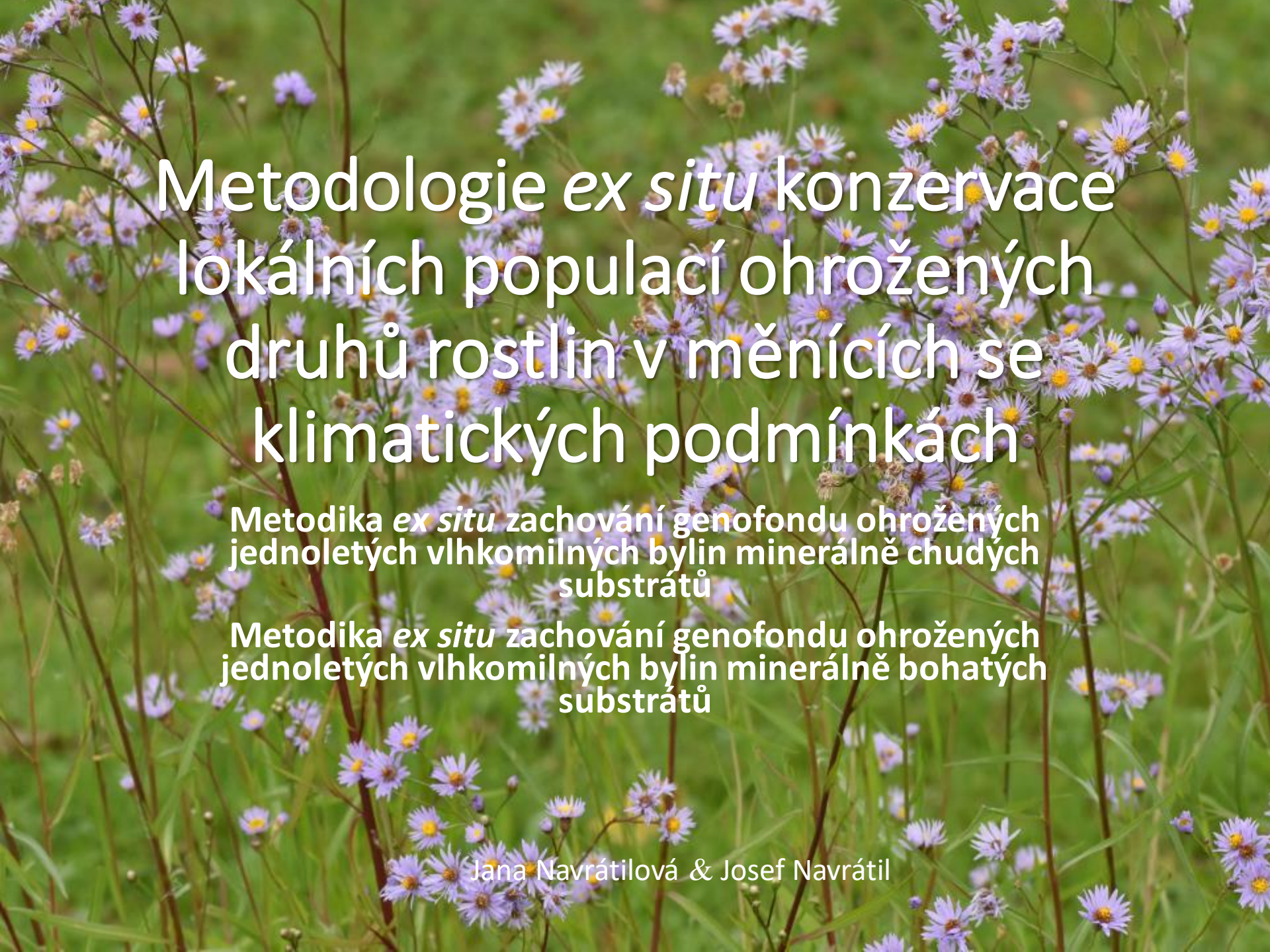




Metodologie *ex situ* konzervace lokálních populací ohrožených druhů rostlin v měnících se klimatických podmínkách

Metodika *ex situ* zachování genofundu ohrožených
jednoletých vlhkomilných bylin minerálně chudých
substrátů

Metodika *ex situ* zachování genofundu ohrožených
jednoletých vlhkomilných bylin minerálně bohatých
substrátů

Jana Navrátilová & Josef Navrátil

Specializované metodiky

- metodiky řešené v Botanické zahradě Třeboň navazují na 1. metodiku
 - přejímají základní strukturu informací o druhu podle této metodiky
 - bude mít i čistě webovou podobu včetně diskuze
 - <https://www.butbn.cas.cz/sbirkavk/?p=2547>
 - respektují v této metodice uvedené zásady nakládání s rostlinami
 - legislativní omezení
 - omezení pro potenciální (re)introdukce

Cíle metodik

- přehled nároků jednotlivých druhů v přírodě
- rozšíření druhů a příčiny jejich ohrožení
- nároky na pěstování zjištěné primárním výzkumem
- umožnění dlouhodobé *ex situ* konzervace kriticky a silně ohrožených druhů

Řešené druhy

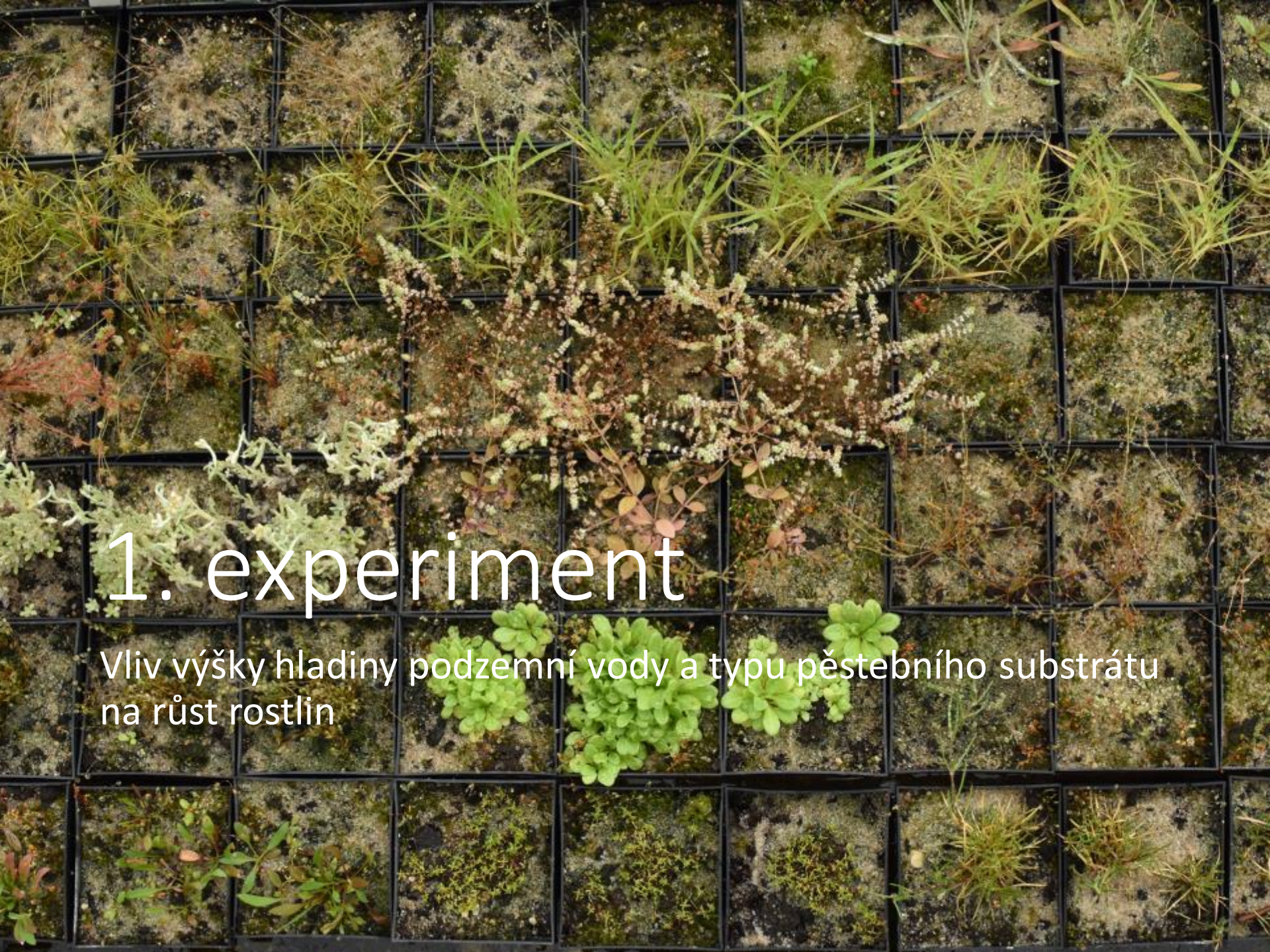
- *Centunculus minimus*,
- *Juncus capitatus*,
- *Radiola linoides*,
- *Illecebrum verticillatum*,
- *Juncus tenageia*,
- *Pseudognaphalium luteoalbum*,
- *Tillaea aquatica*,
- *Cyperus michelianus*,
- *Coleanthus subtilis*,
- *Lindernia procumbens*,
- *Spergularia echinosperma*

- *Crypsis aculeata*,
- *Crypsis schoenoides*,
- *Spergularia media*,
- *Tripolium pannonicum* subsp. *pannonicum*,
- *Bupleurum tenuissimum*,
- *Samolus valerandi*,
- *Cyperus flavescens*

celkem tedy 18 jednoletých nebo
krátkověkých druhů

Experimenty projektu

- Vliv výšky hladiny podzemní vody a typu pěstebního substrátu na růst rostlin
 - 2020, ukončeno
- Vliv času výsadby na růst rostlin
 - 2020-2021, v řešení
- Pěstování ve společenstvu
 - 2021, v řešení
- Možnosti samovýsevu
 - 2022
- Testování klíčivosti semen
 - 2019-2022, v řešení, nad plán projektu



1. experiment

Vliv výšky hladiny podzemní vody a typu pěstebního substrátu
na růst rostlin

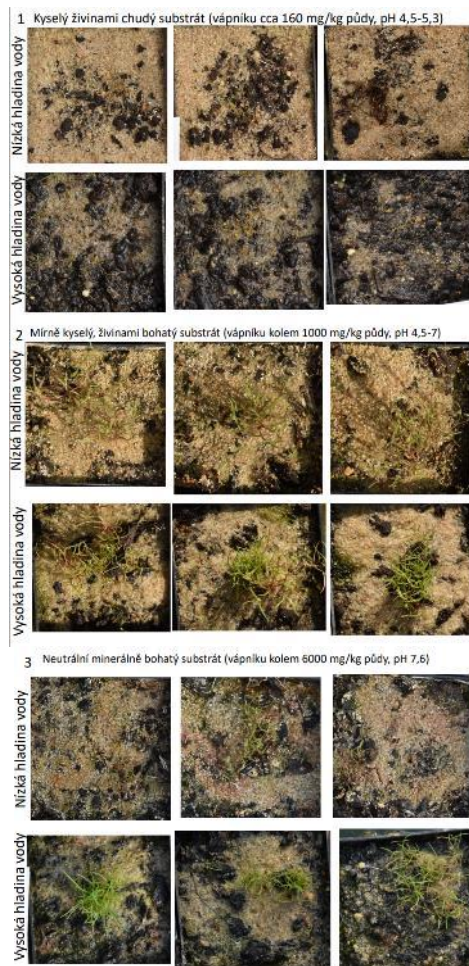
Vliv výšky hladiny podzemní vody a typu pěstebního substrátu na růst rostlin

- experiment
 - tři typy substrátu
 - písek + rašelina
 - písek + rašelina + profi zahradnický substrát
 - písek + rašelina + profi zahradnický substrát + jíl + mletý vápenec
 - dvě výšky hladiny
 - v úrovni substrátu
 - 8 cm pod úrovní substrátu

Vliv výšky hladiny podzemní vody a typu pěstebního substrátu na růst rostlin

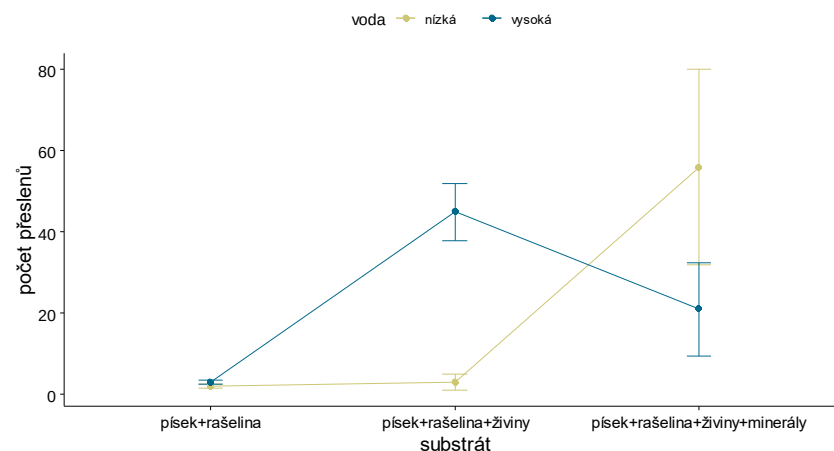
- experiment
 - full-factorial design
 - tři opakování
 - 15 cm květináč
 - měření
 - ve stádium optimální zralosti plodů/semen
 - základní proměnnou počet plodů/semen
 - další proměnné s informací o vitalitě rostlin
 - vyhodnocení (nenormální data)
 - vazba mezi měřenými proměnnými
 - Spearmanův koeficientem pořadové korelace
 - test vlivu výšky vody a pěstebního substrátu
 - dvoufaktorová ANOVA – t2way, R, package WRS2
 - post-hoc porovnání – mcp2atm, R, package WRS2
 - porovnání mezi druhy
 - třífaktorová ANOVA – t3way, R, package WRS2
 - testováno procento z maximální dosažené hodnoty u druhu

Vliv výšky hladiny podzemní vody a typu pěstebního substrátu na růst rostlin



• vyhodnocení

- příklad *Coleanthus subtilis*
- hlavní proměnnou počet obilek na největší větvi



post-hoc porovnání

	psihat	ci.low	ci.up	p
voda1	-8,33	-57,10	40,44	0,640
substrát1	-43,67	-66,52	-20,81	0,005
substrát2	-62,33	-133,17	8,51	0,030
substrát3	-18,67	-85,97	48,63	0,326
voda1:substrát1	41,00	18,14	63,86	0,006
voda1:substrát2	-35,67	-106,51	35,17	0,110
voda1:substrát3	-76,67	-143,97	-9,37	0,014

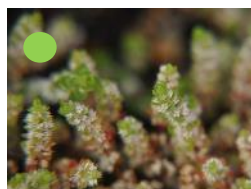
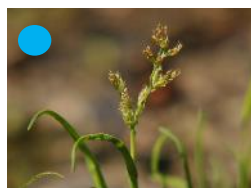
korelace měřených proměnných

	počet plodů
počet hl. větví	0,92*
počet ved. větví	0,93*
počet přeseňů	0,97*
počet plodů na nejmenší větvi	0,84*

* $p < 0,05$

Vliv výšky hladiny podzemní vody a typu pěstebního substrátu na růst rostlin

- porovnání mezi druhy - ukázka



Vliv výšky hladiny podzemní vody a typu pěstebního substrátu na růst rostlin

- zajímavé výsledky - druhy minerálně chudých subst.
 - na zcela neúživných kyselých substrátech mohou prosperovat pouze *Juncus tenageia*, *Illecebrum verticillatum* a *Spergularia echinosperma*; *Juncus tenageia* ale jen s vysokou hladinou. Naopak ostatní jmenované druhy a s nimi *Pseudognaphalium luteoalbum* a *Radiola linoides* jsou na substrátech bez živin schopny růst jen s nižší hladinou
 - vyšší hladinu vody obecně dobře snášejí *Cyperus flavescens*, *Coleanthus subtilis*, *Juncus tenageia* a *Tillaea aquatica*
 - minerály jsou pro mnoho druhů výrazně inhibující až zapříčiňující úhyn (*Illecebrum verticillatum* a *Radiola linoides*)
 - mnoha druhům minerály bytostně v růstu nevadí, pokud ovšem rostlina roste na níže položené vodní hladině – *Pseudognaphalium luteoalbum*, *Coleanthus subtilis* a *Tillaea aquatica*
 - u druhu *Pseudognaphalium luteoalbum* plodily jen některé rostliny

Vliv výšky hladiny podzemní vody a typu pěstebního substrátu na růst rostlin

- zajímavé výsledky - druhy minerálně bohatých subst.
 - žádná z rostlin *Bupleurum tenuissimum* a *Samolus valerandi* v sezóně 2020 neplodila
 - žádná z rostlin všech cílových druhů s výjimkou *Crypsis schoenoides* nepřežila v substrátu bez přidávaných živin
 - *Bupleurum tenuissimum* a *Spergularia media* rostou lépe na nižší hladině vody, u ostatních druhů je růst podle výšky hladiny spíše vyrovnaný
 - růst *Crypsis aculeata*, *C. schoenoides* a *Tripolium pannonicum* je srovnatelné se spíše horším růstem bez minerálů na s nižší hladinou vody
 - *Samolus valerandi* k tvorbě větších přízemních růžic potřebuje půdu s minerály (mimo minerální půdy v zimě 2020/2021 všechny rostliny uhynuly) a větší rostliny byly zaznamenány na vyšší hladině
 - všechny rostliny *Bupleurum tenuissimum* v zimě 2020/2021 zahynuly



2. experiment

Vliv času výsadby na růst rostlin

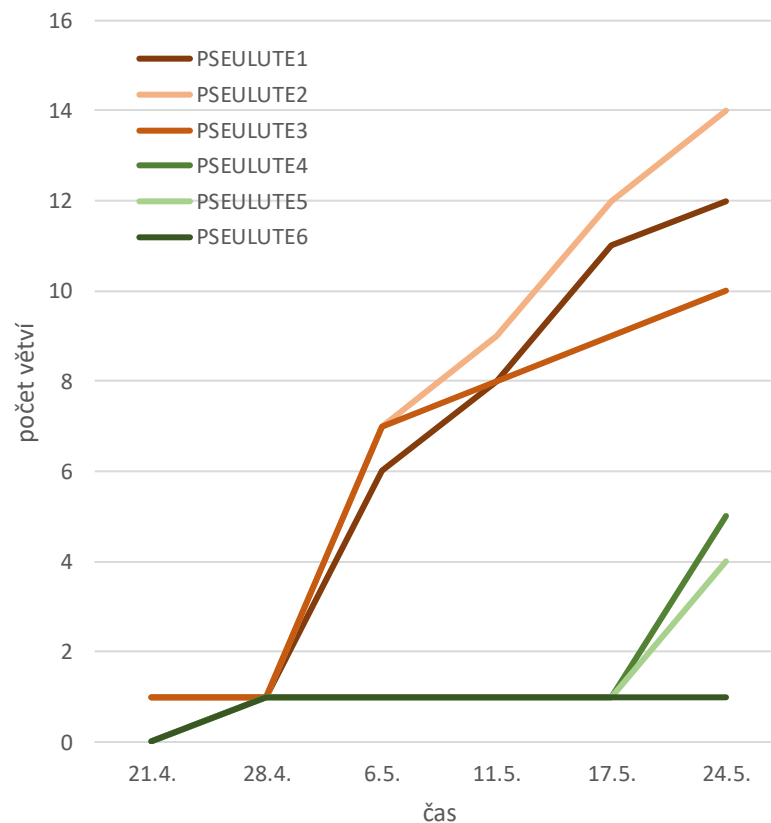
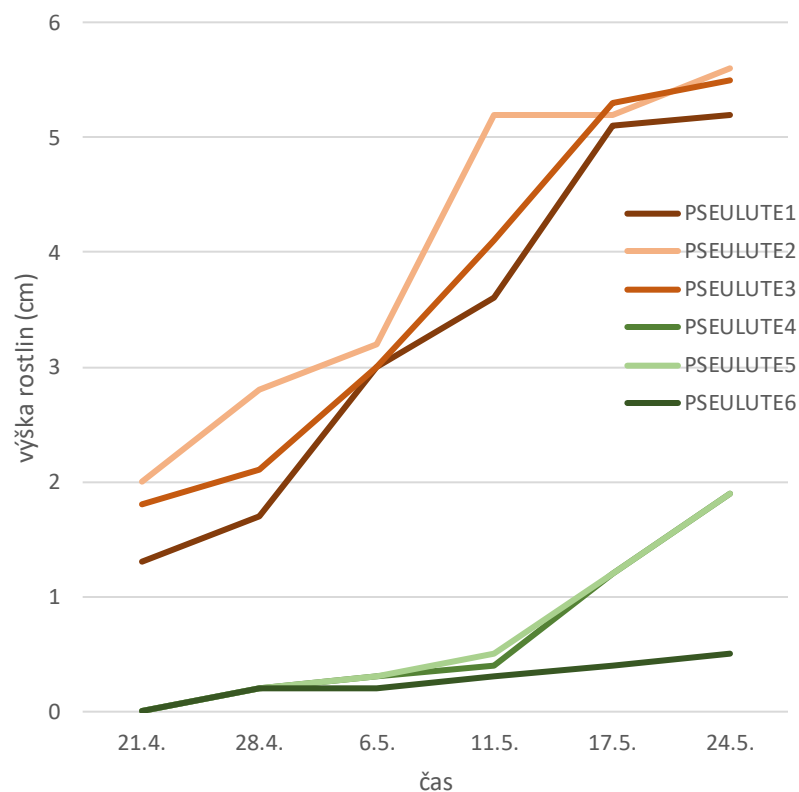
Vliv času výsadby na růst rostlin

- využito výsledků předchozího experimentu
 - pro pěstování každého druhu použita nejlepší varianta substrát/voda
 - 15 cm květináče
- experiment = rozdílné časy výsevu
 - září 2020
 - březen 2021
 - květen 2021
 - tři rostliny každého druhu z každého termínu výsevu

Vliv času výsadby na růst rostlin

- měření
 - stejné proměnné jako v předchozím experimentu
 - měřeno v 7denním intervalu od doby vyklíčení
 - doplněno o
 - čas klíčení
 - intenzita klíčení
- výsledky
 - graf růstu rostlin podle času výsevu
 - porovnání intenzity růstu druhů podle času výsevu
 - klíčovým výsledkem je možnost provedení sklizně plodů/semen

Vliv času výsadby na růst rostlin



příklad – *Pseudognaphalium luteoalbum*

Vliv času výsadby na růst rostlin

- průběžné výsledky - druhy minerálně chudých substrátů

	podzimní klíčení	poznámka
<i>Centunculus minimus</i>	NE	rostliny podzimního výsevu již tvoří větve, březnový výsev neklíčí
<i>Coleanthus subtilis</i>	ANO	vysoká klíčivost již na podzim, většina rostlin přežila zimu a již odplodila, březnový výsev začíná jít teprve na květ
<i>Cyperus michellianus</i>	NE	podzimní výsev začal klíčit 17.5., březnový výsev 24.5.
<i>Illecebrum verticillatum</i>	ANO	na podzim vyklíčily všechny, většina přežila zimu a od března kvetou k 24.5. na sledovaných rostlinách přes 200 plodů, březnový výsev začal k 24.5. nakvétat
<i>Juncus capitatus</i>	NE	podzimní výsev klíčí od konce dubna, březnový výsev ještě ne
<i>Juncus tenageia</i>	ANO +	na podzim vyrostly jednotky rostlin, které zmrzly, podzimní výsev klíčí od 21.4., březnový od 14.5.
<i>Lindernia procumbens</i>	ANO +	na podzim vyrostly desítky rostlin a všechny vykvetly a část i odplodila, k 18.12.2020 rostliny vitální, nicméně do jara všechny zmrzly, část semen vyklíčila 17.5., ve stejnou dobu klíčil březnový výsev
<i>Pseudognaphalium luteoalbum</i>	ANO	na podzim vyrostlo velké množství rostlin, které vytvořily přízemní růžice s mnoha listy, od 17.5. tyto rostliny tvoří květonosné lodyhy, rostliny březnového výsevu klíčí od 21.4.
<i>Radiola linoides</i>	NE	17.5. klíčí rostliny z podzimního výsevu
<i>Spergularia echinosperma</i>	NE	rostliny z podzimního i březnového výsevu začaly klíčit společně 6.5.
<i>Tillaea aquatica</i>	ANO +	na podzim vyrostly jednotky rostlin s více větvemi a květy, všechny rostliny zmrzly, nevyklíčená semena podzimního výsevu začala klíčit stejně jako semena březnového výsevu 6.5.

Vliv času výsadby na růst rostlin

- průběžné výsledky - druhy minerálně bohatých subst.

	podzimní klíčení	poznámka
<i>Bupleurum tenuissimum</i>	ANO	podzimní výsev 85% klíčivost, všechny rostliny přežily zimu a k 24.5 začínají vytvářet boční větve, březnový výsev 50% klíčivost
<i>Crypsis aculeata</i>	ANO	na podzim ojedinělé rostliny, které zmrzly; podzimní výsev klíčí od 12.4., jarní od 26.4., k 24.5. rostliny z jarního výsevu výrazně vitálnější
<i>Crypsis schoenoides</i>	ANO	na podzim ojedinělé rostliny, které zmrzly; podzimní i jarní výsev klíčí od 26.4., k 24.5. rostliny z jarního výsevu výrazně vitálnější
<i>Cyperus flavescens</i>	ANO	jednotky rostlin vyklíčily na podzim, všechny zmrzly, většina klíčí na jaře přibližně ve stejnou dobu jako rostliny vysazené v březnu (21.4.)
<i>Samolus valerandi</i>	ANO	podzimní výsev začal klíčit okamžitě a vyrostla velká většina rostlin (stovky rostlin ze stovek semen), většina přežila zimu, březnový výsev klíčí od 21.4.
<i>Spergularia media</i>	ANO	z podzimního výsevu vyklíčila cca. 1/3 semen v rozvětvené rostliny, zbytek semen začal klíčit ve stejnou dobu jako rostliny březnového výsevu (21.4.), první podzimní rostliny vykvetly 24.5.
<i>Tripolium pannonicum</i>	ANO	z podzimního výsevu vyklíčila cca. 1/3 semen v silné semenáčky, k úhynům nedošlo, zbytek semen vyklíčil společně s březnovým výsevem 6.5., podzimní rostliny s mnoha bočními větvemi k 24.5.



3. experiment

Pěstování ve společenstvu

Pěstování ve společenstvu

- společný výsev druhů ve třech směsích druhů
 - ***Radiolion***
 - Centunculus minimus
 - Illecebrum verticillatum
 - Juncus capitatus
 - Juncus tenageia
 - Pseudognaphalium luteoalbum
 - Radiola linoides
 - Tillaea aquatica

Pěstování ve společenstvu

- společný výsev druhů ve třech směsích druhů
 - ***Eleocharition***
 - *Coleanthus subtilis*
 - *Cyperus flavescens*
 - *Cyperus michelianus*
 - *Lindernia procumbens*
 - *Spergularia echonosperma*

Pěstování ve společenstvu

- společný výsev druhů ve třech směsích druhů
 - ***Cypero-Spergularion***
 - *Bupleurum tenuissimum*
 - *Crypsis aculeata*
 - *Crypsis schoenoides*
 - *Cyperus flavescens*
 - *Cyperus michelianus*
 - *Samolus valerandi*
 - *Spergularia media*
 - *Tripolinum pannonicum*

Pěstování ve společenstvu

- test konkurenčního tlaku
 - s/bez *Bidens*
- ve stejných podmínkách jako 1. experiment
 - dvě výšky hladiny vody
 - tři typy substrátů + NaCl pro *Cypero-Spergularion*
- experiment
 - vyhodnocování zvlášť pro jednotlivá společenstva

Pěstování ve společenstvu

- experiment probíhá



Radiolion na různých typech substrátů s konkurencí a bez

Pěstování ve společenstvu

- experiment probíhá



Eleocharis na různých typech substrátů s konkurencí a bez



4. experiment

Možnosti samovýsevu

Možnosti samovýsevu

- plánováno na 2022
- v souvislosti s chováním podzimního výsevu 2. experimentu sledováno od podzimu 2020
- cílem je posouzení existence samovýsevu druhů na pěstebních plochách

Možnosti samovýsevu

- průběžné výsledky - druhy minerálně chudých subst.

	poznámka
<i>Centunculus minimus</i>	rostliny se úspěšně samovysemeňují jen na velmi krátké vzdálenosti, klíčí na jaře
<i>Coleanthus subtilis</i>	rostliny se úspěšně samovysemeňují jen na velmi krátké vzdálenosti, při dostatečném prostoru a vlhkosti substrátu vytvoří 1-4 generace v průběhu roku
<i>Cyperus michellianus</i>	samovýsev nebyl zaznamenán
<i>Illecebrum verticillatum</i>	rostliny se úspěšně samovysemeňují na krátké vzdálenosti, uchování plodů po dobu 7 dnů v suchu podnítilo rychlé vyklíčení na podzim, vlhká semena klíčí až druhý rok na jaře
<i>Juncus capitatus</i>	samovýsev je jen velmi omezený, ale i na dlouhé vzdálenosti
<i>Juncus tenageia</i>	rostliny se úspěšně samovysemeňují i na velké vzdálenosti
<i>Lindernia procumbens</i>	samovýsev zaznamenán i na delší vzdálenosti, ale v podmínkách současného výskytu L. dubia je použití mladých nekvetoucích rostlin problematické
<i>Pseudognaphalium luteoalbum</i>	rostliny se úspěšně samovysemeňují na dlouhé vzdálenosti
<i>Radiola linoides</i>	rostliny se úspěšně samovysemeňují jen na velmi krátké vzdálenosti, klíčí na jaře
<i>Spergularia echinosperma</i>	samovýsev byl zaznamenán jen v omezené míře, ale v podmínkách současného výskytu S. rubra je použití mladých nekvetoucích rostlin problematické
<i>Tillaea aquatica</i>	rostliny se úspěšně samovysemeňují i na dlouhé vzdálenosti

Možnosti samovýsevu

- průběžné výsledky - druhy minerálně bohatých subst.

	poznámka
<i>Bupleurum tenuissimum</i>	samovýsev zaznamenán jen ve velmi omezené míře, uchování plodů po dobu 7 dnů v suchu podnítilo rychlé vyklíčení na podzim
<i>Crypsis aculeata</i>	samovýsev zaznamenán jen v omezené míře a na krátké vzdálenosti
<i>Crypsis schoenoides</i>	samovýsev zaznamenán jen ve velmi omezené míře a jen na velmi krátké vzdálenosti
<i>Cyperus flavescens</i>	samovýsev zaznamenán jen v omezené míře a na krátké vzdálenosti
<i>Samolus valerandi</i>	samovýsev zaznamenán i na dlouhé vzdálenosti
<i>Spergularia media</i>	rostliny se úspěšně samovysemeňují na krátké vzdálenosti, nicméně rostliny ze samovýsevu neprosperují
<i>Tripolium pannonicum</i>	rostliny se úspěšně samovysemeňují i na delší vzdálenosti

Možnosti samovýsevu

- další zjištění
 - obecně platí, že teplomilné druhy se v podmínkách BZ Třeboň samovysemeňují jen velmi obtížně
 - všechny sledované druhy se jen obtížně uchytávají samovýsevem v loňských a starších substrátech – prosperují pouze na obnažené půdě

5. experiment

Test klíčivosti semen

SAMOVALE01

Samolus valerandi

Tačr - pokojová teplota

2018

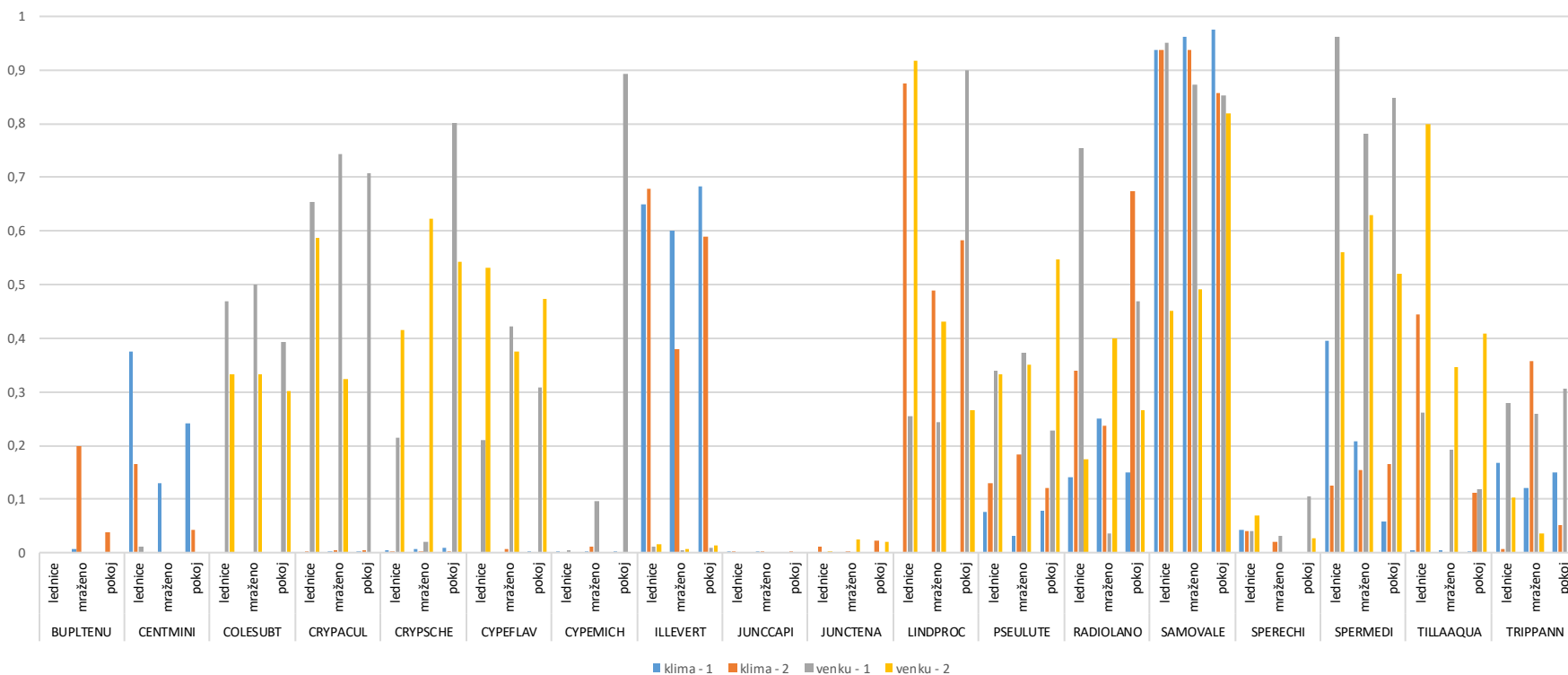
Test klíčivosti semen

- podmínky uchování semen
 - +20°C
 - 5°C
 - -20°C
- testy klíčivosti
 - místnost s kontrolovaným klimatem a osvětlením
 - venkovní prostředí



Test klíčivosti semen

- průběžné výsledky (2019, 2020)



Tripolinum pannonicum

- Klíčení semen po 3 letech skladování



+20°C



+5°C



-20°C

Podobně se chová: *Coleantus subtilis* a *Lindernia procumbens*

Naopak mražená semena špatně klíčí u *Cyperus flavescens* a *Spergularia media*



Další zajímavá zjištění

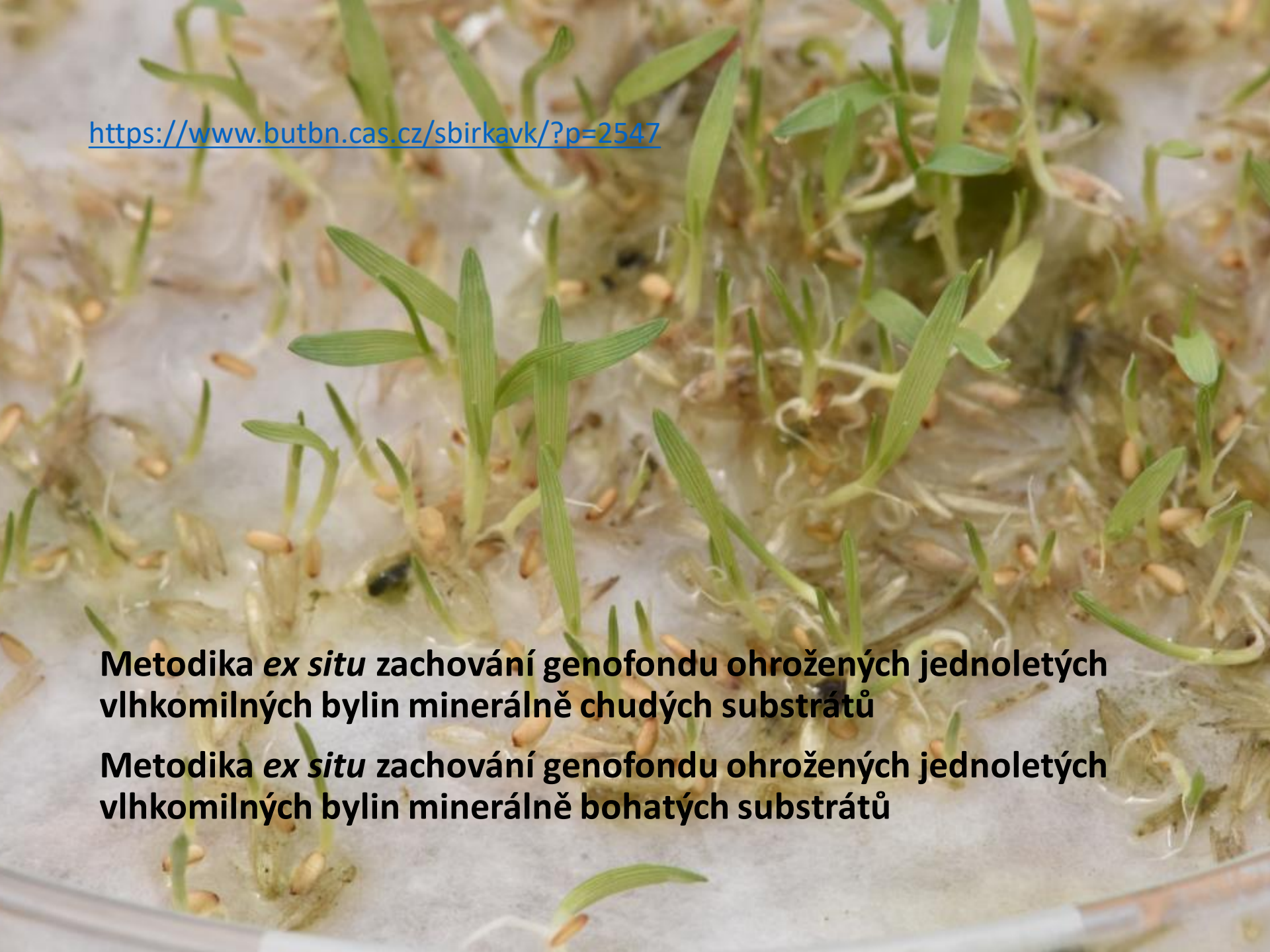
... pro množení těchto rostlin

Možnost sběru plodů/semen a obnovy růstu

druh	sběr semen/plodů	obnova růstu rostlin po sběru semen
<i>Centunculus minimus</i>	možno sbírat jen celé rostliny v době zralosti většiny plodů, což je na konci září	NE
<i>Coleanthus subtilis</i>	sběr celých stébel v červnu	ANO, rané rostliny při nepříliš hlubokém řezu znovu obrazí a vytvoří nová plodná stébla
<i>Cyperus michellianus</i>	odstříhnutí vrcholového kružele klásků na začátku října (kružele dozrávají částečně postupně a vzhledem k velmi omezenému růstu počtu jedinců, je vhodné sbírat postupně dozrávající klásky)	NE
<i>Illecebrum verticillatum</i>	plody nelze sbírat jednotlivě, ale jen celé větve, proto je potřeba vyčkat, až bude vytvořeno dostatečné množství zralých plodů s vědomím toho, že část plodů již opadala a části nebude umožněno dozrát, to je na přelomu června a července	ANO, nové větve ale již v sezóně neplodily
<i>Juncus capitatus</i>	odstříhnutí vrcholového kružele, rostliny dozrávají postupně od poloviny srpna do konce září	ANO, nové větve v sezóně kvetly, ale už neplodily
<i>Juncus tenageia</i>	odstříhnutí vrcholového kružele ve druhé polovině července	ANO, všechny rostliny vytvořily nové do konce září plodné větve s uzralými semeny
<i>Lindernia procumbens</i>	postupný sběr plodů od poloviny srpna	ANO, sběrem plodů se podporuje růst nových květů
<i>Pseudognaphalium luteoalbum</i>	postupný sběr úborů od konce srpna do pozdního podzimu	ANO, sběrem plodů se podporuje růst nových květů
<i>Radiola linoides</i>	možno sbírat jen celé rostliny v době zralosti většiny plodů, což je na konci září	NE
<i>Spergularia echinosperma</i>	postupný sběr plodů od konce června do pozdního podzimu	ANO, sběrem plodů se podporuje růst nových květů
<i>Tillaea aquatica</i>	možno sbírat jen celé rostliny v době zralosti většiny plodů, což je v polovině července	ANO, pokud se nesklidí rostlina celá, ale odstříhnou se nekořenící části větví

Možnost sběru plodů/semen a obnovy růstu

druh	sběr semen/plodů	obnova růstu rostlin po sběru semen
<i>Bupleurum tenuissimum</i>	jednotlivá semena	NE
<i>Crypsis aculeata</i>	sběr celých stébel od poloviny září do poloviny října	NE
<i>Crypsis schoenoides</i>	sběr celých stébel od poloviny září do poloviny října	NE
<i>Cyperus flavescens</i>	odstříhnutí vrcholového kružele klásků na začátku srpna	ANO, všechny rostliny vytvořily nové do konce září plodné větve s uzralými semeny
<i>Samolus valerandi</i>	postupný sběr plodů od konce července	ANO, sběrem plodů se urychluje dozrávání dalších plodů
<i>Spergularia media</i>	postupný sběr plodů od poloviny srpna	ANO, sběrem plodů se urychluje dozrávání dalších plodů
<i>Tripolium pannonicum</i>	postupný sběr úborů od konce září	ANO, sběrem úborů se urychluje dozrávání dalších úborů



<https://www.butbn.cas.cz/sbirkavk/?p=2547>

Metodika *ex situ* zachování genofondu ohrožených jednoletých vlhkomilných bylin minerálně chudých substrátů

Metodika *ex situ* zachování genofondu ohrožených jednoletých vlhkomilných bylin minerálně bohatých substrátů