Příloha č. 7

Někdo to rád horké

Shrnutí

V této úloze je v širších souvislostech rozpracována základní informace o existenci endotermních a ektotermních živočichů. Studenti svými odpověďmi na vhodně zvolené otázky získají některé znalosti, týkající se obecných vlastností endotermů a ektotermů. Dále se zamyslí nad termoizolačními vlastnostmi různých tkání a tyto vlastnosti experimentálně porovnají u vrstvy kůže, svaloviny a tuku. Výsledky experimentu graficky znázorní, prodiskutují a vysloví závěr.

Cílová skupina

střední škola, 20 – 30 studentů

Časová náročnost

ideálně 90 minut, se zdatnými studenty lze stihnout za 45 minut

Prostorové požadavky

částečně běžná třída a laboratoř, celou úlohu ale lze provádět i v běžné třídě

Klíčové otázky

1) Jaké jsou obecné rozdíly mezi ektotermními a endotermními živočichy?
2) Která běžná tkáň má nejlepší termoizolační vlastnosti?
3) Závisí termoizolační vlastnosti na množství izolantu?

Získané dovednosti a znalosti

- Studenti si vyvodí informace o rozdílu tělního povrchu endotermů a ektodermů
- Studenti si vyvodí informace o rozdílném rozšíření na Zemi endotermů a ektotermů
- Studenti získají poznatky o termoizolačních vlastnostech kůže, svaloviny a tuku
- Studenti si procvičí návrh vlastního experimentu, jeho provedení, získání výsledků a jejich interpretaci

Projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

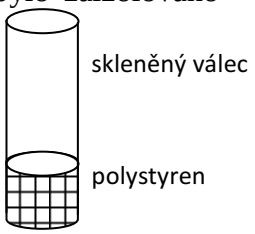
Návaznost na RVP

Gymnázia

- Biologie živočichů:
  - Popíše evoluci a adaptaci jednotlivých orgánových soustav
  - Uvede ekologické nároky významných živočišné druhů
- Biologie člověka:
  - využívá znalosti o orgánových soustavách pro pochopení vztahů mezi procesy probíhajícími v lidském těle
- Volitelně Obecná biologie
  - porovná významné hypotézy o vzniku a evoluci živých soustav na Zemi

Materiál

- 7 experimentálních nádobek – ideálně skleněné válce s plochým dnem o průměru cca 3 cm a výšce cca 12 cm (lze ale využít i jiné). Nádobky upravte tak, že ke dnu izolepou připevníte kousek vyříznutého polystyrenu tak, aby dno bylo zaizolováno (viz obr.)



- 2-4 polystyrénové krabice (případně jiné nádoby na ledovou tříšť)
- ledová tříšť nebo sníh
- 7 teploměrů pokrývající interval 0 – 40°C
- vepřové sádlo
- několik velkých plátků šunky (velikost dle velikosti nádobek, viz bod. 11 a 13
- plátky usně o stejných rozměrech jako šunka
- izolepa
- několik transparentních fólií
- laboratorní váhy
- stopky (většinou mají studenti na mobilech)

Podrobné pokyny

1) Seznamte studenty s obecným rozdělením organismů dle termoregulace na endotermní a ektotermní (případně ještě na poikilotermní a homeotermní (homiotermní)), stačí však i základní (nepřesné) dělení na „teplokrevné“ a „studenokrevné“ (dále bude používáno dělení na endotermy a ektotermy).

2) Zadejte studentům, aby se pokusili vymyslet, jaké výhody má endotermie proti ektotermii. *Studenti by již mohli vědět, že teplota obecně ovlivňuje rychlost chemických reakcí a tedy celého metabolismu; případně je lze navést např. rozdílným vývojem živých systémů (čerstvé ovoce i zelenina, ale i vařená jídla, jogurty, kynoucí těsto apod.) v mrazáku – ledničce – pokojové teplotě – na letním slunci. S použitím i dalších vhodných příkladů (např. hmyz*

Projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

v horkém létě či rostliny ve skleníku) lze studenty navést k předpokladu, že ***vyšší teplota urychluje pohyby, vývoj a růst – tedy že endotermové dospívají a rostou rychleji a jsou obecně rychlejší než ektotermové podobných rozměrů.*** Tento předpoklad lze volitelně ověřit prostřednictvím studentů – chovatelů. Požádejte studenty, kteří chovají různé druhy endotermů a ektotermů (křečky, potkany, osmáky, andulky, zebřičky, leguány, felsumy, agamy, gekony, želvy, užovky, korálovky atd.), aby srovnali jejich chování či rychlost vývoje *(dbejte na smysluplné srovnávání např. organismů s podobnou tělesnou hmotností – srovnání cvrčků či pavích oček proti vietnamskému praseti je nesmyslné).* Za jakých podmínek se budou ektotermové hýbat, růst a vyvíjet podobně jako (srovnatelní) endotermové? *Nutnost je vysoká teplota okolního prostředí, lze tedy uvažovat např. o tropech či subtropech.* Které živočichy (dle termoregulace) lze tedy očekávat i v chladných oblastech? *Studenti by měli navrhnout, že* ***v chladných oblastech se vyskytují spíše endotermové (tedy savci a ptáci) než ektotermové****. Předpoklad je buď možno nechat ověřit za skupinový domácí úkol (pro pokročilé studenty – lze vyhledávat na internetu, nutno ovšem vyhledávat anglické termíny, např.“mammals world species richness“, pro mapky je výhodné vyhledávat „obrázky“); anebo ukázat studentům světovou distribuci ptáků, savců a některých ektotermů (např. ještěři, obojživelníci atd.) – viz např. mapky na*
http://www.pnas.org/content/103/51/19374.full;
http://www.mpg.de/19221/Patterns_maintenance_of_biodiversity;
http://www.campusteva.tau.ac.il/campusen/?cmd=workshops.1598;
http://en.wikipedia.org/wiki/File:World_distribution_of_snakes.svg;
http://www.eoearth.org/article/Biodiversity_in_Africa,
kde lze demonstrovat minimum ektotermů v chladných oblastech.

3) Zeptejte se studentů, jestli má endotermie nějaké nevýhody proto ektotermii. *Žádná energie (zvlášť tepelná) není zadarmo, udržování vysoké vnitřní teploty tedy něco stojí. Studenti by již měli vědět, že živočichové získávají energii potravou, měli by proto dojít k předpokladu, že* ***endotermové musí konzumovat více potravy než (srovnatelní) ektotermové.*** Předpoklad lze znovu ověřit za pomoci studentů – chovatelů a spotřebou potravy jejich mazlíčků. Pokud ve třídě nejsou žádní chovatelé zvěře, není nutné tento vyslovený předpoklad ověřovat.

4) Nyní položte otázku, jakým způsobem lze tuto nevýhodu minimalizovat. *Tato otázka může působit trochu problémy – je možno připodobnit organismus k domu nebo bytu. Jestliže chceme mít uvnitř teplo, musíme buď hodně topit (tedy přinášet hodně energie) – a to je drahé. Lepší je nedovolit vyrobenému teplu uniknout do okolí – dům zateplit (zaizolovat). Pro ilustraci lze ukázat několik obrázků endotermů a ektotermů a nechat studenty hledat společné znaky. Studenti by měli přijít na to, že endotermové mívají na tělním povrchu charakteristické struktury (srst, peří) s termoizolační funkcí.*

Projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

5) Ne všichni endotermové mají výraznou srst nebo peří (např. člověk, delfín), měla by proto existovat i nějaká vnitřní izolace. Tato vnitřní izolační vrstva by určitě byla vhodná i pro ostatní (osrstěné či opeřené) endotermy. Existuje tato vnitřní termoizolační vrstva a čím je tvořena? Vznikající endoterm měl k dispozici několik tkání
   a. převážně vazivovou kůži (s ochrannou funkcí)
   b. svalovou (s pohybovou funkcí)
   c. tukovou (se zásobní funkcí)
   d. kostní (s opornou funkcí)
   e. nervovou (s funkcemi založenými na dráždivosti)

   Která z těchto tkání není vhodná pro vnitřní termoizolační vrstvu? *Studenti by měli vyloučit kost – ta je tvrdá, její ukládání těsně pod povrchem těla by znemožnilo růst organismů a zhoršilo pohybové možnosti. Dále by měli vyloučit nervovou funkci kvůli dráždivosti a citlivosti. Zbývá tedy kůže, tuk a svaly.*
   Zde je možnost volitelně zařadit diskusní blok o evoluci – evoluce neplánuje, ale jen využívá již přítomné struktury nebo orgány. Právě termoizolace je pěkný příklad: u předků ptáků a savců se objevila endotermie – u ptáků vznikla izolační vrstva (peří) modifikací šupin (s původně termoizolační funkcí, až později sloužilo k létání – mnoho dinosaurů bylo opeřených); savčí srst vznikla z pokožky. Kromě toho se tuková tkáň, původně zásobní, díky svým vlastnostem (viz níže) stala vnitřním izolantem.

6) Jakou vlastnost (obecně) musí mít termoizolační vrstva? *Studenti by měli přijít na to, že by měla špatně vést teplo.* **Která z výše uvedených tkání je tedy nejvhodnější jako termoizolační tkáň?** Pokuste se navrhnout způsob, jak to zjistit. *Možná budou studenti rovnou navrhovat tuk, tyto návrhy však budou intuitivní a nepodložené. Vyzvěte je, aby řekli, jakým způsobem by mohli své tvrzení prokázat.*

7) Vyslechněte si návrhy studentů s společně o nich diskutujte. Většina návrhů bude správně spočívat v měření rychlosti změny teploty různých tkání či těles. Naveďte studenty k představě, že organismus lze zjednodušeně znázornit jako nádobku s teplou vodou. Tuto nádobku lze obalit jednotlivými tkáněmi o definovaném množství, vystavit nízké teplotě a sledovat průběh teploty kapaliny v nádobce. Nádobka, jejíž obsah se bude nejpomaleji ochlazovat, má nejúčinnější termoizolační vrstvu. Vyzvěte studenty, aby navrhli, kde vzít jednotlivé tkáně pro pokus. *Nyní záleží na úrovni studentů a perfekcionalismu lektora, s jakým materiálem pracovat. Jako tuk lze snadno použít běžně dostupné vepřové sádlo, anebo špek či slaninu. Jako svalovinu je nejsprávnější použít plátek syrového masa, jako kůži syrovou kůži (nemusí být vepřová, stačí např. kuřecí). Užití syrového masa a kůže je však problematické z hygienických důvodů, lze proto doporučit užití kvalitní šunky či uzeného masa jakožto svaloviny a useň (zpracovanou surovou kůži) jakožto kůži. Použití šunky má i nezanedbatelnou výhodu v předkrájení na plátky, se kterými se dobře*

esf evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ
IPN Podpora technických a přírodovědných oborů
Projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

manipuluje. Termoizolační vlastnosti nesyrových tkání (ačkoli se zde samozřejmě ve skutečnosti už nejedná o tkáně, budou zde tak dále nazývány) se sice trochu liší, ovšem pro potřeby této úlohy je zkreslení zanedbatelné. V dalším průběhu bude proto popisován postup s užitím šunky a usně. V případě zájmu lze úlohu pojmout jako srovnání termoizolačních vlastností těchto syrových a zpracovaných materiálů.

8) Nyní studentům ukažte připravený materiál – sádlo, plátky šunky, useň a experimentální nádobky. Vyzvěte je k návrhu konkrétních kroků. Řízená diskuse by měla směřovat k následujícímu plánu: Nádobky budou obaleny různými tkáněmi, naplněny vodou o určené teplotě a vystaveny nízké teplotě. V pravidelných intervalech bude měřena teplota kapaliny v jednotlivých nádobkách a zaznamenávána do grafu.

9) Diskutujte množství jednotlivých tkání, které se k pokusu využije. Snažte se studenty přimět k úvaze, že množství termoizolačního materiálu (tloušťka termoizolační vrstvy) ovlivní rychlost změny teploty. Pro větší spolehlivost výsledku proto zařaďte vždy dvě varianty izolace nádobky každou tkání – jeden a dva plátky šunky, jednu a dvě vrstvy usně a dvě různě silné vrstvy sádla. Zeptejte se studentů, jakým způsobem lze zajistit srovnatelné množství použitých tkání. *Studenti budou asi navrhovat šířku izolační vrstvy. Namítněte, že hodně závisí na hustotě látky a snažte se je dovést k užití konstantní hmotnosti tkání. Předem si zvažte stejně velký plátek šunky a usně. Hmotnosti většinou budou hodně podobné. V případě velkého rozdílu lze pokusit se zařídit nakrájení šunky na tenčí, nebo naopak silnější plátky a tím dosáhnout srovnatelné hmotnosti stejně velkých plátků šunky a usně.*

10) Než přistoupíte k vlastní přípravě nádobek, prodiskutujte možnosti chlazení vzorků. Studenty asi napadne lednice či mrazák, namítněte obtížnost pravidelného měření teploty a nehomogenní rozložení teplot v lednici. Prodiskutujte výhody a nevýhody chlazení plynem a kapalinou. *Lze použít jak chlazení plynem, tak kapalinou. Chlazení kapalinou má pro účely této úlohy dvě výhody: 1) chlazení je rychlejší, pokus proto bude probíhat rychleji 2) chlazení může být lépe cílené – není třeba izolovat celé experimentální nádobky, ale stačí pouze tu části, které přijdou do styku s kapalinou. Nejvýhodnější je použití tajícího ledu (sněhu) – takový roztok má teplotu přesně 0°C (může být použito ke kalibraci teploměrů) a tato teplota zůstává konstantní po celou dobu pokusu; experimentální nádobky lze do ledové tříště snadno umístit. Je možno použít přímo ledovou tříšť, anebo sníh. Proto je celou úlohu vhodné provádět v zimním období. Chladící směs je ideální umístit do polystyrenové krabice. V případě nutnosti je možno použít i vychlazenou vodu – potom je ale nutno počítat s tím, že se chladící medium bude v průběhu pokusu ohřívat. Teplota chlazeného vzorku může být různá – teplota blízká teplotě těla obratlovců (cca 30-40°C) je ideální, není však nezbytná. Pokud by ohřívání na určitou teplotu bylo ve třídě problematické, lze využít i odstátou*

evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

IPN Podpora technických a přírodovědných oborů
Projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

vodu (rovnoměrně ohřátou na pokojovou teplotu).

11) Konkrétní provedení pokusu můžete nechat na kreativitě studentů, musí však mít na paměti zejména: 1) pečlivé a rovnoměrné obalení experimentální nádobky tkáněmi; 2) stejné množství chlazeného vzorku v každé nádobce; 3) neustále shodné působení teplot na všechny vzorky. *Nejproblematičtější je rovnoměrné nanesení sádla na experimentální nádobky. Vhodné je určit si výšku a obvod experimentální nádobky a připravit fólie ve tvaru pláště této nádobky zvětšené o centimetr (tedy obdélník o rozměrech výška+1 X obvod+1). Na tuto fólii lze rovnoměrně namazat určité množství sádla (s nenamazaným 1 cm proužkem na dvou sousedních stranách obdélníku) a namazanou fólii sádlem jemně přiložit k experimentální nádobce. Stejným způsobem může fólie usnadnit i aplikaci šunky, resp. usně (plátky usně v příslušných rozměrech je vhodné připravit předem. Nutno však počítat s tím, že délka vnějších plátků (u vzorků s dvojitou vrstvou izolace) musí být větší, než délka vnitřních). Fólii s usní, resp. se šunkou je vhodné k nádobce připevnit dvěma proužky izolepy. Samotná fólie by také mohla mít termoizolační účinek. Je proto vhodné použít jednu nádobku obalenou pouze fólií jako kontrolu.*

12) Zrekapitulujte hrubý plán pokusu a rozdělte třídu do skupin. Celkem je v plánu připravení sedmi nádobek: 1) kontrola (pouze fólie); 2) vrstva kůže (jeden plátek usně + fólie); 3) dvojnásobná vrstva kůže (dva plátky usně + fólie); 4) vrstva svaloviny (jeden plátek šunky + fólie); 5) dvojnásobná vrstva svaloviny (dva plátky šunky + fólie); 6) vrstva tuku (tenká vrstva sádla + fólie); 7) dvojnásobná vrstva tuku (silnější vrstva sádla + fólie). Rozdělte nyní třídu do sedmi skupin (dvojice – čtveřice) – každá bude mít na starosti jednu nádobku, potřebné množství tkáně a teploměr. Skupina s kontrolní nádobkou bude mít za úkol přípravu chladících směsí. Na pracovní list ať každá skupinka zapíše svůj předpoklad o termoizolaci jednotlivých tkání.

13) Nechte studenty (resp. jednotlivé skupinky) zapsat podrobný plán pokusu (experimentální design) na pracovní list. Ten může vypadat např. takto (skupina s dvěma vrstvami šunky):

a. Experimentální nádobka je ve tvaru válce o průměru 3 cm a výšce 12 cm, tloušťka šunky je 2 mm. Připravíme plátky šunky o rozměrech a) 12 x 9,4 cm (3,14 x 3 = 9,42); b) 12 x 10,7 cm (3,14 x 3,4 = 10,676). Oba plátky dohromady zvážíme.

b. Na připravenou fólii o rozměrech 13 x 10,4 cm přiložíme nejprve větší plátek šunky, na něj potom ten menší. Menším plátkem šunky přiložíme fólii k experimentální nádobce tak, aby obě vrstvy šunky rovnoměrně pokrývaly celý plášť nádobky. Cca v horní a dolní třetině fólii přichytím e proužkem izolepy. Dno nádobky je již izolované polystyrénem.

c. Do experimentální nádobky nalijeme 50ml připravené odstáté

Projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

vody o pokojové teplotě. Vložíme teploměr a ponecháme v klidu aspoň 3 minuty.

d. Zamícháme vzorek teploměrem a změříme jeho teplotu, zaznamenáme a vložíme experimentální nádobku do připravené chladící směsi o teplotě 0°C (ledová tříšť) tak, aby úroveň hladiny chlazeného vzorku byla pod úrovní ledové tříště, zároveň tak, aby okraj nádobky byl nad úrovní tříště (cca 1 cm).

e. V pravidelných intervalech 60 s budeme odečítat teplotu vzorku (vždy před odečtem teploty vzorek promícháme) a teploty zaznamenávat do tabulky a grafu v pracovním listu. Takto budeme postupovat 15 minut.

Takto může vypadat plán skupiny s jednou vrstvou sádla:

a. Zjistíme si hmotnost jednoho plátku šunky a usně. Jestliže jsou tyto hmotnosti srovnatelné, vypočítáme průměr a navážíme si stejné množství sádla.

b. Experimentální nádobka je ve tvaru válce o průměru 3 cm a výšce 12 cm. Obvod válce je 9,4 cm. Připravíme fólii o rozměrech 13 x 10,4 cm, na tuto fólii rozetřeme navážené množství sádla tak, aby na delším i kratším konci zůstal 1 cm nenamazaného proužku (namazaná plocha tedy bude na ploše 12 x 9,4 cm).

c. Fólii se sádlem přiložíme k experimentální nádobce (sádlem na sklo) tak, aby celá nádobka byla sádlem rovnoměrně pokrytá. Nenamazaný proužek fólie bude nahoře.

d. Do experimentální nádobky nalijeme 50ml připravené odstáté vody o pokojové teplotě. Vložíme teploměr a ponecháme v klidu aspoň 3 minuty.

e. Zamícháme vzorek teploměrem a změříme jeho teplotu, zaznamenáme a vložíme experimentální nádobku do připravené chladící směsi o teplotě 0°C (ledová tříšť) tak, aby úroveň hladiny chlazeného vzorku byla pod úrovní ledové tříště, zároveň tak, aby okraj nádobky byl nad úrovní tříště (cca 1 cm).

f. V pravidelných intervalech 60 s budeme odečítat teplotu vzorku (vždy před odečtem teploty vzorek promícháme) a tepoty zaznamenávat do tabulky a grafu v pracovním listu. Takto budeme postupovat 15 minut.

Zdůrazněte studentům, že všechny skupinky musí kooperovat – skupinky se sádlem musí zjistit hmotnost vzorků šunky a usně *(v případě, že se hmotnosti plátku šunky a usně výrazně liší, je vhodné pro hmotnost sádla volit buď průměr hmotností šunky a usně, anebo hmotnost šunky)*; všechny skupinky se musí domluvit na konkrétním objemu chlazených vzorků apod.

14) Jakmile mají skupinky připravený plán pokusu, dejte jim zbytek připraveného materiálu a nechte je pracovat. Úprava nádobek většinou nezabere více než 10 min, samotný pokus 15 min. V případě, že není k dispozici dostatečný počet experimentálních nádob, mohou s jednou nádobou pracovat 3- 4 skupinky, práce je

esf evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ
IPN Podpora technických a přírodovědných oborů
Projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

potom ale náročnější na kooperaci studentů.

15) Po skončení pokusu má každá skupinka zakreslený svůj graf – záznam teploty chlazeného vzorku. Vyzvěte zástupce jednotlivých skupinek, aby své výsledky (změřené teploty) zanesli do elektronické tabulky s grafem (připravený .xls soubor – viz elektronické přílohy), nebo shrnujícího pracovního listu, případně graf se záznamem všech skupin lze vytvořit na tabuli. Nezapomeňte odlišit (barevně nebo stylem čáry) záznam různých tkání.

16) Dohromady shrňte výsledky a prodiskutujte je. Odpovězte na základní otázky - **Která ze zkoumaných tkání je nejvhodnější jako termoizolační tkáň? Závisí termoizolační vlastnosti na množství izolantu?** Kromě toho můžete odpovědět i na další otázky: Liší se tato závislost mezi různými tkáněmi?

Možné modifikace úlohy:

Měnit lze samozřejmě termoizolační materiál a jeho množství. Jako vhodná modifikace může být porovnání termoizolace kožešiny a tuku, případně oblečení. V tomto případě je lepší použít studený vzduch místo ledové tříště. Ve školních podmínkách lze ve třídě dosáhnout velmi nízké teploty (cca -20°C) pomocí směsi ledu (sněhu) a soli v polystyrenové krabici. Experimentální nádobky potom budou stát na této směsi. Vhodné je použití sofistikovanějších teploměrů, např. digitálních záznamových teploměrů, umožňující přesné sledování teplot v libovolných intervalech.

Zdroje a autorství

Zpracoval Tomáš Ditrich (ditom@pf.jcu.cz) na základě materiálů Clarke, A. & Portner, H.O. 2010: Temperature, metabolic power and the evolution of endothermy. Biological Reviews 85: 703-727; Grigg, G.C. et al. 2004: The evolution of endothermy and its diversity in mammals and birds. Physiological and Biochemical Zoology 77: 982-997. Watson, F. 2004: Effects of insulation and antifreeze/glycerol on thermoregulation of simulated animals living in cold conditions. Pages 376-384, in Tested studies for laboratory teaching, Volume 25 (M. A. O'Donnell, Editor). Proceedings of the 25th Workshop/Conference of the Association for Biology Laboratory Education (ABLE), 414 pp.

esf evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ
IPN Podpora technických a přírodovědných oborů
Projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

Pracovní list

Ještě před provedením pokusů ve skupinkách odpovězte na následující otázky:

Která tkáň bude mít nejlepší termoizolační vlastnosti?

Která tkáň bude mít nejhorší termoizolační vlastnosti?

Jakým způsobem ovlivní termoizolační vlastnosti množství tkáně?

Zde napište podrobný postup vašeho pokusu:

Tabulka pro záznam teplot chlazeného vzorku.

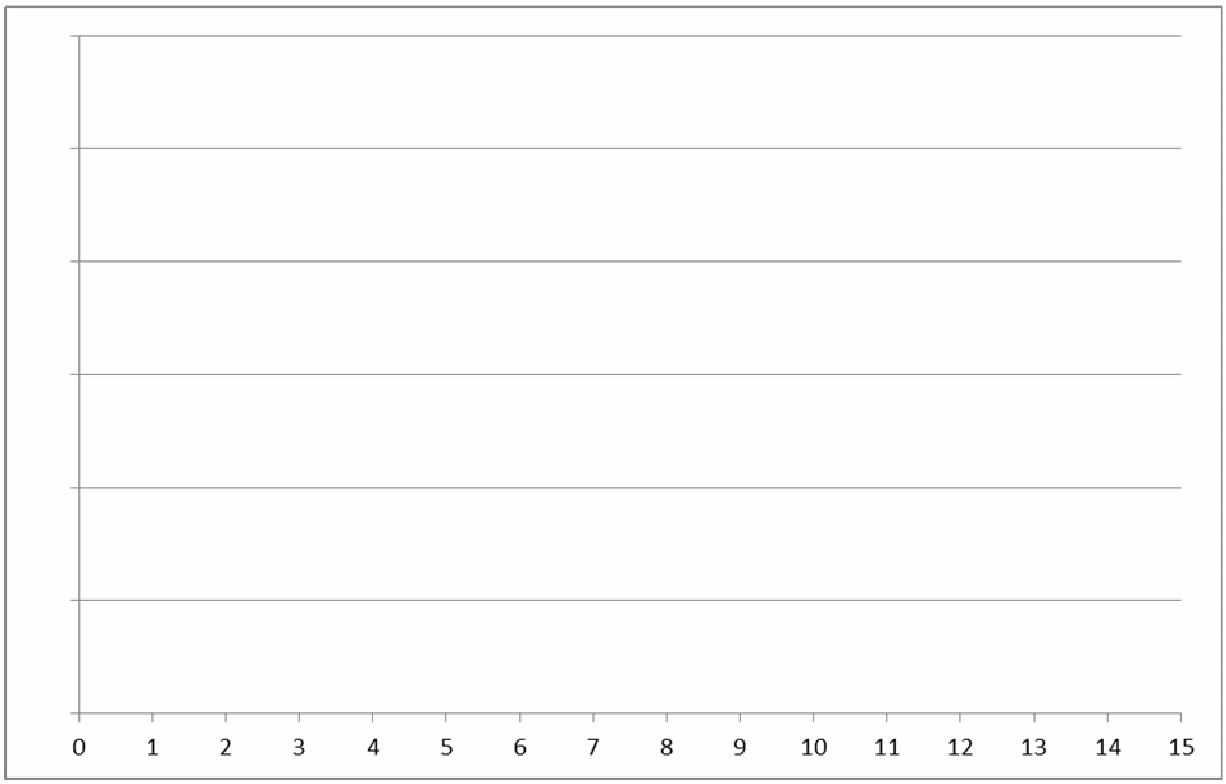
Varianta pokusu (tkáň a množství): Počáteční teplota vzorku:

čas	teplota [°C]	čas	teplota [°C]	čas	teplota [°C]
1 min		6 min		11 min	
2 min		7 min		12 min	
3 min		8 min		13 min	
4 min		9 min		14 min	
5 min		10 min		15 min	

esf evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

IPN Podpora technických a přírodovědných oborů
Projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

Zaneste změřené hodnoty do grafu a vhodně graf popište.



Srovnejte své výsledky s ostatními skupinami. Odpovězte na otázky:

Která ze zkoumaných tkání je nejvhodnější jako termoizolační tkáň?

Závisí termoizolační vlastnosti na množství izolantu?

Jak se naplnily vaše předpoklady?

esf evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

IPN Podpora technických a přírodovědných oborů
Projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

Shrnující pracovní list

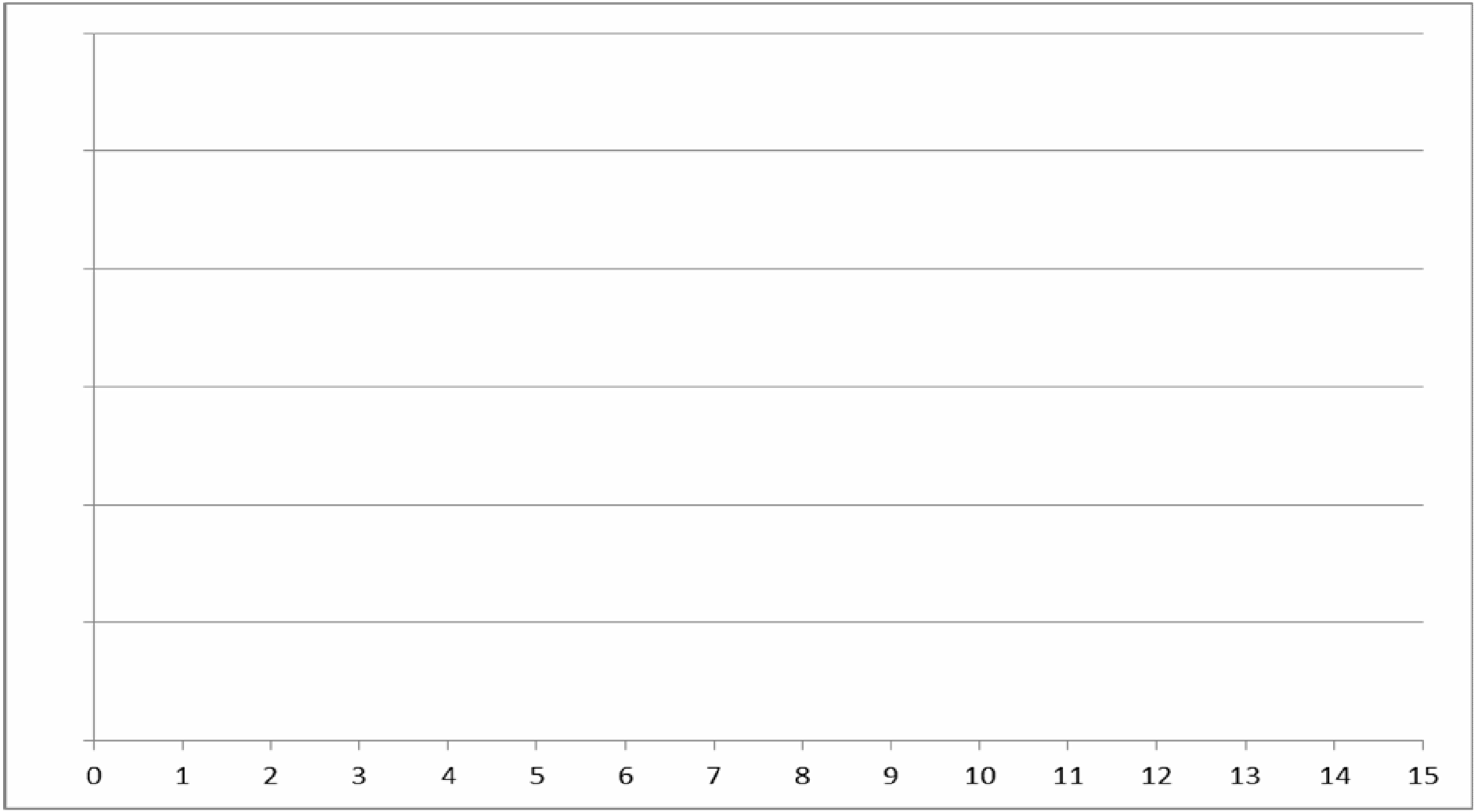
Tabulka pro záznam teplot chlazených vzorků. Zapište průběh změn teplot v jednotlivých variantách pokusu

	teplota [°C]						
čas	kontrola	1 vrstva šunky	2 vrstvy šunky	1 vrstva usně	2 vrstvy usně	vrstva sádla	dvojnásobná vrstva sádla
počáteční							
1 min							
2 min							
3 min							
4 min							
5 min							
6 min							
7 min							
8 min							
9 min							
10 min							
11 min							
12 min							
13 min							
14 min							
15 min							

Nyní do grafu na následující straně zaneste tyto teploty. Nezapomeňte zvolit pro každou variantu pokusu různou barvu, anebo styl čáry (plná, přerušovaná apod.).

esf evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

IPN Podpora technických a přírodovědných oborů
Projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.



esf evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

IPN Podpora technických a přírodovědných oborů

Projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.