

9. ročník (2024/25)



**IBIS**

Interaktivní Biologický Seminář

## Experimentální bonus

Termín odevzdání: 25. 5. 2025

**MUNI | RECETOX**

**MUNI** Ústav experimentální  
biologie  
**SCI**

## Jak psát řešení

Milá řešitelko, milý řešiteli,

než se vrhneš na řešení IBISích úloh, věnuj prosím chvilku i těmto řádkům.

IBIS je korespondenční seminář pro jednotlivce, který by ti rád kromě řešení zajímavých biologických témat nabídl i nahlédnutí do zákulisí VŠ, což tě lépe připraví na budoucí studium. Ve vlastním zájmu se proto řiď následujícími radami:

- **Nekopíruj** – Informace můžeš hledat na nejrůznějších webech, v učebnicích či knížkách, vyvaruj se však přímému opisování textu. Máš přeci vlastní hlavu a dokážeš parafrázovat (přepsat text vlastními slovy). Více se tím naučíš.
- **Vlastní tvorba** – Pokud je v zadání napsáno, že máš použít vlastní obrázky, myslí se tím opravdu vlastní obrázky (ať již nakreslené v ruce či vytvořené na počítači), nikoliv stáhnutý obrázek z internetu.
- **Odpovídej k věci** – Utríd' si myšlenky a vyber to podstatné. Při práci s textem se dá lehce ztratit (sami to známe), proto se nikdy neboj vrátit a znovu si zopakovat otázku. Připojíš-li nějaké zajímavosti, nebo věcně, avšak stručně, odpověď rozvedeš, rozhodně se nebudeme zlobit. Ale hodnotit budeme pouze odpovědi na položené otázky.
- **Úlohy řeš sám za sebe** – Ber to jako příležitost překonat se a zasoutěžit si s kamarády. Je Franta lepší v zoologii? Nevadí, dotáhneš ho na mikře.
- **Hraj fér** – Nezapomeň, že nepodvádíš nás, nýbrž především sám sebe. IBIS je práce navíc, ale vyplatí se ti. Pokud se nám něco nebude zdát, vždycky se ti ozveme. Kdyby tě přesto podvádění lákalo, budeme tě penalizovat ztrátou bodů, což nikdo z nás nechce, tak to prosím nedělej.
- **Hlídej si termíny** – Dávej si pozor na termíny odevzdání, ať úlohy neděláš na poslední chvíli a stihneš je včas odevzdat. Také je lepší odevzdávat řešení průběžně, než to pak dohánět v posledních minutách. Další informace o odevzdávání a také naše stanovisko k odevzdávání po termínu nalezneš na webu v sekci „[O semináři](#)“.
- **Řešení anglických úloh piš v angličtině** – Angličtina je jazykem vědy a měl/a bys ji alespoň na základní úrovni umět používat. Zároveň, pokud budeš studovat na vysoké škole, nejspíš tě z ní čeká zkouška. Proto budou řešení anglických úloh, která nebudou v angličtině, penalizovány.
- **Řešení vkládej do odevzdávacího formátu .pdf** – Můžeš ho psát ručně a pak naskenovat, ale lépe jsou pro nás čitelná řešení psaná elektronicky. Odevzdávacímu najdeš na našich stránkách po přihlášení.

Máš-li na nás nějaký dotaz, neboj se napsat na adresu [ibis@sci.muni.cz](mailto:ibis@sci.muni.cz), dotaz ke konkrétní úloze pak můžeš napsat přímo jejímu autorovi. Jsme tu od toho, abychom ti pomohli. Zároveň na našich stránkách nalezneš kratičký [dokument](#) s tipy a triky o tom, jak správně vyhledávat informace, který se ti může hodit nejen při řešení této sady.

Doufáme, že se ti IBIS bude líbit a užiješ si s ním spoustu zábavy, protože my už se nemůžeme dočkat tvých odpovědí.

Tvůj IBIS tým

Jaroslav Rohel (e-mail: [jarek.rohel@gmail.com](mailto:jarek.rohel@gmail.com))

## Klíčení a růst rostlin

30 bodů

*Nápady a konzultací k úloze přispěli: Anežka Kováčiková, Peter Deván a Radka Sedláčková, kterým patří díky.*

**Pozor! Úloha obsahuje experimenty, které trvají delší dobu – je potřeba nechat naklíčit semena a nechat růst rostliny. Samotný váš čas při experimentu nemusí být rozsáhlý, rostliny (snad) porostou za vás. Začněte tedy s dostatečným předstihem. Pokus je navržený tak, že by vám neměl zabrat více než 4 týdny.**

Začíná jaro a spolu s ním se probouzí příroda. Přilétají různé stěhovaví ptáci, na stromech vyrůstají první svěže zelené lístky a ze země raší spousta (zatím) drobných rostlin. A právě klíčení a růstu mladých rostlin se budeme v této úloze věnovat.

Čekají vás dva drobné experimenty, ve kterých budete sledovat růst jak nadzemní tak podzemní části rostlin. V prvním experimentu si zkusíme nasimulovat různé podmínky ovlivňující růst rostlin. Ve druhém se podíváme na geotropismus kořenů.

---

### Experiment 1:

#### **Pozorování rychlosti růstu rostlin v různých světelných a tepelných podmínkách.**

Jedny ze základních podmínek prostředí, které ovlivňují klíčení a růst rostlin v prvních fázích vývoje, jsou vlhkost, teplota a světlo. Vlhkost testovat nebudeme – bez vody nám rostlina moc neporooste a pravděpodobně ani nevyklíčí (ale můžete si to vyzkoušet). Tím že zajistíme rostlinám dostatek vlhkosti, se budeme moci zaměřit pouze na zbývající dva faktory – teplotu a světlo.

#### **Seznam pomůcek a materiálu pro experiment 1:**

- ~ 40 semen hrachu
- ~ 40 semen kukuřice
- 8 (4) misek nebo věcí ekvivalentních
- papírové ubrousky či celulózovou vatu
- krejčovský metr, alternativně pravítko, na měření výšky rostlin (krejčovský metr bývá lepší, jelikož ne vždy rostliny rostou rovně a pravítko nemůžete ohnout)
- fotoaparát, kterým budete dokumentovat postup (v mobilu bohatě stačí)

#### **Stručný postup:**

1. Nechte naklíčit semena hrachu a kukuřice.
2. Jakmile naklíčí, přesuňte je do misek.
3. Misky umístěte na jednotlivá různá stanoviště dle popisu.
4. Každý den po dobu dvou týdnů měřte délku lodyhy.

### Podrobný postup:

1. Dejte naklíčit semena hrachu a kukuřice na vlhkém ubrousku či celulózové vatě. Celkem budete potřebovat 20 naklíčených semen od každého druhu (pět semen na každé ze 4 stanovišť), dejte ale naklíčit rozumné množství semen navíc, jelikož ne všechna pravděpodobně vyklíčí (pokud budete mít čerstvá semena, počet 40 bude více než dostatečný).
2. Jakmile semena začnou klíčit, dejte je do misek, ve kterých bude navlhčený papírový ubrousek (či celulózová vata). Vytvořte tak 4 misky, z nichž v každé bude právě 5 naklíčených semen hrachu a další 4 misky ve kterých bude právě 5 naklíčených semen kukuřice (pokud vám hrach i kukuřice naklíčí přibližně ve stejnou dobu, mohou být i na stejné misce).  
Při manipulaci se semeny postupujte opatrně, ať nepoškodíte klíčky.  
Semena vybírejte náhodně a do řešení napište jakou metodu jste pro to zvolili (náhodný výběr je pro takovéto experimenty důležitý – pokud budu prvně plnit jednu misku, je dost pravděpodobné, že do ní podvědomě vyberu hezky naklíčená a velká semena, a na poslední mi zbydou už jen malá a neduživá).
3. Najděte si 4 stanoviště (místa), kam misky umístíte, podle následujících kritérií (v závorce jsou uvedené tipy na vhodná místa):
  - tma a teplo (ve skříni, v krabici)
  - světlo a teplo (na okně)
  - tma a chlad (v lednici)
  - světlo a chlad (venku – na zahradě, na balkóně. . .)
4. Každý den po dobu následujících dvou týdnů zaznamenávejte délku lodyhy každé rostliny a případné další poznatky, které vás k tomu napadnou. Nezapomínejte také experiment pravidelně fotit a fotky doplnit do řešení (minimálně na začátku a na konci). Ubrousek v misce udržujte stále vlhký.
5. Po ukončení experimentu můžete zbylé rostliny nasadit na záhon či na balkón.

Pozn.: Experiment si můžete upravit podle sebe tak abyste zachovali minimální požadavky v návrhu experimentu. Místo misek s mokřým ubrouskem tak můžete klidně použít květináčky naplněné hlínou, místo čtyř testovacích stanovišť jich můžete mít více. . .

Pokud nebudete mít možnost změřit rostliny každý den, požádejte třeba kamaráda a uveďte to v řešení, případně výjimečně můžete některý den vynechat a odhadnout jak by měření mělo vypadat (za předpokladu, že uvedete, že je to jen odhad a jak jste na něj přišli).

### Otázky k experimentu 1:

Než začneme nějaký experiment, je vhodné se zamyslet nad tím jak by měl vyjít, co bychom mohli očekávat. Velmi nám to může pomoci s designem (plánováním) experimentu i vyhodnocením a interpretací výsledků (a třeba i identifikovat zajímavé výsledky, které bychom neočekávali, a na ty se zaměřit dále a nachystat na ně třeba nějaký další experiment).

K představě o očekávaném výsledku vám mohou pomoci i některé následující doplňující otázky k experimentu.

1. Jak se ve svých ekologických nárocích liší hrách a kukuřice? Jaké podmínky jsou pro ně ideální? [1 b]
2. Jaký typ fotosyntézy podle způsobu fixace uhlíku hrách a kukuřice používají? [1 b]
3. Jakým způsobem jste vybírali naklíčená semena do misek? Pokud máte pocit, že váš způsob nebyl ideální, můžete uvést jak byste to měli udělat jinak. [1 b]
4. Jak vám vyšel experiment? Přiložte tabulku se všemi vámi změřenými hodnotami (výšky lodyh jednotlivých rostlin na různých stanovištích). Spočítejte průměrnou výšku pro druhy na jednotlivých místech v jednotlivých dnech. Jsou rozdíly v tom jak vypadaly a rostly jednotlivé druhy na různých stanovištích? Je něco co vás v průběhu experimentu zaujalo / překvapilo? [5 b]
5. Doložte také fotografie – minimálně z počátku experimentu (když rostliny začínaly růst) a na konci experimentu. [4 b]
6. Sestrojte křivky růstu pro jednotlivé druhy na jednotlivých místech (např. do jednoho grafu, kde na vodorovné ose bude počet dní od začátku experimentu a na svislé ose průměrná výška za stanoviště a druh). Mezi kterými dny rostliny průměrně rostly nejrychleji? Jsou křivky růstu mezi druhy a stanovišti porovnatelné či odlišné? [4 b]
7. Jaká byla průměrná rychlost růstu [cm/den] jednotlivých druhů na různých stanovištích? [2 b]
8. Jaká byla teplota na jednotlivých stanovištích? [2 b]
9. Jak se nazývá proces růstu rostlin v prostředí bez světla? Při pěstování které zeleniny se využívá a proč? [1,5 b]
10. Když byste chtěli, aby vám dané rostliny vyrostly co nejrychleji a co největší, jak byste to udělali? Použijte k tomu znalosti získané z pokusu a jakékoli další, které by se daly použít. Můžete to také vyzkoušet a poslat nám výsledek! [1 b]

## Experiment 2: Geotropismus kořenů

V předchozím experimentu jste sledovali růst lodyh – nadzemní části rostlin, které zpravidla (a předpokládáme že i vám) rostou vzhůru. Kořeny zpravidla mají opačnou vlastnost, a sice že rostou dolů. Tuto vlastnost si můžeme ukázat následujícím jednoduchým pokusem.

### Seznam pomůcek a materiálu pro experiment 2:

- rychle klíčící semínka / (popř. zbylá semena z předchozího experimentu)
- papírové ubrousky
- průhledný uzavíratelný ZIP sáček / průhledný plastový obal na CD... (něco do čeho dáte vlhký ubrousek se semeny a budete moci pozorovat růst kořenů a zároveň s tím otáčet)

### Postup:

1. Vezměte papírový ubrousek a upravte jej na velikost vašeho sáčku, do kterého budete semena vkládat (doporučujeme přibližně tři vrstvy papírového ubrousku).
2. Semena (doporučujeme 5, ale případný vyšší počet necháme na vás) dejte na ubrousek, ubrousek navlhčete a vložte i se semeny do plastového sáčku. Je potřeba aby se vám semena nehýbala, neotáčela ani nepadala na dno pytlíku – menší vám budou držet lépe, pokud použijete větší jako např. hrách z předchozí úlohy, zkuste je nějak zafixovat. Osvědčilo se třeba ze stran „obklíčit“ semínko několika (třemi až čtyřmi) špendlíky, kterými propíchnete sáček naskrz na druhou stranu a které nedovolí pohybu semene (a zároveň příliš nebrání jejich klíčení a následnému růstu).
3. Ubrousek udržujte v průběhu pokusu stále vlhký.
4. Sáček nalepte svisle třeba na skříň či zeď. Počkejte než začnou semena klíčit a při délce kořínků přibližně 2 cm sáček otočte o 90° po směru hodinových ručiček (tedy pokud vám kořínek rostl původně kolmo dolů, teď bude mířit vodorovně vlevo). Pokud budete mít v sáčku více semen s odlišnou délkou kořínků, vyberte si jedno kterým se budete řídit.
5. Jakmile kořínek poporoste o další dva centimetry, otočte sáček opět o 90°, ale tentokrát proti směru hodinových ručiček (tedy do původní polohy).
6. Otočení opakujte ještě 4krát, vždy při nárůstu dalších 2 centimetrů. Střídejte otáčení po směru a proti směru hodinových ručiček.

**Otázky k experimentu 2:**

11. Jak vám vyšel experiment? Doložte fotografiemi z průběhu experimentu (na začátku a následně po každém otočení) a přidejte nákres toho co jste pozorovali. Bylo to podle vašeho očekávání? Je něco co byste příště udělali jinak aby pokus vyšel lépe? [4,5 b]
12. Proč je důležité měnit směr otáčení (střídat po směru a proti směru hodinových ručiček)? [1 b]
13. Jak kořen pozná kde je dole a jaký orgán k tomu slouží? [1 b]
14. Existují ale také rostliny, které mají kořeny, jež nerostou dolů, ale na opačnou stranu (kolmo vzhůru). Jmenujte příklad alespoň jedné takové rostliny a uveďte, z jakého důvodu to tak rostlina dělá. [1 b]