

Drozofila obyčajná *Drosophila melanogaster* (Meigen, 1830) (Diptera, Drosophilidae) The Fruit Fly *Drosophila melanogaster* (Meigen, 1830) (Diptera, Drosophilidae)

Straka, V.

Slovenská entomologická spoločnosť pri SAV v Bratislave

korešpondencia: straka48@gmail.com

Súhrn

Drozofila obyčajná (*Drosophila melanogaster*) patrí k bežným druhom našej dipterofauny. Svojou biológiou tvorí významnú zložku rozkladných procesov vo voľnej prírode. Z hospodárskeho hľadiska ju však pokladáme za škodcu, ktorý môže spôsobovať problémy v kvasnom priemysle. Naopak, z medicínskeho hľadiska je evidovaná ako druh spôsobujúci fakultatívne intestinálne myiázy, ale veľmi významná je ako vhodný laboratórny organizmus. Dôkazom je doteraz už piata Nobelová cena, udelená v roku 2017 za fyziológiu. V medicíne bola drozofila využitá ako študijný druh pri objave molekulárneho mechanizmu ovládajúceho cirkadiálny rytmus aj človeka.

Kľúčové slová: *Drosophila melanogaster*, biológia, hospodársky význam, medicínsky význam, Nobelova cena

Abstract

The fruit fly *Drosophila melanogaster* belongs to common species of our dipterofauna. Because of its biology it creates an important part of decomposition processes in the open nature. However, from the economic aspect it is considered to be a pest which may cause problems in the fermenting industry. From the medical aspect on the one hand it is registered as the species causing facultative intestinal myiases, but on the other hand it is very important as a suitable laboratory organism. The evidence is the Nobel Prize in Physiology or Medicine awarded already for the fifth time; in the current year (2017) it was for the molecular mechanism controlling the circadian rhythm also of the human.

Key words: *Drosophila melanogaster*, biology, economic significance, medicinal significance, Nobel prize 2017

Úvod

Drozofila obyčajná *Drosophila melanogaster* (syn. octomilka obyčajná) je všeobecne rozšírený a bežný druh našej dipterofauny. Nakoľko je veľmi prístupná na získanie najdôležitejších výskumných údajov, stala sa veľmi rýchlo výskumným objektom pre viaceré vedné disciplíny. Jej existenciu si uvedomili ľudia najskôr z hospodárskeho hľadiska a predovšetkým v kvasnom priemysle. Pre svoj rýchly vývoj, ľahkú dostupnosť lariev aj imág a pohodlný odber sledovaných výsledkov sa využíva v laboratóriách ako modelový organizmus v biológii, genetike, fyziológii a evolučnej biológii a v medicíne. V súčasnosti je radená medzi najčastejšie skúmané živočíchy. Úspechy výskumníkov sa dostavili postupne a od roku 1933 do roku 2017 bolo udelených 5 Nobelových cien za výsledky v oblasti fyziológie a medicíny. Modelom bola drozofila obyčajná.

Materiál a metódy

Štúdium znalostí o drozofile obyčajnej sme zamerali na zhrnutie známych poznatkov o jej biológii, hospodárskych aspektoch a význame z hľadiska medicíny. Nakoľko štúdiu tohto druhu sa venovalo neobyčajne veľké množstvo výskumníkov a ktorí zanechali veľké množstvo výstupov, sústredíme sa len na podanie najvýznamnejších z nich.

Biológia

Čeľaď octomilkovitých (Drosophilidae) zahŕňa väčšinou malé až stredne veľké druhy. Sfarbením tela sú žltohnedé alebo hnedé s tmavšími kresbami, alebo jednofarebne tmavé. Hlava má 3 or, vte, cti, pvt a spravidla oc štetiny (Obr. 1). Žilka C na krídle je dvakrát prerušená, Sc ústi voľne, alebo splýva s R1 (Obr. 2). Doba vývoja octomiliek je veľmi krátka, kladú veľa vajíčok (Obr. 3). U nás bolo zistených okolo 60 druhov [2].

Drosophila melanogaster má približne 2 – 3 mm a živé exempláre majú jasne červené oči (Obr. 4, 5, 6). Larva je mikrofág (schizofitofág - živí sa drobnými organizmami) a je škodca skladov. Imágo je synantrop, zdravotne významný a výskumne užitočný druh [1]. Jej larvy sú malé, dlhé asi 7 mm, biele a lesklé, červovitého vzhľadu. V priebehu 5 – 6 dní sa mnohonásobne zväčšia. Imágo má čierne pruhy na brušku. Existuje však množstvo viditeľných genetických mutácií, vrátane farieb očí, cenné pre genetikov. Samičky žijú približne jeden mesiac pri izbovej teplote, ale ich život sa môže pri nižších teplotách predĺžiť i na dva mesiace. Pri izbovej teplote samička znáša 30 – 50 vajíčok denne. Vývoj lariev prebieha na kvasiacom ovoci alebo na iných zdrojoch fermentáciou cukru aj z krvi, alebo v odpade v kanalizáciách alebo odpadkových košoch (Obr. 7).



Obr. 1 • *Drosophila melanogaster* (foto George Novak)



Obr. 5 • *Drosophila* (Sophophora) *melanogaster*, samec (foto George Novak)



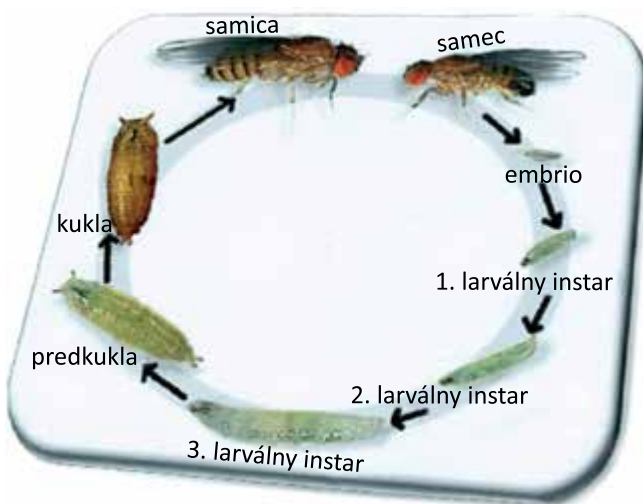
Obr. 2 • Kridlo čeľade Drosophilidae (obr. autor)



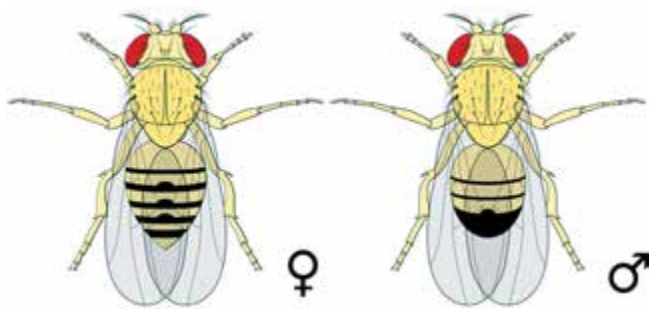
Obr. 6 • *Drosophila melanogaster*, samica (foto George Novak)



Obr. 3 • Vajíčka *Drosophila melanogaster* (foto autor)



Obr. 7 • Vývoj *Drosophila melanogaster* (obr. autor)



Obr. 4 • *Drosophila melanogaster*, samec a samica (upravená perokresba autorom)

Hospodársky význam

Väčšina druhov sa vyvíja na kvasiacich organických látkach, ako sú ovocie, huby a pod. Synantropne druhy škodia v potravinárskom priemysle, druhy viazané na

stromovú miazgu sú potenciálnymi prenášačmi hubových a bakteriálnych nákaz stromov. Nežiaducim hosťom sú vo vinárskych krajocho, nakoľko prenášajú nežiaduce kvasinky [6]. Vinohradníci nazývajú drozofilu aj kvasná muška, keďže sa vyskytuje na kvasiacom ovoci a šťavách. Larvy žijú v hniúcom ovoci a živia sa sladkou šťavou a mikroorganizmami rozkladajúcimi ovocie. Počas zberu hrozna a v počiatočných štádiách fermentácie hroznového muštu v hojnom počte osídľujú pivničné priestory a prevádzky. Drozofily sú prenášačmi rôznych mikroorganizmov (prilepených na ústnych orgánoch a chodidlách) a môžu spôsobiť sekundárne kontaminácie vína [8]. Moderní vinári k výrobe kvalitného vína vyhľadávajú a v špeciálnych výrobníach kupujú vyšľachtené odrody kvasiniek. Kvasinka je úžasný jednobunkový organizmus, ktorý sa živí cukrami a pri fermentácii produkuje alkohol a oxid uhličitý (CO₂). Zároveň sa v malých množstvách uvoľňujú aj ďalšie prchavé látky, napríklad estery, ketóny a aldehydy, ktoré ovplyvňujú vôňu a chuť vína. Keď množstvo alkoholu vo víne dosiahne približne 12 objemových percent alebo sa spotrebujú všetky sacharidy, kvasinky odumierajú a usadzujú sa na dne nádoby [4]. A tu sa môže prejavovať negatívna úloha drozofil! V čase, keď vinári vyhľadávajú a do kvasu miešajú najlepšie odrody kvasiniek, môžu ich drozofily predbehnúť prinesením menej kvalitných odrôd, ktoré postupne môžu pokaziť kvalitu vína. Ich negatívny vplyv je menej známy v ostatných odvetviach kvasného priemyslu. Drozofily neobídu žiadne druhy kvasného ovocia a zeleniny, kde sú zostatky sacharidov. Je možné, že tam ich vplyv nie je až taký akútny, pretože len víno ostáva naďalej ako živý organizmus a dozrieva aj po naflaškovaní. Naopak, tento spôsob obživy je veľmi vhodný pri rozklade organických látok vo voľnej prírode pri udržiavaní rovnováhy v nej a tu je jej existencia užitočná.

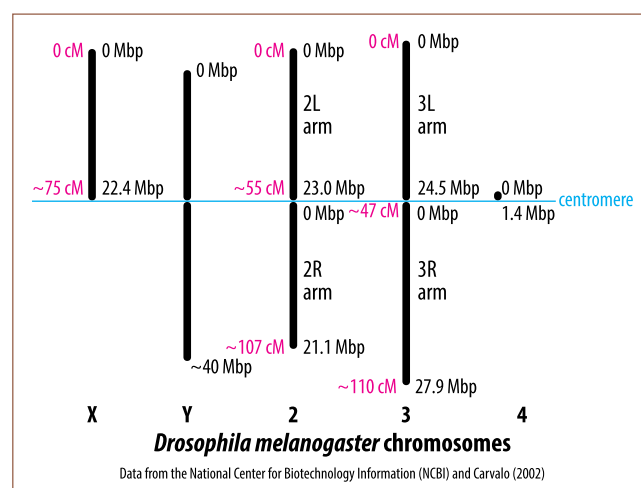
Medicínsky význam

Z medicínskeho hľadiska je drozofila zaujímavá ako druh spôsobujúci myiázy u človeka. Konkrétne sú dôkazy o fakultatívnych intestinálnych myiázach [9], kde bola samička prilákaná na nakladenie vajíčok zrejme stopami sacharidov. Omnoho väčší význam má však ako vhodný laboratórny organizmus. Imága sú veľmi variabilné aj v zafarbení a preto sú častým objektom aj na štúdium dedičnosti, fyziológie, patofyziológie baktérií a evolučnej histórie života. Niektoré druhy sa dajú ľahko chovať na umelých médiách a sú preto vhodnými objektmi experimentálnych prác.

Existuje na nich množstvo viditeľných genetických mutácií, vrátane farieb očí, cenné pre genetikov. Samičky žijú pri izbovej teplote približne jeden mesiac, ale ich život sa môže pri nižších teplotách predĺžiť i na dva mesiace. Pri izbovej teplote samička znáša 30 – 50 vajíčok denne. Vývoj lariev prebieha na kvasiacom ovoci alebo na iných zdrojoch fermentáciou cukru aj z krvi, alebo v odpade v kanalizáciách či odpadkových košoch.

Príbeh výskumu drozofily *Drosophila melanogaster* sa začal v prvých rokoch 20. storočia a zaujal najmä genetikov. Celý genóm, jeho sekvencia bol uverejnený v roku 2000 [5]. Má 168 736 537 párov báz a obsahuje

13 937 bielkovín kódujúcich genóm (Obr. 8). Zloženie génomu drozofily a ľudského génomu je v mnohých prípadoch najmä v niektorých chorobách na 75 % takmer zhodný. Tým, že drozofila má jednoduchý a krátky reprodukčný cyklus (obvykle 8 – 14 dní podľa teploty prostredia) znamená, že niekoľko generácií môžeme pozorovať a porovnávať už v priebehu niekoľkých mesiacov. Pri malých rozmeroch imága je možné udržiavať v laboratóriu a mikroskopicky sledovať milióny kusov naraz. Chov je veľmi lacný, vyžadujú len jednoduché zdroje uhlíohydrátov (kukurica) a bielkovín (kvasinkový extrakt). Jediná starostlivosť, ktorú potrebujú, je pravidelne meniť potravu (každých 10 – 14 dní pri teplote 25 °C alebo 5 – 6 týždňov pri teplote 18 °C). Ich chromozómy sú „polyténne“, t.j. sú nadrozmerne a majú čiarové kódy ako tmavé a svetlé pásové vzory, čo umožňuje pri genetickom výskume sledovať chromozomálne preskupenia, prípadne vypadnutia ich časti pod mikroskopom. Taktiež je pomerne jednoduché mutovať ich gény.



Obr. 8 • Chromozómy *Drosophila melanogaster* (Orig. NCBI Carvalho, 2002)

Tieto vlastnosti využili k svojmu výskumu aj jedni z posledných adeptov na vedecké ocenenie - udelenie Nobelovej ceny. Michael Rosbash, Jeffrey C. Hall a Michael W. Yang ju dostali v roku 2017 za fyziológiu a medicínu za objavy molekulárnych mechanizmov riadiacich cirkadiálny rytmus, vnútorné hodiny, ktoré udržiavajú organizmy v synchronizácii s dennými/nočnými cyklami. Bola to už piata Nobelova cena udelená na základe výskumu na drozofile *Drosophila melanogaster*. Ako povedali pri preberaní ceny - klobúk dolu aj pred predchádzajúcimi štyrmi objavmi na tejto muške v minulosti. Na nej bolo zistených viac ako 90 % spoločných génov, ktoré môžu spôsobovať rakovinu u ľudí. Trojica vedcov skúmala, ako sa vnútorné biologické hodiny organizmov zosúladujú s prirodzeným cyklom noci a dňa. S využitím vínnych mušiek ako modelového organizmu izolovali gén, ktorý kontroluje normálny denný biologický rytmus. Biologické hodiny fungujú podľa rovnakých princípov v bunkách iných mnohobunkových organizmov, vrátane človeka. Biologické hodiny človeka sú zodpovedné za reguláciu spánkových vzorcov, stravovacieho

správania, uvoľňovania hormónov, krvného tlaku a telesnej teploty. Mechanizmus vnútorných hodín pomáha vysvetliť prečo ľudia cestujúci na dlhé vzdialenosti cez niekoľko časových pásiem často trpia „pásmovou chorobou“ a čelia aj väčšiemu riziku niektorých ochorení, vrátane rakoviny a poškodenia DNA.

Nobelove ceny za fyziológiu na základe výskumu drozofil získali: v roku 1946 Hermann J. Muller (USA) za poznatok, že mutácie môžu byť spôsobované röntgenovými lúčmi, v roku 1958 George W. Beadle (USA), Edward L. Tatum (USA) za poznatok, že gény riadia jednotlivé metabolické cesty a spolu s nimi aj Joshua Lederberg (USA) za výskum genetickej rekombinácie a organizovanie

genetického materiálu baktérií, v roku 1995 Edward B. Lewis (USA), Christiane Nüsslein-Volhard (Nemecko) a Eric F. Wieschaus (USA) za objav génov, ktoré sa podieľajú v programe vývoja ovocnej mušky *Drosophila melanogaster* – homeobox génov. Títo ľudia nasledovali prvého oceneného Thomasa H. Morgana, ktorý cenu získal v roku 1933 za objav úlohy chromozómov v dedičnosti. Drozofily začal chovať vo svojom laboratóriu niekedy od roku 1905, aby neskôr pochopil jej nenahraditeľný význam pre genetiku [10].

Na Nobelovu cenu za fyziológiu a medicínu bolo v roku 2017 nominovaných 361 kandidátov.

Literatúra

1. ČEPELÁK J. A KOL.: Diptera Slovenska II. Veda, Vyd. SAV Bratislava; 1986; 436.
2. DOSKOČIL J. (ED.): Klíč zvířeny ČSSR, Díl V, Dvoutřídli, Academia, Praha; 1977; 373.
3. EKENE A. JEFFREY, 2017: The Nobel Prize. C. Hall, Michael Rosbash and Michael W. Young awarded the 2017 Nobel prize in physiology or medicine – live!, Guardian, 2017, 2017-10-02, 10:34 UTC, dost. 2017-10-02.
4. FORREST T, 2004: Všetko čo potrebujete vedieť o víne. Ottovo nakl. Praha; 400.
5. HOSKINS B, NELSON C, BERMAN B, LAVERTY T, GEORGE R, CIESIOLKA L, NAEEMEDDIN M, ARENSON A, DURBIN J, DAVID R, TABOR P, BAILEY M, DESHAZO D, CATANESE J, MAMMOSER A, OSOEGAVA K, DE JONG P, CELNIKER S, GIBBS R, RUBIN G, SCHERER, S, 2000: A BAC – based physical map of the major autosomes of *Drosophila melanogaster*. Science, jun 9. 288 (5472): 1751.
6. JAVOREK V, 1967: Kapesní atlas dvoukřídleho hmyzu. SPN Praha; 272.
7. KOLEKTÍV, 2017: Svet-uz-pozna-drzitelov-tohtorocnej-Nobelovej-ceny, Vyšetrenie.zoznam.sk/cl/1000663/16660043/ (Internet, citované 29.11.2017).
8. MALÍK F A KOL., 2012: Vinársky lexikón. Polygraf. centrum Bratislava; 144.
9. STRAKA V, 2015: Dvojkrídlovce spôsobujúce myiázy u človeka. Liečba dermatovenerologických ochorení. BEMER s.r.o., Martin, 2015/ 1-2: 38-44.
10. Wikipédia: Nositelia Nobelovej ceny. https://sk.wikipedia.org/wiki/Kategoria:Nositelia_Nobelovej_ceny (citované 28.11.2017). Nositelia Nobelovej ceny za fyziológiu a medicínu (92S).