

VĚDECKÝ DENÍK





**VÍTEJTE VE VLASTNÍ  
VĚDECKÉ LABORATOŘI.**

**ZÁBAVA PRÁVĚ ZAČÍNÁ.**

Přestože jsou rostliny **základním pilířem života na Zemi**, jejich zásadní význam zůstává často opomíjen.

Nejenže **rostliny** poskytují kyslík, potravu a útočiště pro mnoho živočišných druhů včetně člověka, ale také **hrají klíčovou úlohu v udržování biodiverzity a stabilizaci světových ekosystémů**. Mnoho lidí však stále vnímá rostliny pouze okrajově.

Tento fenomén má dokonce své pojmenování a označuje se jako takzvaná „rostlinná slepota“. Je to termín, který poukazuje na tendenci přehlížet rostliny a věnovat větší pozornost fauně. Možná je to i proto, že se rostliny hýbou tak pomalu, že se nám zdají nehybné, a nepředvádějí tak zřetelné chování jako zvířata. **Jejich přítomnost je často vnímána jako samozřejmost**, jako statická zeleň na pozadí dynamického světa zvířat a lidí, nebo jako kulisa pro jiné, na první pohled zajímavější události. Jejich skrytý, ale často velmi bohatý život tak zůstává mnohým neznámý.

**Abychom pomohli rozšířit naše porozumění rostlinám, navrhli jsme ve spolupráci s vědci z Botanického ústavu sérii experimentů s rostlinami v Albi-**

**LABu**. Věříme, že tyto experimenty a i další, které si vymyslíte vy, poskytnou jedinečnou **příležitost k prozkoumání fascinujícího světa rostlin** a jejich interakcí s prostředím, ve kterém žijí.

**AlbiLAB sestává ze dvou hlavních komponent: elektronické části a růstového prostoru**. Elektronická část řídí provoz různých zařízení, čidel a osvětlení, zatímco růstový prostor poskytuje prostředí pro růst rostlin, jako je například huseníček rolní, jehož semena jsou součástí AlbiLABu.

Volba huseníčku rolního jako hlavní rostliny pro pokusy v AlbiLABu nebyla náhodná. Huseníček rolní je ve vědeckém výzkumu rostlin **vysoce ceněn pro rychlý růst a snadnou genetickou manipulovatelnost**. Díky těmto vlastnostem se stal **modelem pro studium rostlin** a poskytl vědcům cenné informace o tom, jak rostliny reagují na své prostředí a jak fungují na molekulární úrovni. **Studium huseníčku rolního pomohlo odhalit řadu základních principů rostlinné biologie, včetně mechanismů, kterými rostliny reagují na světlo, teplotu a další přírodní faktory**.

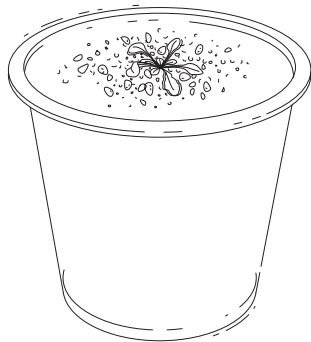
Stavebnice AlbiLAB umožňuje uživatelům pěstovat huseníček rolní a experimentovat s ním v prostředí, které simuluje různé ekologické podmínky.

Elektronická část stavebnice umožňuje regulaci světelných a vlhkostních podmínek (přídavné moduly), což poskytuje uživatelům kontrolu nad prostředím, ve kterém rostliny rostou. Tímto způsobem mohou uživatelé **sledovat, jak rostliny reagují na různé podmínky, a získat tak hlubší porozumění rostlinné biologii a ekologii.**

Připravili jsme pro vás několik návrhů na experimenty, které podhalí **reakce rostlin na odlišné přírodní podmínky.**

**Základem každého vědeckého experimentu je kromě trpělivosti a preciznosti dobře kontrolované prostředí, aby se mohly vyloučit neznámé faktory,** které by mohly ovlivnit výsledky pokusu. AlbiLAB umožňuje kontrolovat délku dne (světla), jeho intenzitu i spektrální složení (podíl bílé, modré a červené složky světla).

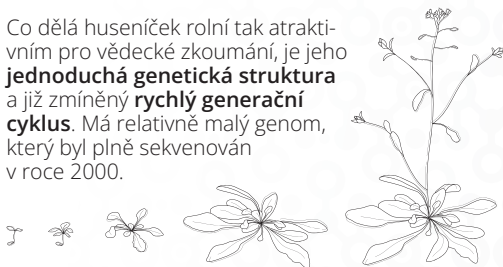
V základní sestavě se ovládají světelné podmínky společně pro obě růstové komory, plánovaný rozšiřující modul umožní ovládat světelné podmínky samostatně pro každou růstovou komoru zvlášť. Proto **navržené experimenty počítají se stejnými světelnými podmínkami v obou růstových prostorech.** Nicméně i tak lze začít se zajímavými pokusy a poté si stavebnici rozšířit a začít simulovat odlišné světelné i jiné podmínky v oddělených růstových komorách.



Než začneme s pokusy, je dobré se blíže seznámit s hlavním hrdinou vašich experimentů. Huseníček rolní, latinsky *Arabidopsis thaliana*, je malá rostlina z čeledi brukvovitých (*Brassicaceae*), a je tudíž příbuzný s mnoha druhy známé zeleniny, od brukve zelné (zelí) po kedlubnu či brokolici.

Huseníček je známý svojí schopností **dokončit životní cyklus během pouhých šesti týdnů**. Jinými slovy, v ideálních podmínkách trvá jen šest týdnů od zasetí, než vyprodukuje zralá semena. Huseníček kvete drobnými bílými květy a vytváří semena v malých šešulích.

Co dělá huseníček rolní tak atraktivním pro vědecké zkoumání, je jeho **jednoduchá genetická struktura** a již zmíněný **rychlý generační cyklus**. Má relativně malý genom, který byl plně sekvenován v roce 2000.



Tím se stal první rostlinou s plně sekvenovaným genomem, což otevřelo dveře pro podrobné genetické a molekulární studie v rostlinné biologii.

**Díky své genetické jednoduchosti a snadné manipulovatelnosti se huseníček rolní stal modelem pro studium** rostlinných genů a mechanismů, které řídí růst, vývoj a interakce s prostředím. Je vlastně takovým **analogem bílých myšek**, které s oblibou využívají zoologové.

Vědci také oceňují huseníček rolní za jeho **schopnost růst v různých prostředích**. Jeho flexibilita a odolnost umožňují vědcům zkoumat, jak rostliny reagují na různé přírodní stresy, jako jsou sucho, vysoké a nízké teploty nebo nedostatek živin. Huseníček rolní tak poskytuje cenný pohled na **adaptační strategie rostlin**, což je klíčové pro pochopení, jak mohou rostliny přežít a prosperovat ve stále se měnícím světě.

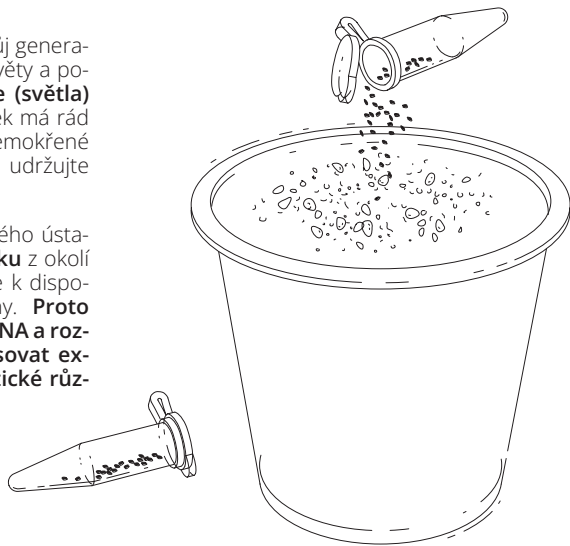
**Jelikož huseníček v přírodě začíná svůj růst na jaře, je i jeho životní cyklus ovlivňován délkou dne.** Na jaře, kdy je den kratší, dejme tomu 8–9 ho-

## HUSENÍČEK ROLNÍ

din, huseníček věnuje veškerou energii růstu listů, a tak se zvětšuje jeho přízemní růžice.

Později, když se dny prodlužují, přepne svůj generativní růst v reprodukční a začne vytvářet květy a později plody. **Proto je důležité délku dne (světla) v experimentech brát v potaz.** Huseníček má rád svěží a kypřejší půdu, nedaří se mu v přemokřené půdě, proto jej zalévejte opatrně a půdu udržujte vlhkou, ale ne přemokřenou.

Pro AlbiLAB připravili výzkumníci Botanického ústavu **semínka jediného genotypu huseníčku** z okolí Jihlavy. Potomci, tedy semínka, která máte k dispozici, vznikli samoopylením jediné rostliny. **Proto všechny rostliny mají velmi podobnou DNA a rozdíly, které zaznamenáte, můžete připisovat experimentálním podmínkám, a ne genetické roznorodosti mezi jedinci.**



**Rostliny zřídka kdy rostou osamoceně.** Naopak, velmi často se musí vyrovnávat s přítomností jiných rostlin stejného i jiného druhu a bojovat o základní a v naprosté většině omezené zdroje, jako jsou světlo, voda a živiny, aby mohly prosperovat. Tomuto fenoménu, kdy rostliny soupeří o omezené zdroje, se odborně říká **kompetice**, dříve známá jako konkurence.

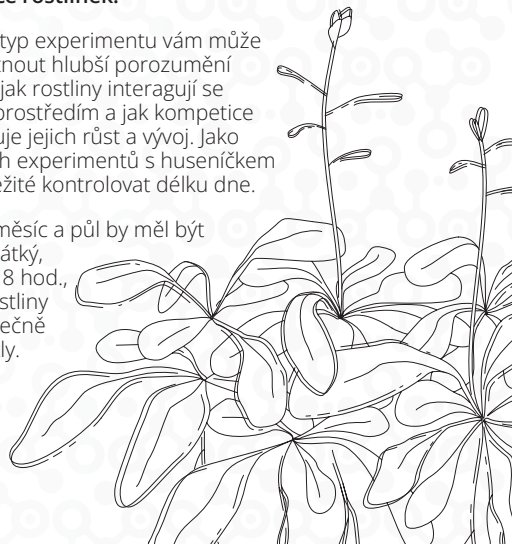
Aby byla rostlina v kompetici úspěšná, musí být schopna **efektivně využívat dostupné zdroje** a zároveň **odolávat negativním vlivům**, které mohou přicházet od jejích sousedních rostlin. Například mohou růst rychleji, aby dosáhly světla před svými sousedy, nebo mohou vyvinout silnější kořenový systém, který jim umožní lepší přístup k vodě a živinám v půdě. Některé rostliny mohou dokonce vylučovat chemické látky do půdy, které inhibují růst konkurenčních rostlin, což je proces známý jako alelopatie.

**Ve stovebnici AlbiLAB budete mít příležitost sledovat kompetici mezi rostlinami z první řady.** Můžete například nastavit experiment, ve kterém v jedné růstové komoře poroste jediná rostlina huseníčku,

tedy v prostředí bez kompetice, zatímco v druhé naopak bude rostlin několik. Kolik, to si rozhodněte sami. **Zkušenosti z Botanického ústavu jsou takové, že v květináči, jaký máte k dispozici, může růst 20 i více rostlinek.**

Tento typ experimentu vám může poskytnout hlubší porozumění tomu, jak rostliny interagují se svým prostředím a jak kompetice ovlivňuje jejich růst a vývoj. Jako u všech experimentů s huseníčkem je důležité kontrolovat délku dne.

První měsíc a půl by měl být den krátký, kolem 8 hod., aby rostliny dostatečně narostly.





## KOMPETICE

o modul umožňující oddělené ovládání světelných podmínek jednotlivých růstových komor. V tomto případě můžete mít v obou komorách kompetující rostliny, ale každá komora může mít jinou intenzitu osvětlení.

Až budete mít zkušenosti, jaké světelné podmínky jsou pro huseníček optimální, můžete nastavit jednu komoru na optimální **světelné podmínky** a druhou na suboptimální a sledovat, jak se míra kompetice o limitované světlo projeví na jejich růstu v různých světelných podmínkách.

Stejně tak lze postupovat v případě kompetice o živiny, kdy rostliny v jedné komoře dostanou více živin (přidáte hnojivo), kdežto rostliny v druhé komoře budou omezené živiny jen odčerpávat, protože další nedostanou.

Poté můžete přepnout na dlouhý den (14 hodin), aby se stimulovalo kvetení. Samozřejmě můžete délku dne měnit průběžně, což bude pro rostliny přirozenější.

Tento experiment můžete kombinovat s **různou intenzitou osvětlení**. A to buď tak, jak navrhujeme v dalším experimentu, nebo po rozšíření stavebnice



## INTENZITA SVĚTLA

Intenzita světla hraje klíčovou roli ve fotosyntéze, procesu, při kterém rostliny přeměňují světelnou energii na chemickou energii ve formě glukózy, která je poté využita jako palivo pro růst a další životní procesy. **Vyšší intenzita světla obvykle vede k vyšší míře fotosyntézy**, což může zvýšit růstovou rychlost rostlin, pokud jsou splněny ostatní nezbytné podmínky, jako je dostatek vody a živin.

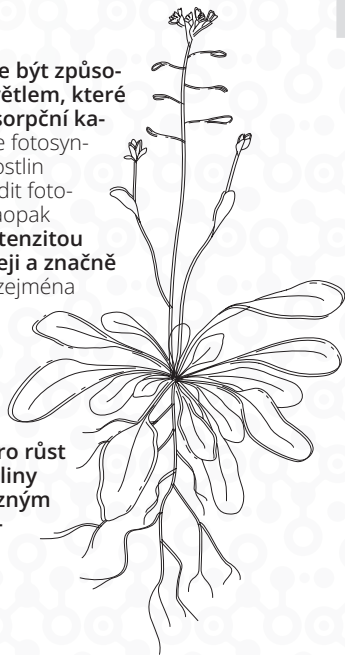
V přírodě mohou **rostliny, které rostou ve stínu, často čelit nedostatku energie**, což může zpomalit jejich růst a snížit jejich schopnost reprodukce. Takové rostliny mohou mít také menší listy a delší stonky, jak se snaží dosáhnout většího množství světla.

Navíc, **pokud je intenzita světla příliš nízká, rostliny nemusí být schopné provádět fotosyntézu efektivně**, což může vést k celkovému nedostatku energie a nedostatečnému růstu, či dokonce úhynu.

V tomto pokusu můžeme sledovat, zda rostliny vystavené vyšší intenzitě světla rostou rychleji, nebo naopak vykazují znaky světelného stresu.

**Světelný stres může být způsoben příliš silným světlem, které může překročit absorpční kapacitu chlorofylu** ve fotosyntetických centrech rostlin a potenciálně poškodit fotosyntetický aparát. Naopak **rostliny s nízkou intenzitou mohou růst pomaleji a značně měnit svůj vzhled**, zejména tvar listů a stonku, nebo mohou uhytnout.

**Tento pokus vám názorně ukáže, jak je světlo důležité pro růst rostlin a jak se rostliny umí přizpůsobit různým světelným podmínkám.**



**Odlišnou intenzitu světla v jednotlivých růstových komorách lze nastavit posunutím světelného zdroje od rostliny:** jedna růstová komora má umístění kruhového osvětlení nad květináčem (intenzivnější osvětlení), druhá komora má světelný zdroj umístěný o jednu kostku výše.

**Pro chytré telefony jsou dostupné aplikace, které umožňují měřit intenzitu světla** – např. Lux Meter (Light Meter) pro Android nebo Photone Grow Light Meter (pro Android iOS).

Díky tomu budete moci mít představu o rozdílu světelných podmínek v oddělených růstových komorách. **Je třeba mít ale na paměti, že hodnoty naměřené tímto způsobem jsou pouze orientační a závisí jak na druhu použité aplikace, tak na typu zařízení.**

Výzkum prokázal, že světelné spektrum RGB (červená, zelená a modrá složka) významně ovlivňuje různé fáze růstu rostlin, včetně klíčení, vegetativního růstu a tvorby plodů.

Úprava spektra RGB v různých fázích růstu tudíž může optimalizovat růst rostlin, kvalitu plodů a celkový výnos. Každá fáze má odlišné potřeby týkající se světelného spektra, což naznačuje, že **nejefektivnějším přístupem by mohla být dynamická strategie osvětlení nastavitelná v průběhu růstu rostliny.**

Zde se dozvíte, jak jsou tyto fáze ovlivňovány:

#### **Fáze klíčení:**

**Červené světlo zvyšuje klíčivost semen a jejich raný růst** tím, že podporuje rychlejší a účinnější hydrataci tkání embrya, což vede k rychlejšímu klíčení. (Zaghdoud a kol., 2023)

#### **Fáze vegetativního růstu:**

**Bílé osvětlení kombinované ze všech RGB složek podporuje lepší fotosyntetickou aktivitu** ve srovnání s jinými světelnými režimy, jako je červeno-

## HYDROPONIE

modré (RB) světlo, což přispívá ke zdravějším a výkonnějším rostlinám.

(Vitale et al., 2022)

Bylo prokázáno, že **modré světlo snižuje výšku rostlin, ale zvyšuje jejich robustnost a mění strukturu větvení**, což může být žádoucí v závislosti na druhu rostliny a konkrétních růstových cílech.

(Riikonen et al., 2016)

### Fáze plodu:

Ve fázi plodů může **kombinace modrého a červeného světla zpozdit dozrávání plodů a ovlivnit akumulaci živin v plodech**, jako jsou rajčata, a ovlivnit vlastnosti, jako je obsah cukru, lykopenu a  $\beta$ -karotenu.

(Lee et al., 2023)



Jistě jste slyšeli o hydroponickém pěstování rostlin. Hydroponie je **metoda pěstování rostlin bez použití půdy**, kde rostliny získávají **živiny přímo z minerálního roztoku**.

V AlbiLABu naleznete zeolit, což je minerální **substrát s vysokou absorpční kapacitou**, který dokáže efektivně zadržet živiny a vodu a postupně je uvolňovat rostlinám, a klasický substrát na pěstování rostlin.

Výhody hydroponie zahrnují **rychlejší růst rostlin, vyšší výnosy, efektivnější využití vody a živin** a možnost pěstovat rostliny v prostředích, kde by tradiční zemědělství bylo nemožné nebo velmi obtížné. Na druhou stranu je hydroponické pěstování náročnější, **vyžaduje větší kontrolu nad prostředím**, jako je pH, koncentrace živin a světelné podmínky, stejně jako počáteční investici do vybavení a technologie.

**Vy si můžete vyzkoušet a porovnat, jaké výhody či nevýhody má hydroponické pěstování oproti pěstování v klasickém substrátu.** V jedné komoře využijte předem navlhčený zeolit. Můžete květináč na několik minut namočit po okraj do vody, aby se

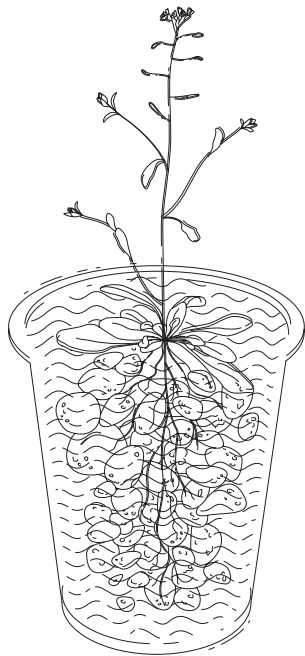
voda dostala do všech pórů. Ideálně by voda měla obsahovat rozpuštěné hnojivo, koncentraci zvolte podle návodu na hnojivu. (Hnojivo není součástí stavebnice).

V druhé komoře použijte dodaný substrát. Do obou vysejte zhruba 5–10 semínek (až rostliny vyklíčí, vytrhajte semenáčky až na jeden nejsilnější) a délku dne nastavte na cca 8 hodin.

Postupně můžete prodlužovat délku dne tak, aby zhruba po dvou měsících byl den dlouhý 14 hodin. Nebo můžete nechat krátký den měsíc a půl a pak nastavit dlouhý den po zbytek pokusu.

**Samozřejmě můžete také nechat rostlinky růst v krátkém dni delší dobu, klidně i dva měsíce, tím vytvoříte mohutnější rostliny, které po přepnutí na dlouhý den vytvoří více květů a plodů.**

Na konci experimentu budete moci posoudit, jak se vám povedlo pěstovat huseníček hydroponicky, zda jste byli úspěšnější a zda je hydroponické pěstování ideální pro tento druh.



Jedním z častých environmentálních problémů, s nimiž se můžeme setkat, je okyselení půdy, což **je způsobeno různými faktory včetně atmosférického znečištění, acidifikace dešťové vody a uvolňování kyselých iontů** z některých průmyslových a zemědělských činností.

Tento fenomén může mít značný dopad na rostliny a celkovou produktivitu ekosystému, protože **acidita půdy ovlivňuje dostupnost živin a toxických prvků v půdě**.

**Rostliny mají různou schopnost snášet zakyselení půdy.** Některé rostliny, jako jsou vřesy nebo rododendrony, mohou snášet kyselou půdu dobře, zatímco jiné, jako je huseníček rolní, preferují mírně kyselou až neutrální půdní pH.

Dodaný substrát ve stavebnici AlbiLAB je připraven tak, aby měl **optimální pH** hodnotu pro růst huseníčku (pH 5,5–6,5), což poskytuje ideální podmínky pro jeho vývoj.

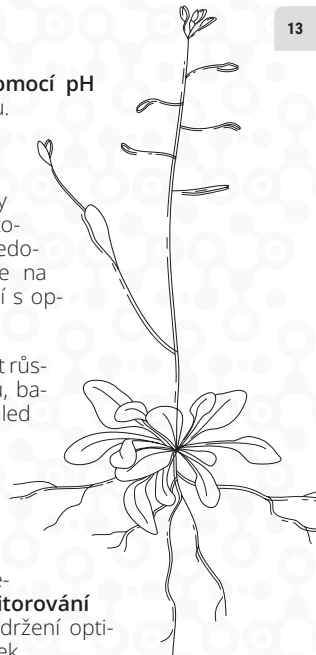
V tomto pokusu můžete jeden květináč opatrně okyselit pomocí běžného octa a poté orientačně **změ-**

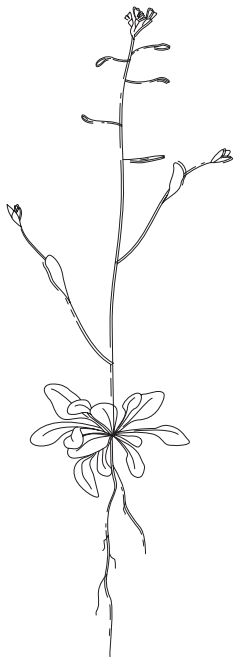
**řit výsledné pH půdy pomocí pH proužků** dodávaných v setu.

**Je důležité, aby pH půdy nekleslo pod 4,5**, protože extrémně kyselé podmínky mohou být pro huseníček toxické. Následně můžete sledovat, jak huseníček reaguje na kyselý substrát ve srovnání s optimálním substrátem.

Pozorování může zahrnovat růstovou rychlost, velikost listů, barevné změny a celkový vzhled rostlin v obou květináčích.

Tento pokus vám poskytne příležitost pochopit, jak **acidita půdy ovlivňuje růst a zdraví rostlin**, a může vás také seznámit s **důležitostí monitorování a úpravy pH půdy** pro udržení optimálních růstových podmínek.



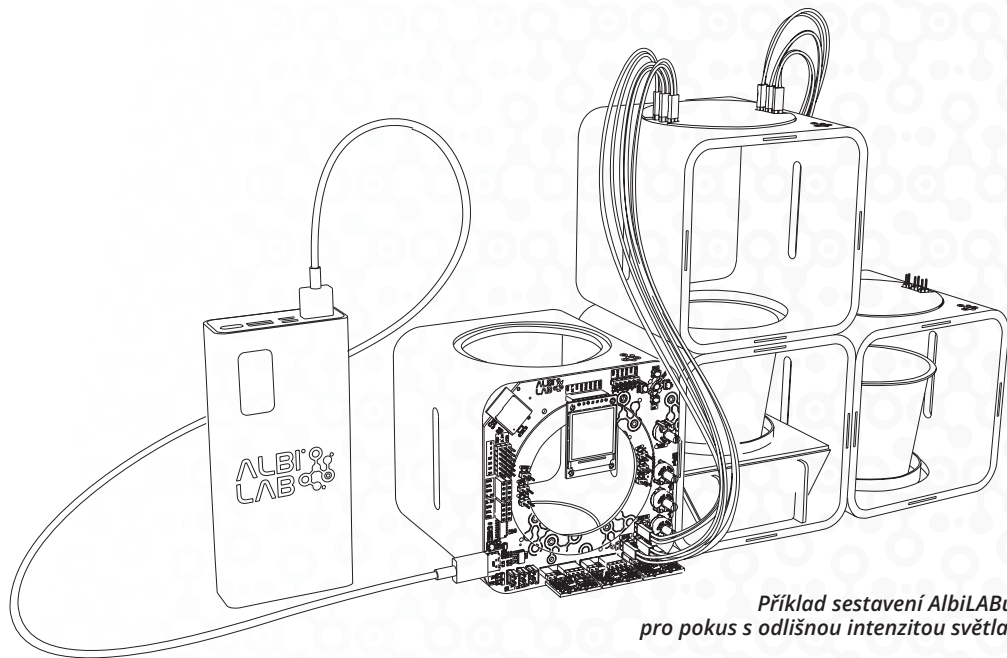


## ZASOLENÍ PŮDY

Stejně jako okyselení půdy, je i její zasolení častým environmentálním problémem, zvláště v aridních a semiaridních regionech, kde může být zvýšená úroveň soli v půdě způsobena přirozenými procesy či nadměrným zavlažováním.

I v našich podmínkách dochází k zasolování půdy kvůli chemickému rozmrazování silnic a dalších komunikací. Zasolení půdy **může vážně ovlivnit schopnost rostlin absorbovat vodu**, i když je voda dostupná, což vede k stresu z nedostatku vody a **může značně omezit růst**.

Stejně jako u okyselení půdy můžete ve stavebnici AlbiLAB jednoduše **simulovat i efekty zasolení půdy**. Jeden květináč zalijte roztokem soli (solankou) a sledujte, jak huseníček reaguje na zvýšené hladiny soli v půdě ve srovnání s rostlinou v kontrolním květináči. **Důležité je, aby koncentrace soli v roztoku byla dostatečně vysoká**, aby simulovala zasolené podmínky, ale ne natolik vysoká, aby rostlinu okamžitě zahubila. Na internetu lze dohledat, jakou má huseníček toleranci. Semenačky například snesou koncentraci NaCl cca 125 mM, což velmi zhruba odpovídá 7,5 g NaCl na kilogram půdy.



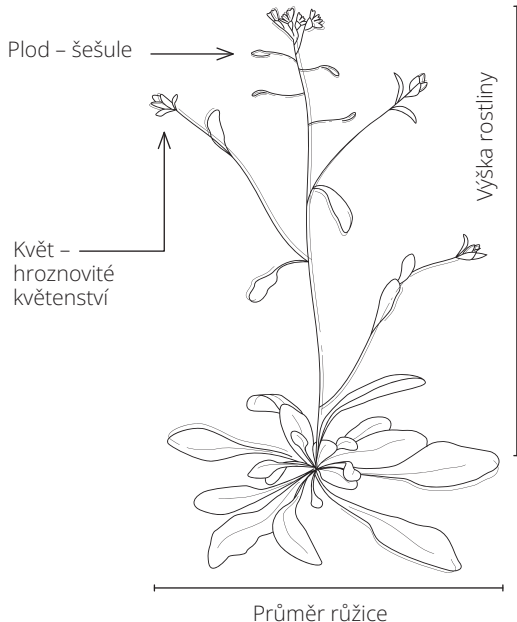
## CO SLEDOVAT U ROSTLIN

V průběhu experimentů můžete **sledovat fenologickou odpověď** rostlin, to znamená například, kolik dní od vysetí trvá, než vykvete nebo začne plodit. Můžete také **měřit růstovou rychlost** založenou buď na počtu listů v růžici, délce nejdelšího listu, či později stonku.

**Růstovou rychlost můžete nejjednodušeji spočítat porovnáním dvou hodnot měřených v určitém časovém odstupu:** Růstová rychlost = (nová hodnota – původní hodnota) / počet dní. Lze použít i složitější výpočty umožňující použití více měření v čase. Vzorečky i nástroje lze dohledat na internetu.

Toto neinvazivní **měření vám dá možnost sledovat rozdíly v průběhu experimentu.** Pokud máte k dispozici přesnější váhy, na konci pokusu můžete rostliny odstříhnout, usušit a posléze zvážit.

**Pokud rostliny plodí, můžete odhadnout výsledné fitness** neboli biologickou (reprodukční) zdatnost **podle počtu vytvořených tobolek.** To je asi nejpresnější odhad, jak byla rostlina úspěšná a kolik potomků může teoreticky mít.





## PŘÍKLADY VÝPOČTU RŮSTOVÉ RYCHLOSTI

### VÝŠKA ROSTLINY

Původní výška: 5 cm

Nová výška po týdnu: 8 cm

Růstová rychlost =  $(8 \text{ cm} - 5 \text{ cm}) / 7 \text{ dní} = 0,43 \text{ cm/den}$

### POČET LISTŮ

Původní počet listů: 6

Nový počet listů po týdnu: 10

Růstová rychlost =  $(10 \text{ listů} - 6 \text{ listů}) / 7 \text{ dní} = 0,57 \text{ listu/den}$

### PRŮMĚR RŮŽICE

Původní průměr: 2 cm

Nový průměr po týdnu: 4 cm

Růstová rychlost =  $(4 \text{ cm} - 2 \text{ cm}) / 7 \text{ dní} = 0,29 \text{ cm/den}$

## UKÁZKA ZÁPISU NAMĚŘENÝCH DAT V GRAFICKÉ PODOBĚ

