

# Jak dlouhá je žížala?

*Jak je možné, že žížala dokáže prolézt tvrdou půdou?*

Na otázku, jak dlouhá je žížala, by asi každý odpověděl: „*Tak, jak ji natáhnu.*“ Ale jak je obyčejná žížala skutečně dlouhá? Vyzkoušejte si jednoduchý pokus a odhalte, co má společného žížala a láhev minerálky v plastové láhvi.

## Využité přístroje:

PC nebo notebook, digitální fotoaparát, binokulární lupa

## Cílová skupina/náročnost:

2. ročník SŠ a odpovídající ročníky gymnázií

Autor:

doc. RNDr. Michal Mergl, CSc.

Všechny uvedené texty, obrázky a videa jsou vlastní, není-li uvedeno jinak. Autory Youtube embed videí lze nalézt při kliknutí na znak Youtube ve videu během přehrávání.

**K plnohodnotnému využití této studijní opory je nutný přístup k on-line zdrojům a materiálům.**

Tento materiál vznikl z finanční podpory Evropského sociálního fondu a státního rozpočtu České republiky v rámci projektu „Popularizace vědy a badatelsky orientované výuky“, reg .č. CZ.1.07/2.3.00/45.0007.

# 1 Návod k pokusu

---

## **Pomůcky:**

Petriho miska, binokulární lupa, digitální fotoaparát, milimetrový papír, kalkulačka(nebo vlastní mozek :-).

## **Postup:**

Větší žívu žízalu s opaskem umístěte břišní stranou na milimetrový papír a pomocí nastavení *Supermakro* u fotoaparátu zhotovte několik co nejdetailnějších fotografií pohybu žízaly po sobě. Žízalu také nafotťte celou, abyste mohli spočítat celkový počet tělních článků. Fotografie si otevřete v notebooku nebo PC a s co největší přesností změřte délku několika segmentů za opaskem. Najděte fotografii této části těla v natažené pozici, pak fotografii stejné části těla v pozici stažené a změřte rozdíly v délce pomocí milimetrového papíru, po kterém žízala lezla. Pokud spočítáte průměrnou délku jednoho segmentu (tj. aritmetický průměr obouměření), není nic jednoduššího nežli délku jednoho segmentu vynásobit počtem segmentů celého těla. Výsledek je délka žízaly v klidovém stavu.

Pokud nalezneme žízalu uhynulou, svaly v těle jsou povolené a vidíme skutečnou délku žízaly.

*Ale nabízejí se otázky. Jak moc velký je rozdíl mezi nataženým a zkráceným segmentem a proč se vůbec segmenty stahují?*

## 2 Vysvětlení

---

Žížala využívá pro pohyb základní fyzikální vlastnost tekutin, a to nestlačitelnost. V každém segmentu má žížala pár dutin = tzv. coelomových váčků; jeden na pravé straně, druhý na levé straně. Obě tyto coelomové dutiny jsou na povrchu (tj. pod pokožkou) překryty mohutnou vrstvou okružní svaloviny. Jiná skupina svaloviny je v podélném směru těla. Samotné váčky jsou uzavřené a obsahují tekutinu.

Každý segment těla může projít třemi fázemi.

- V první fázi jsou okružní i podélné svaly nestažené. Výsledkem je určitá „průměrná“ délka segmentu, tedy ta, kterou jste v předchozím jednoduchém pokusu vypočítali. V této fázi žížala neleze a relaxuje.
- V druhé následné fázi dochází ke stažení okružní svaloviny. Pokud se stáhnou okružní svaly, zmenší se průměr těla a samozřejmě se zmenší průměr coelomových váčků. Tekutina ve váčcích je však nestlačitelná! S každým zmenšením průměru těla, a tedy i váčků, se váčky víc a víc prodlužují v podélném směru, protože objem prostoru vyplněného tekutinou musí zůstat stejný. Výsledkem je protažení segmentu při současném zmenšení průměru segmentu.
- V třetí fázi po ochabnutí okružní svaloviny se stáhne svalovina podélná. Proces se děje opačně. Coelomové váčky se zkracují, a protože kapalina má stále stejný objem, průměr váčků, a tedy i těla, se zvětšuje. Vlna zkracování postupuje od předu dozadu. Postupným zkracováním segmentů se tělo žížaly posouvá dopředu.

Nestlačitelnost kapaliny má ještě další význam. Pokud se silná okružní svalovina na přídě těla stáhne, jsou první segment a za ním další segmenty vtlačovány jako píšť do hlíny. Za všimnutí stojí skutečnost, že žížala má nejmohutnější (nejdelší, největší průměrem) segmenty na přídě těla. Je tedy zřejmé, že kuželová přídě těla žížaly slouží k postupnému vtlačování půdy do stěny chodbičky. První články o menším průměru vtlačí půdu do stěn jen mírně a chodbička je úzká, ale každý další segment při zkrácení podélné svaloviny a zvětšení průměru těla zatlačí půdu víc a víc do stěny, až ji rozšíří na celkový průměr těla. Nejmohutnějšími segmenty je proto jenněkolik článků od přídě těla. Ty zatlačí stěny na konečný průměr chodby. Tady žížala potřebuje nejsilnější svaly, protože tímto koncem se vtlačuje do půdy. Články dále na těle se už „jen vezou“.

Aby nedocházelo ke klouzání těla zpátky při protlačování přídě těla půdou, jsou na povrchu těla na každém článku krátké štětinky. Při lezení na povrchu země jsou štětinky jen lehce přitíženy, a tak žížala v závislosti na charakteru povrchu lehce sklouzává zpět. Při prolézání půdou v chodbičce jsou štětinky mnohem účinnější. Části těla ve stažené fázi (= větší průměr těla) vtlačí štětinky do stěny chodby. Žížala je tak pevně ukotvena na místě a přední část těla se může efektivně prodlužovat a vtlačovat do půdy, aniž by sklouzávala zpět. Tak se žížala může protlačit i poměrně tvrdou půdou.

Problém pro žížalu by vyvstal poté, pokud by voda mohla z coelomových váčků vytéci. Bylo by to podobné jako s minerálkou v PET láhvi. Pokud je láhev uzavřená a naplněná vodou po okraj, pak nelze láhev stlačit. Pokud povolíme uzávěr, můžeme láhev snadno smáčknout. Pokud je v láhvi vzduch, jako stlačitelný plyn umožňuje smáčknutí láhve i při uzavřeném víčku. Žížala v coelomové dutině však žádný plyn nemá.

Podobnou dutinu vyplněnou tekutinou nalezneme i u hlístic. Ty mají ale dutinu jedinou. Umožňuje jim udržet dostatečně tuhé větvenité až vláknité tělo, ale neumožňuje peristaltický pohyb, jaký umí žížala. Je to zapříčiněno nepřítomností segmentů. I kdyby hlístice měly okružní svalovinu (mají jen podélnou), jejím stažením by se tělo vybouřilo vpředu i vzadu a k žádnému orientovanému pohybu by nemohlo dojít.