

BIOLOGIE

# VODNÍ REŽIM ROSTLIN



Akademie věd ČR hledá mladé vědce

**OTEVŘENÁ VĚDA**

AKADEMIE VĚD ČR



# Úvodní list

<b>Předmět:</b>	Biologie
<b>Cílová skupina:</b>	Studenti 1. ročníku gymnázia
<b>Délka trvání:</b>	90 min.
<b>Název hodiny:</b>	Vodní režim rostlin
<b>Výukový celek:</b>	Anatomie a fyziologie rostlin
<b>Vzdělávací oblast v RVP:</b>	Biologie rostlin. Obecná biologie
<b>Průřezová témata:</b>	<p><u>Environmentální výchova</u> – Rozvoj ekologického myšlení – žák si uvědomuje dopad lidské činnosti na životní prostředí (význam vody pro život rostlin, nebezpečí zasolení půd apod.).</p> <p><u>Výchova demokratického občana</u> – Rozvoj dovednosti formulovat vlastní myšlenky, výsledky pozorování, schopnost argumentace a obhajoba vlastního názoru.</p> <p><u>Osobnostní a sociální výchova</u> – Rozvoj kognitivních schopností, kooperace, práce ve dvojicích, práce ve skupinách.</p>
<b>Mezipředmětové vztahy:</b>	Biologie, chemie, fyzika.
<b>Výukové metody:</b>	Problémový výklad, heuristický rozhovor, práce s textem, demonstrace, experiment.
<b>Organizační formy výuky:</b>	Frontální výuka, skupinová výuka, laboratorní práce.
<b>Vstupní předpoklady:</b>	Znalost učiva o rostlinných pletivech. Znalost opěrných termínů – difuze, osmóza, semipermeabilní membrána, plazmolýza, plazmoptýza, roztok hypertonický, hypotonický, izotonický, tracheidy, tracheje, transpirační proud.
<b>Výukové cíle:</b>	Student objasní funkci polopropustné membrány na povrchu eukaryotické buňky a na povrchu vakuoly. Vysvětlí princip osmotických jevů, popíše chování rostlinné buňky v hypertonickém, hypotonickém a izotonickém prostředí. Popíše stavbu a funkci vodivých pletiv rostliny. Vysvětlí základní principy vodního provozu a hospodaření rostliny s vodou – příjem, vedení a výdej vody. Celkově shrne a objasní význam vody pro rostlinu.



<b>Klíčové kompetence:</b>	<p><u>Kompetence k učení</u> – Student samostatně pozoruje a experimentuje, získané výsledky porovnává, kriticky posuzuje a vyvozuje z nich závěry. Student se naučí nové pojmy a umí je vhodně používat, používá odbornou terminologii. Student se naučí hledat souvislosti v získaných poznatcích.</p> <p><u>Kompetence k řešení problémů</u> – Student samostatně řeší problémy, volí vhodné způsoby řešení, při řešení problémů užívá logické a empirické postupy. Student vyhledá informace vhodné k řešení problému, nachází jejich shodné, podobné a odlišné znaky, využívá získané vědomosti a dovednosti k objevování různých variant řešení, nenechá se odradit případným nezdarem a vytrvale hledá konečné řešení problému. Student ověřuje prakticky správnost řešení problémů a osvědčené postupy aplikuje při řešení obdobných nebo nových problémových situací, sleduje vlastní pokrok při zdolávání problémů.</p> <p><u>Kompetence komunikativní</u> – Student dokáže formulovat svoje myšlenky a názory, zapojuje se v diskusi, umí naslouchat názorům ostatních, vhodně argumentuje. Student rozumí různým textům a obrazovému materiálu, využívá informační a komunikační prostředky a technologie pro kvalitní a účinnou komunikaci s okolním světem.</p> <p><u>Kompetence sociální a personální</u> – Student spolupracuje při řešení problémů ve skupině, toleruje názory spolužáků.</p> <p><u>Kompetence občanské</u> – Student si uvědomuje dosah významu vody v globálním měřítku pro všechny ekosystémy planety.</p> <p><u>Kompetence pracovní</u> – Student dbá zásad bezpečnosti práce, předchází možným úrazům při používání materiálů, nástrojů a laboratorního vybavení.</p>
<b>Formy a prostředky hodnocení:</b>	Průběžné slovní hodnocení, závěrečné slovní hodnocení, test, autoevaluace (rychlý dotazník).
<b>Kritéria hodnocení:</b>	Splnění stanovených cílů, úroveň kooperace ve dvojici/skupinkách, komunikativní a prezentační dovednosti studenta.
<b>Pomůcky a materiál:</b>	Pracovní listy, laboratorní váhy, kádinky, pipety, dialyzační střevo, plastové svorky, slepičí vejce, lžičky, cukr, sůl, ocet, mikroskopy, potřeby k mikroskopování, izolepa, průhledný lak na nehty, žiletky, školní tabule, křídly/fixy, červená cibule, vzorky dřeva jehličnanu a listnáče, listy rostlin (kosatec, kaprad'), PC, dataprojektor, okulárová kamera.



## Časový a obsahový plán výukového celku (90 min.)

## Název hodiny: Vodní režim rostlin

Čas (min.)	Struktura výuky	Činnost učitele	Činnost žáků	Organizační formy výuky		Hodnocení	Pomůcky	Poznámka
				Výukové metody				
4	Úvod	Sdělení tématu učiva, výukových cílů hodiny a způsobu organizace výuky	Vyjadření k tématu, brainstorming	Frontální, brainstorming	Zpětná vazba – studenti dovedou zopakovat cíle hodiny, rozumí organizaci průběhu hodiny			
4	Vodní režim a význam vody v rostlině	Výklad, diskuse se studenty	Diskuse	Frontální	Studenti zodpovědí otázky – co zahrnuje vodní režim rostlin, jaký je význam vody pro rostlinu			
4	Osmotické jevy	Výklad – opakování opěrných pojmů – difuze, osmóza, hypotonické, hypertonické, izotonické prostředí, turgor, plazmolýza, plazmoptýza	Diskuse	Frontální	Studenti vysvětlí základní opěrné pojmy k tématu osmotických jevů			
5	Příprava pokusu – demonstrace osmotických jevů (vejce, dialyzační sířevo)	Vysvětlení pokusu	Příprava pokusu podle pracovního listu	Práce ve dvojicích Výklad s demonstrací, diskuse			PL Kádinky, laboratorní váhy, lžička, vejce, ocet, sůl, dialyzační sířevo	Vejce zbavit skořápky pomocí octa (2 dny předem)
20	Provedení experimentu	Facilitace, kontrola	Provedení experimentu	Skupinová výuka – práce ve dvojicích Experiment	Zpětná vazba – kontrola úspěšnosti provedení		PL Kádinky, laboratorní váhy, lžička, vejce, ocet, sůl, dialyzační sířevo	
4	Příprava mikroskopického pozorování dřeva jehličnanů a listnáčů	Vysvětlení postupu, distribuce fixovaných vzorků	Příprava mikroskopu a mikroskopických souprav	Frontální výuka Výklad, demonstrace	Kontrola připravenosti k mikroskopování		Mikroskop a pomůcky pro mikroskopování, vzorky dřeva jehličnanu a listnáče	Vzorky dřeva týden předem fixovat v alkoholglycerolu



20	Příprava preparátu a vlastní pozorování	Facilitace, kontrola	Zhotovení preparátů, mikroskopování, náčrt	Skupinová výuka – práce ve dvojicích Pozorování	Zpětná vazba – kontrola zhotovených preparátů	Mikroskop a pomůcky pro mikroskopování, vzorky dřeva jehličnanu a listnáče	
4	Příprava mikroskopického pozorování stomat	Vysvětlení postupu, distribuce vzorků rostlinného materiálu	Diskuse	Frontální Výklad, demonstrace	Kontrola připravenosti k mikroskopování	Mikroskop a pomůcky pro mikroskopování, lak na nehty, izolepa	
15	Zhotovení otiskového preparátu a vlastní mikroskopování	Facilitace, kontrola	Zhotovení preparátů, mikroskopování, náčrt	Skupinová výuka – práce ve dvojicích Pozorování, experiment	Zpětná vazba – kontrola zhotovených preparátů	Mikroskop a pomůcky pro mikroskopování, lak na nehty, izolepa	Důležitá je práce s clonou mikroskopu - přicloužení
10	Závěrečné zhodnocení hodiny	Diskuse – ověření získaných vědomostí a dovedností	Diskuse	Frontální Diskuse	Kontrola získaných vědomostí a dovedností, kontrolní otázky. Vysvětlíte princip pokusu s vejcem a dialyzačním střevem. Jak se liší dřevní listnáčů a jehličnanů? Jak dokážete lignin v buněčných stěnách? Co je to transpirační proud? Čím je veden a co ho pohání? Vysvětlíte funkci stomat.		



# Pracovní list pro studenta

**Název: Vodní režim rostlin**

**Jméno:**

**Vodní režim rostlin zahrnuje příjem, vedení a výdej vody rostlinou.**

## 1. Příjem a výdej vody rostlinou – osmotické jevy

### a) Úkol 1.

Demonstrace osmózy.

### b) Výklad

Rostlinné buňky přijímají vodu celým povrchem těla na základě difúze a osmózy.

V následujícím experimentu provedeme praktickou demonstraci osmotických jevů. Chování rostlinné buňky makroskopicky napodobí slepičí vajíčko. (Případně želatinový medvídek nebo špalíčky ze syrové brambory.)

### c) Pomůcky

Kádinky, laboratorní váhy, lžička, syrová slepičí vejce, ocet, cukr (sacharóza), papírové utěrky.

### d) Pracovní postup

1. Předem si připravíme dvě stejně velká slepičí vejce zbavená vápenaté skořápky. Toho docílíme jejich ponořením do kádinky s octem na dva dny a následným omytím ve vodě.
2. Obě vejce zvážíme a zapíšeme jejich hmotnost do tabulky.
3. První z vajec umístíme do kádinky s čistou vodou.
4. Druhé vejce vložíme do kádinky s vodou, do které jsme přisypali několik lžiček cukru (případně připravíme nasycený roztok cukru).
5. Po 30 minutách obě vejce vyjmeme, jemně osušíme papírovou utěrkou, zvážíme a výsledek zapíšeme do tabulky. Jemným tlakem na vajíčko posoudíme míru měkkosti – simulujeme míru vnitrobuněčného tlaku – turgoru.
6. Vrátime vejce opět do původních kádinek a s pokusem pokračujeme dalších 30 minut, kdy opět vejce vyjmeme, zvážíme a výsledky zapíšeme.
7. Tento pokus můžeme provést i v dalších variantách: Použijeme místo vajíček dva želatinové medvídky nebo dva stejně velké špalíčky vykrojené ze syrové brambory. Po skončení pokusu srovnáme pravítkem nebo posuvným měřidlem změnu rozměrů a opět míru měkkosti – „turgoru“ buňky, strukturu povrchu apod.



e) Zpracování pokusu

	Vejce č. 1 (ve vodě)	Vejce č. 2 (v roztoku cukru)
Hmotnost v gramech před začátkem pokusu		
Hmotnost v gramech po 30 minutách		
Hmotnost v gramech po 60 minutách		

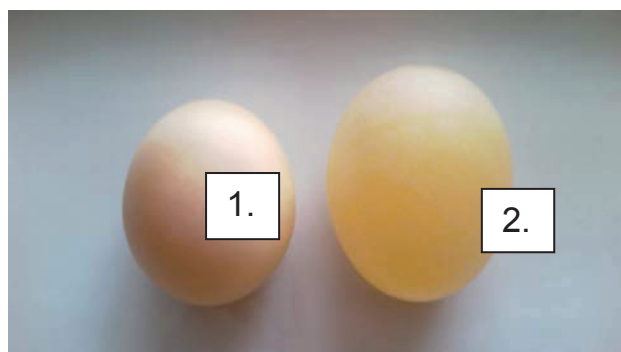
Následující fotografie představují vajíčka na začátku pokusu. Při vložení vejce do octa se rozpustila vápenatá skořápka.



Dokážeš napsat chemickou rovnici tohoto děje?

.....

Na další fotografii jsou vajíčka po 24 hodinách probíhajícího experimentu.



Které vejce bylo vloženo do kádinky s vodou? .....

Z čeho tak usuzuješ? Co se během pokusu stalo?

.....

.....



Které vejce bylo vloženo do kádinky s nasyceným roztokem cukru? .....

Z čeho tak usuzuješ? Co se během pokusu stalo?

.....  
.....

Můžeš při jemném zmáčknutí obou vajíček na konci pokusu vyvodit závěry o vnitrobuněčném tlaku buňky – turgoru?

.....  
.....

**f) Závěr**

Pokusem se slepičím vejcem jsme demonstrovali průběh osmotických dějů v buňce. Kádinka s vodou byla pro vejce (naši „buňku“) ..... prostředím. Hmotnost vajíčka se v průběhu pokusu ..... Naopak kádinka s nasyceným roztokem cukru byla pro vejce ..... prostředím. Hmotnost vajíčka se v průběhu pokusu .....

V ..... prostředí ztrácí buňka vodu, vakuola zmenšuje svůj objem a dochází k odtržení cytoplazmy od buněčné stěny. Tento jev se nazývá .....

V ..... prostředí buňka nasává vodu, zvyšuje se nitrobuněčný tlak buňky (.....). Působením turgoru mohou rostlinné buňky se slabou buněčnou stěnou praskat (živočišné buňky praskají velmi snadno vzhledem k absenci buněčné stěny, u krvinek – hemolýza). Tento jev se nazývá .....



**a) Úkol 2.**

Příjem vody rostlinou – práce s dialyzačním střevem.

**b) Výklad**

K demonstraci osmotických jevů v buňce a také k dalším názorným ukázkám, jak pracuje polopropustná membrána buňky, se dá použít dialyzační střevo (anglicky visking tubing).

**c) Pomůcky**

Dialyzační střevo, plastové svorky nebo provázek na uzavření střeva, 2 kádinky, pipety, laboratorní váhy, nůžky, nasycený roztok cukru (sacharózy).

**d) Pracovní postup:**

1. Ustříhneme dva kousky dialyzačního střeva cca 10 cm dlouhé a vložíme je na dvě minuty do kádinky s vodou, aby nasákly. Jeden konec střeva pevně uzavřeme svorkou nebo provázkem.
2. První střevo naplníme pomocí pipety roztokem sacharózy a pevně uzavřeme na druhém konci. Naplněné střevo zvážíme a hodnotu zapíšeme. Střevo se sacharózou vložíme do kádinky s vodou.
3. Druhé střevo naplníme pomocí pipety vodou, uzavřeme, zvážíme a hodnotu zapíšeme. Střevo s vodou vložíme do kádinky s roztokem cukru.
4. V obou kádinkách probíhají osmotické děje. Po daných časových úsecích vždy obě střeva vytáhneme, lehce osušíme, zvážíme a výsledek zapíšeme do tabulky.

**e) Zpracování pokusu**

	Dialyzační střevo č. 1 (naplněné roztokem cukru) v hypotonickém roztoku – ve vodě	Dialyzační střevo č. 2 (naplněné vodou) v hypertonickém roztoku – roztoku cukru
Hmotnost v gramech před začátkem pokusu		
Hmotnost v gramech po 30 minutách		
Hmotnost v gramech po 60 minutách		

**f) Závěr**

Hmotnost dialyzačního střeva naplněného cukrem a umístěného ve vodě se postupně ..... , protože voda pronikala přes polopropustnou membránu



dovnitř a ředila roztok sacharózy. Demonstrovali jsme tak buňku vloženou do ..... prostředí. Zvyšoval se její ..... (turgor).

Hmotnost dialyzačního střeva naplněného vodou a umístěného v roztoku cukru se postupně ....., protože voda pronikala přes polopropustnou membránu směrem ven do roztoku sacharózy. Demonstrovali jsme tak buňku vloženou do ..... prostředí. Její turgor .....

### *a) Úkol 3.*

Osmotické jevy pod mikroskopem.

### *b) Výklad*

Osmotické jevy v rostlinné buňce lze velmi dobře pozorovat na buňkách pokožky suknice červené cibule, jejichž velká centrální vakuola obsahuje fialové anthokyany.

### *c) Pomůcky*

Mikroskop, potřeby k mikroskopování, červená cibule, roztok NaCl, pipeta, savý papír.

### *d) Pracovní postup*

Ze zdužnatělé suknice cibule stáhneme pinzetou malý kousek pokožky a zhotovíme z ní vodní mikroskopický preparát. Pozorujeme pod mikroskopem tvar buněk a barevný obsah.

Pak k hraně krycího sklíčka přikápneme roztok soli a pomocí savého papíru opatrně prosajeme přes preparát. Případně odkryjeme krycí sklíčko a přikápneme kapku roztoku soli. Ihned vložíme pod mikroskop a pozorujeme rozdíl proti předchozímu pozorování.

### *e) Zpracování pokusu*

Nákres:

Vodní preparát cibule

Cibule v roztoku NaCl.

### *f) Závěr*



## 2. Vedení vody rostlinou

### a) Úkol 1.

Mikroskopické rozlišení dřeva jehličnanů a listnáčů.

### b) Výklad

Dřevo jehličnatých a listnatých stromů je lignifikované sekundární vodivé pletivo (sekundární xylém, deuterioxylém). Vodivými elementy dřeva mohou být tracheidy (cévice) nebo pokročilejší tracheje (cévy), což jsou obojí mrtvé buňky bez buněčného obsahu. Tracheidy jsou protáhlé vřetenovité buňky bez dokonalých perforací v buněčných stěnách. Tracheje jsou protáhlé kapiláry tvořené vertikálně seřazenými tracheálními články. V místě styku tracheálních článků jsou již v buněčných stěnách dokonalé perforace. Stěny tracheid i trachejí deuterioxylému mohou být zesíleny schodovitě, síťovitě, dvůrkatě, vzácně i spirálně. Tracheidy a tracheje vedou vzestupný transpirační proud z kořenů do listů. Hybnou silou tohoto proudu je negativní hydrostatický tlak v kapilárách vzniklý transpirací v listech.

Deuterioxylém vzniká dostředivým dělením buněk kambia. Přírůstek jarního a letního xylému za sezónu vytváří letokruh. Vodivé elementy jarního xylému mají větší průměr a tenčí buněčné stěny než vodivé elementy letního xylému.

### c) Pomůcky

Mikroskop, potřeby k mikroskopování, vzorky větviček borovice a lípy (krátké špalíky přibližně v síle tužky, z důvodu změkčení dřeva vzorky fixujeme alespoň několik dní v alkoholglycerolu).

### d) Pracovní postup

Pomocí žiletky zhotovíme tenké příčné řezy větvičkami a připravíme vodní preparát (lze připravit i glycerolový preparát). Ke zvýraznění lignifikovaných stěn tracheid a trachejí můžeme preparát barvit safraninem nebo floroglucinolem a HCl – lignifikované struktury se zbarví intenzivně červeně.

Preparáty pozorujeme pod mikroskopem. Na jednotlivých preparátech vybereme nejvhodnější místa k pozorování, zhotovíme jednoduchý náčrt pozorovaného objektu, snažíme se rozlišit struktury identifikující dřevo jehličnanů a listnáčů (tracheidy, tracheje, pryskyřičné kanálky, úzké nebo širší dřeňové paprsky).

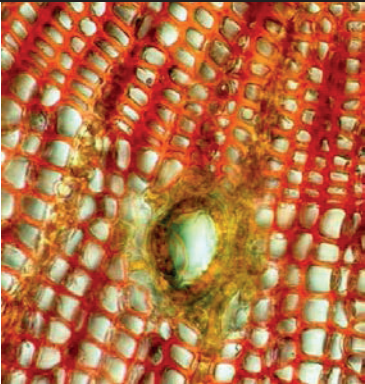
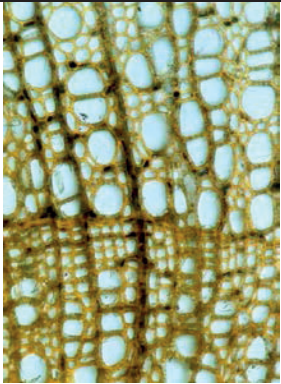
### e) Zpracování pokusu

Nákres:



<b>Dřevo borovice (Pinus)</b>	<b>Dřevo lípy (Tilia)</b>
-------------------------------	---------------------------

Podle výsledků svého pozorování urči, který z obrázků patří jehličnanu a který listnáči:

	
<b>Mikroskopický preparát .....</b>	<b>Mikroskopický preparát .....</b>

**f) Závěr**

Dřevo jehličnanů má ..... stavbu. Vodivé elementy jsou ..... (tvoří přibližně 95 % objemu dřeva). ..... ve dřevě jehličnanů chybí. Pozorujeme také ....., které vznikají rozpuštěním střední lamely a následným rozestoupením buněk (schizogenní původ). Chybí např. ve dřevě jedle (*Abies*), tisu (*Taxus*) nebo jalovce (*Juniperus*).

Dřevo listnatých stromů a keřů má ..... stavbu. Vodivými elementy jsou ..... . Dále jsou přítomna sklerenchymatická (libriformní) vlákna. Pryskyřičné kanálky chybí. Parenchym (.....) je u listnáčů vyvinutý mohutněji než u jehličnanů.



### 3. Výdej vody rostlinou

#### a) Úkol 1.

Pozorování otiskových preparátů stomat v epidermis listů.

#### b) Výklad

Stomata (průduchy) patří k provětrávacímu systému primárního krycího pletiva (epidermis, pokožka). Zajišťují výměnu plynů a vodních par mezi ovzduším a mezofylem listů. Umožňují příjem oxidu uhličitého potřebného k fotosyntéze a příjem kyslíku potřebného k respiraci. Průduchovými štěrbinami stomat také difunduje vodní pára z listu do ovzduší (stomatární transpirace). Stomatární transpirace uvádí do pohybu transpirační proud a ochlazuje listy. Význam stomat při zajišťování základních životních funkcí rostliny dokládá skutečnost, že funkční stomata byla zjištěna již u nejstarších suchozemských cévnatých rostlin.

#### c) Pomůcky

Mikroskop, potřeby k mikroskopování, listy rostlin (kapradě, kosatec), bezbarvý lak na nehty, izolepa, nůžky.

#### d) Pracovní postup

Zhotovíme otiskový preparát epidermis listu (tzv. mikroreliefovou metodou). Na spodní stranu listu nanese tenkou vrstvu bezbarvého laku na nehty, necháme zaschnout, stáhneme pomocí bezbarvé izolepy a přilepíme na podložní sklíčko.

Pozorujeme pod mikroskopem a srovnáme tvary stomat a okolních buněk u různých druhů rostlin.

#### e) Zpracování pokusu

Nákres:

#### f) Závěr

Pozorovali jsme otiskový preparát pokožky kapradě samce a kosatce. Buňky epidermis obklopující stomata mají .....



# Pracovní list pro pedagoga

**Název: Vodní režim rostlin**

**Vodní režim rostlin zahrnuje příjem, vedení a výdej vody rostlinou.**

## 1. Příjem a výdej vody rostlinou – osmotické jevy

### a) Úkol 1.

Demonstrace osmózy.

### b) Výklad

Rostlinné buňky přijímají vodu celým povrchem těla na základě difúze a osmózy.

V následujícím experimentu provedeme praktickou demonstraci osmotických jevů. Chování rostlinné buňky makroskopicky napodobí slepičí vajíčko. (Případně želatinová medvídka nebo špalíčky ze syrové brambory.)

### c) Pomůcky

Kádinky, laboratorní váhy, lžička, syrová slepičí vejce, ocet, cukr (sacharóza), papírové utěrky.

### d) Pracovní postup:

1. Předem si připravíme dvě stejně velká slepičí vejce zbavená vápenaté skořápky. Toho docílíme jejich ponořením do kádinky s octem na dva dny a následným omytím ve vodě.
2. Obě vejce zvážíme a zapíšeme jejich hmotnost do tabulky.
3. První z vajec umístíme do kádinky s čistou vodou.
4. Druhé vejce vložíme do kádinky s vodou, do které jsme přisypali několik lžiček cukru (případně připravíme nasycený roztok cukru).
5. Po 30 minutách obě vejce vyjmeme, jemně osušíme papírovou utěrkou, zvážíme a výsledek zapíšeme do tabulky. Jemným tlakem na vajíčko posoudíme míru měkkosti – simulujeme míru vnitrobuněčného tlaku – turgoru.
6. Vrátime vejce opět do původních kádinek a s pokusem pokračujeme dalších 30 minut, kdy opět vejce vyjmeme, zvážíme a výsledky zapíšeme.
7. Tento pokus můžeme provést i v dalších variantách: Použijeme místo vajíček dva želatinové medvídky nebo dva stejně velké špalíčky vykrojené ze syrové brambory. Po skončení pokusu srovnáme pravítkem nebo posuvným měřidlem změnu rozměrů a opět míru měkkosti – „turgoru“ buňky, strukturu povrchu apod.



## e) Zpracování pokusu

	Vejce č. 1 (ve vodě)	Vejce č. 2 (v roztoku cukru)
Hmotnost v gramech před začátkem pokusu	107,4	99,7
Hmotnost v gramech po 30 minutách	110,9	94,1
Hmotnost v gramech po 60 minutách	112,6	90,8

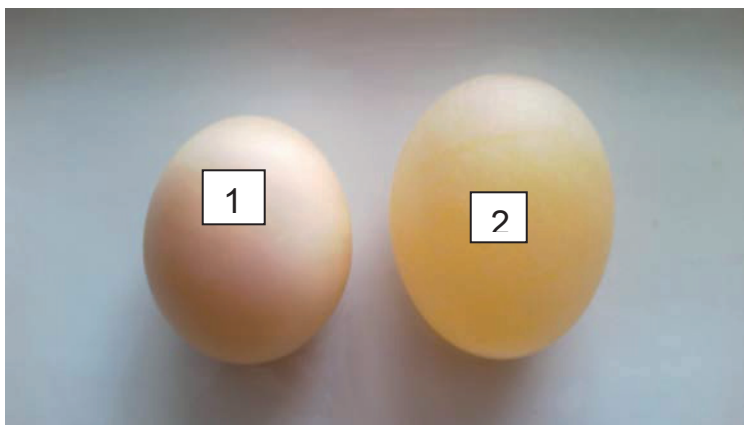
Následující fotografie představují vajíčka na začátku pokusu. Při vložení vejce do octa se rozpustila vápenatá skořápka.



Dokážeš napsat chemickou rovnici tohoto děje?



Na další fotografii jsou vajíčka po 24 hodinách probíhajícího experimentu.



Které vejce bylo vloženo do kádinky s vodou? **Vejce č. 2**

Z čeho tak usuzuješ? Co se během pokusu stalo? **Vejce č. 2 se zvětšilo, voda pro něj byla hypotonickým prostředím, a proto se molekuly vody dostávaly přes membránu dovnitř.**

Které vejce bylo vloženo do kádinky s nasyceným roztokem cukru? **Vejce č. 1**



Z čeho tak usuzuješ? Co se během pokusu stalo? Vejce č. 1 je menší než č. 2 – nasycený roztok cukru byl pro něj hypertonickým prostředím a molekuly vody pronikaly přes membránu z vejce ven.

Můžeš při jemném zmáčknutí obou vajíček na konci pokusu vyvodit závěry o vnitrobuněčném tlaku buňky – turgoru? Vejce umístěné v hypertonickém roztoku je měkčí, dá se více zmáčknout. Buňka umístěná v takovém roztoku by měla nižší turgor. Vejce umístěné ve vodě je na dotek tužší, pevnější. Turgor buňky v hypotonickém roztoku se výrazně zvýší.

#### f) Závěr

Pokusem se slepičím vejcem jsme demonstrovali průběh osmotických dějů v buňce. Kádinka s vodou byla pro vejce (naši „buňku“) hypotonickým prostředím. Hmotnost vajíčka se v průběhu pokusu zvýšila. Naopak kádinka s nasyceným roztokem cukru byla pro vejce hypertonickým prostředím. Hmotnost vajíčka se v průběhu pokusu snížila.

V hypertonickém prostředí ztrácí buňka vodu, vakuola zmenšuje svůj objem a dochází k odtržení cytoplazmy od buněčné stěny. Tento jev se nazývá plazmolýza (u živočišné buňky plazmorhiza).

V hypotonickém prostředí buňka nasává vodu, zvyšuje se vnitrobuněčný tlak buňky (turgor). Působením turgoru mohou rostlinné buňky se slabou buněčnou stěnou praskat (živočišné buňky praskají velmi snadno vzhledem k absenci buněčné stěny, u krvinek – hemolýza). Tento jev se nazývá plazmoptýza.





### a) Úkol 2.

Příjem vody rostlinou – práce s dialyzačním střevem.

### b) Výklad

K demonstraci osmotických jevů v buňce a také k dalším názorným ukázkám, jak pracuje polopropustná membrána buňky, se dá použít dialyzační střevo (anglicky visking tubing).

### c) Pomůcky

Dialyzační střevo, plastové svorky nebo provázek na uzavření střeva, 2 kádinky, pipety, laboratorní váhy, nůžky, nasycený roztok cukru (sacharózy).

### d) Pracovní postup

1. Ustříháme dva kousky dialyzačního střeva cca 10 cm dlouhé a vložíme na dvě minuty do kádinky s vodou, aby nasákly. Jeden konec střeva pevně uzavřeme svorkou nebo provázkem.
2. První střevo naplníme pomocí pipety roztokem sacharózy a pevně uzavřeme na druhém konci. Naplněné střevo zvážíme a hodnotu zapíšeme. Střevo se sacharózou vložíme do kádinky s vodou.
3. Druhé střevo naplníme pomocí pipety vodou, uzavřeme, zvážíme a hodnotu zapíšeme. Střevo s vodou vložíme do kádinky s roztokem cukru.
4. V obou kádinkách probíhají osmotické děje. Po daných časových úsecích vždy obě střeva vytáhneme, lehce osušíme, zvážíme a výsledek zapíšeme to tabulky.

### e) Zpracování pokusu

	Dialyzační střevo č. 1 (naplněné roztokem cukru) v hypotonickém roztoku – ve vodě	Dialyzační střevo č. 2 (naplněné vodou) v hypertonickém roztoku – roztoku cukru
Hmotnost v gramech před začátkem pokusu	10,51	5,1
Hmotnost v gramech po 30 minutách	12,27	4,4
Hmotnost v gramech po 60 minutách	12,56	3,9

### f) Závěr

Hmotnost dialyzačního střeva naplněného cukrem a umístěného ve vodě se postupně **zvyšovala**, protože voda pronikala přes polopropustnou membránu dovnitř a ředila roztok



sacharózy. Demonstrovali jsme tak buňku vloženou do **hypotonického** prostředí. Zvyšoval se její **vnitrobuněčný tlak** (turgor).

Hmotnost dialyzačního střeva naplněného vodou a umístěného v roztoku cukru se postupně **snižovala**, protože voda pronikala přes polopropustnou membránu směrem ven do roztoku sacharózy. Demonstrovali jsme tak buňku vloženou do **hypertonického** prostředí. Její turgor **klesal**.

### a) Úkol 3.

Osmotické jevy pod mikroskopem.

### b) Výklad

Osmotické jevy v rostlinné buňce lze velmi dobře pozorovat na buňkách pokožky suknice červené cibule, jejichž velká centrální vakuola obsahuje fialové anthokyany.

### c) Pomůcky

Mikroskop, potřeby k mikroskopování, červená cibule, roztok NaCl, pipeta, savý papír.

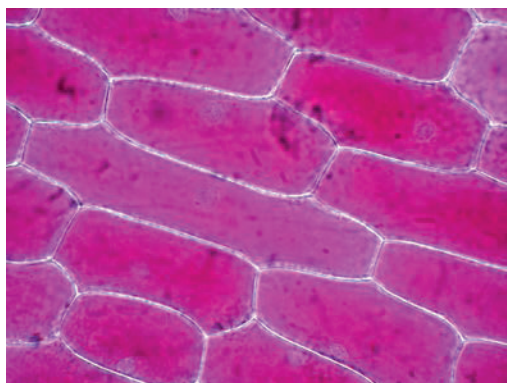
### d) Pracovní postup

Ze zdužnatělé suknice cibule stáhneme pinzetou malý kousek pokožky a zhotovíme z ní vodní mikroskopický preparát. Pozorujeme pod mikroskopem tvar buněk a barevný obsah.

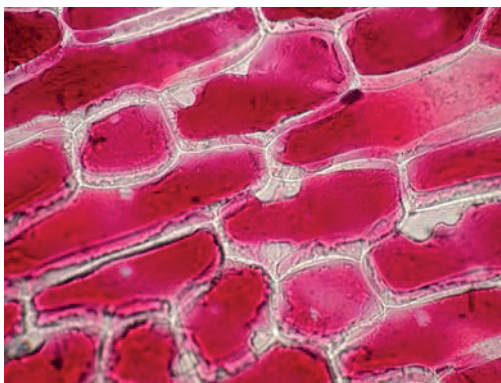
Pak k hraně krycího sklíčka přikápneme roztok soli a pomocí savého papíru opatrně prosajeme přes preparát. Případně odkryjeme krycí sklíčko a přikápneme kapku roztoku soli. Ihned vložíme pod mikroskop a pozorujeme rozdíl proti předchozímu pozorování.

### e) Zpracování pokusu

Nákres:



Obr. č. 1: Vodní preparát cibule



Obr. č. 2: Cibule v roztoku NaCl.

### f) Závěr

Ve vodním preparátu pozorujeme buňky pravidelně uspořádané v krycím pletivu, červený obsah vakuoly zcela vyplňuje celou buňku. Na buňkách v roztoku soli pozorujeme změnu – vlivem okolního hypertonického prostředí u nich došlo ke smrštění obsahu (plazmolýza). Buněčná stěna nezměnila svůj tvar.



## 2. Vedení vody rostlinou

### a) Úkol

Mikroskopické rozlišení dřeva jehličnanů a listnáčů.

### b) Výklad

Dřevo jehličnatých a listnatých stromů je lignifikované sekundární vodivé pletivo (sekundární xylém, deuteroxylém). Vodivými elementy dřeva mohou být tracheidy (cévice) nebo pokročilejší tracheje (cévy), což jsou obojí mrtvé buňky bez buněčného obsahu. Tracheidy jsou protáhlé vřetenovité buňky bez dokonalých perforací v buněčných stěnách. Tracheje jsou protáhlé kapiláry tvořené vertikálně seřazenými tracheálními články. V místě styku tracheálních článků jsou již v buněčných stěnách dokonalé perforace. Stěny tracheid i trachejí deuteroxylému mohou být zesíleny schodovitě, síťovitě, dvůrkatě, vzácně i spirálně. Tracheidy a tracheje vedou vzestupný transpirační proud z kořenů do listů. Hybnou silou tohoto proudu je negativní hydrostatický tlak v kapilárách vzniklý transpirací v listech.

Deuteroxylém vzniká dostředivým dělením buněk kambia. Přírůstek jarního a letního xylému za sezónu vytváří letokruh. Vodivé elementy jarního xylému mají větší průměr a tenčí buněčné stěny než vodivé elementy letního xylému.

### c) Pomůcky

Mikroskop, potřeby k mikroskopování, vzorky větviček borovice a lípy (krátké špalíky přibližně v síle tužky, z důvodu změkčení dřeva vzorky fixujeme alespoň několik dní v alkoholglycerolu).

### d) Pracovní postup

Pomocí žiletky zhotovíme tenké příčné řezy větvičkami a připravíme vodní preparát (lze připravit i glycerolový preparát). Ke zvýraznění lignifikovaných stěn tracheid a trachejí můžeme preparát barvit safraninem nebo floroglucinolem a HCl – lignifikované struktury se zbarví intenzivně červeně.

Preparáty pozorujeme pod mikroskopem. Na jednotlivých preparátech vybereme nejvhodnější místa k pozorování, zhotovíme jednoduchý náčrt pozorovaného objektu, snažíme se rozlišit struktury identifikující dřevo jehličnanů a listnáčů (tracheidy, tracheje, pryskyřičné kanálky, úzké nebo širší dřeňové paprsky).

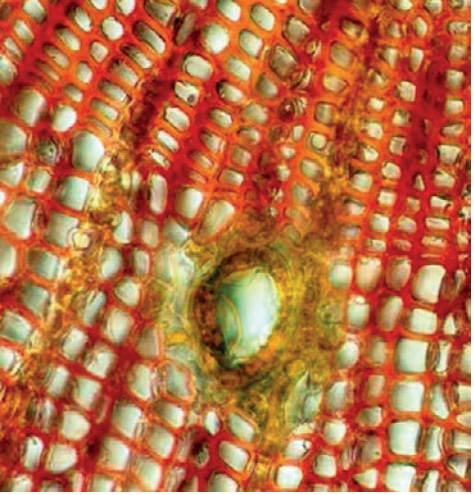
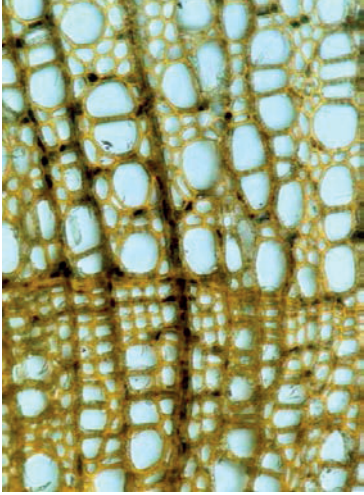
### e) Zpracování pokusu

Nákres:

Dřevo borovice (Pinus)	Dřevo lípy (Tilia)
------------------------	--------------------



Podle výsledků svého pozorování urči, který z obrázků patří jehličnanu a který listnáči:

	
Mikroskopický preparát <b>jehličnanu (borovice)</b>	Mikroskopický preparát <b>listnáče (lípa)</b>

#### f) Závěr

Dřevo jehličnanů má **jednoduchou homoxylní** stavbu. Vodivé elementy jsou **pouze tracheidy** (tvoří přibližně 95 % objemu dřeva). **Tracheje** ve dřevě jehličnanů chybí. Pozorujeme také **pryskyřičné kanálky**, které vznikají rozpuštěním střední lamely a následným rozestoupením buněk (schizogenní původ). Chybí např. ve dřevě jedle (*Abies*), tisu (*Taxus*) nebo jalovce (*Juniperus*).

Dřevo listnatých stromů a keřů má **složitější heteroxylní** stavbu. Vodivými elementy jsou **tracheje a tracheidy**. Dále jsou přítomna sklerenchymatická (libriforní) vlákna. Pryskyřičné kanálky chybí. Parenchym (**dřeňové paprsky a protáhlé buňky dřevního parenchymu**) je u listnáčů vyvinutý mohutněji než u jehličnanů.



### 3. Výdej vody rostlinou

#### a) Úkol 1.

Pozorování otiskových preparátů stomat v epidermis listů.

#### b) Výklad

Stomata (průduchy) patří k provětrávacímu systému primárního krycího pletiva (epidermis, pokožka). Zajišťují výměnu plynů a vodních par mezi ovzduším a mezofylem listů. Umožňují příjem oxidu uhličitého potřebného k fotosyntéze a příjem kyslíku potřebného k respiraci. Průduchovými štěrbinami stomat také difunduje vodní pára z listu do ovzduší (stomatární transpirace). Stomatární transpirace uvádí do pohybu transpirační proud a ochlazuje listy. Význam stomat při zajišťování základních životních funkcí rostliny dokládá skutečnost, že funkční stomata byla zjištěna již u nejstarších suchozemských cévnatých rostlin.

#### c) Pomůcky

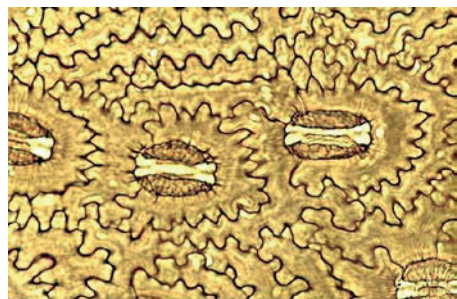
Mikroskop, potřeby k mikroskopování, listy rostlin (kaprad', kosatec), bezbarvý lak na nehty, izolepa, nůžky.

#### d) Pracovní postup

Zhotovíme otiskový preparát epidermis listu (tzv. mikroreliefovou metodou). Na spodní stranu listu nanese tenkou vrstvu bezbarvého laku na nehty, necháme zaschnout, stáhneme pomocí bezbarvé izolepy a přilepíme na podložní sklíčko.

Pozorujeme pod mikroskopem a srovnáme tvary stomat a okolních buněk u různých druhů rostlin.

#### e) Zpracování pokusu, nákres:



kaprad' samec



kosatec

#### f) Závěr

Pozorovali jsme otiskový preparát pokožky kapradě samce a kosatce. Buňky epidermis obklopující stomata mají u různých rostlin různý tvar, různý počet a jsou specificky uspořádány.



# Opakování

**Název: Vodní režim rostlin**

**Jméno:**

## A) Význam vody v rostlině a její obsah

1. Doplň následující text:

Voda se vyskytuje v každé buňce. Je ..... mnoha látek a představuje prostředí, ve kterém probíhají biochemické metabolické reakce. Voda hraje roli při ..... látek po těle rostliny a také při termoregulaci.

2. Seřadte části rostlinného těla v závorce (*listy – semena – dužnaté části plodů – zdřevnatělé stonky*) podle obsahu vody od nejmenšího po největší množství:

.....

## B) Osmotické jevy

1. Doplň vynechané pojmy:

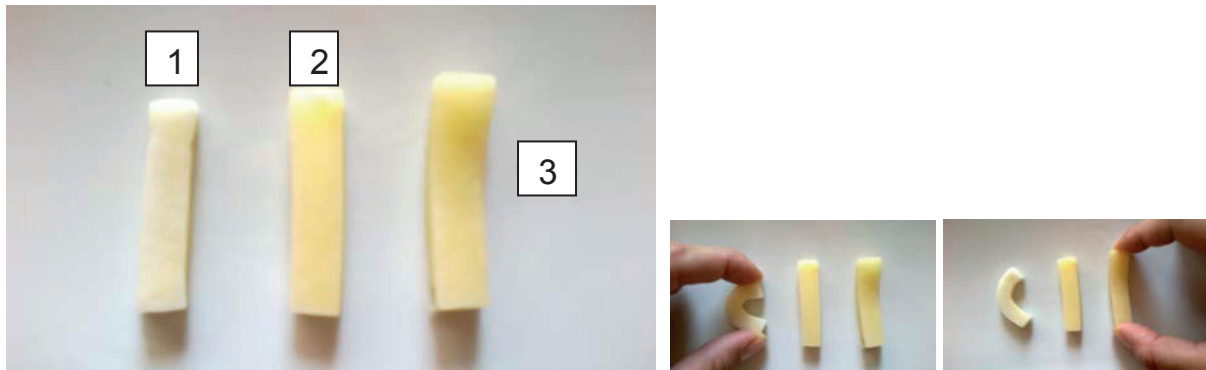
Molekuly látek jsou v roztocích neustále v pohybu a mají tendenci se pohybovat z oblasti z vyšší koncentrací do oblastí s nižší koncentrací. To se označuje jako .....

Jednostranná difúze molekul vody přes polopropustnou (.....) membránu se nazývá ..... Z hlediska vodního provozu buňky jsou nejvýznamnější osmotické transporty vody přes .....

Nachází-li se buňka v prostředí, které má stejnou koncentraci osmoticky aktivních látek jako buněčná šťáva, označujeme takové prostředí jako .....

Prostředí ..... má vyšší koncentraci osmoticky aktivních látek než buněčná šťáva a prostředí ..... má nižší koncentraci než buněčná šťáva.

2. Na fotografii vidíš tři špalíčky vyříznuté ze syrového bramboru, které byly dva dny umístěné v různých roztocích. Před zahájením pokusu měly všechny tři stejnou velikost – 1 x 0,8 x 4 cm. Dokážeš do tabulky doplnit, který špalíček byl vložen do kterého roztoku?



	Fyziologický roztok (0,9% roztok NaCl)	Nasycený roztok NaCl	Voda
Číslo špalíčku			

Který z těchto roztoků byl pro buňky bramboru hypertonický? .....

3. Na fotografii vidíš želatinového medvídka ve srovnání s medvídkem, který byl několik hodin ve sklenici s vodou.



Jakým prostředím byla pro něj voda? .....

4. Kdy se u rostliny setkáš s projevem sníženého turgoru jejích buněk?

.....

5. Jev, kdy rostlinná buňka v hypertonickém roztoku ztrácí vodu a smršťuje se její obsah, se nazývá .....

6. Jev, kdy rostlinná buňka v hypotonickém roztoku nasává vodu a zvyšuje se její turgor, se nazývá .....

### C) Vedení vody v rostlině

1. Vodivými elementy dřeva jehličnanů jsou .....

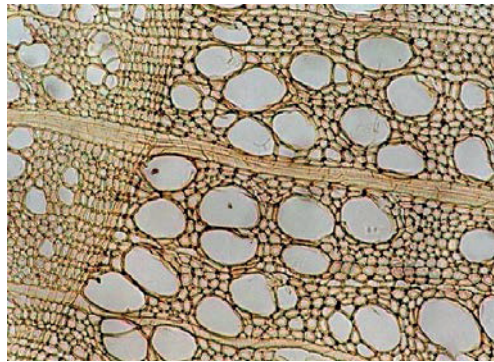
2. Vodivými elementy dřeva listnáčů .....



3. Který obrázek představuje homoxylní dřevo jehličnanu? .....



Obr. č. 1



Obr. č. 2





## Opakování – řešení pro pedagoga

**Název: Vodní režim rostlin**

### A) Význam vody v rostlině a její obsah

1. Dopln následující text:

Voda se vyskytuje v každé buňce. Je **rozpuštědlem** mnoha látek a představuje prostředí, ve kterém probíhají biochemické metabolické reakce. Voda hraje roli při **transportu** látek po těle rostliny a také při termoregulaci.

2. Seřadte části rostlinného těla v závorce (*listy – semena – dužnaté části plodů – zdřevnatělé stonky*) podle obsahu vody od nejmenšího po největší množství:

**Semena – zdřevnatělé stonky – listy – dužnaté části plodů.**

### B) Osmotické jevy

1. Dopln vynechané pojmy:

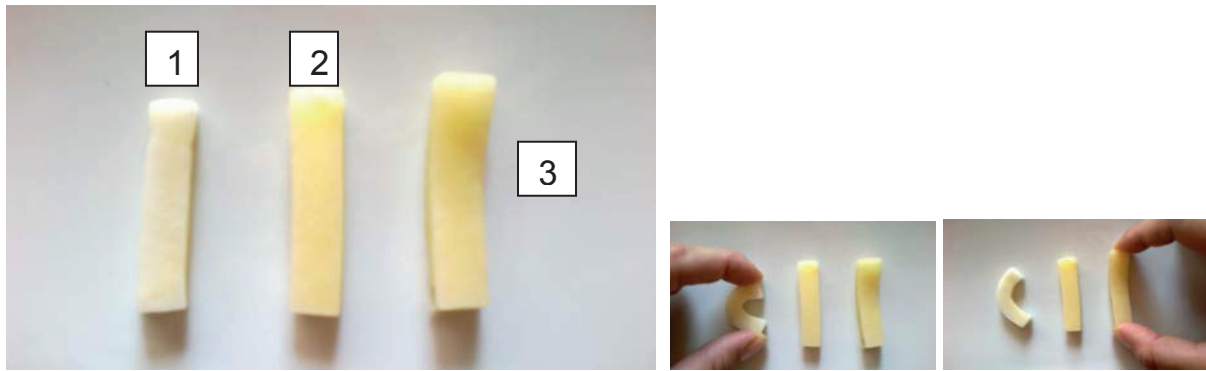
Molekuly látek jsou v roztocích neustále v pohybu a mají tendenci se pohybovat z oblastí s vyšší koncentrací do oblastí s nižší koncentrací. To se označuje jako **difúze**.

Jednostranná difúze molekul vody přes polopropustnou (**semipermeabilní**) membránu se nazývá **osmóza**. Z hlediska vodního provozu buňky jsou nejvýznamnější osmotické transporty vody přes **cytoplazmatickou membránu na povrchu buňky (plazmalema)** a **přes tonoplast na povrchu vakuoly**.

Nachází-li se buňka v prostředí, které má stejnou koncentraci osmoticky aktivních látek jako buněčná šťáva, označujeme takové prostředí jako **izotonické**.

Prostředí **hypertonické** má vyšší koncentraci osmoticky aktivních látek než buněčná šťáva a prostředí **hypotonické** má nižší koncentraci než buněčná šťáva.

2. Na fotografii vidíš tři špalíčky vyříznuté ze syrového bramboru, které byly dva dny umístěné v různých roztocích. Před zahájením pokusu měly všechny tři stejnou velikost – 1 x 0,8 x 4 cm. Dokážeš do tabulky doplnit, který špalíček byl vložen do kterého roztoku?



	Fyziologický roztok (0,9% roztok NaCl)	Nasyčený roztok NaCl	Voda
Číslo špalíčku	2	1	3

Který z těchto roztoků byl pro buňky bramboru hypertonický? **Nasyčený roztok NaCl.**

3. Na fotografii vidíš želatinového medvídka ve srovnání s medvídkem, který byl několik hodin ve sklenici s vodou.



Jakým prostředím byla pro něj voda? **Hypotonickým.**

4. Kdy se u rostliny setkáš s projevem sníženého turgoru jejích buněk? **Vadnutí rostlin.**

5. Jev, kdy rostlinná buňka v hypertonickém roztoku ztrácí vodu a smršťuje se její obsah, se nazývá **plazmolýza**.

6. Jev, kdy rostlinná buňka v hypotonickém roztoku nasává vodu a zvyšuje se její turgor, se nazývá **plazmoptýza**.

### C) Vedení vody v rostlině

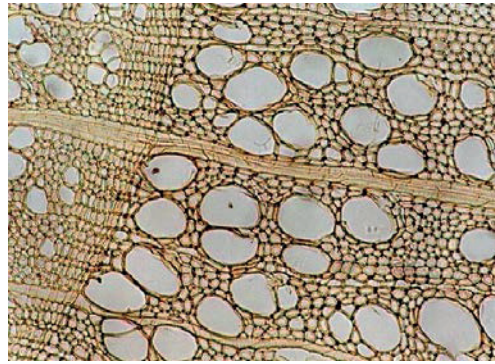
1. Vodivými elementy dřeva jehličnanů jsou **cévice (tracheidy)**.

2. Vodivými elementy dřeva listnáčů **jsou cévy (tracheje) a cévice (tracheidy)**.

3. Který obrázek představuje homoxylní dřevo jehličnanu? **Obr. č.1 (modřín)**.



Obr. č. 1



Obr. č. 2





# Vodní režim rostlin

Mgr. David Cigánek, Mgr. Lenka Metlíková, PaedDr. Ing. Dr. Vladimír Vinter



[www.otevrenaveda.cz](http://www.otevrenaveda.cz)



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ