cerkusy (cerci). Pod cerkusmi je uložená postgenitálna doštička.

Vývinové štádiá komárovitých

Komáre, rovnako ako ostatní zástupcovia dvojkrídlovcov, podliehajú vo svojom vývine dokonalej premene – holometabólii (PETERKOVÁ, 2015). BECKER a kol. (2010) uvádzajú, že väčšina druhov komárov kopuluje pri lete a kopulácia trvá len niekoľko sekúnd. SERVICE (2012) dodáva, že samice sa pária len jedenkrát za život. Spermie prijaté počas tohto párenia sú uložené v spermatotéke a oplodnia všetky vajíčka, ktoré samica počas života znesie. Samce sa v priebehu svojho života pária niekoľkokrát. Po kopulácii musia samice väčšiny druhov komárov prijať z tela hostiteľa krv. Tá je zdrojom bielkovín pre sformovanie vajíčok. Z vajíčok sa vyvíjajú larvy, ktoré prechádzajú cez štyri larválne instary. Prechod z jedného larválneho instaru do ďalšieho je koordinovaný zvyšovaním aznižovaním hladiny protichodne pôsobiacich

hormónov – ekdyzómu a juvenilného hormónu. V nasledujúcom štádiu kukly dochádza k výraznej transformácii v anatomických a morfologických znakoch. Vzniká dospelý jedinec – imágo (BECKER a kol., 2010). SERVICE (2012) opisuje, že bruško samice nadobudne ihneď po prijatí krvi svetločervenú farbu a po pár hodinách začne tmavnúť. Trávením krvi získava samica bielkoviny a vajíčka vo vaječníkoch dozrievajú a zväčšujú sa. V dôsledku toho sa zadná časť bruška rozširuje a získava belavé sfarbenie. Rýchlosť trávenia krvi závisí od teploty prostredia. Autor uvádza, že v tropických oblastiach ide o 2 – 3 dni a samice v miernom podnebí trávia prijatú krv 7 – 14 dní. Po ovipozícii samica znova vyhľadáva hostiteľa, prijíma jeho krv a dozrievajú ďalšie vajíčka. V jednej znáške je samica schopná naklásť 30 – 300 vajíčok. Ich počet je ovplyvnený viacerými faktormi, predovšetkým druhom samice komára. Komáre rodu *Anopheles* kladú vajíčka na vodnú hladinu jednotlivo, vytvárajúc hviezdicovité útvary (Obr. 1). Vajíčka svojím tvarom pripomínajú lodičky. Po znesení majú bledožlté sfarbenie, pričom v priebehu 24 hodín začnú tmavnúť. Na hladine plávajú vďaka plávajúcej lište a vzduchovým komôrkam. Tieto komôrky vznikajú tak, že sa exochorion vajíčka prehne a vo vytvorenej dutine sa uzavrie vzduch. Ten nadnáša vajíčko (KRAMÁŘ, 1958). Ďalej KRAMÁŘ (1958) uvádza, že ostatné rody našich komárov znášajú vajíčka bez vzduchových komôrok. Vajíčka samíc rodu *Aedes* majú pretiahnutý vajcovitý tvar s rozšírenou základňou na tupom konci (Obr. 2). Obrázok 3 znázorňuje člnkovité zhluky vajíčok, ktoré sú typické hlavne pre rod *Culex*. Pri ovipozícii sa k sebe vajíčka zlepujú bočnými stenami. BECKER a kol. (2010) vysvetľujú, že na báze každého vajíčka je miskovitý útvar (corolla), ktorého vnútorný hydrofilný povrch leží na vodnej hladine avonkajší povrch je hydrofóbny. Tento charakter povrchov corolly spolu s vysokým povrchovým napätím vody udržuje zhluky vajíčok na hladine vody v správnej polohe bez potopenia sa. Podľa BECKERA a kol. (2010) sa larvy komárov rodu *Culex* pri teplote vody 30 °C liahnu asi jeden deň po ovipozícii a larvy rodu *Aedes* asi sedem dní po ovipozícii vajíčok. Rovnako ako telo imága, aj telo larvy pozostáva z troch častí. Od dospelcov sa larvy odlišujú absenciou nôh, krídiel, ciciaku a tým, že ich vývin je viazaný na vodné prostredie (SNODGRASS, 1959). Hlava *(caput)* je chránená tromi sklerotizovanými doštičkami. Podľa KRAMÁŘA (1958) existujú rozdiely v tvare hlavy lariev rôznych druhov komárov, ktoré súvisia so spôsobom prijímania potravy, teda s úrovňou vyvinutia svalstva ústneho ústrojenstva. Larválnu potravu tvoria najmä mikroorganizmy, riasy a detrit. Existujú tri spôsoby prijímania potravy lariev: filtrovanie vody alebo mikrobiálneho filmu prítomného na vodnej hladine, zoškrabovanie potravy zponorených predmetov arastlín, apredátorstvo na iných larvách komárov. Posledný menovaný spôsob sa u lariev našich komárov nevyskytuje. Okrem hryzavých ústnych orgánov sa na hlave lariev nachádza jeden pár očí a jeden pár tykadiel, ktorý

je obvykle tvorený drobnými bičíkmi. Oči sú lokalizované na laterálnych stranách hlavy a sú zložené zo zhlukov jednoduchých očiek (ocelli) (FOSTER, WALKER, 2019). KRAMÁŘ (1958) dopĺňa, že zložené oči sa vyvinú v druhom až štvrtom instare lariev. Larvy prvého instaru disponujú len svetlocitlivými škvrnami. Oba typy očí sa zachovávajú v štádiu kukly a imága, ale svetlocitlivé škvrny nie sú na imágu viditeľné, pretože sú prekryté šupinkami. COURTNEY a CRANSTON (2015) vysvetľujú, že prelomiť chorión pri liahnutí z vajíčka umožňuje larvám prvého instaru tzv. vaječný zub. SAARI, NÄREAHO, NIKANDER (2019) uvádzajú, že vo štvrtom instare je hruď (*thorax*) najmohutnejšou časťou larválneho tela. Na brušku (*abdomen*) lariev je možné rozlíšiť desať článkov. Obrázok 4 naznačuje, že články I – VII, tvoriace prevažnú časť larválneho tela, sú tvarovo a veľkostne jednotné. Článok VIII má približne päťuholníkový tvar. Ôsmy článok nesie dýchacie sifo (väčšina rodov komárov) alebo doštičku s dýchacími otvormi – stigmami (BURKETT – CADDENA, 2013). BECKER a kol. (2010) objasňujú, že larvy rodu *Anopheles* plávajúce na vodnej hladine sa nepotopia z dôvodu prítomnosti špeciálnych palmovitých chlpov (*palmate setae*), vyrastajúcich z dorzálnej strany III. – VII. článku bruška. Larva sa nimi prichytí k vodnej hladine a napomáha tomu aj vysoké povrchové napätie vody. Po ponorení larvy pod hladinu sa v stigmálnom otvore uzavrie bublinka vzduchu a 4 – 5 klapiek v okolí stigmy sa zaklapne. Po vynorení a dotknutí sa hladiny sú klapky vytlačené smerom nahor. Unikajúca bublinka rozruší sily povrchového napätia pre prístup vzduchu do dýchacieho systému (BECKER a kol., 2010). BURKETT – CADDENA (2013) považuje za podstatné taxonomické znaky počet, tvar a usporiadanie zubov sifonálneho hrebeňa (pectenu), umiestneného na bočných stranách sifónu a počet, dĺžku i usporiadanie sifonálnych chlpov. IX. článok je u lariev komárov redukovaný. Posledný, X. článok, je odklonený od zvyšky tela v určitom uhle. Chrbtovú časť tohto segmentu pokrýva sklerotizovaná doska, nazývaná sedlo. U niektorých druhov môže celý tento článok obaliť. Na brušnej strane článku vyrastá hustá sieť chlpov označovaná ako ventrálna kefa. Článok je ukončený výčnelkami exoskeletu – análnymi papilami, taktiež zakreslenými na Obrázku 4. Už WIGGLESWORTH (1933) vo svojom výskume preukázal, že análne papily majú osmoregulačnú funkciu – vymieňať soli medzi hemolymfou a vodou, v ktorej larva žije. SURENDRAN a kol. (2018) svojim výskumom realizovaným na Srí Lanke zistili, že larvy žijúce v brakickej vode majú výrazne väčšie a širšie análne papily ako larvy žijúce v sladkej vode. Pomocou svetelného mikroskopu s očným mikrometrom odmerali dĺžku a šírku análnych papíl lariev odobratých z brakickej vody a následne odchovaných v sladkej vode – priemerná dĺžka a šírka análnych papíl sa zmenšila. V štádiu kukly sú hlava a hruď spojené do hlavohrude. Prístup ku kyslíku zabezpečujú dve dýchacie trubice, ktoré sa nachádzajú na dorzálnej strane a

smerujú k vodnej hladine (SAARI, NÄREAHO, NIKANDER, 2019). Zástupcovia rodu *Mansonia* a *Coquillettidia* sa spájajú s vodnou hladinou len v čase liahnutia imága z kukly. Počas celého vývinu získavajú kyslík pod hladinou tak, že prederavia vodnú vegetáciu prostredníctvom dlhých dýchacích trubíc a získavajú kyslík z jej pletív (SERVICE, 2012). Pre kukly väčšiny hmyzu s úplnou premenou nie je typická výrazná lokomócia. Kukly čeľade C*ulicidae* sú ale mobilné vďaka dvom sklerotizovaným pohybovým štruktúram (tzv. pádlam) na poslednom článku bruška. V pokoji kukla pláva na vodnej hladine. Je k nej pripojená jedným párom rozvetvených hviezdicovitých chlpov I. brušného článku a dýchacími trubicami. Pri rozvírení hladiny sa potopí narovnávaním a rozťahovaním bruška, pričom využíva aj pádla. Bruško kukly si zachovalo larválne svalstvo (COURTNEY, CRANSTON, 2015). KRAMÁŘ (1958) uvádza, že kukla po ponorení stúpa k hladine pasívne, pretože medzi kutikulou hlavohrude a povrchom tela vyvíjajúceho sa imága je vzduch, ktorý ju nadľahčuje. Cez pokožku kukly je možné vidieť niektoré z vyvíjajúcich sa štruktúr imága – pár zložených očí, krídla, nohy, tykadlá a ciciak. Sfarbenie pokožky kukiel závisí od ich veku – čím je kukla staršia, čím je bližšie k vzniku imága, tým je viac pigmentovaná (SERVICE, 2012). SAARI, NÄREAHO, NIKANDER (2019) vysvetľujú, že v čase, keď sú všetky orgány imága vyvinuté, kukla prehltne vzduch, príde k jej napučaniu, exoskelet kukly sa roztrhne aimágo sa vynorí na hladinu. Kukly *Nematocera* sú voľné (*pupa libera*) (BERACKO a kol., 2017) a po vyliahnutí imága zostáva vo vode zvlek. Aby sa dospelec mohol vydať za potravou, musí mu spevnieť kutikula a krídla. Tento proces trvá približne hodinu.

Výskyt, význam a ekológia komárovitých

Nachádzajú sa v trópoch aj v miernom podnebí, pričom chýbajú iba na niekoľkých ostrovoch a na Antarktíde. Nájdeme ich v nadmorskej výške 5500 metrov nad morom a tiež v baniach 1250 metrov pod hladinou mora. Komáre sú príkladom kozmopolitných organizmov (SERVICE, 2012). Komáre sú svojím vývinom a prežívaním viazané na vodné a terestrické prostredie. Larvy a kukly prosperujú najmä v biotopoch so sladkou vodou. Niektoré druhy komárov ale preferujú aj biotopy s brakickou až slanou vodou, okrem morských biotopov s vysokou koncentráciou soli (FOSTER, WALKER, 2019). Podľa KOČIŠOVEJ (2014) sú okrem prírodných stojatých vodných plôch vhodnými liahniskami komárov rodu *Anopheles* a *Culex* aj pneumatiky. Čierna farba umožňuje rýchle prehriatie v nich zadržiavanej vody, a tak urýchlenie vývinu lariev a kukiel. Pneumatiky boli astále sú predmetom medzinárodného obchodu. Obchodom s pneumatikami Európu kolonizoval invazívny druh komára *Aedes*

albopictus. Jeho pôvodným areálom sú tropické a subtropické oblasti juhovýchodnej Ázie. Ekologická flexibilita tohto druhu podľa BECKERA a kol. (2010) spočíva v citlivom vnímaní fotoperiódy. Skrátenie fotoperiódy je v miernom podnebí európskych biotopov druhu *A. albopictus* impulzom k prechodu vajec do diapauzy. V teplých oblastiach je aktívny počas celého roka. Aj keď väčšina druhov komárov rodu *Aedes* prekonáva nepriaznivé podmienky diapauzou v štádiu vajíčka, poznáme aj druhy menovaného rodu pre ktoré je charakteristická larválna diapauza. V dočasne zaplavovaných oblastiach, zrážkami a povodňami, nachádzajú vhodné podmienky pre svoj vývin komáre rodu *Aedes* (FOSTER, WALKER, 2019). Z dôvodu prijímania atmosférického kyslíka sifom pripojeným k hladine môžu silné záplavy znížiť početnosť kalamitných druhov komárov. Môže prísť k zaplaveniu dýchacích otvorov lariev a kukiel, prípadne k úplnému odplaveniu nezrelých štádií. Sledovali to HÁJKOVÁ a MINÁŘ (1970) v oblasti riek Dyje a Morava, kde silné záplavy spôsobili výrazné zníženie početnosti druhu *Aedes vexans*. Imága počas dňa vyhľadávajú tienisté miesta, obvykle na spodnej strane listov vegetácie. Tieň zabezpečuje vyššiu vlhkosť. Priame slnečné žiarenie spôsobuje prehriatie a vysušenie organizmu komárov. RUEDA (2008) označuje komáre ako krv cicajúce trápiče a dráždiče človeka, iných cicavcov, vtákov, ale aj plazov, obojživelníkov a rýb. Na základe afinity k typu hostiteľa KOČIŠOVÁ (2014) rozdeľuje komáre na ornitofilné, zoofilné a antropofilné. Látky antikoagulačného významu, ktoré vylučuje samica pri cicaní krvi do hostiteľského organizmu, môžu vyvolávať rôzne alergické reakcie. Môže ísť o bežné lokálne začervenie až po anafylaktickú reakciu. Pri cicaní krvi sa do tela komára dostávajú pôvodcovia vážnych infekčných ochorení a komáre sa tak uplatňujú ako ich vektory. V niektorých prípadoch môže viesť škriabanie miesta uštipnutia k sekundárnej infekcii (RUEDA, 2008). V oblastiach s vysokým výskytom komárov je znemožnený pobyt v prírode a ovplyvnený je aj turistický priemysel a hospodárstvo (ČEPELÁK, 1984). KOČIŠOVÁ (2014) uvádza, že vo svete je známych viac ako 3 520 druhov komárov a BOCKOVÁ (2013) dodáva, že na území Slovenska nájdeme 49 druhov komárov, ktoré patria do 7 rodov (*Anopheles*, *Aedes*, *Culex*, *Ochlerotatus*, *Coquillettidia*, *Culiseta* a *Uranotaenia*). RUSSEL a kol. (2013) špecifikujú v rámci celej čeľade *Culicidae* 3 podčeľade *–Toxorhynchitinae*, *Anophelinae* a *Culicinae.* Do prvej menovanej podčeľade patria lesné komáre, ktoré sa nepokladajú za vektory patogénov, pretože sa krvou neživia. Medicínsky významní zástupcovia z podčeľade *Anophelinae* patria do rodu *Anopheles*. Sú prenášačmi plazmódií (*Plasmodium spp.*), dirofilárií (*Dirofilaria spp.*), červov z čeľade *Onchocercidae* (*Brugia malay, Brugia timori a Wurchereria bancrofti*) a niektorých arbovírusov (KOČIŠOVÁ, 2014). Protozoárne parazity (*Plasmodium spp.*) sú pôvodcami malárie. Infekčné pre človeka sú len štyri druhy (*P. falciparum*, *P. vivax*, *P. ovale*

a *P. malariae*). Najviac prípadov malárie (viac ako 90 %) sa vyskytuje v Afrike a tropických a subtropických častiach Ameriky a Ázie. Zástupcovia rodu *Aedes* (podčeľaď *Culicinae*) sa uplatňujú najmä ako prenášače vírusu žltej horúčky, Dengue vírusu a Sindbis vírusu. Komáre rodu *Culex* (podčeľaď *Culicinae*) sú hlavnými vektormi vírusu West Nile, Tahyňa, Batai (synonymum pre vírus Čalovo) a taktiež Sindbis vírusu (JALILI, LONGAUEROVÁ, 2006). GREŠÍKOVÁ a NOSEK (1981) uvádzajú, že na Slovensku boli doposiaľ izolované štyri druhy vírusov, ktorých vektormi sú komáre. Ide o vírusy Čalovo, Sindbis, Tahyňa a West Nile. Najvýznamnejší z hľadiska humánnej medicíny je vírus Tahyňa, ktorý bol na Slovensku izolovaný z kalamitných druhov komárov *Aedes caspius* a *Aedes vexans* BÁRDOŠOM a DANIELOVOU (1959) v roku 1958. Podľa ERNEKA a kol. (1973) vírus Sindbis v strednej Európe prvýkrát izolovali na území Slovenska. Bol získaný z pečene a mozgu trsteniarika bahenného. Nezrelé štádia komárov i imága sú v prírode dôležitou súčasťou potravových reťazcov. BENELLI, JEFFRIES a WALKER (2016) vysvetľujú, že predátormi lariev a kukiel sú mnohé vodné organizmy – ryby, obojživelníky, kôrovce, larvy i imága vodných chrobákov, larvy iného druhu komárov (napr. druhy rodu *Toxorhynchites*). Imága sú konzumované najmä pavúkmi, obojživelníkmi, plazmi, vtákmi a netopiermi.

METODICKÝ LIST PRE UČITEĽA

Téma: jednotlivé témy pracovných listov sú uvedené v obsahu, ako aj v úvode každého pracovného listu

Počet problémových úloh: je uvedený v úvode každého pracovného listu

Miesto realizácie: trieda, školský areál, extravilán obce, bydlisko žiakov (je uvedené v úvode každého pracovného listu)

Ročník: určené pre 8. a 9. ročník ZŠ a 1. a 2. ročník SŠ

Dĺžka trvania: je uvedená v úvode každého pracovného listu

Organizácia triedy: individuálna práca, práca v dvojiciach, skupinová práca (uvedené v úvode každého pracovného listu)

Pomôcky: uvedené v úvode každého pracovného listu

Priebeh:

ČINNOSŤ UČITEĽA	ČINNOSŤ ŽIAKA
Pripravíme si pomôcky a pracovné listy pre žiakov, ktoré im následne rozdáme. Oboznámime žiakov s cieľmi a priebehom hodiny a vysvetlíme im zadanie v pracovnom liste. Upozorníme žiakov, že na jednotlivé otázky prípadne komplikácie. Riadime činnosť žiakov a pôsobíme ako poradcovia.	Žiaci dostanú pracovné listy. Riadia sa pokynmi učiteľa a postupujú podľa inštrukcii v pracovnom liste.

<u>Odporúčania</u>:

- po odchytení komárov do pasce na komáre si vyučujúci môže entomologický materiál uchovať voľne v sieťke, ktorá je súčasťou pasce na komáre v mrazničke, komáre sú tým uchované, usmrtené a zároveň je s nimi možné pracovať počas celého roka,
- larvy komárov po odchytení uchovávame vo vode z liahniská, nezabudnite vždy odobrať usadeniny a vegetáciu z liahniska, tým zabezpečíte dostatok potravy pre larvy,
-v prípade, že chceme larvy usmrtiť a celoročne ich uchovať, zalejeme ich do 95 % etanolu,

-jednotlivé pracovné listy môžu byť ovplyvnené ročným obdobím alebo konkrétnym vývinovým obdobím komárov, ak sa vyučujúci pripraví vzorky do mrazničky a etanolu, aktivity je možné realizovať aj v zimnom období,

- ideálne obdobie na realizáciu aktivít je od mája do septembra, samozrejme výskyt komárov ovplyvňujú rôzne faktory, ako napríklad teplota, poloha, počasie a ďalšie,

-návod na použitie CO_2 na komáre nájdete na tomto odkaze (https://www.zonybezkomarov.sk/wp-content/uploads/2022/06/BG-Protector-manual.pdf),

-manuál na správne umiestnenie pascí nájdete na tomto odkaze (https://www.zonybezkomarov.sk/wp-content/uploads/2022/06/Zony-bez-komarov-%E2%80%93-umiestnenie-pasci.pdf).

<u>Odporúčanie pre zakúpenie pomôcok</u>:

-CO_2 pasce na komáre (obr. č. 1) je možné zakúpiť na webovej stránke https://www.zonybezkomarov.sk/pasce/ (**nevyhnutné pre zber entomologického materiálu, nedá sa nahradiť**)



Obrázok č. 1 CO_2 pasca na komáre BG-Protector

-naberačku na komáre (*mosquito dipper*) je možné vytlačiť na 3D tlačiarni, súbory pre tlač nájdete na tejto stránke (https://www.printables.com/model/430318-mosquito-larvae-dipper-cup), po vytlačení naberačky do jej vrchnej časti vložíme ľubovoľnú tyč, ktorá nám pomôže pri manipulácii (obr. č. 2) (**nevyhnutné pre niektoré pracovné listy, dá sa nahradiť**) (obr. č. 2)



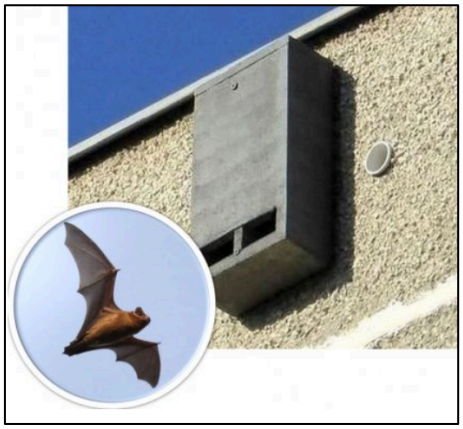
Obrázok č. 2 Naberačka na larvy komárov (mosquito dipper)

-drevené pečiatky je možné použiť v pracovnom liste vývinový cyklus komárov (j**e možné ich nahradiť, nie sú nevyhnutné**) (obr. č. 3)



Obrázok č. 3 Pečiatky vývinového cyklu komárov

-búdky pre vtákov a netopiere je možné zakúpiť na tejto stránke (https://www.batman.sk/budky-pre-netopiere/) (**potrebné k projektu biologickej kontroly komárov**) (obr. č. 4)



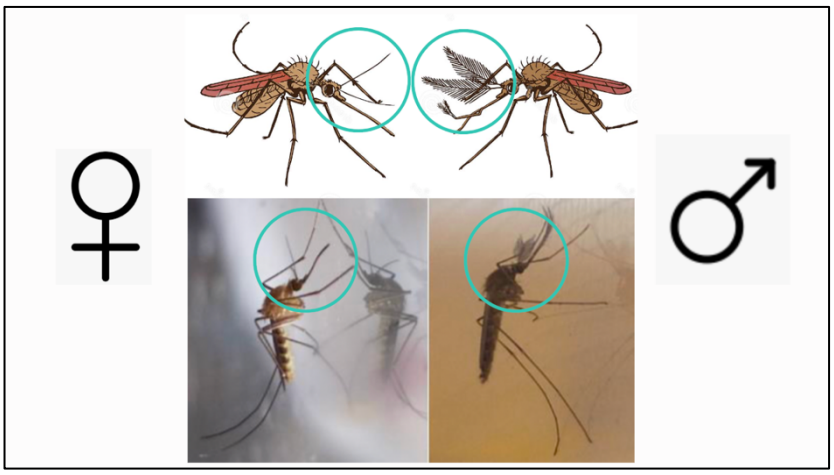
Obrázok č. 4 Búdka pre netopiere

Pracovné listy pre učiteľa

PRACOVNÝ LIST PRE UČITEĽA

Pohlavie komárov

Príprava: BECKER a kol. (2010) potvrdzujú, že samce väčšiny druhov komárov sa jasne odlišujú od samíc dlhými a chlpmi pokrytými čeľustnými hmatadlami (obr. č. 1). Uvádzajú, že primárny segment dvojčlánkových tykadiel (*antenae*) samcov je vybavený hustou sieťou bičíkov, ktoré sa u samíc nevyskytujú. SAARI, NÄREAHO, NIKANDER (2019) objasňujú význam prítomnosti bičíkov na tykadlách samcov. Samica vydáva svojimi krídlami kvílivý zvuk, ktorý rozvibruje bičíky tykadiel samcov. Signál vibrujúcich bičíkov je prenášaný do Johnstonovho sluchového orgánu uloženého v druhom článku tykadiel samcov a umožňuje samcom lokalizovať samicu. KRATOCHVÍL (1973) uvádza, že krvou sa živia len samičky a podľa KRAMÁŘA (1958) hryzadlá a čeľuste samcov nie sú anatomicky prispôsobené na bodanie. Primárnym zdrojom energie pre obe pohlavia je nektár a iné sladké šťavy z kvetov.



Obrázok č. 1 Pohlavie komárov

Problém: Urč pohlavie komárov

Dĺžka trvania: 1 vyučovacia hodina

Organizácia triedy: individuálna práca

Pomôcky: 1 ks CO_2 pasca na komáre s CO_2 fľašou, pinzeta, stereomikroskop (binokulární lupa – "binolupa", preparační mikroskop) alebo lupa, Petriho miska, pero

Postup:

1.) S vyučujúcim zapnite CO_2 pascu na komáre na školskom dvore, umiestni pascu na vhodné miesto (v blízkosti oddychových zón komárov), zabezpečte, aby pasca bola v prevádzke celú noc.

2.) Nasledujúce ráno pascu vyprázdnite a komáre v záchytnej sieťke umiestnite do mrazničky na minimálne 24 hodín.

3.) Pripravený entomologický materiál presuň zo sieťky na Petriho misku.

4.) Pomocou pinzety a prípravy roztrieď komáre na samce a samice. Svoje zistenie zapíš do tabuľky č. 1.

Počet samcov	**Počet samíc**

Tabuľka č. 1 Vypracovanie

5.) Odpovedaj na otázky v zhrnutí.

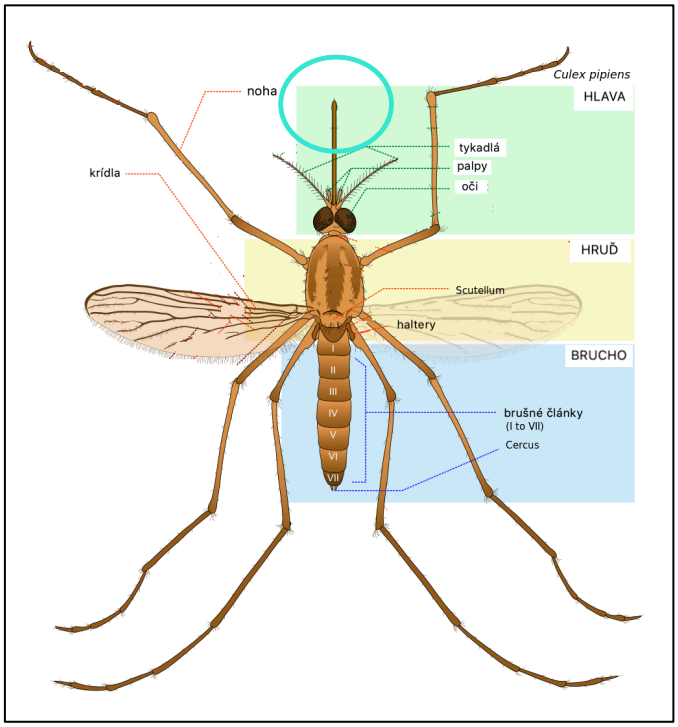
Zhrnutie:

1. Na základe akého identifikačného znaku si určil pohlavie komárov?
   Samce komárov majú chlpami pokryté čeľustné hmatadlá.
2. Aké pohlavie prevažovalo v CO_2 pasci? Argumentuj, pomôž si prípravou.
   Samice, nakoľko zdroje CO_2 (napr. cicavce) sú ich potravou.

PRACOVNÝ LIST PRE UČITEĽA

Anatómi a morfológia komárov (imago- dospelý jedinec)

Príprava: Na tele imága je možné rozlíšiť hlavu (*caput*), hruď (*thorax*) a bruško (*abdomen*). Hlava nesie bodavo – cicavé ústne ústrojenstvo, dominantou hlavy je ciciak (*proboscis*), ďalej sa na hlave nachádzajú tykadlá, oči a ďalšie zmyslové orgány (PETERKOVÁ, 2015). Hruď tvoria tri segmenty – predohruď (*prothorax*), mohutná stredohruď (*mesothorax*) a zadohruď (*metathorax*). Na každom segmente hrude sa nachádza jeden pár končatín. Ku stredohrudi je pripojený jeden pár funkčných krídel. Zadohruď je vybavená druhým párom krídel, ktorý je redukovaný na kyvadielka (*haltery*). *Scutellum* je zadná časť hrude, špecifická pre rody komárov (RUEDA, DEBBOUN, 2020). Brušnú časť tvorí sedem článkov, pričom koncové články sú špecializované na vylučovanie a na reprodukciu (RUEDA, DEBBOUN, 2020). Na siedmom článku bruška sa nachádza análny otvor. Posledné dva články samčekov sú premenené na páriace ústrojenstvo – hypopygium. U samičiek sa k desiatemu článku bruška pripájajú dva prívesky (cercus) (PETERKOVÁ, 2015).



Obrázok č. 1 Anatómia komárov (imago)

Problém: Pozoruj vonkajšiu stavbu tela dospelého komára.

Dĺžka trvania: 1 vyučovacia hodina

Organizácia triedy: individuálna práca, práca v dvojiciach

Pomôcky: 1 ks CO_2 pasca na komáre s CO_2 fľašou, pinzeta, stereomikroskop (binokulární lupa – "binolupa", preparační mikroskop) alebo lupa, Petriho miska, pero, mobilný telefón s fotoaparátom

Postup:

1.) S vyučujúcim zapnite CO_2 pascu na komáre na školskom dvore, umiestni pascu na vhodné miesto (v blízkosti oddychových zón komárov), zabezpečte, aby pasca bola v prevádzke celú noc.

2.) Nasledujúce ráno pascu vyprázdnite a komáre v záchytnej sieťke umiestnite do mrazničky na minimálne 24 hodín.

3.) Pripravený entomologický materiál presuň zo sieťky na Petriho misku.

4.) Použi pinzetu a pod lupou alebo stereo mikroskopom pozoruj stavbu tela komára. Pomôž si obrázkom č. 1.

5.) Vyhotov fotografiu tebou pozorovaného komára, vlož ju do pracovného listu (fotografia č. 1) a popíš stavbu tela komára.

Fotografia č. 1 Vypracovanie

6.) Odpovedaj na otázky v zhrnutí.

Zhrnutie:

1.) Urči pohlavie komára z obrázku č. 1 a zároveň urči pohlavie tebou pozorovaného komára. Pomôž si prípravou a obrázkom č. 1.

Žiak pozoruje 9. článok na brušku. Ak článok obsahuje prívesky (*cercus*) jedná sa o samicu.

2.) Porovnaj svoje pozorovanie s pozorovaním spolužiakov. Diskutuj so spolužiakmi a vyučujúcim o vonkajšej stavbe tela komárov.

Žiacke odpovede.

3.) Pomocou internetu vyhľadaj názov a funkciu časti tela komára, ktorá je označená v zelenom kruhu na obrázku č. 1.

Proboscis- ciciak, príjem potravy.

PRACOVNÝ LIST PRE UČITEĽA

Vývinový cyklus komárov

Príprava: Životný cyklus je v biológii súhrn všetkých fáz vývoja organizmu od oplodneného vajíčka až po štádium dospelosti (t.j. štádium, v ktorom je organizmus schopný reprodukcie). Môže mať mnoho podôb a rôzne stupne zložitosti.

Problém č. 1: Zisti aký vývinový cyklus majú komáre

Dĺžka trvania: Problém č. 1- 1 vyučovacia hodina, Problém č. 2- dlhodobé pozorovania

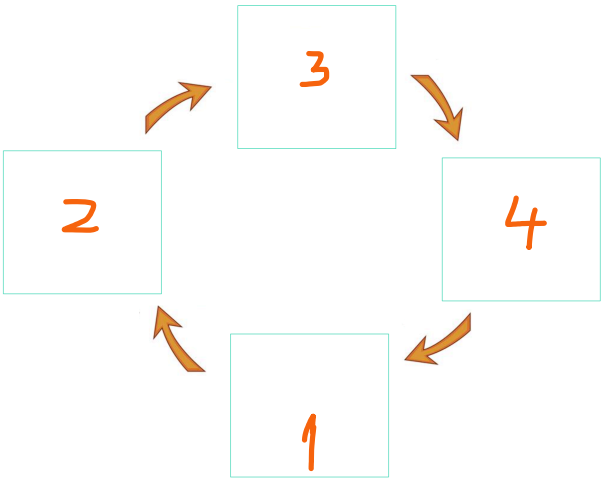
Organizácia triedy: individuálna práca, práca v dvojiciach

Postup:

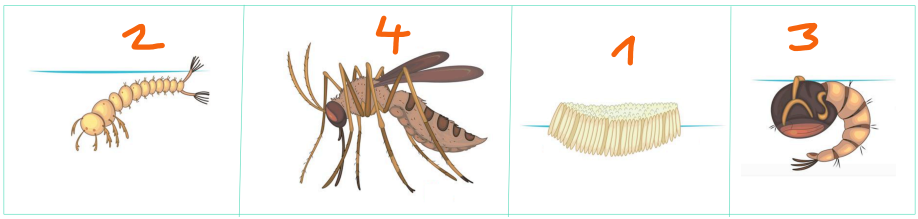
1.) Pozri si video na QR kóde č. 1. Vypni si zvuk na videu, tvojou úlohou je pozorovať vývinový cyklus tak, ako by si to robil v prírode.

QR kód č. 1 Vývinový cyklus komárov

2.) Zaznamenaj postupnosť vývinového cyklu komárov do obrázka č. 1. Pomôž si kartami, ktoré sú na obrázku č. 2 a usporiadaj ich tak, aby tvorili vývinový cyklus komára. Pomôž si video na QR kóde č. 1. Následne k nim pridať názov a opis vývinového štádia komára (opis a názvy nájdeš nižšie v tabuľke č. 1). Pri priradzovaní použi číslice 1- 4, ktorými si označíš jednotlivé názvy s opisom, obrázky a voľné okná v obrázku č. 1.



Obrázok č. 1 Vývinový cyklus komárov



Obrázok č. 2 Usporiadaj do obrázku č. 1

Larva	Larvy prechádzajú cez štyri larválne instary. Prechod z jedného larválneho instaru do ďalšieho je koordinovaný zvyšovaním a znižovaním hladiny protichodne pôsobiacich hormónov – ekdyzómu a juvenilného hormónu.
Dospelý jedinec (imago)	Je schopný letu, párenia a prijíma potravu.
Vajíčka	Po kopulácii musia samice väčšiny druhov komárov prijať z tela hostiteľa krv. Tá je zdrojom bielkovín pre sformovanie vajíčok.
Kukla	Kukla nepríma potravu, je pohyblivá a prebieha počas nej morfologická a fyziologická diferenciácia komára.

Tabuľka č. 1 Opis a názvy

3.) Odpovedaj na otázky v zhrnutí.

Zhrnutie:

1.) Ktoré štádia vývinu komára prebiehajú vo vodnom prostredí?
Vajíčko, larva a kukla

2.) Ktoré štádia vývinu komára neprebiehajú vo vodnom prostredí?
Dospelý jedinec- imago

3.) Ktoré štádium komára, ktorého vývin prebieha vo vodnom prostredí prijíma potravu?
Larva

4.) Zamysli sa nad použitím pesticídov proti komárom, ktoré sú určené pre aplikáciu do vodného prostredia. Aké štádium vývinu komára majú zneškodniť?
Larvy

5.) Predstav si situáciu, že vo vodnej nádrži sú kukly komárov a ty aplikuješ pesticíd, určený na vodné štádium vývinu komára. Pesticíd, ktorý aplikuješ je požerový toxín,

ktorý musí komár zjesť. Aký výsledok takejto aplikácie tohto konkretného pesticídu očakávaš?

Žiaden, nakoľko kukly neprijímajú potravu, tým pádom bude výsledok mojej aplikácie pesticídu nulový a komáre tým neovplyvním.

6.) Pyretroidy sú skupina pesticídov, ktoré sa môžu aplikovať (rozptyľovať) špeciálnym prístrojom pri dodržaní prísnych bezpečnostných opatrení do ovzdušia. Tieto látky sú určené na boj proti komárom. Aké štádium vývinu komára majú ovplyvniť respektíve zneškodniť?

Dospelé komáre

Problém č. 2: Pozoruj vývinový cyklus komára v tebou pripravenom insekáriu

Pomôcky: larvy komárov, konárik, zaváraninový pohár, hlina, suché lístie, voda z mláky alebo jazierka, naberačka na komáre (mosquito dipper), sieť

Postup:

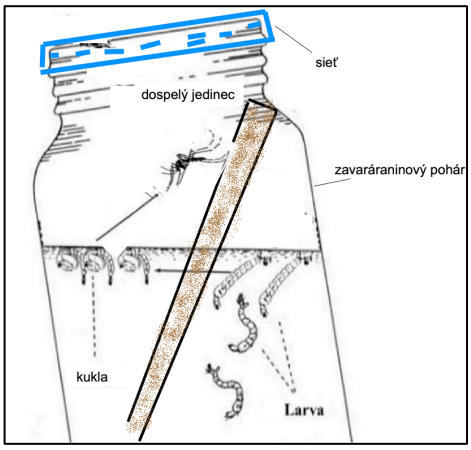
1.) Priprav si umelé liahnisko podľa obrázku č. 3. Liahnisko umiestni do zadnej časti triedy tak, aby naň nesvietilo slnko a zároveň bolo v teple.

2.) Do liahniska vlož trochu suchého lístia, vodu z mláky, drievko, aby dospelý komár mal kde pristáť po vykuklení.

3.) Pomocou naberačky na larvy komárov odober z liahniska, ktoré nájdeš v prírode približne 20 lariev komárov.

4.) Pozoruj komáre v triede v tebou pripravenou insektáciu a svoje pozorovanie zapíš nižšie.

Pozorovanie: Žiacka odpoveď.



Obrázok č. 3 Návrh insektária na chov komárov

PRACOVNÝ LIST PRE UČITEĽA

Vplyv teploty a zrážok na vývinový cyklus komárov

Príprava: Život komárov počas celého vývinového cyklu ovplyvňujú rôzne faktory. Poďme sa spoločne pozrieť na to, ako ovplyvňuje teplota a zrážky rýchlosť vývinového cyklu. Skratka IRR znamená pomer rýchlosti výskytu. Napríklad ak je IRR 1,5 znamená to, že komáre vývinový cyklus komára prebieha 1,5 krát rýchlejšie (Soh a Aik, 2021).

Problém: Ako ovplyvňuje teplota a zrážky vývinový cyklus komárov?

Predpoklad: Žiacka odpoveď.

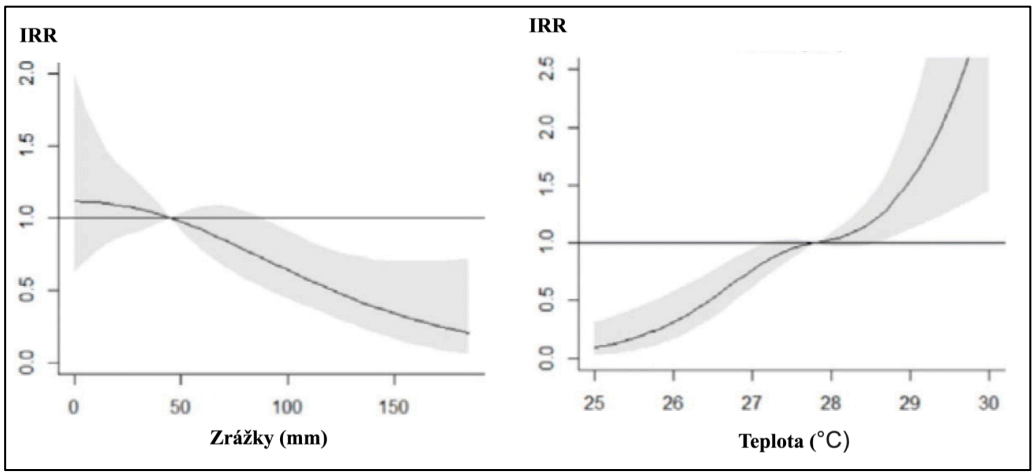
Dĺžka trvania: 1 vyučovacia hodina

Organizácia triedy: individuálna práca

Postup:

1.) Pozri gi grafy na obrázku č. 1.

2.) Odpovedaj na otázky v zhrnutí.



Obrázok č. 1 Vplyv teploty a zrážok na vývinový cyklus komárov (Soh a Aik, 2021)

Zhrnutie:

1.) Predstav si, že v okolí tvojej školy nepretržite prší už 7 dní. Vysvetli, aký vplyv bude mať intenzívny dážď na vývinový cyklus komárov počas týchto 7 dní? Argumentuj a pomôž si obrázkom č. 1.

Spomalí sa vývinový cyklus komárov.

2.) Predstav si, že pozeráš počasie a vieš, že nasledujúcich 7 dní nebude pršať, no teplota dosiahne 29 °C. Posledné dni bola teplota 24 °C. Ako zmena teploty ovplyvní rýchlosť vývinového cyklu komárov?

Vývinový cyklus bude prebiehať rýchlejšie.

PRACOVNÝ LIST PRE UČITEĽA

Vplyv vetra na vývinový cyklus komárov

Príprava: Väčšina druhov komárov má v dospelom štádiu vývinu krídla. Medzi ďalšie faktory, ktoré ovplyvňujú komáre a ich vývinový cyklus patrí vietor a dostupnosť vodných plôch, ktoré sú zvyčajne potrebné pre kladenie vajíčok.

Problém č. 1: Vplyv vetra na vývinový cyklus komárov

Pomôcky: pero

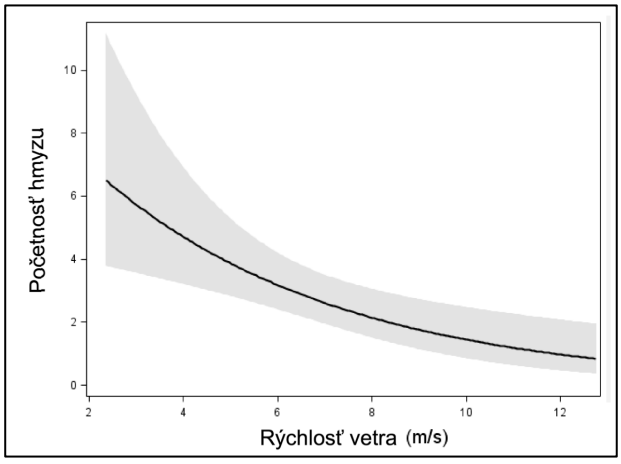
Dĺžka trvania: 1 vyučovacia hodina

Organizácia triedy: individuálna práca

Postup:

1.) Pozri si graf na obrázku č. 1.

2.) Odpovedaj na otázky v zhrnutí.



Obrázok č. 1 Vzťah rýchlosti vetra a výskytu lietajúceho hmyzu (de Jong a kol., 2021)

Zhrnutie:

1.) Zamysli sa nad tým, ako ovplyvňuje vietor výskyt komárov, ich rozmnožovanie a následne kladenie vajíčok? Argumentuj.

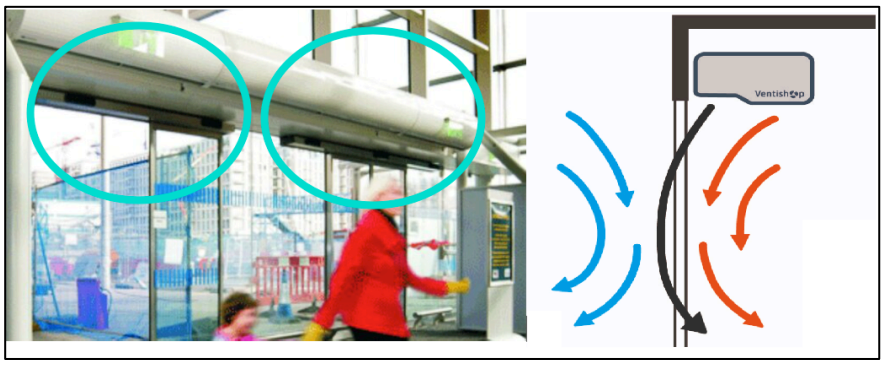
So zvyšujúcom rýchlosťou vetra klesá výskyt komárov.

2.) Uvažuj, prečo ovplyvňuje vietor výskyt komárov. Argumentuj.

Komáre sú malé, ľahké a odfúkne ich, preto počas silného vetra nelietajú.

3.) Vzduchové clony, sa najčastejšie používajú ako bariéra pred otvorenými dverami, kde vytvoria silnú vzduchovú stenu. Zabraňujú tak výmene teplého a studeného vzduchu medzi interiérom a exteriérom. Pomáhajú tiež znižovať spotrebu energie na vykurovanie interiéru. Vhodné sú do predajní, reštaurácií a do každých dverí, ktoré sú

často používané (obr. č. 2). Aký môže mať vplyv vzduchová clona na vlet komárov do budovy?



Obrázok č. 2 Vzduchová clona a princíp jej fungovania

Komáre nedokážu vletieť nakoľko ich prúd vzduchu sfúkne na zem.

4.) Aplikuj poznatky o vplyve vetra na komáre a uvažuj nad tým, aký vplyv má veterné prostredie na výskyt a rozmnožovanie komárov.

PRACOVNÝ LIST PRE UČITEĽA

Vplyv teploty na výskyt dospelých komárov

Príprava: Komáre sa nachádzajú v trópoch aj v miernom podnebí, pričom chýbajú iba na niekoľkých ostrovoch a na Antarktíde. Nájdeme ich v nadmorskej výške 5500 metrov nad morom a tiež v baniach 1250 metrov pod hladinou mora. Komáre sú príkladom kozmopolitných organizmov (žijú na celom svete). Výskyt a početnosť komárov ovplyvňujú rôzne faktor (Iľko a kol., 2020).

Problém: Aké faktory ovplyvňuje aktivitu a početnosť komárov počas roka?

Predpoklad: Žiacka odpoveď.

Dĺžka trvania: 1 vyučovacia hodina

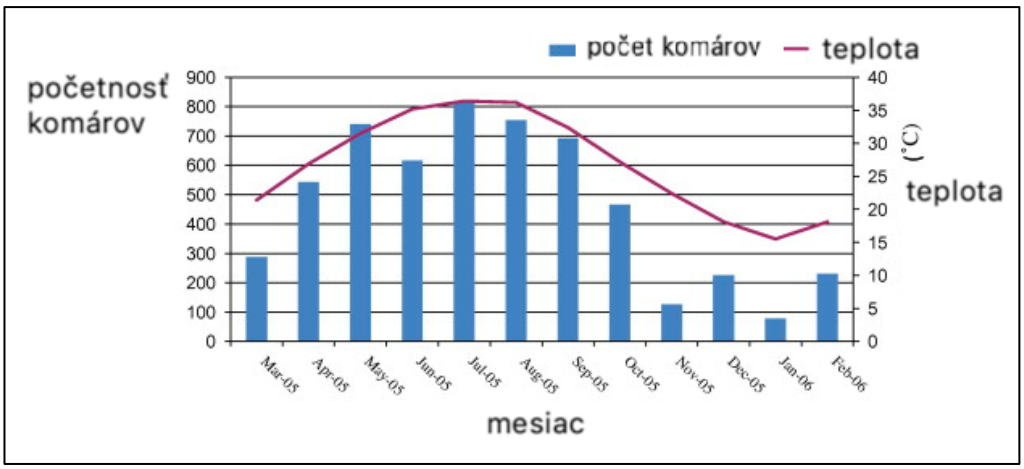
Organizácia triedy: individuálna práca

Pomôcky: pero

Postup:

1.) Pozri si graf na obrázku č. 1.

2.) Odpovedaj na otázky v zhrnutí.



Obrázok č. 1 Vplyv teploty na početnosť komárov (Alahmed, 2012)

Zhrnutie:

1.) Ovplyvňuje teplota početnosť komárov počas roka? Ak áno, argumentuj na základe vlastného pozorovania.

Áno, v grafe č. 1 je vidno, že s klesajúcou teplotou klesá početnosť komárov počas roka.

2.) Pomocou internetu vyhľadaj ďalšie faktory, ktoré môžu ovplyvňovať početnosť komárov počas roka. Diskutuj so spolužiakmi.

Potrava, výskyt predátorov, vlhkosť/ dažde a ďalšie.

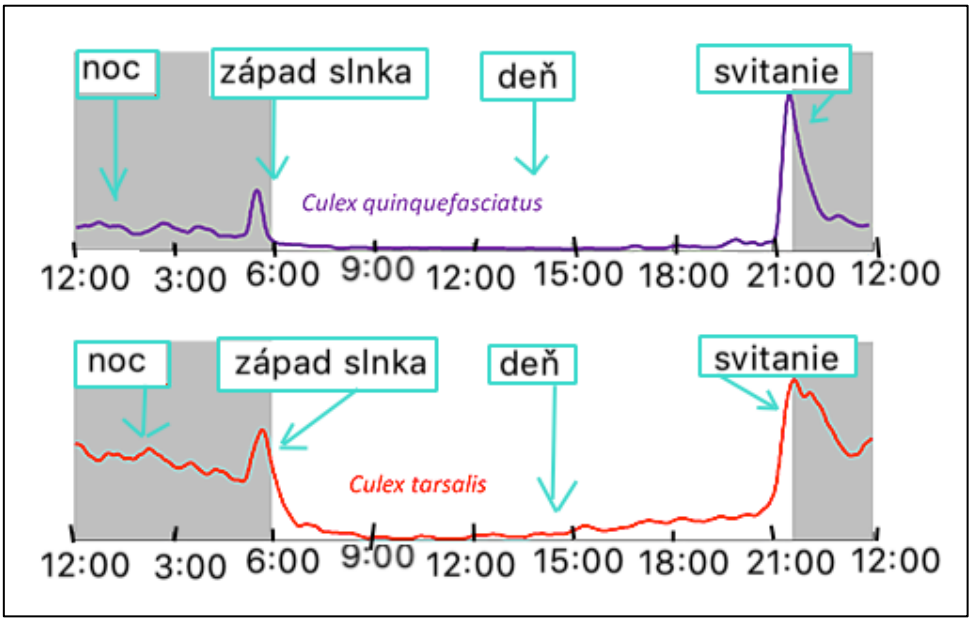
Problém č. 2: Kedy je aktivita komárov počas dňa najvyššia?

Pomôcky: pero

Postup:

1.) Pozri si graf č. 2.

2.) Odpovedaj na otázky v zhrnutí.



Obrázok č. 2 Aktivita komára Culex tarsalis a Culex quinquefasciatus počas dňa (Boone, 2012)

Zhrnutie:

1.) Kedy počas dňa bol najaktívnejší a najmenej sktívny komár *Culex tarsalis?*

Najaktívnejší bol počas západu slnka a počas svitania.

Najmenej aktívny bol počas dňa.

2.) Kedy počas dňa bol najaktívnejší a najmenej sktívny komár *Culex quinquefasciatus?*

Najaktívnejší bol počas západu slnka a počas svitania.

Najmenej aktívny bol počas dňa.

3.) Odlišovala sa v niečom aktivita druhov *Culex quinquefasciatus* a *Culex tarsalis*?

Áno, *Culex tarsalisbol* menej aktívny v noci.

4.) Na základe porovnania 2 druhov komárov z grafu č. 1 vyvoď trend aktivity komárov počas dňa.

Komáre sú najaktívnejšie počas západu a východu slnka.

5.) Na základe tebou realizovanej aktivity zhodnoť, čo prekáža komárom pri ich aktivite?

Vysoká teplota.

6.) Predstav si situáciu, že pred týždňom intenzívne pršalo a bola teplota okolo 24 stupňov, v okolí školy je aktuálne veľa mlák a vodných plôch. Teplota tento týždeň stúpne na 28 stupňov a bude bezvetrie. Akú situáciu s komármi očakávaš? Argumentuj a pomôž si tebou realizovanou úlohou ako aj vedomosťami, ktoré si získal v predošlých pracovných listoch.

Očakávam nárast počtu komárov.

PRACOVNÝ LIST PRE UČITEĽA

Liahniská komárov

Príprava: Komáre sú svojím vývinovým cyklom viazané na vlhké alebo vodné prostredie. S použitím vhodnej metódy v boji proti komárom je potrebné poznať vývinový cyklus komárov, vedieť vyhľadať jednotlivé štádia v prírode a identifikovať oblasti, ktoré predstavujú riziko zvýšeného výskytu komárov (Iľko a kol., 2022).

Problém č. 1: Mapovanie liahnísk komárov

Organizácia triedy: skupinová práca

Dĺžka trvania: 2 vyučovacie hodiny

Pomôcky: pero, naberačka na komáre (*mosquito dipper*), mapa sledovaného územia (vytvoríš pomocou programu google maps)

Postup:

1.) Pozorne si pozri obrázok č. 1 s príkladom potenciálnymi liahniskami komárov.



Obrázok č. 1 Príklad potenciálne liahniská komárov (Boukraa a kol., 2016)

2.) Vytlač si areál školy (veľkosť tebou sledovaného územia konzultuj s vyučujúcim).

3.) Rozdeľ si sledované územie na štvorce, ktoré označíš z jednej strany číslicami a z druhej strany písmenami (veľkosť štvorcov prispôsobte veľkosti územia a počtu zapojených spolužiakov) (obr. č. 2).

4.) Rozdeľ si sledované územie so spolužiakmi a prechádzaj sa tými štvorcami, ktoré si dostal na zmapovanie ty.

5.) Vyhľadávaj potenciálne liahniska komárov a zaznač ich červenou. Prípade zaznač červenou objavené už aktívne liahniská, v ktorých sa nachádzajú larvy alebo kukly komárov (obr. č. 2).



Obrázok č. 2 Príklad plánu sledovaného územia

6.) Týmto spôsobom zmapujte všetky liahniská na školskom pozemku alebo na ploche, ktorú ste si vybrali.

7.) V prípade, že sa na ploche nachádzajú vodné plochy, použi naberačku na komáre a odober vzorku vody. Pozri sa do naberačky, ak si zaznamenal prítomnosť lariev alebo

kukiel komárov zaznač si liahnisko do mapy. Ak si larvy alebo kukly nezaznamenal, zaznač liahnisko ako potenciálne alebo rizikové.

8.) Po vyznačení všetkých rizikových/ potenciálnych alebo aktívnych liahnísk skompletizuj jednotlivé mapy svojich spolužiakov a vytvorte jednu ucelenú mapu. Tú si nalep do pracovného listu nižšie.



Priestor na nalepenie ucelenej mapy

9.) Odpovedaj na otázky v zhrnutí.

Zhrnutie:

1.) Na základe tebou realizovanej aktivity vysvetli pojem mapovanie liahnísk komárov.
Je to proces pri ktorom sa hľadajú liahniská komárov a odhaľujú miesta, kde sa komáre môžu rozmnožovať prípadne, kde sa už nachádzajú kukly alebo larvy komárov.

Problém č. 2: Monitoring liahnísk komárov

Dĺžka trvania: dlhodobé pozorovanie

Organizácia triedy: skupinová práca

Organizácia triedy: skupinová práca

Pomôcky: pero, naberačka na komáre (*mosquito dipper*), mapa sledovaného územia

Postup:

1.) V 3 dňových intervaloch kontroluj tebou zmapované liahniská komárov z problému č. 1. V prípade, že v nich spozoruješ komáre (larvy/ kukly) zapíš si do tabuľky č. 1 plochu, na ktorom si to pozoroval (napr. plocha 1-A) približný počet lariev alebo kukiel, teplotu a čas. Rovnako si zapíš, že či prší alebo je pekne.

Plocha	Kukla/ larvy	Teplota	Čas	Prší/ je oblačno/ je pekne
Žiacke odpovede				

Tabuľka č. 1 Záznamový hárok z pozorovania

2.) Odpovedaj na otázky v zhrnutí.

Zhrnutie:

1.) Na základe tebou realizovanej aktivity vysvetli pojem monitorovanie liahnísk komárov.
Je to proces, pri ktorom kontrolujeme vopred zmapované potenciálne liahniská komárov a zapisujeme ich výskyt.

PRACOVNÝ LIST PRE UČITEĽA

Oddychové zóny komárov

Príprava: V predchádzajúcich pracovných listoch si zistil, že komáre nelietajú pri veľkom vetre daždi alebo počas dňa, keď je veľmi teplo a prudko svieti slnko.

Problém: Kde sa nachádzajú komáre počas dňa?

Pomôcky: pero, mapa sledovaného územia (vytvoríš pomocou programu google maps)

Dĺžka trvania: 2 vyučovacie hodiny

Organizácia triedy: skupinová práca

Postup:

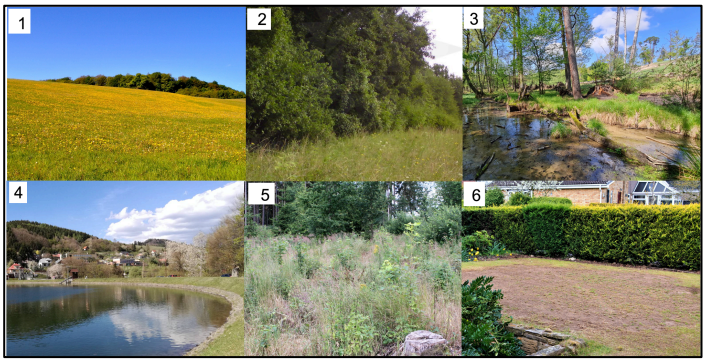
1.) Vyber si územie v blízkosti rieky alebo potoka, ideálne také, v okolí ktorého sa nachádza zaplavovaná lúka alebo les. Vyhľadaj na tebou vybranom území v tvojej obci alebo meste potenciálne liahniská a vyznač si ich do mapy.

2.) Prejdi sa tebou vybraným územím od 12:00-14:00, v čase kedy dospelé komáre nelietajú.

3.) Prechádzaj územím a zaznamenaj kedy natrafíš počas toho času na dospelé komáre.

4.) Z nasledujúcich obrázkov (1- 6) na obrázku č. 1 zakružkuj tie, ktoré pripomínajú prostredie, v ktorom si našiel dospelé komáre počas dňa.

5.) Odpovedaj na otázky v zhrnutí.



Obrázok č. 1 Príklad prostredia

Zhrnutie:

1.) Na základe vedomosti z predchádzajúcich pracovných listov vyvoď záver o tom, kde sa nachádzajú komáre počas dňa a prudkého slnka.

Komáre sa nachádzajú v tieni, tam kde je vlhko a kde sú pred slnkom chránení.

2.) Na základe tebou realizovanej aktivity vysvetli pojem oddychové zóny komárov.

Sú to zóny, kde trávia komáre čas počas dňa.

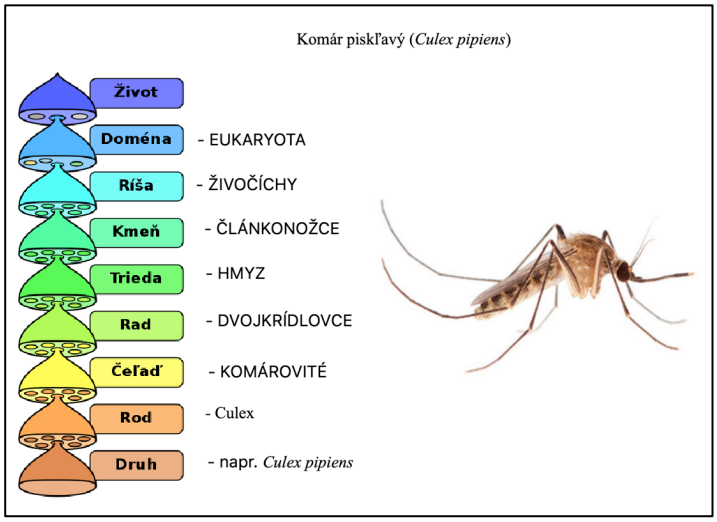
3.) Vysvetli, ako by mala vyzerať tvoja záhrada alebo školský dvor, aby sa z nej/ neho nestala oddychová zóna komárov.

Trávnik by mal byť nízky, nemali by na pozemku byť mláky a bahnité miesta.

PRACOVNÝ LIST PRE UČITEĽA

Určovanie komárov (imaga- dospelé jedince)

Príprava: Vo svete je známych viac ako 3 520 druhov komárov pričom na území Slovenska nájdeme približne 49 druhov, z ktorých sú najvýznamnejšie rody *Anopheles*, *Culex* a *Aedes* (všetky tri rody môžu prenášať filárie psov, pôvodcu malárie vtákov a rôzne vírusy vyvolávajúce zápaly mozgu zvierat a človeka; ľudskú maláriu prenáša len rod *Anopheles*, žltú zimnicu rod *Aedes*, všetky tri rody prenášajú aj ľudské filárie *Wuchereria* a *Brugia*). Nakoľko je taxonómia komárov obsiahla, v nasledujúcej úlohe sa oboznámime s určovaním rodov *Culex*, *Aedes* a *Anopheles*, ktoré nazývame aj komáre domové (rod *Culex*) a záplavové (rod *Aedes*). Medzi domové komáre patria také druhy, ktoré sa vyskytujú v mestách, na záhradách, v okolí rodinných domoch, pričom sa rozmnožujú z rôznych nádobách s vodou a pod. Záplavové druhy sa rozmnožujú v záplavových oblastiach v okolí riek pri dlhotrvajúcich dažďoch (KOČIŠOVÁ, 2014; BOCKOVÁ, 2013; Komárovité [online]).



Obrázok č. 1 Príklad taxonomického zaradenia druhu Culex pipiens

Pri určovaní komárov do rodov a následne druhov nám slúžia ich rôzne identifikačné znaky a charakteristiky (napr. škvrny na krídlach tvorené šupinami, farebné prstienky na chodidlách, farba tela s rôznym vzorom, ktorý vytvárajú šupinky, . K určovaniu používame rôzne literárne kľúče, v ktorých sú tieto znaky vyobrazené. My sa zameriame na 2 identifikačné znaky rodov *Culex*, *Aedes* a *Anopheles* (obr. č. 2).

Pomôcky: 1 ks BG-Protector, 4 ks Petriho misky, pinzeta, stereomikroskop/ lupa, pero

Dĺžka trvania: 2 vyučovacie hodiny

Organizácia triedy: individuálna práca

Postup:

1.) S vyučujúcim zapnite CO_2 pascu na komáre na školskom dvore, umiestni pascu na vhodné miesto (v blízkosti oddychových zón komárov), zabezpečte, aby pasca bola v prevádzke celú noc.

2.) Nasledujúce ráno pascu vyprázdnite a komáre v záchytnej sieťke umiestnite do mrazničky na minimálne 24 hodín.

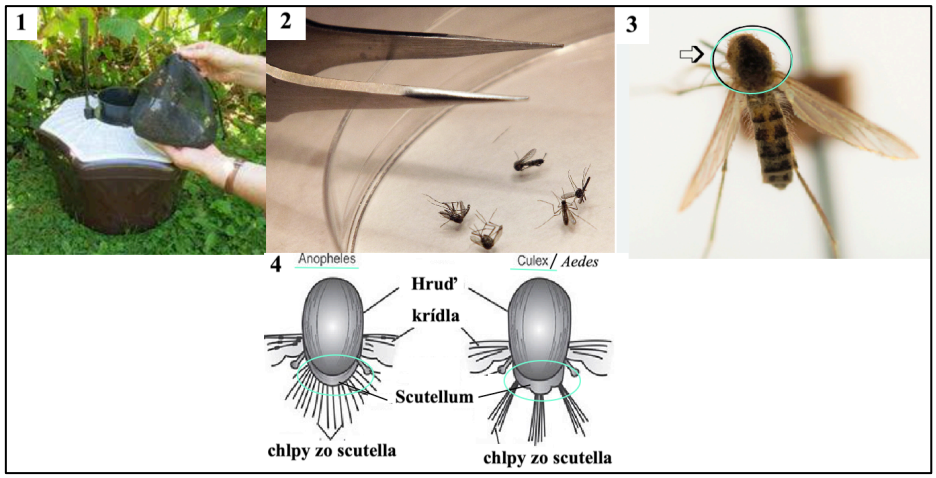
3.) Pripravený entomologický materiál presuň zo sieťky do Petriho misky.

4.) Komáre určuj po jednom, pričom každého určeného komára vlož do Petriho misky, do ktorej patrí. Priprav si 3 Petriho misky a označ si ich (*Culex, Aedes, Anopheles*).

5.) Opatrne chyť komára do pinzety, otoč ho tak, aby si videl jeho chrbtovú časť (viď. obr. č. 2- bod 3).

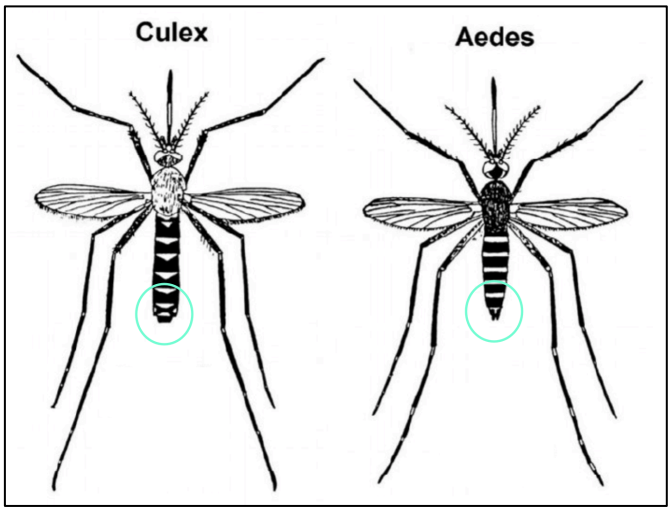
6.) Následne sa zameraj na *scutellum* (zadnú časť hrude), postupuj podľa obrázku č. 2- bod č. 4. Všimni si rozdiel medzi rodom *Anopheles* a rodmi *Culex* a *Aedes*. Vďaka scutellu rozoznáš, že či sa práva pozeráš na rod *Anopheles* alebo na jeden z rodov *Culex*/ *Aedes*.

7.) Ak si podľa *scutella* určil rod *Anopheles* vlož ho do Petriho misky s týmto označením.



Obrázok č. 2 Rozdiel medzi rodmi Anopheles a Aedes/ Culex

8.) Ak si určil, že sa jedná o rod *Culex* alebo *Aedes*, pokračuj na ďalší identifikačný znak- cerky (výbežky), vďaka ktorým rozoznáš o ktorý z týchto rodov ide (obr. č. 3).



Obrázok č. 3 Rozdiel medzi rodmi Culex („oblé“ cerky) a Aedes („špicaté“ cerky)

9.) Po roztriedení komárov na 3 rody (*Culex, Aedes* a *Anopheles*) do 3 Petriho misiek, zapíš početnosť tebou identifikovaných rodov na školskom pozemku do tabuľky č. 1.

Rod	***Culex***	***Aedes***	***Anopheles***
Početnosť	Žiacke odpovede.	Žiacke odpovede.	Žiacke odpovede.

Tabuľka č. 1 Vypracovanie

10.) Odpovedaj na otázky v zhrnutí.

Zhrnutie:

1.) Určil si všetky 3 rody komárov? Ak nie, argumentuj. Pomôž si prípravou v úvode pracovného listu.

Napr. na pozemku som našiel len rod *Culex* nakoľko rod *Aedes* nežije v intraviláne mesta.

2.) Pomocou internetu vyhľadaj ochorenia, ktoré prenášajú rody, ktoré si identifikoval v okolí školy.

Žiacke odpovede.

PRACOVNÝ LIST PRE UČITEĽA

Určovanie komárov (larvy a vajíčka)

Príprava: Larválne štúdium väčšiny komárov žije vo vodnom prostredí. Niektoré druhy potrebujú pre svoj vývin viac vody, iné zase menej alebo takmer vodu nepotrebujú a postačuje im vlhká zem alebo bahno. V nasledujúcej úlohe sa budeme zaoberať identifikáciou rodov komárov *Culex*, *Aedes* a *Anopheles* na základe vzhľadu lariev a vajíčok komárov.

Dĺžka trvania: 1 vyučovacia hodina

Organizácia triedy: individuálna práca, práca v dvojiciach

Problém: Identifikuj rod komára na základe vajíčok komárov alebo lariev.

Pomôcky: pero, vedro/ nádoba na vodu, doska, akváriová sieťka na ryby, zaváraninový pohár

Postup:

1.) Vytvor umelé liahnisko na komáre a umiestni ho do oddychovej zóny komárov v okolí školy (obr. č. 1). Do nádoby s vodou vlož niekoľko hrsti okolitej hliny, suché lístie a drevo (tento materiál poskytne larvám potravu). Vodu použi z mláky alebo nádoby na zber dažďovej vody.

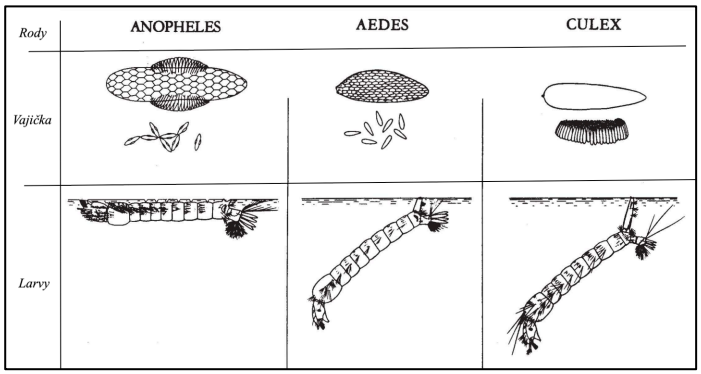
2.) Kontroluj liahnisko každé 3 dni.

3.) Hneď, ako spozoruješ larvy alebo vajíčka komárov v liahnisku, odober ich sieťkou na ryby a presuň ich do zaváraninového pohára s vodou z umelého liahniska.



Obrázok č. 1 Model umelého liahniska na komáre (Müller a kol., 2020)

4.) V triede pozoruj larvy/ vajíčka komárov a pomocou určovacieho kľúča identifikuj rod komárov (obr. č. 2).



Obrázok č. 2 Kľúč na určovanie lariev a vajíčok 3 rodov komárov

5.) Odpovedaj na otázky v zhrnutí

6.) Po určení lariev/ vajíčok komárov na 3 rody (*Culex, Aedes* a *Anopheles*), zapíš početnosť tebou identifikovaných rodov na školskom pozemku do tabuľky č. 1.

Rod	***Culex***	***Aedes***	***Anopheles***
Početnosť	Žiacke odpovede.	Žiacke odpovede.	Žiacke odpovede.
Vajíčka			
Larva			

Tabuľka č. 1 Vypracovanie

Zhrnutie:

1.) Uveď na základe akého vývinového štádia si určil rod komárov?

Žiacke odpovede.

2.) Aké rody si zaznamenal na školskom pozemku alebo v jeho blízkosti?

Žiacke odpovede.

3.) Uveď epidemiologické riziká spojené s výskytom tebou určených rodov. Pomôž si internetom alebo odbornou literatúrou.

Žiacke odpovede.

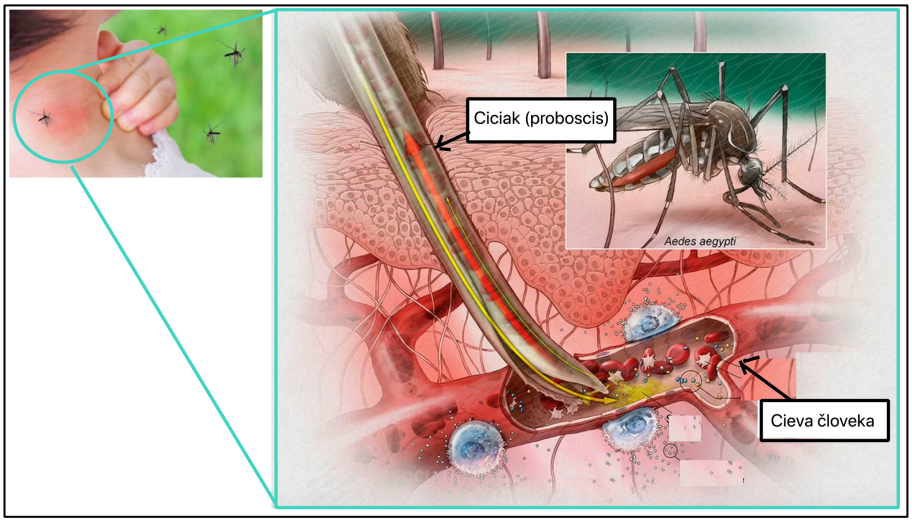
PRACOVNÝ LIST PRE UČITEĽA

Riziká nákazy a vzťah teploty a výskytu komárov

Príprava: Látky antikoagulačného významu (zabráňuju zrážaniu krvi), ktoré vylučuje samica pri cicaní krvi do hostiteľského organizmu, môžu vyvolávať rôzne alergické reakcie. Môže ísť o bežné lokálne začervenie až po anafylaktickú reakciu. Pri cicaní krvi sa do tela komára dostávajú pôvodcovia vážnych infekčných ochorení (obr. č. 1) (RUEDA, 2008). Ako príklad uvedieme Usutu vírus (z angl. Usutu virus, skratka- USUV) a vírus Západonílskej horúčky (z angl. West Nile virus, skratka- WNV). Oba tieto vírusy prenášajú komáre na Slovensku a môžu nakaziť človeka. Usutu je komármi prenášaný vtáčí vírus, ktorého priebeh je väčšinou bezpríznakový alebo sa môže prejaviť jeho ľahká forma (teplota, únava, vyrážky a pod.). Západonílska horúčka sa vyskytuje na všetkých kontinentoch s výnimkou Austrálie. Pôvodcom tohto ochorenia je West Nile Virus (WNV). Choroba postihuje kone, vtáky a ľudí. Medzi klinické príznaky ochorenia ľudí patrí náhly vzostup teploty, bolesť hlavy, hrdla, pohybového aparátu, zvýšená únava, nechutenstvo, prítomnosť kožnej vyrážky. U chorých sa západonílska horúčka v prevažnej väčšine prejaví ako mierne chrípkové ochorenie. Tieto ochorenia nepredstavujú pre väčšinu populácie problém, riziko predstavujú pre ľudí so zníženou imunitou, chorých alebo iným spôsobom znevýhodnených jedincov (Král, 2021; Kostolná, 2020). Globálne otepľovanie a výskyt nových druhov komárov môže v budúcnosti zvýši riziko výskytu nových ochorení na našom území (Iľko a kol., 2022).

Dĺžka trvania: 1 vyučovacia hodina

Organizácia triedy: individuálna práca



Obrázok č. 1 Priebeh cicania krvi na tele človeka

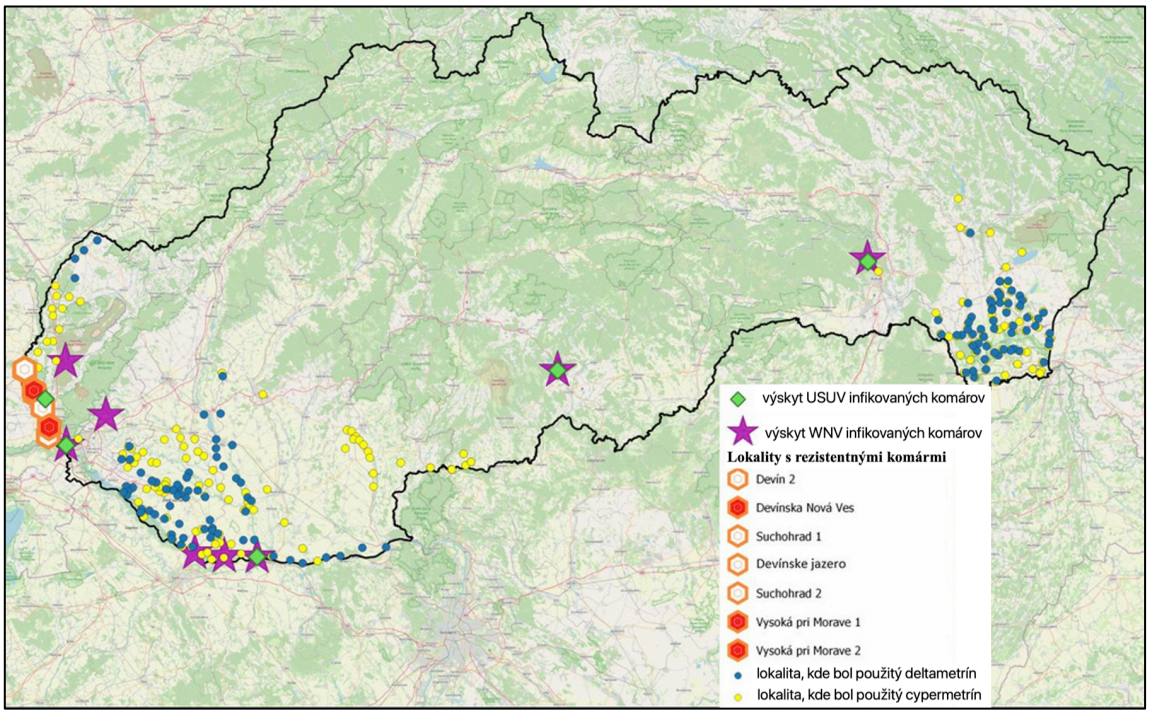
Problém: Aké je riziko nákazy cez komáre na Slovensku?

Pomôcky: pero

Postup:

1.) Pozri si obrázok č. 1 a zameraj sa na výskyt vírusov USUV a WNV na Slovensku.

2.) Odpovedaj na otázky v zhrnutí.



Obrázok č. 2 Mapa výskytu infikovaných komárov na Slovensku (Čabanová a kol., 2018; 2019, Vedou proti komárom, s.r.o.)

Zhrnutie:

1.) Na základe vlastného pozorovania uveď, v ktorých častiach Slovenska je riziko nákazy USUV a WNV?

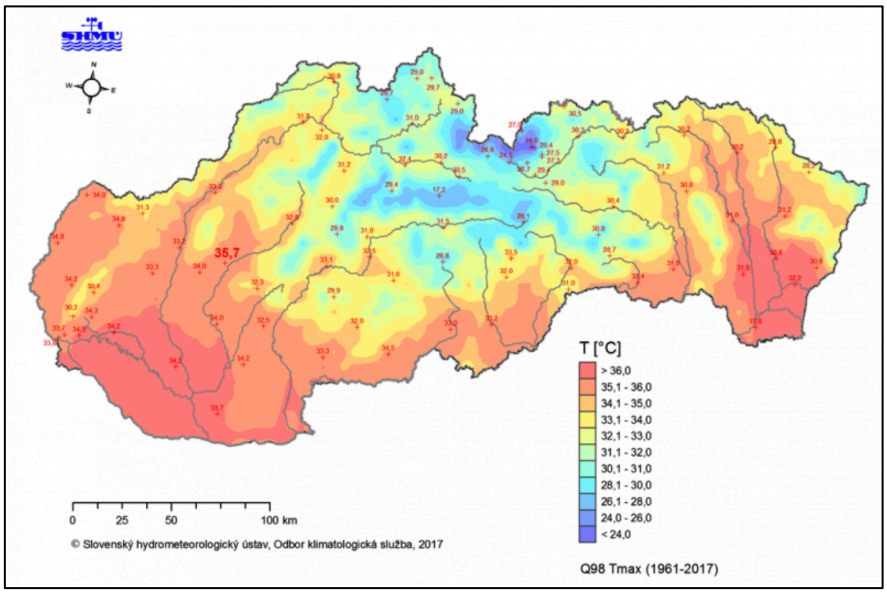
Z, JZ, J a JV Slovenska

2.) Zamysli sa nad spôsobom, ako infikujú komáre ľudí. Pomôž si prípravou a obrázkom č. 1.

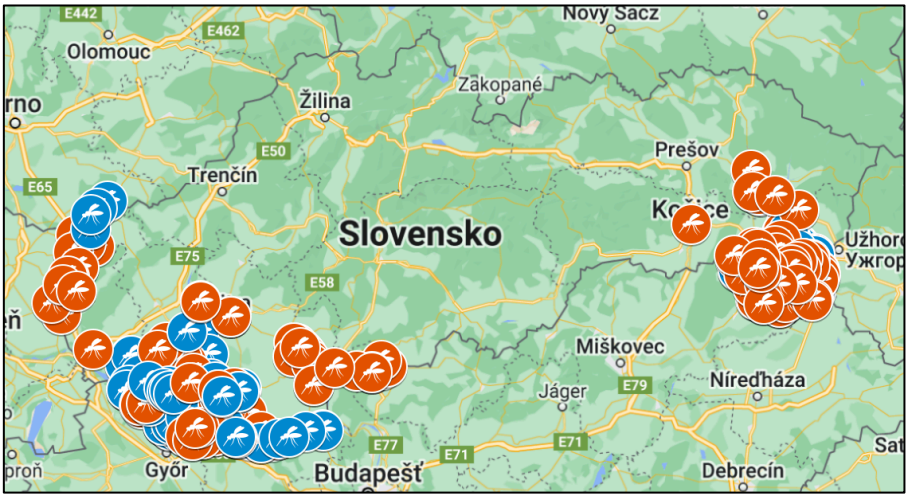
Prostredníctvo bodnutia cez proboscis samica komára prenesie pôvodcu nákazy (napr. vírus) na človeka.

3.) Uvažuj nad vzťahom priemernej teploty vzduchu na Slovensku (obr. č. 3) a nadmerným výskytom komárov na Slovensku. Aký trend pozoruješ pri porovnaní týchto obrázkov?

Čím je teplejšie, tým je viac komárov.



Obrázok č. 3 Maximálna mesačná teplota vzduchu v júni 2017 (https://www.shmu.sk/sk/?page=2049&id=928)



Obrázok č. 4 Nadmerný výskyt komárov na Slovensku (Vedou proti komárom, s.r.o.)

4.) Predstav si, že by priemerná ročná teplota na celom území Slovenska dlhodobo dosahovala 35- 36 stupňov. Aký by to malo vplyv na výskyt komárov na Slovensku?

Nadmerný výskyt komárov by bol aj v iných častiach Slovenska, nie len v južných častiach.

5.) Zamysli sa nad globálnym otepľovaním, aký vplyv môže mať na výskyt komárov na Slovensku a zároveň na riziko prenosu ochorení?

S globálnym otepľovaním sa komáre rozšíria na celé územie Slovenska pričom sa zvýši riziko nákaz.

PRACOVNÝ LIST PRE UČITEĽA

Metódy kontroly (zneškodňovania) komárov

Príprava: komáre predstavujú obťažujúci hmyz, ktorý prenáša rôzne ochorenia. V spojení s tým je vyvinuté veľké úsilie na výskum a objavovanie metód zneškodňovania (kontroly) komárov. Základné metódy kontroly komárov rozdeľujeme na:

1.) preventívne a mechanické
2.) biologické
3.) chemické

Problém: Definuj metódy kontroly (zneškodňovania) komárov

Dĺžka trvania: 1 vyučovacia hodina

Organizácia triedy: individuálna práca

Pomôcky: pero

Postup:

1.) Nasledujúce fotografie (obr. č. 1) roztrieď do tabuľky č. 1 podľa kritérií k príslušným metódam kontroly komárov. Pomôž si prípravou v úvode pracovného listu. Do tabuľky zapíš len číslo príslušného obrázku.
2.) Odpovedaj na otázky v zhrnutí.



Obrázok č. 1 Vypracovanie

Preventívne a mechanické	3,6		
Biologické	2, 1		
Chemické	4, 5		

Tabuľka č. 1 Vypracovanie

Zhrnutie:

1.) Na základe tebou zvolených kritérií a spôsobu roztriedenia obrázkov definuj nasledujúce metódy kontroly komárov. Argumentuj a uveď príklad.

a.) preventívne a mechanické: využívajú rôzne zariadenia bez chemický látok na chytanie komárov alebo aby im zabránili uštipnutiu (sieťky na okná)

b.) biologické: využívanie rôznych organizmov na chytanie komárov (netopiere, vtáky, hmyz)

c.) chemické: využívajú chemické látky na zabíjanie komárov (pesticídy, postreky, repelenty)

PRACOVNÝ LIST PRE UČITEĽA

Chemická kontrola komárov

Príprava: Národná akadémia vied USA odhaduje, že pesticídy proti komárom zachránili do roku 1970 približne 500 miliónov životov pred maláriou. Vďaka nim sa malária v mnohých častiach planéty prakticky už nevyskytuje (US National Academy of Sciences, 2021). Žiaľ, aj napriek tomu trend používania pesticídov proti komárom zotrval. Téma kontaminácie životného prostredia sa stala atraktívnou pre mnohé práce, nakoľko predstavuje veľkú hrozbu pre globálne zdravie a ochranu biodiverzity. Po eradikácii (ničenie choroboplodných organizmov) malárie v Európe, v 60. rokoch 20. storočia, sa nekontrolovaná likvidácia komárov pomocou pesticídov, s cieľom znížiť ich obťažnosť, stala dlhodobou praxou. Pyretroidy (skupina pesticídov, kam patrí účinná látka cypermetrín a deltametrín), zlúčeniny používané na chemickú kontrolu komárov, nie sú selektívne, znamená to, že zabíjajú všetok hmyz a sú toxické aj pre iné druhy vrátane človeka. Ďalším negatívom pesticídov (pyretroidov) je, že komáre si voči nim vytvárajú rezistenciu /odolnosť), čím sa stráca ich účinnosť. Rezistencia komárov na pyretroidy bola potvrdená aj na Slovensku (Iľko a kol., 2023).

Problém: Sú postreky proti komárov stále účinné?

Dĺžka trvania: 1 vyučovacia hodina

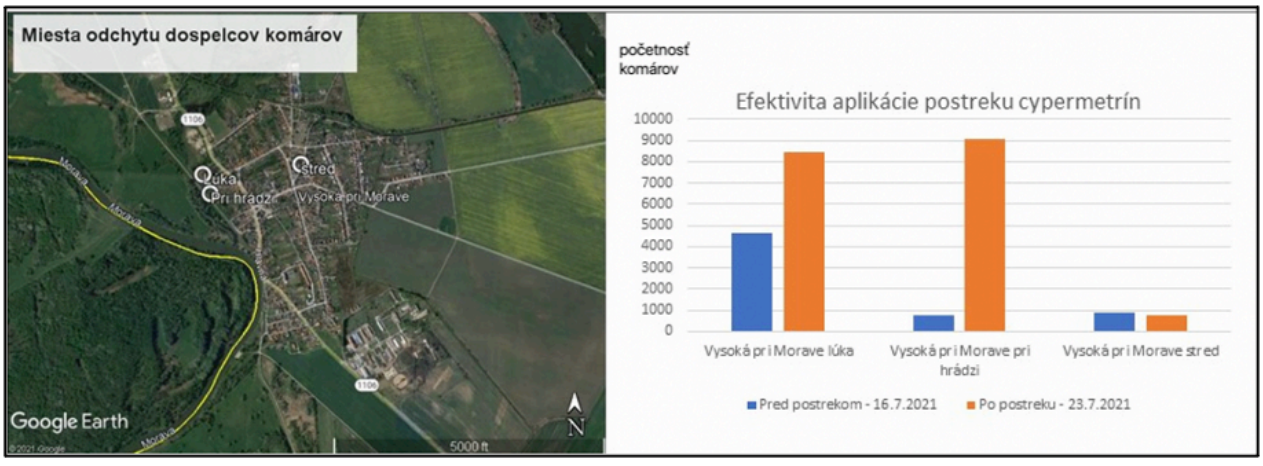
Organizácia triedy: individuálna práca,

Pomôcky: pero

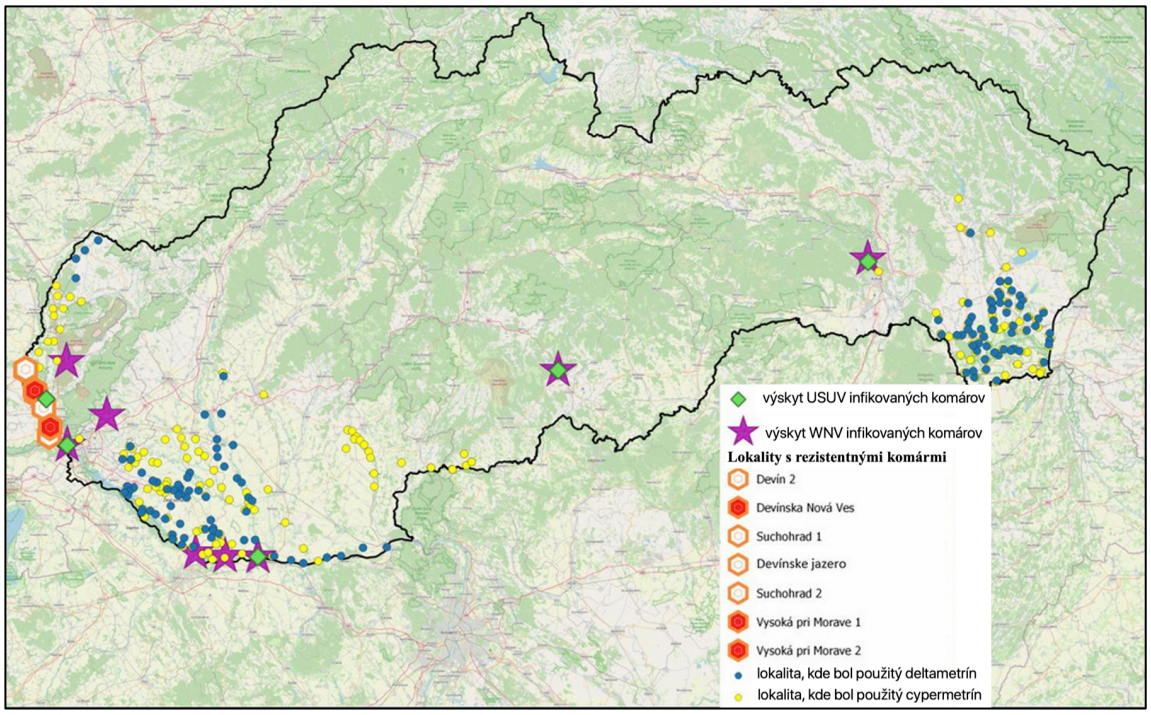
Postup:

1.) Pozorne si pozri obrázok č. 1 a obrázok č. 2.

2.) Odpovedaj na otázky v zhrnutí.



Obrázok č. 1 Sledovanie účinnosti postreku (s obsahom pyretroidov- účinná látka cypermetrín) proti komárom (Iľko a kol., 2023)



Obrázok č. 2 Mapa výskytu infikovaných komárov na Slovensku, oranžovo-červené symboly reprezentujú miesta s rezistentnými komármi (Čabanová a kol., 2018; 2019, Vedou proti komárom, s.r.o., Iľko a kol., 2023)

Zhrnutie:

1.) Na základe tebou realizovaného pozorovania charakterizuj chemickú kontrolu komárov. Pomôž si prípravou v úvode pracovného listu.

Je to zneškodňovanie komárov pomocou pesticídov.

2.) Vyvoď záver o účinnosti postrekov (konkrétne pyretroidov) proti komárov v obci Vysoká pri Morave. Argumentuj.

Na základe obr. č. 1 môžem konštatovať, že postreky v tejto obci sú neúčinné, nakoľko počet komárov pred postrekom bol nižší, ako po ňom.

3.) Je výskyt komárov, bez ohľadu na ich kontrolu v celej obci rovnaký? Ak nie, argumentuj prečo.

Nie, z obr. č. 1 vyplýva, že v strede obce bolo aj pred postrekom aj po ňom stále menej komárov, ako v okrajových častiach. Ak sa pozrieme na mapu vidíme, že okraj obce je bližšie pri rieke a lese, kde je viac komárov, nakoľko je to ich prirodzený biotop. V strede obce nemajú dostatok vlhkosti a zelene na úkryt pre slnkom.

4.) Na základe obr. č. 2 vyvoď záver o tom, ako súvisí výskyt rezistencie s používaním pesticídov.

Tam, kde je rezistencia sa pesticídy používajú.

5.) Výskum na rezistenciu komárov bol zatiaľ realizovaný len v povodí rieky Morava na západe Slovenska. Zameraj sa na používanie pesticídov (cypermetrín a deltametrín) na Slovensku a vyvoď predpoklad o možnej rezistencii v iných častiach Slovenska.

Na základe mapy z obr. č. 2 môžeme predpokladať, že rezistencia sa môže vyskytovať aj v iných častiach západného Slovenska, na južnom Slovensku a východnom Slovensku. Je to len predpoklad, k jasnému záveru je potrebné urobiť obdobný výskum, ako bol realizovaný v povodí rieky Morava.

6.) Porovnaj výskyt vírusov, kde prenášajú komáre s rezistenciu a vyvoď záver. Zameraj sa na potlačenie rizika prenosu týchto vírusov na človeka.

Potlačenie prenosu vírusov na človeka môže komplikovať výskyt rezistencie komárov na postreky. Z obr. č. 1 a 2 vyplýva, že epidemiologické riziko je aj v oblastiach, kde sa pesticídy dlhodobo používajú. Rovnako v týchto oblastiach predpokladáme neúčinnosť týchto postrekov (obr. č. 1).

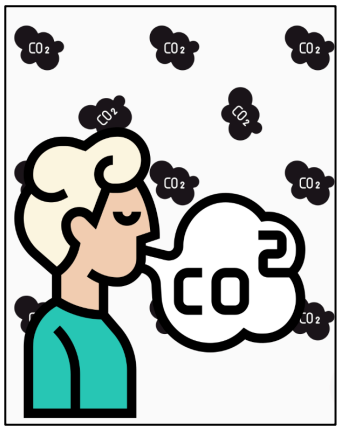
7.) Predstav si, že trend používania pesticídov (cypermetrín a deltametrín) na Slovensku bude pokračovať. Čo môžeme predpokladať v budúcnosti? Zameraj sa na účinnosť chemickej kontroly komárov.

Môžeme konštatovať, že ak budeme používať tieto pesticídy ďalej situácia sa len zhorší. Chemická kontroly bude a možno už je neúčinná.

PRACOVNÝ LIST PRE UČITEĽA

Účinnosť CO_2 pascí na komáre

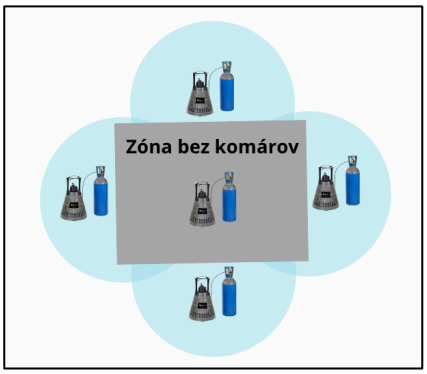
Príprava: Podľa Cardého (2015) väčšina analýz priťahovania komárov predpokladá, že k počiatočnému rozpoznaniu ľudského hostiteľa v smere vetra dochádza na vzdialenosť 10 metrov, keď letiaci komár zistí výkyvy koncentrácie CO_2 nad okolitým prostredím, ktoré je spôsobené prídavkom približne 4 % CO_2 z ľudského dychu (obr. č. 1). Komár potom sleduje plyn CO_2 proti vetru smerom k jeho zdroju. Po priblížení sa komára k zdroju CO_2, sa komár orientuje na základe čuchu (pach človeka) a zraku. Aby sa samce komárov spárili so samicami, majú tendenciu vyhľadávať potenciálnych hostiteľov samíc a zostávať v ich blízkosti, aby zvýšili svoje šance na stretnutie so samicami (Wu a kol., 2020).



Obrázok č. 1 Vylučovanie CO_2 človekom pri dýchaní

Problém: Majú CO_2 pasce na komáre potenciál chrániť nás pred uštipnutím komárov?
Dĺžka trvania: 1 vyučovacia hodina
Organizácia triedy: individuálna práca
Pomôcky: 5 ks CO_2 pascí na komáre BG-Protector, pero, pinzeta, lupa/ stereomikroskop, 5 ks Petriho misiek
Postup:

1.) Vytvor tzv. zónu bez komárov s použitím 5 ks CO_2 pascí na komáre. Pomôž si obrázkom č. 2. Zónu vytvor v blízkosti oddychových zón komárov. Pasce si označ číslicami 1-5 s tým, že číslo 5 bude pasca vo vnútornej časti zóny bez komárov (šedá časť na obrázku č. 2).



Obrázok č. 2 Príprava zóny bez komárov

2.) Zapni všetky pasce na komáre a nechaj ich zapnuté v priebehu 24 hodín.

3.) Vypni pasce, vyber sieťky s komármi a vlož ich do mrazničky na 24 hodín.

4.) Komáre následne presuň do Petriho misiek, ktoré označ číslami 1- 5. Pascu s označením č. 1 vyprázdni do Petriho misky s označením č. 1. Rovnako postupuj aj pri ostatných pasciach.

5.) Spočítaj komáre v jednotlivých Petriho miskách a počty zapíš do tabuľky č. 1.

Pasca	**Č. 1**	**Č. 2**	**Č. 3**	**Č. 4**	**Č. 5**
Petriho miska	Žiacke odpovede				

Tabuľka č. 1 Vypracovanie

6.) Odpovedaj na otázky v zhrnutí.

Zhrnutie:

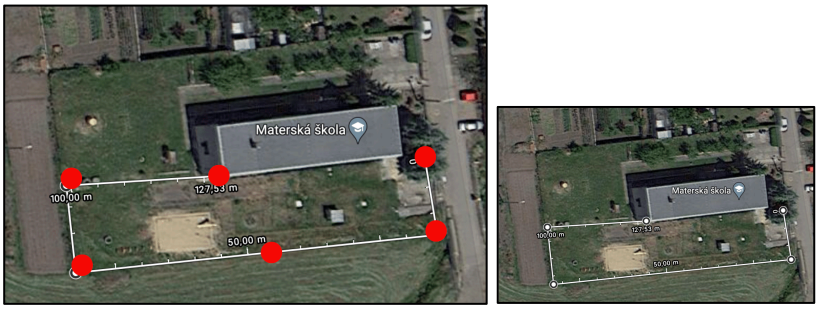
1.) V ktorej pasci bolo najviac komárov a v ktorej ich bolo najmenej? Vytvor graf, pričom os x bude obsahovať pasce na komáre a os y bude obsahovať početnosť komárov.
Najviac komárov bolo v pasciach č. 1- 4 a najmenej v pasci č. 5.

Graf č. 1 Vypracovanie

2.) Predstav si, že zóny bez komárov je tvoja záhrada, balkón, terasa alebo školský dvor, aký význam má pre teba z pohľadu ochrany pred komármi? Argumentuj.

Zóna bez komárov poskytuje priestor s minimálnym výskytom komárov, čo sme preukázali v našom experimente. Ak by som sa chcel chrániť pred komármi, takáto zóna mi poskytne dostatočnú ochranu.

3.) Účinnosť pasci BG-Protector je 20 m, navrhni zónu bez komárov pre Materskú školu z obrázku č. 3, ktorá má obvod areálu 127,53 m. Pomôž si prípravou a tebou realizovanou aktivitou. Červenou vyznač, kam by si umiestnil pasce na komáre, aby si vytvoril pomyslený plot z pascí na komáre, ktorý zabezpečí tzv. zónu bez komárov na pozemku škôlky.



Obrázok č. 3 Areál materskej školy

Počet potrebných pasci na komáre pre areál škôlky je: .....6 ks.....

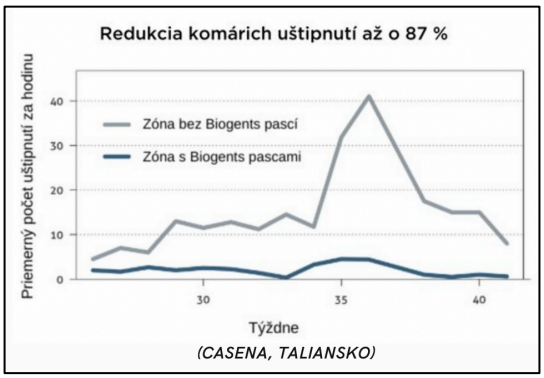
4.) Uveď pozitíva a negatíva zóny bez komárov.

(+) environmentálne šetrné, vysoko účinné, jednoduché na manipuláciu, trvalé a udržateľné riešenie, dostupné, bezpečné

(-) vyžaduje výmenu CO_2 plynu a prístup elektriny

5.) Porovnaj výsledky svojho experimentu s výsledkami výrobcu (Biogents AG) pascí na komáre (obr. č. 4)

Žiacke odpovede

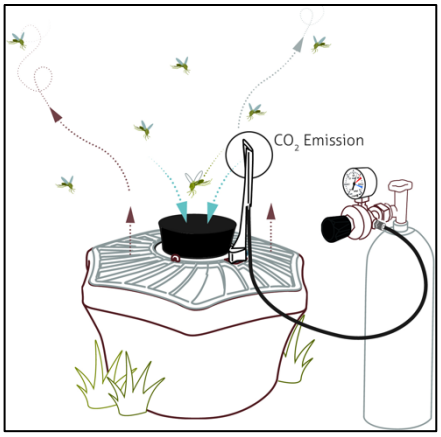


Obrázok č. 4 Výsledky výskumu s cieľom určiť účinnosť CO_2 na komáre

PRACOVNÝ LIST PRE UČITEĽA

Prietok CO_2 plynu

Príprava: Wu a kol. (2020) uskutočnili výskum zameraný na prietok oxidu uhličitého (CO_2) v pasci na komáre BG-Mosquitaire (obr. č. 1). Ak by bolo množstvo pretečeného plynu počas odchytu komárov nízke, pasca by bola neúčinná, naopak, ak by bolo príliš vysoké, zvyšovali by sa finančné náklady na prevádzku pasce. V tejto štúdii sa porovnávalo šesť prietokov CO_2 (0,00 l/min, 0,075 l/min, 0,15 l/min, 0,30 l/min, 0,60 l/min a 1,20 l/min) použitých s pascami BG z hľadiska ich vplyvu na odchyt komárov *Aedes albopictus*, v provincii Zhejiang (Wu a kol., 2020).



Obrázok č. 1 Pasca na komáre BG- Mosquitaire CO_2

Problém: Ako súvisí prietok CO_2 plynu cez pascu na komáre s ich odchytom?

Predpoklad: Žiacke odpovede.

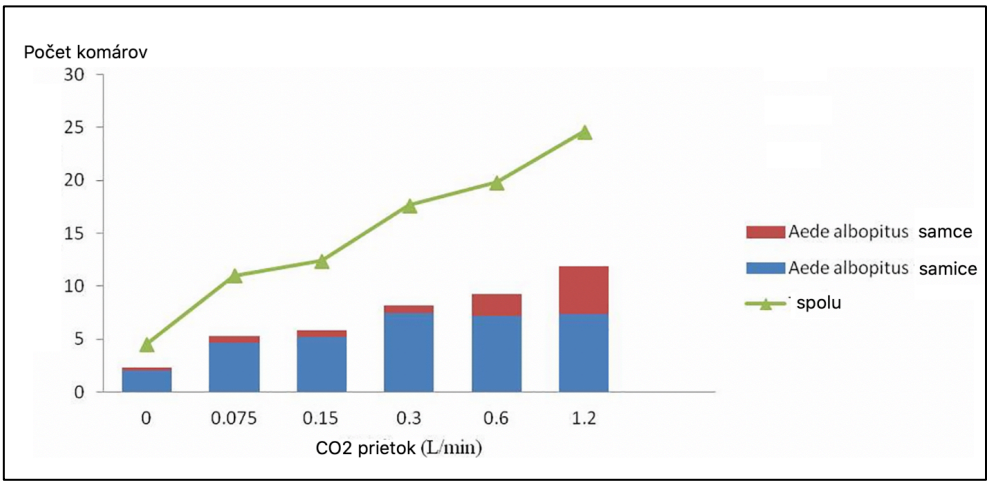
Dĺžka trvania: 1 vyučovacia hodina

Organizácia triedy: individuálna práca

Pomôcky: pero

Postup:

1.) Pozorne si pozri graf č. 1, pričom sa zameraj na pohlavie komárov a počet odchytení pri jednotlivých prietokoch plynu .



Graf č. 1 Výsledky štúdie Wu a kol. (2020)

2.) Odpovedaj na otázky v zhrnutí.

Zhrnutie:

1.) Uveď, pri akom prietoku plynu zachytila pasca na komáre najviac komárov? Vysvetli tebou uvedený údaj.

Najviac komárov pasca zachytila pri prietoku 1,2 l/min.

2.) Na základe tebou realizovaného pozorovania zhodnoť ideálny prietok CO_2 plynu v pasci BG, aby sme dosiahli čo najmenšie riziko uštipnutí komármi. Pri odpovedi sa zamysli nad pohlavím komárov. Pomôž si prípravou a grafom č. 1.

Ideálny prietok je 0,3 l/min nakoľko nie je rozdiel v odchyte samíc, ktoré sú pre nás kľúčové, v prietokoch 0,3 l/min, 0,6 l/min a 1,2 l/min.

3.) Je možné tebou zistené informácie použiť na všetky druhy komárov a všety typy pascí na komáre? Ak nie, vysvetli prečo.

Nie, uvedené informácie platia len pre druh *Ae. albopitus* a pascu BG- Mosquitaire.

4.) Diskutuj so spolužiakmi a vyučujúcim, ako by sme mohli stanoviť 1 nastavenie prietoku plynu pre viacero pascí na komáre a viacero druhov komárov.

Pre každú pascu a druh komáre je potrebné stanoviť špecifické hodnoty, následne priemerom môžeme určiť priemerné nastavenie pascí pre viacero druhov.

PRACOVNÝ LIST PRE UČITEĽA

Význam komárov a biologická kontrola komárov

Príprava: Všetky štádia komárov sú v prírode dôležitou súčasťou potravových reťazcov. BENELLI, JEFFRIES a WALKER (2016) vysvetľujú, že predátormi lariev a kukiel komárov sú mnohé vodné organizmy – ryby, obojživelníky, kôrovce, rôzne vodné chrobáky, a pod. Imága sú konzumované najmä pavúkmi, obojživelníkmi, plazmi, vtákmi a netopiermi. RAGHAVENDRA, SHARMA & DASH (2008) hovoria, že takmer všetky druhy dospelých žiab sú mäsožravce a konzumujú bezstavovce, ako sú ulitníky alebo článkonožce, vrátane komárov. Odhaduje sa, že približne 50 žiab môže udržať ryžové pole bez škodlivého hmyzu. Hmyzožravé druhy vtákov skonzumujú denne približne toľko gramov potravy, čo sami vážia. Ako príklad uvádzame lastovičku (18 g) a belorítku (14 g). V čase hniezdenia môže byť hmotnosť uloveného hmyzu vyššia. Termín kontrola sa používa na vyjadrenie „boja proti komárom“ respektíve ich zneškodňovania a znižovania ich početnosti.

Dĺžka trvania: 1 vyučovacia hodina

Organizácia triedy: individuálna práca

Problém: Realizuj biologickú kontrolu komárov na území tvojej školy.

Pomôcky: búdky pre vtákov a netopierov

Postup:

1.) Vytvor si mapu školského pozemku, kde spolu s vyučujúcim určíš vhodné miesto na umiestnenie búdok pre vtáky a netopiere.
2.) Umiestni spolu so školníkom a tvojím vyučujúcim búdky.
3.) V priebehu roka kontrolu obsadenosť búdok.
4.) Odpovedaj na otázky v zhrnutí.

Zhrnutie:

1.) Na základe tebou realizovanej aktivity definuj pojem biologická kontrola komárov. Pomôž si prípravou v úvode pracovného listu.
Zneškodňovanie komárov pomocou živých organizmov napr. vtáky alebo netopiere.
2.) Uveď aspoň tri významy komárov v prírode. Pomôž si prípravou.
Potrava pre vtáky, netopiere a iný hmyz.

PRACOVNÝ LIST PRE UČITEĽA

Vplyv nášho stravovania na atraktivitu pre komáre

Príprava: Malária a konzumácia alkoholu predstavujú závažné problémy v oblasti verejného zdravia. Spotreba alkoholu stúpa a v súvislosti s rozšíreným úsilím o zvládnutie malárie a iných ochorení, ktoré prenášajú komáre sa pochopenie súvislostí medzi uštipnutiami komárov a konzumáciou alkoholu stáva kľúčovým (Lefèvre a kol., 2010). Význam slova atraktivita – príťažlivosť, pútavosť, lákavosť, zaujímavosť.

Problém: Ako súvisí konzumácia alkoholu (piva) na atraktívnosť ľudí pre komáre?

Predpoklad: Žiacke odpovede.

Pomôcky: pero

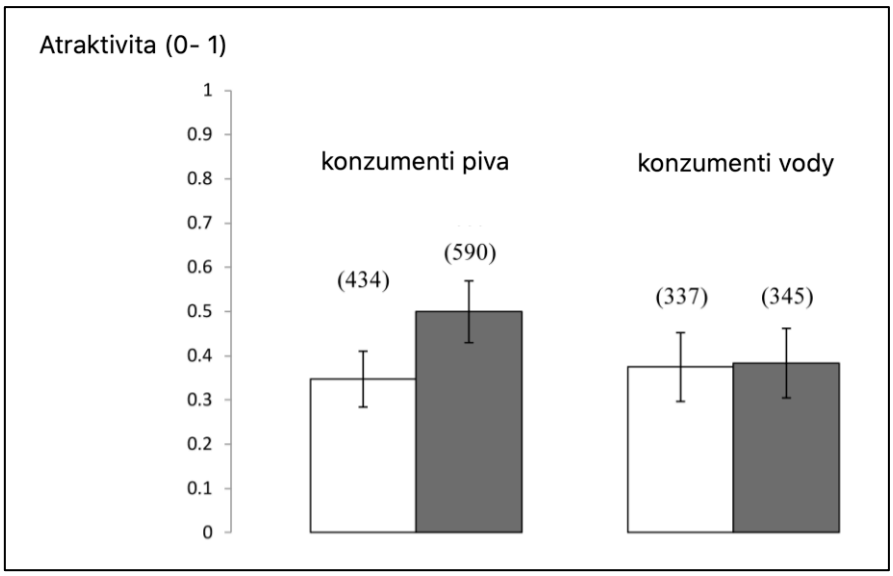
Dĺžka trvania: 1 vyučovacia hodina

Organizácia triedy: individuálna práca

Postup:

1.) Pozri si graf č. 1.

2.) Odpovedaj na otázky v zhrnutí.



Graf č. 1 Vplyv konzumácie piva na atraktívnosť ľudí pre komáre (Anopheles Gambiae), biely stĺpec reprezentuje počet komárov ochutených pred konzumáciu vody alebo piva a šedý stĺpec reprezentuje počet komárov ochutených po konzumácii vody alebo piva (Lefèvre a kol., 2010)

Zhrnutie:

1.) Na základe vlastného pozorovania konštatuj, ako vplýva konzumácia piva na atraktívnosť človeka pre komáre?

Ľudia po konzumácii piva sú pre komáre atraktívnejšie.

2.) Predstav si dedinu, ktorá je v záplavovom území rieky Morava v Slovenskej republike. Je jún, pred týždňom sa vyliala rieka a celý mesiac je 28 stupňov. Táto dedina sa rozhodla usporiadať pivný festival. Čo by si im odporučil dospelým ľudom, ktorý sa zúčastnia tohto festivalu? Diskutuj so spolužiakmi a vyučujúcim.

Žiacke odpovede.

PRACOVNÝ LIST PRE UČITEĽA

Vplyv krvnej skupina a pachu človeka na atraktívnosť komárov

Príprava: Komáre patria medzi často skúmané organizmy z dôvodu, že zapríčiňujú šírenia rôznych ochorení a tým predstavujú riziko pre ľudské zdravie. V súvislosti s komármi boli uskutočnené výskumné práce, ktoré sa venovali tomu, ako môže súvisieť pach človeka alebo jeho krvná skupina s tým, ako veľmi bude priťahovať komáre (Khan a kol., 2021).

Problém: Ako vplýva krvná skupina a pach človeka na príťažlivosť komárov?

Predpoklad: Žiacke odpovede.

Dĺžka trvania: 1 vyučovacia hodina

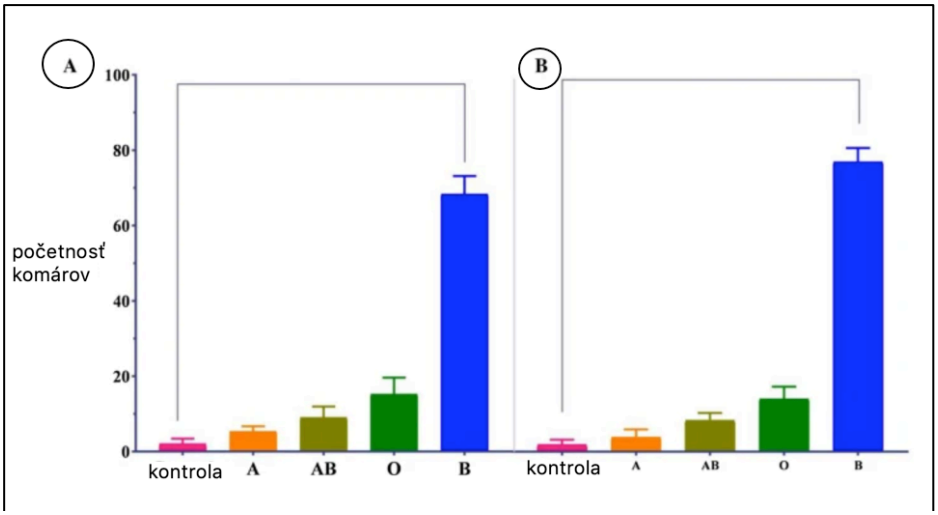
Organizácia triedy: individuálna práca

Pomôcky: pero

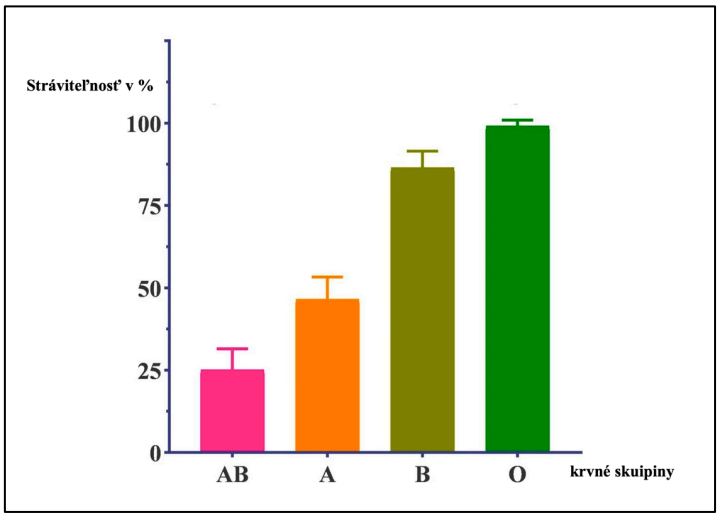
Postup:

1.) Pozri si nasledujúce grafy č. 1 a č. 2.

2.) Odpovedaj na otázky v zhrnutí.



Graf č. 1 Graf s označením (A) znázorňuje závislosť jednotlivých krvných skupín človeka (A, B, AB a 0) na príťažlivosť samíc komárov (Anopheles stephensi); graf s označením (B) znázorňuje závislosť pachu človeka, ktorý bol odobraný na vatový tampón z podpazušia, na príťažlivosť samíc komárov(Anopheles stephensi) (Khan a kol., 2021)



Graf č. 2 Vzťah stráviteľnosti jednotlivých typov krvných skupín pre samice komára (Anopheles stephensi) (Khan a kol., 2021)

Zhrnutie:

1.) Na základe vlastného pozorovania uveď, ktorá krvná skupina je najrizikovejšiea z hľadiska uštipnutí komármi druhu (*Anopheles stephensi*). Argumentuj prečo.
Najviac riziková je krvná skupina B a 0, pretože v grafe č. 1 dosahovali najväčšiu príťažlivosť pre samice komárov. Pomôž si grafom č. 1.

2.) Prečo samice komárov (*Anopheles stephensi*) majú vyberavý jedálny lístok? Argumentuj, pomôž si grafom č. 2.
Preferujú krvné skupiny B a 0 pretože sú pre samice komárov najľahšie stráviteľné.

3.) Uveď svoju krvnú skupinu a zhodnoť, aké riziko pre teba predstavujú komáre z hľadiska atraktívnosti tvojho pachu a tvojej krvnej skupiny. Pomôž si zisteniami z grafov č. 1 a 2. Uveď aj vlastnú skúsenosť s obťažnosťou komárov.
Moja krvná skupina je 0, čo znamená, že som atraktívny pre komáre. Čomu nasvedčuje aj moja vlastná skúsenosť.

PRACOVNÝ LIST PRE UČITEĽA

Prevencia proti komárom

Príprava: Komáre sú prirodzene sa vyskytujúce organizmy po celom svete. Ich početnosť závisí od mnohých faktorov. V niektorých prípadoch sú ľudské obydlia v blízkosti území s častým výskytom záplav alebo sa nachádzajú v blízkosti močiarov. Takéto oblasti poskytujú vhodné podmienky pre rýchly vývinový cyklus komárov, čo spôsobuje ich nadmerný výskyt v týchto oblastiach. Častokrát sú spomínané oblasti chránené alebo je z dôvodu zlej dostupnosti nemožné efektívne bojovať proti komárom akoukoľvek metódou určenou na „boj“ proti komárom.

Problém: Aké opatrenia ti pomôžu chrániť sa pred komármi, ich uštipnutím a ochoreniami, ktoré prenášajú?

Dĺžka trvania: 1 vyučovacia hodina

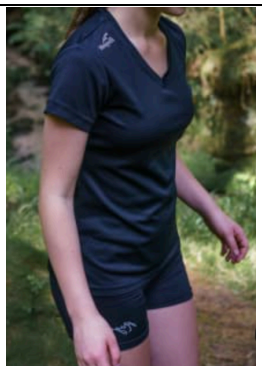
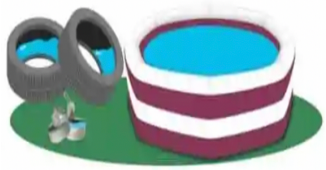
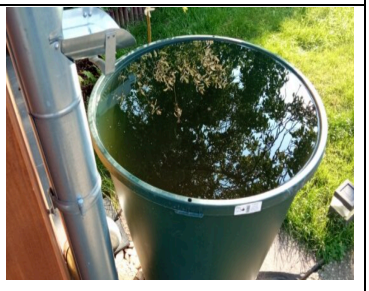
Organizácia triedy: individuálna práca

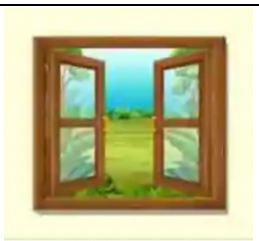
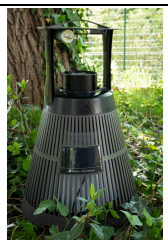
Pomôcky: pero

Postup:

1.) Pri nasledujúcich obrázkoch zakrúžkuj šťastného emotikona (☺), ak ti dané opatrenie pomôže v ochrane pred komármi alebo zakrúžkuj nešťastného emotikona (☹), ak ti dané opatrenie nepomôže v ochrane pred komármi.

2.) Pod jednotlivé obrázky uveď argument, na základe ktorého si zvolil príslušného emotikona.

Oblečiem si dlhé oblečenie v čase kedy lietajú komáre	Oblečiem si krátke oblečenie v čase kedy lietajú komáre	Zneškodním nádoby, v ktorých sa zachytáva voda	Dažďovú nádobu zachytávam do otvorenej nádrže
			
☺ / ☹	☺ / ☹	☺ / ☹	☺ / ☹
...Žiacke odpovede.....	.....	.....	.....

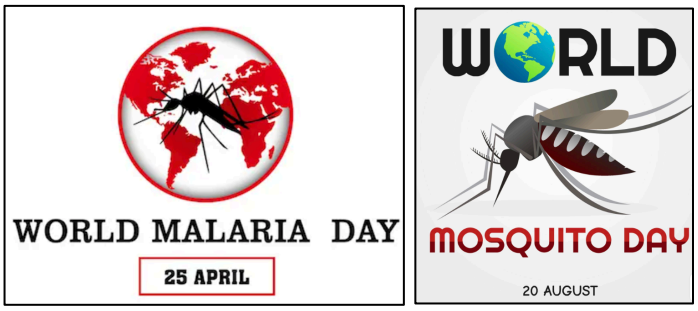
V prípade potreby používam repelenty, ktoré sú určené proti komárom	Dažďovú nádobu zachytávam do nádrže s poklopom alebo sieťou	Nechávam otvorené okna, v čase kedy lietajú komáre	Používam sieťky proti hmyzu na okná a dvere
			
☺ / ☹	☺ / ☹	☺ / ☹	☺ / ☹ .....
Čistím odkvapy v okolí domu, aby sa v nich nezadržiavala voda	V blízkosti oddychových zón komárov umiestnim CO_2 pasce BG-Protector na komáre	Udržiavam záhradu a pozemok upravený, aby som nevytváral oddychové zón pre dospelé komáre	Umiestnim CO_2 pascu BG- Protector proti komárom v okolí terasy, na balkón alebo na školský pozemok, aby som vytvoril zónu bez komárov
			
☺ / ☹	☺ / ☹	☺ / ☹	☺ / ☹ .....
Upozorním dospelé osoby, aby znížili príjem piva vkde lietajú komáre	Terasu zabezpečím exterierovou moskytierou	Ak je to možné použijem moskytieru na ochranu pred komármi	V lete sa sprchujem častejšie, aby som znížil vlastný pach

			
☺ / ☹	☺ / ☹	☺ / ☹	☺ / ☹ .....

PRACOVNÝ LIST PRE UČITEĽA

Komárie dní (projekt proti komárom)

Príprava: Svetový deň malárie (WORLD MALARIA DAY) je medzinárodným sviatkom, ktorý sa každoročne pripomína 25. apríla a je uznaním globálneho úsilia o kontrolu malárie (obr. č. 1). Celosvetovo je maláriou ohrozených 3,3 miliardy ľudí v 106 krajinách. V Slovenskej republike bola malária potlačená v 60. rokoch 20. storočia. Za posledných päť rokov sa na Slovensku zaznamenalo 17 prípadov ochorenia malárie. Posledný bol v septembri 2021. Išlo o importované nákazy, čo znamená, že ľudia sa nakazili pri cestovaní do malarických oblasti a ochorenie sa im prejavilo po návrate domov na Slovensko. Pôvodcami sú parazitické prvoky rodu *Plasmodium* a prenášačmi komáre rodu *Anopheles*, z ktorých 18 druhov sa vyskytuje v Európe a z nich 6 aj na Slovensku (SAV, 2021). Svetový deň komárov (WORLD MOSQUITO DAY), ktorý sa každoročne oslavuje 20. augusta, je spomienkou na objav britského lekára Sira Ronalda Rossa v roku 1897, že samice komárov anofelínových prenášajú maláriu medzi ľuďmi.



Obrázok č. 1 WORLD MALARIA DAY vľavo (https://currentaffairs.adda247.com/25-april-world-malaria-day-2022/); WORLD MOSQUITO DAY (https://www.vecteezy.com/vector-art/5347932-world-mosquito-day-vector-illustration)

Problém: Zabezpeč svoju domácnosť (záhradu, balkón, terasu a pod.) proti komárom a zapoj do toho svoju rodinu

Dĺžka trvania: 1 vyučovacia hodina

Organizácia triedy: individuálna práca

Pomôcky: pero, mobilný telefón s fotoaparátom, k tomuto projektu si zvoľ pomôcky, aké potrebuješ na základe vlastného uváženia

Postup:

1.) Ako spomienku na WORLD MALARIA DAY vypracuj svoj projekt proti komárom.
2.) Premysli si, ako by zabezpečil vašu domácnosť proti komárom.

3.) Zmapuj potenciálne liahniská a miesta, kde sa môžu nachádzať a vyvíjať komáre.
4.) Oslov svoju rodinu a spoločne urobte opatrenia, vďaka ktorým znížite riziko uštipnutia komármi u vás doma a zároveň znížite riziko prenosu ochorení z komárov.
5.) Všetko fotograficky dokumentuj na mobilný telefón, zaznamenaj si stav pred zavedením opatrenia a po. Ak niektoré z opatrení už máte, zaznamenaj ho.
6.) Priprav prezentáciu v programe power point a prezentuj zlepšenia, ktoré si u vás uskutočnil s cieľom ochrany pred komármi. Pomôž si predchádzajúcim pracovným listom a vedomosťami, ktoré si sa naučil pri vypracovaní tejto publikácie.

PRACOVNÝ LIST PRE UČITEĽA

Životný cyklus maláriovca tropického

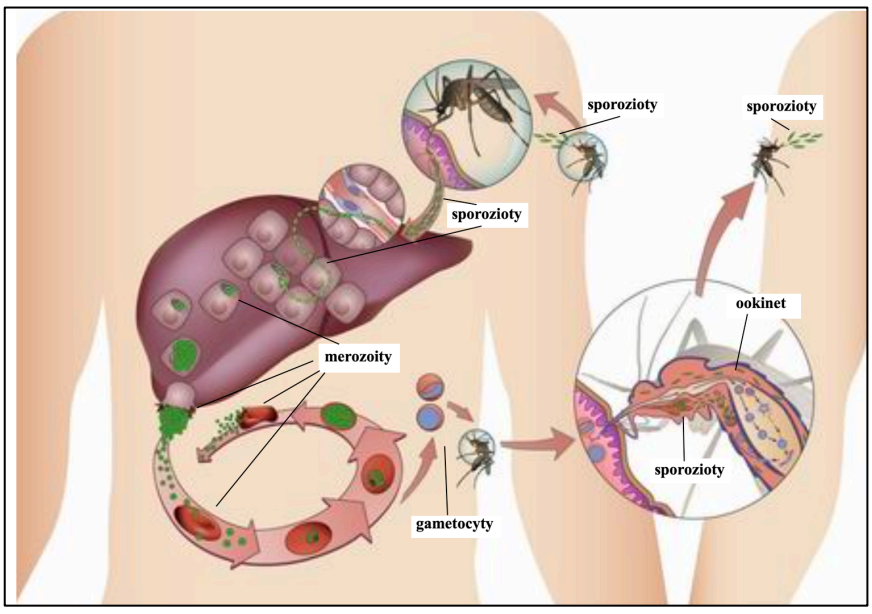
Dĺžka trvania: 2 vyučovacie hodiny

Organizácia triedy: individuálna práca/ skupinová práca

Príprava: Krvinovky (*Hematozoea*) je tireda parazitických prvokov, sú typické parazity erytrocytov (červených krviniek). Patrí k nim pôvodca ľudskej malárie (*Plasmodium falciparum*). Toto ochorenie prenáša komár rodu *Anopheles*, ktorý žije aj na Slovensku.

Životný cyklus maláriovca tropiského (*Plasmodium falciparum*):

Pri cicaní komár vypúšťa do krvi človeka **sporozoity**, tie migrujú do buniek pečene človeka, kde sa delia a menia na **merozoity**. Napadnuté bunky pečene praskajú a merozoity prenikajú do červených krviniek (erytrocytov), kde sa živia hemoglobínom a rozmnožujú. Erytrocyty praskajú merozoity sa uvoľňujú a niektoré sa premieňajú na **gametocyty** (mikro a makro gaméty), tých sa nacicia ďalší komár. Mikro a makro gaméty v tráviacom ústrojenstve komára splynú a vytvoria **ookinet** (pohyblivú zygotu), ktorá prechádza cez črevo komára do jeho slinných žliaz a produkuje **sporozoity**, ktoré pri cicaní krvi putujú do ľudského organizmu a cyklus sa opakuje (obr. č. 1) (Peterková, 2015).



Obrázok č. 1 Životný cyklus krvinoviek

Malária zostáva jednou z najzávažnejších príčin ľudskej úmrtnosti. Tento epidemiologický „úspech“ parazita je prinajmenšom čiastočne spôsobený jeho veľmi vysokou intenzitou prenosu, ktorá vedie v priemere k niekoľkým stovkám infekcií ročne u ľudí žijúcich

v oblastiach s najintenzívnejším prenosom. Nedávno sa myšlienky posunuli od epidemiologického opisu týchto interakcií k evolučnej myšlienke, že parazit môže manipulovať správanie komára s cieľom zvýšiť svoj prenos.

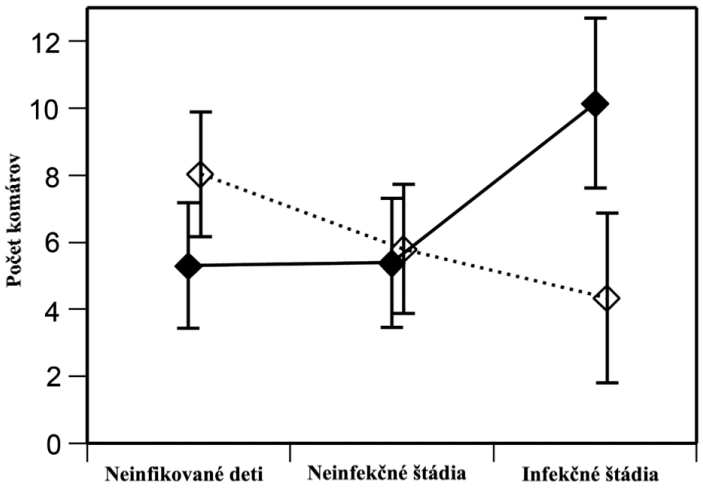
Problém č. 1: Manipulujú maláriaovce s komármi?

Pomôcky: pero

Postup:

1.) Pozri si graf na obrázku č. 1. Lacroix a kol. (2005) skúmali túto otázku z tvojho problému na deťoch v západnej Keni, na druhu komára *Anopheles gambiae*. V každej skupine bolo jedno dieťa neinfikované, jedno bolo prirodzene infikované asexuálnym (neinfekčným) štádiom *Plasmodium falciparum* a jedno malo gametocyty parazita (štádium prenosné na komáre) (obr. č. 1, 2).

2.) Odpovedaj na otázky v zhrnutí.



Obrázok č. 2 Atraktivita chorých detí na maláriu a zdravých deti, pre komáre. Plné kosoštvorce znázorňujú údaje detí pred liečbou; otvorené kosoštvorce označujú deti po liečbe. Neinfikované deti a neinfekčné štádia- v týchto skupinách sa choroba (malária) neprejavila, infekčné deti- prejavila sa choroba (malária).

Zhrnutie:

1.) Na základe vlastného pozorovania určí, ktorá skupina detí bola najatraktívnejšia pre komáre. Deti zo skupiny infekčné štádia pred liečbou.

2.) Pozoroval si zmenu atraktívnosti niektorej skupiny detí pred a po liečbe antimalárikami (lieky na liečbu ochorenia malária)? Áno, deti zo skupiny infekčné štádia prejavujú nižšiu atraktivitu pre komáre po liečbe.

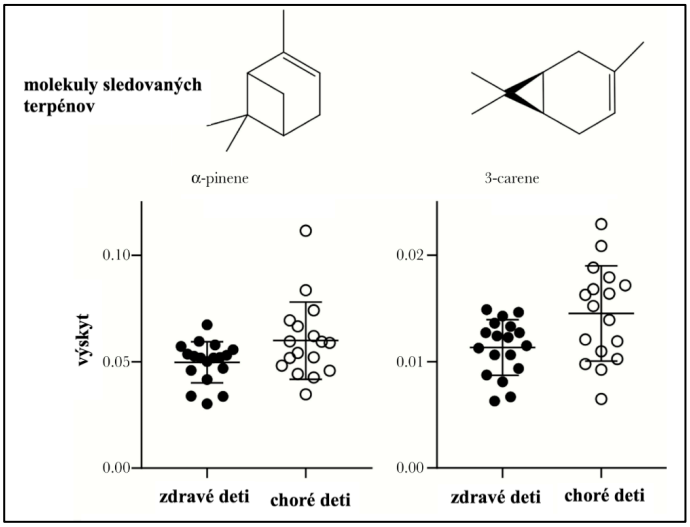
Problém č. 2: Akým spôsobom manipulujú maláriovce s komármi?

Predpoklad: Žiacke odpovede

Pomôcky: pero

Postup:

1.) Schaber a kol. (2018) sledovali prítomnosť terpénov (skupina látok, ktorá zahŕňa mnohé uhľovodíky), ktoré lákajú komáre, v dychu chorých (nakazených maláriou) a zdravých detí. Pozri si graf na obrázku č. 1 a odpovedz na otázky v zhrnutí.



Obrázok č. 1 Porovnanie výskytu sledovaných terpénov v dychu zdravých a chorých detí.

Zhrnutie:

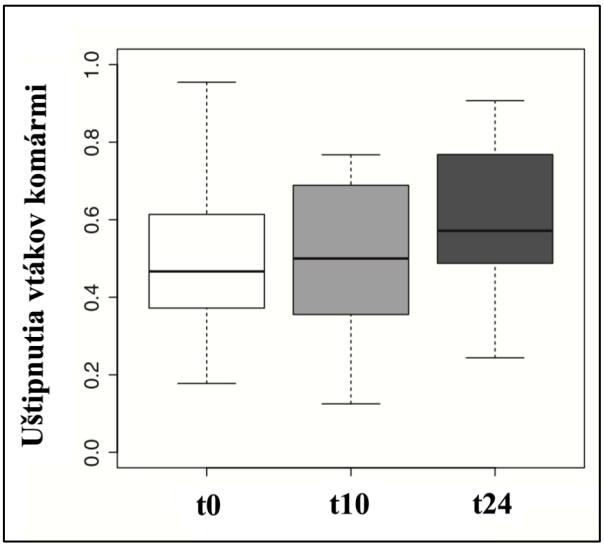
1.) Vyvoď záver o tom, ako ovplyvňuje maláriovec správanie komárov a agrumentuj aké výhody z toho má. Komáre priťahujú nakazení ľudia, maláriovec ovplyvňuje zloženie ich dychu, čím manipuluje správanie komárov tak, že títo ľudia sú pre komáre atraktívnejší. Maláriovec si tým zabezpečí prenos na ďalšie človeka a v podstate rozmnožovanie, preto potrebuje s komármi manipulovať.

Problém č. 3: Je manipulácia komárov maláriovcami zameraná len na človeka?

Pomôcky: pero

Postup:

1.) Cornet a kol. (2013) sa zaoberali vtáčím parazitom malárie *Plasmodium relictum* a jeho prirodzeným vektorom, komárom *Culex pipiens.* Výskyt bol ochorenia bol pozorovaný aj na Slovensku. Pozri si graf na obrázku č. 1 a odpovedz na otázky v zhrnutí.



Obrázok č. 1 Vplyv infekcie Plasmodium relictum na atraktivitu vtákov. Spôsob infekcie: pred infekciou (t0), akútna infekcia (t10) a chronická infekcia (t24).

Zhrnutie:

1.) Zhodnoť, či *Plasmodium relictum* ovplyvňuje správanie komárov a množstvo uštipnutí vtákov, argumentuj. Áno, pretože aj v akútnom aj chronickom štádiu sa zvýšil počet uštipnutí vtákov.

2.) Zamysli sa nad tým, akým spôsobom by mohlo *Plasmodium relictum* ovplyvňuje správanie komárov. Navrhni tému budúcej štúdie pre vedcov. Pomôž si zisteniami z problému č. 2. Žiacke odpovede.

3.) Je manipulácia komárov maláriovcami zameraná len na človeka? Nie, napr. aj na vtáky.

Problém č. 4: Čo je to vektor a ako súvisí s maláriou?

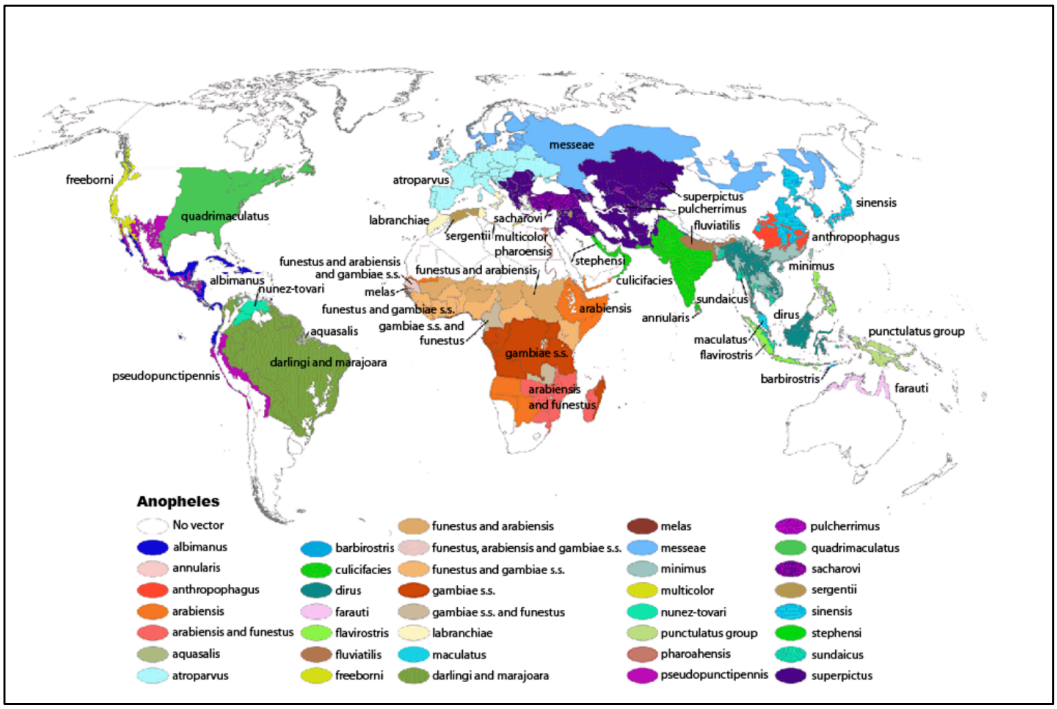
Predpoklad: Žiacke odpovede

Pomôcky: pero

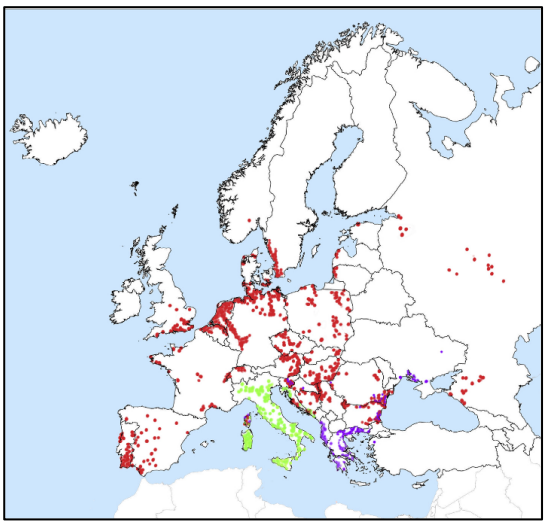
Postup:

1.) Pozri si obrázok č. 1 a obrázok č. 2. Zameraj sa na výskyt vektorov malárie.

2.) Odpovedaj na otázky v zhrnutí.



Obrázok č. 1 Približný výskyt vektorov malárie vo svete, rôznych druhov komárov rodu Anopheles (Odolini, 2012)



Obrázok č. 2 Výskyt vektorov malárie v európskych krajinách, červenou farbou sú vyznačené Anopheles atroparvus, zelená farba vyznačuje Anopheles labranchiae a fialová farba Anopheles sacharovi (Piperaki, 2016)

Zhrnutie:

1.) Na základe vlastného pozorovania uveď definíciu pojmu vektor v biológii. Uveď aspoň dva druhy vektorov malárie na Slovensku. Slovo vektor znamená v biológii prenášač pôvodcov infekcií z organizmu na iný organizmus, v užšom zmysle je to medzihostiteľ aktívne prenášajúci vývojové štádiá napríklad krvinoviek. Napr. *Anopheles labranchiae* a *Anopheles atroparvus.*

2.) Na základe vlastného pozorovania zhodnoť riziko výskytu malárie v Európe a na Slovensku. Výskyt malárie na Slovensku je možný, nakoľko na Slovensku žijú minimálne 3 druhy vektorov malárie.

Problém č. 5: Čo je to autochtónna malária?

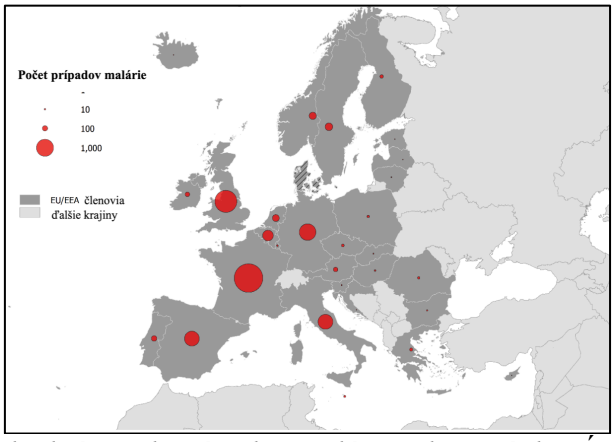
Pomôcky: pero

Príprava: V médiach na Slovensku sa objavil článok, v ktorom bolo uvedené: „Naše klimatické podmienky sú priaznivé pre vývoj plazmódií v komároch, čo sú pôvodcovia malárie.V minulosti bola podľa štatistík malária na našom území bežná. V minulom storočí v rokoch záplav ochorelo na ňu aj vyše 10 000 ľudí. **Autochtónna** malária, ako povedal Vostal, bola u nás zlikvidovaná v rokoch 1953 - 1954. Odvtedy sa každoročne objavuje niekoľko zavlečených **alochtóonych** prípadov z cudziny spôsobený cestovaním. Je nebezpečenstvo, že práve od takýchto chorých, alebo parazitonosičov sa nakazia komáre rodu *Anofeles*, ktoré môžu preniesť nákazu na miestne obyvateľstvo. Takéto nebezpečie, upozornil pán Vostal, hrozí najmä v rekreačných oblastiach (SME, n.d.).

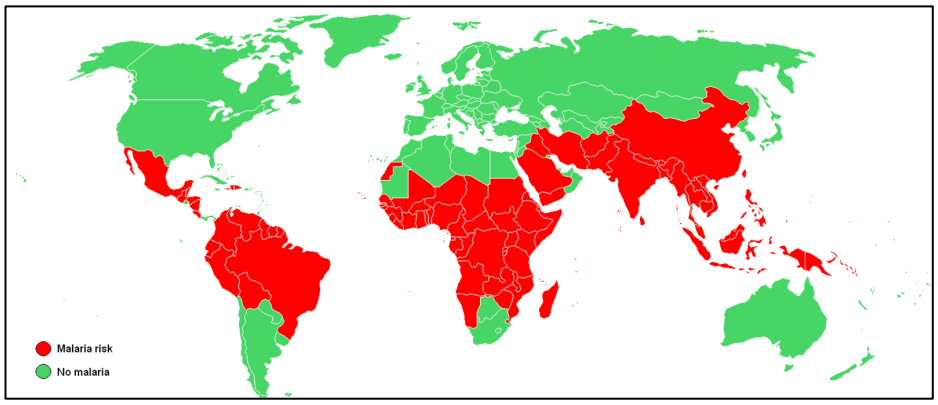
Postup:

1.) Pozri si obrázok č. 1.

2.) Odpovedaj na otázky v zhrnutí.



Obrázok č. 1 Výskyt alochtónnych prípadov malárie v krajinách EÚ (European Centre for Disease Prevention and Control, 2019)



Obrázok č. 2 Výskyt autochtónnej malárie vo svete (European Centre for Disease Prevention and Control, 2019)

Zhrnutie:

1.) Na základe vlastného pozorovania uveď výskyt voľne šíriacej sa malárie v EÚ. Pomôž si obrázkom č. 2. V EÚ sa malárie voľne nešíri.
2.) Na základe vlastného pozorovania vysvetli pojem autochtónna a alochtónna malária. Pomôž si prípravou a porovnaním obrázkov č. 1 a 2. Autochtónny je výskyt malárie v krajinách, kde sa voľne šíri, tzv. domáci výskyt. Autochtónny znamená domáci alebo pôvodný. Alochtónny je výskyt tam, kde sa voľne nešíri napr. v EÚ, tzv. zavlečený, prenesený výskyt.
3.) Vyskytujú sa prípady nákazy malárie aj v EÚ? Ak áno, argumentuj ako sa to mohlo stať. Áno, vyskytujú importované tzv. alochtónne. Ľudia sa nakazia na dovolenke a vrátia sa na Slovensko.

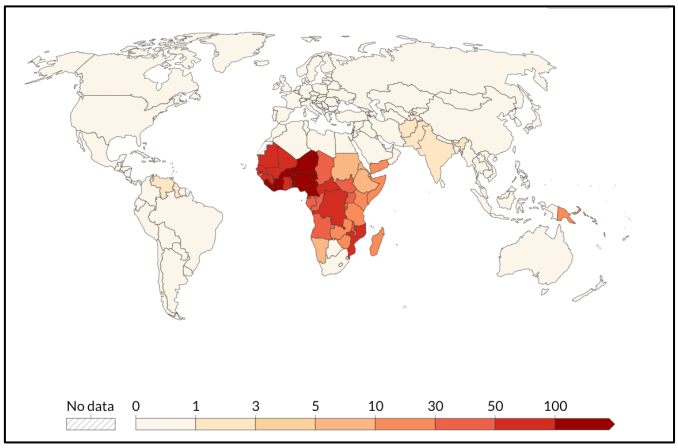
Problém č. 6: Úmrtnosť na maláriu

Pomôcky: pero

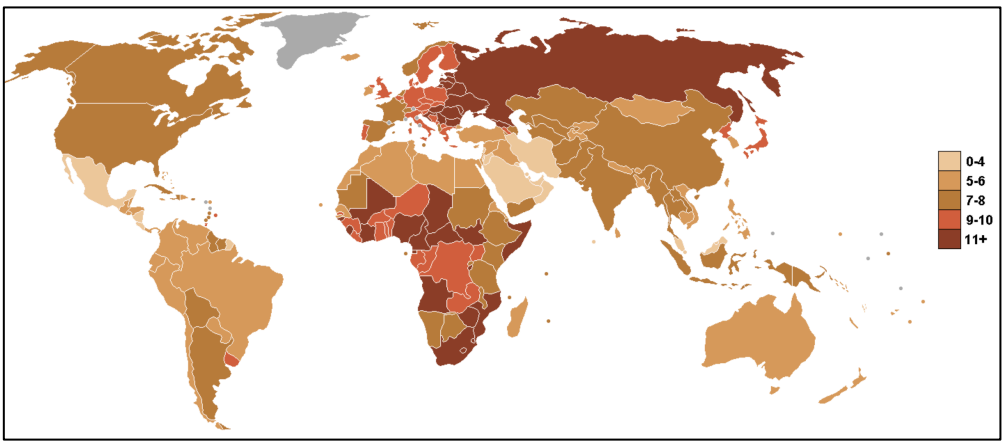
Príprava: Malária je jedna z najzávažnejších infekčných chorôb. Ročne na ňu ochorie približne 300 – 500 miliónov ľudí, pričom až 1 – 3 milióny z nich chorobe podľahne (Iľko a kol., 2022).

Postup:

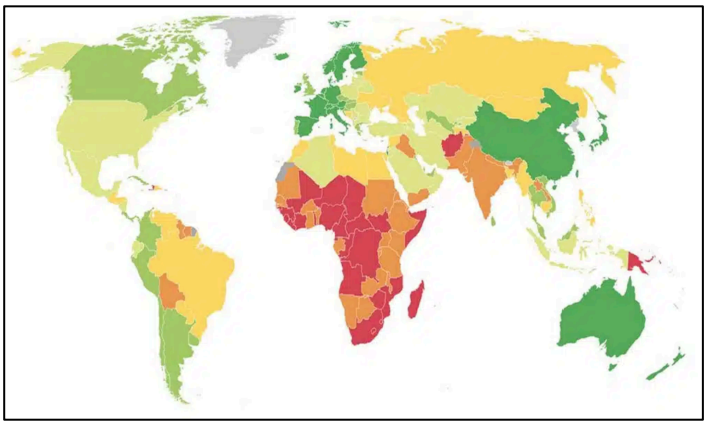
1.) Pozri si obrázky č. 1 a 2.
2.) Odpovedaj na otázky v zhrnutí.



Obrázok č. 1 Úmrtnosť ľudí na maláriu vo svete (https://ourworldindata.org/malaria)



Obrázok č. 2 Celková úmrtnosť ľudí vo svete vyjadrená v tisícoch (https://en.wikipedia.org/wiki/Mortality_rate)



Obrázok č. 3 Kvalita zdravotníckeho systému vo svete (zelená- vysoko kvalitný, červená- nekvalitný) (https://www.atlasandboots.com/remote-work/countries-with-the-best-healthcare-in-the-world/)

Zhrnutie:

1.) Porovnaj svetovú celkovú úmrtnosť s úmrtnosťou na maláriu. V čom sa podobajú a v čom odlišujú? Úmrtnosť na maláriu je vysoká v Afrike, zároveň je tam vysoká aj celková úmrtnosť.

2.) Zameraj sa na kvalitu zdravotníckeho systému vo svete a vyvoď záver o úmrtnosti ľudí na maláriu. Čím je horší zdravotnícky systém v krajine, tým je vyššia úmrtnosť na maláriu.

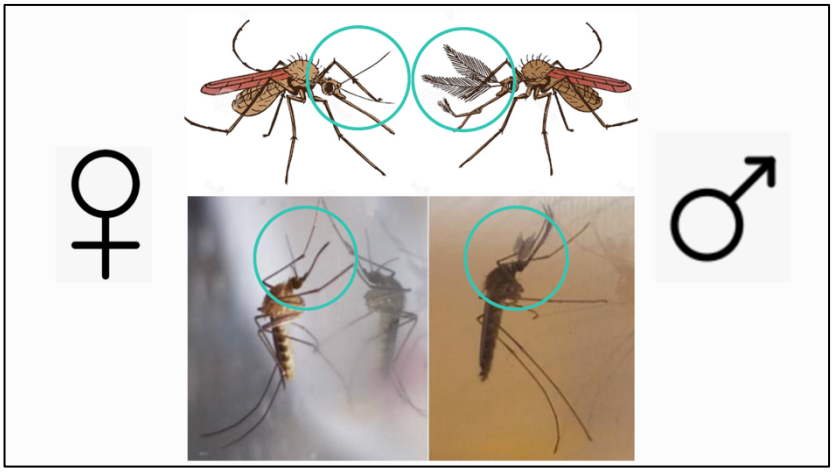
3.) Vyvoď záver o úmrtnosti ľudí na maláriu v Rusku, Číne a Afrike, svoj záver porovnaj s celkovou úmrtnosťou ľudí v krajine a kvalitou zdravotníckeho systému. Argumentuj, pomôž si výsledkami problému číslo 5. V Rusku je vysoká úmrtnosť ľudí, na druhej strane nízky výskyt úmrtnosti na maláriu a horší zdravotnícky systém, čo v podstate nesedí. Dôvod je vo výskyte komárov a klimatických podmienkach. Naopak v Číne sa malária vyskytuje, zdravotnícky systém je dobrý a úmrtnosť na maláriu je nízka. V Afrike je zlý zdravotný systém, vysoká úmrtnosť na maláriu aj celková a vysoký výskyt malárie.

Pracovné listy pre žiakov

PRACOVNÝ LIST PRE ŽIAKA

Pohlavie komárov

Príprava: BECKER a kol. (2010) potvrdzujú, že samce väčšiny druhov komárov sa jasne odlišujú od samíc dlhými a chlpmi pokrytými čeľustnými hmatadlami (obr. č. 1). Uvádzajú, že primárny segment dvojčlánkových tykadiel (*antenae*) samcov je vybavený hustou sieťou bičíkov, ktoré sa u samíc nevyskytujú. SAARI, NÄREAHO, NIKANDER (2019) objasňujú význam prítomnosti bičíkov na tykadlách samcov. Samica vydáva svojimi krídlami kvílivý zvuk, ktorý rozvibruje bičíky tykadiel samcov. Signál vibrujúcich bičíkov je prenášaný do Johnstonovho sluchového orgánu uloženého v druhom článku tykadiel samcov a umožňuje samcom lokalizovať samicu. KRATOCHVÍL (1973) uvádza, že krvou sa živia len samičky a podľa KRAMÁŘA (1958) hryzadlá a čeľuste samcov nie sú anatomicky prispôsobené na bodanie. Primárnym zdrojom energie pre obe pohlavia je nektár a iné sladké šťavy z kvetov.



Obrázok č. 1 Pohlavie komárov

Problém: Urč pohlavie komárov

Dĺžka trvania: 1 vyučovacia hodina

Organizácia triedy: individuálna práca

Pomôcky: 1 ks CO_2 pasca na komáre s CO_2 fľašou, pinzeta, stereomikroskop (binokulární lupa – "binolupa", preparační mikroskop) alebo lupa, Petriho miska, pero

Postup:

1.) S vyučujúcim zapnite CO_2 pascu na komáre na školskom dvore, umiestni pascu na vhodné miesto (v blízkosti oddychových zón komárov), zabezpečte, aby pasca bola v prevádzke celú noc.

2.) Nasledujúce ráno pascu vyprázdnite a komáre v záchytnej sieťke umiestnite do mrazničky na minimálne 24 hodín.
3.) Pripravený entomologický materiál presuň zo sieťky na Petriho misku.
4.) Pomocou pinzety a prípravy roztrieď komáre na samce a samice. Svoje zistenie zapíš do tabuľky č. 1.

Počet samcov	**Počet samíc**

Tabuľka č. 1 Vypracovanie

5.) Odpovedaj na otázky v zhrnutí.

Zhrnutie:

1. Na základe akého identifikačného znaku si určil pohlavie komárov?

   .....

   .....

2. Aké pohlavie prevažovalo v CO_2 pasci? Argumentuj, pomôž si prípravou.

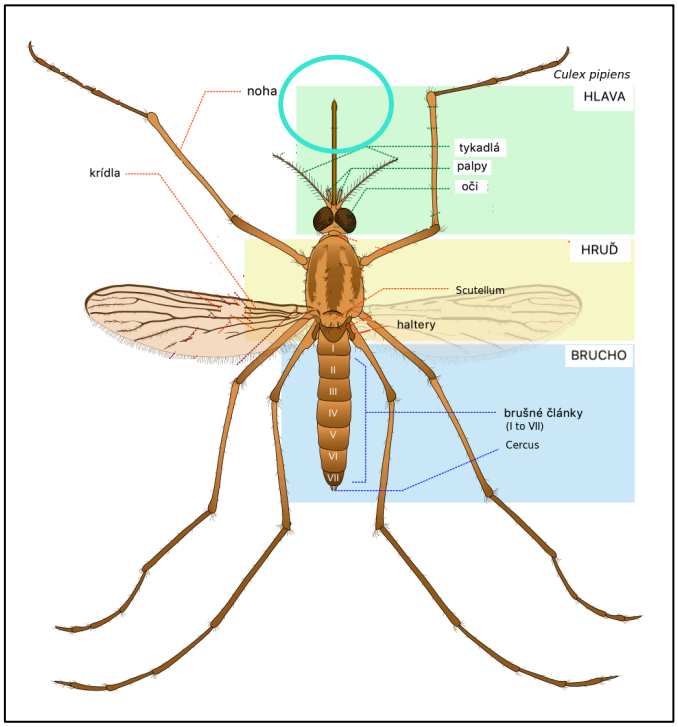
   .....

   .....

PRACOVNÝ LIST PRE ŽIAKA

Anatómi a morfológia komárov (imago- dospelý jedinec)

Príprava: Na tele imága je možné rozlíšiť hlavu (*caput*), hruď (*thorax*) a bruško (*abdomen*). Hlava nesie bodavo – cicavé ústne ústrojenstvo, dominantou hlavy je ciciak (*proboscis*), ďalej sa na hlave nachádzajú tykadlá, oči a ďalšie zmyslové orgány (PETERKOVÁ, 2015). Hruď tvoria tri segmenty – predohruď (*prothorax*), mohutná stredohruď (*mesothorax*) a zadohruď (*metathorax*). Na každom segmente hrude sa nachádza jeden pár končatín. Ku stredohrudi je pripojený jeden pár funkčných krídel. Zadohruď je vybavená druhým párom krídel, ktorý je redukovaný na kyvadielka (*haltery*). *Scutellum* je zadná časť hrude, špecifická pre rody komárov (RUEDA, DEBBOUN, 2020). Brušnú časť tvorí sedem článkov, pričom koncové články sú špecializované na vylučovanie a na reprodukciu (RUEDA, DEBBOUN, 2020). Na siedmom článku bruška sa nachádza análny otvor. Posledné dva články samčekov sú premenené na páriace ústrojenstvo – hypopygium. U samičiek sa k desiatemu článku bruška pripájajú dva prívesky (cercus) (PETERKOVÁ, 2015).



Obrázok č. 1 Anatómia komárov (imago)

Problém: Pozoruj vonkajšiu stavbu tela dospelého komára.

Dĺžka trvania: 1 vyučovacia hodina

Organizácia triedy: individuálna práca, práca v dvojiciach

Pomôcky: 1 ks CO_2 pasca na komáre s CO_2 fľašou, pinzeta, stereomikroskop (binokulární lupa – "binolupa", preparační mikroskop) alebo lupa, Petriho miska, pero, mobilný telefón s fotoaparátom

Postup:

1.) S vyučujúcim zapnite CO_2 pascu na komáre na školskom dvore, umiestni pascu na vhodné miesto (v blízkosti oddychových zón komárov), zabezpečte, aby pasca bola v prevádzke celú noc.
2.) Nasledujúce ráno pascu vyprázdnite a komáre v záchytnej sieťke umiestnite do mrazničky na minimálne 24 hodín.
3.) Pripravený entomologický materiál presuň zo sieťky na Petriho misku.
4.) Použi pinzetu a pod lupou alebo stereo mikroskopom pozoruj stavbu tela komára. Pomôž si obrázkom č. 1.
5.) Vyhotov fotografiu tebou pozorovaného komára, vlož ju do pracovného listu (fotografia č. 1) a popíš stavbu tela komára.

Fotografia č. 1 Vypracovanie

6.) Odpovedaj na otázky v zhrnutí.

Zhrnutie:

1.) Urči pohlavie komára z obrázku č. 1 a zároveň urči pohlavie tebou pozorovaného komára. Pomôž si prípravou a obrázkom č. 1.

.....

.....

2.) Porovnaj svoje pozorovanie s pozorovaním spolužiakov. Diskutuj so spolužiakmi a vyučujúcim o vonkajšej stavbe tela komárov.

.....

.....

3.) Pomocou internetu vyhľadaj názov a funkciu časti tela komára, ktorá je označená v zelenom kruhu na obrázku č. 1.

.....

.....

PRACOVNÝ LIST PRE ŽIAKA

Vývinový cyklus komárov

Príprava: Životný cyklus je v biológii súhrn všetkých fáz vývoja organizmu od oplodneného vajíčka až po štádium dospelosti (t.j. štádium, v ktorom je organizmus schopný reprodukcie). Môže mať mnoho podôb a rôzne stupne zložitosti.

Problém č. 1: Zisti aký vývinový cyklus majú komáre

Dĺžka trvania: Problém č. 1- 1 vyučovacia hodina, Problém č. 2- dlhodobé pozorovania

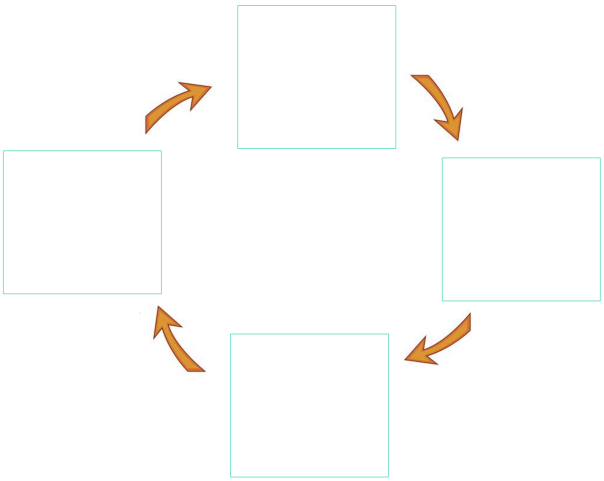
Organizácia triedy: individuálna práca, práca v dvojiciach

Postup:

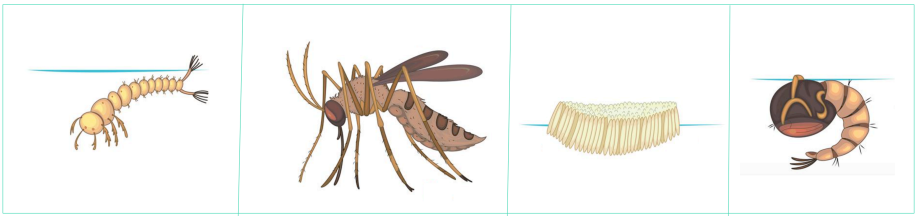
1.) Pozri si video na QR kóde č. 1. Vypni si zvuk na videu, tvojou úlohou je pozorovať vývinový cyklus tak, ako by si to robil v prírode.

QR kód č. 1 Vývinový cyklus komárov

2.) Zaznamenaj postupnosť vývinového cyklu komárov do obrázka č. 1. Pomôž si kartami, ktoré sú na obrázku č. 2 a usporiadaj ich tak, aby tvorili vývinový cyklus komára. Pomôž si video na QR kóde č. 1. Následne k nim pridať názov a opis vývinového štádia komára (opis a názvy nájdeš nižšie v tabuľke č. 1). Pri priradzovaní použi číslice 1- 4, ktorými si označíš jednotlivé názvy s opisom, obrázky a voľné okná v obrázku č. 1.



Obrázok č. 1 Vývinový cyklus komárov



Obrázok č. 2 Usporiadaj do obrázku č. 1

Larva	Larvy prechádzajú cez štyri larválne instary. Prechod z jedného larválneho instaru do ďalšieho je koordinovaný zvyšovaním a znižovaním hladiny protichodne pôsobiacich hormónov – ekdyzómu a juvenilného hormónu.
Dospelý jedinec (imago)	Je schopný letu, párenia a prijíma potravu.
Vajíčka	Po kopulácii musia samice väčšiny druhov komárov prijať z tela hostiteľa krv. Tá je zdrojom bielkovín pre sformovanie vajíčok.
Kukla	Kukla nepríma potravu, je pohyblivá a prebieha počas nej morfologická a fyziologická diferenciácia komára.

Tabuľka č. 1 Opis a názvy

3.) Odpovedaj na otázky v zhrnutí.

Zhrnutie:

1.) Ktoré štádia vývinu komára prebiehajú vo vodnom prostredí?

.....

.....

2.) Ktoré štádia vývinu komára neprebiehajú vo vodnom prostredí?

.....

.....

3.) Ktoré štádium komára, ktorého vývin prebieha vo vodnom prostredí prijíma potravu?

.....

.....

4.) Zamysli sa nad použitím pesticídov proti komárom, ktoré sú určené pre aplikáciu do vodného prostredia. Aké štádium vývinu komára majú zneškodniť?

.....

.....

5.) Predstav si situáciu, že vo vodnej nádrži sú kukly komárov a ty aplikuješ pesticíd, určený na vodné štádium vývinu komára. Pesticíd, ktorý aplikuješ je požerový toxín, ktorý musí komár zjesť. Aký výsledok takejto aplikácie tohto konkretného pesticídu očakávaš?

.....

.....

6.) Pyretroidy sú skupina pesticídov, ktoré sa môžu aplikovať (rozptyľovať) špeciálnym prístrojom pri dodržaní prísnych bezpečnostných opatrení do ovzdušia. Tieto látky sú určené na boj proti komárom. Aké štádium vývinu komára majú ovplyvniť respektíve zneškodniť?

.....

.....

Problém č. 2: Pozoruj vývinový cyklus komára v tebou pripravenom insekáriu

Pomôcky: larvy komárov, konárik, zaváraninový pohár, hlina, suché lístie, voda z mláky alebo jazierka, naberačka na komáre (mosquito dipper), sieť

Postup:

1.) Priprav si umelé liahnisko podľa obrázku č. 3. Liahnisko umiestni do zadnej časti triedy tak, aby naň nesvietilo slnko a zároveň bolo v teple.

2.) Do liahniska vlož trochu suchého lístia, vodu z mláky, drievko, aby dospelý komár mal kde pristáť po vykuklení.

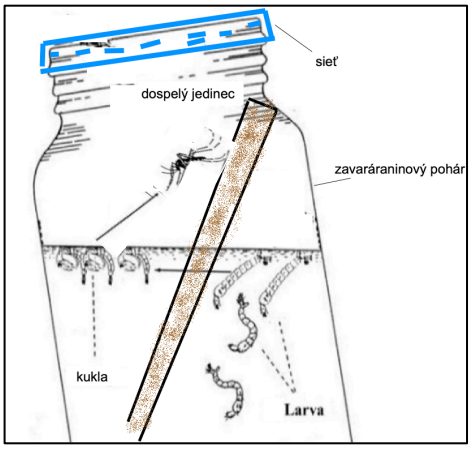
3.) Pomocou naberačky na larvy komárov odober z liahniska, ktoré nájdeš v prírode približne 20 lariev komárov.

4.) Pozoruj komáre v triede v tebou pripravenou insektáciu a svoje pozorovanie zapíš nižšie.

Pozorovanie:.....

.....

.....



Obrázok č. 3 Návrh insektária na chov komárov

PRACOVNÝ LIST PRE ŽIAKA

Vplyv teploty a zrážok na vývinový cyklus komárov

Príprava: Život komárov počas celého vývinového cyklu ovplyvňujú rôzne faktory. Poďme sa spoločne pozrieť na to, ako ovplyvňuje teplota a zrážky rýchlosť vývinového cyklu. Skratka IRR znamená pomer rýchlosti výskytu. Napríklad ak je IRR 1,5 znamená to, že komáre vývinový cyklus komára prebieha 1,5 krát rýchlejšie (Soh a Aik, 2021).

Problém: Ako ovplyvňuje teplota a zrážky vývinový cyklus komárov?

Predpoklad:.....

.....

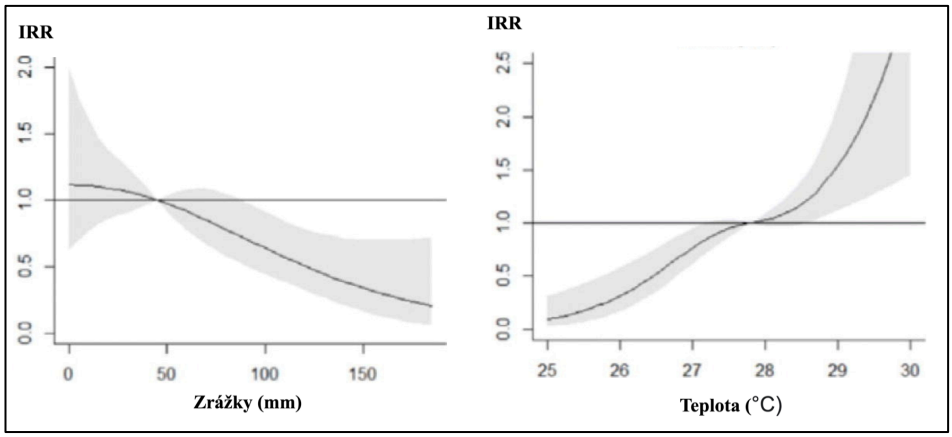
Dĺžka trvania: 1 vyučovacia hodina

Organizácia triedy: individuálna práca

Postup:

1.) Pozri gi grafy na obrázku č. 1.

2.) Odpovedaj na otázky v zhrnutí.



Obrázok č. 1 Vplyv teploty a zrážok na vývinový cyklus komárov (Soh a Aik, 2021)

Zhrnutie:

1.) Predstav si, že v okolí tvojej školy nepretržite prší už 7 dní. Vysvetli, aký vplyv bude mať intenzívny dážď na vývinový cyklus komárov počas týchto 7 dní? Argumentuj a pomôž si obrázkom č. 1.

.....

.....

2.) Predstav si, že pozeráš počasie a vieš, že nasledujúcich 7 dní nebude pršať, no teplota dosiahne 29 °C. Posledné dni bola teplota 24 °C. Ako zmena teploty ovplyvní rýchlosť vývinového cyklu komárov?

.....

.....

PRACOVNÝ LIST PRE ŽIAKA

Vplyv vetra na vývinový cyklus komárov

Príprava: Väčšina druhov komárov má v dospelom štádiu vývinu krídla. Medzi ďalšie faktory, ktoré ovplyvňujú komáre a ich vývinový cyklus patrí vietor a dostupnosť vodných plôch, ktoré sú zvyčajne potrebné pre kladenie vajíčok.

Problém č. 1:

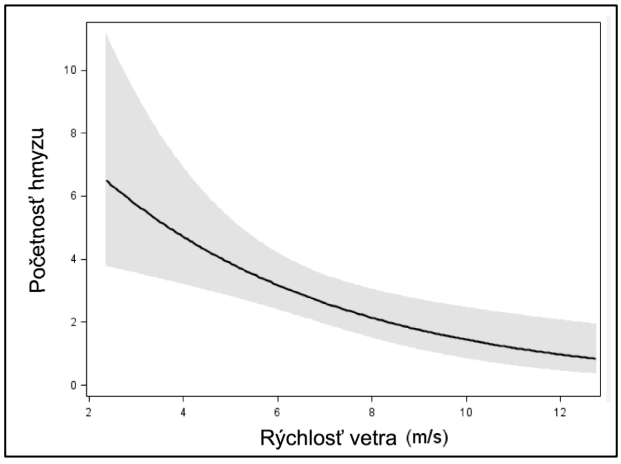
Pomôcky: pero

Dĺžka trvania: 1 vyučovacia hodina

Organizácia triedy: individuálna práca

Postup:

1.) Pozri si graf na obrázku č. 1.
2.) Odpovedaj na otázky v zhrnutí.



Obrázok č. 1 Vzťah rýchlosti vetra a výskytu lietajúceho hmyzu (de Jong a kol., 2021)

Zhrnutie:

1.) Zamysli sa nad tým, ako ovplyvňuje vietor výskyt komárov, ich rozmnožovanie a následne kladenie vajíčok? Argumentuj.

.....

.....

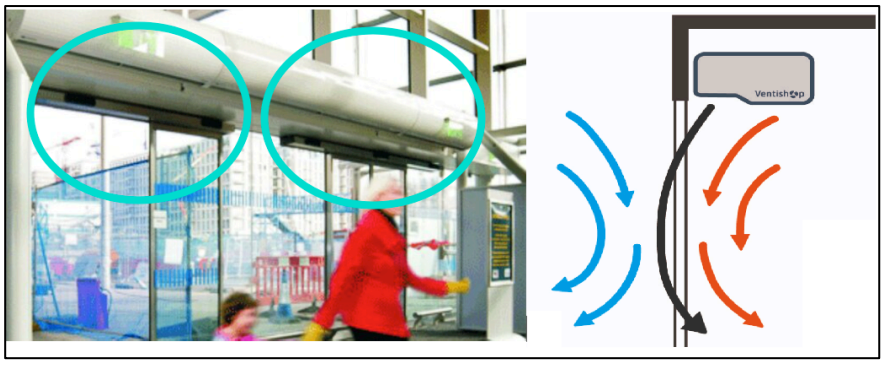
2.) Uvažuj, prečo ovplyvňuje vietor výskyt komárov. Argumentuj.

.....

.....

3.) Vzduchové clony, sa najčastejšie používajú ako bariéra pred otvorenými dverami, kde vytvoria silnú vzduchovú stenu. Zabraňujú tak výmene teplého a studeného vzduchu medzi interiérom a exteriérom. Pomáhajú tiež znižovať spotrebu energie na

vykurovanie interiéru. Vhodné sú do predajní, reštaurácií a do každých dverí, ktoré sú často používané (obr. č. 2). Aký môže mať vplyv vzduchová clona na vlet komárov do budovy?



Obrázok č. 2 Vzduchová clona a princíp jej fungovania

.....

.....

4.) Aplikuj poznatky o vplyve vetra na komáre a uvažuj nad tým, aký vplyv má veterné prostredie na výskyt a rozmnožovanie komárov.

.....

.....

.....

.....

PRACOVNÝ LIST PRE ŽIAKA

Vplyv teploty na výskyt dospelých komárov

Príprava: Komáre sa nachádzajú v trópoch aj v miernom podnebí, pričom chýbajú iba na niekoľkých ostrovoch a na Antarktíde. Nájdeme ich v nadmorskej výške 5500 metrov nad morom a tiež v baniach 1250 metrov pod hladinou mora. Komáre sú príkladom kozmopolitných organizmov (žijú na celom svete). Výskyt a početnosť komárov ovplyvňujú rôzne faktor (Iľko a kol., 2020).

Problém: Aké faktory ovplyvňuje aktivitu a početnosť komárov počas roka?

Predpoklad:.....

.....

Dĺžka trvania: 1 vyučovacia hodina

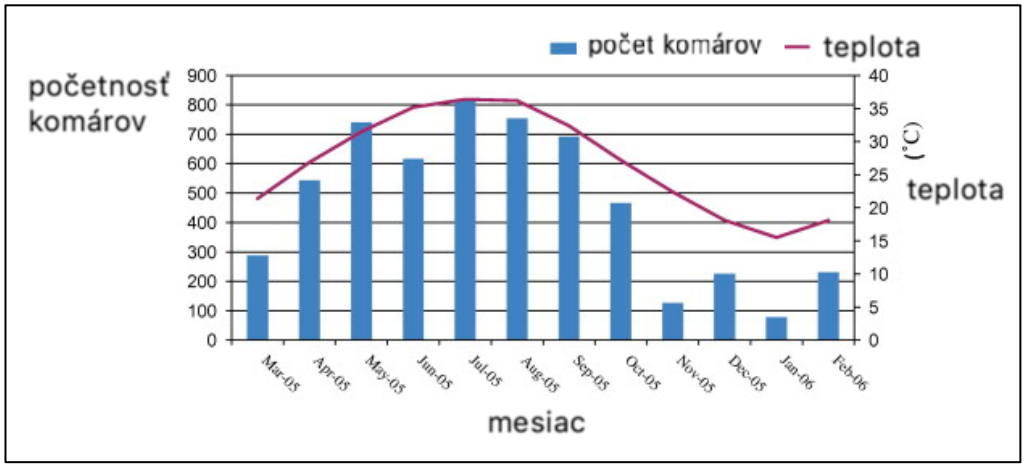
Organizácia triedy: individuálna práca

Pomôcky: pero

Postup:

3.) Pozri si graf na obrázku č. 1.

4.) Odpovedaj na otázky v zhrnutí.



Obrázok č. 1 Vplyv teploty na početnosť komárov (Alahmed, 2012)

Zhrnutie:

1.) Ovplyvňuje teplota početnosť komárov počas roka? Ak áno, argumentuj na základe vlastného pozorovania.

.....

.....

2.) Pomocou internetu vyhľadaj ďalšie faktory, ktoré môžu ovplyvňovať početnosť komárov počas roka. Diskutuj so spolužiakmi.

.....

.....

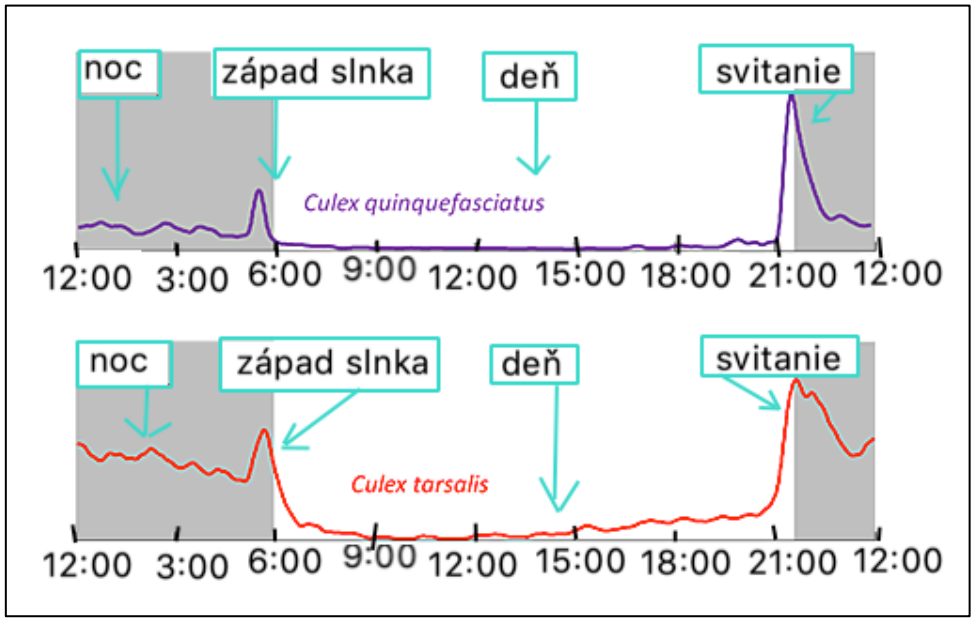
Problém č. 2: Kedy je aktivita komárov počas dňa najvyššia?

Pomôcky: pero

Postup:

1.) Pozri si graf č. 2.

2.) Odpovedaj na otázky v zhrnutí.



Obrázok č. 2 Aktivita komára Culex tarsalis a Culex quinquefasciatus počas dňa (Boone, 2012)

Zhrnutie:

1.) Kedy počas dňa bol najaktívnejší a najmenej sktívny komár *Culex tarsalis?*

.....

.....

2.) Kedy počas dňa bol najaktívnejší a najmenej sktívny komár *Culex quinquefasciatus?*

.....

.....

3.) Odlišovala sa v niečom aktivita druhov *Culex quinquefasciatus* a *Culex tarsalis*?

.....

.....

4.) Na základe porovnania 2 druhov komárov z grafu č. 1 vyvoď trend aktivity komárov počas dňa.

.....

.....

5.) Na základe tebou realizovanej aktivity zhodnoť, čo prekáža komárom pri ich aktivite?

.....

.....

6.) Predstav si situáciu, že pred týždňom intenzívne pršalo a bola teplota okolo 24 stupňov, v okolí školy je aktuálne veľa mlák a vodných plôch. Teplota tento týždeň stúpne na 28 stupňov a bude bezvetrie. Akú situáciu s komármi očakávaš? Argumentuj a pomôž si tebou realizovanou úlohou ako aj vedomosťami, ktoré si získal v predošlých pracovných listoch.

.....

.....

PRACOVNÝ LIST PRE ŽIAKA

Liahniská komárov

Príprava: Komáre sú svojím vývinovým cyklom viazané na vlhké alebo vodné prostredie. S použitím vhodnej metódy v boji proti komárom je potrebné poznať vývinový cyklus komárov, vedieť vyhľadať jednotlivé štádia v prírode a identifikovať oblasti, ktoré predstavujú riziko zvýšeného výskytu komárov (Iľko a kol., 2022).

Problém č. 1: Mapovanie liahnísk komárov

Organizácia triedy: skupinová práca

Dĺžka trvania: 2 vyučovacie hodiny

Pomôcky: pero, naberačka na komáre (*mosquito dipper*), mapa sledovaného územia (vytvoríš pomocou programu google maps)

Postup:

1.) Pozorne si pozri obrázok č. 1 s príkladom potenciálnymi liahniskami komárov.



Obrázok č. 1 Príklad potenciálne liahniská komárov (Boukraa a kol., 2016)

2.) Vytlač si areál školy (veľkosť tebou sledovaného územia konzultuj s vyučujúcim).

3.) Rozdeľ si sledované územie na štvorce, ktoré označíš z jednej strany číslicami a z druhej strany písmenami (veľkosť štvorcov prispôsobte veľkosti územia a počtu zapojených spolužiakov) (obr. č. 2).

4.) Rozdeľ si sledované územie so spolužiakmi a prechádzaj sa tými štvorcami, ktoré si dostal na zmapovanie ty.

5.) Vyhľadávaj potenciálne liahniska komárov a zaznač ich červenou. Prípade zaznač červenou objavené už aktívne liahniská, v ktorých sa nachádzajú larvy alebo kukly komárov (obr. č. 2).



Obrázok č. 2 Príklad plánu sledovaného územia

6.) Týmto spôsobom zmapujte všetky liahniská na školskom pozemku alebo na ploche, ktorú ste si vybrali.

7.) V prípade, že sa na ploche nachádzajú vodné plochy, použi naberačku na komáre a odober vzorku vody. Pozri sa do naberačky, ak si zaznamenal prítomnosť lariev alebo

kukiel komárov zaznač si liahnisko do mapy. Ak si larvy alebo kukly nezaznamenal, zaznač liahnisko ako potenciálne alebo rizikové.

8.) Po vyznačení všetkých rizikových/ potenciálnych alebo aktívnych liahnísk skompletizuj jednotlivé mapy svojich spolužiakov a vytvorte jednu ucelenú mapu. Tú si nalep do pracovného listu nižšie.

Priestor na nalepenie ucelenej mapy

9.) Odpovedaj na otázky v zhrnutí.

Zhrnutie:

1.) Na základe tebou realizovanej aktivity vysvetli pojem mapovanie liahnísk komárov.

.....

.....

Problém č. 2: Monitoring liahnísk komárov

Dĺžka trvania: dlhodobé pozorovanie

Organizácia triedy: skupinová práca

Organizácia triedy: skupinová práca

Pomôcky: pero, naberačka na komáre (*mosquito dipper*), mapa sledovaného územia

Postup:

1.) V 3 dňových intervaloch kontroluj tebou zmapované liahniská komárov z problému č. 1. V prípade, že v nich spozoruješ komáre (larvy/ kukly) zapíš si do tabuľky č. 1 plochu, na ktorom si to pozoroval (napr. plocha 1-A) približný počet lariev alebo kukiel, teplotu a čas. Rovnako si zapíš, že či prší alebo je pekne.

Plocha	**Kukla/ larvy**	**Teplota**	**Čas**	**Prší/ je oblačno/ je pekne**

Tabuľka č. 1 Záznamový hárok z pozorovania

2.) Odpovedaj na otázky v zhrnutí.

Zhrnutie:

1.) Na základe tebou realizovanej aktivity vysvetli pojem monitorovanie liahnísk komárov.

.....

.....

PRACOVNÝ LIST PRE ŽIAKA

Oddychové zóny komárov

Príprava: V predchádzajúcich pracovných listoch si zistil, že komáre nelietajú pri veľkom vetre daždi alebo počas dňa, keď je veľmi teplo a prudko svieti slnko.

Problém: Kde sa nachádzajú komáre počas dňa?

Pomôcky: pero, mapa sledovaného územia (vytvoríš pomocou programu google maps)

Dĺžka trvania: 2 vyučovacie hodiny

Organizácia triedy: skupinová práca

Postup:

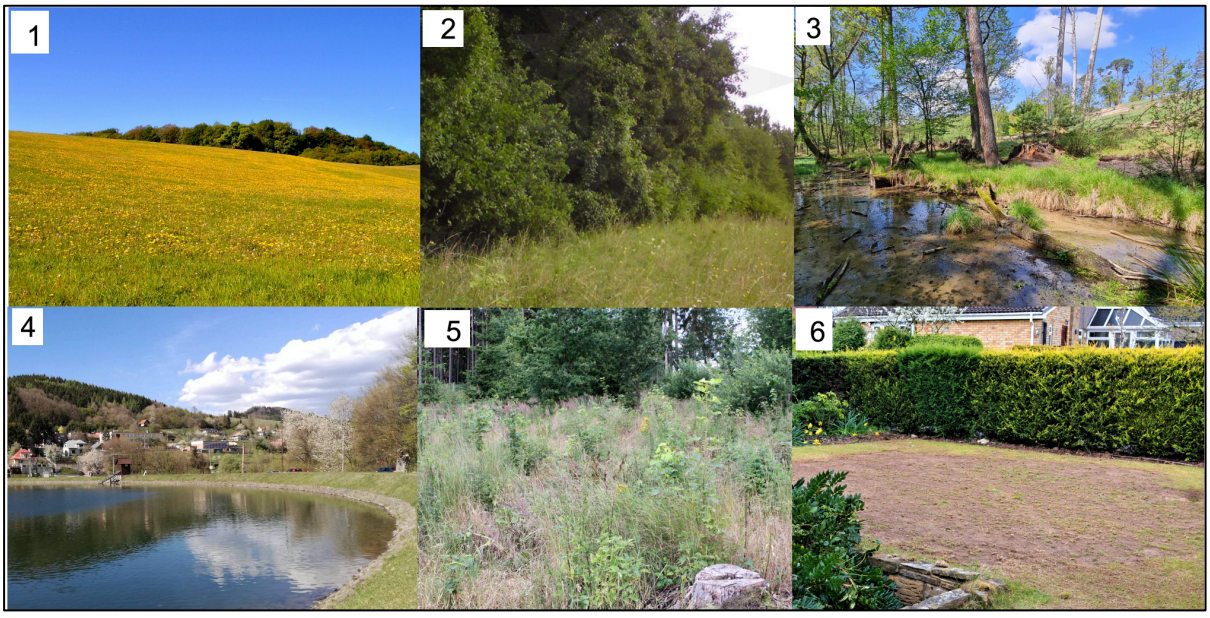
1.) Vyber si územie v blízkosti rieky alebo potoka, ideálne také, v okolí ktorého sa nachádza zaplavovaná lúka alebo les. Vyhľadaj na tebou vybranom území v tvojej obci alebo meste potenciálne liahniská a vyznač si ich do mapy.

2.) Prejdi sa tebou vybraným územím od 12:00-14:00, v čase kedy dospelé komáre nelietajú.

3.) Prechádzaj územím a zaznamenaj kedy natrafíš počas toho času na dospelé komáre.

4.) Z nasledujúcich obrázkov (1- 6) na obrázku č. 1 zakružkuj tie, ktoré pripomínajú prostredie, v ktorom si našiel dospelé komáre počas dňa.

5.) Odpovedaj na otázky v zhrnutí.



Obrázok č. 1 Príklad prostredia

Zhrnutie:

1.) Na základe vedomosti z predchádzajúcich pracovných listov vyvoď záver o tom, kde sa nachádzajú komáre počas dňa a prudkého slnka.

.....

.....

2.) Na základe tebou realizovanej aktivity vysvetli pojem oddychové zóny komárov.

.....

.....

3.) Vysvetli, ako by mala vyzerať tvoja záhrada alebo školský dvor, aby sa z nej/ neho nestala oddychová zóna komárov.

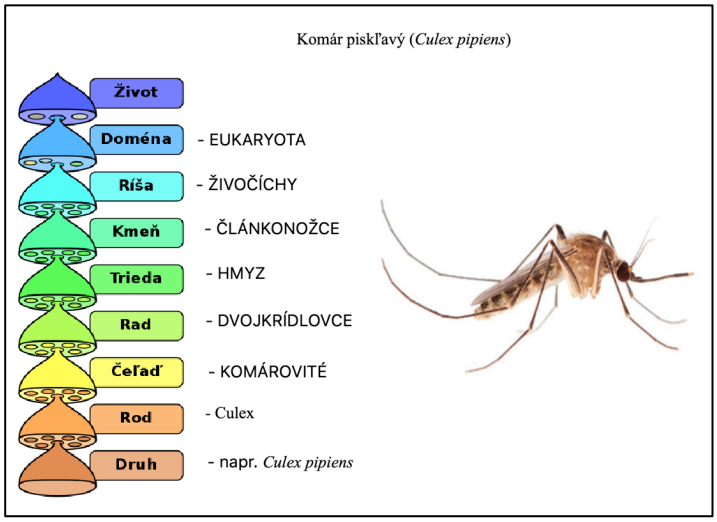
.....

.....

PRACOVNÝ LIST PRE ŽIAKA

Určovanie komárov (imaga- dospelé jedince)

Príprava: Vo svete je známych viac ako 3 520 druhov komárov pričom na území Slovenska nájdeme približne 49 druhov, z ktorých sú najvýznamnejšie rody *Anopheles*, *Culex* a *Aedes* (všetky tri rody môžu prenášať filárie psov, pôvodcu malárie vtákov a rôzne vírusy vyvolávajúce zápaly mozgu zvierat a človeka; ľudskú maláriu prenáša len rod *Anopheles*, žltú zimnicu rod *Aedes*, všetky tri rody prenášajú aj ľudské filárie *Wuchereria* a *Brugia*). Nakoľko je taxonómia komárov obsiahla, v nasledujúcej úlohe sa oboznámime s určovaním rodov *Culex*, *Aedes* a *Anopheles*, ktoré nazývame aj komáre domové (rod *Culex*) a záplavové (rod *Aedes*). Medzi domové komáre patria také druhy, ktoré sa vyskytujú v mestách, na záhradách, v okolí rodinných domoch, pričom sa rozmnožujú z rôznych nádobách s vodou a pod. Záplavové druhy sa rozmnožujú v záplavových oblastiach v okolí riek pri dlhotrvajúcich dažďoch (KOČIŠOVÁ, 2014; BOCKOVÁ, 2013; Komárovité [online]).



Obrázok č. 1 Príklad taxonomického zaradenia druhu Culex pipiens

Pri určovaní komárov do rodov a následne druhov nám slúžia ich rôzne identifikačné znaky a charakteristiky (napr. škvrny na krídlach tvorené šupinami, farebné prstienky na chodidlách, farba tela s rôznym vzorom, ktorý vytvárajú šupinky, . K určovaniu používame rôzne literárne kľúče, v ktorých sú tieto znaky vyobrazené. My sa zameriame na 2 identifikačné znaky rodov *Culex*, *Aedes* a *Anopheles* (obr. č. 2).

Pomôcky: 1 ks BG-Protector, 4 ks Petriho misky, pinzeta, stereomikroskop/ lupa, pero

Dĺžka trvania: 2 vyučovacie hodiny

Organizácia triedy: individuálna práca

Postup:

1.) S vyučujúcim zapnite CO_2 pascu na komáre na školskom dvore, umiestni pascu na vhodné miesto (v blízkosti oddychových zón komárov), zabezpečte, aby pasca bola v prevádzke celú noc.

2.) Nasledujúce ráno pascu vyprázdnite a komáre v záchytnej sieťke umiestnite do mrazničky na minimálne 24 hodín.

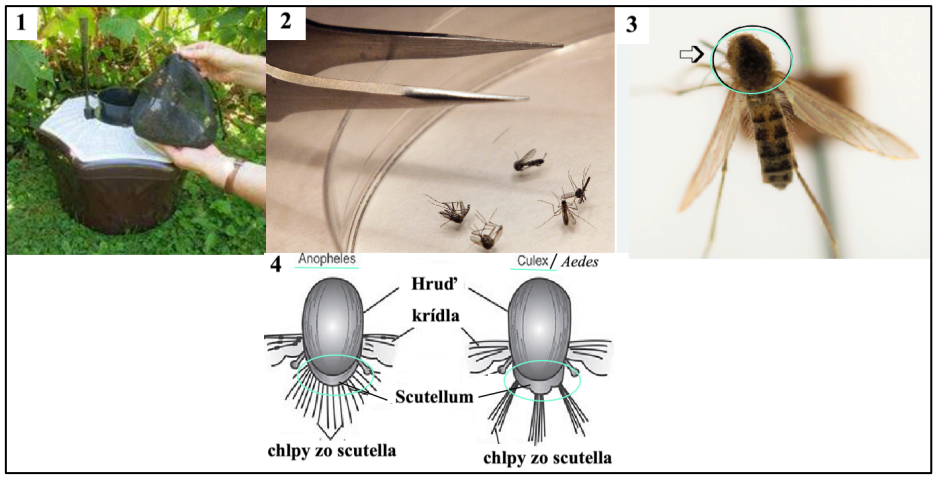
3.) Pripravený entomologický materiál presuň zo sieťky do Petriho misky.

4.) Komáre určuj po jednom, pričom každého určeného komára vlož do Petriho misky, do ktorej patrí. Priprav si 3 Petriho misky a označ si ich (*Culex, Aedes, Anopheles*).

5.) Opatrne chyť komára do pinzety, otoč ho tak, aby si videl jeho chrbtovú časť (viď. obr. č. 2- bod 3).

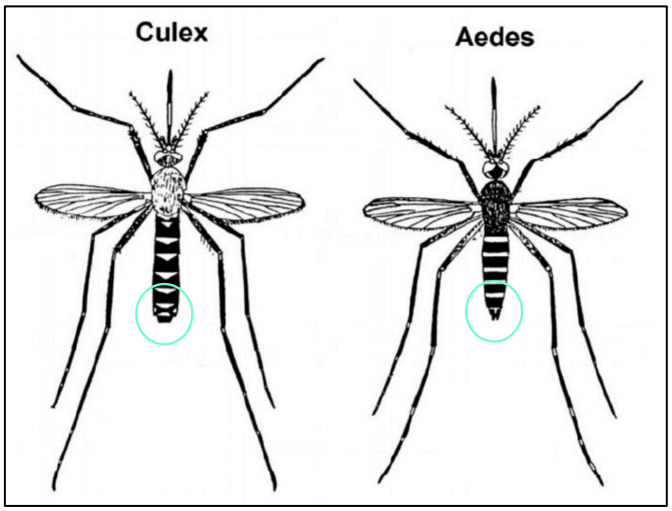
6.) Následne sa zameraj na *scutellum* (zadnú časť hrude), postupuj podľa obrázku č. 2- bod č. 4. Všimni si rozdiel medzi rodom *Anopheles* a rodmi *Culex* a *Aedes*. Vďaka scutellu rozoznáš, že či sa práva pozeráš na rod *Anopheles* alebo na jeden z rodov *Culex*/ *Aedes*.

7.) Ak si podľa *scutella* určil rod *Anopheles* vlož ho do Petriho misky s týmto označením.



Obrázok č. 2 Rozdiel medzi rodmi Anopheles a Aedes/ Culex

8.) Ak si určil, že sa jedná o rod *Culex* alebo *Aedes*, pokračuj na ďalší identifikačný znak- cerky (výbežky), vďaka ktorým rozoznáš o ktorý z týchto rodov ide (obr. č. 3).



Obrázok č. 3 Rozdiel medzi rodmi Culex („oblé“ cerky) a Aedes („špicaté“ cerky)

9.) Po roztriedení komárov na 3 rody (*Culex, Aedes* a *Anopheles*) do 3 Petriho misiek, zapíš početnosť tebou identifikovaných rodov na školskom pozemku do tabuľky č. 1.

Rod	***Culex***	***Aedes***	***Anopheles***
Početnosť			

Tabuľka č. 1 Vypracovanie

10.) Odpovedaj na otázky v zhrnutí.

Zhrnutie:

3.) Určil si všetky 3 rody komárov? Ak nie, argumentuj. Pomôž si prípravou v úvode pracovného listu.

.....

.....

4.) Pomocou internetu vyhľadaj ochorenia, ktoré prenášajú rody, ktoré si identifikoval v okolí školy.

.....

.....

PRACOVNÝ LIST PRE ŽIAKA

Určovanie komárov (larvy a vajíčka)

Príprava: Larválne štúdium väčšiny komárov žije vo vodnom prostredí. Niektoré druhy potrebujú pre svoj vývin viac vody, iné zase menej alebo takmer vodu nepotrebujú a postačuje im vlhká zem alebo bahno. V nasledujúcej úlohe sa budeme zaoberať identifikáciou rodov komárov *Culex*, *Aedes* a *Anopheles* na základe vzhľadu lariev a vajíčok komárov.

Dĺžka trvania: 1 vyučovacia hodina

Organizácia triedy: individuálna práca, práca v dvojiciach

Problém: Identifikuj rod komára na základe vajíčok komárov alebo lariev.

Pomôcky: pero, vedro/ nádoba na vodu, doska, akváriová sieťka na ryby, zaváraninový pohár

Postup:

1.) Vytvor umelé liahnisko na komáre a umiestni ho do oddychovej zóny komárov v okolí školy (obr. č. 1). Do nádoby s vodou vlož niekoľko hrsti okolitej hliny, suché lístie a drevo (tento materiál poskytne larvám potravu). Vodu použi z mláky alebo nádoby na zber dažďovej vody.

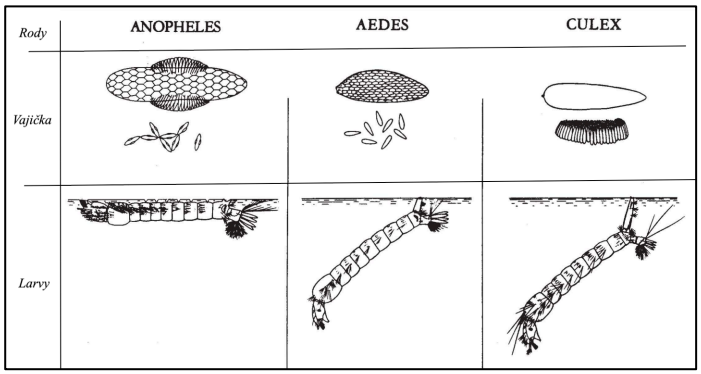
2.) Kontroluj liahnisko každé 3 dni.

3.) Hneď, ako spozoruješ larvy alebo vajíčka komárov v liahnisku, odober ich sieťkou na ryby a presuň ich do zaváraninového pohára s vodou z umelého liahniska.



Obrázok č. 1 Model umelého liahniska na komáre (Müller a kol., 2020)

4.) V triede pozoruj larvy/ vajíčka komárov a pomocou určovacieho kľúča identifikuj rod komárov (obr. č. 2).



Obrázok č. 2 Kľúč na určovanie lariev a vajíčok 3 rodov komárov

5.) Odpovedaj na otázky v zhrnutí

6.) Po určení lariev/ vajíčok komárov na 3 rody (*Culex, Aedes* a *Anopheles*), zapíš početnosť tebou identifikovaných rodov na školskom pozemku do tabuľky č. 1.

Rod	***Culex***	***Aedes***	***Anopheles***
Početnosť			
Vajíčka			
Larva			

Tabuľka č. 1 Vypracovanie

Zhrnutie:

1.) Uveď na základe akého vývinového štádia si určil rod komárov?

.....

.....

2.) Aké rody si zaznamenal na školskom pozemku alebo v jeho blízkosti?

.....

.....

3.) Uveď epidemiologické riziká spojené s výskytom tebou určených rodov. Pomôž si internetom alebo odbornou literatúrou.

.....

.....

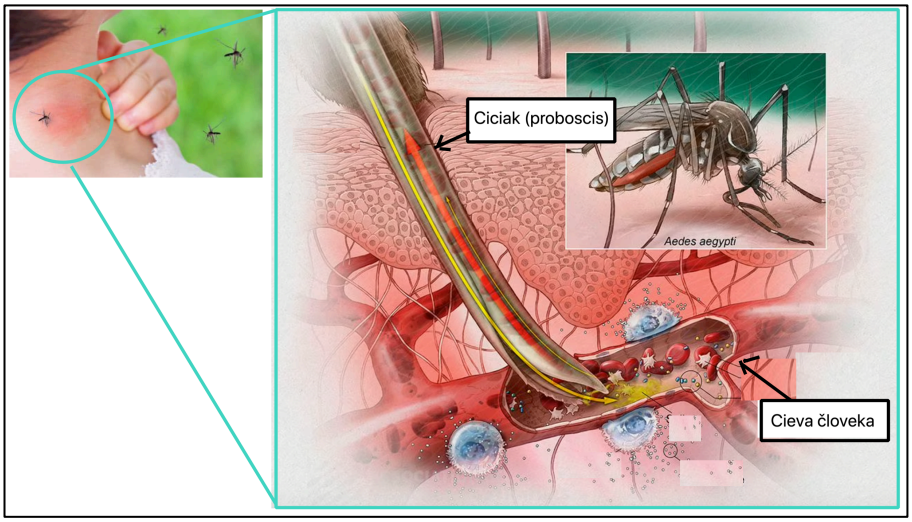
PRACOVNÝ LIST PRE ŽIAKA

Riziká nákazy a vzťah teploty a výskytu komárov

Príprava: Látky antikoagulačného významu (zabráňuju zrážaniu krvi), ktoré vylučuje samica pri cicaní krvi do hostiteľského organizmu, môžu vyvolávať rôzne alergické reakcie. Môže ísť o bežné lokálne začervenie až po anafylaktickú reakciu. Pri cicaní krvi sa do tela komára dostávajú pôvodcovia vážnych infekčných ochorení (obr. č. 1) (RUEDA, 2008). Ako príklad uvedieme Usutu vírus (z angl. Usutu virus, skratka- USUV) a vírus Západonílskej horúčky (z angl. West Nile virus, skratka- WNV). Oba tieto vírusy prenášajú komáre na Slovensku a môžu nakaziť človeka. Usutu je komármi prenášaný vtáčí vírus, ktorého priebeh je väčšinou bezpríznakový alebo sa môže prejaviť jeho ľahká forma (teplota, únava, vyrážky a pod.). Západonílska horúčka sa vyskytuje na všetkých kontinentoch s výnimkou Austrálie. Pôvodcom tohto ochorenia je West Nile Virus (WNV). Choroba postihuje kone, vtáky a ľudí. Medzi klinické príznaky ochorenia ľudí patrí náhly vzostup teploty, bolesť hlavy, hrdla, pohybového aparátu, zvýšená únava, nechutenstvo, prítomnosť kožnej vyrážky. U chorých sa západonílska horúčka v prevažnej väčšine prejaví ako mierne chrípkové ochorenie. Tieto ochorenia nepredstavujú pre väčšinu populácie problém, riziko predstavujú pre ľudí so zníženou imunitou, chorých alebo iným spôsobom znevýhodnených jedincov (Král, 2021; Kostolná, 2020). Globálne otepľovanie a výskyt nových druhov komárov môže v budúcnosti zvýši riziko výskytu nových ochorení na našom území (Iľko a kol., 2022).

Dĺžka trvania: 1 vyučovacia hodina

Organizácia triedy: individuálna práca



Obrázok č. 1 Priebeh cicania krvi na tele človeka

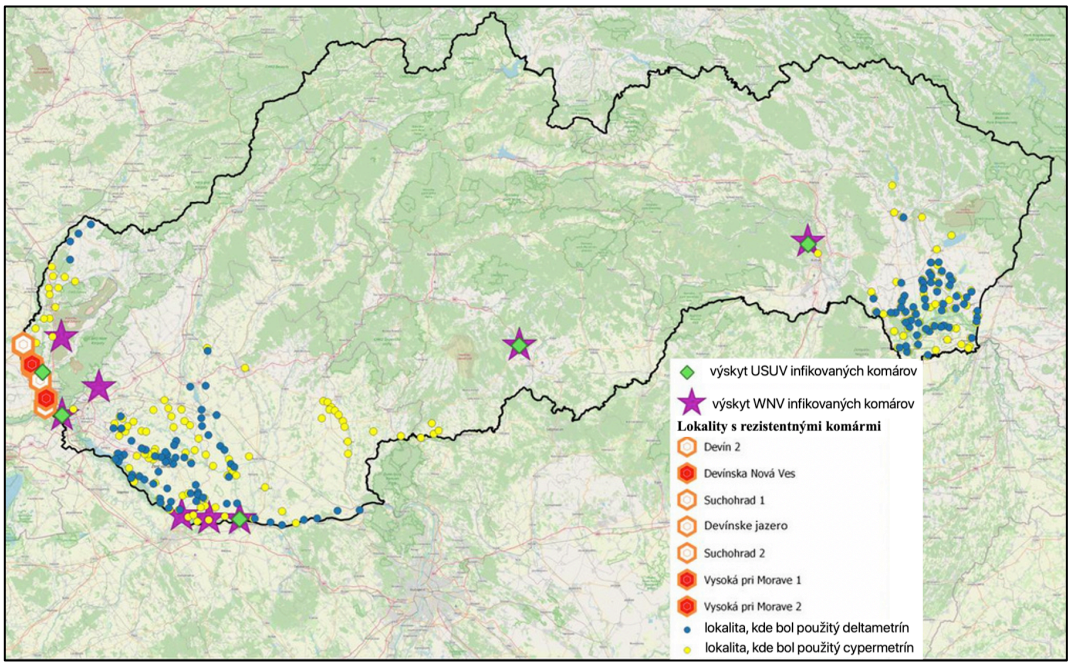
Problém: Aké je riziko nákazy cez komáre na Slovensku?

Pomôcky: pero

Postup:

1.) Pozri si obrázok č. 1 a zameraj sa na výskyt vírusov USUV a WNV na Slovensku.

2.) Odpovedaj na otázky v zhrnutí.



Obrázok č. 2 Mapa výskytu infikovaných komárov na Slovensku (Čabanová a kol., 2018; 2019, Vedou proti komárom, s.r.o.)

Zhrnutie:

1.) Na základe vlastného pozorovania uveď, v ktorých častiach Slovenska je riziko nákazy USUV a WNV?

.....

.....

2.) Zamysli sa nad spôsobom, ako infikujú komáre ľudí. Pomôž si prípravou a obrázkom č. 1.

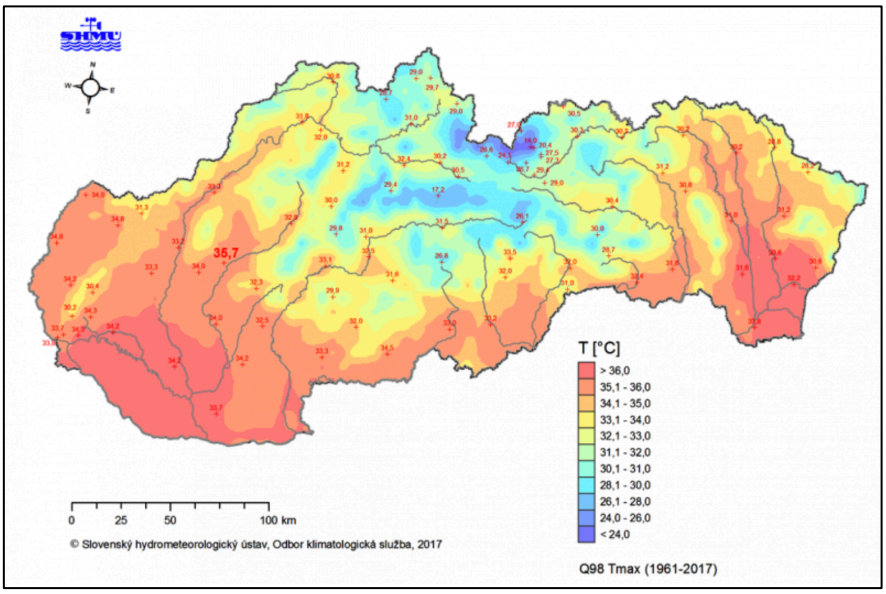
.....

.....

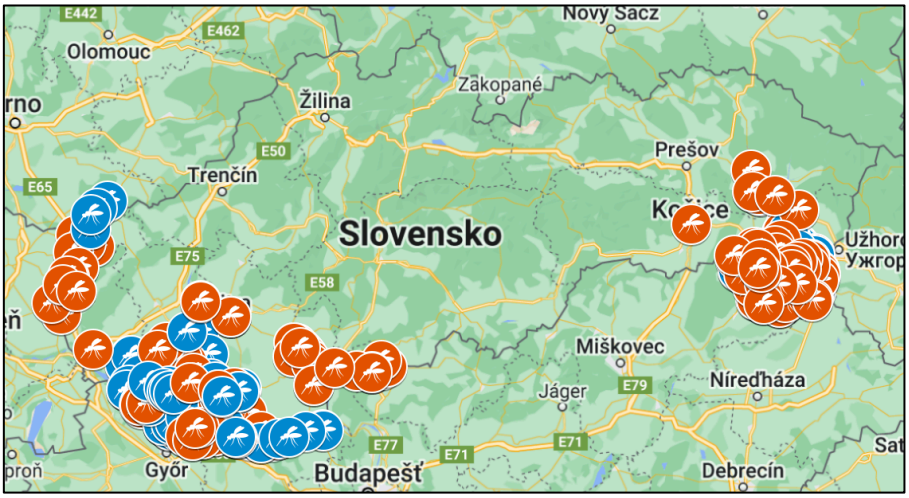
3.) Uvažuj nad vzťahom priemernej teploty vzduchu na Slovensku (obr. č. 3) a nadmerným výskytom komárov na Slovensku. Aký trend pozoruješ pri porovnaní týchto obrázkov?

.....

.....



Obrázok č. 3 Maximálna mesačná teplota vzduchu v júni 2017 (https://www.shmu.sk/sk/?page=2049&id=928)



Obrázok č. 4 Nadmerný výskyt komárov na Slovensku (Vedou proti komárom, s.r.o.)

4.) Predstav si, že by priemerná ročná teplota na celom území Slovenska dlhodobo dosahovala 35- 36 stupňov. Aký by to malo vplyv na výskyt komárov na Slovensku?

.....

.....

5.) Zamysli sa nad globálnym otepľovaním, aký vplyv môže mať na výskyt komárov na Slovensku a zároveň na riziko prenosu ochorení?

.....

.....

PRACOVNÝ LIST PRE ŽIAKA

Metódy kontroly (zneškodňovania) komárov

Príprava: komáre predstavujú obťažujúci hmyz, ktorý prenáša rôzne ochorenia. V spojení s tým je vyvinuté veľké úsilie na výskum a objavovanie metód zneškodňovania (kontroly) komárov. Základné metódy kontroly komárov rozdeľujeme na:

1.) preventívne a mechanické
2.) biologické
3.) chemické

Problém: Definuj metódy kontroly (zneškodňovania) komárov

Dĺžka trvania: 1 vyučovacia hodina

Organizácia triedy: individuálna práca

Pomôcky: pero

Postup:

1.) Nasledujúce fotografie (obr. č. 1) roztrieď do tabuľky č. 1 podľa vlastných kritérií k príslušným metódam kontroly komárov. Pomôž si prípravou v úvode pracovného listu. Do tabuľky zapíš len číslo príslušného obrázku.
2.) Odpovedaj na otázky v zhrnutí.



Obrázok č. 1 Vypracovanie

Preventívne a mechanické			
Biologické			
Chemické			

Tabuľka č. 1 Vypracovanie

Zhrnutie:

1.) Na základe tebou zvolených kritérií a spôsobu roztriedenia obrázkov definuj nasledujúce metódy kontroly komárov. Argumentuj a uveď príklad.

a.) preventívne a mechanické:

b.) biologické:

c.) chemické:

PRACOVNÝ LIST PRE ŽIAKA

Chemická kontrola komárov

Príprava: Národná akadémia vied USA odhaduje, že pesticídy proti komárom zachránili do roku 1970 približne 500 miliónov životov pred maláriou. Vďaka nim sa malária v mnohých častiach planéty prakticky už nevyskytuje (US National Academy of Sciences, 2021). Žiaľ, aj napriek tomu trend používania pesticídov proti komárom zotrval. Téma kontaminácie životného prostredia sa stala atraktívnou pre mnohé práce, nakoľko predstavuje veľkú hrozbu pre globálne zdravie a ochranu biodiverzity. Po eradikácii (ničenie choroboplodných organizmov) malárie v Európe, v 60. rokoch 20. storočia, sa nekontrolovaná likvidácia komárov pomocou pesticídov, s cieľom znížiť ich obťažnosť, stala dlhodobou praxou. Pyretroidy (skupina pesticídov, kam patrí účinná látka cypermetrín a deltametrín), zlúčeniny používané na chemickú kontrolu komárov, nie sú selektívne, znamená to, že zabíjajú všetok hmyz a sú toxické aj pre iné druhy vrátane človeka. Ďalším negatívom pesticídov (pyretroidov) je, že komáre si voči nim vytvárajú rezistenciu /odolnosť), čím sa stráca ich účinnosť. Rezistencia komárov na pyretroidy bola potvrdená aj na Slovensku (Iľko a kol., 2023).

Problém: Sú postreky proti komárov stále účinné?

Dĺžka trvania: 1 vyučovacia hodina

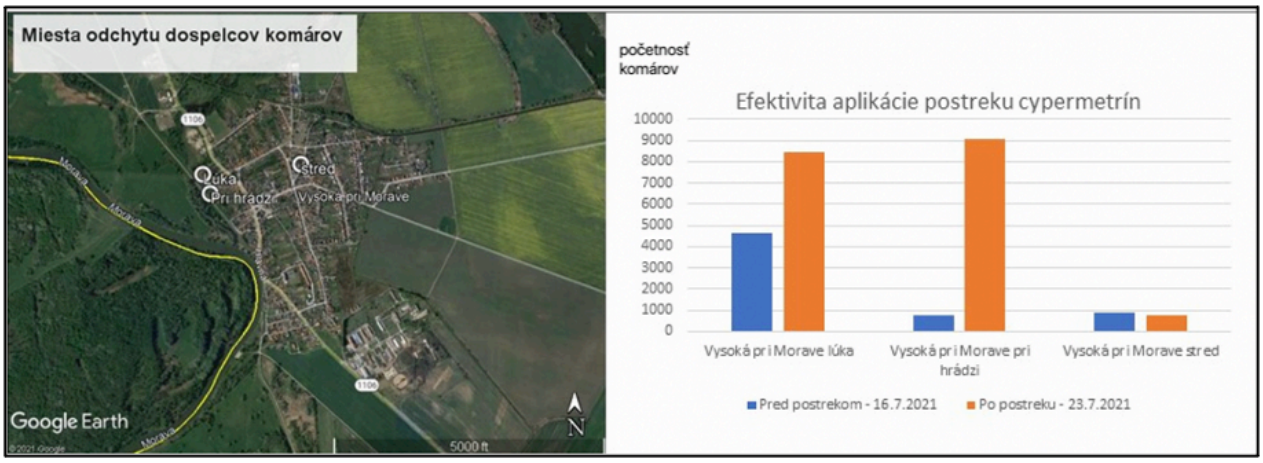
Organizácia triedy: individuálna práca,

Pomôcky: pero

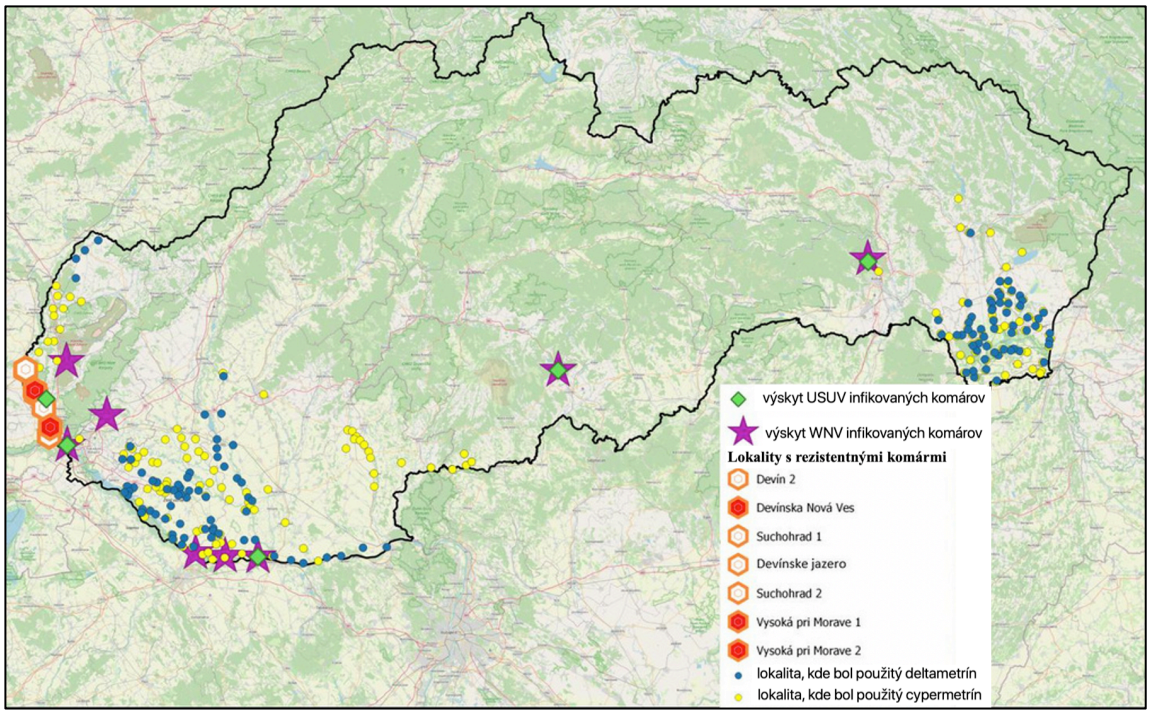
Postup:

1.) Pozorne si pozri obrázok č. 1 a obrázok č. 2.

2.) Odpovedaj na otázky v zhrnutí.



Obrázok č. 1 Sledovanie účinnosti postreku (s obsahom pyretroidov- účinná látka cypermetrín) proti komárom (Iľko a kol., 2023)



Obrázok č. 2 Mapa výskytu infikovaných komárov na Slovensku, oranžovo-červené symboly reprezentujú miesta s rezistentnými komármi (Čabanová a kol., 2018; 2019, Vedou proti komárom, s.r.o., Iľko a kol., 2023)

Zhrnutie:

1.) Na základe tebou realizovaného pozorovania charakterizuj chemickú kontrolu komárov. Pomôž si prípravou v úvode pracovného listu.

.....

.....

2.) Vyvoď záver o účinnosti postrekov (konkrétne pyretroidov) proti komárov v obci Vysoká pri Morave. Argumentuj.

.....

.....

3.) Je výskyt komárov, bez ohľadu na ich kontrolu v celej obci rovnaký? Ak nie, argumentuj prečo.

.....

.....

.....

.....

4.) Na základe obr. č. 2 vyvoď záver o tom, ako súvisí výskyt rezistencie s používaním pesticídov.

.....

.....

5.) Výskum na rezistenciu komárov bol zatiaľ realizovaný len v povodí rieky Morava na západe Slovenska. Zameraj sa na používanie pesticídov (cypermetrín a deltametrín) na Slovensku a vyvoď predpoklad o možnej rezistencii v iných častiach Slovenska.

.....

.....

.....

.....

6.) Porovnaj výskyt vírusov, kde prenášajú komáre s rezistenciu a vyvoď záver. Zameraj sa na potlačenie rizika prenosu týchto vírusov na človeka.

.....

.....

.....

.....

7.) Predstav si, že trend používania pesticídov (cypermetrín a deltametrín) na Slovensku bude pokračovať. Čo môžeme predpokladať v budúcnosti? Zameraj sa na účinnosť chemickej kontroly komárov.

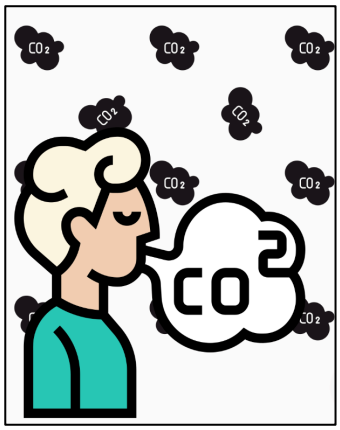
.....

.....

PRACOVNÝ LIST PRE ŽIAKA

Účinnosť CO_2 pascí na komáre

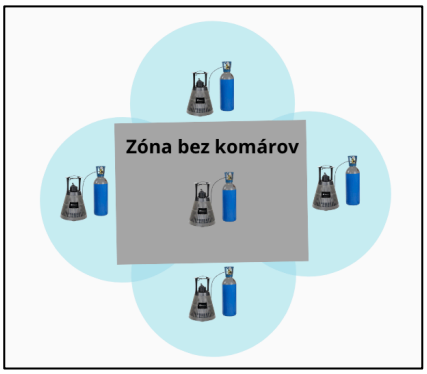
Príprava: Podľa Cardého (2015) väčšina analýz priťahovania komárov predpokladá, že k počiatočnému rozpoznaniu ľudského hostiteľa v smere vetra dochádza na vzdialenosť 10 metrov, keď letiaci komár zistí výkyvy koncentrácie CO_2 nad okolitým prostredím, ktoré je spôsobené prídavkom približne 4 % CO_2 z ľudského dychu (obr. č. 1). Komár potom sleduje plyn CO_2 proti vetru smerom k jeho zdroju. Po priblížení sa komára k zdroju CO_2, sa komár orientuje na základe čuchu (pach človeka) a zraku. Aby sa samce komárov spárili so samicami, majú tendenciu vyhľadávať potenciálnych hostiteľov samíc a zostávať v ich blízkosti, aby zvýšili svoje šance na stretnutie so samicami (Wu a kol., 2020).



Obrázok č. 1 Vylučovanie CO_2 človekom pri dýchaní

Problém: Majú CO_2 pasce na komáre potenciál chrániť nás pred uštipnutím komárov?
Dĺžka trvania: 1 vyučovacia hodina
Organizácia triedy: individuálna práca
Pomôcky: 5 ks CO_2 pascí na komáre BG-Protector, pero, pinzeta, lupa/ stereomikroskop, 5 ks Petriho misiek
Postup:

1.) Vytvor tzv. zónu bez komárov s použitím 5 ks CO_2 pascí na komáre. Pomôž si obrázkom č. 2. Zónu vytvor v blízkosti oddychových zón komárov. Pasce si označ číslicami 1-5 s tým, že číslo 5 bude pasca vo vnútornej časti zóny bez komárov (šedá časť na obrázku č. 2).



Obrázok č. 2 Príprava zóny bez komárov

2.) Zapni všetky pasce na komáre a nechaj ich zapnuté v priebehu 24 hodín.

3.) Vypni pasce, vyber sieťky s komármi a vlož ich do mrazničky na 24 hodín.

4.) Komáre následne presuň do Petriho misiek, ktoré označ číslami 1- 5. Pascu s označením č. 1 vyprázdni do Petriho misky s označením č. 1. Rovnako postupuj aj pri ostatných pasciach.

5.) Spočítaj komáre v jednotlivých Petriho miskách a počty zapíš do tabuľky č. 1.

Pasca	**Č. 1**	**Č. 2**	**Č. 3**	**Č. 4**	**Č. 5**
Petriho miska					

Tabuľka č. 1 Vypracovanie

6.) Odpovedaj na otázky v zhrnutí.

Zhrnutie:

1.) V ktorej pasci bolo najviac komárov a v ktorej ich bolo najmenej? Vytvor graf, pričom os x bude obsahovať pasce na komáre a os y bude obsahovať početnosť komárov.

.....

Graf č. 1 Vypracovanie

2.) Predstav si, že zóny bez komárov je tvoja záhrada, balkón, terasa alebo školský dvor, aký význam má pre teba z pohľadu ochrany pred komármi? Argumentuj.

.....

.....

3.) Účinnosť pasci BG-Protector je 20 m, navrhni zónu bez komárov pre Materskú školu z obrázku č. 3, ktorá má obvod areálu 127,53 m. Pomôž si prípravou a tebou realizovanou aktivitou. Červenou vyznač, kam by si umiestnil pasce na komáre, aby si vytvoril pomyslený plot z pascí na komáre, ktorý zabezpečí tzv. zónu bez komárov na pozemku škôlky.



Obrázok č. 3 Areál materskej školy

Počet potrebných pasci na komáre pre areál škôlky je: .....

1.) Uveď pozitíva a negatíva zóny bez komárov.

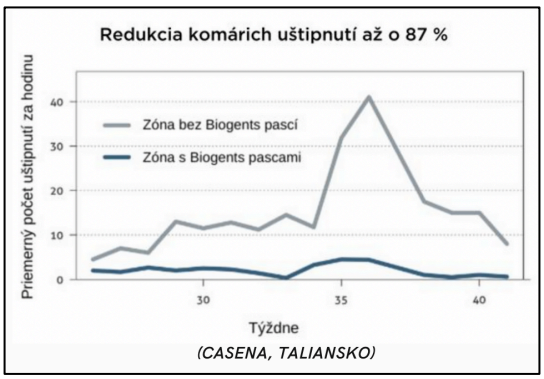
.....

.....

.....

2.) Porovnaj výsledky svojho experimentu s výsledkami výrobcu (Biogents AG) pascí na komáre (obr. č. 4)

.....

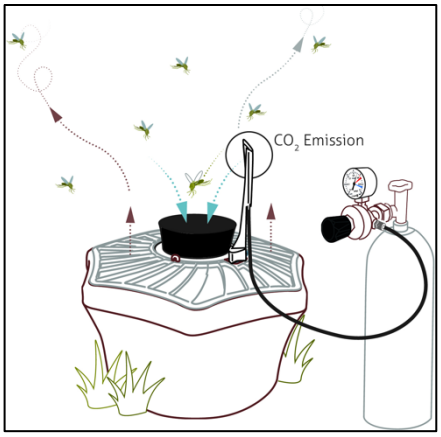


Obrázok č. 4 Výsledky výskumu s cieľom určiť účinnosť CO_2 na komáre

PRACOVNÝ LIST PRE ŽIAKA

Prietok CO_2 plynu

Príprava: Wu a kol. (2020) uskutočnili výskum zameraný na prietok oxidu uhličitého (CO_2) v pasci na komáre BG-Mosquitaire (obr. č. 1). Ak by bolo množstvo pretečeného plynu počas odchytu komárov nízke, pasca by bola neúčinná, naopak, ak by bolo príliš vysoké, zvyšovali by sa finančné náklady na prevádzku pasce. V tejto štúdii sa porovnávalo šesť prietokov CO_2 (0,00 l/min, 0,075 l/min, 0,15 l/min, 0,30 l/min, 0,60 l/min a 1,20 l/min) použitých s pascami BG z hľadiska ich vplyvu na odchyt komárov *Aedes albopictus*, v provincii Zhejiang (Wu a kol., 2020).



Obrázok č. 1 Pasca na komáre BG- Mosquitaire CO_2

Problém: Ako súvisí prietok CO_2 plynu cez pascu na komáre s ich odchytom?

Predpoklad:.....

.....

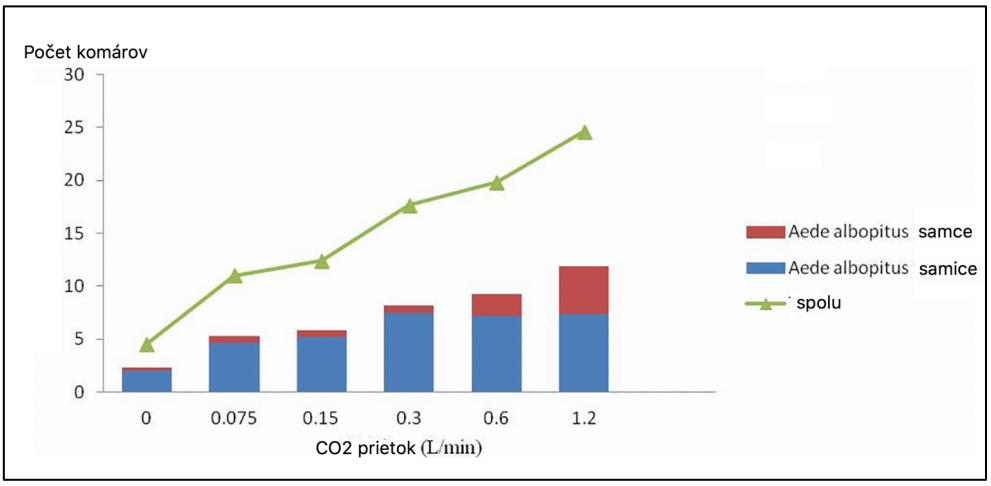
Dĺžka trvania: 1 vyučovacia hodina

Organizácia triedy: individuálna práca

Pomôcky: pero

Postup:

1.) Pozorne si pozri graf č. 1, pričom sa zameraj na pohlavie komárov a počet odchytení pri jednotlivých prietokoch plynu .



Graf č. 1 Výsledky štúdie Wu a kol. (2020)

2.) Odpovedaj na otázky v zhrnutí.

Zhrnutie:

1.) Uveď, pri akom prietoku plynu zachytila pasca na komáre najviac komárov? Vysvetli tebou uvedený údaj.

.....

.....

2.) Na základe tebou realizovaného pozorovania zhodnoť ideálny prietok CO_2 plynu v pasci BG, aby sme dosiahli čo najmenšie riziko uštipnutí komármi. Pri odpovedi sa zamysli nad pohlavím komárov. Pomôž si prípravou a grafom č. 1.

.....

.....

3.) Je možné tebou zistené informácie použiť na všetky druhy komárov a všety typy pascí na komáre? Ak nie, vysvetli prečo.

.....

.....

4.) Diskutuj so spolužiakmi a vyučujúcim, ako by sme mohli stanoviť 1 nastavenie prietoku plynu pre viacero pascí na komáre a viacero druhov komárov.

.....

.....

PRACOVNÝ LIST PRE ŽIAKA

Význam komárov a biologická kontrola komárov

Príprava: Všetky štádia komárov sú v prírode dôležitou súčasťou potravových reťazcov. BENELLI, JEFFRIES a WALKER (2016) vysvetľujú, že predátormi lariev a kukiel komárov sú mnohé vodné organizmy – ryby, obojživelníky, kôrovce, rôzne vodné chrobáky, a pod. Imága sú konzumované najmä pavúkmi, obojživelníkmi, plazmi, vtákmi a netopiermi. RAGHAVENDRA, SHARMA & DASH (2008) hovoria, že takmer všetky druhy dospelých žiab sú mäsožravce a konzumujú bezstavovce, ako sú ulitníky alebo článkonožce, vrátane komárov. Odhaduje sa, že približne 50 žiab môže udržať ryžové pole bez škodlivého hmyzu. Hmyzožravé druhy vtákov skonzumujú denne približne toľko gramov potravy, čo sami vážia. Ako príklad uvádzame lastovičku (18 g) a belorítku (14 g). V čase hniezdenia môže byť hmotnosť uloveného hmyzu vyššia. Termín kontrola sa používa na vyjadrenie „boja proti komárom“ respektíve ich zneškodňovania a znižovania ich početnosti.

Dĺžka trvania: 1 vyučovacia hodina

Organizácia triedy: individuálna práca

Problém: Realizuj biologickú kontrolu komárov na území tvojej školy.

Pomôcky: búdky pre vtákov a netopierov

Postup:

1.) Vytvor si mapu školského pozemku, kde spolu s vyučujúcim určíš vhodné miesto na umiestnenie búdok pre vtáky a netopiere.
2.) Umiestni spolu so školníkom a tvojím vyučujúcim búdky.
3.) V priebehu roka kontrolu obsadenosť búdok.
4.) Odpovedaj na otázky v zhrnutí.

Zhrnutie:

1.) Na základe tebou realizovanej aktivity definuj pojem biologická kontrola komárov. Pomôž si prípravou v úvode pracovného listu.

    .....

    .....

2.) Uveď aspoň tri významy komárov v prírode. Pomôž si prípravou.

    .....

    .....

PRACOVNÝ LIST PRE ŽIAKA

Vplyv nášho stravovania na atraktivitu pre komáre

Príprava: Malária a konzumácia alkoholu predstavujú závažné problémy v oblasti verejného zdravia. Spotreba alkoholu stúpa a v súvislosti s rozšíreným úsilím o zvládnutie malárie a iných ochorení, ktoré prenášajú komáre sa pochopenie súvislostí medzi uštipnutiami komárov a konzumáciou alkoholu stáva kľúčovým (Lefèvre a kol., 2010). Význam slova atraktivita – príťažlivosť, pútavosť, lákavosť, zaujímavosť.

Problém: Ako súvisí konzumácia alkoholu (piva) na atraktívnosť ľudí pre komáre?

Predpoklad:.....

.....

Pomôcky: pero

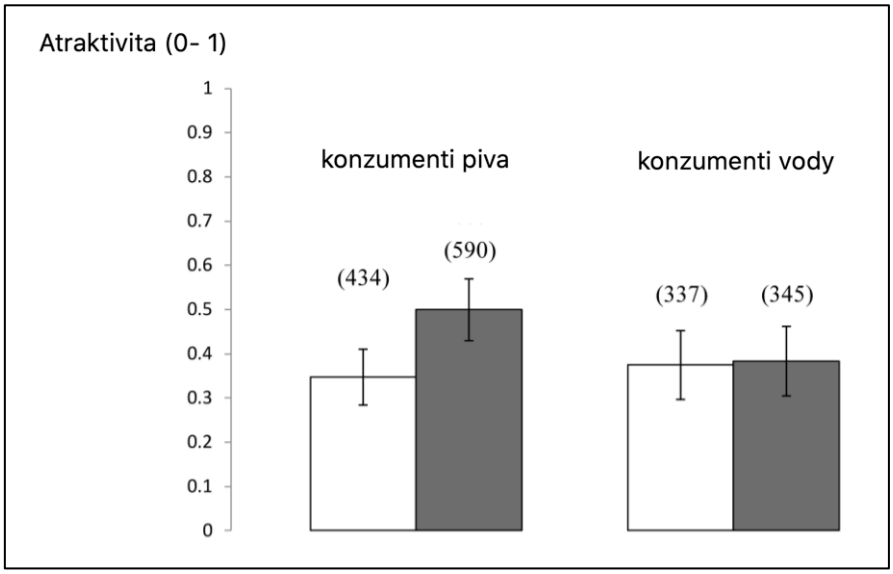
Dĺžka trvania: 1 vyučovacia hodina

Organizácia triedy: individuálna práca

Postup:

3.) Pozri si graf č. 1.

4.) Odpovedaj na otázky v zhrnutí.



Graf č. 1 Vplyv konzumácie piva na atraktívnosť ľudí pre komáre (Anopheles Gambiae), biely stĺpec reprezentuje počet komárov ochutených pred konzumáciu vody alebo piva a šedý stĺpec reprezentuje počet komárov ochutených po konzumácii vody alebo piva (Lefèvre a kol., 2010)

Zhrnutie:

1.) Na základe vlastného pozorovania konštatuj, ako vplýva konzumácia piva na atraktívnosť človeka pre komáre?

.....

.....

2.) Predstav si dedinu, ktorá je v záplavovom území rieky Morava v Slovenskej republike. Je jún, pred týždňom sa vyliala rieka a celý mesiac je 28 stupňov. Táto dedina sa rozhodla usporiadať pivný festival. Čo by si im odporučil dospelým ľudom, ktorý sa zúčastnia tohto festivalu? Diskutuj so spolužiakmi a vyučujúcim.

.....

.....

PRACOVNÝ LIST PRE ŽIAKA

Vplyv krvnej skupina a pachu človeka na atraktívnosť komárov

Príprava: Komáre patria medzi často skúmané organizmy z dôvodu, že zapríčiňujú šírenia rôznych ochorení a tým predstavujú riziko pre ľudské zdravie. V súvislosti s komármi boli uskutočnené výskumné práce, ktoré sa venovali tomu, ako môže súvisieť pach človeka alebo jeho krvná skupina s tým, ako veľmi bude priťahovať komáre (Khan a kol., 2021).

Problém: Ako vplýva krvná skupina a pach človeka na príťažlivosť komárov?

Predpoklad:.....

.....

Dĺžka trvania: 1 vyučovacia hodina

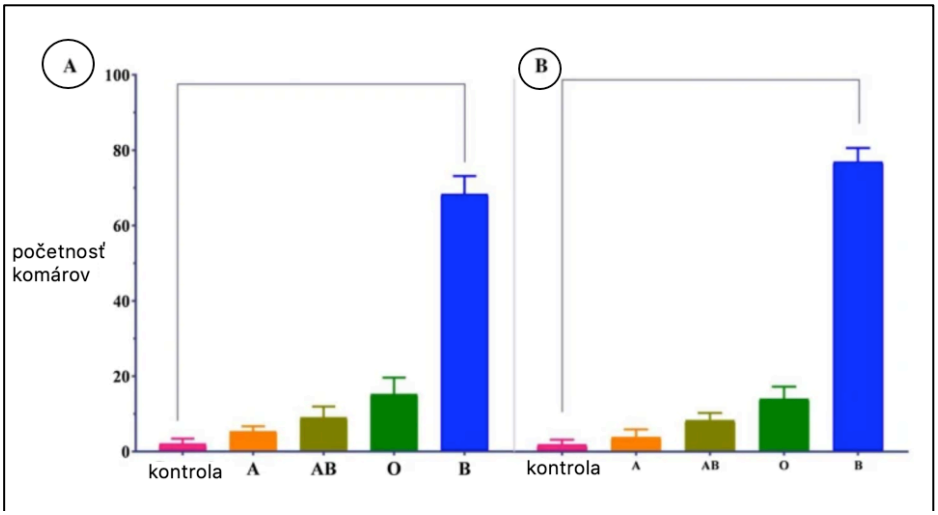
Organizácia triedy: individuálna práca

Pomôcky: pero

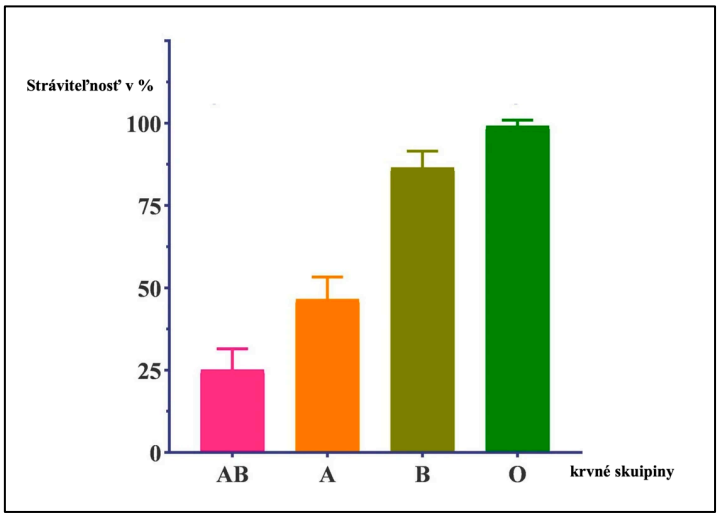
Postup:

3.) Pozri si nasledujúce grafy č. 1 a č. 2.

4.) Odpovedaj na otázky v zhrnutí.



Graf č. 1 Graf s označením (A) znázorňuje závislosť jednotlivých krvných skupín človeka (A, B, AB a 0) na príťažlivosť samíc komárov (Anopheles stephensi); graf s označením (B) znázorňuje závislosť pachu človeka, ktorý bol odobraný na vatový tampón z podpazušia, na príťažlivosť samíc komárov(Anopheles stephensi) (Khan a kol., 2021)



Graf č. 2 Vzťah stráviteľnosti jednotlivých typov krvných skupín pre samice komára (Anopheles stephensi) (Khan a kol., 2021)

Zhrnutie:

1.) Na základe vlastného pozorovania uveď, ktorá krvná skupina je najrizikovejšiea z hľadiska uštipnutí komármi druhu (*Anopheles stephensi*). Argumentuj prečo.

.....

.....

2.) Prečo samice komárov (*Anopheles stephensi*) majú vyberavý jedálny lístok? Argumentuj, pomôž si grafom č. 2.

.....

.....

3.) Uveď svoju krvnú skupinu a zhodnoť, aké riziko pre teba predstavujú komáre z hľadiska atraktívnosti tvojho pachu a tvojej krvnej skupiny. Pomôž si zisteniami z grafov č. 1 a 2. Uveď aj vlastnú skúsenosť s obťažnosťou komárov.

.....

.....

PRACOVNÝ LIST PRE ŽIAKA

Prevencia proti komárom

Príprava: Komáre sú prirodzene sa vyskytujúce organizmy po celom svete. Ich početnosť závisí od mnohých faktorov. V niektorých prípadoch sú ľudské obydlia v blízkosti území s častým výskytom záplav alebo sa nachádzajú v blízkosti močiarov. Takéto oblasti poskytujú vhodné podmienky pre rýchly vývinový cyklus komárov, čo spôsobuje ich nadmerný výskyt v týchto oblastiach. Častokrát sú spomínané oblasti chránené alebo je z dôvodu zlej dostupnosti nemožné efektívne bojovať proti komárom akoukoľvek metódou určenou na „boj“ proti komárom.

Problém: Aké opatrenia ti pomôžu chrániť sa pred komármi, ich uštipnutím a ochoreniami, ktoré prenášajú?

Dĺžka trvania: 1 vyučovacia hodina

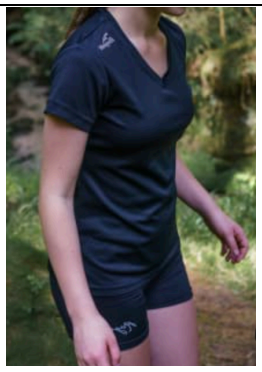
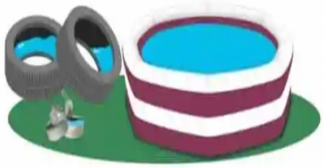
Organizácia triedy: individuálna práca

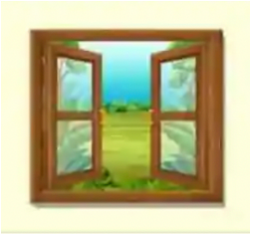
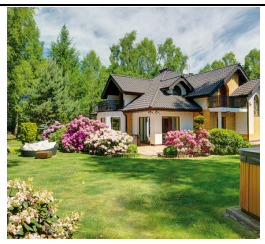
Pomôcky: pero

Postup:

3.) Pri nasledujúcich obrázkoch zakrúžkuj šťastného emotikona (☺), ak ti dané opatrenie pomôže v ochrane pred komármi alebo zakrúžkuj nešťastného emotikona (☹), ak ti dané opatrenie nepomôže v ochrane pred komármi.

4.) Pod jednotlivé obrázky uveď argument, na základe ktorého si zvolil príslušného emotikona.

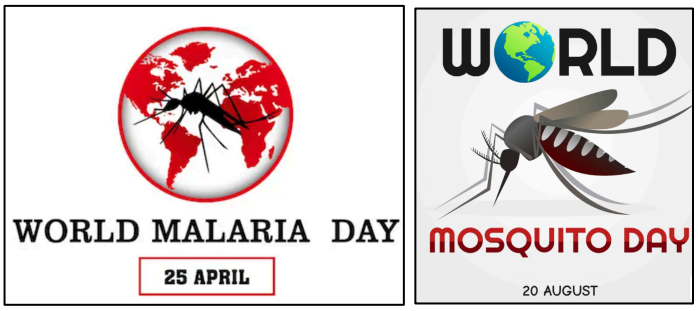
Oblečiem si dlhé oblečenie v čase kedy lietajú komáre	Oblečiem si krátke oblečenie v čase kedy lietajú komáre	Zneškodním nádoby, v ktorých sa zachytáva voda	Dažďovú nádobu zachytávam do otvorenej nádrže
			
☺/ ☹	☺ / ☹	☺/ ☹	☺/ ☹

V prípade potreby používam repelenty, ktoré sú určené proti komárom	Dažďovú nádobu zachytávam do nádrže s poklopom alebo sieťou	Nechávam otvorené okna, v čase kedy lietajú komáre	Používam sieťky proti hmyzu na okná a dvere
			
☺/ ☹	☺ / ☹	☺/ ☹	☺/ ☹
Čistím odkvapy v okolí domu, aby sa v nich nezadržiavala voda	V blízkosti oddychových zón komárov umiestnim CO_2 pasce BG-Protector na komáre	Udržiavam záhradu a pozemok upravený, aby som nevytváral oddychové zón pre dospelé komáre	Umiestnim CO_2 pascu BG- Protector proti komárom v okolí terasy, na balkón alebo na školský pozemok, aby som vytvoril zónu bez komárov
			
☺/ ☹	☺/ ☹	☺/ ☹	☺/ ☹
Upozorním dospelé osoby, aby znížili príjem piva v čase a na mieste, kde lietajú komáre	Terasu zabezpečím exterierovou moskytierou	Ak je to možné použijem moskytieru na ochranu pred komármi	V lete sa sprchujem častejšie, aby som znížil vlastný pach
			
☺/ ☹	☺/ ☹	☺/ ☹	☺/ ☹

PRACOVNÝ LIST PRE ŽIAKA

Komárie dní (projekt proti komárom)

Príprava: Svetový deň malárie (WORLD MALARIA DAY) je medzinárodným sviatkom, ktorý sa každoročne pripomína 25. apríla a je uznaním globálneho úsilia o kontrolu malárie (obr. č. 1). Celosvetovo je maláriou ohrozených 3,3 miliardy ľudí v 106 krajinách. V Slovenskej republike bola malária potlačená v 60. rokoch 20. storočia. Za posledných päť rokov sa na Slovensku zaznamenalo 17 prípadov ochorenia malárie. Posledný bol v septembri 2021. Išlo o importované nákazy, čo znamená, že ľudia sa nakazili pri cestovaní do malarických oblasti a ochorenie sa im prejavilo po návrate domov na Slovensko. Pôvodcami sú parazitické prvoky rodu *Plasmodium* a prenášačmi komáre rodu *Anopheles*, z ktorých 18 druhov sa vyskytuje v Európe a z nich 6 aj na Slovensku (SAV, 2021). Svetový deň komárov (WORLD MOSQUITO DAY), ktorý sa každoročne oslavuje 20. augusta, je spomienkou na objav britského lekára Sira Ronalda Rossa v roku 1897, že samice komárov anofelínových prenášajú maláriu medzi ľuďmi.



Obrázok č. 1 WORLD MALARIA DAY vľavo (https://currentaffairs.adda247.com/25-april-world-malaria-day-2022/); WORLD MOSQUITO DAY (https://www.vecteezy.com/vector-art/5347932-world-mosquito-day-vector-illustration)

Problém: Zabezpeč svoju domácnosť (záhradu, balkón, terasu a pod.) proti komárom a zapoj do toho svoju rodinu

Dĺžka trvania: 1 vyučovacia hodina

Organizácia triedy: individuálna práca

Pomôcky: pero, mobilný telefón s fotoaparátom, k tomuto projektu si zvoľ pomôcky, aké potrebuješ na základe vlastného uváženia

Postup:

1.) Ako spomienku na WORLD MALARIA DAY vypracuj svoj projekt proti komárom.
2.) Premysli si, ako by zabezpečil vašu domácnosť proti komárom.

3.) Zmapuj potenciálne liahniská a miesta, kde sa môžu nachádzať a vyvíjať komáre.
4.) Oslov svoju rodinu a spoločne urobte opatrenia, vďaka ktorým znížite riziko uštipnutia komármi u vás doma a zároveň znížite riziko prenosu ochorení z komárov.
5.) Všetko fotograficky dokumentuj na mobilný telefón, zaznamenaj si stav pred zavedením opatrenia a po. Ak niektoré z opatrení už máte, zaznamenaj ho.
6.) Priprav prezentáciu v programe power point a prezentuj zlepšenia, ktoré si u vás uskutočnil s cieľom ochrany pred komármi. Pomôž si predchádzajúcim pracovným listom a vedomosťami, ktoré si sa naučil pri vypracovaní tejto publikácie.

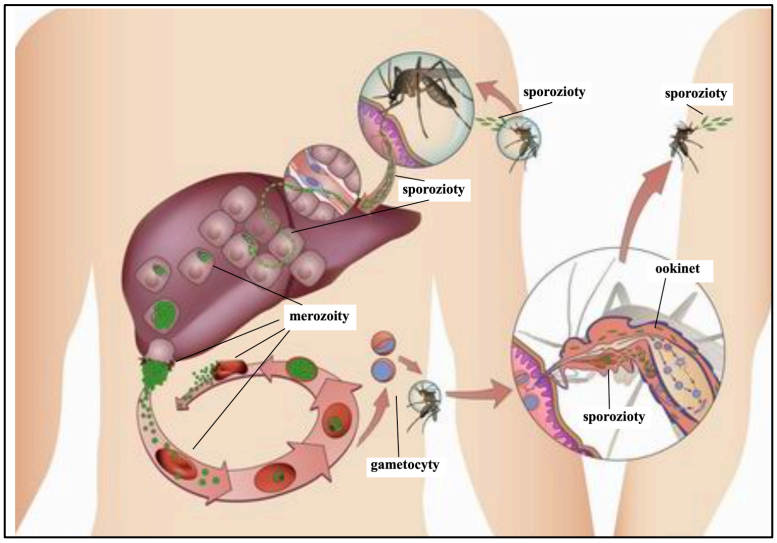
PRACOVNÝ LIST PRE ŽIAKA

Životný cyklus maláriovca tropického

Príprava: Krvinovky (*Hematozoea*) je tireda parazitických prvokov, sú typické parazity erytrocytov (červených krviniek). Patrí k nim pôvodca ľudskej malárie (*Plasmodium falciparum*). Toto ochorenie prenáša komár rodu *Anopheles*, ktorý žije aj na Slovensku.

Životný cyklus maláriovca tropiského (*Plasmodium falciparum*):

Pri cicaní komár vypúšťa do krvi človeka **sporozoity**, tie migrujú do buniek pečene človeka, kde sa delia a menia na **merozoity**. Napadnuté bunky pečene praskajú a merozoity prenikajú do červených krviniek (erytrocytov), kde sa živia hemoglobínom a rozmnožujú. Erytrocyty praskajú merozoity sa uvoľňujú a niektoré sa premieňajú na **gametocyty** (mikro a makro gaméty), tých sa nacicia ďalší komár. Mikro a makro gaméty v tráviacom ústrojenstve komára splynú a vytvoria **ookinet** (pohyblivú zygotu), ktorá prechádza cez črevo komára do jeho slinných žliaz a produkuje **sporozoity**, ktoré pri cicaní krvi putujú do ľudského organizmu a cyklus sa opakuje (obr. č. 1) (Peterková, 2015).



Obrázok č. 1 Životný cyklus krvinoviek

Malária zostáva jednou z najzávažnejších príčin ľudskej úmrtnosti. Tento epidemiologický „úspech“ parazita je prinajmenšom čiastočne spôsobený jeho veľmi vysokou intenzitou prenosu, ktorá vedie v priemere k niekoľkým stovkám infekcií ročne u ľudí žijúcich v oblastiach s najintenzívnejším prenosom. Nedávno sa myšlienky posunuli od epidemiologického opisu týchto interakcií k evolučnej myšlienke, že parazit môže manipulovať správanie komára s cieľom zvýšiť svoj prenos.

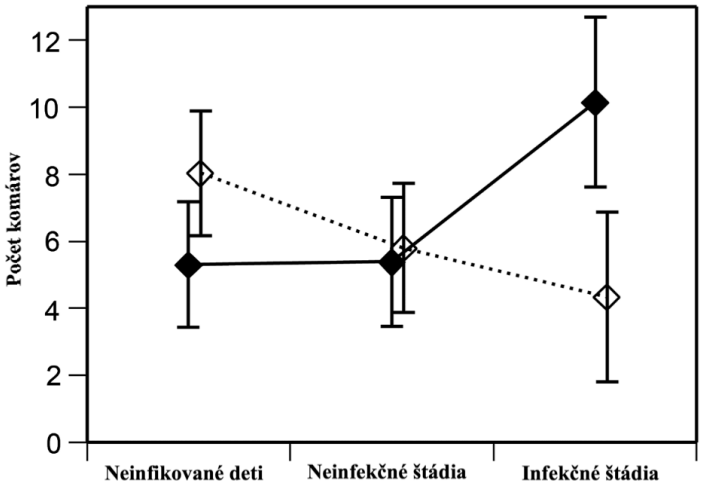
Problém č. 1: Manipulujú maláriaovce s komármi?

Pomôcky: pero

Postup:

1.) Pozri si graf na obrázku č. 1. Lacroix a kol. (2005) skúmali túto otázku z tvojho problému na deťoch v západnej Keni, na druhu komára *Anopheles gambiae*. V každej skupine bolo jedno dieťa neinfikované, jedno bolo prirodzene infikované asexuálnym (neinfekčným) štádiom *Plasmodium falciparum* a jedno malo gametocyty parazita (štádium prenosné na komáre) (obr. č. 1, 2).

2.) Odpovedaj na otázky v zhrnutí.



Obrázok č. 2 Atraktivita chorých detí na maláriu a zdravých deti, pre komáre. Plné kosoštvorce znázorňujú údaje detí pred liečbou; otvorené kosoštvorce označujú deti po liečbe. Neinfikované deti a neinfekčné štádia- v týchto skupinách sa choroba (malária) neprejavila, infekčné deti- prejavila sa choroba (malária).

Zhrnutie:

1.) Na základe vlastného pozorovania určí, ktorá skupina detí bola najatraktívnejšia pre komáre.

.....

.....

2.) Pozoroval si zmenu atraktívnosti niektorej skupiny detí pred a po liečbe antimalárikami (lieky na liečbu ochorenia malária)?

.....

.....

Problém č. 2: Akým spôsobom manipulujú maláriovce s komármi?

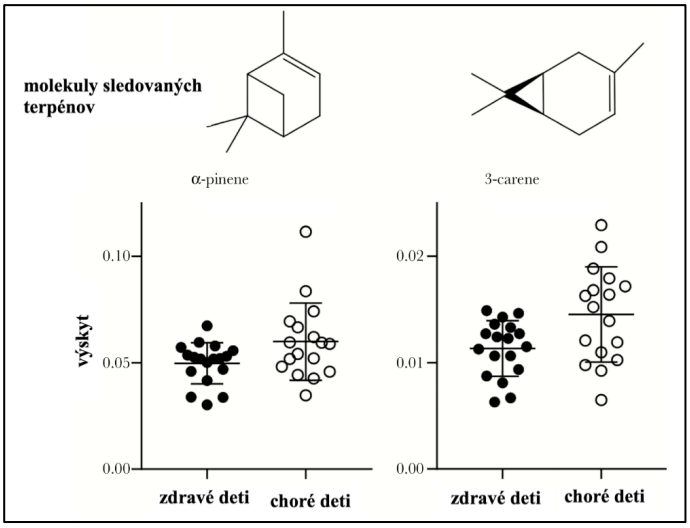
Predpoklad:.....

.....

Pomôcky: pero

Postup:

1.) Schaber a kol. (2018) sledovali prítomnosť terpénov (skupina látok, ktorá zahŕňa mnohé uhľovodíky), ktoré lákajú komáre, v dychu chorých (nakazených maláriou) a zdravých detí. Pozri si graf na obrázku č. 1 a odpovedz na otázky v zhrnutí.



Obrázok č. 1 Porovnanie výskytu sledovaných terpénov v dychu zdravých a chorých detí.

Zhrnutie:

2.) Vyvoď záver o tom, ako ovplyvňuje maláriovec správanie komárov a agrumentuj aké výhody z toho má.

.....

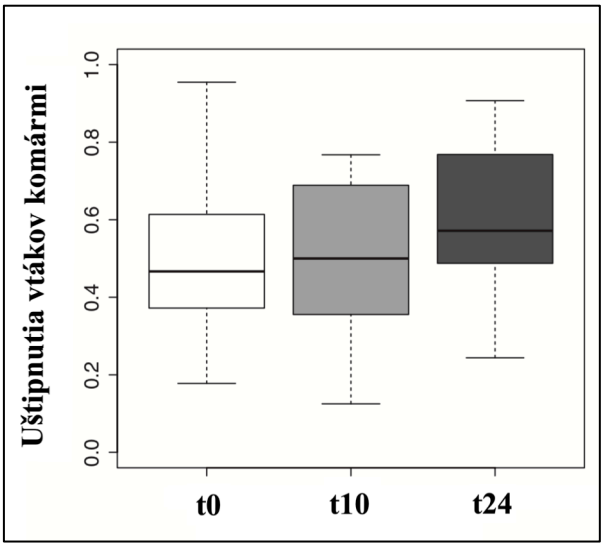
.....

Problém č. 3: Je manipulácia komárov maláriovcami zameraná len na človeka?

Pomôcky: pero

Postup:

1.) Cornet a kol. (2013) sa zaoberali vtáčím parazitom malárie *Plasmodium relictum* a jeho prirodzeným vektorom, komárom *Culex pipiens.* Výskyt bol ochorenia bol pozorovaný aj na Slovensku. Pozri si graf na obrázku č. 1 a odpovedz na otázky v zhrnutí.



Obrázok č. 1 Vplyv infekcie Plasmodium relictum na atraktivitu vtákov. Spôsob infekcie: pred infekciou (t0), akútna infekcia (t10) a chronická infekcia (t24).

Zhrnutie:

1.) Zhodnoť, či *Plasmodium relictum* ovplyvňuje správanie komárov a množstvo uštipnutí vtákov, argumentuj.

.....

.....

2.) Zamysli sa nad tým, akým spôsobom by mohlo *Plasmodium relictum* ovplyvňuje správanie komárov. Navrhni tému budúcej štúdie pre vedcov. Pomôž si zisteniami z problému č. 2.

.....

.....

3.) Je manipulácia komárov maláriovcami zameraná len na človeka?

.....

.....

Problém č. 4: Čo je to vektor a ako súvisí s maláriou?

Predpoklad:.....

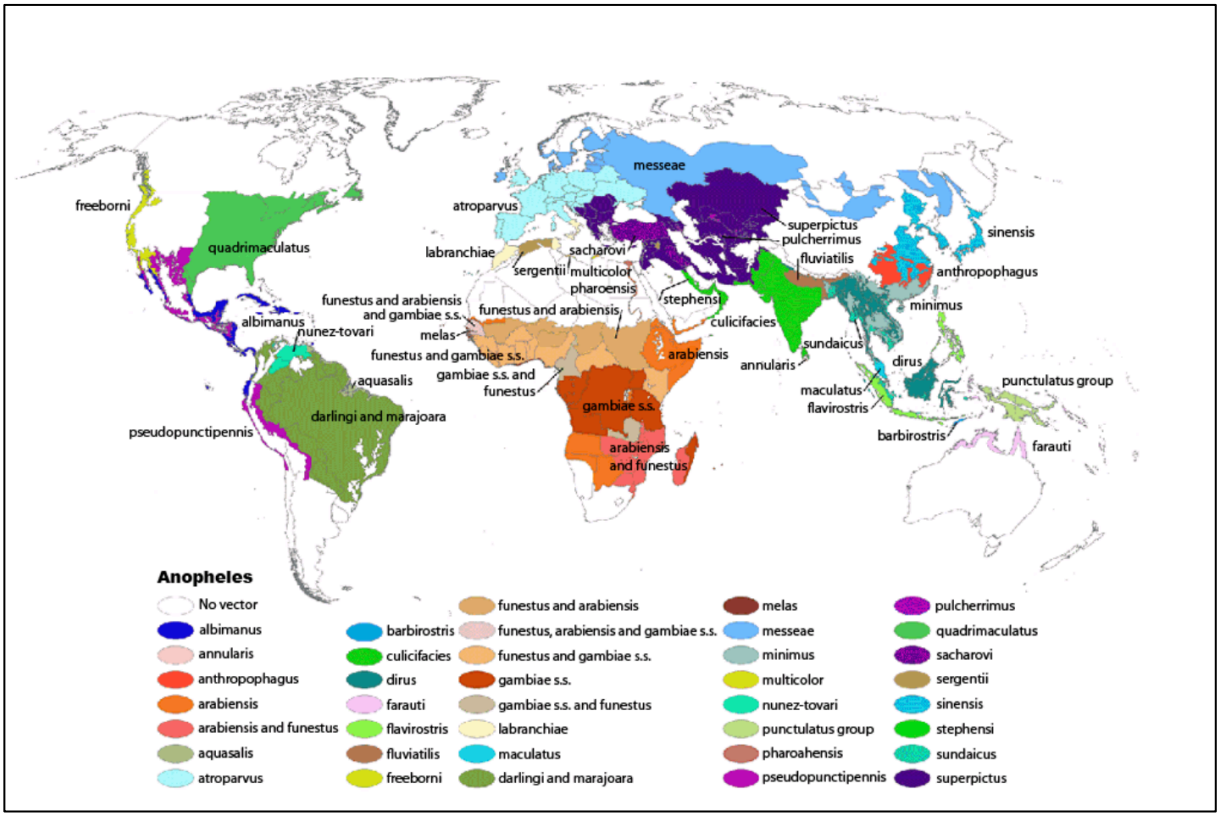
.....

Pomôcky: pero

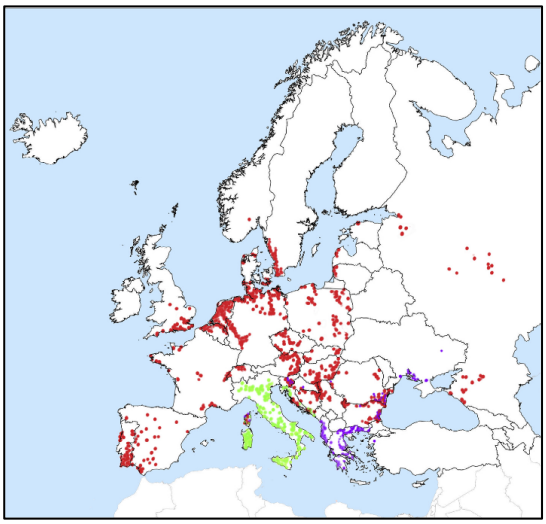
Postup:

1.) Pozri si obrázok č. 1 a obrázok č. 2. Zameraj sa na výskyt vektorov malárie.

2.) Odpovedaj na otázky v zhrnutí.



Obrázok č. 1 Približný výskyt vektorov malárie vo svete, rôznych druhov komárov rodu Anopheles (Odolini, 2012)



Obrázok č. 2 Výskyt vektorov malárie v európskych krajinách, červenou farbou sú vyznačené Anopheles atroparvus, zelená farba vyznačuje Anopheles labranchiae a fialová farba Anopheles sacharovi (Piperaki, 2016)

Zhrnutie:

1.) Na základe vlastného pozorovania uveď definíciu pojmu vektor v biológii. Uveď aspoň dva druhy vektorov malárie na Slovensku.

.....

.....

2.) Na základe vlastného pozorovania zhodnoť riziko výskytu malárie v Európe a na Slovensku.

.....

.....

Problém č. 5: Čo je to autochtónna malária?

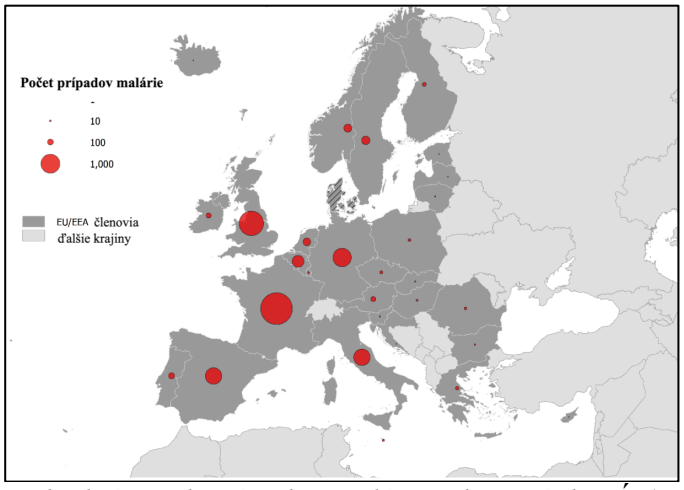
Pomôcky: pero

Príprava: V médiach na Slovensku sa objavil článok, v ktorom bolo uvedené: „Naše klimatické podmienky sú priaznivé pre vývoj plazmódií v komároch, čo sú pôvodcovia malárie.V minulosti bola podľa štatistík malária na našom území bežná. V minulom storočí v rokoch záplav ochorelo na ňu aj vyše 10 000 ľudí. **Autochtónna** malária, ako povedal Vostal, bola u nás zlikvidovaná v rokoch 1953 - 1954. Odvtedy sa každoročne objavuje niekoľko zavlečených **alochtóonych** prípadov z cudziny spôsobený cestovaním. Je nebezpečenstvo, že práve od takýchto chorých, alebo parazitonosičov sa nakazia komáre rodu *Anofeles*, ktoré môžu preniesť nákazu na miestne obyvateľstvo. Takéto nebezpečie, upozornil pán Vostal, hrozí najmä v rekreačných oblastiach (SME, n.d.).

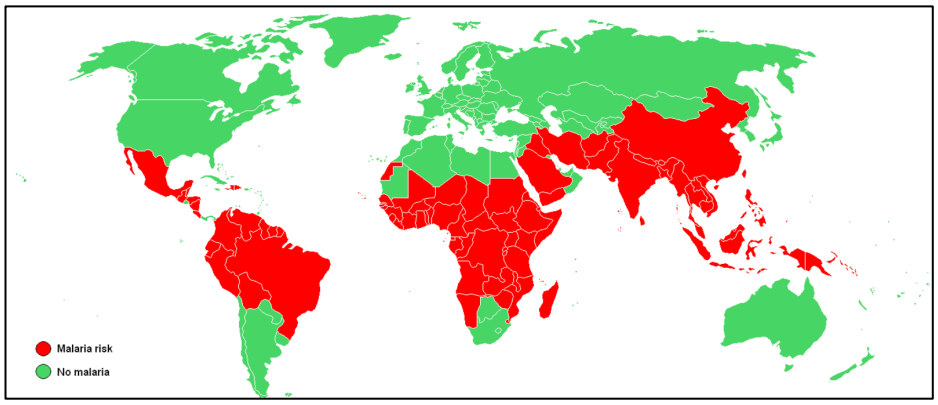
Postup:

1.) Pozri si obrázok č. 1.

2.) Odpovedaj na otázky v zhrnutí.



Obrázok č. 1 Výskyt alochtónnych prípadov malárie v krajinách EÚ (European Centre for Disease Prevention and Control, 2019)



Obrázok č. 2 Výskyt autochtónnej malárie vo svete (European Centre for Disease Prevention and Control, 2019)

Zhrnutie:

1.) Na základe vlastného pozorovania uveď výskyt voľne šíriacej sa malárie v EÚ. Pomôž si obrázkom č. 2.

.....

.....

2.) Na základe vlastného pozorovania vysvetli pojem autochtónna a alochtónna malária. Pomôž si prípravou a porovnaním obrázkov č. 1 a 2.

.....

.....

3.) Vyskytujú sa prípady nákazy malárie aj v EÚ? Ak áno, argumentuj ako sa to mohlo stať.

.....

.....

Problém č. 6: Úmrtnosť na maláriu

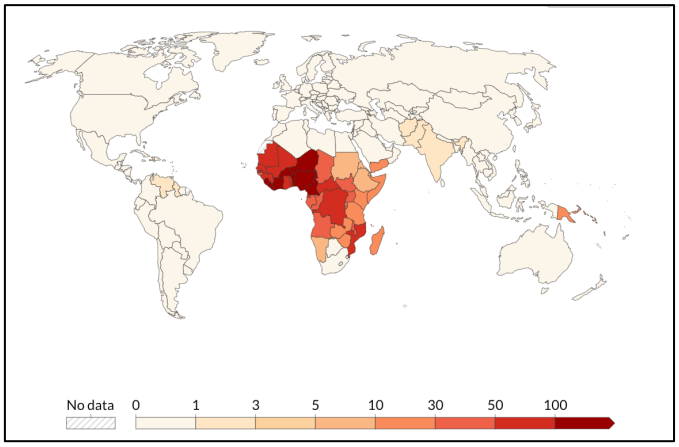
Pomôcky: pero

Príprava: Malária je jedna z najzávažnejších infekčných chorôb. Ročne na ňu ochorie približne 300 – 500 miliónov ľudí, pričom až 1 – 3 milióny z nich chorobe podľahne (Iľko a kol., 2022).

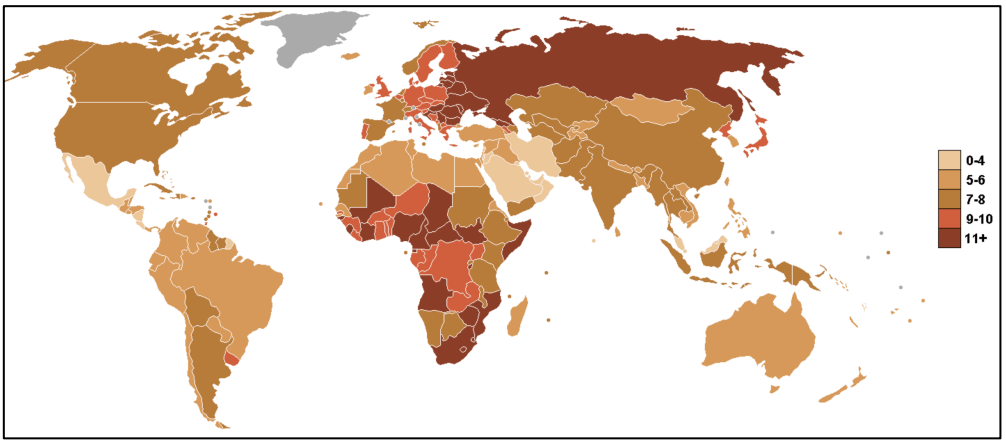
Postup:

1.) Pozri si obrázky č. 1 a 2.

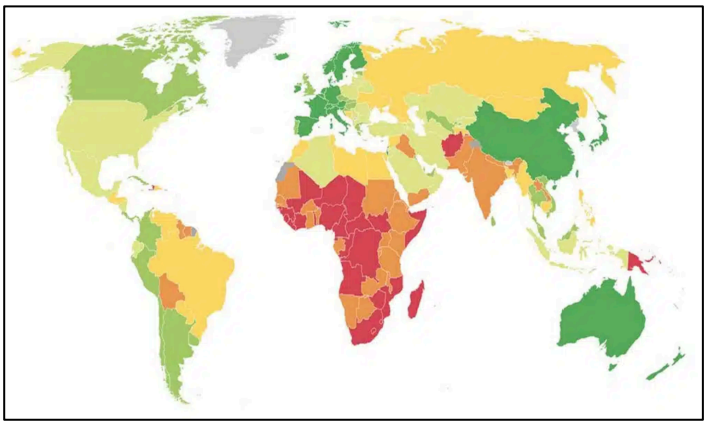
2.) Odpovedaj na otázky v zhrnutí.



Obrázok č. 1 Úmrtnosť ľudí na maláriu vo svete (https://ourworldindata.org/malaria)



Obrázok č. 2 Celková úmrtnosť ľudí vo svete vyjadrená v tisícoch (https://en.wikipedia.org/wiki/Mortality_rate)



Obrázok č. 3 Kvalita zdravotníckeho systému vo svete (zelená- vysoko kvalitný, červená- nekvalitný) (https://www.atlasandboots.com/remote-work/countries-with-the-best-healthcare-in-the-world/)

Zhrnutie:

1.) Porovnaj svetovú celkovú úmrtnosť s úmrtnosťou na maláriu. V čom sa podobajú a v čom odlišujú?

.....

.....

2.) Zameraj sa na kvalitu zdravotníckeho systému vo svete a vyvoď záver o úmrtnosti ľudí na maláriu.

.....

.....

3.) Vyvoď záver o úmrtnosti ľudí na maláriu v Rusku, Číne a Afrike, svoj záver porovnaj s celkovou úmrtnosťou ľudí v krajine a kvalitou zdravotníckeho systému. Argumentuj, pomôž si výsledkami problému číslo 5.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Použitá literatúra

ALAHMED, A. M. (2012). Mosquito fauna (Diptera: Culicidae) of the Eastern Region of Saudi Arabia and their seasonal abundance. *Journal of King Saud University-Science*, *24*(1), 55-62.

ALI F, SHIEH BHH, ALEHAIDEB Z, KHAN MZ, LOUIE A, FAGEH N, LAW FCP (2011) A review on the effects of some selected pyrethroids and related agrochemicals on aquatic vertebrate biodiversity. Can J Pure Appl Sci 5(2):1455–1464

BALDACCHINO, F., BUSSOLA, F., ARNOLDI, D., MARCANTONIO, M., MONTARSI, F., CAPELLI, G., ... & RIZZOLI, A. (2017). An integrated pest control strategy against the Asian tiger mosquito in northern Italy: a case study. Pest Management Science, 73(1), 87-93.

BÁRDOŠ, V. – DANIELOVÁ, V. 1959. The Tahyna Virus – aVirus isolated from Mosquitoes in Czechoslovakia. In *Journal of Hygiene, Epidemiology, Microbiology and Immunology*. 1959. vol. 3, no. 3, s. 264 – 276

BARRETT ADT (2018) West Nile in Europe: an increasing public health problem. J Travel Med 25:tay096. https://doi.org/10.1093/jtm/ tay09

BARTLETT-HEALY K, HAMILTON G, HEALY S, CREPEAU T, UNLU I, FARAJOLLAHI A ET AL., SOURCE Reduction Behavior as an Independent Measurement of the Impact of a Public Health Education Campaign in an Integrated Vector Management Program for the Asian Tiger Mosquito. Int J Environ Res Public Hlth 8:1358-1367 (2011).

BECKER N (1997) Microbial control of mosquitoes: management of the upper Rhine mosquito population as a model programme. Parasitol Today 13:485–487. https://doi.org/10.1016/s0169-4758(97)01154-x

BELZ, H., SIEGRIST, M. 2001. Klíčové kompetence a jejich rozvíjení. Praha: Portál. ISBN 80-7178-479-6.

BENELLI, G. – JEFFRIES, C. L. – WALKER, T. 2016. Biological Control of Mosquito Vectors: Past, Present and Future. In *Insects*. 2016. vol. 7, no. 4, 18 s.

BENELLI, G. – JEFFRIES, C. L. – WALKER, T. 2016. Biological Control of Mosquito Vectors: Past, Present and Future.

BERACKO, P. – BULÁNKOVÁ, E. – ČEJKA, T. – ČIAMPOR, F. – ČIAMPOROVÁ ZAŤOVIČOVÁ, Z. – DERKA, T. – KOKAVEC, I. – KRNO, I. – REDUCIENDO KLEMENTOVÁ, B. – ROGÁNSKA, A. – RÚFUSOVÁ, A. – SVITOK, M. – ŠPORKA, F.

2017. Bentické bezstavovce aich biotopy. Učebnica. Bratislava: Univerzita Komenského v Bratislave, 2017. s. 97 – 102. ISBN 978-80-223-4461-6

BOONE, T. (2012, October 11). Avoiding West Nile Disease: The Time of Day Really Matters. Vodafone US. Retrieved from https://vodafone-us.com/2012/10/avoiding-west-nile-disease-the-time-of-day-really-matters/

BOUKRAA, S., DE LA GRANDIERE, M. A., BAWIN, T., RAHARIMALALA, F. N., ZIMMER, J. Y., HAUBRUGE, E., ... & FRANCIS, F. (2016). Diversity and ecology survey of mosquitoes potential vectors in Belgian equestrian farms: A threat prevention of mosquito-borne equine arboviruses. *Preventive Veterinary Medicine*, *124*, 58-68.

BURKETT – CADENA, N. 2013. Morphology of Adult and Larval Mosquitoes. University of Florida – Florida Medical Entomology Laboratory. 14 s. [cit. 2021.08.15] Dostupné na internete: <https://fmel.ifas.ufl.edu/media/fmelifasufledu/workshop/Mosquito_Morphology.pdf>

CARDÉ, R. T. (2015). Multi-cue integration: how female mosquitoes locate a human host. *Current Biology*, *25*(18), R793-R795.

CORNET, S., NICOT, A., RIVERO, A., & GANDON, S. (2013). Malaria infection increases bird attractiveness to uninfected mosquitoes. *Ecology letters*, *16*(3), 323-329.

COURTNEY, G. W. – CRANSTON, P. S. 2015. Ecology and General Biology. Thorp and Covich's Freshwater Invertebrates. Chapter 40 – Order Diptera. 4. vyd. USA: Academic Press, 2015. s. 1043 – 1058. ISBN 978-0-12-385026-3

ČABANOVÁ, V., ŠIKUTOVÁ, S., STRAKOVÁ, P., ŠEBESTA, O., VICHOVÁ, B., ZUBRÍKOVÁ, D., ... & Rudolf, I. (2019). Co-circulation of West Nile and Usutu flaviviruses in mosquitoes in Slovakia, 2018. *Viruses*, *11*(7), 639.

ČABANOVÁ, V., TICHÁ, E., BRADBURY, R. S., ZUBRIKOVÁ, D., VALENTOVÁ, D., CHOVANCOVÁ, G., ... & Rudolf, I. (2021). Mosquito surveillance of West Nile and Usutu viruses in four territorial units of Slovakia and description of a confirmed autochthonous human case of West Nile fever, 2018 to 2019. *Eurosurveillance*, *26*(19), 2000063.

ČEPELÁK, J. 1984. DIPTERA SLOVENSKA I. Bratislava: VEDA, 1984. 288 s. ČÍŽKOVÁ, H. – KVĚT, J. – COMÍN, F. A. – LAIHO, E. – POKORNÝ, J. – PITHART, D. 2013. Actual state of European wetlands and their possible future in the context of global climate change. In *Aquatic Sciences*. 2013. vol. 75, Iss. 1, s. 3 – 26

de Jong, J., Millon, L., Håstad, O., & Victorsson, J. (2021). Activity pattern and correlation between bat and insect abundance at wind turbines in South Sweden. *Animals*, *11*(11), 3269.

EUROPEAN CENTRE FOR DISEASE PREVENTION AND CONTROL. (2019). Annual epidemiological report for 2019: Malaria. Retrieved from https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/AER-malaria-2019.pdf

FONSECA DM, UNLU I, CREPEAU T, FARAJOLLAHI A, HEALY SP, BARTLETT-HEALY K et al., Area-wide management of Aedes albopictus. Part 2: Gauging the efficacy of traditional integrated pest control measures against urban container mosquitoes. Pest Manag Sci 69:1351-1361 (2013).

FOSTER, W. A. – WALKER, E. D. 2019. MEDICAL AND VETERINARY ENTOMOLOGY. Chapter 15 – Mosquitoes (Culicidae). USA: Academic Press, 2019. s. 261 – 326. ISBN 978-0-12-510451-7

HÁJKOVÁ, Z. – MINÁŘ, J. 1970. Bionomy of Mosquitoes (Diptera, Culicidae) in the Inundated Region of Southern Moravia. In *Folia Parasitologica*. 1970. vol. 17, s. 239 – 256

HEALY, K., HAMILTON, G., CREPEAU, T., HEALY, S., UNLU, I., FARAJOLLAHI, A., & FONSECA, D. M. (2014). Integrating the public in mosquito management: active education by community peers can lead to significant reduction in peridomestic container mosquito habitats. PLoS One, 9(9), e108504.

HEALY, K., HAMILTON, G., CREPEAU, T., HEALY, S., UNLU, I., FARAJOLLAHI, A., & FONSECA, D. M. (2014). Integrating the public in mosquito management: active education by community peers can lead to significant reduction in peridomestic container mosquito habitats. PLoS One, 9(9), e108504.

HEINTZE C, GARRIDO MV AND KROEGER A, What do community-based dengue control programmes achieve? A systematic review of published evaluations. Trans R Soc Trop Med Hyg 101:317-325 (2007).

CHEBABI ABRAMIDES G, ROIZ D, GUITART R, QUINTANA S, GUERRERO I and Gimenez N, Effectiveness of a multiple intervention strategy for the control of the tiger mosquito (Aedes albopictus) in Spain. Trans R Soc Trop Med Hyg 105:281-288 (2011).

IĽKO, I., a kol. (2021). Komáre a biocídy. Pedagogická fakulta Trnavské univerzity.

IĽKO, I., PETERKOVÁ, V., HEREGOVÁ, M., STRELKOVÁ, L., PREINEROVÁ, K., DERKA, T., ... & ČABANOVÁ, V. (2023). The study on biocidal resistance of mosquitoes of genus Culex and Aedes to commonly used biocides cypermethrin and deltamethrin in Central Europe. Biologia, 1-10.

IĽKO, I., PETERKOVÁ, V., MARTINCOVÁ, R., & PREINEROVÁ, K. (2022). IMPACT OF SHORT-TERM EDUCATIONAL ACTIVITIES ON PUPILS'ATTITUDES

TOWARDS WASTE IN DISTANCE EDUCATION. Ad Alta: Journal of Interdisciplinary Research, 12(2).

JALILI, N. – LONGAUEROVÁ, A. 2006. Komármi prenášané arbovírusy v Európe. In *Lekársky obzor.* 2006. vol. 55, no. 9, s. 371 – 374

KHAN, S. A., KASSIM, N. F. A., WEBB, C. E., AQUEEL, M. A., AHMAD, S., MALIK, S., & HUSSAIN, T. (2021). RETRACTED ARTICLE: Human blood type influences the host-seeking behavior and fecundity of the Asian malaria vector Anopheles stephensi. *Scientific Reports*, *11*(1), 24298.

KOČIŠOVÁ, A. 2014. Dvojkrídly hmyz (Diptera) a choroby ním prenášané v 21. storočí vmeniacom sa ekosystéme Európy. Univerzita veterinárneho lekárstva afarmácie v Košiciach, 2014. 76 s. ISBN 978-80-8077-403-5

KOMÁROVITÉ [online]. Encyclopaedia Beliana, ISBN 978-80-89524-30-3. [cit. 2023-04-25]. Dostupné na internete: https://beliana.sav.sk/heslo/komarovite

KOSTOLNÁ, L., MINICHOVÁ, L., PAULÍKOVÁ, I., MATUŠKOVÁ, R., HATALOVÁ, E., & ČABANOVÁ, V. (2020). Prvé prípady Západonílskej horúčky na Slovensku. [The first cases of West Nile fever in Slovakia]. Epidemiológia, Mikrobiológia, Imunológia, 69(3), 127-130. Dostupné z:https://www.researchgate.net/publication/345308843_Prve_pripady_Zapadonilskej_horucky_na_Slovensku

KRÁL, "Kosy v Česku opravdu zabíjí. Africký virus Usutu potvrdili vědci," ČT24, last modified November 9, 2021, https://ct24.ceskatelevize.cz/veda/2699201-kosy-v-cesku-opravdu-zabiji-africky-virus-usutu-potvrdili-vedci.

KRAMÁŘ, J. 1958. FAUNA ČSR 13. KOMÁŘI BODAVÍ-CULICINAE. 1.vyd. Praha: Nakladatelství Československé akademie věd, 1958. s. 13 – 79.

KRAMÁŘ, J. 1958. FAUNA ČSR 13. KOMÁŘI BODAVÍ-CULICINAE. 1.vyd. Praha: Nakladatelství Československé akademie věd, 1958. s. 13 – 79.

KRATOCHVÍL, J. 1973. POUŽITÁ ZOOLOGIE. BEZOBRATLÍ 1. 2. vyd. Praha: Státní zemêdêlské nakladatelství, 1973. s. 376 – 383

KRATOCHVÍL, J. 1973. POUŽITÁ ZOOLOGIE. BEZOBRATLÍ 1. 2. vyd. Praha: Státní zemêdêlské nakladatelství, 1973. s. 376 – 383

LACROIX, R., MUKABANA, W. R., GOUAGNA, L. C., & KOELLA, J. C. (2005). Malaria infection increases attractiveness of humans to mosquitoes. *PLoS biology*, *3*(9), e298.

LEFÈVRE, T., GOUAGNA, L. C., DABIRÉ, K. R., ELGUERO, E., FONTENILLE, D., RENAUD, F., ... & Thomas, F. (2010). Beer consumption increases human attractiveness to malaria mosquitoes. *PloS one*, *5*(3), e9546.

MACHANI MG, OCHOMO E, ZHONG D, ZHOU G, WANG X, GITHEKO AK, YAN G, AFRANE YA (2020) Phenotypic, genotypic and biochemi- cal changes during pyrethroid resistance selection in Anopheles gambiae mosquitoes. Sci Rep 10(1):1–8. https://doi.org/10.1038/ s41598-020-75865-1

MATSUO N (2019) Discovery and development of pyrethroid insecti- cides. Proc Jpn Acad Ser B Phys Biol Sci 95(7):378–400. https:// doi.org/10.2183/pjab.95.027

MAUND SJ, CAMPBELL PJ, GIDDINGS JM, HAMER MJ, HENRY K, PILLING ED, WARINTON JS, WHEELER JR (2011) Ecotoxicology of synthetic pyrethroids. In: Matsuo N, MORI T (eds) Pyrethroids. Topics in Current Chemistry, vol 314. Springer, Berlin, Heidelberg, pp 137–165. https://doi.org/10.1007/128_2011_260

MÜLLER, P., ENGELER, L., VAVASSORI, L., SUTER, T., GUIDI, V., GSCHWIND, M., ... & FLACIO, E. (2020). Surveillance of invasive Aedes mosquitoes along Swiss traffic axes reveals different dispersal modes for Aedes albopictus and Ae. japonicus. *PLoS neglected tropical diseases*, *14*(9), e0008705.

ODOLINI, S., GAUTRET, P., & PAROLA, P. (2012). Epidemiology of imported malaria in the Mediterranean region. *Mediterranean journal of hematology and infectious diseases*, *4*(1).

PETERKOVÁ, V. 2015. *BEZCHORDÁTY*, zoológia aekológia. 1. vyd. Trnava: Typi Universitatis Tyrnaviensis a VEDA, 2015. s. 85 – 105. ISBN 978-80-8082-950-6

PETERKOVÁ, V., 2015. Bezchordáty, zoológia a ekológia. Typi Universitatis Tyrnaviensis, Trnava 2015.

Piperaki, E. T., & Daikos, G. L. (2016). Malaria in Europe: emerging threat or minor nuisance?. *Clinical Microbiology and Infection*, *22*(6), 487-493.

PRINCE, J. M., FELDER, M. R. 2006. Inductive teaching and learning methods: definitions, comparisons and research bases. In Journal of Engineering Educa- tion, 2006, vol. 95, no. 2. p. 123-138.

RAGHAVENDRA, K., SHARMA, P., & DASH, A. P. (2008). Biological control of mosquito populations through frogs: opportunities & constrains. Indian Journal of Medical Research, 128(1), 22.

RAMASAMY, R. 2018. Adaptation of *Aedes aegypti* to salinity: Characterized by larger anal papillae in larvae. In *Journal of Vector Borne Diseases.* 2018. vol. 55, Iss. 3, s. 235 – 238

RUEDA, L. M. – DEBBOUN, M. 2020. Mosquitoes, Communities, and Public Health in Texas. Chapter 1 – Taxonomy, Indentification, and Biology of Mosquitoes. USA: Academic Press, 2020. s. 3 – 7. ISBN 978-0-12-814545-6

RUEDA, L. M. – DEBBOUN, M. 2020. Mosquitoes, Communities, and Public Health in Texas. Chapter 1 – Taxonomy, Indentification, and Biology of Mosquitoes. USA: Academic Press, 2020. s. 3 – 7. ISBN 978-0-12-814545-6

RUEDA, L. M. 2008. Global diversity of mosquitoes (Insecta: Diptera: Culicidae) in freshwater. In *Hydrobiologia*. 2008. vol. 595, s. 477 – 487

RUSSEL, R. C. – OTRANTO, D. – WALL, R. L. 2013. The encyclopedia of Medical & Veterinary entomology. 1. vyd. UK: CABI. 2013. s. 243 – 283. ISBN 13: 978-1-78064 037-2

SAARI, S. – NÄREAHO, A. – NIKANDER, S. 2019. Insecta. Canine Parasites and Parasitic Diseases. Cambridge: Academic Press, 2019. s. 159 – 185. ISBN 978-0-12-814112-0

SAARI, S. – NÄREAHO, A. – NIKANDER, S. 2019. Insecta. Canine Parasites and Parasitic Diseases. Cambridge: Academic Press, 2019. s. 159 – 185. ISBN 978-0-12-814112-0

SAV (2021). *Výsledky výskumu ukázali, že Slováci prejavujú solidaritu najmä voči rodine a priateľom.* Dostupné z https://www.sav.sk/?lang=sk&charset=&doc=services-news&news_no=2284

SERVICE, M. 2012. MEDICAL ENTOMOLOGY for Students. 5. vyd.: Cambridge University Press, 2012. 334 s. ISBN 978-1-10-766818-8

SHARMA, S., LOACH, N., GUPTA, S., & MOHAN, L. (2022). Evaluation of larval toxicity, mode of action and chemical composition of citrus essential oils against Anopheles stephensi and Culex quinquefasciatus. Biocatalysis and Agricultural Biotechnology, 39, 102284.

SCHABER, C. L., KATTA, N., BOLLINGER, L. B., MWALE, M., MLOTHA-MITOLE, R., TREHAN, I., ... & ODOM JOHN, A. R. (2018). Breathprinting reveals malaria-associated biomarkers and mosquito attractants. *The Journal of infectious diseases*, *217*(10), 1553-1560.

SME Domov. (n.d.). Podľa malariológa vostala je aj na Slovensku potenciálne nebezpečie malárie. Získané z https://domov.sme.sk/c/100798/podla-malariologa-vostala-je-aj-na-slovensku-potencionalne-nebezpecie-malarie.html

SNODGRASS, R. E. 1959. THE ANATOMICAL LIFE OF THE MOSQUITO. In *SMITHSONIAN MISCELLANEOUS COLLECTIONS*. 1959. vol. 139, no. 8, 93 s.

SOH, S., & AIK, J. (2021). The abundance of Culex mosquito vectors for West Nile Virus and other flaviviruses: A time-series analysis of rainfall and temperature dependence in Singapore. *Science of The Total Environment*, *754*, 142420.

SOTÁKOVÁ, I. 2018. Účinnosť bádateľsky orientovanej výučby v téme Chemický dej na základných školách a gymnáziách.

SOUSA, E., QUNINTINO, V., PALHAS, J., RODRIGUES, A., TEIXEIRA, J. 2016. Can Environmental EducationActions Change Public Attitudes? An Example Using the Pond Habitat and Associated Biodiversity. In PLoS ONE. Vol. 11, no. 5.

STERN, P. C. (2000). New environmental theories: toward a coherent theory of environmentally significant behavior. Journal of social issues, 56(3), 407-424.

SURENDRAN, S. N. – SIVABALAKRISHNAN, K. – JAYADAS, T. T. P. – SANTHIRASEGARAM, S. – LAHEETHARAN, A. – SENTHILNANTHANAN, M. –

TOMENGOVÁ, A. 2012. Aktívne učenie sa žiakov – stratégie a metódy. Bratislava 2012. 7 p. ISBN 978-80-8052-421-0.

US NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES (2021, September). Search Results. Business Standard. Retrieved April 29, 2023, from https://www.business-standard.com/search?type=news&q=Us+National+Academy+Of+Sciences

WHO (World Health Organization) (2021) Vector insecticide resistance. Insecticide class: Pyrethroids. https://tinyurl.com/malariathreatmap. Accessed 22 Aug 2022

WIGGLESWORTH, V. B. 1933. The Function of the Anal Gills of the Mosquito Larva. In *Journal of Experimental Biology*. 1933. vol. 10, Iss. 1, s. 16 – 26

WU, Y., WANG, J., LI, T., LIU, Q., GONG, Z., & HOU, J. (2020). Effect of different carbon dioxide (CO2) flows on trapping Aedes albopictus with BG traps in the field in Zhejiang Province, China. *Plos one*, *15*(12), e0243061.

YILMAZ, S., ÇIĞ, O., & BOLAT, E. Y. 2020. The effect of a short-term nature-based education program on young children's biophilic tendencies.In Elementary Education Online, vol. 19, no. 3, p. 1729-1739.

Online zdroje:

https://gray-wmctv prod.cdn.arcpublishing.com/resizer/Pqoc4Yjq9vpPt35BNGOim0aYWnw=/980x0/smart/filter

s:quality(85)/cloudfront-us-east-1.images.arcpublishing.com/gray/4AMH46WXAZFSZJW5HQ23UNPTEU.jpg

https://www.topky.sk/cl/13/2349163/Expert-radi-rodicom--Postipal-komar-vase-deti--Najlepsi-trik-na-osetrenie-rany-a-zbavenie-svrbenia

https://www.baycounty-mi.gov/mosquitocontrol/

https://i3.wp.com/homemadeheather.com/wp-content/uploads/2021/06/Mosquito-Printables-13-1187x1536.jpg

https://www.fehd.gov.hk/english/pestcontrol/mosquito_quiz/breeding.html

https://www.sslvmad.org/images/Culex_pipiens_diagram_en.svg.png

https://pbs.twimg.com/media/Fagu0mjXkAEQ_Is.jpg

https://www.priznaky-projevy.cz/images/priznaky_projevy/malarie-priznaky-projevy-symptomy-4.jpg

2023