

# Název: Faktory ovlivňující rychlost transpirace

**Téma: Vodní režim rostlin**

**Úroveň: střední škola**

**Tematický celek: Látky a jejich přeměny, makrosvět přírody**

**Předmět (obor): biologie**

**Doporučený věk žáků: 1.–4. ročník SŠ (tj. 15–19 let)**

**Doba trvání: 2 vyučovací hodiny**

**Specifický cíl: žák samostatně objevuje poznatky na základě vlastního bádání, tj. stanoví problém, formuluje hypotézu, hledá metody řešení, získává a zpracovává výsledky, diskutuje a vytváří závěry**

## **Seznam potřebného materiálu:**

Pro každého žáka: vytištěný pracovní list

### **Doplnění**

- a) 3 olistěné větévky, 3 polyetylenové sáčky (zavařovačky), 2 nádoby s rozdílným množstvím vody, nádoba bez vody, rostlinný olej
- b) větévka s mladými listy, větévka se starými listy, 2 polyetylenové sáčky (zavařovačky), 2 nádoby s vodou, rostlinný olej
- c) větévka s mladými, rostoucími listy, větévka se starými listy, 2 polyetylenové sáčky (zavařovačky), 2 nádoby s vodou, rostlinný olej
- d) 2 olistěné větévky, 2 polyetylenové sáčky (zavařovačky), 2 nádoby s vodou, rostlinný olej
- e) olistěná větévka, polyetylenový sáček (zavařovačka), nádoba s vodou, rostlinný olej
- f) 2 olistěné větévky, 2 polyetylenové sáčky (zavařovačky), 2 nádoby s vodou, nádoba na zakrytí, rostlinný olej

## **Seznam praktických (badatelských) aktivit:**

Zkoumání faktorů ovlivňujících rychlost transpirace

## Anotace:

Cílem aktivity „Faktory ovlivňující rychlost transpirace“ je seznámit žáky prostřednictvím badatelských aktivit s vodním režimem rostlin a jeho praktickým využitím. Úkolem žáků je dokázat, že se voda přijatá rostlinami v přírodě nikam neztrácí, ale neustále v ní koluje. Dále demonstrují, které faktory ovlivňují rychlost transpirace.

Projekt je určen pro žáky SŠ, během praktických cvičení z biologie či při výkladu fyziologie rostlin (vodní režim rostlin), anatomie rostlin (rostlinná pletiva, stavba listu), či ekologie (koloběh vody v přírodě).

## Harmonogram výuky:

	náplň práce	čas	potřebné vybavení a pomůcky	činnost učitele	činnosti žáků
Úvod do tématu – motivace, předlaboratorní příprava	Vyhledávání informací žáky jako domácí příprava, během vyučovací hodiny nebo formou brainstorming a problémově vedený rozhovor	DÚ (25 min) 15 min.	Pracovní listy, literatura, internet	Kontrola domácích úkolů, rozdělení žáků do skupin, řízení činností žáků, vedení problémového rozhovoru, doplňování informací	Vyhledávání relevantních informací, zápis na tabuli, diskuse, příprava pomůcek a materiálů pro badatelskou činnost
Praktická (badatelská) činnost	Vodo, ztrácíš se? – Zkoumání faktorů ovlivňujících rychlost transpirace	60 min.	Olistěné větévky, nádoby s vodou a bez vody, polyetylenové sáčky (zavařovačky), nádoba na zakrytí, rostlinný olej	Příprava pomůcek a materiálů pro praktickou činnost, usměrňování činností žáků, pomoc v případě potřeby	Práce ve skupinách, konzultace postupu práce a použitých pomůcek, zkoumání a zaznamenávání výsledků, formulace závěrů
Vyhodnocení výsledků	Shrnutí výsledků všech skupin	10 min.	Pracovní listy	Moderování a usměrňování průběhu diskuse	Porovnávání výsledků s výsledky ostatních skupin
Prezentace výsledků	Diskuse, možnosti zlepšení metod práce atd.	5 min.	Pracovní listy	Moderování a usměrňování průběhu diskuse	Formulace závěrů a obhajoba svých názorů

### Domácí úkol pro žáky:

Zadání domácího úkolu je naznačeno výše v plánu aktivit a také na příslušném místě v přípravě pro učitele (vyhledávání informací apod.).

# Přípravy pro učitele

---

## Faktory ovlivňující výdej vody rostlinou

**Otázka:** Které faktory ovlivňují rychlost vydávání vody rostlinou?

**Poznámka:** Brainstorming – na tabuli psát (buď učitel či žák) možné návrhy faktorů ovlivňujících rychlost transpirace, které žáky napadnou. Společně vybrat správné faktory a zdůvodnit je. Nezapomenout zdůvodnit i nesprávné nápady. Poté učitel vede žáky k získávání nových poznatků prostřednictvím problémově vedeného rozhovoru. Lze zadat také jako domácí úkol, či žáci vyhledávají informace během vyučovací hodiny.

**Úkol:** Které faktory a jejich vliv na rychlost vydávání vody rostlinou ověříte?

**Vybrané faktory:**

### A) Závisí množství vydané vody rostlinou na **obsahu vody v rostlině**?

Při snižování obsahu vody v rostlině klesá i výdej vody rostlinou. Při nedostatku vody se průduchy v listech uzavírají, při přebytku se průduchy otevírají (transpirace nabývá na intenzitě).

Navrhněte pomůcky, které budete při svém pokusu používat, a svůj výběr zdůvodněte.

**Pomůcky:**

3 olistěné větévky, 3 polyetylenové sáčky (lze použít zavařovačky), 2 nádoby s různým množstvím vody, nádoba bez vody, rostlinný olej

**Zdůvodnění:**

V závislosti na množství vody v nádobě můžeme pozorovat různé množství zachycené transpirační vody v polyetylenovém sáčku. Přidání trochy rostlinného oleje do vody v nádobě zabrání jejímu vypařování z vodní hladiny.

Vymyslete postup pokusu a zaznamenejte jej krok za krokem.

**Postup:**

olistěné větévky ponořit do nádob s rozdílným množstvím vody a nádoby bez vody, přidat trochu rostlinného oleje, uzavřít pevně (vzduchotěsně) do polyetylenového sáčku na 1 až 2 hodiny

**Závěr:**

Výdej vody rostlinou závisí na obsahu vody v rostlině. Při snižování obsahu vody v rostlině klesá i její výdej rostlinou. Vzhledem k tomu, že rostlina přijímá vodu především v řezu větvičky, tak hladina vody není až tak rozhodující.

## B) Závisí množství vydané vody rostlinou na stáří listů (průduchů)?

Výdej vody rostlinou je nižší u starších listů (průduchů). U starších listů klesá obsah vody v průduchách, tím se snižuje turgor svěracích buněk průduchů a štěrbin se uzavírá. Voda má tudíž omezenou možnost úniku z listů skrz průduchy.

Navrhněte pomůcky, které budete při svém pokusu používat, a svůj výběr zdůvodněte.

### Pomůcky:

větévka s mladými listy, větévka se starými listy, 2 polyetylenové sáčky (lze použít zavařovačky), 2 nádoby s vodou, rostlinný olej

### Zdůvodnění:

Pro zdárný průběh pokusu je nutné zajistit stejné podmínky pro oba vzorky lišící se jen stářím listů, tzn. nádoby se stejným množstvím vody, stejné polyetylenové sáčky. Přidání trochy rostlinného oleje do vody v nádobě zabrání jejímu vypařování z vodní hladiny.

Vymyslete postup pokusu a zaznamenejte jej krok za krokem.

### Postup:

větévky s různým stářím listů ponořit do nádob s vodou, přidat trochu rostlinného oleje, uzavřít pevně (vzduchotěsně) do polyetylenového sáčku na 1 až 2 hodiny

### Závěr:

Množství vydané vody rostlinou závisí na stáří listů (průduchů). U starších listů je nižší výdej vody průduchy než u mladých listů.

## C) Závisí množství vydané vody rostlinou na obsahu CO<sub>2</sub> v rostlině?

Výdej vody rostlinou roste se zvyšující se spotřebou CO<sub>2</sub> v rostlině.

### Zdůvodnění:

Fotosyntetická asimilace CO<sub>2</sub> je pro existenci rostliny nezbytná, neboť sacharidy slouží jako zdroj energie a organických látek pro životní procesy probíhající v buňce. CO<sub>2</sub> vstupuje do listu stejnou cestou, kterou voda rostlinu opouští, tzn. průduchy.

Navrhněte pomůcky, které budete při svém pokusu používat, a svůj výběr zdůvodněte.

### Pomůcky:

větévka s mladými, rostoucími listy, větévka se starými listy, 2 polyetylenové sáčky (lze použít zavařovačky), 2 nádoby s vodou, rostlinný olej

### Zdůvodnění:

Pro zdárný průběh pokusu je nutné zajistit stejné podmínky pro oba vzorky lišící se jen stářím listů, tzn. nádoby se stejným množstvím vody, stejné polyetylenové sáčky. Mladá větévka rychleji metabolizuje, tudíž potřebuje i více vody (průduchy se otevírají), zatímco u staré větévky už metabolická aktivita ustává (uzavírají se průduchy). Přidání trochy rostlinného oleje do vody v nádobě zabrání jejímu vypařování z vodní hladiny.

Vymyslete postup pokusu a zaznamenejte jej krok za krokem.

### **Postup:**

větévky s různým stářím listů ponořit do nádob s vodou, přidat trochu rostlinného oleje, uzavřít pevně (vzduchotěsně) do polyetylenového sáčku na 1 až 2 hodiny

### **Závěr:**

Množství vydané vody rostlinou závisí na spotřebě CO<sub>2</sub> rostlinou. Mladá větévka rychleji metabolizuje (potřebuje dostatek energie a organických látek pro svůj růst) než stará větévka. Tento pokus poskytuje nepřímý důkaz prostřednictvím spotřebované vody.

### **D) Závisí množství vydané vody rostlinou na teplotě vzduchu?**

Výdej vody rostlinou roste se zvyšující se teplotou vzduchu. Osvětlený list absorbuje více sluneční energie, která se přemění na teplo, které je využito ke změně vody na vodní páru. Ta se společně s teplem uvolňuje do okolí.

Navrhňte pomůcky, které budete při svém pokusu používat, a svůj výběr zdůvodněte.

### **Pomůcky:**

2 olistěné větévky, 2 polyetylenové sáčky (lze použít zavařovačky), 2 nádoby s vodou, rostlinný olej

### **Zdůvodnění:**

Pro pokus použijeme stejné pomůcky a materiál, jen jeden vzorek umístíme do teplejší místnosti, na slunce (či na topení), druhý vzorek do chladnější místnosti (za okno, do ledničky). Přidání trochy rostlinného oleje do vody v nádobě zabrání jejímu vypařování z vodní hladiny.

Vymyslete postup pokusu a zaznamenejte jej krok za krokem.

### **Postup:**

větévky ponořit do nádob s vodou, přidat trochu rostlinného oleje, uzavřít pevně (vzduchotěsně) do polyetylenového sáčku, umístit na 1 až 2 hodiny na místa s rozdílnou teplotou vzduchu

### **Závěr:**

Množství vydané vody rostlinou závisí na teplotě vzduchu. Větévka umístěná na teplejší místo vydávala více vody než větévka umístěná na chladnějším místě.

### **E) Závisí množství vydané vody rostlinou na vlhkosti vzduchu?**

Výdej vody transpirací se snižuje s rostoucí vlhkostí vzduchu. Při nasycení vzduchu vodními parami ustává transpirace, voda je rostlinou vydávána hydratodami v kapalné formě, tj. gutací (v případě velké vlhkosti vzduchu, u mladých listů).

Navrhňte pomůcky, které budete při svém pokusu používat, a svůj výběr zdůvodněte.

### **Pomůcky:**

olistěná větévka, polyetylenový sáček (lze použít zavařovačku), nádoba s vodou, rostlinný olej

Zdůvodnění:

Odpařování vody probíhá zejména v listech (přes kutikulu či průduchy). Polyetylenový sáček zachytí unikající vodní páru a později i gutační vodu. Přidání trochy rostlinného oleje do vody v nádobě zabrání jejímu vypařování z vodní hladiny.

Vymyslete postup pokusu a zaznamenejte jej krok za krokem.

**Postup:**

větévku ponořit do nádoby s vodou, přidat trochu rostlinného oleje, uzavřít pevně (vzduchotěsně) do polyetylenového sáčku, umístit alespoň na 2 hodiny na teplé místo, vzduch v sáčku se nasytí vodními parami a větévka začne vydávat vodu gutací

**Závěr:**

Transpirace závisí na vlhkosti vzduchu. Při nasycení vzduchu vodními parami transpirace ustává a rostlina začíná gutovat.

**F) Závisí množství vydané vody rostlinou na světle?**

Množství vydané vody rostlinou se zvyšuje na světle. Ve tmě má rostlina průduchy zavřené, naopak na světle je otevírá, protože začíná fotosyntetizovat.

Navrhnete pomůcky, které budete při svém pokusu používat, a svůj výběr zdůvodněte.

**Pomůcky:**

2 olistěné větévky, 2 polyetylenové sáčky (lze použít zavařovačky), 2 nádoby s vodou, nádoba na zakrytí, rostlinný olej

Zdůvodnění:

Odpařování vody probíhá zejména v listech (přes kutikulu či průduchy). Polyetylenový sáček zachytí unikající vodní páru. Nádoba na zakrytí slouží k simulaci situace ve tmě. Přidání trochy rostlinného oleje do vody v nádobě zabrání jejímu vypařování z vodní hladiny.

Vymyslete postup pokusu a zaznamenejte jej krok za krokem.

**Postup:**

větévky ponořit do nádob s vodou, přidat trochu rostlinného oleje, uzavřít pevně (vzduchotěsně) do polyetylenového sáčku, umístit na 1 až 2 hodiny na světlo a do tmy (překrýt nádobou)

**Závěr:**

Transpirace závisí na světle. Ve světle větévka transpiruje, zatímco ve tmě nikoli. Rostlina ale uvolňuje vodu dýcháním.

**Zdroje:**

KINCL, L., KINCL, M., JARKLOVÁ, J. *Biologie rostlin pro 1. ročník gymnázií*. Praha: Fortuna, 2006. 304 s. ISBN 80-7168-947-5.

PAVLOVÁ, L. *Fyziologie rostlin*. Praha: Karolinum, 2005. 253 s. ISBN 80-246-0985-1.

<http://www.biologie.webz.cz/www/botanika/fyziologie.html>

[http://kfrserver.natur.cuni.cz/studium/prednasky/fyzrost/2\\_Energie.pdf](http://kfrserver.natur.cuni.cz/studium/prednasky/fyzrost/2_Energie.pdf)

[http://rustreg.upol.cz/vyuka/fyziologie\\_rostlin/FZRSB\\_Vodni\\_provoz\\_rostlin.pdf](http://rustreg.upol.cz/vyuka/fyziologie_rostlin/FZRSB_Vodni_provoz_rostlin.pdf)

## Závěrečné poznámky

### **Jiné varianty a další možné úpravy či doporučení**

Vzhledem k velké časové náročnosti některých aktivit je možné, aby je učitel předvedl pouze demonstračně, případně shrnout ústní formou (např. jak by teoreticky žáci při ověřování zbylých faktorů postupovali, k čemu by došli, proč to tak funguje apod.). Zajímavé je také diskutovat vliv rychlosti větru, ale pokus není v tomto případě dobře proveditelný.

Lze též vybrat jen některé faktory, které transpiraci ovlivňují (při pilotním zkoušení se nejlépe osvědčily faktory D, E, F).

Je také možné zadat různým skupinám různé faktory. V mezičase při čekání na vyhodnocení pokusů se mohou skupiny vzájemně navštěvovat a seznámit se s realizací pokusů při ověřování dalších faktorů.

Není vhodné sbírat větévky po dešti, případně brzy ráno. Mokrě větévky zkreslí výsledky pokusu.

Místo sklenic a oleje je možné použít zkumavky a sáček utěsnit až nad zkumavkou (nedojde ke znečištění materiálu i žáků od oleje).

Z úsporných důvodů je možné nakopírovat text pouze jeden pro celou skupinu, žáci se v doplňování a kreslení mohou střídat.

### **Reflexe po hodině**

Co se povedlo a co ne?

Je třeba něco zkusit znovu či jinak?

Byl výsledek v něčem překvapující?

### **Navazující a rozšiřující aktivity**

Rozšiřující a doplňující aktivity byly uvedeny výše.