

# Obsah



		<i>Metodika</i>
Poznáváme globální koloběh uhlíku	3	12
Proč vědci nemusí kácet stromy	5	20
Tabulka světových biotů	7	22
Vědci a králíci	8	25
Kolik uhlíku máme uloženo na stanovišti	9	27
Záznamový list obvod stromu	11	27
Kategorie dřevin	12	27
Co jsme zjistili	13	27
Klíčení obilí	16	29
Skříž rostlin	17	29
Rostliny a CO <sub>2</sub>	19	29
Rostliny a voda	22	29





# Poznáváme globální koloběh uhlíku



## ČÁST 1. Vytvořte schéma globálního koloběhu uhlíku

- Podívejte se na seznam zásobníků a toků koloběhu uhlíku, které jste ve třídě dali dohromady.
- Dejte k sobě zásobníky a toky, které patří do jedné skupiny.  
Například: Jízdy automobilem, vytápění domů a průmysl mohou být zařazeny dohromady jako tok, který se jmenuje spalování ropy, uhlí, zemního plynu (= fosilních paliv).
- Nakreslete jednoduché schéma globálního koloběhu uhlíku. Zásobníky se obvykle znázorňují rámečky a toky šipkami.

## ČÁST 2. Prozkoumejte Diagram globálního koloběhu uhlíku

- Prohlédněte si *Diagram globálního koloběhu uhlíku*, který používají vědci a porovnejte jej se svým vlastním schématem.



Diskutujte o následujících otázkách ve skupině a запиšte si své nápady.

V čem si jsou dvě schémata podobná a v čem se liší?

.....

.....

Zařadili jste do schématu nějaké zásobníky, které nejsou ve schématu vědců?  
Napadá vás, proč nebyly zařazeny?

.....

.....

V jakých jednotkách jsou uváděny zásobníky uhlíku v tomto schématu? Jak velká je tato jednotka?

.....

.....

Proč jsou toky uhlíku uváděny v jednotkách času?

.....

.....

Jsou toky do atmosféry a z ní vyvážené? Proč ano a proč ne?

.....

.....





# Proč vědci nemusí kácet stromy

## ČÁST 1.

Před sebou máte řezy kmeny stromů (stromové kuláče nebo fotografie). Zamyslete se – co vám může napovědět kus dřeva o celém stromu? Navrhněte způsoby, jak změřit váš stromový kuláč.



a



b



c

Zdroj fotografií: <http://www.biolib.cz>

## ČÁST 2.

Změřte a запиšte obvody a průměry kuláčů. Měření opakujte třikrát. Na kuláčích měřte průměr vždy v různých směrech. **Průměr** (jeho průměrná hodnota) je důležitý pro výpočet biomasy. Odhadněte druh stromu, který měříte, a název запиšte do tabulky. Porovnejte výsledky výpočtů s průměry měření.

DRUH STROMU	Měřená hodnota	Naměřeno (1)	Naměřeno (2)	Naměřeno (3)	Průměr hodnot (1+2+3) ÷ 3	Vypočteno pomocí rovnice
a.	Obvod					
	Průměr					
b.	Obvod					
	Průměr					
c.	Obvod					
	Průměr					

rovnice

$$o = \pi * d \quad \text{nebo} \quad d = o \div \pi$$

Vysvětlivky: o – obvod stromu  
 d – průměr stromu  
 $\pi$  – 3,14



### 2.A

Podobají se průměrné hodnoty naměřeného a vypočítaného **obvodu**, nebo se naopak liší?  
 Podobají se průměrné hodnoty naměřeného a vypočítaného **průměru**, nebo se naopak liší?

.....

.....



**2.B**

Proč se mohou vypočtené a naměřené hodnoty lišit?

.....

.....

**2.C**

Jak mohou vědci (a vy) využít vztah obvod-průměr při studiu živých stromů?

.....

.....

**2.D**

Víte, co znamená „výčetní tloušťka stromu“ (DBH) a k čemu slouží?

.....

.....

**ČÁST 3.**

Než půjdete měřit stromy na vaše stanoviště, připravte se na problémy, které vás mohou potkat.

**3.A**

Jak byste změřili výčetní tloušťku stromu, u kterého zrovna ve výšce 135 cm od paty vyrůstá větev? Napadnou vás ještě jiné nástrahy při měření výčetní tloušťky stromu?

.....

.....

.....

**3.B**

Až budete zjišťovat biomasu stromů na vašem stanovišti, budete měřit výčetní tloušťku VŠECH stromů? Zahnete do měření i semenáčky? Zdůvodněte.

.....

.....

**3.C**

Zapište alespoň 3 pravidla, kterými se budete řídit, až budete v terénu měřit stromy. Dodržováním těchto zásad získáte nejpřesnější měření.

.....

.....

# Tabulka SVĚTOVÝCH BIOMŮ

Uhlíková složka primární produkce a biomasy biosféry  
(upraveno dle Whittker a Likens, 1973)

TYP EKOSYSTÉMU	Plocha ( $10^6 \text{ km}^2 =$ $= 10^{12} \text{ m}^2$ )	Průměrná rostlinná biomasa ( $\text{g/m}^2$ )	Průměrný obsah uhlíku v rostlinách ( $\text{g C/m}^2$ )
Tropický deštný les	17	44444	20000
Tropický sezónní les	7,5	35556	16000
Stálezelený les mírného pásu	5	35556	16000
Opadavý les mírného pásu	7	30000	13500
Boreální les / tajga	12	20000	9000
Lesnato—křovinaté oblasti	8	6000	2700
Savana	15	4000	1800
Pastviny mírného pásu	9	1556	700
Tundra a alpské louky	8	667	300
Pouštní kosodřeviny	18	667	300
Skála, led a písek	24	22	10
Obhospodařovaná půda	14	1111	500
Bažiny a mokřady	2	15111	6800
Jezera a toky	2,5	22	10
<b>Celkem kontinentální</b>	<b>149</b>	<b>12333</b>	<b>5550</b>
Otevřený oceán	332	3	1,4
Pobřežní zóny	0,4	22	10
Kontinentální šelfy	26,6	11	5
Řasnatá dna a útesy	0,6	2000	900
Delta	1,4	1000	450
<b>Celkem mořské</b>	<b>361</b>	<b>11</b>	<b>4,9</b>
<b>GLOBÁLNĚ CELKEM</b>	<b>510</b>		
<b>GLOBÁLNĚ PRŮMĚR</b>		<b>3622</b>	<b>1630</b>

# Vědci a králíci

Pomocí následující aktivity zjistíte, jaké postupy používají odborníci ke stanovení biomasy v lese.

**POSTUP:**

1. Vytvořte skupiny po čtyřech: 2 vědci a 2 pokusní králíci.
2. U každého králíka změřte výšku a rozpětí paží. Zapište do tabulky a králíkovi čísla nesdělujte.
3. Králíci pomohou změřit výšku a rozpětí paží svým vědcům a hodnoty opět zapiší do tabulky.



**Výška:** Zujte si boty, stoupněte si ke zdi a změřte vzdálenost na zdi od země po temeno hlavy.

**Rozpětí paží:** Roztáhněte ruce. Metr vedte od špičky prstu na jedné ruce přes záda po špičku prstu na druhé ruce.



VĚDEC	Výška (cm)	Rozpětí paží (cm)

KRÁLÍK	Výška (cm)	Rozpětí paží (cm)

4. Vědci se sejdou na poradě. Sestaví graf – na ose x bude rozpětí paží a na ose y výšky všech vědců.



Čeho jste si všimli ve vztahu mezi výškou a rozpětím paží?

.....

.....

5. Pokračujte spolu s učitelem v Excelovém souboru Porozumění Alometrii. Z grafu dostanete rovnici, podle které budete moci dopočítat výšku každého králíka, když do ní dosadíte jeho rozpětí paží.
6. Každý králík si pak porovná svou vypočtenou výšku se svou naměřenou výškou (z tabulky výše).



Podobají se vypočítané hodnoty skutečně naměřeným?  
Jak moc?

.....

.....

7. Pokud znáte alespoň část celku, můžete poměrově zjistit celek, jak jste se o tom přesvědčili. Tento postup funguje stejně i v lese.



Navrhněte postup, který mohou vědci využít pro zjištění biomasy stromu, aniž by stromy pokáceli:

.....

.....



# Kolik uhlíku máme uloženo na stanovišti

1/4



## Porozumění datům



Otevřete si v Excelu soubor ***Biomasa na stanovišti\_výpočet***. Přečtěte si na listu 1 ***Postup práce*** a pak podle něj pokračujte. Než začnete odpovídat na otázky v tomto pracovním listu, pečlivě prozkoumejte všechny listy v souboru. V průběhu odpovídání na otázky se budete potřebovat k souboru *Biomasa na stanovišti\_výpočet* vracet.

Zapište do pracovního listu výsledky z tabulky v listu 6 a uveďte jednotky.

Biomasa všech stromů	Biomasa vztažená na plochu	Zásoba uhlíku vztažená na plochu



Abyste mohli porovnat zásobu uhlíku ve stromech na vašem stanovišti s ostatními školami, musíte množství biomasy vztáhnout na jednotku plochy (metr čtverečný). Uveďte výpočet, kterým získáte údaj o biomase v jednotkách g/m<sup>2</sup>.

.....

.....

.....

Popište, jaký je vztah mezi biomasou a množstvím uloženého uhlíku.

.....

.....

.....

Co je to alometrie? Vysvětlete, jak byla použita alometrie pro výpočet biomasy stromů na vašem stanovišti.

.....

.....

.....







český název      latinský název

## KATEGORIE SMRK

jalovec obecný nízký	<i>Juniperus communis</i> subsp. <i>alpina</i> (Neilr.) Čelak C1
jalovec obecný pravý	<i>Juniperus communis</i> L. subsp. <i>communis</i>
jedle bělokorá	<i>Abies alba</i> Mill.
modřín opadavý	<i>Larix decidua</i> Mill.
smrk ztepilý	<i>Picea abies</i>
tis červený	<i>Taxus baccata</i> L.

## KATEGORIE BOROVICE

borovice blatka	<i>Pinus uncinata</i> subsp. <i>uliginosa</i> (Neumann) Businský
borovice kleč	<i>Pinus mugo</i> Turra
borovice lesní	<i>Pinus sylvestris</i> L.
borovice černá	<i>Pinus nigra</i> Arnold
borovice vejmutovka	<i>Pinus strobus</i> L.

## KATEGORIE BUK

bez černý	<i>Sambucus nigra</i> L.	jeřáby	<i>Sorbus</i> sp.
bez červený	<i>Sambucus racemosa</i> L.	jilm habrolistý	<i>Ulmus minor</i> Mill.
bříza bělokorá	<i>Betula pendula</i> Roth	jilm horský	<i>Ulmus glabra</i> Hudson
bříza karpatská	<i>Betula carpatica</i> Willd.	jilm vaz	<i>Ulmus laevis</i> Pallas
bříza pýřitá	<i>Betula pubescens</i> Ehrh.	lípa srdčitá	<i>Tilia cordata</i> Mill.
buk lesní	<i>Fagus sylvatica</i> L.	olše lepkavá	<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertn.
dřín jarní	<i>Cornus mas</i> L.	olše šedá	<i>Alnus incana</i> (L.) Moench
habr obecný	<i>Carpinus betulus</i> L.	ptačí zob obecný	<i>Ligustrum vulgare</i> L.
hrušeň planá	<i>Pyrus pyraister</i> (L.) Burgsdorf	topol bílý	<i>Populus alba</i> L.
jabloň lesní	<i>Malus sylvestris</i> Mill.	topol černý	<i>Populus nigra</i> L.
jasan úzkolistý	<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl	topol osika	<i>Populus tremula</i> L.
jasan ztepilý	<i>Fraxinus excelsior</i> L.	trnka obecná	<i>Prunus spinosa</i> L.
javor babyka	<i>Acer campestre</i> L.	třešeň křovitá	<i>Prunus fruticosus</i> Pallas
javor horský	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	třešeň ptačí	<i>Prunus avium</i> (L.) L.
javor mléčný	<i>Acer platanoides</i> L.	vrby	<i>Salix</i> sp.

## KATEGORIE DUB

dub balkánský	<i>Quercus frainetto</i> Ten.
dub cer	<i>Quercus cerris</i> L.
dub jadranský	<i>Quercus virgiliana</i> (Ten.) Ten.
dub letní	<i>Quercus robur</i> L.
dub mnohoplodý	<i>Quercus polycarpa</i> Schur
dub pýřitý	<i>Quercus pubescens</i> Willd.
dub zimní	<i>Quercus petraea</i> (Mattuschka) Liebl.
dub žlutavý	<i>Quercus dalechampii</i> Ten.

# Co jsme zjistili

4/4



## Závěrečné vyhodnocení terénního výzkumu

Gratulujeme! Dokončili jste měření v terénu a zpracovali jste získaná data. Teď je důležité znovu se zamyslet nad postupem jednotlivých kroků vašeho výzkumu a vysvětlit, co jednotlivé kroky a výsledky znamenají. Odpovězte na následující otázky a připravte se na diskusi s celou třídou.



Vysvětlete, ukažte nebo nakreslete všechny kroky, které jste museli provést, abyste získali údaj o množství uhlíku, který je uložen v nadzemí části stromů na vašem stanovišti.

O koloběhu uhlíku už leccos víte. Dokážete pojmenovat jeho toky uhlíku, kterými se dostává do nebo ze zásobníku v rostlinách? (Nápověda: toky jsou běžné biologické procesy.)

.....

.....

.....

Popište, jak se uhlík ve stromech ukládá.

.....

.....

.....

Zamyslete se nad tím, kde a jak se uhlík ukládá v různých ekosystémech a jak mezi nimi koluje. Vzpomeňte si na hru *Uhlík cestuje*, nebo pro své vysvětlení použijte *Diagram globálního koloběhu uhlíku*.

.....

.....

.....



## Co by se stalo, když... aneb Jak by se změnila zásoba uhlíku v následujících situacích?

- Stromy se pokácí a na vašem stanovišti se postaví parkoviště

.....

.....

.....

- Stromy se pokácí a na vašem stanovišti vznikne fotbalové hřiště.

.....

.....

.....

- Dospělé stromy se pokácí a využijí na výrobu nábytku, dále stanoviště ponecháme bez zásahu a dojde k obnovení lesa z mladších stromů a semenáčků.

.....

.....

.....

- Stromy se pouze pokácí, ale dřevo zůstane na stanovišti a následuje jeho přirozený rozklad pomocí hub a mikroorganismů.

.....

.....

.....

Vymyslete sami nějaký způsob, jak by šla zásoba uhlíku uloženého na vašem stanovišti zvýšit. Diskutujte své návrhy se spolužáky a navrhnete společné řešení za celou třídu. Napište společně krátký text (půl stránky), případně jej doplňte obrázkem, grafem či výpočtem.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

# Klíčení obilek

1/4



## MATERIÁL A POMŮCKY:

- obilky kukuřice
- plastové neprůhledné tácy nebo mělké misky, možno využít potravinové krabičky s víkem
- zahradnický perlit (ke koupi v zahradnictví) nebo písek
- vodovodní voda



**POZNÁMKA:** Podle toho, jaký se chystáte provést experiment, si v pracovním listu najdete, kolik potřebujete rostlin. Ne všechny obilky vyklíčí, doporučujeme proto připravit k naklíčení o 1/3 obilek víc, než je požadovaný počet rostlin. Rovněž si rozmyslete, kolik opakování (pokusných sad) chcete založit, a úměrně tomu navýšte počet obilek k naklíčení.

## POSTUP

- Pro klíčení obilek nejprve vyberte vhodné místo. Mělo by být teplé, ale ne na přímém slunci, abyste předešli nežádoucímu vysychání. Ideální teplota pro klíčení obilek je kolem 27 °C.
- Dno plastového neprůsvitného tácu nebo mělké misky pokryjte 1–2 cm vrstvou zahradnického perlitu nebo promytého písku.
- Nasyťte perlit nebo písek vodovodní vodou. Nasytit znamená, že voda vyplní drobné póry (mezírky) mezi zrnky perlitu nebo písku. Hladina vody by neměla přesahovat tloušťku perlitové či pískové vrstvy.
- Rozhodte obilky kukuřice na připravený tác nebo misku. Použijte ještě jeden tác či misku stejné velikosti, otočte ji dnem vzhůru a přikryjte nádobu s obilkami. V takto přikrytém prostoru se zvýší vzdušná vlhkost a urychlí klíčení obilek. Pokud používáte krabičky na uchování potravin, jen přiklopte víčkem. Nezavírejte na pevně: obilky potřebují při klíčení dýchat!
- Kontrolujte, zda mají obilky stále dostatek vody, v případě vysychání vodu doplňte. Pozorujte, jak se obilky mění, zaznamenejte si svá pozorování do badatelského deníku.

Po 7 až 9 dnech by měl být klíček dlouhý 2–3 cm a obilka připravena k použití.







## MATERIÁL A POMŮCKY

- dřez / umyvadlo s tekoucí vodou
- plastové tácy (můžete použít ty, na kterých jste nechávali semena klíčit)
- nůžky (nejlépe kovové tenké „chirurgické“ nebo nůžky na nehty)
- sklenice nebo kádinky (objem 0,5l)
- papír na obálky pro sušení v mikrovlnné troubě, nebo alobal pro sušení v normální troubě, nebo v sušárně
- permanentní lihové fixy
- laboratorní váha (přesnost 0,01 g)
- papírové ubrousky či kapesníčky na osušení rostlin



**POZNÁMKA:** Seznam pomůcek je společný pro sklizeň všech experimentů.

Nejprve si pozorně přečtěte návod na experiment, který se chystáte sklízet, abyste ověřili, které pomůcky budete opravdu potřebovat a v jakém množství. To samozřejmě závisí i na počtu opakování vašeho experimentu.

Dříve, než se pustíte do sklizně, připravte si materiál a pomůcky na sušení vzorků.



**Doporučujeme sušit v mikrovlnné troubě v papírových obálcích.**

## Postup pro pokus s OXIDEM UHLIČITÝM

- Nůžkami odstříhnete horní třetinu lahve (pod místem, kde se začíná zužovat k hrdlu) a opatrně vyjměte rostliny. Jak rostliny rostly v uzavřeném prostoru, budou jejich kořeny pravděpodobně propleteny a bylo by obtížné oddělovat jedince od sebe.



**Proto budete všechny rostliny z jedné lahve sklízet a vážit najednou.**

- Připravte si papírové obálky, ve kterých budete rostliny sušit. Zvažte si je a hmotnost zaznamenejte jak na obálku, tak do připravené tabulky.
- Nůžkami oddělte nadzemní část rostlin (prýt) od kořenů. Kořeny odložte do misky s vodovodní vodou, aby nevysychaly, a jako první určete čerstvou hmotnost prýtu. Jsou-li prýty mokré, před zvážením je osušte papírovým ubrouskem. Po zvážení prýty nastříhejte na kousky a zabalte do připravených obálek.



**Dbejte na to, aby popisek zůstal viditelný na povrchu i po zabalení.**

- Před vážením čerstvé hmotnosti kořenů je opatrně osušte papírovými ubrousky. Určete čerstvou hmotnost, pak rozstříhejte na menší kousky a zabalte kořeny do připravených papírových obálek.
- Balíčky s částmi rostlin na několika místech propíchněte „skrz naskrz“ nůžkami, aby se mohla odpařovat voda při sušení. Dejte pozor, aby popisek zůstal čitelný!



- Sušte v mikrovlnné troubě (viz přesný postup níže).
- Určete suchou hmotnost částí rostlin – nemusíte je vyjmát z obalu, zvážíte celý balíček a pomocí jednoduchého výpočtu zjistíte suchou hmotnost rostlin.
- Do připravené tabulky (*Rostliny a CO<sub>2</sub>\_záznamový list*, el. verze) запиšte změřené hodnoty:
  - čerstvá hmotnost celé rostliny;
  - suchá hmotnost celé rostliny;
  - množství uhlíku uložené v biomase rostlin.

Odpovězte na otázky položené na začátku pokusu a vyhodnoťte, zda jste pokusem potvrdili vaši hypotézu či nikoliv.

## Postup pro pokus s VODOU

Skližeň rostlin proběhne ve dvou etapách – nejprve budete sklízet rostliny z varianty se 150 ml vody, několik dní poté rostliny z varianty s 300 ml vody. Jakmile v experimentálním systému už nebude žádná voda, prstem otestujte písek nebo perlit, zda je vlhký. Bude-li jen mírně vlhký a rostliny budou sice zelené, ale zvadlé, sklídte je. Protože rostliny jsou sklizeny už při výrazném nedostatku vody, nebudete tentokrát určovat čerstvou hmotnost, ale pouze suchou hmotnost. Rostliny sklízejte vždy jako celý soubor jedinců z jednoho experimentálního systému.

- Rostliny z jedné misky zpracovávejte dohromady, jako jeden soubor. Rostliny vyjměte z experimentálního systému a kořeny důkladně propláchněte vodovodní vodou, aby na nich nezbyla zrnka perlitu. Odstraňte obilku.
- Připravte si papírové obálky, ve kterých budete rostliny sušit. Zvažte si je a hmotnost zaznamenejte jak na obálku, tak do připravené tabulky.
- Rostliny nastříhejte na kousky a zabalte do připravených obálek – dbejte na to, aby popisek zůstal viditelný na povrchu i po zabalení.
- Balíčky s částmi rostlin na několika místech propíchněte „skrz naskrz“ nůžkami, aby se mohla odpařovat voda při sušení. Dejte pozor, aby popisek zůstal čitelný.
- Určete suchou hmotnost částí rostlin – nemusíte je vyjmát z obalu, zvažte celý balíček a pomocí jednoduchého výpočtu zjistíte suchou hmotnost rostlin.
- Do připravené tabulky (*Rostliny a voda\_záznamový list*, el. verze) запиšte změřené hodnoty:
  - suchá hmotnost celé rostliny;
  - množství uhlíku uložené v biomase rostlin.

Odpovězte na otázky položené na začátku pokusu a vyhodnoťte, zda jste pokusem potvrdili vaši hypotézu či nikoliv.



### NÁVOD K SUŠENÍ VZORKŮ V MIKROVLNNÉ TROUBĚ

1. Abyste minimalizovali ztráty, navažte čerstvé listy, vysušte je a znovu navažte vysušený vzorek rovnou v papírovém sáčku. Nejdříve samozřejmě zvažte hmotnost samotného papírového sáčku. Na každý balíček, který dáváte do sušárny, pečlivě запиšte číslo vzorku, hmotnost vzorku i hmotnost obalu.
2. Sušte v papírových sáčcích či obálkách (do mikrovlnky nesmí kovy, tedy nepoužívat sešíváčku).
3. Do trouby umístěte vždy maximálně 10 vzorků tak, aby byly v jedné vrstvě a nepřekrývaly se (zamezíte tím jejich vlhnutí při vypařování vody).
4. Zapněte troubu na maximální výkon na 30 sekund, pak troubu na 3 minuty otevřete, abyste odvětrali vlhkost. Postup opakujte osmkrát, aby celková doba sušení byla 4 minuty.



# Rostliny a CO<sub>2</sub>

3/4



## aneb zahrádka v lahvi

### MATERIÁL A POMŮCKY

- klíčící rostliny kukuřice (12 rostlin na jednu pokusnou sadu a několik rostlin jako zásobu při poškození některé rostliny při přesazování)
- 2 plastové průhledné láhve o objemu 1 litr se širokým hrdlem (doporučujeme lahve od mléka)
- hnojivo obsahující základní živiny (doporučujeme Kristalon Start, dostupné v květinářství)
- vodovodní voda, perlit (není nutný)
- odměrný válec
- laboratorní váhy (přesnost 0,01 g)
- hydroxid sodný (2 g)
- zkumavka nebo malá lahvička (např. od léků) objem 10–15 ml
- žiletka nebo ostrý skalpel
- tužka, permanentní lihový fix, dlouhá pinzeta
- štítky na popis lahví, izolepa



Množství materiálu a počet pomůcek je vždy udáván pro jednu pokusnou sadu. Chcete-li provést pokus ve více opakováních, připravte si úměrně tomu materiál a pomůcky.

### POSTUP

#### ČÁST 1. Příprava pokusného systému

- Láhve dobře vypláchněte vodovodní vodou a nechte je vyschnout. Je důležité, aby byly z čírého plastu.



Nepoužívejte mycí prostředky – mohly by ovlivnit růst rostlin. Různě barevný materiál, ač průhledný, pohlcuje některé složky záření, které mohou rostlinám „chybět“ pro správný růst a vývoj.

- Namíchejte si 100 ml roztoku hnojiva o koncentraci 0,2 g/l. Míchání roztoku: na laboratorních vahách si odvažte 0,2 g hnojiva a rozpusťte jej v 1 l destilované vody. Pokud nebudete dělat více opakování, stačí připravit menší množství roztoku při zachování poměru vody a hnojiva.
- Nalijte 50 ml živného roztoku do každé pokusné lahve. Rostliny lépe porostou v pevném substrátu, ale zase budete muset při sklizni obírat zrníčka perlitu z kořenů.

#### ČÁST 2. Příprava klíčících rostlin



Kde bere klíčící rostlina energii a z čeho staví své tělo, když ještě nemá listy, aby mohla zachytit potřebnou energii ze slunečního záření a látky pro stavbu svého těla si vyrobit při fotosyntéze?

.....

.....



Do každé lahve budete potřebovat 6 klíčnicích rostlin. Chcete-li pozorovat, jak klíčnicí rostlinka reaguje na různou koncentraci  $\text{CO}_2$  v atmosféře, bude lepší, donutíte-li klíčnicí rostlinu kukuřice k závislosti na fotosyntéze od samého začátku růstu. Proto odstraníte z klíčnicích rostlin obilky se zásobními látkami. Tuto operaci musíte provést velice opatrně, aby nebyla klíčnicí rostlina poškozena. Samozřejmě se nepodaří odstranit obilku úplně, vždy malý kousek na klíčnicí rostlině zůstane – lépe když zůstane větší kousek, než rostlinu přerýznout! Je lépe mít v záloze více klíčnicích rostlin, kdyby se u některé operace přece jen nezdařila.

Obilku můžete buď **a.** odříznout ostrým nástrojem nebo **b.** oddělit pomocí nehtů.

- Obilku opatrně odřízněte žiletkou nebo ostrým skalpelem. Pokud budete používat žiletku, ostří na jedné straně oblepte náplastí bez polštářku, abyste s ní mohli bezpečně manipulovat.
- Nejjednodušší způsob odstranění obilky kukuřice je stisknutí mezi nehty palců ze stran – klíček se bez poškození vytlačí směrem vzhůru.

### ČÁST 3. Výsadba klíčnicích rostlin

- Klíčnicí rostliny kukuřice zbavené obilky umístěte na dno lahve (bez obav, rostlina sama pozná, kde je nahoře a kde dole). Do každé lahve vysadte 6 klíčnicích rostlin.
- Na laboratorních vahách odvážte 2 g hydroxidu sodného. Dávku 2 g hydroxidu sodného nasypete do připravené zkumavky nebo malé lahvičky.



**POZOR! Hydroxid sodný je silná zásada – nedotýkejte se jej prsty, mohli byste se poleptat, použijte chemickou lžičku.**

- Zkumavku nebo lahvičku s hydroxidem sodným opatrně pinzetou umístěte na dno jedné lahve. Dbejte, aby zkumavka zůstala ve vzpřímené poloze a nedošlo ke kontaktu živného roztoku nebo rostlin s hydroxidem.
- Lahve pečlivě uzavřete a v průběhu experimentu nechte uzavřené. Umístěte je na osvětlené místo, zkuste se však vyvarovat přímého slunečního svitu, aby teplota uvnitř lahví příliš nestoupala.



Než se pustíte do experimentování, vyslovte hypotézu, jak dopadnou situace popsané otázkami.

Jak se bude lišit kukuřice, která poroste v běžné atmosféře, od kukuřice v atmosféře s menší koncentrací  $\text{CO}_2$ ?

.....

.....

Porostou rostliny v jedné z lahví pomaleji? Ve které?

.....

.....

#### ČÁST 4. Pozorování rostlin

Následujících 14 dní sledujte růst rostlin v lahvích. Všimněte si výšky rostlin (zkuste ji i přes lahev zaznamenávat každý 2. den – nakreslete na stěnu lahvi lihovým fixem rysku, která bude přibližně odpovídat průměrné výšce rostlin).



Pokud si všimnete, že se na rostlinách vyskytne plíseň, proveďte sklizeň dřívě.

ČÁST 5. Sklidte rostliny a vyhodnoťte přírůstek biomasy podle pracovního listu *Sklizeň rostlin*.

# Rostliny a voda

4/4



## aneb sucho na kukuřičném poli

### MATERIÁL A POMŮCKY

Množství materiálu a počet pomůcek je vždy udáván pro 1 pokusnou sadu. Připravte si materiál a pomůcky v množství, které odpovídá vašemu počtu opakování.

- klíčící rostliny kukuřice (16 rostlin na jednu pokusnou sadu)<sup>1</sup>
- 3 misky od květináčů o průměru 12–15 cm
- 3 kádinky nebo sklenice o objemu 400 ml
- zahradnický perlit nebo písek (doporučujeme čistý sklářský písek) 0,5 litru
- hnojivo obsahující základní živiny (doporučujeme Kristalon Start, dostupné v zahradnictví)
- špejle (6 ks o délce 10 cm)
- vodovodní voda (1 litr)
- odměrný válec
- laboratorní váhy (přesnost 0,01 g)
- tužka, permanentní lihový fix
- štítky na popis kádinek, izolepa

### POSTUP

#### ČÁST 1. Příprava políčka (pokusného systému)

- Namíchejte si do vodovodní vody roztok hnojiva o koncentraci 0,2 g/l.
- Míchání roztoku: na laboratorních vahách si odvažte 0,2 g hnojiva a rozpustte jej v 1 litru vodovodní vody.
- Roztok hnojiva rozlijte do kádinek podle následující tabulky:
- Ačkoliv nyní na první pohled poznáte jednotlivé varianty od sebe podle objemu roztoku v kádince, pečlivě si jednotlivé soustavy označte štítkem nebo lihovým fixem přímo na kádinku.

VARIANTA	OBJEM ROZTOKU (ml)
Kontrola bez rostlin	150
Rostliny – málo vody	150
Rostliny – více vody	300



#### POZOR:

Kádinku budete obracet dnem vzhůru, myslete na to při jejím popisování.

- Do zobáčku kádinky umístěte smotek vaty, ať při jejím obrácení vyteče roztoku co nejméně. Jednou rukou držte pevně zespoda kádinku s roztokem, druhou rukou držte shora misku a celý systém obraťte dnem vzhůru. Musíte tak učinit rychle, ale opatrně, aby se kapalina nevylila. Po obrácení by měla většina roztoku zůstat v kádince.
- Pokud používáte kádinku se zobáčkem, bude roztok volně zobáčkem vytékat přes vatu. Pokud používáte obyčejnou sklenici, podložte ji špejlemi: upravte délku špejlí tak, aby byly delší než průměr kádinky, ale zároveň se vešly do misky (schéma). Špejle opatrně vsuňte pod otočenou nádobku, tak

<sup>1</sup> Při přesazování rostlinek může dojít k poškození některé z nich, proto doporučujeme mít jich v zásobě víc než 16



aby na nich stála a kapalina vytékala jen úzkou štěrbinou mezi okrajem kádinky a dnem misky. Můžete si vyzkoušet přípravu systému „nanečisto“ s čistou vodou.

- Volný prostor v misce (mezikruží mezi obrácenou kádinkou a okrajem misky) vyplňte tenkou vrstvou navlhčeného perlitu nebo písku. Teď máte připraven systém pro pěstování rostlin!

## ČÁST 2. Výsadba klíčících rostlin

- Jednu experimentální soustavu se 150 ml roztoku nechte bez rostlin.  
Zůstane roztok v kádince, když na misce nerostou rostliny, které by vodu spotřebovaly?
- Do další experimentální soustavy se 150 ml roztoku zasadte do písku či perlitu 8 klíčících rostlin kukuřice.  
Do experimentální soustavy se 300 ml roztoku zasadte do písku či perlitu dalších 8 klíčících rostlin kukuřice.



Než se pustíte do experimentování, vyslovte hypotézu jak dopadnou situace popsané otázkami.

Za jak dlouho rostliny spotřebují daný objem vody?

.....

Co se stane, až rostliny vodu z kádinky spotřebují?

.....  
.....

Vydrží rostliny růst na obou políčkách stejně dlouho?

.....

Bude na obou políčkách kukuřice stejně velká?

.....

Co se stane s vodou na neosetém políčku?

.....  
.....

### ČÁST 3. Pozorování rostlin

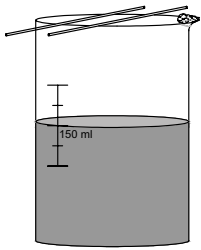
- První den udělejte opatrně lihovým fixem rysku ve výšce hladiny roztoku v kádince. Následujících 11 dní sledujte růst rostlin a úbytek roztoku v misce. Zaznamenávejte si, kdy klesne hladina roztoku v kádince na polovinu původní výšky. Rovněž zaznamenejte, kdy se zásobní roztok z kádinky úplně vyčerpá.
- Sledujte velikost rostlin. Zaznamenejte, kdy začnou rostliny jevit známky nedostatku vody. Jakmile budou rostliny zvadlé, sklidte je a určete jejich suchou hmotnost.

### ČÁST 4. Sklidte rostliny a vyhodnoťte přírůstek biomasy podle protokolu „Sklizeň“.

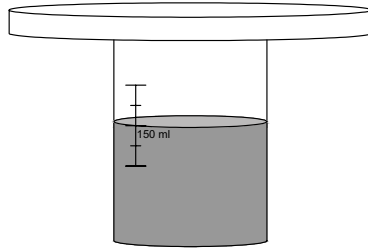
Pečlivě sledujte v protokolu a laboratorním průvodci, které kroky se týkají sklizně experimentu s vodou – průvodce je pro sklizeň obou experimentů společný!

Vraťte se ke svým hypotézám a vyhodnoťte, jestli jste výsledek předpověděli správně (hypotézu jste pokusem potvrdili) nebo vaše hypotéza byla mylná (pokusem jste vyvrátili její platnost).

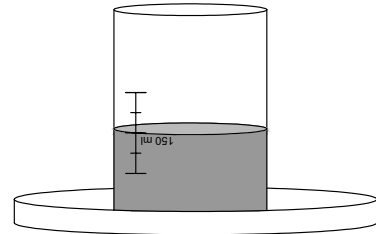
#### Schéma sestavení pokusného „políčka“:



1) Nalijte do kádinky požadovaný objem živného roztoku (150 nebo 300 ml). Do zobáčku kádinky dejte chomáček vaty. Pokud používáte obyčejnou sklenici, použijte dvě špejle, které budou následně vyplňovat prostor mezi sklenicí a miskou.



2) Kádinku překryjte miskou. Jednou rukou držte pevně zespoda kádinku s roztokem, druhou rukou držte shora misku a celý systém obraťte dnem vzhůru.



3) Po obrácení by měla většina roztoku zůstat v kádince. Pokud používáte obyčejnou sklenici, podložte ji špejlemi.