

Banka semen ohrožených druhů rostlin Krkonoš

Seed bank of endangered plant species from the Krkonoše Mts

Jitka Zahradníková & Ludmila Harčariková

Správa KRNP, Dobrovského 3, 543 01 Vrchlabí, jzahradnikova@krunap.cz, lharcarikova@krunap.cz

Abstrakt Banky semen jsou velmi důležité pro budoucí uchování genetického materiálu. Základní sbírka semenné banky ohrožených rostlinných druhů Krkonoš je uložena ve Výzkumném ústavu rostlinné výroby v Ruzyni a v současné době obsahuje 130 vzorků semen 97 taxonů rostlin. Duplicitní (zálohová) sbírka existuje na Správě KRNP a obsahuje 66 vzorků semen 56 taxonů. Po speciální přípravě (luštění, čištění, sušení, gravimetrické analýze, balení) jsou semena uchovávána při nízkých teplotách (–18 až –20 °C). Životnost rostlinného materiálu je díky těmto podmínkám prodloužena až o několik desetiletí. Důležitou součástí přípravných procedur je stanovení metodiky, jak odstranit dormanci semen, aby bylo možné stanovit klíčivost před uložením a v průběhu skladování ji ověřovat. V praxi to znamená založení celé řady paralelních zkoušek klíčivosti probíhajících za odlišných podmínek (např. chladová stratifikace, střídání denních a nočních teplot, různý světelný režim, použití růstových stimulatorů). Výsledky testů klíčivosti jsou prezentovány u 24 vybraných taxonů: *Agrostis rupestris*, *Alchemilla fissa*, *Antennaria dioica*, *Arabis sudetica*, *Arnica montana*, *Bartsia alpina*, *Bupleurum longifolium* subsp. *vapincense*, *Campanula bohémica*, *Dianthus superbus* subsp. *alpestris*, *Drosera rotundifolia*, *Galium sudeticum*, *Gentiana asclepiadea*, *Geum montanum*, *Gladiolus imbricatus*, *Hypericum humifusum*, *Lilium martagon*, *Meum athamanticum*, *Minuartia corcontica*, *Pedicularis sudetica*, *P. sylvatica*, *Poa laxa*, *Primula minima*, *Pulsatilla alpina* subsp. *austriaca*, *Swertia perennis*.

Abstract Seed collections are very important for the future saving of genetic material. The basic genetic seed collection of the endangered plant species from the Krkonoše Mts (the Giant Mts) is deposited in the Research Institute of Crop Production in Prague-Ruzyně and now contains 130 seed samples from 97 plant taxa. A duplicate (reserve, backup) collection is managed in the Krkonoše National Park Administration and contains 66 seed samples of 56 plant taxa. The seeds are stored in low temperatures (–18 to –20 °C) after special treatments (extracting from fruits and cleaning, drying, gravimetric analysis, packing). The longevity of such plant material can be due to these conditions prolonged up to several decades. An important part of the preparatory procedures is to discover appropriate methods to abolish the seed dormancy to enable determination of the germination before and during storage. Thus the germination is studied by series of parallel tests in various conditions (prechilling, day/night alternating-temperature, different light regimes, growth stimulant application etc.). Results of the germination tests of 24 selected species are presented: *Agrostis rupestris*, *Alchemilla fissa*, *Antennaria dioica*, *Arabis sudetica*, *Arnica montana*, *Bartsia alpina*, *Bupleurum longifolium* subsp. *vapincense*, *Campanula bohémica*, *Dianthus superbus* subsp. *alpestris*, *Drosera rotundifolia*, *Galium sudeticum*, *Gentiana*

asclepiadea, *Geum montanum*, *Gladiolus imbricatus*, *Hypericum humifusum*, *Lilium martagon*, *Meum athamanticum*, *Minuartia corcontica*, *Pedicularis sudetica*, *P. sylvatica*, *Poa laxa*, *Primula minima*, *Pulsatilla alpina* subsp. *austriaca*, *Swertia perennis*.

Klíčová slova: druhová ochrana, uchování genofondu, dlouhodobé skladování semen, nízké teploty, testy klíčivosti

Keywords: species conservation, saving of genepool, long-term seed store, low temperatures, germination tests

ÚVOD

Význam uchování biologické rozmanitosti pro další život člověka na Zemi je nesporný. Je ho možno doložit řadou příkladů, kdy zúžení genetického základu v důsledku např. šlechtění zemědělské plodiny vedlo k epidemiím v rozšíření chorob, k neúrodám až hladomoru (SMÝKAL 2008). Význam biodiverzity z hlediska celosvětového společenství je vyjádřen Úmluvou o biologické rozmanitosti, která byla přijata v roce 1992 v Rio de Janeiru. Úmluva obsahuje tezi, že základním požadavkem ochrany biodiverzity je ochrana ekosystémů a přírodních biotopů *in situ*, tj. udržení a obnovení životaschopných populací druhů v jejich přirozeném prostředí. Opatření *ex situ* chápe jako doplňující metodu. Jedním z takových postupů je dlouhodobé uložení semen v prostředí nízkých teplot ($-18\text{ }^{\circ}\text{C}$), ve kterém zůstává zachována jejich životaschopnost po řadu desetiletí. Aktuálnost této metody potvrdil i projekt norské vlády Svalbard Global Seed Vault, nazývaný také „jeskyně soudného dne“, jehož cílem je konzervování fytogenofondu především zemědělských plodin z počátku 21. století v trvale zmrzlé půdě uvnitř pískovcové hory na Špicberkách (STANOVSKÝ 2007).

Snahu uchovat fytogenofond planých rostlin dlouhodobým skladováním semen vyjadřuje na mezinárodní úrovni Millennium Seed Bank Project, koordinovaný Královskou botanickou zahradou v Kew, jehož cílem je shromáždit a uložit semena planých druhů rostlin z celého světa. Tato sbírka vzniká z přebytků semen ukládaných bankami na národní a nižších úrovních a slouží vlastně jako duplicitní kolekce. V letech 2004–2010 mělo být uloženo deset procent z přibližně 24 200 druhů světa. Projekt zastřešuje BGCI (Botanic Gardens Conservations International), mezinárodní organizace sdružující především národní botanické zahrady (www.bgci.org).

V jednotlivých zemích je konzervace semen planých druhů řešena s různou itenzitou. V posledním desetiletí se objevily nové poznatky, především o významu nízké vlhkosti pro dlouhodobé zachování životaschopnosti skladovaných semen (GÓMEZ-CAMPO 2006, PÉREZ-GARCÍA et al. 2007).

K popisu současného ohrožení krkonošské flóry lze využít výsledků, které přineslo sestavení Černého a červeného seznamu cévnatých rostlin Krkonoš (ŠTURSA et al. 2009). Celkem je v seznamu zařazeno 395 taxonů, což představuje téměř 44 % z celkového bohatství přirozené květeny Krkonoš. Téměř 130 taxonů je zvláště chráněno dle Vyhlášky MŽP ČR č. 395/92 Sb. a 308 taxonů je zařazeno v Černém a červeném seznamu cévnatých rostlin České republiky (PROCHÁZKA 2001). Projekt Banky semen ohrožených druhů Krkonoš si klade za cíl přispět k záchraně fytogenofondu cévnatých rostlin tohoto pohoří, které svým významem daleko přesahuje regionální měřítko.

Projekt ukládání semen ohrožených druhů rostlin Krkonoš vznikl v roce 2000 (ZAHRADNÍKOVÁ 2000). Opírá se o znalosti a zkušenosti pracovišť, které se dlouhodobým uskládáváním semen v nízkých teplotách již řadu let zabývají. Ze zahraničních institucí je to především Královská botanická zahrada v Kew, z domácích pracovišť pak Genová banka VÚRV v Ruzyni a Vlastivědné muzeum v Olomouci. Na základě jejich zkušeností (DOTLAČIL et al. 1995, ELLIS et al. 1985, HAVRÁNEK 1997, TLUSTÁK & HAVRÁNEK 1996, BÁBKOVÁ-HROCHOVÁ 2004) byla sestavena metodika, která obsahuje zásady sběru, přípravy, uložení v nízkých teplotách a dokumentace vzorků semen.

METODIKA

TERÉNNÍ SBĚRY

Přímé sběry semen na stanovišti jsou z hlediska genetické čistoty nevhodnější a pokud to stav původní populace dovolí, je jim vždy dáována přednost před postupy spojenými s přepěstováním rostlin v zahradních podmínkách. I případné postupné sběry, realizované ve více letech, jsou preferovány před sběry z kultivace. Ke sběru semen z kultury je přístupováno jen v nezbytných případech z důvodu ochrany původní populace nebo pokud stav rostlin na lokalitě nedává i do budoucna naději na úspěšný odběr dostatečného množství semen. Semena jsou sbírána v plné zralosti, tj. jsou pevná, sama se uvolňují, semeníky jsou zaschlé nebo pukají. Pouze v jednom případě (*Campanula bohemica*, Luční bouda 2003) byla testována klíčivost semen z ještě zelených semeníků sebraných deset dní před sběrem semen v plné zralosti.

NEZBYTNÁ VELIKOST VZORKŮ SEMEN

Nejnižší uspokojivý počet pro dlouhodobé uskladnění je 1000 semen pro základní kolekci v $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$. Výjimečně, u vzácných druhů, kde není předpoklad jednorázového sběru semen, jsou uloženy i méně početné vzorky. Se základním vzorkem jsou ukládána i semena pro kontrolní testy klíčivosti (4×200 , nebo 4×100 , případně 4×50 semen). V aktivní části sbírky v teplotě blízké $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ je dočasně uloženo nezbytné množství semen pro vstupní kontrolní procedury, aktuální záchranná opatření apod.

VSTUPNÍ PROCEDURY

- **Příjem:** evidence vstupních dat do pasportu (jméno taxonu, datum sběru, popis lokality, sběratel, počet rostlin ze kterých bylo sbíráno).
- **Předsušení:** rozložení vzorků ve vzdušné místnosti v teplotě okolo $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ po dobu několika týdnů.
- **Čištění a luštění:** ruční (příp. pomocí jednoduchých nástrojů) oddělení semen od nečistot a zbytků semenných obalů.
- **Vysušení:** probíhá při teplotách $10\text{--}15\text{ }^{\circ}\text{C}$ po dobu cca 4 týdnů za snížené vzdušné vlhkosti, cílová vlhkost semen je 3–5 %, k sušení jsou využívány exikátory se silikagelem.
- **Gravimetrická analýza:** zvážení celého vzorku vysušených semen, zvážení jejich známého množství (hmotnost 1000 semen = HTS), příp. výpočet počtu semen ve vzorku.
- **Balení:** Vysušené vzorky jsou rozděleny pro základní a aktivní část sbírky a uloženy v igelitových sáčcích se zipem a identifikačním štítkem s kódem druhu, evidenčním číslem, číslem sběru, jménem lokality a sběratele do hermeticky uzavíratelných obalů (sklenice se šroubovacím uzávěrem). Sklenice je opatřena vložkou se silikagelem a identifikačním číslem.

ULOŽENÍ

Vzorky základní kolekce jsou ukládány v teplotách $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ v oddělení Genové banky Výzkumného ústavu rostlinné výroby v Ruzyni. Duplicitní sbírka v $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ a aktivní část kolekce je uložena na pracovišti genetické banky Správy KRNAP ve Vrchlabí, v mrazících boxech se záložním zdrojem el. energie UPS (700–6000 VA).

VSTUPNÍ TESTY KLÍČIVOSTI

Výsledek vstupního testu klíčivosti je důležitou veličinou, která vypovídá nejenom o reprodukční schopnosti druhu, ale poskytuje výchozí údaje pro kontrolní testy klíčivosti. Získat objektivní údaj o schopnosti vyklíčit naráží u semen planě rostoucích druhů obecně, a semen horských druhů zvláště, na problém překonání přirozených mechanismů způsobujících dormanci semen (dočasné zastavení viditelných projevů růstu, PROCHÁZKA et al. 1998). Pokud nejsou použitelné standardní postupy, je nutno vhodný postup (algoritmus) navrhnout. K jeho stanovení jsou přednostně používána semena rostlin z genofondové zahrady Správy KRNAP ve Vrchlabí (dále jen GFZ), které byly vypěstovány ze semen krkonošského původu. U testu klíčivosti těchto sběrů je též uvedena lokalita původu rostlin (např. GFZ – Modrý důl).

Výsledky testů klíčivosti uložených semen jsou uvedeny v pasportu. Typ testu klíčivosti, který se jeví jako optimální (tj. s opakovaně dosahovaným nejlepším výsledkem) je závazný pro kontrolní testy.

Testy klíčivosti jsou zakládány do Petriho misek na buničitou vatou a kruhovou výseč filtračního papíru zvlhčené destilovanou vodou po 50 nebo 100 semenech. Od roku 2005, je-li k dispozici dostatečné množství semen, jsou zakládána čtyři opakování a výsledná klíčivost je jejich průměrnou hodnotou. Klíčivostí rozumíme počet klíčících semen schopných dalšího vývoje. Za klíčící je považováno semeno, u něhož dojde k viditelnému klíčení, tj. k růstu radikuly embrya skrz prasklou testu semene (PROCHÁZKA et al. 1998). Základní typ klíčivosti (A) představuje umístění navlhčených semen do laboratorní teploty na denní světlo (S), nebo do tmy (T) po dobu jednoho měsíce. Pokud semena v této době nevyklíčí, jsou vystavena působení střídavých teplot v klimatizačním boxu Heraeus BK6160, kdy 5 °C ve tmě po dobu 8 hod se střídá s 18 °C na světle po dobu 16 hod s plynulými teplotními přechody. Pro klíčení semen některých druhů je však nezbytné různé dlouhé období chladové stratifikace (typ B, I, O, 4M, 5M, 6M), kdy jsou navlhčená semena umístěna v chladničce (cca 5 °C). Pokud ani potom semena neklíčí, je po měsíci laboratorní teploty zopakován režim chladové stratifikace, případně střídavých teplot. Pořadí teplotních period a jejich doba trvání u jednotlivých typů klíčivosti je znázorněna v Tabulce 1. U některých taxonů byla zkoušena klíčivost semen skladovaných deset nebo patnáct let v chladničce. Nebyla však u nich známa vstupní klíčivost, a tak výsledky vypovídají pouze omezeně o schopnosti semen zachovat životnost během skladování.

Tab. 1. Přehled typů testů klíčivosti.

Summary of the germination test types.

Typ/Type	Pořadí teplotních period/ Order of temperature periods							
	20 °C	5 °C	5 °C/18 °C	20 °C	5 °C	20 °C	5 °C/18 °C	20 °C
A	1m	-	2m	1m	4m	1m	2m	1m
B	1t	3m	2m	1m	4m	1m	2m	1m
O	1t	5m	2m	1m	5m	1m	2m	1m
I	1m	4m	-	1m	4m	1m	-	-
4M	1t	4m	-	1m	4m	1m	-	-
5M	1t	5m	-	1m	5m	1m	-	-
6M	1t	6m	-	1m	6m	1m	-	-

Vysvětlivky/Explanatory notes: A, B, O, I, 4M, 5M, 6M – typy testů klíčivosti/different types of germination tests, 20 °C:

laboratorní teplota/laboratory temperature (cca 20 °C), 5 °C/18 °C: střídavé teploty: 5 °C ve tmě po dobu 8 hod, 18 °C na světle po dobu 16 hod/alternating temperatures: 5 °C in dark for 8 h, 18 °C in light for 16 h, 5 °C: stratifikace při 5 °C/ prechill at 5 °C, m, t: měsíc, týden/m – month, t – week.

KONTROLNÍ TESTY

Klíčivost bude opětně zkoušena po deseti letech skladování. Pokud poklesne pod 75 % vstupního testu (regeneration standard) bude přistoupeno k obnově položky semenného vzorku.

DOKUMENTACE

Položky semenné banky, pokud to dovolí stav populace na původní lokalitě, jsou dokladovány v herbáři. V opačném případě jsou využity další metody, např. fotografie rostlin. Součástí dokumentace jsou i fotografie semen (Obr. 1) a letecký snímek se zákresem lokality. V evidenci je využívána taxonomická nomenklatura dle KUBÁTA (2002).

VÝSLEDKY

SEMENA ULOŽENÁ DO ROKU 2009

První vzorky semen chráněných druhů rostlin Krkonoš byly sebrány a uloženy již v roce 1995 sběrovou expedicí v rámci grantu GA ČR "Sběr, shromažďování a uchování planých druhů a krajových forem rostlin ČR", jehož řešením se zabývaly VÚRV Ruzyně, VŠÚO Holovousy, VÚP Troubsko a VST Zubří. Z celkového počtu 337 sebraných vzorků představovaly 33 z nich chráněné druhy (HOLUBEC et al. 1995). V letech 1996–97 bylo v Genové bance VÚRV uloženo dalších 13 položek druhů *Anemone narcissiflora*, *Carex atrata*, *Gentianella campestris* subsp. *baltica*, *Gentianella praecox* subsp. *bohemica*, *Gladiolus imbricatus*, *Luzula spicata*, *Pedicularis sudetica*, *Saxifraga nivalis*, *Sorbus sudetica*, *Veronica bellidioides*. Tyto vzorky však nejsou kompletní z hlediska testování a dokumentace.

Se sběry dle projektu (ZAHRADNÍKOVÁ 2000) bylo započato v roce 2002 a do současnosti bylo uloženo v základní sbírce v Genové bance Výzkumného ústavu rostlinné výroby v Ruzyni (R) 130 vzorků semen 97 taxonů a v duplicitní kolekci na pracovišti genetické banky oddělení ochrany přírody Správy Krkonošského národního parku ve Vrchlabí (D) 66 vzorků semen 56 rostlinných druhů:

Aconitum plicatum (R, D), *A. variegatum* (R, D), *Adenostyles alliariae* (R), *Agrostemma githago* (R), *Agrostis rupestris* (R), *Alchemilla fissa* (R), *Andromeda polifolia* (R,D), *Anemone narcissiflora* (R, D), *Antennaria dioica* (R), *Aquilegia vulgaris* (R, D), *Arabis sudetica* (R, D), *Arnica montana* (R, D), *Bartsia alpina* (R, D), *Blysmus compressus* (R), *Bupleurum longifolium* subsp. *vapincense* (R, D), *Campanula bohemica* (R, D), *Cardamine resedifolia* (R), *Carex aterrima* (R, D), *C. capillaris* (R, D), *C. davalliana* (R), *C. hartmanii* (R), *C. limosa* (R, D), *C. paupercula* (R, D), *C. vaginata* (R, D), *Centaurium erythraea* (R, D), *Cephalanthera damasonium* (R), *Coeloglossum viride* (R), *Corallorhiza trifida* (R), *Crocus albiflorus* (R, D), *Dactylorhiza fuchsii* subsp. *fuchsii* (R), *D. fuchsii* subsp. *sudetica* (R), *D. majalis* (R), *D. sambucina* (R, D), *Delphinium elatum* (R), *Dianthus superbus* subsp. *alpestris* (R, D), *Drosera anglica* (R), *D. rotundifolia* (R, D), *Empetrum* sp. (R, D), *Epipactis atrorubens* (R, D), *E. palustris* (R), *Eriophorum angustifolium* (R), *E. latifolium* (R), *Festuca versicolor* (R, D), *Galium sudeticum* (R, D), *Gentiana asclepiadea* (R, D), *G. cruciata* (R, D), *G. pannonica* (R, D), *Gentianella campestris* subsp. *baltica* (R), *Gentianopsis ciliata* (R), *Geum montanum* (R, D), *Gladiolus imbricatus* (R, D), *Gnaphalium supinum* (R), *Gymnadenia conopsea* (R), *Hackelia deflexa* (R), *Hedysarum hedysaroides* (R, D), *Hypericum humifusum* (D), *Hypochoeris uniflora* (R), *Juncus trifidus* (R), *Knautia arvensis* subsp. *pseudolongifolia* (R), *Lilium martagon* (R, D), *Listera cordata* (R), *Luzula spicata* (R, D), *L. sudetica* (R, D), *Menyanthes trifoliata* (R, D), *Meum athamanticum* (R, D), *Minuartia corcontica* (R), *Moneses uniflora* (R, D), *Monotropa hypophegea* (R, D), *Neottia nidus-avis* (R), *Orobanche flava* (R, D), *Oxycoccus* sp. (R), *Parnassia palustris* (R, D), *Pedicularis sudetica* (R, D), *P. sylvatica* (R, D), *Platanthera bifolia* (R), *Pleurospermum austriacum* (R), *Poa laxa* (R, D), *Primula elatior* subsp. *corcontica* (R), *P. minima* (R, D), *Pseudorchis albida* (R), *Pulsatilla alpina* subsp. *austriaca* (R, D), *P. vernalis* var. *alpestris* (R), *Pyrola minor* (R), *Rhinanthus pulcher* (R), *Rhodiola rosea* (R, D), *Rubus chamaemorus* (R, D), *Saxifraga moschata* subsp. *basaltica* (D), *S. nivalis* (R, D), *S. oppositifolia* (R, D), *Scabiosa lucida* subsp. *lucida* (R, D), *Sedum alpestre* (R, D), *Scheuchzeria palustris* (R, D), *Sorbus sudetica* (R), *Swertia perennis* (R, D), *Thalictrum aquilegifolium* (R), *Thymus alpestris* (R, D), *Trichophorum alpinum* (R, D), *Trollius altissimus* (R), *Veronica bellidioides* (R), *Viola lutea* subsp. *sudetica* (R).

NEJVÝHODNĚJŠÍ ALGORITMY GERMINAČNÍCH TESTŮ, VÝSLEDKY VSTUPNÍCH TESTŮ A HMOTNOST TISÍCE SEMEN (HTS) U VYBRANÝCH TAXONŮ

Nejvýhodnější algoritmy germinačních testů, výsledky vstupních testů a hmotnost tisíce semen (HTS) jsou uvedeny u 24 z téměř jednoho sta taxonů uložených v základní nebo duplicitní sbírce banky semen. Vybrány byly taxony s dokončenými testy klíčivosti ze dvou až sedmi sběrů.



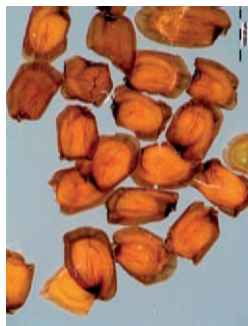
Agrostis rupestris



Alchemilla fissa



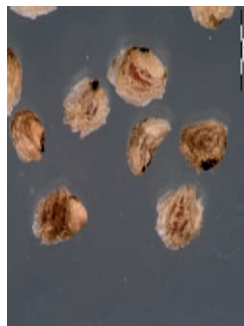
Antennaria dioica



Arabis sudetica



Arnica montana



Bartsia alpina



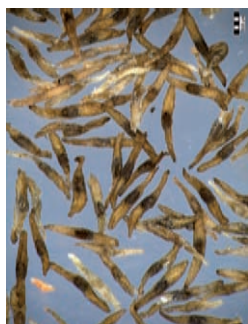
Bupleurum longifolium ssp. vapincense



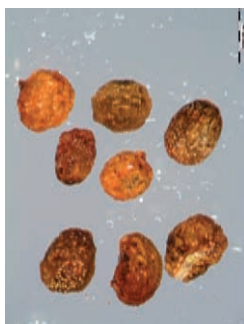
Campanula bohémica



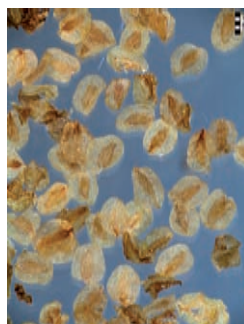
Dianthus superbus ssp. alpestris



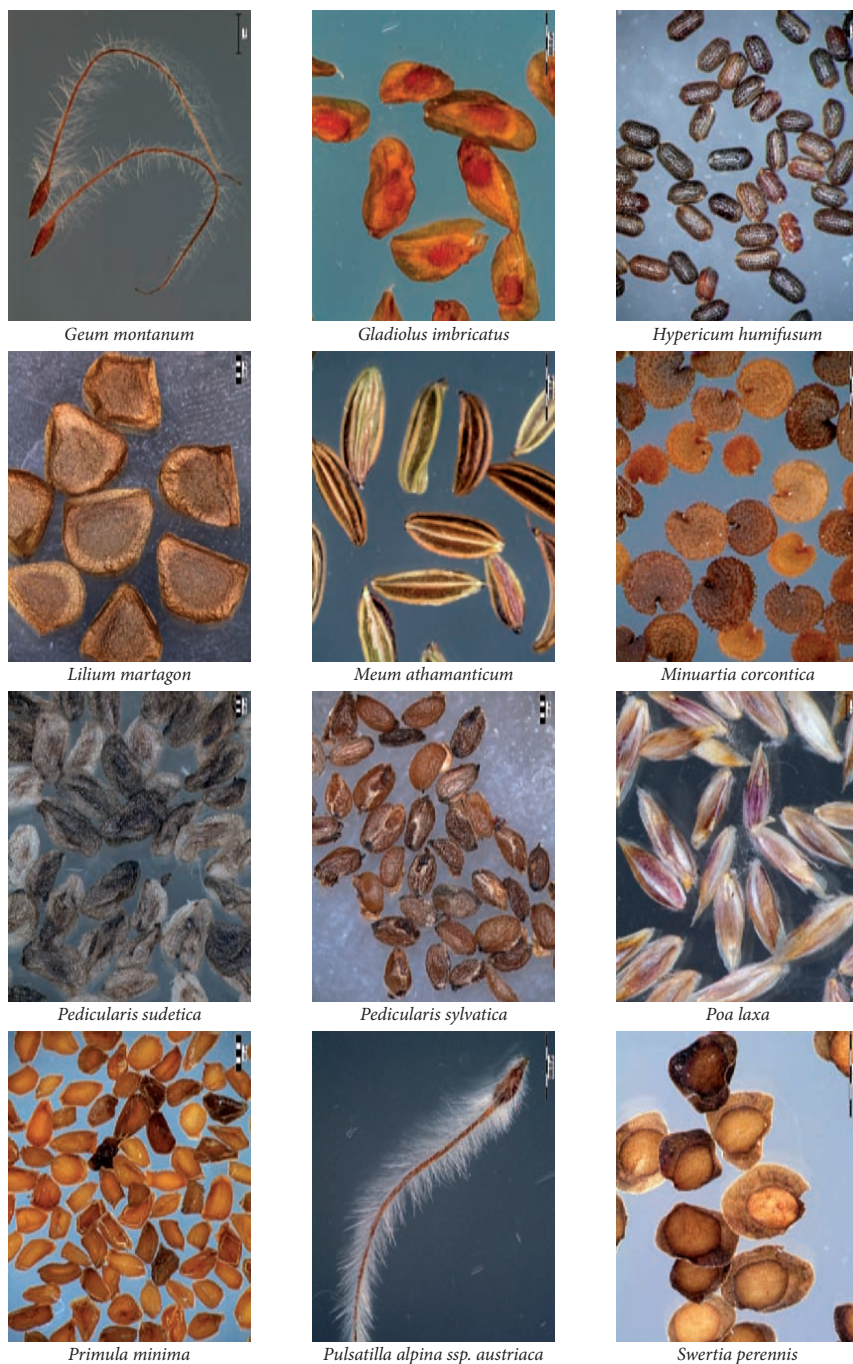
Drosera rotundifolia



Galium sudeticum



Gentiana asclepiadea



Obr. 1. Mikrofotografie semen 24 vybraných ohrožených druhů z Krkonoš.

Fig. 1 Microphotographs of seeds of 24 endangered species from the Krkonoše Mts. Photo L. Harčariková.

***Agrostis rupestris* (psineček skalní)**

Nejvhodnějším prostředím pro test klíčivosti je laboratorní teplota (cca 20 °C) a tma (typ A/T). Testy exponované na světle měly o polovinu nižší hodnoty. Semena vyklíčila během jednoho měsíce. Hodnoty vstupních testů dosáhly u dvou sběrů (Modré sedlo 2003, GFZ-Modré sedlo 2005) 86 % a 97 %. Průměrná hmotnost tisíce semen je 0,1153 g (0,1112 g až 0,1194 g).

***Alchemilla fissa* (kontryhel rozeklaný)**

Semena částečně (max. 40 %) klíčila po chladové tři až pětíměsíční stratifikaci, lépe na světle než ve tmě (typ B/S, O/S, 4M/S). Další klíčení následovalo po druhé chladové periodě. Hodnoty testů klíčivosti u čtyř sběrů (GFZ-Kotel 2003, 2006, 2007 a 2008) dosáhly 86 %, 76 %, 71 % a 87 %. Průměrná hmotnost tisíce semen je 0,5386 g (0,4949 g až 0,5975 g).

***Antennaria dioica* (kociánek dvoudomý)**

Semena dobře vyklíčila v laboratorní teplotě během jednoho měsíce na světle i ve tmě (typy A/T, A/S). Klíčivost ze dvou sběrů (GFZ-Velká Úpa 2004 a 2008) dosáhla 98 % a 83 %. Průměrná hmotnost tisíce semen byla 0,0593 g (0,0524 g až 0,0662 g).

***Arabis sudetica* (huseník sudetský)**

Semena nejlépe klíčila po 5 měsících chladové stratifikace umístěná ve střídavých teplotách na světle (typ O/S). Část semen (< 20 %) klíčila do měsíce po založení testu při splnění základních podmínek (tj. ve vlhku a v teple), více na světle než ve tmě. Hodnoty vstupních testů dosáhly pro jednotlivé sběry (Kotel 2003, GFZ-Kotel 2005, Kotel 2005, GFZ-Kotel 2006 a 2007, Kotel 2007) 46 %, 23 %, 55 %, 73 %, 96 % a 67 %. Semena (Kotel 1995, GFZ-Kotel 1997) pouze předsušená, skladovaná deset let v chladničce, již nevyklíčila vůbec. Průměrná hmotnost tisíce semen je 0,1189 g (0,0847 g až 0,1541 g).

***Arnica montana* (prha arnika)**

U tohoto druhu se jako nejvhodnější prostředí pro germinační test jevila laboratorní teplota a tma (typ A/T). Semena na světle vyklíčila jen ze 14 %, po stratifikaci pak srovnatelně na světle i ve tmě (64 %, 84 %). Semena vyklíčila během jednoho měsíce dle jednotlivých sběrů (GFZ-Modrý důl 2002, Modrý důl 2004, GFZ-Modrý důl 2005 a 2006, Labská louka 2006 a 2007) v 90 %, 91 %, 90 %, 87 %, 88 % a 88 %. Semena pouze předsušená, skladovaná deset let v chladničce (GFZ-Modrý důl 1997) klíčila z 26 %, stejně ošetřená patnáctiletá semena (GFZ-Modrý důl 1992) neklíčila vůbec. Průměrná hmotnost tisíce semen je 1,088 g (0,9397 g až 1,3635 g).

***Bartsia alpina* (lepnice alpská)**

Semena nejlépe klíčila po 3 až 5 měsících stratifikace umístěná ve střídavých teplotách a na světle (typy B/S, O/S). Částečně klíčila i během periody střídavých teplot (24 %) a po ní (28 %). Hodnoty testů dle jednotlivých sběrů (Kotel 2002, 2005, Obří důl 2006) dosáhly 66 %, 88 % a 83 %. Semena pouze předsušená, skladovaná deset (Modrý důl 1997) a patnáct let (Obří důl 1992) v chladničce, již nevyklíčila vůbec. Průměrná hmotnost tisíce semen je 0,1957 g (0,1733 g až 0,2215 g).

***Bupleurum longifolium* subsp. *vapincense* (prorostlík dlouholistý fialový)**

Semena nejlépe vyklíčila po šestíměsíční stratifikaci ve tmě (typ 6M/T), přičemž semena klíčila postupně od třetího měsíce v průběhu celé chladové periody. Hodnoty testů v jednotlivých letech (GFZ-Kotel 2003, 2004, 2005, 2006) dosáhly 68 %, 92 %, 38 % a 70 %. Průměrná hmotnost tisíce semen je 3,129 g (2,8182 g až 3,5883 g).

***Campanula bohemica* (zvoněk český)**

Nejvhodnějším režimem pro testy klíčivosti se jevila expozice semen ve střídavých teplotách a na světle po tříměsíční stratifikaci (typ B/S). Výjimečně v jednom případě vyklíčila lépe ve tmě (B/T 46 %). Částečně semena klíčila hned po založení testu v laboratorní teplotě na světle (max. 24 %, u ze-

lených semeníků 36 %). Hodnoty klíčivosti ze tří sběrů (Luční bouda 2003, Jestřábí boudy 2006, Zadní Rennerovky 2008) dosáhly 46 %, 68 % a 91 %. Semena (Zadní Rennerovky 1992) pouze předsušená, skladovaná patnáct let v chladničce, již nevyklíčila vůbec. Průměrná hmotnost tisíce zralých semen je 0,051 g (0,0459 g až 0,0596 g).

***Dianthus superbus* subsp. *alpestris* (hvozdík pyšný alpínský)**

Semena dobře vyklíčila během jednoho měsíce na světle při laboratorní teplotě (typ A/S). Klíčivost z jednotlivých sběrů (Kotel 2002, 2003, 2004 a 2008) dosáhla 84 %, 71 %, 86 % a 87 %. Semena deset let skladovaná v chladničce (Kotel 1993, 1994 a 1995) při 5 °C si uchovala vysokou klíčivost (89 %, 53 % a 98 %). Průměrná hmotnost tisíce semen byla 0,6153 g (0,5031 g až 0,6983 g).

***Drosera rotundifolia* (rosnatka okrouhlostá)**

Nejvyšších hodnot v testech klíčivosti bylo dosaženo po tříměsíční stratifikaci ve střídavých teplotách na světle (typ B/S). Nejvyšší hodnoty testů z pěti sběrů (Obří důl 2002 a 2003, Černá hora 2006, rašeliniště nad Brádrlerovými boudami 2007 a Obří důl 2008) byly 42 %, 75 %, 83 %, 69 % a 52 %. Ve tmě semena neklíčí. Semena (Obří důl 1994, rašeliniště nad Brádrlerovými boudami 1995) pouze předsušená, skladovaná deset let v chladničce, již nevyklíčila vůbec. Průměrná HTS je 0,0101 g (0,0057 g až 0,0137 g).

***Galium sudeticum* (svízel sudetský)**

Semena klíčila v laboratorní teplotě na světle i ve tmě během jednoho měsíce (typy A/T, A/S). Hodnoty klíčivosti ze tří sběrů (Obří důl 2003, GFZ-Obří důl 2005 a Kotel 2008) dosáhly 90 %, 92 % a 62 %. Semena (GFZ-Krkonoše 1994) deset let skladovaná v chladničce při 5 °C nevyklíčila vůbec. Průměrná HTS je 0,534 g (0,4196 g až 0,5592 g).

***Gentiana asclepiadea* (hořec tolitovitý)**

Nejvýhodnějším algoritmem pro germinační test byla tříměsíční stratifikace a expozice semen na dva měsíce ve střídavých teplotách (B/S). Hodnoty klíčivosti ze tří sběrů (GFZ-Krkonoše 2005, Studniční hora 2008, Kotel 2008) dosáhly 81 %, 48 % a 30 %. Průměrná HTS je 0,0762 g (0,0661 g až 0,0934 g).

***Geum montanum* (kuklík horský)**

Semena částečně klíčila již během prvního měsíce v laboratorní teplotě (typy A/T, A/S), postupně pak na světle i ve tmě ve střídavých teplotách i po chladové stratifikaci (typy B/T, B/S). Hodnoty klíčivosti ze dvou sběrů (nad Výrovkou 2006 a u Luční boudy 2006) dosáhly 78 % a 82 %. Průměrná HTS je 1,3685 g (1,2982 g až 1,4387 g).

***Gladiolus imbricatus* (mečík střečovitý)**

Nejvyšších hodnot testů klíčivosti bylo dosaženo po tříměsíční stratifikaci, ve střídavých teplotách na světle (typ B/S). Většinou jen o něco méně klíčila semena ve tmě (B/T). Nejvyšší hodnoty testů ze tří sběrů (GFZ-Velká Úpa 2002, 2004, 2005) byly 74 %, 92 % a 89 %. Semena (GFZ-Velká Úpa 1997) deset let skladovaná v chladničce při 5 °C si uchovala poměrně vysokou klíčivost (58 %). Průměrná HTS je 2,6833 g (2,5643 g až 2,8269 g).

***Hypericum humifusum* (třezalka rozprostřená)**

Semena dobře vyklíčila v laboratorní teplotě během jednoho měsíce, lépe na světle než ve tmě (typy A/T, A/S). Klíčivost ze dvou sběrů (GFZ-u Jizery 2005 a 2006) dosáhla v obou případech 89 %. Semena (u Jizery 1995) deset let skladovaná v chladničce při 5 °C si uchovala vysokou klíčivost (76 %). Průměrná hmotnost tisíce semen byla 0,0336 g (0,0296 g až 0,0375 g).

***Lilium martagon* (lilie zlatohlavá)**

Semena klíčila během jednoho měsíce v laboratorní teplotě na světle i ve tmě (typy A/T, A/S). Hodnoty klíčivosti ze čtyř sběrů (GFZ-Kotel 2002, Černý Důl 2003, Obří důl 2007, Kotel 2008) dosáhly 91 %, 82 %, 84 % a 92 %. Průměrná HTS je 4,0598 g (2,9596 g až 5,2244 g).

***Meum athamanticum* (koprník štětínolistý)**

Semena klíčila po tříměsíční nebo v průběhu 4–6 měsíční chladové stratifikace (typy B/T, B/S, O/T, O/S, 4M/S, 4M/T, 5M/T, 5M/S, 6M/T, 6M/S). Světelné podmínky neměly na klíčení výrazný vliv. Hodnoty testů ze tří sběrů (Krkonoše 2003, 2004 a 2005) dosáhly 30 %, 88 % a 94 %. Semena (GFZ-Krkonoše 1997) deset let skladovaná v chladničce při 5 °C klíčila pouze ze 4 %. Průměrná HTS je 8,6081 g (6,2112 g až 10,0884 g).

***Minuartia corcontica* (kuřička krkonošská)**

Semena klíčila v laboratorní teplotě, více ve tmě než na světle (typ A/T), z velké části již během prvního týdne. Hodnoty klíčivosti ze tří sběrů (Obří důl 2002 a GFZ-Obří důl 2005 a 2008) dosáhly 96 %, 87 % a 62 %. Průměrná hmotnost tisíce semen byla 0,0911 g (0,0848 g až 0,0943 g).

***Pedicularis sudetica* (všivec krkonošský)**

Semena klíčila nejlépe po chladové stratifikaci na světle i ve tmě (typy B/T, B/S). Hodnoty klíčivosti ze dvou sběrů (u Luční boudy 2003 a 2004) dosáhly v obou případech 86 %. Od Luční boudy v roce 2004, po dlouhých deštích před sběrem, byla v semenících ojediněle přítomna i naklíčená semena. Semena (u Luční boudy 1992) patnáct let skladovaná v chladničce při 5 °C nevyklíčila vůbec. Průměrná HTS byla 0,8825 g (0,9697 g až 0,7953 g).

***Pedicularis sylvatica* (všivec lesní)**

Semena klíčila po chladové stratifikaci (B/T, B/S), nebo v případě 5-ti měsíční chladové periody (O/T, O/S) částečně již v jejich posledních dvou měsících, bez výrazného vlivu světelných podmínek. Klíčení dalších semen nastalo až po druhé chladové periodě, ale i během ní. Hodnoty klíčivosti ze čtyř sběrů (Hoffmanovy boudy 2003, Slunečná stráž 2006 a 2007, Benecko 2007) dosáhly 47 %, 70 %, 53 % a 57 %. Průměrná HTS zjišťovaná ze čtyř sběrů byla 0,8601 g (0,6984 g až 1,0409 g).

***Poa laxa* (lipnice plhá)**

Semena nejlépe vyklíčila po tříměsíční stratifikaci v režimu střídavých teplot na světle (typ B/S). Testy klíčivosti z jednotlivých sběrů (Sněžka 2003, GFZ-Sněžka 2006, Sněžka 2006 a Harrachovy kameny 2007) dosáhly 60 %, 41 %, 43 % a 29 %. Průměrná HTS zjišťovaná ze čtyř sběrů byla 0,2493 g (0,1811 g až 0,3297 g).

***Primula minima* (prvosenka nejmenší)**

Semena z části vyklíčila během jednoho měsíce v laboratorní teplotě více na světle (max. 68 %) než ve tmě (max. 22 %). Klíčení dalších semen bylo stimulováno chladovou periodou, částečně i režimem střídavých teplot. Jako optimální algoritmus se jevil typ I/S, tj. po měsíční expozici semen na světle ve 20 °C následují čtyři měsíce chladu a poté opět laboratorní teplota. Hodnoty testů klíčivosti ze sběrů (Obří důl 2002, GFZ-Kotel 2003, Kotel 2004 a 2007, Obří důl 2007, Studniční hora 2008, u Luční boudy 2008) dosáhly 82 %, 98 %, 100 %, 57 %, 85 %, 76 % a 79 %. Průměrná HTS zjišťovaná ze všech sedmi sběrů byla 0,1805 g (0,1518 g až 0,2029 g).

***Pulsatilla alpina* subsp. *austriaca* (koniklec alpský bílý)**

Semena klíčila až po chladové stratifikaci, stejně na světle jako ve tmě (typy B/T, B/S). Z jednoho sběru (Kotel 2003) vyklíčila převážná část semen až po druhé chladové periodě. Hodnoty testů klíčivosti z jednotlivých sběrů (Kotel 2002, 2003 a Harrachova louka 2006) dosáhly 64 %, 88 % a 34 %. Průměrná HTS byla 3,4248 g (3,0451 g až 3,7353 g).

***Swertia perennis* (kropenáč vytrvalý)**

Nejvhodnějším algoritmem pro germinační test byla tři až čtyřměsíční stratifikace (typy B/T, B/S, I/T, I/S). Světelné podmínky nemají na klíčení výrazný vliv. Hodnoty testů klíčivosti ze čtyř sběrů (GFZ-Labská louka 2005, Kotel 2008, Labský důl 2008 a Obří důl 2008) dosáhly 87 %, 39 %, 50 % a 58 %. Průměrná HTS je 0,3044 g (0,2716 g až 0,3619 g).

Tab. 2. Testy klíčivosti.
Germination tests.

Jméno druhu/Species Lokalita a rok sběru (hmotnost 1000 semen)/Locality and year of collec- tion (weight of 1000 seeds)	Typ/ Types	Klíčivost/Germination (%)								Celkem/ Total
		20°C	5°C	5 °C/ 18°C	20°C	5°C	20°C	5°C/18°C	20°C	
<i>Agrostis rupestris</i>										
Modré sedlo, 2003 (0,1112 g)	A/T	86	-	-	-	-	-	-	-	86
	A/S	46	-	-	-	-	-	-	-	46
	B/T	82	-	-	-	-	-	-	-	82
	B/S	46	-	-	-	-	-	-	-	46
GFZ-Modré sedlo, 2005 (0,1194 g)	A/T*	97	-	-	-	-	-	-	-	97
<i>Alchemilla fissa</i>										
GFZ-Kotel, 2003 (0,5507 g)	A/T	0	-	0	0	0	5	0	0	5
	A/S	0	-	0	0	0	0	2	2	4
	B/T	0	0	7	0	5	1	0	0	13
	B/S	0	0	40	0	46	-	-	-	86
GFZ-Kotel, 2006 (0,4949 g)	B/S*	0	0	19	0	0	56	-	-	75
	O/S*	0	0	12	1	0	63	0	0	76
GFZ-Kotel, 2007 (0,5114 g)	B/S*	0	0	12	0	0	46	0	0	58
	4M/S*	2	0	-	34	0	35	-	-	71
GFZ-Kotel, 2008 (0,5975 g)	4M/S*	0	0	-	35	0	52	-	-	87
<i>Antennaria dioica</i>										
GFZ-Velká Úpa, 2004 (0,0524 g)	A/T	92	-	-	-	-	-	-	-	92
	A/S	88	-	-	-	-	-	-	-	88
	B/T	54	0	32	-	-	-	-	-	86
	B/S	98	-	-	-	-	-	-	-	98
GFZ-Velká Úpa, 2008 (0,0662 g)	A/T*	65	-	-	-	-	-	-	-	65
	A/S*	83	-	-	-	-	-	-	-	83
<i>Arabis sudetica</i>										
Kotel, 2003 (0,0883 g)	A/T	10	-	8	2	0	0	0	0	20
	A/S	20	-	22	0	0	4	0	0	46
	B/T	0	0	6	0	4	0	0	0	10
	B/S	0	6	20	0	4	14	0	0	44
GFZ-Kotel, 2005	A/S*	0	-	0	0	0	1	0	0	1
	B/S*	0	0	17	1	0	3	2	0	23
	I/S*	0	0	-	10	-	-	-	-	10
Kotel, 2005 (0,117 g)	A/S*	10	-	7	0	0	1	3	2	23
	B/S*	0	0	9	1	0	39	6	0	55
	I/S*	5	0	-	24	0	26	-	-	55

Jméno druhu/Species	Typ/ Types	Klíčivost/Germination (%)								Celkem/ Total	
		20°C	5°C	5 °C/ 18°C	20°C	5°C	20°C	5°C/18°C	20°C		
Lokalita a rok sběru (hmotnost 1000 semen)/Locality and year of collection (weight of 1000 seeds)											
	GFZ-Kotel, 2006 (0,1504 g)	A/S*	0	-	1	1	0	6	0	0	8
		B/S*	0	0	56	0	0	5	0	0	61
		I/S*	0	0	-	2	0	25	-	-	27
	O/S*	0	0	73	0	-	-	-	-	73	
GFZ-Kotel, 2007 (0,1541 g)	O/S*	3	5	88	-	-	-	-	-	96	
	4M/S*	4	7	-	23	7	25	-	-	66	
	5M/S*	4	7	-	52	-	-	-	-	63	
	6M/S*	4	8	-	60	-	-	-	-	72	
Kotel, 2007 (0,0847 g)	O/S*	0	6	60	1	-	-	-	-	67	
desetiletá semena											
Kotel, 1995	B/S	0	0	0	0	-	-	-	-	0	
	I/S	0	0	-	0	0	0	-	-	0	
GFZ-Kotel, 1997	O/S	0	0	0	0	-	-	-	-	0	
<i>Arnica montana</i>											
GFZ-Modrý důl, 2002	A/T	90	-	-	-	-	-	-	-	90	
	A/S	14	-	-	-	-	-	-	-	14	
	B/T	0	14	70	-	-	-	-	-	84	
	B/S	0	4	60	-	-	-	-	-	64	
Modrý důl, 2004 (1,3635 g)	A/T	91	-	-	-	-	-	-	-	91	
GFZ-Modrý důl, 2005 (1,0996 g)	A/T*	90	-	-	-	-	-	-	-	90	
GFZ-Modrý důl, 2006 (1,0161 g)	A/T*	88	-	-	-	-	-	-	-	88	
Labská louka, 2006 (1,0210 g)	A/T*	87	-	-	-	-	-	-	-	87	
Labská louka, 2007 (0,9397 g)	A/T*	88	-	-	-	-	-	-	-	88	
desetiletá semena											
GFZ-Modrý důl, 1997	A/T	26	-	0	0	-	-	-	-	26	
patnáctiletá semena											
GFZ-Modrý důl, 1992	A/T	0	-	0	0	-	-	-	-	0	
<i>Bartsia alpina</i>											
Kotel, 2002 (0,1733 g)	A/T	1	-	7	20	7	5	0	0	40	
	A/S	8	-	24	28	6	-	-	-	66	
	B/T	0	0	45	9	-	-	-	-	54	
	B/S	0	0	32	12	0	5	-	-	49	
Kotel, 2005 (0,2215 g)	A/T*	0	-	0	0	0	1	0	0	1	
	A/S*	0	-	1	9	0	78	-	-	88	
	B/T*	0	0	17	0	-	-	-	-	17	
	B/S*	0	0	85	-	-	-	-	-	85	
	O/T*	0	0	15	0	-	-	-	-	15	
	O/S*	0	1	86	-	-	-	-	-	87	

Jméno druhu/Species Lokalita a rok sběru (hmotnost 1000 semen)/Locality and year of colle- ction (weight of 1000 seeds)	Typ/ Types	Klíčivost/Germination (%)								
		20°C	5°C	5 °C/ 18°C	20°C	5°C	20°C	5°C/18°C	20°C	Celkem/ Total
Obří důl, 2006 (0,1924 g) desetiletá semena	B/S*	0	1	82	-	-	-	-	-	83
Modrý důl, 1994 patnáctiletá semena	A/S	0	-	0	0	-	-	-	-	0
Obří důl, 1992	O/S	0	0	0	0	-	-	-	-	0
<i>Bupleurum longifolium</i> subsp. <i>vapincense</i>										
GFZ-Kotel, 2003 (3,1512 g)	A/T	0	-	0	0	10	58	0	0	68
	A/S	0	-	0	0	6	32	4	0	42
	B/T	0	0	24	0	36	4	0	0	64
	B/S	0	0	4	0	40	12	0	0	56
GFZ-Kotel, 2004 (3,5883 g)	B/T	0	18	40	0	-	-	-	-	58
	B/S	0	20	44	0	-	-	-	-	64
	4M/T	0	48	-	28	-	-	0	0	76
	4M/S	0	54	-	18	-	-	0	0	72
	5M/T	0	58	-	12	-	-	0	0	70
	5M/S	0	58	-	16	-	-	0	0	74
	6M/T	0	92	-	0	-	-	0	0	92
	6M/S	0	70	-	6	-	-	0	0	76
GFZ-Kotel, 2005 (2,9583 g)	5M/T*	0	26	-	12	-	-	-	-	38
GFZ-Kotel, 2006 (2,8182 g)	5M/T*	0	48	-	22	-	-	-	-	70
<i>Campanula bohemica</i>										
Luční bouda, 2003 (0,0459 g)	A/T	0	-	0	-	-	-	-	-	0
	A/S	18	-	2	0	0	0	2	0	22
	B/T	0	0	0	0	46	0	0	0	46
	B/S	0	0	2	0	0	0	0	0	2
Luční bouda, 2003, zelené semení- ky (0,0430 g)	A/T	2	-	2	0	-	-	-	-	4
	A/S	36	-	4	0	-	-	-	-	40
	B/T	0	0	14	0	0	0	0	0	14
	B/S	0	0	20	2	0	4	0	0	26
Jestřábí boudy, 2006 (0,0475 g)	A/T*	0	-	0	0	-	-	-	-	0
	A/S*	14	-	5	1	-	-	-	-	20
	B/T*	0	0	1	0	-	-	-	-	1
	B/S*	0	1	67	0	-	-	-	-	68
	I/T*	0	0	-	0	-	-	-	-	0
	I/S*	24	1	-	11	-	-	-	-	36
Zadní Rennerovky, 2008 (0,0596 g)	B/S*	0	7	14	2	0	68	-	-	91

Jméno druhu/Species	Typ/ Types	Klíčivost/Germination (%)								
		20°C	5°C	5 °C/ 18°C	20°C	5°C	20°C	5°C/18°C	20°C	Celkem/ Total
patnáctiletá semena										
Zadní Rennerovky, 1992	B/S	0	0	0	0	-	-	-	-	0
<i>Dianthus superbis</i> subsp. <i>alpestris</i>										
Kotel, 2002 (0,6504 g)	A/S	84	-	-	-	-	-	-	-	84
Kotel, 2003 (0,6096 g)	A/S	71	-	-	-	-	-	-	-	71
Kotel, 2004 (0,6983 g)	A/S	86	-	-	-	-	-	-	-	86
Kotel, 2008 (0,5031 g)	A/S*	87	-	-	-	-	-	-	-	87
Desetiletá semena										
Kotel, 1993	A/S	89	-	-	-	-	-	-	-	89
Kotel, 1994	A/S	53	-	0	0	-	-	-	-	53
Kotel, 1995	A/S	98	-	-	-	-	-	-	-	98
<i>Drosera rotundifolia</i>										
Obří důl, 2002 (0,0137 g)	A/T	0	-	0	0	0	0	0	0	0
	A/S	0	-	0	0	0	9	0	0	9
	B/T	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	B/S	0	0	35	7	0	0	0	0	42
Obří důl, 2003 (0,012 g)	B/S	0	0	75	0	-	-	-	-	75
Černá hora, 2006 (0,0091 g)	B/S*	0	0	82	1	-	-	-	-	83
Rašeliniště nad Brádrler. b., 2007 (0,0057 g)	B/S*	0	0	69	0	-	-	-	-	69
Obří důl, 2008	B/S*	0	0	52	0	-	-	-	-	52
desetiletá semena										
Obří důl, 1994	B/S	0	0	0	0	-	-	-	-	0
Rašeliniště nad Brádrler. b., 1995	B/S	0	0	0	0	-	-	-	-	0
<i>Galium sudeticum</i>										
Obří důl, 2003 (0,5087 g)	A/T	82	-	-	-	-	-	-	-	82
	A/S	82	-	-	-	-	-	-	-	82
	B/T	54	8	28	-	-	-	-	-	90
	B/S	32	14	28	-	-	-	-	-	74
GFZ-Obří důl, 2005 (0,5592 g)	A/S*	92	-	-	-	-	-	-	-	92
Kotel, 2008 (0,4196 g)	A/S*	57	-	5	0	-	-	-	-	62
Desetiletá semena										
GFZ-Krkonoše, 1994	A/S	0	-	0	0	-	-	-	-	0
<i>Gentiana asclepiadea</i>										
GFZ-Krkonoše, 2005 (0,0934 g)	A/T*	0	-	0	0	-	-	-	-	0
	A/S*	7	-	3	1	-	-	-	-	11
	B/T*	0	0	20	0	-	-	-	-	20
	B/S*	0	0	81	-	-	-	-	-	81

Jméno druhu/Species	Typ/ Types	Klíčivost/Germination (%)								
		20°C	5°C	5 °C/ 18°C	20°C	5°C	20°C	5°C/18°C	20°C	Celkem/ Total
Lokalita a rok sběru (hmotnost 1000 semen)/Locality and year of collection (weight of 1000 seeds)										
Studniční hora, 2008 (0,069 g)	B/S*	0	1	47	0	-	-	-	-	48
	I/S*	10	1	-	26	-	-	-	-	37
Kotel, 2008 (0,0661 g)	B/S*	0	6	24	0	-	-	-	-	30
	I/S*	9	0	-	16	-	-	-	-	25
<i>Geum montanum</i>										
nad Výrovkou, 2006 (1,2982 g)	A/T*	2	-	13	13	-	-	-	-	28
	A/S*	9	-	45	24	-	-	-	-	78
	B/T*	0	0	17	9	-	-	-	-	23
	B/S*	0	0	27	11	-	-	-	-	38
u Luční boudy, 2006 (1,4387 g)	A/T*	12	-	31	15	-	-	-	-	58
	A/S*	23	-	22	16	-	-	-	-	61
	B/T*	1	2	56	10	-	-	-	-	69
	B/S*	0	2	80	-	-	-	-	-	82
<i>Gladiolus imbricatus</i>										
GFZ-Velká Úpa, 2002 (2,8269 g)	A/T	0	-	2	0	0	64	-	-	66
	A/S	4	-	2	2	0	62	-	-	70
	B/T	0	0	72	2	-	-	-	-	74
	B/S	0	0	52	0	-	-	-	-	52
GFZ-Velká Úpa, 2004 (2,6617 g)	B/T	0	0	66	0	-	-	-	-	66
	B/S	0	0	92	-	-	-	-	-	92
GFZ-Velká Úpa, 2005 (2,5643 g)	B/T*	0	0	67	0	-	-	-	-	67
	B/S*	0	0	89	-	-	-	-	-	89
desetiletá semena										
GFZ-Velká Úpa, 1997	B/S	0	0	58	0	-	-	-	-	58
<i>Hypericum humifusum</i>										
u Jizery, 2005 (0,0375 g)	A/T*	58	-	3	0	0	0	6	0	67
	A/S*	89	-	-	-	-	-	-	-	89
	B/T*	0	2	81	-	-	-	-	-	83
	B/S*	0	2	93	-	-	-	-	-	95
GFZ-u Jizery, 2006 (0,0296 g)	A/S*	89	-	-	-	-	-	-	-	89
desetiletá semena										
u Jizery, 1995	A/S	74	-	2	0	-	-	-	-	76
<i>Lilium martagon</i>										
GFZ-Kotel, 2002 (3,537 g)	A/T*	90	-	-	-	-	-	-	-	90
	A/S*	91	-	-	-	-	-	-	-	91
Černý Důl, 2003 (2,9596 g)	A/S	82	-	-	-	-	-	-	-	82
Obří důl, 2007 (5,2244 g)	I/S*	84	-	-	-	-	-	-	-	84
Kotel, 2008 (4,5211 g)	I/S*	60	32	-	-	-	-	-	-	92

<i>Jméno druhu/Species</i>		<i>Klíčivost/Germination (%)</i>								
<i>Lokalita a rok sběru (hmotnost 1000 semen)/Locality and year of collection (weight of 1000 seeds)</i>	<i>Typ/Types</i>	20°C	5°C	5 °C/ 18°C	20°C	5°C	20°C	5°C/18°C	20°C	<i>Celkem/Total</i>
<i>Meum athamanticum</i>										
GFZ-Krkonoše, 2003 (10,0887 g)	A/T	0	-	0	0	2	0	0	0	2
	A/S	0	-	0	0	0	0	0	0	0
	B/T	0	0	22	0	0	4	4	0	30
	B/S	0	0	10	0	0	0	2	0	12
GFZ-Krkonoše, 2004 (9,5246 g)	B/T	0	0	14	0	-	-	-	-	14
	B/S	0	4	62	0	-	-	-	-	66
	O/T	0	68	14	0	-	-	-	-	82
	O/S	0	74	6	0	-	-	-	-	80
	4M/T	0	26	-	22	-	-	2	2	52
	4M/S	0	72	-	10	-	-	0	0	82
	5M/T	0	74	-	6	-	-	2	0	82
	5M/S	0	76	-	6	-	-	0	0	82
	6M/T	0	42	-	8	-	-	0	0	50
	6M/S	0	88	-	0	-	-	0	0	88
GFZ-Krkonoše, 2005 (6,2112 g)	4M/S*	0	92	-	2	-	-	-	-	94
desetiletá semena										
GFZ-Krkonoše, 1997	4M/S	0	0	-	4	-	-	-	-	4
<i>Minuartia corcontica</i>										
Obří důl, 2002 (0,0942 g)	A/T	66	-	18	-	-	-	-	-	84
	A/S	24	-	50	0	0	2	0	0	76
	B/T	74	0	22	-	-	-	-	-	96
	B/S	62	0	28	-	-	-	-	-	90
GFZ-Obří důl, 2005 (0,0943 g)	I/T*	86	1	-	0	-	-	-	-	87
	I/S*	68	3	-	5	-	-	-	-	76
GFZ-Obří důl, 2008 (0,0848 g)	I/T*	62	0	-	0	-	-	-	-	62
<i>Pedicularis sudetica</i>										
u Luční boudy, 2003 (0,9697 g)	A/T	2	-	0	0	64	16	4	-	86
	A/S	2	-	4	0	26	22	6	0	60
	B/T	0	0	66	0	8	4	-	-	78
	B/S	0	0	66	2	2	0	2	0	72
u Luční boudy, 2004 (0,7953 g)	B/T	0	2	60	0	0	8	-	-	70
	B/S	16	0	70	-	-	-	-	-	86
patnáctiletá semena										
u Luční boudy, 1992	B/T	0	0	0	0	-	-	-	-	0
	B/S	0	0	0	0	-	-	-	-	0
	I/T	0	0	-	0	-	-	-	-	0
	I/S	0	0	-	0	-	-	-	-	0

Jméno druhu/Species	Typ/ Types	Klíčivost/Germination (%)								
		20°C	5°C	5 °C/ 18°C	20°C	5°C	20°C	5°C/18°C	20°C	Celkem/ Total
<i>Pedicularis sylvatica</i>										
Hoffmanovy boudy, 2003 (0,6984 g)	A/T	0	-	0	0	0	0	0	0	0
	A/S	0	-	1	0	0	3	0	0	4
	B/T	0	0	21	0	1	17	3	0	42
	B/S	0	0	34	0	0	11	2	0	47
Slunečná stráň, 2006 (1,0409 g)	B/T*	0	0	30	0	5	35	-	-	70
	B/S*	0	0	25	0	7	20	1	0	53
Benecko, 2007 (0,9440 g)	B/T*	0	0	26	0	2	10	0	0	38
	B/S*	0	0	22	0	1	14	0	0	37
	O/T*	0	26	27	0	-	-	-	-	53
	O/S*	0	33	15	0	-	-	-	-	48
Slunečná stráň, 2007 (0,7570 g)	B/T*	0	0	26	0	16	6	0	0	48
	B/S*	0	0	0	0	11	24	0	0	35
	O/T*	0	31	6	0	8	12	-	-	57
	O/S*	0	10	8	0	16	1	-	-	37
<i>Poa laxa</i>										
Sněžka, 2003 (0,2608 g)	A/T	1	-	0	0	0	0	0	0	1
	A/S	2	-	2	1	0	0	2	0	7
	B/T	0	0	4	0	0	0	0	0	4
	B/S	0	0	60	0	0	0	0	0	60
GFZ-Sněžka, 2006 (0,1811 g)	B/S*	0	1	39	1	-	-	-	-	41
Sněžka, 2006 (0,3297 g)	B/S*	0	1	42	0	-	-	-	-	43
Harrachovy kameny, 2007 (0,2254 g)	B/S*	0	1	28	0	0	0	0	0	29
<i>Primula minima</i>										
Obří důl, 2002 (0,1674 g)	A/T	0	-	0	0	0	10	0	0	10
	A/S	24	-	8	36	0	14	-	-	82
	B/T	22	0	2	-	-	-	-	-	24
	B/S	16	0	30	-	-	-	-	-	46
GFZ-Kotel, 2003 (0,1958 g)	I/S	68	0	-	30	-	-	-	-	98
Kotel, 2004 (0,1518 g)	I/S	48	0	-	52	-	-	-	-	100
Kotel, 2007 (0,1718 g)	I/S*	41	0	-	4	0	12	-	-	57
Obří důl, 2007 (0,1849 g)	I/S*	41	0	-	44	-	-	-	-	85
Studniční hora, 2008 (0,2029 g)	I/S*	76	-	-	-	-	-	-	-	76
u Luční boudy, 2008 (0,1890 g)	I/S*	22	1	-	56	-	-	-	-	79
<i>Pulsatilla alpina subsp. austriaca</i>										
Kotel, 2002 (3,0451 g)	A/T	0	-	0	3	3	28	0	0	34
	A/S	0	-	0	3	0	0	0	-	3

<i>Jméno druhu/Species</i>		<i>Klíčivost/Germination (%)</i>								
<i>Lokalita a rok sběru (hmotnost 1000 semen)/Locality and year of collection (weight of 1000 seeds)</i>	<i>Typ/Types</i>	20°C	5°C	5 °C/ 18°C	20°C	5°C	20°C	5°C/18°C	20°C	<i>Celkem/Total</i>
Kotel, 2003 (3,4939 g)	B/T	0	0	61	0	0	0	0	-	61
	B/S	0	0	64	-	-	-	-	-	64
	B/T	0	0	16	6	0	62	-	-	84
	B/S	0	0	10	44	2	32	-	-	88
Harrachova louka, 2006 (3,7353 g)	B/S*	0	0	33	1	-	-	-	-	34
<i>Swertia perennis</i>										
GFZ-Labská louka, 2005	A/T*	4	-	0	0	0	83	-	-	87
	A/S*	2	-	0	0	0	48	0	0	50
	B/T*	0	0	15	0	0	65	-	-	80
	B/S*	0	0	79	0	-	-	-	-	79
Kotel, 2008 (0,2798 g)	B/S*	0	0	38	1	-	-	-	-	39
	I/S*	1	0	-	35	-	-	-	-	36
Labský důl, 2008 (0,3619 g)	B/S*	0	0	50	0	-	-	-	-	50
	I/S*	2	0	-	42	-	-	-	-	44
Obří důl, 2008 (0,2716 g)	B/S*	0	1	47	0	-	-	-	-	48
	I/S*	7	-	-	51	-	-	-	-	58

Poznámky a vysvětlivky/Explanatory notes: S, T: světlo, tma/S – light, T – dark, 20 °C: laboratorní teplota/laboratory temperature (cca 20 °C), 5 °C/18 °C: střídavé teploty: 5 °C ve tmě po dobu 8 hod, 18 °C na světle po dobu 16 hod/ alternating temperatures: 5 °C in dark for 8 h, 18 °C in light for 16 h, 5 °C: stratifikace v chladničce při 5 °C/prechill at 5 °C, m, t: měsíc, týden/m – month, t – week, *: průměrná hodnota ze čtyř testů/* average of 4 tests, **GFZ-lokalita:** genofondová zahrada – původní lokalita/genofond garden – original locality.

ZHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ

Banka semen ohrožených druhů rostlin Krkonoš obsahuje ke konci roku 2009 vzorky semen téměř jednoho sta taxonů cévnatých rostlin. 130 vzorků semen 97 taxonů je uloženo v základní sbírce Genové banky VÚRV v Ruzyni a 66 vzorků semen 56 rostlinných druhů je deponováno v duplicitní kolekci na Správě KRNAP ve Vrchlabí. Doprovodná evidence obsahuje vedle základních vstupních informací (jméno druhu, datum sběru, popis lokality, jméno sběratele, počet rostlin ze kterých bylo sbíráno atd.) i údaje o klíčivosti a hmotnosti (HTS) ukládaných semen. Tyto charakteristiky jsou prezentovány u vybraných 24 taxonů.

Na základě výsledků testů klíčivosti lze vybrané druhy rozdělit do tří skupin:

1. Druhy, u nichž většina semen vyklíčí do jednoho měsíce v laboratorní teplotě ve tmě, nebo ve tmě i na světle: *Agrostis rupestris*, *Antennaria dioica*, *Arnica montana*, *Dianthus superbus* subsp. *alpestris*, *Galium sudeticum*, *Hypericum humifusum*, *Lilium martagon*, *Minuartia corcontica*. Po vysušení nebyla u semen těchto taxonů zaznamenána významná dormance. Pravděpodobně tvoří pouze přechodnou banku semen (THOMPSON et al. 1997) a většina živých semen přetrvává v půdě jen po dobu vnějších podmínek nepříznivých pro klíčení.
2. Druhy, u nichž většina semen vyklíčí až po období periody chladu. V rámci této skupiny lze rozlišit dvě podskupiny. První podskupinu s druhy, jejichž semena nepotřebují ke klíčení světlo: *Bupleurum longifolium* subsp. *vapincense*, *Gladiolus imbricatus*, *Meum athamanticum*, *Pedicularis sudetica*, *Pedicularis sylvatica*, *Pulsatilla alpina* subsp. *austriaca*, *Swertia perennis*. Tyto druhy pravděpodobně tvoří převážně přechodnou semennou banku, kdy jsou semena v půdě živá maximálně jeden rok. Druhá podskupina představuje taxony, u nichž se jeví ke klíčení výhodnější přítomnost světla: *Alchemilla fissa*, *Arnica sudetica*, *Bartsia alpina*, *Campanula bohemica*, *Drosera rotundifolia*, *Gentiana asclepiadea*, *Poa laxa*. U semen těchto druhů je předpoklad, že tvoří půdní semennou banku, kdy semena v půdě mohou být živá déle než jeden rok.
3. Druhy, které bez výrazných reakcí postupně klíčí od prvního měsíce při laboratorní teplotě, během periody střídavých teplot i chladové stratifikace: *Geum montanum*, *Primula minima*. Je pravděpodobné, že dormance existuje jen u části semen, a ty se mohou podílet na půdní bance.

U jedenácti taxonů byla testována klíčivost semen skladovaných deset, nebo patnáct let v 5 °C: *Arnica sudetica*, *Arnica montana*, *Bartsia alpina*, *Campanula bohemica*, *Dianthus superbus* subsp. *alpestris*, *Drosera rotundifolia*, *Galium sudeticum*, *Gladiolus imbricatus*, *Hypericum humifusum*, *Meum athamanticum*, *Pedicularis sudetica*. Po deseti letech skladování vyklíčila semena *Arnica montana* (26 %), *Dianthus superbus* subsp. *alpestris* (89 %, 53 %, 98 %), *Gladiolus imbricatus* (58 %), *Hypericum humifusum* (76 %) a *Meum athamanticum* (4 %).

LITERATURA

- BÁBKOVÁ-HROCHOVÁ M. 2004: Banka semen ohrožených druhů při Vlastivědném muzeu v Olomouci a Expozice ohrožených druhů rostlin – 1. část. Zprávy Vlastivědného muzea v Olomouci, 281: 1–12.
- GOMEZ-CAMPO C. 2006: Erosion of genetic resources within seed genebanks: the role of seed containers. *Seed Science Research*, 16: 291–294.
- DOTLAČIL L., STEHNO Z., FÁBEROVÁ I. & ŠKALOUD V. 1995: Rámcová metodika národního programu konzervace a využití genofondu rostlin. VÚRV Praha – Ruzyně.
- ELLIS R. H., HONG T. D. & ROBERTS E. H. 1985: Handbook of seed technology for genebanks. International Board for Plant Genetic Resources, Rome.
- HAVRÁNEK P. 1997: Semenařské technologie pro botanické zahrady. Zpravodaj botanických zahrad. Vydal Poradní sbor pro BZ MŽP ČR, Praha 1997, str. 26–32.
- HOLUBEC V., ZAPLETALOVÁ I., ŠEVČÍKOVÁ M., ŠRÁMEK P., PAPRŠTEIN F. & BOCKOVÁ R. 1995: Sběr planých druhů a krajových forem jako genetických zdrojů rostlin v Krkonoších v roce 1995. *Genetické zdroje rostlin*. Ročenka. Nitra 1995: 67–72.

- KUBÁT K. (ED) 2002: Klíč ke květeně České republiky, Academia, Praha 2002, 928 pp.
- PÉRÉZ-GARCÍA F., GONZÁLEZ-BENITO M. E. & GÓMEZ-CAMPO C. 2007: High viability recorded in ultra-dry seeds of 37 species of Brassicaceae after almost 40 years of storage. *Seed Science and Technology* 35, 143–153.
- PROCHÁZKA F. (ed) 2001: Černý a červený seznam cévnatých rostlin České republiky (stav v roce 2000). *Příroda*, Praha, 18: 1–166.
- PROCHÁZKA S., MACHÁČKOVÁ I., KREKULE J., ŠEBÁNEK J. et al. 1998: *Fyziologie rostlin*, Academia, Praha 1998, 484 pp.
- SMÝKAL P. 2008: Jak to chodí v genových bankách rostlin. www.21.stoleti.cz.
- STANOVSKÝ M. 2007: Genetická banka v ledu. www.severskelisty.cz.
- ŠTURSA J., KWIATKOWSKI P., HARČARIK J., ZAHRADNÍKOVÁ J. & KRAHULEC F. 2009: Černý a červený seznam cévnatých rostlin Krkonoš. *Opera Corcontica* 46: 57–92.
- THOMPSON K., BAKKER J.P., BEKKER R.M. 1997: *The Soil Seed Bank of North West Europe: methodology, density and longevity*. Cambridge university Press. <http://botanika.bf.jcu.cz/suspa/vyuka/materialy/populac/Sembanka>.
- TLUSTÁK V., HAVRÁNEK P. 1996: Semenná banka pro ochranu fytogenofondu (Projekt a návrh na zřízení ve Vlastivědném muzeu v Olomouci). *Příroda*, Praha, 6: 123–135.
- ZAHRADNÍKOVÁ J. 2000: Banka semen ohrožených druhů rostlin Krkonoš. Ms. (depon. Správa KRNAP Vrchlabí).