

**Rada genetických zdrojů rostlin**

**Výzkumný ústav rostlinné výroby Praha – Ruzyně**



**METODY KONZERVACE GENOFONDU  
ROSTLIN A MOŽNOSTI JEJICH  
VYUŽITÍ V ČR**

**Praha, 19. listopadu 1998**

**Rada genetických zdrojů rostlin**

**Výzkumný ústav rostlinné výroby Praha – Ruzyně**



**Sborník referátů ze semináře**

**Metody konzervace genofondu rostlin  
a možnosti jejich využití v ČR**

**konaného**

**19. listopadu 1998 ve VÚRV Praha - Ruzyně**

© Výzkumný ústav rostlinné výroby Praha-Ruzyně  
„Genetické zdroje č. 75“, VÚRV Praha 1998

Redakce“ Iva Faberová, Vojtěch Holubec  
ISBN 80-238-3569-6

## Obsah / Contents

|                                                                                                                                                                                                                                                                        |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| I. Bareš : Historie práce s genofondy kulturních rostlin v Československu (Survey of Activities on Plant Genetic Resources in Czechoslovakia) .....                                                                                                                    | 4   |
| Z. Stehno, I. Bareš, I. Faberová: Deset let činnosti Národní genové banky ve VÚRV Praha- Ruzyně (Activities of the National Gene Bank in RICP Prague – Ruzyně During Last Decade).....                                                                                 | 15  |
| L. Dotlačil: Metody konzervace genetických zdrojů rostlin a možnosti jejich využití (Methods of Plant Genetic Resources Conservation and their Application) .....                                                                                                      | 25  |
| Z. Stehno, V. Škaloud: Technologické postupy uchování semenných vzorků v genových bankách (Technological Procedures of Seed Samples Maintenance in Gene Banks).....                                                                                                    | 36  |
| F. Debre, M. Žáková, O. Horňáková: Pracovní zámery a metodické postupy génovej banky vo výskumnom ústave rastlinnej výroby Piešťany (Working Intentions and Methodological Procedures of Slovak Gene Bank in the Research Institute of Plant Production Piešťany)..... | 46  |
| F. Paprštejn: Metody a rizika uchování genofondů vegetativně množených rostlin (Methods and Risks of Germplasm Preservation of Vegetatively Propagated Plants).....                                                                                                    | 55  |
| J. Zámečník: Kryoprezervace a možnosti jejího využití pro konzervaci genofondu rostlin (Cryopreservation and their Possible Use to Conservation of Plant Germplasm).....                                                                                               | 59  |
| V. Horáčková, J. Domkářová: Konzervace „in vitro“, její uplatnění u kolekce brambor (In vitro“ Conservation, its Utilization in Potato Collection).....                                                                                                                | 65  |
| F. Krahulec, V. Holubec: Ochrana biodiversity in situ (In situ Biodiversity Protection).....                                                                                                                                                                           | 73  |
| A.M. Svoboda, I. Tábor: Botanické zahrady a arboreta - jejich úloha a příspěvek ke konservaci genofondu rostlin (Botanical Gardens and Arboreta – their Role and Contribution to the Conservation of Plant Germplasm).....                                             | 80  |
| A. Michalová: "On-farm" konzervace, důvody a možnosti jejího využití ("On-farm" Conservation, Reasons and Possibilities of its Use).....                                                                                                                               | 90  |
| ***                                                                                                                                                                                                                                                                    |     |
| Příloha 1 Přehled publikací vydaných v řadě „GENETICKÉ ZDROJE“ ve VÚRV Praha- Ruzyně v období 1972 – 1998.....                                                                                                                                                         | 95  |
| Příloha 2 Přehled unifikovaných klasifikátorů RVHP vydávaných ve VIR Leningrad při spoluautorství československých řešitelů v letech 1979 – 1990.....                                                                                                                  | 101 |

# **HISTORIE PRÁCE S GENOFONDY KULTURNÍCH ROSTLIN V ČESKOSLOVENSKU**

## **SURVEY OF ACTIVITIES ON PLANT GENETIC RESOURCES IN CZECHOSLOVAKIA**

Ivo Bareš

*Výzkumný ústav rostlinné výroby Praha-Ruzyně*

### **Souhrn**

Studium genofondu souvisí s počátky šlechtění, shromažďování a hodnocení krajových a zahraničních odrůd a jejich zavádění do praxe. Zkoušení zahraničních ječmenů bylo započato v r. 1867 na Moravě. V r. 1970 šlechtění pšenice na Slovensku v Dioszegu a v r. 1872 šlechtění ječmene v Kvasicích na Moravě.

Kolekce se zachovaly v Hosp. botanické stanici v Táboře (od r. 1899) a Výzkumné stanici chemicko-technologické v Jenči u Prahy, odtud byly předány v roce 1920 na Pokusné pole SVÚZ do Uhřetěvsi; v r. 1948 do Doksan a v r. 1992 do VÚRV Praha-Ruzyně. Z moravských VÚ v Brně a Přerově (zal. 1919) byly kolekce převedeny v letech 1952-54 do specializovaných pracovišť v Kroměříži, Troubsku a Rožnově pod Radhoštěm.

V letech 1952-87 se soustředilo studium kolekcí do VÚRV Praha-Ruzyně a VÚRV Piešťany a dalších specializovaných ústavů pod jednotnou koordinací "Národní radou světových sortimentů kulturních rostlin" při VÚRV (od r. 1955). Centralizoval se dovoz a vývoz, shromažďovaly se kolekce (40,9 tis. položek v r. 1987, s duplicitami na 33 pracovištích 55 tis. položek), organizovaly se sběrové expedice, pracoval se informační systém EVIGEZ, včetně vydávání klasifikátorů. Mezinárodně se spolupracovalo s evropskými organizacemi EUCARPIA, IBPGR, ECP/GR a státy RVHP. Při využití se úzce spolupracovalo se šlechtiteli, což mělo vliv od 70tých let na dobrou úroveň šlechtění řady kultur. Ovlivňovala se společně s ÚKZÚZ introdukce zahraničních odrůd, připravil se projekt národní genové banky (výstavba dokončena 1988).

### **Klíčová slova**

genofond kulturních rostlin, historie, klasifikátory, hodnocení kolekcí, využití genofondu

## **Rozšiřování krajových, introdukce zahraničních odrůd a rozvoj šlechtění**

Práce s genofondy lze spojovat s počátky šlechtění, shromažďování a hodnocení krajových materiálů i zahraničních odrůd, jejich zlepšování výběry nebo přímo uváděním do praxe.

V druhé polovině 19. století se rozvoji rostlinné výroby na území pozdějšího Československa vedle zlepšování agrotechniky začaly významně uplatňovat domácí krajové a dovážené zahraniční odrůdy hlavně u obilnin, cukrovky a brambor ze států, kde bylo již dříve započato šlechtění, zvl. Německa, Anglie, Holandska, Francie a Švédska. Byly rozšiřované a propagované velkostatky, cukrovary, zemědělskými školami a omezeně, zvláště v pozdějším období semenářskými a šlechtitelskými firmami. Nejstarší vznikly v Kvasicích (Proskowetz, 1872 - šlechtění krajových ječmenů), v Dioszegu (1870, šlechtění krajových pšenic), šlechtění cukrovky se započalo v Ouholičkách (Vohánka, 1882) a Větrušicích (Zapotil, 1885), pšenice v Horních Počernicích (Nolč, 1887), atd. V roce 1867 organizovala "C.K. Moravská společnost pro hospodaření" pokusy se zahraničními jarními ječmeny - ze Skotska, Ruska u 12ti pokusníků na Moravě (Lekeš, 1961). V roce 1877 se začala hodnotit ve Valečově kolekce 63 odrůd brambor. Snaha k získání novinek vedla často i k dovozu a rozšiřování nevhodných odrůd; proto také bylo započato jejich hodnocení hlavně na zemědělských školách - nejstarší v Novém Jičíně (zal. 1883), Přerově (zal. 1884), Táboře (zal. 1866, pokusy od r. 1899). Odrůdy z té doby, převážně zahraniční, byly omezeně evidovány v různých publikacích a učebnicích zemědělských škol. Uchovaly se v kolekcích jen ojediněle u obilnin.

V letech 1881- 1920 došlo k dalšímu vzniku šlechtitelských a semenářských firem, které šlechtily krajové a introdukovaly zahraniční odrůdy a zlepšovaly je výběry. Rozšiřoval se prodej osiva a sadby; k jejich lepší jakosti přispívalo postupně zaváděné uznávání osiva a sadby, započaté od roku 1907 v Čechách a v roce 1910 na Moravě. Od roku 1899 se odrůdy důležitějších plodin ve větším rozsahu zkoušely v řadě pokusných míst organizované zvl. Botanickou stanicí v Táboře. Zveřejňování výsledků umožňovalo zemědělcům vhodnější výběr odrůd.

Podmínky pro rozsáhlejší evidenci odrůd byly v Československu vytvořeny v roce 1921 zákonnou úpravou přiznávání "původnosti" (originality) ministerstvem zemědělství. Původní odrůdy se začaly zkoušet na rozsáhlejší síti výzkumných pracovišť v roce 1919 založených Státních výzkumných ústavů zemědělských v Praze, Brně, Bratislavě a Košicích. Řada těchto výzkumných stanic začala též šlechtit náročnějšími metodami. Organizovaly se též různé ankety k hodnocení krajových odrůd.

V období I. republiky vznikala další semenářská a šlechtitelská pracoviště při velkostatech a zvl. cukrovarech, která rozmnožovala osivo zahraničních odrůd a šlechtila převážně výběrem. Přehled o metodách šlechtění a původu odrůd u některých druhů uvádí tab. 1. (Bareš a Sehnalová, 1981; Bareš et al., 1995; Bareš a Stehno, 1998).

Tab. 1: Význam genetických zdrojů dle původu odrůd s přiznanou originalitou v období I. republiky (1921 - 1939)

| PLODINA                   | PŠENICE<br>OZIMÁ |            | ŽITO OZIMÉ |            | OVES      |            | HRÁCH     |            |
|---------------------------|------------------|------------|------------|------------|-----------|------------|-----------|------------|
| PŮVOD                     | Počet            | %          | Počet      | %          | Počet     | %          | Počet     | %          |
| Výběr:                    |                  |            |            |            |           |            |           |            |
| - z krajové odrůdy        | 86               | 44,6       | 5          | 9,4        | 20        | 37,7       | 3         | 15,0       |
| - ze staničního materiálu | 8                | 4,2        | -          | -          | -         | -          | -         | -          |
| - ze zahraničních odrůd   | 23               | 11,9       | 16         | 26,4       | 15        | 28,3       | 15        | 75,0       |
| Introdukce zahr. odrůdy   | 30               | 15,5       | 14         | 26,4       | 12        | 22,6       | 1         | 5,0        |
| Křížení                   | 46               | 23,8       | 11         | 20,8       | 3         | 5,7        | 1         | 5,0        |
| Neznámý původ             | -                | -          | 9          | 17,0       | 3         | 5,7        | -         | -          |
| <b>Celkem</b>             | <b>193</b>       | <b>100</b> | <b>53</b>  | <b>100</b> | <b>53</b> | <b>100</b> | <b>20</b> | <b>100</b> |

Uvedené údaje svědčí o velkém významu zdrojů krajových a zahraničních odrůd i o velkém počtu původních odrůd. K jejich přiznání nebyly v té době nutné výnosové zkoušky.

V roce 1941, v období Protektorátu, se započalo s povolováním odrůd na základě zkoušek samostatnosti a hodnot realizovaných výzkumnými ústavů. Povolovaný sortiment byl výrazně doplněn německými introdukovanými odrůdami. V roce 1948 došlo k zestátnění šlechtitelských stanic a v roce 1951 k zrušení Státních výzkumných ústavů zemědělských, vyčlenění výzkumných složek rostlinné výroby do VÚRV Praha-Ruzyně a Piešťany, vzniku specializovaných ústavů (1951-53) a zařazení zkušebních složek do ÚKZÚZ.

V návaznosti na zkušební činnost výzkumných pracovišť od roku 1921 se zachovala převážná část původních a povolených odrůd, včetně hodnoceného sortimentu našich odrůd pro další výzkumné řešení kolekce.

### Začátky plánovaného shromažďování odrůd a jejich hodnocení

Vedle uváděných pracovišť hodnotících genofond v omezenějším rozsahu s různými cíli, se významněji zkoušení realizovalo v těchto organizacích:

Hospodářsko-botanická výzkumná stanice v Táboře (zal. 1866) při zemědělské škole. Ve větším rozsahu od roku 1899 zkoušela ječmen, od roku 1900 žito, od roku 1903 pšenici a další plodiny (Vilíkovský, 1914). Od roku 1919 po založení SVÚZ byl rozsah pokusů omezen a zdroje postupně předány na pokusné pole SVÚZ v Uhřetěvsi (1920) odkud v roce 1948 bylo pokusné pole přeloženo do Doksan u Roudnice nad Labem a v roce 1952, po zrušení, přešla kolekce do VÚRV Praha-Ruzyně.

Výzkumná stanice chemicko-fyziologická při Českém učením technickém v Jenči u Prahy (založena 1898); v roce 1920 přeložena do Uhřetěvsi (pracoviště katedry genetiky a šlechtění VŠZ Praha).

Z těchto dvou pracovišť vznikla kolekce ve VÚRV Praha - Ruzyně v rozsahu 2847 odrůd obilnin, luskovin, olejnin a zčásti píceň (stav 1952).

Moravské zemské výzkumné ústavy v Brně (1919-), které převzaly též materiály z Tábora a Zemský ústav po zušlechťování rostlin v Přerově (1920-), rozvíjely zkoušení odrůd s přiznanou původností v období I. republiky pro rajonizaci, testovaly aklimatizaci zahraničních odrůd a rozvíjely vlastní šlechtění. Z těchto dvou ústavů se kolekce převedly v letech 1952-54 do VÚ obilnářského v Kroměříži, VS pícninářské v Troubsku a VS travinářské v Rožnově pod Radhoštěm.

## **Řešení výzkumného úkolu „Výzkum, hodnocení a udržování světových sortimentů rostlin“**

### **Organizace a koordinace**

Velký význam zdrojů pro rozvoj šlechtění v ČSSR ovlivnil započetí řešení této problematiky na všech výzkumných pracovištích vzniklých reorganizací v roce 1951. Plodinová specializace ústavů vytvořila předpoklady pro decentralizované řešení, což postupně přispělo k většímu rozsahu hodnocení. V roce 1952 celostátní jednotný plán výzkumu umožnil ovlivňování rostlinného výzkumu z VÚRV a předpoklady pro koordinaci studia genofondu organizovanou z odd. genetiky a šlechtění VÚRV Praha-Ruzyně.

Od roku 1955 vzhledem k obtížnějším kontaktům se zahraničními firmami byla započata centrální mezinárodní výměna vzorků pro všechny řešitele kolekcí, později organizovaný dovoz a vývoz. Pro celostátní koordinaci vytvořena v roce 1955 "Národní rada světových sortimentů kulturních rostlin" při VÚRV s členstvím všech řešitelů ke koordinaci při každoročním zasedání. Po celou dobu řešení byla možná jen evidenční koordinace, poněvadž výzkumné plány byly od roku 1955 financovány jednotlivými pracovišti; byla však řešiteli z velké části respektována.

Význam řešení v roce 1964 ovlivnil vznik Oddělení světových sortimentů při Ústavu genetiky a šlechtění VÚRV; podobná oddělení vznikala později postupně u všech specializovaných ústavů.

Od roku 1966 byly zpracovávány společně s VÚRV Piešťany rámcové metodiky studia GZ v pětiletých termínech pro všechny řešitele kolekcí.

Od 60-tých let se začaly rozšiřovat kontakty se zahraničím. Zpočátku s FAO, později s EUCARPIA, úsek genových zdrojů. Významná byla v letech 1971-90 spolupráce se státy RVHP. Za ČSFR byla koordinace této spolupráce vedena z VÚRV, při řízení Všesvazovým ústavem rostlinné výroby v Leningradě. Při tomto ústavu vznikla "Vědecko-technická rada států RVHP kolekcí planých a kulturních druhů rostlin" se stálými členy z každého státu. Spolupracovalo celkem 9 států (1971 souhrn kolekcí 300 tis. položek; koncem roku 1990 dosáhla souhrnná kolekce s duplicitami 700 tis. položek). V rámci řešení se uzavíraly ještě dvoustranné dohody s jednotlivými státy. Přínosem byly kontakty, získání nových zdrojů, informace o organizaci genových bank, unifikace klasifikátorů a omezeně i společné sběrové expedice.

V roce 1974 byla započata spolupráce s "Mezinárodní radou pro rostlinné genové zdroje" (IBPGR - International Board for Plant Genetic Resources). Z jejího pověření vedena ve VÚ zelinářském Olomouc (v současné době pobočka odd. genové banky) regionální kolekce rodu *Allium* L. (v r. 1998 600 položek).

V roce 1983 započala spolupráce s Evropským programem spolupráce při konzervaci a výměně rostlinných genetických zdrojů (ECP/GR, European Cooperative Programme for Conservation and Exchange of Genetic Resources).



Významným výsledkem v letech 1984-87 byl podíl čs. řešitelů na "Evropském přehledu ječmene" (European Barley List) zpracovaných pod patronací výše uvedených dvou organizací v Ústavu genetiky a výzkumu kulturních rostlin v Gaterslebenu (NDR).

### **Shromažďování kolekcí genetických zdrojů**

V letech 1951-55 probíhalo soustřeďování odrůd ve VÚRV a specializovaných ústavech z různých výzkumných a šlechtitelských organizací. Od roku 1956 byly informace o shromážděných kolekcích v ČSFR publikovány prostřednictvím vydávaných "Indexů seminum"; Kolekce VÚRV Praha-Ruzyně zahrnovala zhruba 4 tis. položek a byla zpracována v prvním indexu. Dalších 10 indexů vzniklo ve spolupráci s většinou ústavů. Poslední index seminum z let 1983-87 na 238 stranách obsahoval 13 tis. položek, což představovalo 1/4 plodinových kolekcí. Od roku 1970 byly vydávány indexy dalšími pracovišti - Troubsko, Olomouc, Průhonice atd.

Ve VÚRV byl provozován centralizovaný dovoz a vývoz vzorků; ročně činil dovoz 2-3 tis. a vývoz 1-2 tis. položek. Dovoz byl realizován ze západních států za prostředky MZe (10-15 tis.US\$ ročně) prostřednictvím Koospolu a z LD zemí prostřednictvím ÚKZÚZ bezplatně. Rozsah dovozu představoval 70 - 80 % všech získaných vzorků do ČSFR

Tab. 2: **Stav kolekce kulturních rostlin v Československu**

| <b>Rok</b> | <b>Počet vzorků v tisících</b> |
|------------|--------------------------------|
| 1952       | 6,0                            |
| 1960       | 18,6                           |
| 1970       | 35,6                           |
| 1980       | 40,0                           |
| 1987       | 40,9                           |

Od roku 1960 byly organizovány sběrové expedice v různých oblastech ČSFR (pícniny příp. různé plodiny), které se konaly každoročně.

Zahraniční expedice byly realizovány jen omezeně v těchto letech pro nedostatek prostředků:

1973 : DDR, Krušné hory - pícniny  
 1974 : POL - pícniny  
 1986 : FRA, ESP - Allium; USSR- Zakavkazí - různé plodiny  
 1987 : POL - jižní oblasti - pícniny

Tab. 3: **Přehled shromážděných kolekcí na 33 pracovištích ČSSR**  
(bez duplicit k 31.12. 1987)

| Skupina plodin                                                                   | Počet vzorků  |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Obilniny                                                                         | 14 454        |
| Kukuřice                                                                         | 1 643         |
| Luskoviny                                                                        | 2 820         |
| Olejniny                                                                         | 664           |
| Přadné rostliny                                                                  | 1 955         |
| Semenné okopaniny                                                                | 211           |
| Brambory                                                                         | 649           |
| Pícniny                                                                          | 1 789         |
| Chmel                                                                            | 230           |
| Tabák                                                                            | 200           |
| Zeleniny, aromatické rostliny                                                    | 8 603         |
| Ovocné plodiny                                                                   | 2 629         |
| Vinná réva                                                                       | 1 762         |
| Tropické a subtropické rostliny                                                  | 80            |
| Okrasné rostliny                                                                 | 852           |
| Kolekce kulturních rostlin různých druhů Odboru<br>odrůdového zkušebnictví ÚKZÚZ | 400           |
| <b>Celkem</b>                                                                    | <b>40 941</b> |

S duplicitami, neboť některé plodiny měly řešitelská pracoviště na dvou i více místech, bylo ve všech československých kolekcích okolo 55 tis. vzorků.

Nejstarší kolekce jsou zachovány u obilnin a starých výsadeb vinné révy, okrasných a ovocných rostlin ze začátku tohoto století; z 30-tých let jsou zachovány ostatní druhy zemědělských plodin.

### Hodnocení genetických zdrojů

Odrůdy byly testovány v mikropokusech společně s kontrolními odrůdami, omezeně též ve větších odrůdových pokusech. Byly zjišťovány kvantitativní a kvalitativní znaky, resistance, včetně zpracovávání popisů v pozdějším období (dle klasifikátorů). Výsledky byly porovnávány s povolenými a novošlechtěnými (nšl.) odrůdami. Zjišťována byla variabilita, korelace znaků atd. s použitím běžných statistických metod. Dodržovaly se zásady rámcových metodik.

Od 70-tých let se na všech pracovištích zakládaly pokusy na 70-80 ha (1/2 tvořily sady a vinice) s 10-14 tis. odrůdami pro hodnocení. Dalších 6-8 tis. odrůd se vysévalo pro udržení kolekce genetických zdrojů u cizosprašných druhů v různých izolacích.

## **Využití shromážděných kolekcí genetických zdrojů**

V cílech řešení na všech pracovištích byl kladen velký důraz na využití. Byly rozvíjeny bezprostřední kontakty se šlechtiteli, včetně členství ve šlechtitelských radách (od r. 1961). K dalšímu zlepšení spolupráce došlo od r. 1977, kdy byly šlechtitelské stanice začleněny přímo do specializovaných ústavů. Od poloviny 70 let se řešitelé podíleli i na spoluautorství vyšlechtěných odrůd. Byly poskytovány informace o výsledcích pokusů, a prognózách dle stavu šlechtění ve světě a Evropě s ohledem na cíle a morfotypy. Vybrané odrůdy byly předávány k šlechtitelskému využití (1-2 tis. odrůd ročně).

Genofond byl dále využíván:

- při vlastním šlechtění - úspěšně se rozvíjelo zvláště u pšenice, ječmene, píce a zelenin.
- při introdukci nových druhů do praxe, zvláště zelenin a píce
- při introdukci zahraničních odrůd zvl. do r. 1970 byla možnost přihlašování přímo řešitelem; spolupráce s ÚKZÚZ v tomto směru (poskytování odrůd, společné pokusy)
- ve spolupráci s ÚKZÚZ při stanovení u nově povolovaných odrůd odrůdové samostatnosti, členství ve Státní odrůdové komisi nebo subkomisích
- ve spolupráci s ústavy při využívání zdrojů v rámci dalších výzkumných úkolů

## **Národní informační systém**

Evidence vzorků v kolekcích

V roce 1955 bylo sjednoceno číslování kolekce (alfanumericky) dle skupin plodin, rodů, druhů a odrůd – jednou přiřazená čísla genetických zdrojů se stále zachovávají.

V letech 1967-68 byl sjednocen bonitační systém pro hodnocení popisných znaků - jednotně na 9 - 1 (schválen Radou GZ a Odborem zemědělského a potravinářského výzkumu při MZVŽ); od poloviny r. 1968 započalo jednotné využití této bonitace ve výzkumu, šlechtění a odrůdovém zkušebnictví ČSFR.

V letech 1965-68 byly navrženy osnovy národních klasifikátorů v rozsahu 160 deskriptorů pasportní a popisné části, při čemž byla využitelnost modelově ověřena při popisech 236 odrůd ozimé pšenice při zpracování na počítači MINSK 22 v následných výstupech.

V letech 1969-72 byly zpracovány klasifikátory 21 plodin ve formě závěrečných zpráv kolektivy řešitelů dle jednotné metodiky.

Od roku 1974 byly čs. klasifikátory zpracované ve výzkumných zprávách a využívány pro unifikaci v rámci států RVHP. Prvních 7 mezinárodních klasifikátorů bylo vytištěno v ČSFR (viz přehled tiskovin sbírky VÚRV „Genetické zdroje č. 1-71“ v Příloze 1). Další 43 klasifikátory (z toho 9 ve dvou vydáních) byly vytištěny rovněž s naším spoluautorstvím již ve VIR Leningrad v období let 1979 – 1990, zčásti i v anglické verzi (jejich přehled je uveden v Příloze 2).

Od roku 1975 byly zpracovávány rozsáhlejší popisy kolekcí jabloní, třešní a višní dle vlastních klasifikátorů ve VÚOv Holovousy.

V letech 1984-87 bylo nově vytištěno 11 definitivních národních klasifikátorů těchto rodů/druhů:

1984: *Brassica napus* L., *Brassica rapa* L.

1985: *Triticum* L., *Trifolium* L., *Medicago* L.

1986: *Avena* L., *Hordeum* L., *Pisum* L., *Secale* L., *Zea mays* L.

1987: *Glycine* WILLD., *Solanum* L.

#### Evidence introdukce - přehled dovozu genetických zdrojů rostlin do ČSFR

Ve VÚRV byl zpracován samostatný program do ročního objemu maximálně 9999 položek včetně potřebných deskriptorů. Programování bylo realizováno v Ústavu racionalizace řízení práce v zemědělství v Praze na počítači TESLA 270 při zajištění 7 sestav tištěných každoročně ve formě brožury. Rutinně se tohoto programu využívalo v oddělení genetických zdrojů od r. 1976 do roku 1989.

#### Evidence při převzetí do kolekce (pasportní část) a výsledků hodnocení (popisná část)

V letech 1976-80 byl zpracován program v návaznosti na klasifikátory a ověřen na dalším modelovém zpracování souboru 236 odrůd ozimé pšenice (1970-77), včetně stanovení rozsahu pasportní části (19 deskriptorů, celkem 200 alfanumerických znaků) a popisné části (4 deskriptory pokusných podmínek a 110 deskriptorů, numerických znaků). Programové zajištění realizováno Ústavem racionalizace (na počítači EC 1030, později EC 1033) s volitelnými výstupy. Vyvinutý systém, do kterého se začlenila i evidence introdukce byl nazván EVIGEZ, který vznikl jako zkratka názvu „EVIDence GENetických Zdrojů“.

Od roku 1985 bylo připravováno programové zajištění skladování budoucí čs. genové banky a jeho převod do jednotného projektu EVIGEZ.

V roce 1986 byla vydána uživatelská příručka „Československý informační systém EVIGEZ“; v roce 1989 „Pasportní deskriptory“, publikace shrnující pravidla a zásady záznamu pasportní informace včetně kódovacích tabulek.

## Udržování genetických zdrojů

Podle délky klíčivosti byly odrůdy přesévány vždy po několika letech, u cizosprašných druhů při různé izolaci. Ve VÚZ Olomouc např. v originálních kójích při opylování hmyzem (čmeláky).

V letech 1974-82 byla připravována postupně výstavba zařízení pro klimatizované chránění semen kolekcí. V návaznosti na převzetí šlechtitelských stanic specializovanými ústavy, uplatňována ideová představa:

Centrální genová banka ve VÚRV s režimem dlouhodobého a střednědobého skladování (-18 °C, +2 °C)

Genové banky při specializovaných ústavech jen na střednědobé skladování (0 - +2°C) pro pracovní kolekce a šlechtitelský materiál (zčásti se realizovalo).

V roce 1982 byl ukončen projektový úkol a investiční záměr výstavby pavilonu genové banky, včetně laboratorní části a klimatizovaných kójí pro kapacitu 100-120 tisíc vzorků, celkem 300 m<sup>3</sup> chlazených prostor. V letech 1984-87 byla výstavba realizována.

V letech 1985-87 bylo uskutečněno předběžné klimatizované skladování. V definitivních obalech bylo postupně skladováno 5.000 vzorků pšenice v n.p. MRAZÍRNY, Litoměřice při -20°C (Bareš, 1984; Bareš a Dotlačil, 1987).

## Závěr

Práce s genovými zdroji kulturních rostlin v Československu umožnila shromáždit rozsáhlou kolekci cennějších světových a zvláště evropských odrůd polních plodin, zelenin, ovocných a okrasných rostlin, které byly převážně zhodnoceny v nejdůležitějších biologických znacích. Jejich využití ve šlechtění ovlivnilo úroveň pěstovaných odrůd a tím i růst čs. rostlinné výroby. Podařilo se zachovat v kolekcích nejstarší odrůdy od konce 19. století. Zdokonalily se metody hodnocení včetně evidence genetických zdrojů a výsledků v propracovaném informačním systému EVIGEZ a připravil se projekt Národní genové banky, která byla dostavěna v roce 1988.

## Summary

Study of plant genetic resources is connected with beginning of breeding, gathering and evaluation of foreign cultivars and their introduction into practice. Testing of foreign barley cultivars started in 1867 in Moravia. Wheat breeding began in Dioszeg (Slovakia) in 1870 and barley breeding in 1872 in Kvasice (Moravia).

Plant genetic resources collections had been preserved in the Agricultural Botanical Research Station in Tábor (since 1899), in Chemical and Physiological Research Station in Jeneč and in 1920 transferred into the Experimental Field of the State Agricultural Research Institute in Uhřetěves; in 1948 to Doksany and in 1952 to the Research Institute of Crop Production (RICP) Praha – Ruzyně. Other collections were transferred in 1952 from Moravian Research Institutes in Brno and Přerov (established in 1919) to specialised working places in Kroměříž, Troubsko and Rožnov.

Study of collections in the period 1952 – 87 was concentrated in RICP Praha – Ruzyně, RICP Piešťany and specialised crop institutes under a systematic co-ordination by the ‘National Board for World Assortments of Cultivated Plants’ attached to RICP Praha (since 1955). In that period, import and export of GR was centralised, the collections were being increased (40,900 accessions in 1987 or 55,000 accessions including duplications in 33 working places); there were organised collecting missions, and information system EVIGEZ was developed including publication of descriptor lists. International co-operation with European organisations EUCARPIA, IBPGR, ECP/GR and COMECON countries was developed. Since 1970-ties, co-operation with breeders contributed to a good level of breeding of many crops. Introduction of foreign cultivars was controlled jointly with Central Institute for Supervising and Testing in Agriculture; the project of the National Gene Bank was prepared (construction completed in 1988).

### Key words

genetic resources of cultivated plants, history, descriptor lists, characterization and evaluation, germplasm utilisation

### Literatura

- BAREŠ, I.: Studium, tvorba a využití genových zdrojů rodu *Triticum* L.  
Doktorská disertační práce, VÚRV Praha-Ruzyně, 1984, 437 s.
- BAREŠ, I., DOTLAČIL, L.: Studium genetických zdrojů kulturních rostlin v ČSFR,  
Rostlinná výroba, 1987, Vol. 33, č. 12, s. 1309-1313.
- BAREŠ, I., SEHNALOVÁ, J.: Preservation of land-races of cultivated plants in  
Czechoslovakia. Kulturpflanze XXIX., Gatersleben, 1981, p. 67-77.
- BAREŠ, I., STEHNO, Z.: Genetické zdroje odrůd žita setého (*Secale cereale* L.)  
pěstovaných v Československu v letech 1918-1992.  
Sb.: "Genetické zdroje rostlin 1997-98", Zemědělská universita Nitra  
(v tisku).
- BAREŠ, I., STEHNO, Z.: Genetické zdroje odrůd ovsa setého (*Avena sativa* L.)  
pěstovaných v Československu v letech 1918-1992. Sb.: "Genetické  
zdroje rostlin 1997-98", Zemědělská universita Nitra (v tisku)
- BAREŠ, I. et al.: Původní a povolené odrůdy pšenice v Československu v letech 1918-  
1992; VÚRV Praha-Ruzyně, Sb.: "Genetické zdroje č. 65", 1995, 305 s.
- LEKEŠ, J.: Původ československých odrůd sladovnického ječmene a jejich vliv na  
šlechtění předních světových sladovnických odrůd ze zahraničí.  
Opava, Slezský ústav ČAV, 1961, 55 s.
- VILIKOVSKÝ, V.: Dvacetiletá působnost Hosp. botanické stanice výzkumné při Král.  
české hospodářské akademii v Táboře od roku 1893-1912. Výzkumná  
stanice, 1914, 27 s.

# DESET LET ČINNOSTI NÁRODNÍ GENOVÉ BANKY VE VÚRV PRAHA – RUZYŇ

## ACTIVITIES OF THE NATIONAL GENE BANK IN RICP PRAGUE – RUZYŇ DURING LAST DECADE

Zdeněk Stehno, Ivo Bareš, Iva Faberová  
*Výzkumný ústav rostlinné výroby Praha-Ruzyně*

### Souhrn

Vybudováním genové banky v roce 1988 se studium a uchování genetických zdrojů (GZ) rostlin dostalo v tehdejším Československu na vyšší technickou úroveň. Schválení „Národního programu konzervace a využití genofundu rostlin“ pak umožnilo účinnější koordinaci práce s genetickými zdroji rostlin v České republice. V české genové bance s kapacitou 100.000 vzorků bylo do r. 1998 uloženo 22.614 semenných vzorků (v 32.397 obalech) tj. 61,4 % generativně množených GZ. Pro potřeby hodnocení GZ rostlin bylo vydáno 10 klasifikátorů a dalších 17 je rozpracováno. V informačním systému EVIGEZ je v pasportní části vedeno 43.244 dostupných vzorků GZ a u 10.303 z nich jsou k dispozici i data popisná. Kolekce byly rozšířeny o další druhy plodin (včetně příbuzných planých druhů) a bylo prohloubeno jejich hodnocení. Uskutečnily se rozsáhlejší sběrové expedice. V České republice je v současné době shromážděno 45.579 GZ rostlin na 14 řešitelských pracovištích.

### Klíčová slova

genetické zdroje rostlin, koordinace, skladování v genové bance, informační systém

### Úvod

V roce 1988 byla dobudována ve VÚRV Praha - Ruzyně genová banka se zařízením pro středně- a dlouhodobé skladování semenných vzorků GZ, doplněným laboratorní částí. To umožnilo podstatně intenzivnější činnost oddělení genové banky v následujících oblastech:

- koordinace výzkumu GZ v ČSFR, později ČR, v návaznosti na mezinárodní organizace
- uchování shromážděných, generativně množených genetických zdrojů v podmínkách klimatizovaného skladování
- koordinace aktivit pro uchování kolekcí vegetativně množených druhů
- centrální vedení, rozvoj a naplňování informačního systému EVIGEZ
- výměna informací a vzorků GZ s pracovišti v ČR i v zahraničí

Kromě těchto činností s celonárodní působností je oddělení genové banky ve VÚRV Praha – Ruzyně zodpovědné za rozšiřování, hodnocení a dokumentaci kolekcí genetických zdrojů pšenice, tritikale, ozimého ječmene, prosa, pohanky, slunečnice, laskavce, quinoi a bérů. Genová banka uchovává v živém stavu kolekce GZ řepy a kukuřice. Podobně jako ostatní specializovaná pracoviště zajišťuje genová banka u výše uvedených kolekcí:

- další cílené shromažďování GZ - mezinárodní výměna, zdroje od šlechtitelů, sběrové expedice
- rozmnožování kolekcí o další dosud nehodnocené druhy, včetně planých druhů příbuzných kulturním rostlinám
- hodnocení nových přírůstků GZ podle klasifikátorů či prozatímních bodových stupnic
- příprava pasportní a popisné dokumentace pro informační systém EVIGEZ
- domnožování semenných vzorků a jejich předávání k uložení
- využívání rostlinných GZ ve šlechtění ve spolupráci se šlechtitelskými pracovišti a v dalším výzkumu

Činnost genové banky a dosažené výsledky za posledních 10 let v jednotlivých oblastech je možno shrnout do čtyř následujících kapitol.

### **Koordinace práce s genetickými zdroji rostlin v ČR**

Po uvedení genové banky do činnosti pokračovalo její celostátní působení na úseku koordinace prostřednictvím Rady genetických zdrojů při VÚRV. V letech 1988-1993 měla tato koordinace povahu spíše poradní a evidenční; chyběla smluvní podoba koordinace a prostředky na výzkum GZ byly poskytovány specializovaným řešitelským pracovištěm přímo MZe. Přesto se spolupráce s řešiteli rozvíjela poměrně dobře. V letech 1990-92 bylo nutno zabezpečit uchování shromážděných kolekcí GZ a údajů na specializovaných pracovištích během jejich privatizace. Ve většině případů se podařilo zachovat kontinuitu řešení. V letech 1993-95 bylo nutno též dořešit garance za vedení kolekcí GZ v České republice, v těch případech, kdy bylo řešitelské pracoviště před rozdělením Československa na Slovensku.

V roce 1994 přijalo MZe ČR návrh projektu „Národní program konzervace a využití genofondu rostlin“. Genová banka byla pověřena jeho oficiální koordinací na základě smluv s řešitelskými pracovišti. Uzavírané smlouvy specifikují závazky řešitele i objem finančního příspěvku.

### **Přírůstky kolekcí GZ**

Od roku 1986 se vlivem stále se zlepšujících kontaktů se zahraničním postupně přecházelo na získávání vzorků GZ přímo řešiteli kolekce. Do roku 1990 se ještě omezeně dovážely vzorky prostřednictvím podniku zahraničního obchodu KOOSPOL (20%). Od roku 1991 se přestaly sestavovat centrální plány dovozu, rozšiřování kolekcí je tak plně



v kompetenci řešitelského pracoviště. Přehled o shromážděných kolekcích byl publikován ve 2 dílech katalogu vydaných v letech 1993 (I. díl, obilniny) a 1995 (II. díl, ostatní plodiny), které slouží jako výchozí informace pro případné objednávky vzorků .

S cílem dále rozšiřovat kolekce GZ o plané příbuzné druhy se začaly ve větším rozsahu realizovat sběrové expedice.

Každoročně bylo organizováno několik expedic v ČR (např. v letech 1993 - 96 to byly expedice do 24 oblastí, při kterých bylo sebráno celkem 2620 položek).

Významná byla i účast na zahraničních expedicích:

1988: BGR, Centrální Asie (*Allium*), DDR  
1989: SUN - Zakavkazí  
1990: POL, SUN - Altaj, Sibiř (*Allium*)  
1993: TUR, GRC  
1994: Centrální Asie, AUT  
1995: SVK - Orava  
1996: ALB (*Allium*), POL  
1997: AUT, DEU  
1998: MAR (*Allium*), RUS – Altaj

Celkový rozsah kolekcí GZ v ČR v současné době dosáhl 45.579 vzorků, z toho je množeno generativně 80,9% a vegetativně 19,1%. Podrobněji v tab. 1.

Tab. 1 Počty vzorků v kolekcích a jejich přehled podle způsobu množení

| Kód Ústav                      | Celkem položek | Z toho množení |             |
|--------------------------------|----------------|----------------|-------------|
|                                | v kolekcích    | generativně    | vegetativně |
| 01 VÚRV Praha-Ruzyně           | 13971          | 13971          | 0           |
| 03 ZVÚ s.r.o.Kroměříž          | 5192           | 5192           | 0           |
| 05 AGRITEC s.r.o. Šumperk      | 4395           | 4395           | 0           |
| 07 VÚB s.r.o. Havlíčkův Brod   | 1548           | 0              | 1548        |
| 08 CHI s.r.o. Žatec            | 302            | 0              | 302         |
| 09 VÚRV, GB Olomouc            | 10295          | 8353           | 1942        |
| 10 VŠÚOD s.r.o. Holovousy      | 2234           | 0              | 2234        |
| 12 VÚOZ Průhonice              | 1108           | 13             | 1095        |
| 13 VÚP s.r.o. Troubsko         | 1808           | 1808           | 0           |
| 14 OSEVA PRO s.r.o., VST Zubří | 1917           | 1840           | 77          |
| 15 OSEVA PRO s.r.o., VÚO Opava | 1072           | 1072           | 0           |
| 24 VÚRV, VSV Karlštejn         | 264            | 0              | 264         |
| 42 MZLU Lednice                | 1187           | 216            | 971         |
| 48 VS s.r.o. Znojmo            | 286            | 0              | 286         |
| <b>Celkem položek</b>          | <b>45579</b>   | <b>36860</b>   | <b>8719</b> |
| <b>Celkem v %</b>              | <b>100</b>     | <b>80,9</b>    | <b>19,1</b> |

### Skladování semenných vzorků v genové bance

Česká genová banka má kapacitu chlazených prostor středně- a dlouhodobého skladování pro 100 000 semenných vzorků GZ (5 komor s možností regulace teplot o celkovém objemu 270 m<sup>3</sup>). K uložení semenných vzorků jsou používány sklenice o objemu 0,37 nebo 0,21 l. V současné době jsou k dispozici tyto klimatizované prostory:

- 1 komora 90 m<sup>3</sup> s teplotním režimem - 5 °C
- 1 komora 45 m<sup>3</sup> s teplotním režimem - 20 °C
- 1 komora 45 m<sup>3</sup> s teplotním režimem - 10 °C
- 2 komory á 45 m<sup>3</sup> (jako rezerva) s možností chlazení na - 10 °C; současný režim +5 °C
- 1 předkomora 120 m<sup>3</sup> chlazená na +5 °C

Další místnosti genové banky jsou vybaveny zařízením pro sušení vzorků a plnění do sklenic. Přídavné prostory slouží pro skladování sbírek klasů a pracovních kolekcí.

V letech 1989 - 1998 bylo postupně uloženo 22.614 semenných vzorků (v celkovém počtu 32.397 skladovacích obalů) obilovin, luskovin, olejnin, prádlných rostlin, řepy, zelenin, píce a dalších GZ. Podrobněji viz tab. 2 a 3.

Tab. 2 Naplněnost skladu genové banky podle skupin plodin (stav k 3.11. 1998)

| Skupina plodin          | Plodina                        | Celkem položek | Počet vzorků bez duplikací |
|-------------------------|--------------------------------|----------------|----------------------------|
| Obilniny                | Pšenice ozimá                  | 6122           | 4790                       |
|                         | Pšenice jarní                  | 3901           | 3655                       |
|                         | Ječmen ozimý                   | 1357           | 1279                       |
|                         | Ječmen jarní                   | 1545           | 1424                       |
|                         | Oves                           | 1226           | 1120                       |
|                         | Žito                           | 578            | 479                        |
|                         | Tritikale                      | 364            | 313                        |
|                         | Kukuřice + alter. obil.        | 1087           | 1066                       |
|                         | Plané - trib. <i>Triticeae</i> | 1631           | 858                        |
| <b>Obilniny celkem</b>  |                                | <b>17811</b>   | <b>14988</b>               |
| Luskoviny               | Hrách                          | 715            | 667                        |
|                         | Fazole                         | 576            | 547                        |
|                         | Bob                            | 275            | 228                        |
|                         | Vikev                          | 161            | 154                        |
|                         | Soja                           | 163            | 163                        |
|                         | Ostatní luskoviny              | 540            | 478                        |
| <b>Luskoviny celkem</b> |                                | <b>2430</b>    | <b>2237</b>                |
| Zeleniny                | Salát                          | 273            | 268                        |
|                         | Rajče                          | 381            | 379                        |
|                         | Mrkev                          | 58             | 51                         |
|                         | Okurka                         | 47             | 46                         |
|                         | Brukve                         | 131            | 111                        |
|                         | Řepa                           | 38             | 36                         |
|                         | Paprika                        | 63             | 60                         |
|                         | Cibule                         | 60             | 54                         |
|                         | Ostatní zeleniny               | 288            | 234                        |
| <b>Zeleniny celkem</b>  |                                | <b>1339</b>    | <b>1239</b>                |
| Pícniny                 | Vojtěška                       | 368            | 317                        |
|                         | Jetel                          | 524            | 486                        |
|                         | Ostatní pícniny                | 212            | 201                        |
| <b>Pícniny celkem</b>   |                                | <b>1104</b>    | <b>1004</b>                |
| Trávy                   | Jílek                          | 498            | 434                        |
|                         | Kostřava                       | 236            | 205                        |
|                         | Lipnice                        | 185            | 155                        |
|                         | Ostatní trávy                  | 324            | 265                        |
| <b>Trávy celkem</b>     |                                | <b>1243</b>    | <b>1059</b>                |
| Olejniny                | Řepka                          | 674            | 626                        |
|                         | Řepice                         | 58             | 54                         |
|                         | Mák                            | 165            | 162                        |
|                         | Slunečnice                     | 112            | 91                         |
|                         | Ostatní olejniny               | 140            | 130                        |
| <b>Olejniny celkem</b>  |                                | <b>1149</b>    | <b>1063</b>                |
| Květiny                 | <i>Callistephus</i>            | 147            | 90                         |
|                         | <i>Salvia</i>                  | 26             | 24                         |
|                         | <i>Mathiola</i>                | 27             | 27                         |
|                         | <i>Tagetes</i>                 | 48             | 43                         |
|                         | Ostatní květiny                | 315            | 314                        |
| <b>Květiny celkem</b>   |                                | <b>563</b>     | <b>498</b>                 |
| Ostatní                 | Aromatické a léčivky           | 398            | 288                        |
|                         | Len a prádlné rostliny         | 423            | 414                        |
|                         | Řepa                           | 64             | 53                         |
|                         | Plané druhy a ostatní          | 270            | 269                        |
| <b>Sklad GB celkem</b>  |                                | <b>26794</b>   | <b>22614</b>               |

Tab. 3 Podíl uskladněných vzorků v GB podle ústavů

| Kód Ústav                 | Kolekce – počet<br>GZ celkem | GB – počet<br>uskladněných GZ | Podíl usklad.<br>GZ [%] |
|---------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------|
| 01 VÚRV Praha-Ruzyně      | 13971                        | 11726                         | 83,9                    |
| 03 ZVÚ s.r.o. Kroměříž    | 5192                         | 3127                          | 60,2                    |
| 05 AGRITEC s.r.o. Šumperk | 4395                         | 1669                          | 37,9                    |
| 09 VÚRV Olomouc           | 8353                         | 2241                          | 26,8                    |
| 12 VÚOZ Průhonice         | 13                           | 396                           | 87,4                    |
| 13 VÚP s.r.o. Troubsko    | 1808                         | 1319                          | 72,9                    |
| 14 OSEVA s.r.o. VST Zubří | 1840                         | 1059                          | 57,6                    |
| 15 OSEVA s.r.o. VÚO Opava | 1072                         | 974                           | 90,8                    |
| 42 MZLU Lednice           | 216                          | 103                           | 47,7                    |
| <b>Celkem</b>             | <b>36860</b>                 | <b>22614</b>                  | <b>61,4</b>             |

Z celkového množství 36.860 generativně množených vzorků v českých kolekcích je jich 61,4 % uloženo v genové bance a počítá se, že nejpozději do roku 2003 budou takto uchovány všechny semeny množené genetické zdroje.

### Informační systém EVIGEZ

V uplynulém desetiletí pokračoval vývoj informačního systému EVIGEZ a jeho naplňování pasportními a popisnými daty. Jejich struktura byla navržena na základě mezinárodních standardů a splňuje tak požadavky pro mezinárodní výměnu dat. Uživatelský program EVIGEZ byl vyvinut speciálně pro evidenci genetických zdrojů rostlin a byl provozován původně jen ve VÚRV Praha. Od roku 1995 je používán ve všech plodinových ústavech. Data provázející plodinové kolekce jsou jednak uchovávána v řešitelských ústavech a ještě jednou - centrálně - jsou evidována v genové bance. V systému jsou též zahrnuty údaje o semenných vzorcích uložených v genové bance. Výměna dat probíhá v současnosti téměř výhradně elektronickou formou.

Pasportní údaje, které obsahují základní informaci o kolekcích, jsou v současné době na dobré úrovni a jsou součástí většiny mezinárodních databází iniciovaných v rámci činnosti ECP/GR.

Předpokladem pro záznam popisných údajů jsou platné klasifikátory s pevnými pravidly pro hodnocení kolekcí. Během posledních deseti let jich bylo vydáno celkem 10 dle dohodnutých, dříve schválených zásad. Ve spolupráci s řešitelskými pracovišti byly vydány klasifikátory pro následující rody rostlin:

1988: *Lycopersicon* MILL.; *Vitis* L.;

1991: *Beta* L.; *Lens* MILL.; *Phaseolus* L.; x *Triticale* MUNTZ.;

1992: *Armeniaca* P. MILL.; *Cerasus* MILL.; *Helianthus* L.; *Persica* P. MILL.

V roce 1998 je rozpracováno a připravuje se pro tisk v letech 1999-2000 dalších 17 klasifikátorů nebo minimálních sad popisných deskriptorů: *Cicer arietinum*, *Linum*, *Humulus lupulus*, *Lactuca*, *Cucumis*, *Malus*, *Prunus*, *Tulipa*, *Rhododendron*, *Carthamus*, *Trifolium repens*, pícní trávy, *Brassica napus*, *Vitis vinifera*, *Carthamus*, *Armoracia*.

V roce 1998 jsou v informačním systému EVIGEZ evidována pasportní data 43.224 dostupných GZ, přičemž celkový počet dokumentovaných genetických zdrojů bez ohledu na jejich dostupnost je 50.921. Popisná data dle klasifikátorů jsou k dispozici u 10.303 vzorků tj. 23,8%. Podrobnější přehledy jsou v tab. 4 a 5.

Tab. 4 Stav kolekcí a pasportních dat v IS EVIGEZ (stav k 3. 11. 1998)

| Kód           | Ústav                      | Celkem v kolekcích* | Pasportní data        |                         |
|---------------|----------------------------|---------------------|-----------------------|-------------------------|
|               |                            |                     | EVIGEZ celkem záznamů | EVIGEZ dostupné položky |
| 01            | VÚRV Praha-Ruzyně          | 13971               | 16230                 | 13971                   |
| 03            | ZVÚ s.r.o. Kroměříž        | 5192                | 5151                  | 4997                    |
| 05            | AGRITEC s.r.o. Šumperk     | 4395                | 4587                  | 4337                    |
| 07            | VÚB s.r.o. Havlíčkův Brod  | 1548                | 2482                  | 1587                    |
| 08            | CHI s.r.o. Žatec           | 302                 | 298                   | 298                     |
| 09            | VÚRV GB Olomouc            | 10295               | 12122                 | 8923                    |
| 10            | VŠÚOD s.r.o. Holovousy     | 2234                | 2149                  | 2149                    |
| 12            | VÚOZ Průhonice             | 1108                | 1566                  | 1416                    |
| 13            | VÚP s.r.o. Troubsko        | 1808                | 1872                  | 1276                    |
| 14            | OSEVA PRO s.r.o. VST Zubří | 1917                | 1875                  | 1760                    |
| 15            | OSEVA PRO s.r.o. VÚO Opava | 1072                | 1006                  | 989                     |
| 24            | VÚRV VSV Karlštejn         | 264                 | 264                   | 264                     |
| 42            | MZLU Lednice               | 1187                | 1033                  | 971                     |
| 48            | VS s.r.o. Znojmo           | 286                 | 286                   | 286                     |
| <b>Celkem</b> |                            | <b>45579</b>        | <b>50921</b>          | <b>43224</b>            |

\*Data uváděná v "kolekcích" jsou převzata ze závěrečných zpráv 98

V pasportní části je dokumentováno 43.224 genetických zdrojů, což představuje 94,8 % všech vzorků v českých plodinových kolekcích.

V současné době je dokončována presentace pasportních údajů EVIGEZ o rostlinných genetických zdrojích v ČR na Internetu a lze ji najít na následující URL:

[http://genbank/vurv.cz/genetic/resources/](http://genbank.vurv.cz/genetic/resources/).

Tab. 5 Stav popisných dat EVIGEZ a klasifikátorů k 3.11. 1998

| Kód                        | Ústav                      | Popisná data<br>v IS EVIGEZ | Nestandardní<br>forma dat | Rozpracovaný klasifikátor<br>(rod/druh/skupina plodin) |
|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|---------------------------|--------------------------------------------------------|
| 01                         | VÚRV Praha-Ruzyně          | 4451                        |                           |                                                        |
| 03                         | ZVÚ s.r.o. Kroměříž        | 967                         |                           |                                                        |
| 05                         | AGRITEC s.r.o. Šumperk     | 1064                        |                           | <i>Cicer arietinum, Linum</i>                          |
| 07                         | VÚB s.r.o. Havlíčkův Brod  | 1660                        |                           |                                                        |
| 08                         | CHI s.r.o. Žatec           | 0                           | 80                        | <i>Humulus lupulus</i>                                 |
| 09                         | VÚRV GB Olomouc            | 1065                        |                           | <i>Lactuca, Cucumis, Cucurbita</i>                     |
| 10                         | VŠÚOD s.r.o. Holovousy     | 0                           | 456                       | <i>Malus, Prunus</i>                                   |
| 12                         | VÚOZ Pílhonice             | 0                           |                           | <i>Tulipa, Rhododendron</i>                            |
| 13                         | VÚP s.r.o. Troubsko        | 731                         |                           | <i>Carthamus, Trifolium repens</i>                     |
| 14                         | OSEVA PRO s.r.o. VST Zubří | 0                           |                           | Pícní trávy                                            |
| 15                         | OSEVA PRO s.r.o. VÚO Opava | 0                           |                           | <i>Brassica napus</i>                                  |
| 24                         | VÚRV VSV Karlštejn         | 112                         |                           | <i>Vitis</i>                                           |
| 42                         | MZLU Lednice               | 141                         |                           | <i>Carthamus, Armoracia</i>                            |
| 48                         | VS s.r.o. Znojmo           | 112                         |                           |                                                        |
| <b>Celkem</b>              |                            | <b>10303</b>                | <b>536</b>                |                                                        |
| <b>Celkem v % všech GZ</b> |                            | <b>23,8</b>                 | <b>1,2</b>                |                                                        |

Množství zaznamenaných popisných dat je samozřejmě mnohem větší, data však existují ve formě polních zápisníků nebo výročních a závěrečných zpráv, tj. nejsou dosud v elektronické formě. Data nestandardního typu jsou v elektronické formě, která zatím není zcela kompatibilní s IS EVIGEZ.

Od roku 1996 z pověření ECP/GR koordinuje genová banka ve VÚRV Praha – Ruzyně společně s francouzským ústavem GEVES Surgères - Le Magneraud Evropskou databázi pšenice (EWDB). V roce 1998 bylo podchyceno již 118 tisíc dat, tj. údajů o 50% všech evropských kolekcí pšenice. Databáze je dostupná v on-line režimu na Internetu na serveru VÚRV na adrese: <http://genbank/vurv.cz/ewdb/>. Kolekce pšenice ČR, která zahrnuje v současnosti 9421 vzorků, je rovněž součástí EWDB.

Řešitelé kolekcí GZ, které jsou hodnoceny v genové bance, spolupracují s různými zahraničními organizacemi při hodnocení společných pokusů.

## Závěr

Uchování, dokumentace a hodnocení genetických zdrojů rostlin se v období 1988-1998 v genové bance ve VÚRV Praha – Ruzyně intenzivně rozvíjely. Bylo posíleno koordináční působení genové banky především v oblastech dokumentace, uchování generativně množených vzorků v genové bance a standardizace systému hodnocení GZ. V současné době jsou v informačním systému EVIGEZ soustředěna pasportní data pro veškeré GZ rostlin v ČR (kromě pracovních kolekcí) a popisná data pro 23,8 % vzorků. Ve skladu genové banky je v podmínkách regulované teploty uloženo 61,4 % vzorků semen

generativně množených GZ rostlin. Průběžně bylo zdokonalováno technické vybavení a metodické postupy pro jejich dlouhodobé uchování. Významně se rozvinula mezinárodní spolupráce v oblasti výměny informací a vzorků a při společných hodnoceních vybraných vzorků.

## Summary

Study and maintenance of plant genetic resources (PGR) were increased to a higher level in former Czechoslovakia in 1988, when construction of the gene bank was completed. Adoption of the “National Programme of Conservation and Utilisation of Plant Genetic Resources” then enabled more effective co-ordination of activities on plant genetic resources in the Czech Republic. In the Gene Bank with the total capacity 100 000 accessions, there were stored seed samples of 22,614 accessions (in 32,397 containers), that is 61.4 % generatively propagated PGR up to the end of 1998. For the GR evaluation purposes, there were published 10 new descriptor lists and the next 17 of 43,244 accessions and for 10,303 of them characterization and evaluation data are available. The collections have been enlarged by prospective crop species (including related wild species) and their evaluation has been carried out. Substantial collecting missions have been realised. At present, 45,579 accessions of PGR are gathered in 14 responsible institutions in the Czech Republic.

## Key words

plant genetic resources, gene bank, long-term storage, documentation, co-ordination

## Souhrnné publikace oddělení genové banky

BAREŠ, I., DOTLAČIL, L., STEHNO, Z., FABEROVÁ, I., VLASÁK, M.: Původní a povolené odrůdy pšenice v Československu v letech 1918-1992: Original and Registered Cultivars of Wheat in Czechoslovakia in the Years 1918 - 1992. VÚRV Praha-Ruzyně. „Genetické zdroje 65“, 1995, 305 s.

ČURIOVÁ, S. et al.: Československá genová banka kulturních rostlin (Uživatelská příručka), VÚRV Praha-Ruzyně, Genetické zdroje 46, 1989, 29 s., přílohy

DOTLAČIL, L. and ŠTOLC, K. J. (Eds): National Programme on Plant Genetic Resources - Conservation and Utilization in the Czech Republic. VÚRV Praha-Ruzyně, „Genetické zdroje 71“, 1998, 78 s.

FABEROVÁ, I., HOLUBEC, V. (Eds) .: Katalog genetických zdrojů v českých a slovenských plodinových kolekcích - díl II. Ostatní plodiny (mimo obilnin), Catalogue of Crop Genetic Resources in Czech and Slovak Collections – Other Crops (Except Cereals), Vol. II, VÚRV Praha-Ruzyně, „Genetické zdroje 64“, 1995, 418 s.

HOLUBEC, V., FABEROVÁ, I. (Eds) .: Katalog genetických zdrojů obilnin v českých a slovenských kolekcích - díl I., Catalogue of Genetic Resources of Cereals in Czech and Slovak Collections, VÚRV Praha - Ruzyně, „Genetické zdroje 60“, 1993, 355 s.

MARTYNOV, S.P., DOBROTVORSKAJA, T.V., STEHNO, Z., DOTLAČIL, L.,  
FABEROVÁ, I., HOLUBEC, V.: Catalogue Genealogy a Gene Alleles Identified in  
31.000 Cultivars and Lines of Wheat. VÚRV Praha-Ruzyně, 1992, Vol. I, II, 1311s.

-----: Appendices - Pedigree and Gene Alleles of Wheat. VÚRV Praha-Ruzyně,  
1996, 141 s.

-----: Catalogue - Genealogies and Gene Alleles of Wheat, 15.000 Cultivars and  
Lines, VÚRV Praha-Ruzyně, 1996, Vol. III. 799 s.

ROGALEWICZ, V. et al. (Eds): Katalog genetických zdrojů kulturních rostlin domácího  
původu v československých kolekcích. VÚRV Praha-Ruzyně, „Genetické zdroje  
42“, 1989, 94 s.

ROČENKA RADY GZ: Genetické zdroje rostlin - Plant Genetic Resources 1991,  
1992, 1993-94, 1995, 1996, 1997-98 (v tisku). Vydává se ve spolupráci s Českou  
a Slovenskou radou pro genetické zdroje rostlin, Zemědělská universita Nitra  
(redakce Doc. Ing. J. Brindza, CSc.)



# METODY KONZERVACE GENETICKÝCH ZDROJŮ ROSTLIN A MOŽNOSTI JEJICH VYUŽITÍ

## METHODS OF PLANT GENETIC RESOURCES CONSERVATION AND THEIR APPLICATION

Ladislav Dotlačil

*Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha 6 – Ruzyně*

### Souhrn

Konzervace genetických zdrojů rostlin pro jejich nynější i budoucí využití je základní činností, která musí být zajišťována v celosvětovém měřítku a při uplatnění široké mezinárodní spolupráce. Ve světových kolekcích je shromážděn obrovský rozsah genetické diverzity a její konzervace (včetně nezbytné regenerace) je nejnákladnější a časově nejnáročnější součástí práce s genofondem rostlin. Výběr efektivní strategie a vhodné konzervační technologie (s ohledem na druhové zvláštnosti uchovávaných vzorků a cíle konzervace) může významně přispět k:

- zamezení ztrátám genetických zdrojů a jejich ochraně před genetickou erózí
- zvýšení kvality materiálů uchovávaných v genových bankách, zlepšení jejich dostupnosti a využitelnosti pro šlechtitele
- úsporám kapacit a prostředků, které mohou být použity např. pro lepší hodnocení a využívání genetických zdrojů

K naplnění výše uvedených cílů může významně přispět další výzkum a vývoj vhodných metod konzervace (např. kryoprezervace, využití metody ultra-suchých semen, další vývoj metod „*in vitro*“ konzervace, uchování pylu, knihovny DNK a další metody).

Metody konzervace „*ex situ*“ a „*in situ*“ jsou komplementární a navzájem nezastupitelné. V případě „*in situ*“ konzervace pokračuje evoluce uchovávaných genetických zdrojů a biodiverzity ekosystémů. Tyto metody umožňují dynamické uchování široké genetické variability materiálů. Zvláštním případem takové konzervace je „on farm“ konzervace, která umožňuje dynamické uchování vybraných heterogenních materiálů (např. krajových odrůd, málo využívaných plodin, nových kulturních druhů apod.) v agroekosystému. Součástí takového přístupu je uplatnění místních znalostí a zkušeností zemědělců.

### Klíčová slova

biodiverzita, genetické zdroje, konzervace, metody

### Úvod

Konzervace a využívání biodiverzity je základním předpokladem setrvalého rozvoje, který na globální úrovni definovala Konference o biodiverzitě (UNCED, 1992) a ke kterému se podpisem „Dohody o biodiverzitě“ připojila naprostá většina států, v roce 1994 svůj podpis připojila i Česká republika. V Agendě 21 výše uvedené dohody jsou konkrétně vyjádřeny i závazky signatářských států při ochraně a využívání genofondů. Signatářské státy jsou zavázány uchovat genofondy shromážděné na jejich území, mj. finančně, institucionálně a legislativně zabezpečit konzervaci, studium a využití genetických zdrojů. Zajištěna by měla

být i dostupnost genetických zdrojů pro domácí i zahraniční uživatele. Základním principem „Dohody o biodiverzitě“ je přitom odpovědnost každého státu za vlastní genetické zdroje a národní suverenity nad těmito genetickými zdroji. Princip národní suverenity není zcela v souladu s dosud platnou rezolucí FAO 8/83 „International Undertaking on Plant Genetic Resources“, která vychází z principu genofondů jako společného dědictví lidstva. Aktualizaci „International Undertaking...“ ve smyslu přijatých zásad „Dohody o biodiverzitě“ bylo pověřeno FAO a probíhají intenzivní mezinárodní jednání.

Celosvětovou koordinací úsilí při uchování a využívání biodiverzity v zemědělství bylo pověřeno FAO, které při plnění tohoto úkolu úzce spolupracuje s IPGRI. Jako společná globální platforma pro toto úsilí byl zpracován „Global Plan of Action“ (FAO, 1996), který mj. vymezuje strategii, standardy a metody konzervace genetických zdrojů i mechanismy mezinárodní spolupráce na tomto úseku. Definuje rovněž okruh genofondů, který je předmětem a cílem tohoto úsilí jako rostlinné genetické zdroje pro potraviny a zemědělství (Plant Genetic Resources for Food and Agriculture - PGRFA). Tyto genetické zdroje zahrnují diverzitu genetických materiálů obsaženou v krajových, starých i moderních odrůdách a planých příbuzných druzích rostlin, ale i v planých druzích, jež mohou být nyní či v budoucnosti pro výrobu potravin a zemědělství využity.

Odhaduje se, že mezi více než 250 tisíci druhů vyšších rostlin lze asi 30 tisíc druhů označit jako jedlé ale pouze asi 7 tisíc druhů patří mezi kulturní, či bylo sbíráno jako potrava. Potravinová bezpečnost lidstva je přitom z více než 95% závislá na 30 hlavních plodinách. V rámci několika tisíc druhů kulturních rostlin však vznikla v průběhu jejich pěstování mimořádná genetická variabilita, nyní shromážděná ve světových genofondech, které podle odhadů zahrnují 4 až 4,5 milionu genetických zdrojů. Značnou část z tohoto počtu (podle odhadů až 50%) však tvoří duplicity - stejné genetické zdroje uchovávané ve více kolekcích. Identifikace duplicit a mezinárodní dělba práce představují proto významnou rezervu v efektivnosti konzervace genofondů a možnost úspor značných prostředků, které by bylo možné věnovat na prohloubení jiných úseků práce s genofondy. V každém případě však konzervace genofondů je a bude rozsáhlým pracovním i finančně velmi náročným úkolem, avšak úkolem základním a rozhodujícím. Každé zlepšení strategie konzervace, metod a vědeckého řízení dlouhodobého uchování genofondů je proto velmi významným přínosem pro práci s genofondy a cestou k nalezení finančních a pracovních rezerv, kterých lze využít pro celkové zlepšení a prohloubení práce s genofondy. To se týká nejen úspor nákladů na vlastní konzervaci, ale i nákladů na časté regenerace kolekcí (spojené navíc s rizikem technických chyb, genetického poškození či ztráty vzorků). Na druhé straně volba vhodné metody konzervace určuje kvalitu genetického zdroje kterou bude mít k dispozici budoucí uživatel.

Cílem konzervace genetických zdrojů rostlin (GZ) je dlouhodobé a bezpečné uchování dostatečného množství semen, rostlin či jejich částí, které zaručují zachování genetického základu daného genetického zdroje pro budoucí potřebu. Tento cíl může být charakterizován původním (výchozím) stavem genetického zdroje, tedy zejména jeho genetickou identitou v průběhu konzervace, nebo může být chápán dynamicky, ve smyslu evoluce ve vztahu k vnějšímu prostředí („*in situ*“ konzervace). V průběhu konzervace by měla existovat možnost efektivního monitorování stavu uchovávaných materiálů tak, aby v případě ohrožení bylo možné přijmout co nejrychlejší a účinná opatření pro záchranu ohrožených vzorků. Zabezpečení konzervace GZ by mělo probíhat co nejefektivněji, to je s maximálním ohledem na biologické zvláštnosti jednotlivých druhů rostlin i kategorií GZ (plané druhy, krajové odrůdy, šlechtěné odrůdy), ale i s ohledem na význam (důležitost) uchovávaných GZ a náklady (pracovní, materiálové, ale i případné investice) nezbytné pro bezpečnou konzervaci. Konečně součástí úvah o cílech a nejvhodnějších metodách konzervace musí být i cíl a účel proč je ten který soubor GZ uchováván (např. pro využití jako součást aktivní kolekce,

základní kolekce či bezpečnostní duplikace kolekce). Posuzována musí být rovněž odolnost konzervovaných materiálů vnějším předvídatelným i nepředvídatelným rizikům, reálná kapacita konzervace, časové limity pro přípravu vzorků ke konzervaci a pod. Způsob a parametry konzervace GZ by měly samozřejmě garantovat nejen uchování vytčených biologických a fyzikálních parametrů v průběhu konzervace vzorků GZ (biologická hodnota vzorku, minimální množství semen či jedinců ve vzorku, fyzikální charakteristiky jako je např. obsah vody a pod.), ale rovněž možnost úspěšné regenerace vzorku. Možnost regenerace uloženého vzorku s dostatečným stupněm úspěšnosti a bez negativních důsledků (zejména genetických změn u regenerantů) může být limitujícím faktorem praktického využívání některých jinak velmi efektivních metod konzervace (např. kryoprezervace, popř. „*in vitro*“ konzervace či hlubokého vysoušení semen).

## Metody konzervace

Při konzervaci genetických zdrojů rostlin lze obecně rozlišit dva základní přístupy: „*Ex situ*“ konzervace se zpravidla využívá u hospodářsky významných druhů rostlin. Často jde o záchranu populací či linií (klonů), ohrožených fyzickou destrukcí, vymizením (např. náhrada krajových a starších šlechtěných odrůd odrůdami moderními) či genetickým poškozením (FAO, 1996). „*Ex situ*“ kolekce mohou také sloužit pro plynulé zabezpečení dodávky reprodukčního materiálu buď prostřednictvím genové banky či jiného zařízení v oblasti kde má být genetický materiál využit. Pro „*in situ*“ konzervaci je charakteristické uchování určité populace (druhu) v podmínkách jeho přirozeného výskytu. „*In situ*“ konzervace tedy vyžaduje konzervaci celého ekosystému jehož je populace (druh) součástí.

Pouze uchováním integrity daného ekosystému mohou být respektovány požadavky cílového druhu, které navíc nemusí být dostatečně známy. Jako zvláštní případ postupů „*in situ*“ konzervace je považována „on farm“ konzervace. Při uchování genetických zdrojů „on farm“ je předpokladem uchování odpovídajícího agroekosystému a existence kvalifikovaného lidského subjektu. „*In situ*“ konzervace má zvláštní význam u těch druhů, které nemohou být pěstovány a /nebo regenerovány mimo své původní lokality. Tato konzervace může být výhodná např. i u druhů s rekalcitrantními semeny, či u vegetativně rozmnožovaných druhů. Zpravidla je však dosud uplatnění metod „*in situ*“ konzervace u těchto skupin zemědělsky využívaných rostlin malé.

Specifickou úlohu při konzervaci genofondů mohou sehrát i botanické zahrady. Významnou roli budou mít „knihovny“ DNK či jejich sekvencí, kde bude možné uchovat úplnou genetickou informaci o jednotlivých druzích.

## Technologie a metody „*ex situ*“ konzervace

Volbu a dostupnost metod využívaných pro konzervaci genofondů „*ex situ*“ podmiňuje řada faktorů. Určující je např. důvod (cíl), proč genetické zdroje uchováváme. Tak u základních kolekcí, které mají za cíl zachovat GZ po co nejdelší dobu bez potřeby regenerace (pro potřeby budoucích generací), bude vhodné volit jinou metodu, či jiné parametry skladování, než např. pro skladování aktivní či dokonce pracovní kolekce, určené pro využití v blízké budoucnosti.

Důležitá je rovněž reakce jednotlivých druhů rostlin a jejich různých částí na různé způsoby konzervace. Semena jsou zpravidla nejvhodnější částí rostliny pro její uchování. Existuje však řada druhů, zejména tropických a subtropických, jejichž semena nesnášejí vysušení a skladování při nízkých teplotách (poškození mrazem). Tato tzv. rekalcitrantní

semena lze zpravidla skladovat pouze týdny až měsíce a pro uchování GZ je nezbytné využít např. konzervace v kultuře „*in vitro*“, popř. „*in situ*“ konzervace. Tzv. ortodoxní semena lze naopak vysoušet a následně uchovávat při nízkých teplotách, což je základní metoda užívaná ve většině genových bank, zejména pro svou jednoduchost, účinnost, nízké náklady a využitelnost u značné části kolekcí. Existuje však řada rostlinných druhů jejichž semena mají přechodný charakter a obecně lze říci, že i dlouhodobá skladovatelnost semen a jejich fyziologické chování v průběhu skladování jsou druhově (někdy i odrůdově) specifické a je proto nezbytné postupovat diferencovaně. U mnoha druhů je nutné či účelné volit jiné metody konzervace. Z nich nejběžnější a nejjednodušší je konzervace v polních kolekcích (polních genových bankách), její nevýhodou je však značná pracnost, náročnost na pěstitelské plochy, vysoké náklady a poměrně vysoká míra rizik (počasí, půdní vlivy, choroby a škůdci, lidský faktor). Řešením, alespoň pro některé druhy, je uchování částí rostlin v podmínkách „*in vitro*“ při velmi zpomaleném růstu. Nejde zde však o dlouhodobou konzervaci v pravém slova smyslu, neboť po období zpravidla několika měsíců až let (uvažuje se s maximální dobou 1 až 4 roky) je nezbytné přemnožení materiálů. Jde tedy v podstatě o série mikropropagací genetických zdrojů, vyžadujících stále značnou pracnost a vykazujících určitou míru rizik (ztráta životnosti, subjektivní chyba, genetické změny). Značně univerzálním řešením by mohla být kryokonzervace (semen, částí rostlin, tkáňových kultur), kde doba skladování v podstatě není limitujícím faktorem. Velmi náročné je však zvládnutí převodu částí rostlin a rostlinných tkání do zkapalněného dusíku a jejich zpětná revitalizace. Využití této metody lze proto označit za rutinní pouze u ortodoxních semen kde nejsou problémy a metoda je využívána pro konzervaci základních kolekcí semenných druhů např. v národních genových bankách USA a Kanady. Perspektivní se zdá být využití některých relativně nových metod konzervace GZ (např. skladování ultrasuchých semen, skladování pylu) a zcela nové možnosti přináší konzervace DNK či jejích sekvencí v genových knihovnách.

V tab. 1. je provedeno jednoduché srovnání dosud užívaných a perspektivních metod konzervace genetických zdrojů rostlin „*ex situ*“, s ohledem na jejich využitelnost, dosahované parametry a náklady. Tabulka vychází z podobného třídění publikovaného FAO (1996), které je doplněno a rozšířeno.

| Technologie skladování                                                               | Uchovávaný materiál                                       | Náklady na technické vybavení        | Náklady na konzervaci I GZ | Předpokládaný rozsah využití (počty R GZ) | Riziko poškození GZ během skladování | Cíle, pro které lze technologii nejlépe využít                     | Poznámka                                                                           |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| Vysušená semena (3 – 7 % vlhkosti) při nízké teplotě (až -18 °C)                     | Ortodoxní semena                                          | Relativně nízké                      | Nízké                      | Masové využití                            | Relativně nízká                      | Konzervace základních aktivních (popř. pracovních) kolekcí         | Nejrozšířenější metoda                                                             |
| Ultrasychná semena (pod 3 % vlhkosti) při pokojové teplotě (popř. nízkých teplotách) | Ortodoxní semena                                          | Relativně nízké                      | Nízké                      | Omezený                                   | Vyšší                                | Střednědobá až dlouhodobá konzervace vybraných druhů               | Výzývá další výzkum                                                                |
| Kultivace rostlin v polních genových bankách                                         | Vegetativně množené druhy či druhy s neortodoxními semeny | Nízké                                | Vysoké                     | Začíná                                    | Vysoká                               | Střednědobé a krátkodobé uchování základních a aktivních kolekcí   | Je snaha tuto metodu doplnit či nahradit jinými                                    |
| Zpomalený růst v séních „in vitro“ množení                                           | Vegetativně množené druhy či druhy s neortodoxními semeny | Relativně vysoké                     | Střední                    | Omezený                                   | Relativně vysoká                     | Střednědobá konzervace, aktivní kolekcí (základní kolekce)         | Částá kombinace s jinými metodami                                                  |
| Kryoprezervace při -196 °C v kapalném dusíku                                         | Semena, pyl, tkáň, buňky embryo                           | Vysoká                               | Střední                    | Začíná                                    | Nízká (perspektivně)                 | Dlouhodobá konzervace                                              | Nutný další výzkum a ověřování                                                     |
| Vysušená a zmrazená semena a tkáň                                                    | Semena a tkáň rostlin                                     | Vysoká                               | Střední ?                  | Omezený                                   | Svíše nízká                          | Střednědobá až dlouhodobá konzervace (specificky dle druhů)        | Metoda ve fázi výzkumu u                                                           |
| Konzervace pylu                                                                      | Pylová zrna                                               | Nízké (není-li užita kryokonzervace) | Nízké                      | Začíná                                    | Nízká                                | Krátkodobé až dlouhodobé uchování, avšak pouze genomu              | Dosud uplatněn spíše u šlechtitelů                                                 |
| Krůňový DNA                                                                          | DNA (její sekvence)                                       | Vysoké                               | Nej relevantní             | Perspektivně masové využití               | Nízká                                | Univerzální dlouhodobé využití. Patentování.                       | Nerší uchování biodiverzity                                                        |
| Botanické zahrady                                                                    | Rostliny, semena                                          | Různé                                | Různé                      | Začíná                                    | Různá                                | Studium a uchování mezidruhové diverzity (z části i vnitrodruhové) | Konzervace GZ zemědělských plodin a práce botanických zahrad se navzájem doplňují. |

Skladování semen v konvenčních genových bankách je dosud zdaleka nejběžnější metodou konzervace rostlinných druhů které vytvářejí rekalcitrantní semena a tímto způsobem je také dosud uchovávána podstatná část světových genofondů kulturních rostlin. Konzervace je dosahováno vysušením semen a jejich uložením při nízké teplotě, maximální účinnosti lze dosáhnout kombinací obou těchto faktorů diferencovaně pro jednotlivé druhy či skupiny druhů.

V roce 1994 byla publikována příručka pro genové banky, kde jsou uvedeny standardy a doporučení pro konzervaci jednotlivých druhů (stav semen, velikost vzorku, teplota, vlhkost, monitorování životnosti, podmínky regenerace atd.) v základní a aktivní kolekci (FAO, IPGRI, 1994).

Konzervace v polních kolekcích se týká zejména rostlin které nevytvářejí životaschopná semena, druhů s rekalcitrantními semeny či genetických zdrojů u nichž je nezbytné zachovat jejich genetický základ klonováním. Často jde o vytrvalé druhy (např. ovocné dřeviny), či druhy vyžadující každoroční regeneraci (např. cibuloviny). Vedle konzervace GZ může být polní kolekce využívána též pro potřeby studia genofondů a jako pracovní kolekce. I když konzervace v polních kolekcích je značně riziková a jde o uchování spíše krátkodobé až střednědobé, pro některé polodiny se jen obtížně hledá alternativa. Často se proto doporučuje, tam kde je to možné, vytvořit bezpečnostní duplikaci v „*in vitro*“ kultuře. Polní kolekce však nicméně jsou nejrozšířenější formou konzervace vegetativně množených (a zejména vytrvalých) plodin.

Konzervace v „*in vitro*“ kulturách využívá zpomaleného růstu tkání, rostlinek či jejich částí na vhodných médiích a při určitých podmínkách. „*In vitro*“ kultury mohou být konzervovány rovněž v tekutém dusíku – kryoprezervace je proto např. podle některých publikací FAO posuzována jako varianta „*in vitro*“ konzervace.

Metodami zpomaleného růstu lze podle dosavadních zkušeností dosáhnout prodloužení doby mezi nezbytnými regeneracemi na několik málo let. Výhodou je, že materiály jsou uchovávány ve sterilním a kontrolovaném prostředí a je možné rychlé množení a distribuce vzorků. Pro řadu druhů není však dosud technologický postup dostatečně rozpracován (k dispozici je pro asi tisíc druhů). Metodu nelze také považovat za rozšířenou neboť podle údajů z roku 1994 (FAO, 1996) bylo takto uchováváno „pouze“ 38 tisíc vzorků. Často se metoda zpomaleného růstu doporučuje jako doplňková pro polní kolekce.

Slibnou metodou konzervace vegetativně množených druhů by mohla být výroba a uchování „syntetických semen“ obsahujících vzrůstné vrcholy či somatická embrya zapouzďená ve speciálních kapslích. Tento postup přinesl prvé výsledky u vojtěšky a je rozpracováván u řady dalších druhů.

Kryoprezervaci se nazývá uchování rostlinného materiálu při teplotě tekutého dusíku (-196°C) či jeho par. Při této teplotě jsou veškeré procesy v buňkách prakticky zastaveny a biologický materiál lze proto uchovat po velmi dlouhou dobu. Tato metoda má význam především pro konzervaci vegetativně rozmnožovaných druhů u kterých lze rostliny z uchovávaných tkání dobře regenerovat. Lze ji bez problémů využívat i pro dlouhodobé uchování ortodoxních semen. Výhodou je malá náročnost na prostor a údržbu, dokonalá ochrana vzorků před negativními vlivy a předpokládané relativně nízké provozní náklady. Širší praktické zavedení této metody však vyžaduje další výzkum.

Konzervace ultra-suchých ortodoxních semen se zdá být vhodnou a levnější alternativou k dosavadním běžným technologiím semenných genových bank, vhodnou např. pro rozvojové země (menší závislost konzervace na dodávkách elektrické energie). Studie z

posledních 15 let totiž dokazují, že semena řady druhů vysušená na velmi nízký obsah vody (1 - 2%) a uchovávaná v parotěsném obalu mohou být skladována po velmi dlouhou dobu i při vyšších teplotách. To má význam zejména pro provoz genových bank v tropech, kde chlazení velkých prostor při vysoké teplotě prostředí je technicky a energeticky značně náročné. Tuto metodu nelze na druhé straně využít pro všechny druhy a druhově specifická je i nejnižší hranice vysoušení, kterou lze ještě bez poškození semen použít. Současně bude nezbytné experimentálně zjistit způsoby vysoušení, nejvhodnější pro jednotlivé druhy. Efektivní využití této slibné metody bude proto ještě vyžadovat intenzivní výzkumnou práci.

Uchování pylu již není považováno za plnohodnotnou metodu konzervace biodiverzity, neboť umožňuje pouze uchování jaderné genetické výbavy buňky a to v haploidním stavu. Na druhé straně je konzervace pylu velmi efektivní (malé nároky na prostor, vyloučení problémů se zdravotním stavem) a mohla by znamenat významnou pomoc zejména při konzervaci generativně množených druhů s rekalcitrantními semeny.

V současné době využívají konzervaci pylu spíše šlechtitelé, genové banky se touto konzervací zabývají spíše výjimečně. Pro praktickou konzervaci GZ rostlin bude nezbytné vyřešit řadu problémů (např. problém eliminace genů přenášených mateřskou rostlinou, reprezentativnost odběrů vzorků pylu, posouzení komparativních výhod metody, postupy a strategie pro regeneraci a využití pylových vzorků a pod.).

Nové možnosti uchování genetické informace a zejména jejího využívání přináší metody konzervace DNK či sekvencí DNK a vytváření tzv. knihoven DNK či knihoven genů. Tyto metody umožňují konzervaci veškeré genetické informace genomu druhu - což však na druhé straně není totéž co celková genetická diverzita druhu. Využití těchto metod má proto svá omezení. Konzervaci DNK nelze např. uchovat variantní sestavy genů a není možný přímý výběr donorů hospodářských znaků podle fenotypu. Praktické využití genů bude možné pouze prostřednictvím metod genového inženýrství, nikoliv konvenčními šlechtitelskými postupy. Při současné úrovni technologií to znamená omezení na znaky podmíněvané jednotlivým genem. Budování knihoven DNK bude značně časově náročné a každá knihovna bude fakticky reprezentovat jeden vzorek..

Přínos knihoven lze proto očekávat zejména v izolaci a využívání jednotlivých genů, nikoliv v poskytnutí alternativních možností pro konzervaci GZ. Problémem by v tomto případě bylo i patentování genů. Konzervaci GZ a budování knihoven DNK je potřebné chápat jako komplementární, kdy vybrané a definované genotypy jsou, na základě studia genofondů, výchozím materiálem pro izolaci genů.

Podle statistik existuje v celosvětovém měřítku přes 1,5 tisíce botanických zahrad, z nichž naprostá většina (přes 80%) uchovává „*ex situ*“ kolekce, ať již v přírodních či skleníkových podmínkách. Zbývajících 20% botanických zahrad uchovává kolekce semen ve střednědobých až dlouhodobých skladovacích podmínkách a pouze několik využívá i dalších metod ( „*in vitro*“ konzervace, kryokonzervace). Většina botanických zahrad také spatřuje své poslání v uchování mezidruhové diverzity, konzervace vnitrodruhové diverzity je zpravidla značně omezená, neboť se uchovává pouze několik jedinců každého druhu (nejčastěji 1- až 5 vzorků reprezentujících druh). Spolupráce botanických zahrad a institucí zabezpečujících konzervaci genofundu kulturních rostlin je však dosud nedostatečně využívána oběma stranami a mohla by sehrát významnou úlohu např. při konzervaci a hodnocení planých příbuzných druhů.

## Metody „*in situ*“ konzervace

Tento způsob konzervace GZ byl dosud využíván především pro konzervaci plané flóry a mezidruhovú diverzity. Tato konzervace se realizuje obvykle na úrovni ekosystémů či více druhů a není zaměřena na uchování vnitrodruhovú genetické diverzity a na kulturní druhy rostlin.

„*In situ*“ konzervace GZ má řadu výhod. Umožňuje konzervaci velmi širokého spektra GZ daného druhu a tedy i škály potenciálně cenných alel v ekosystému, kde pokračuje přirozená evoluce. V jednom ekosystému (chráněné lokalitě) mohou být konzervovány genofondy několika druhů, chráněny jsou i přidružené druhy, které ač nemusí mít vlastní ekonomickou hodnotu, mohou přispívat k funkčnosti a dlouhodobé produktivitě ekosystémů. Jsou rovněž vytvořeny předpoklady pro výzkum druhů v podmínkách přirozeného výskytu.

Proces „*in situ*“ konzervace druhů a ekosystémů by měl navazovat na shromáždění a syntézu taxonomických, geografických a ekologických informací. V zájmové oblasti by měl být zjištěn typ GZ a jejich výskyt, mj. pro stanovení priorit pro sběry a konzervaci. Jedním z prvních kroků by mělo být zjištění stavu cílového druhu (populace) v oblasti konzervace, popř. určení faktorů ohrožujících přežití druhu. U ohrožených druhů je dále důležité zjistit minimální rozsah populace umožňující přežití a připravit plán nápravných opatření, včetně legislativních.

## „*On farm*“ konzervace

Je metodou umožňující zejména dynamické pojetí konzervace krajových a tradičních odrůd zemědělských plodin a v mnoha aspektech se liší od „*in situ*“ konzervace plané flóry. Krajová odrůda byla zpravidla šlechtěna tak, aby byla adaptována na prostředí, ve kterém je pěstována a aby vyhovovala potřebám zemědělce. Krajové odrůdy lze považovat za produkt prostředí a průběžné selekce prováděné zemědělci. Při „*on farm*“ konzervaci je cílem zachovat kontinuitu obou těchto vlivů na uchovávané materiály a zajistit tak jejich další dynamický vývoj. Součástí takovéto konzervace proto musí být i využití tradičních znalostí a zkušeností. Těchto cílů lze dosáhnout zejména při konzervaci ve specifických prostředích, je o ni však zájem i v moderním zemědělství, kde má místo zejména u těch plodin, jímž není věnována intenzivní pozornost.

Širší uplatnění „*on farm*“ konzervace bude zřejmě vyžadovat systém podpory farmářům, kteří dynamickou konzervaci genetické diverzity zajišťují. Tento systém by měl vycházet z regionálních institucí a organizací a měl by zahrnovat i zachování místních tradic, znalostí a zkušeností a jejich popularizaci.

Je zřejmé, že s praktickým využíváním „*on farm*“ konzervace v podmínkách intenzivního zemědělství lze počítat pouze u malé části vybraných genetických zdrojů (krajové odrůdy, málo využívané druhy s výraznou vnitrodruhovú diverzitou). Nezbytné bude vytvoření vhodných mechanismů na podporu konzervace biodiverzity.

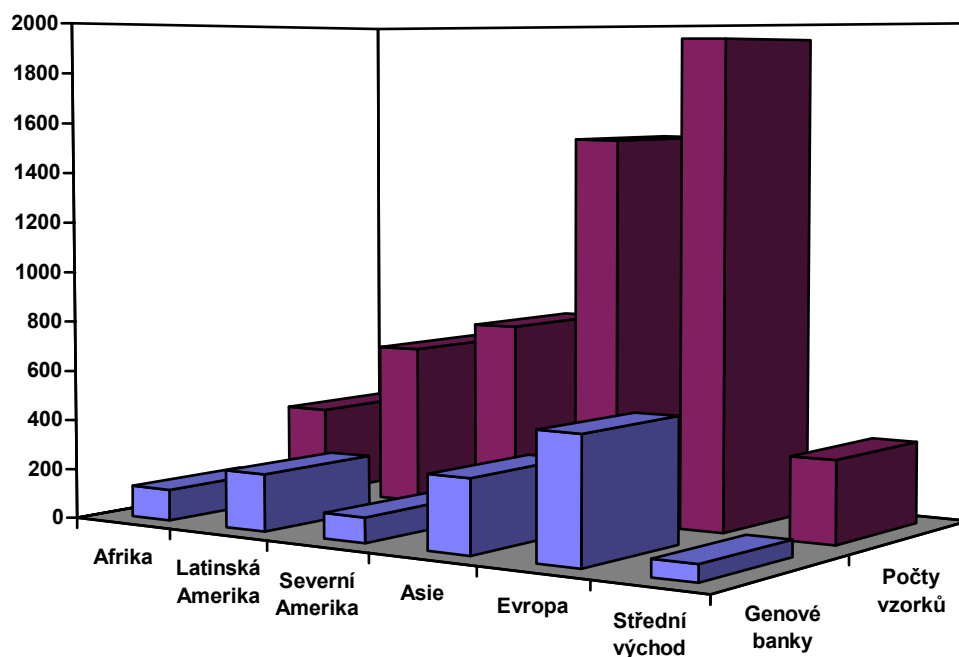
Naprostá většina rostlinných genetických zdrojů je v současné době konzervována metodami „*ex situ*“. „*In situ*“ konzervace je dosud využívána především pro ochranu ohrožených planých druhů rostlin, její využití u kulturních rostlin a planých příbuzných druhů je dosud značně omezené. Obě tyto základní metody jsou přitom nezastupitelné a navzájem se doplňují. Global Plan of Action, připravený FAO (1966) a široce akceptovaný odbornou veřejností ve všech zemích proto klade důraz na rozšíření a intenzivnější uplatňování „*in situ*“ konzervace.

Přesnější odhady počtů konzervovaných vzorků genetických zdrojů jsou dosud k dispozici pouze pro genofondy uchovávané „*ex situ*“. Vzhledem k naprosté převaze „*ex situ*“ kolekcí však jde o čísla, od nichž by se asi souhrnné údaje pro oba typy konzervace příliš



nelišily. Podle šetření FAO (1966) je ve světě v „*ex situ*“ kolekcích uchováváno asi 5,6 milionu vzorků genetických zdrojů (značná část z tohoto množství jsou ovšem duplikace stejných genetických zdrojů ve více kolekcích). Na konzervaci těchto kolekcí se podílí přes 1,3 tisíce genových bank ve všech částech světa. Podíl jednotlivých světových regionů na tomto globálním úsilí charakterizuje graf 1.

Graf 1. Počty genových bank a vzorků genetických zdrojů (v tisících) ve světových regionech



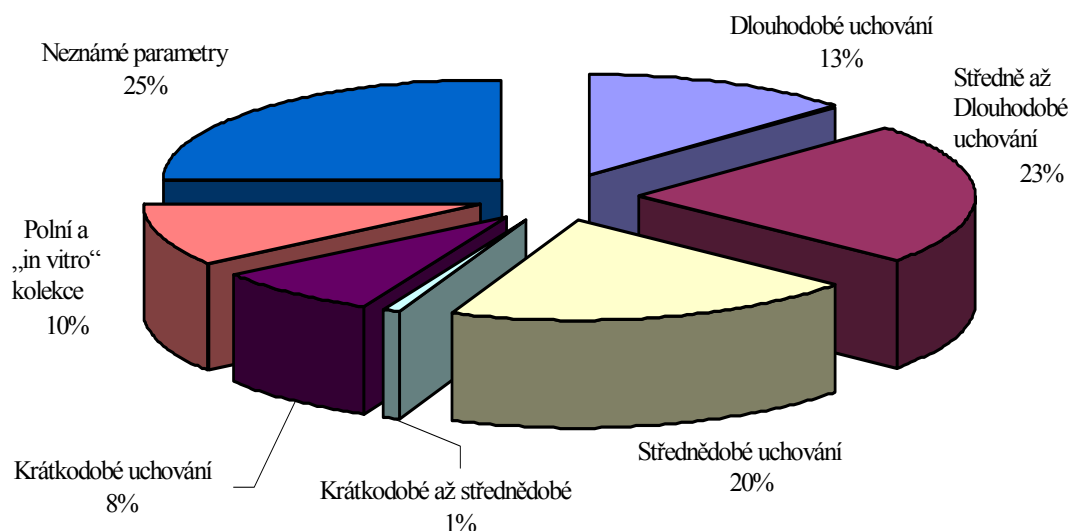
V roce 1996 mělo 75 států k dispozici technologie (vybavení genových bank) vhodné pro střednědobé až dlouhodobé uchování genofondů. Pouze 35 států však mělo dostačující vybavení pro dlouhodobou konzervaci, které by vyhovovalo následujícím požadovaným kritériím:

1. dodržení mezinárodních standardů pro dlouhodobé skladování
2. existence technických zařízení s postačujícími parametry a skladovací kapacitou a se zajištěním bezpečné dodávky elektřiny
3. zajištění bezpečnostní duplikace a regenerace kolekcí

Dalších 56 států má k dispozici pouze zařízení pro krátkodobou až střednědobou konzervaci. Polní kolekce (genové banky) jsou vedeny ve 103 zemích a 63 států má k dispozici kapacity pro „*in vitro*“ konzervaci. Pouze 9 zemí oznámilo při tomto celosvětovém šetření prováděném FAO, že nemají žádná zařízení pro konzervaci genofondů.

Přes výše uvedené statistické údaje, které jsou poměrně optimistické pokud jde o existenci technických zařízení pro konzervaci genofondů, je faktický stav konzervace ve světě zajištěn nedostatečně. Pouze 60 % z deklarovaného množství 5,6 milionu vzorků genetických zdrojů ve světových kolekcích je však uchováváno za podmínek odpovídajících dlouhodobé nebo alespoň střednědobé konzervaci. Uplatnění jednotlivých metod a typů konzervace při uchování genofundu rostlin ve světě ukazuje graf 2.

Graf 2. Procento genetických zdrojů v "ex situ" kolekcích podle typu konzervace



## Summary

Conservation of plant genetic resources for their present and future use is an essential activity which should be carried out worldwide in a broad international cooperation. Due to a huge amount of diversity gathered in world collections the conservation (including necessary regeneration) is the most expensive and time-demanding part of the work with plant genetic resources. Therefore, the choice of effective strategies and suitable conservation techniques (with respect to specific needs of species as well as conservation aims) can significantly contribute:

- to prevent genepool against losses of materials and genetic erosion
- to increase the quality of materials in gene banks and their availability and utilization by breeders
- to spare the capacities and funds, which could be used e.g. for better evaluation and utilization of plant genetic resources.

Further research and development of new conservation methods (e.g. cryopreservation, ultra-dry seeds, „in vitro“ conservation, pollen conservation, DNA libraries etc.) can significantly contribute to meet the above mentioned goals.

„Ex situ“ and „in situ“ conservation methods are complementary and irreplaceable. „In situ“ conservation allows to continue evolution of biodiversity and contributes to help broaden the genetic base of materials maintained. Special case of such conservation is „on farm“ conservation which allows dynamic maintenance of landraces, primitive and underutilized crops in agro-ecosystems, based on local knowledge and farmer's skills.

**Key words**

biodiversity, genetic resources, conservation, methods

**Literatura**

FAO, (1996). The state of world's plant genetic resources for food and agriculture. FAO, Rome, 336pp.

HEYWOOD, V. H. (Ed.) (1995). Global Biodiversity Assessment. UNEP, Cambridge University Press: UK, p. 118

WILSON, E. O. (1988). The current state of biological diversity. In: WILSON, E. O. (Ed.), Biodiversity. National Academy Press, Washington DC, p. 3- 20

# **TECHNOLOGICKÉ POSTUPY UCHOVÁNÍ SEMENNÝCH VZORKŮ V GENOVÝCH BANKÁCH**

## **TECHNOLOGICAL PROCEDURES OF SEED SAMPLES MAINTENANCE IN GENE BANKS**

Zdeněk Stehno, Vojtěch Škaloud  
*Výzkumný ústav rostlinné výroby Praha-Ruzyně*

### **Souhrn**

Genetické zdroje (GZ) rostlin jsou uchovávány s cílem jejich budoucího šlechtitelského, případně pěstitelského využití. Pro uchování generativně množených GZ jsou nejčastěji využívána skladovací zařízení genových bank. Nejvhodnější pro uložení vysušených semen v podmínkách regulované teploty jsou tzv. ortodoxní semena s vysokou výchozí kvalitou.

Semena lze vysoušet suchým vzduchem nebo pomocí vysoušecích činidel. Průběh vysoušení a výsledná úroveň vlhkosti závisí na morfologických a fyziologických vlastnostech semen a na vnějších podmínkách.

Do procesu přípravy a skladování generativně množených GZ patří stanovení velikosti vzorku, kontrola čistoty a zdravotního stavu semen, stanovení vstupní klíčivosti, vysušení na doporučenou úroveň vlhkosti, evidence vzorků během přípravy a při uskladnění, monitoring klíčivosti a v případě potřeby regenerace vzorků s nízkou klíčivostí či malou zásobou semen.

### **Klíčová slova**

genová banka, uchování semen, vlhkost semen, skladovací teplota, klíčivost

### **Význam genových bank, uchovávajících generativně množené genetické zdroje rostlin**

Uchování genetických zdrojů (GZ) rostlin v živém stavu je nezbytným předpokladem pro jejich budoucí šlechtitelské, případně pěstitelské využití. Z celkem uváděných 6,1 milionu vzorků genetických zdrojů rostlin, které se nacházejí ve světových kolekcích, je téměř 90 % skladováno v přibližně 1300 genových bankách.

Technická opatření genových bank při uchování semenných vzorků genetických zdrojů směřují k zachování jejich životnosti a integrity původního vzorku, tedy uchování živých semen schopných dorůst do dospělé rostliny a zároveň zachování genetického charakteru původního vzorku v maximální možné míře. Velmi významné je, že podmínkami, kterými je prodloužena doba životnosti semen, se podstatně snižuje potřeba regenerace vzorků, a tím i jedna z možností porušení integrity původního genetického zdroje.

## Faktory ovlivňující životnost semen

Vhodnost semen ke skladování je prvním zásadním předpokladem pro zařazení semenných vzorků do systému středně- a dlouhodobého uchování v genové bance. Z tohoto pohledu jsou rozlišována tzv. ortodoxní semena, která snášejí vysoušení na  $5 \pm 2$  % vlhkosti (jejich přirozená vlhkost se pohybuje od 20 % níže) semena střední kategorie (s přirozenou vlhkostí 20 až 55 %) a semena rekalcitrantní – semena, která nesnášejí vysoušení pod 15-20 % a jejich přirozená vlhkost se pohybuje od 35 % výše. Rekalcitrantní semena se vyskytují především u rostlin rostoucích na vlhkých, teplých ekotopech, obvykle se nevyskytují u rostlin aridních oblastí savan a pouští. Nejvhodnější pro dlouhodobé skladování jsou z tohoto pohledu semena ortodoxní, která snášejí podstatné snížení vlhkosti a následné uchování v teplotách pod bodem mrazu bez jakýchkoliv poškození.

Rekalcitrantní semena je nejlépe skladovat vlhká s volným přístupem kyslíku. Jejich klíčivost je však zachována po velmi krátkou dobu. Snadněji se uchovávají rekalcitrantní semena těch druhů, které tvoří dormantní semena.

Významným faktorem, který má podstatný vliv na uchovatelnost semen je jejich výchozí kvalita, která je ovlivněna klimatickými podmínkami při dozrávání, výskytem chorob a škůdců, termínem a způsobem sklizně. Za optimální dobu sklizně je považováno období 10 až 15 dnů po dosažení fyziologické zralosti. Semena by neměla být sklizena během tzv. nalévání zrna. Nedozrálá semena jsou totiž málo tolerantní k vysoušení. Semena, která jsou mezi sklizní a uskladněním vystavena vysoké vlhkosti, ztrácí na životnosti. Negativně působí na kvalitu semen vysoká vlhkost a teplota v období jejich přípravy k uskladnění v genové bance.

Vnějšími regulovatelnými faktory, kterými jsou během skladování ovlivňovány fyziologické procesy stárnutí semen, jsou vlhkost semen a teplota, při které skladování probíhá. Pro vytvoření nejpriznivějších podmínek skladování je třeba najít vhodnou kombinaci těchto faktorů. Jejich významná role vyplývá též z rovnice životnosti semen:

$$v = K_i - p / 10 K_E - C_W \log_{10} m - C_H t - C_Q t^2$$

$v$  – pravděpodobná životnost semen po  $p$  dnech skladování

$p$  – počet dnů skladování

$m$  – vlhkost semen (%)

$t$  – skladovací teplota (°C)

$K_i$  – konstanta specifická pro partii (množství) semen

$K_E, C_W, C_H, C_Q$  – konstanty životnosti pro příslušný druh

Podmínky skladování semen však je účelné měnit pouze v určitých hranicích, jako jsou:

### Limity vlhkosti semen

- Horní limit – hranice, při které dalším zvyšováním vlhkosti již nedochází ke zhoršování životnosti hermeticky uzavřených, skladovaných semen.
- Dolní limit – hranice, při které již další snižování nezvyšuje životnost hermeticky uložených semen.

Oba limity jsou u různých druhů semen různé, tedy druhově specifické.

Teplotní limity – vychází ze závislosti mezi vlhkostí semen a skladovací teplotou. Limitem je pouze teplota, při které by docházelo k tvorbě ledových krystalků, jež by poničily pletiva a tím porušily životnost semen. Bezpečná vlhkost pro uskladnění obilnin v teplotě  $-20$  °C je 12,5 až 13,5 %, ale u olejnatých semen musí být nižší.

## Charakteristika technických opatření k prodloužení životnosti semen

Skládování vysušených semen při nízké teplotě je hlavní *ex situ* konzervační metodou využívanou v genových bankách.

Vysoušení je doporučováno provádět nejlépe při teplotě 15 - 20 °C a relativní vlhkosti vzduchu 10 – 15 %. Vysoušení by mělo proběhnout šetrně, aby došlo k co nejmenšímu poškození semen.

Rychlost vysoušení je ovlivňována :

- velikostí semen, která je v negativním vztahu k rychlosti vysoušení
- teplotou vysoušení
- rozdílem v odpařovacích tlacích v semeni a okolním prostředí
- obsahem oleje
- vlastnostmi semenných obalů
- silou vysoušené vrstvy
- prouděním vzduchu

Tab. 1 Minimální vlhkost osiv při uložení do genové banky

| Vlhkost | Plodina                                                                                                                   |
|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 10%     | komonice, bojínek<br>peluška<br>tabák                                                                                     |
| 9%      | pšenice, oves, kukuřice, pohanka<br>fazol, hrách, vikev<br>jílek, lipnice                                                 |
| 8%      | ječmen, žito, proso,<br>lupina, vičenec, srha, psineček<br>bob<br>měsíček                                                 |
| 7%      | bér, jetel, vojtěška, kostřava<br>čirok<br>soja<br>špenát, brukev, pažitka, pór<br>kmín, kopr, čekanka, levandule, šalvěj |
| 6%      | psárka<br>hořčice, mák, len<br>řepa, majoránka<br>rajče, okurka, zelí, cibule, mrkev, petržel                             |
| 5%      | řepka, slunečnice,<br>tykev, ředkvička, salát                                                                             |
| 4%      | paprika, lilek                                                                                                            |

### Způsoby vysoušení

- suchým vzduchem na základě rovnovážných vlhkostí mezi semenem a okolím

- silikagelem, nebo jiným vysoušecím činidlem – vysoušení na velmi nízký obsah vody, nebo snížení vlhkosti škrobnatých semen pod 8 % vlhkosti.

Variantou vysoušení je tzv. hluboké vysoušení. Koncept tohoto způsobu vysoušení vychází ze skutečnosti, že udržování nízké teploty ve skladovacích prostorách je energeticky velmi náročné a proto drahé. Snížením vlhkosti semene na co nejnižší úroveň se mohou kompenzovat nároky na sníženou úroveň skladovací teploty. Snižování vlhkosti semen o 1% se na jejich životnosti projeví stejně jako když jsou uchovávána v teplotě o 5 °C nižší tj. dojde přibližně ke zdvojnásobení jejich životnosti. Možnost náhrady trvalého zchlazování semen některých druhů rostlin jejich hlubokým vysoušením se jeví jako ekonomicky vysoce efektivní.

**Tab. 2 Možnosti hlubokého vysoušení semen (pod 5% vlhkosti)**

|       |                                                                                                                                                                           |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2-3 % | řepík, ostropestřec, červená řepa, měsíček, saturejka, koriandr, třezalka<br>salát, lilek, okurka                                                                         |
| 3-4 % | slunečnice, mák, řepka<br>jetel luční, trojštět, kostřava<br>mangold, špenát, paprika, rajče, ředkev, brukev, řeřicha<br>routa, sléz, bazalka, meduňka, dobromysl, šalvěj |
| 4-5 % | řepa cukrovka, kmín<br>pohanka, proso<br>jílek<br>tykev, cibule, pažitka, kopr, mrkev                                                                                     |
| 5-6 % | oves<br>soja                                                                                                                                                              |
| 6-7 % | pšenice<br>hrách, bob                                                                                                                                                     |
| 7-8 % | kukuřice, ječmen<br>fazol                                                                                                                                                 |

Možnosti snižování vlhkosti semen jsou však limitovány jednak technicky, jednak biologicky. Technicky je snížení vlhkosti pod 5 % jsou dosažitelné pouze formou postupného odnímání vody vymrazováním, uvolňované ze semen ve vakuu. Biologické limity jsou dány vlastnostmi semen příslušného druhu a možností vysoušení semene na úroveň 2- 5 % vlhkosti. Některé druhy však uvolňují vlhkost pod 5 % jen obtížně a u některých vzniká nebezpečí okamžitého snížení klíčivosti vlivem takto hlubokého vysoušení. Existují i druhy (většinou velkosemenné), které mohou být při rychlém vysoušení fyzikálně poškozeny narušením osemení, což se neprojeví okamžitým poklesem klíčivosti, ale rychlejším stárnutím při jejich dlouhodobém uchování.

Odhad účinků vlhkosti na stárnutí semen je obtížný, protože vyžaduje dlouhodobé experimenty. Ty jsou nahrazovány extrapolací zjištěných závislostí, na základě klasické rovnice životnosti semen nebo principech fyzikální chemie.

Stanovení kritické hranice vysoušení vychází z konceptu „hydratačních úrovní“. Existuje 5 hydratačních úrovní a prvé tři se týkají stárnutí semen. Zrychlené stárnutí nastává ve 3. úrovni, kdy je umožněno dýchání. Ve vyšších hydratačních úrovních dochází k intenzivním biologickým pochodům. V genových bankách jsou semena uložena při vlhkosti na úrovni hydratačních hladin 1 nebo 2. Ve druhé úrovni má voda vysokou viskozitu (jako roztavené sklo). Tyto vlastnosti se změní, když jsou semena vysušena do úrovně jedna.

Předpokládá se, že hranice mezi úrovní 1 a 2 je právě kritickou hranicí pozitivního účinku vysoušení na životnost semen. Vysoušení pod tuto hranici má již negativní dopad na životnost semen. Semena se velmi liší v běžné vlhkosti, ale kritická hodnota je u většiny druhů velmi podobná. Množství absorbované vody je u olejnatých semen nižší. K vyjádření spolupůsobení obsahu vody, teploty a vodní aktivity (relativní vlhkost / 100) slouží sorpční isotermy. Množství absorbované vody je funkcí teploty – semena absorbují více vody při nižší teplotě.

Síla vysoušené vrstvy semen je v negativním vztahu k rychlosti vysoušení.

Vysoušení je prováděno ve dvou základních krocích

- poměrně rychlé předsoušení při okolní teplotě a nízké relativní vlhkosti
- vysoušení při odpovídající kombinaci teploty a relativní vlhkosti k dosažení vlhkosti optimální pro budoucí teplotu skladování
- navazujícím krokem je hodnocení vlivu celého procesu na kvalitu semen

Snížení skladovací teploty prodlužuje životnost semen, je však nutno mít na zřeteli teplotní limity (v závislosti na vlhkosti semen) a nákladnost tohoto opatření.

Vliv omezeného přístupu vzduchu na uskladněná semena je předmětem zkoumání a dosavadní výsledky ukazují na značné druhové rozdíly. Nelze proto zatím doporučit šablonovité využívání vakuového balení vzorků v technologii genové banky.

Výběr vhodného technologického postupu musí zahrnovat i aspekt nákladnosti celého provozu dlouhodobého skladu genové banky.

### **Návaznost technických opatření při přípravě a uskladnění semenných vzorků v genové bance**

Velikost vzorků k uskladnění musí pokrýt požadavky na distribuci, monitoring životnosti a regeneraci. Velikost vzorků závisí na jejich genetické homogenitě a je doporučováno uchovávat:

- 4000 semen u geneticky homogenních GZ, tj. převážně rostlin samosprašných
- 12000 semen u vzorků heterogenních, jako jsou populace cizosprašných rostlin, multiliniové vzorky atp.

Čistota vzorků – vzorek musí obsahovat geneticky identická semena nebo semena patřící k dané populaci, vzorek musí být bez škůdců, chorob a nečistot. Čištění semen pro uložení v GB je v odpovědnosti řešitele kolekce, protože se v souhrnu jedná o širokou škálu semen o různé velikosti, různých možnostech poškození chorobami a škůdci. Při čištění na čističkách je nutno mít přehled o čistotě stroje před vsypáním dalšího vzorku.

Kalibrace semen může v některých případech vést k neodůvodněné selekci uvnitř geneticky heterogenních vzorků.

Odhad přítomnosti prázdných semen (semen, která nemají embryo) pomocí testu klíčivosti, případně rentgenování semen. Podíl plných semen by měl být vyšší než 95 %.

Zdravotní stav semen – základem dobrého zdravotního stavu je výběr vhodných partií osiva k uskladnění, protože tyto vzorky nelze chemicky ošetřovat. Současně nesou genové banky odpovědnost za to, že jejich prostřednictvím nebudou rozšiřovány choroby či škůdci.

Stanovení vstupní vlhkosti – ideální by bylo používat nedestruktivní metody.

Avšak měření vlhkosti na principu konduktometrie celých semen není dostatečně přesné a neumožňuje měřit velmi nízké vlhkosti, požadované u semen pro genovou banku.



V genové bance je proto nutno použít destruktivní gravimetrické metody tj. měření hmotnostního rozdílu mezi čerstvými a vysušenými semeny podle standardních metodik. Podle norem ISTA je pro vysoušení nutno namlet vzorky tak, aby nejméně 50 % úlomků prošlo sítím s oky 0,5 mm, u leguminóz se doporučuje hrubší mletí (50 % úlomků by mělo projít oky 4 mm).

Standardní vysoušecí teplota užívaná pro stanovení vlhkosti je 130 °C. Vysoušení olejnatých semen jako např. *Allium* spp., *Arachis hypogea*, *Brassica* spp., *Camelina sativa*, *Capsicum* spp., *Glycine max*, *Gossypium* spp., *Linum usitatissimum*, *Raphanus sativus*, *Ricinus communis*, *Sesamum indicum*, *Sinapis* spp. *Solanum melongena* musí být prováděno za nižších teplot (105 °C).

K vysoušení vzorků může být využito též infračerveného záření

Měření výsledné vlhkosti může být vyhodnoceno dvěma způsoby:

- na vlhkém základě

$$\text{Výsledná vlhkost} = 100 \times (M_2 - M_3) / (M_2 - M_1)$$

- na suchém základě

$$\text{Výsledná vlhkost} = 100 \times (M_2 - M_3) / (M_3 - M_1),$$

$M_1$  = hmotnost vysoušečky

$M_2$  = hmotnost vysoušečky s obsahem před sušením

$M_3$  = hmotnost vysoušečky s obsahem po vysušení

#### Hodnocení vstupní klíčivosti

Pro klíčení je třeba vytvořit takové podmínky, aby mohla veškerá životná semena vyklíčit v přijatelné době.

Základním předpokladem pro klíčení semen je schopnost přijímat, absorbovat vodu – imbibice. Semena absorbují vodu ve třech fázích:

- Velmi rychlý příjem vody, který vzniká působením fyzikálních vlastností koloidních látek obsažených v semeni. K poruchám imbibice může dojít při klíčení při nízké teplotě. Poruchy příjmu vody způsobuje i nadbytek vody v prostředí, ve kterém se zrno nalézá. Existuje rovněž hranice vlhkosti semen a při poklesu pod ni dochází k poruše absorpce vody při klíčení. Vzhledem k tomu, že genové banky dávají do oběhu semena s extrémně sníženou vlhkostí, je třeba při jejich naklíčování postupovat velmi opatrně. Nejvhodnějším médiem pro takovéto testy je agar. Při testování klíčivosti na filtračním papíře je třeba postupovat pomalu a nejprve semena pouze pomalu navlhčit do 18 – 20 % vlhkosti.

- Velmi pomalý nebo žádný příjem.

- Středně rychlý příjem spojený s růstem embrya a jeho proniknutím skrze obaly.

Za klíčivé je považováno semeno, u kterého se objeví kořínek. Naklíčená semena je možno dále dělit na normální – s normálně vyvinutými kořínky a klíčky bez poškození a abnormální – s poškozenými částmi, která nebudou schopna dalšího vývoje.

Jedním z faktorů, který může bránit klíčení, je jejich dormance. Dormance se může vyskytovat u semen před zahájením testů klíčivosti nebo nastat v jejich průběhu.

Výsledky testu klíčivosti jsou ovlivňovány též přítomností tvrdých semen.

Tvrdosemennost vzniká v důsledku neprostupnosti obalů semene pro vodu a může dosahovat dvou úrovní

- reverzibilně tvrdá semena měknou při dlouhodobém vystavení vysoké relativní vlhkosti
- ireverzibilní tvrdosemennost se tímto způsobem nedá odstranit

Tvrdosemennost může se může prohloubit v důsledku vysušování semen a proto může v genových bankách tento problém vznikat u těch druhů semen, která mají k tvrdosemennosti sklony.

Skarifikace tvrdých semen (mechanické narušení semenných obalů) může být prováděna pouze mírnými metodami (ruční odstraňování obalů atp.), tak aby nedošlo k porušení klíčivosti.

Teplota vhodná pro klíčení – zdravá neporušená semena klíčí obvykle při širokém rozpětí teplot. Při testování doby do vyklíčení 50 % semen při různých teplotách dostáváme křivky U-tvaru. Nejnižší místo těchto křivek identifikuje vhodnou teplotu pro testování klíčivosti příslušného druhu.

Osvětlení – pokud se nejedná o dormantní semena, není osvětlení potřebné. Osvícení semen během klíčení se používá k překonání dormance u některých druhů, obecně však napomáhá lepšímu vývoji klíče.

Testy životnosti (tetrazoliový test, atp.) jsou pouze doplňkem testů klíčivosti.

#### Vysoušení semen

Semena pro uložení v genové bance, bývají vysušena na doporučenou vlhkost  $5 \pm 2$  % vlhkosti. Optimální vlhkost je druhově specifická. Každý rostlinný druh, případně rod, má limit, do kterého je vysoušení pozitivně účinné.

Uchování snížené vlhkosti buď – skladováním otevřených vzorků v prostředí s kontrolovanou, nízkou vzdušnou vlhkostí – nebo skladováním vzorků v utěsněných kontejnerech při neregulované vlhkosti.

Režimy ukládání vzorků semen při nízké teplotě. Většina genových bank rozlišuje dva základní skladovací režimy, lišící se především skladovací teplotou pro:

- kolekce základní – režim dlouhodobého skladování – vlhkost vzorků 5 – 7%, teplota  $-18$  až  $-20$  °C
- kolekce aktivní – semena vysušena na 6 – 8 % vlhkosti a uchovávána při  $+5$  až  $-5$  °C.

Aktivní kolekce zahrnuje veškeré vzorky zařazené do kolekce příslušné plodiny, druhu či rodu.

Základní kolekce obsahuje duplikovaně pouze nejcennější části plodinových kolekcí jako jsou genetické zdroje domácího původu, cenné šlechtitelské zdroje – donory cenných vlastností a znaků.

#### Označování vzorků

Každý vzorek musí být během celého procesu přípravy k uložení v GB řádně označen. Nesmí dojít k pomíchání vzorků a z tohoto důvodu je doporučováno vysoušení v průlinčitých řádně označených sáčcích.

Obaly k uložení vzorků v GB bývají skleněné, kovové nebo aluminium plastické.

Do evidence vzorků v GB patří: evidenční číslo GZ, datum příjmu, datum uložení do skladu GB, lokalizace vzorku v GB, velikost vzorku, vstupní klíčivost (životnost), data a výsledky monitoringu klíčivosti, data příštích testů klíčivosti. Doporučováno je dále zaznamenávat vstupní vlhkost, podíl dormantních semen, čistotu a zdravotní stav semen, seznam uživatelů, kterým byly vzorky poskytnuty a v jakém množství a jaké množství semen ještě zbývá.

Odběry a rozesílání vzorků. Doporučeno je rozesílat uživatelům po 50 semenech od jednoho vzorku. Během uložení je nutno tyto úbytky monitorovat a sledovat, zda se zbývající množství neblíží limitu pro regeneraci.

Monitoring klíčivosti vzorků během skladování, hranice pro regeneraci je 75 %, pro většinu plodin (s vysokou počáteční klíčivostí) však je tato hranice posunuta na 85 %.

**Tab. 3 Druhy plodin, u kterých může mít semeno před uložením v genové bance nižší klíčivost než 85 %**

|           |                                                                                                                                        |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| min. 80 % | soja, fazol<br>řepa, čekanka<br>bér, vičenec, jetel bílý, psárka<br>cibule, paprika, špenát, salát, tykev, ředkvička<br>kmín, heřmánek |
| 75 %      | celer, štěrbák<br>koriandr, měsíček, tymián                                                                                            |
| 70 %      | čirok<br>anýz, saturejka                                                                                                               |
| 65 %      | řepík, sléz, fenykl, majoránka<br>petržel, mrkev                                                                                       |
| 60 %      | šalvěj, kopr, proskurník                                                                                                               |
| 55 %      | levandule                                                                                                                              |

Doporučovaná frekvence monitoringu životnosti semen v GB je každých 10 let.

Regenerace vzorku by měla být provedena, když se množství uložených semen blíží trojnásobku počtu semen potřebných k regeneraci.

Množství semen pro regeneraci závisí na celkové, požadované velikosti vzorku (4000 nebo 12000 semen podle homogenity), která se dělí množitelským koeficientem příslušné plodiny, podílem životných semen a odhadem podílu klíčivých semen ve vzorku k namnožení.

Např. u nehomogenních materiálů je požadovaná velikost vzorku 12000 semen, množitelský koeficient může být 150, procento klíčivých semen pro uložení v GB 85 % a předpokládaná vzcházivost semen, předaných k namnožení 60 %.

Množství semen k regeneraci se pak rovná  $[(12000 / (150 \times 0,85 \times 0,6))] = 157$ . Vzhledem k variabilitě v množitelském koeficientu, odhadu polní vzcházivosti a vlivu půdních podmínek a počasí je doporučováno takto odhadnuté množství zdvojit až zčtyřnásobit. Při čtyřnásobku je pak potřeba k regeneraci 628 semen.

Tab. 4 **Minimální hmotnost vzorku pro uložení v genové bance**

|           |                                                                                      |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| > 800 g   | kukuřice<br>bob, fazol, hrách<br>slunečnice                                          |
| 500-600 g | žito<br>vikev                                                                        |
| 300-400 g | oves, ječmen, pšenice, pohanka<br>okurka, tykev                                      |
| 100-200 g | proso<br>řepa<br>řepka, soja<br>vičenec<br>ředkvička<br>kmín, řepík, měsíček, šalvěj |
| 50 g      | len, mák<br>cibule, brukev, paprika, mrkev, salát, rajče, špenát<br>majoránka        |
| 10 g      | tabák                                                                                |

## Summary

The aim of plant genetic resources (PGR) maintenance is their future use in breeding or if possible, directly for growing. Storage facilities of gene banks are the most frequently used for maintenance of generatively propagated PGR. Orthodox seeds with a high initial quality are the most suitable for the purpose to keep dried seeds under controlled temperature.

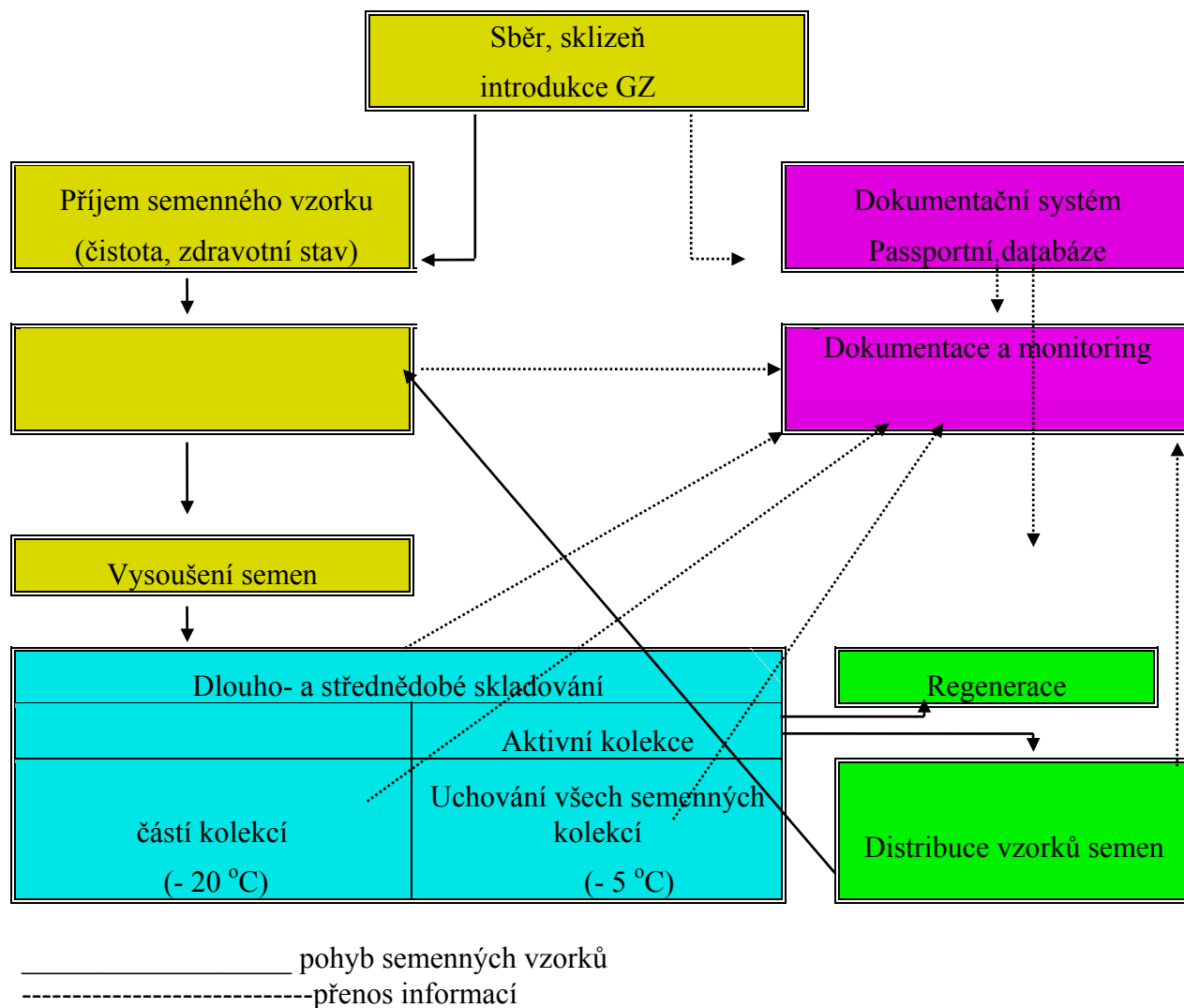
Seeds can be dried by dry air or by desiccation agents. Course of drying and resulting moisture level depend on morphological and physiological properties of seeds and on outside conditions.

Process of preparation and storage of generatively propagated PGR includes determination of sample size, control of seed purity and health state, evaluation of initial germination, seed drying down to a recommended level, documentation of samples during their preparation and storage, monitoring of germination ability and in case of need, regeneration of samples having low germination or decreased seed stock.

## Key words

gene bank, seed storage, seed humidity, storage temperature, seed germination

## **Systém dlouhodobého skladování semenem množených genetických zdrojů rostlin**



# PRACOVNÉ ZÁMERY A METODICKÉ POSTUPY GÉNOVEJ BANKY VO VÝSKUMNOM ÚSTAVE RASTLINNEJ VÝROBY PIEŠŤANY

## WORKING INTENTIONS AND METHODOLOGICAL PROCEDURES OF SLOVAK GENE BANK IN THE RESEARCH INSTITUTE OF PLANT PRODUCTION PIEŠŤANY

František Debre, Mária Žáková, Olga Hornáková  
*Výskumný ústav rastlinnej výroby, Piešťany*

### Súhrn

Génová banka v Piešťanoch, centrum uchovávaní *ex situ* kolekcií genetických zdrojov rastlín pre výživu a poľnohospodárstvo v Slovenskej republike začala svoju činnosť v januári roku 1997. V nadväznosti na dlhoročnú spoluprácu, od roku 1951, s Českou republikou na úseku ochrany genofondov kultúrnych rastlín, pokračujeme v práci na princípe medzinárodných štandardov. Za významnú je považovaná samostatná účasť Slovenskej republiky, od roku 1993, v Európskom kooperatívnom programe genetických zdrojov rastlín koordinovanom Medzinárodným inštitútom pre rastlinné genetické zdroje v Ríme ako aj práca v komisii FAO pre genetické zdroje rastlín. Okrem ochrany a uchovávaní genetických zdrojov rastlín domáceho programu génová banka zabezpečuje aj ochranu cenných duplikátov „safety-duplications“ zo zahraničia.

### Kľúčové slová

génová banka, národný program ochrany genofondu, štandardy, genetické zdroje rastlín, uchovávanie

### Úvod

Génová banka v Piešťanoch je súčasťou oddelenia genetických zdrojov rastlín Výskumného ústavu rastlinnej výroby Piešťany. Zabezpečuje úlohy súvisiace s *ex situ* uchovávaním genetických zdrojov (GZ) pre potreby Národného programu ochrany genofondu kultúrnych rastlín v Slovenskej republike. Na dôležitosť ochrany genetických zdrojov poukazuje aj úvod správy o stave genetických zdrojov rastlín vo svete, kde je uvedené, že genetické zdroje rastlín pre potraviny a poľnohospodárstvo (GZRPP) sú biologickým základom svetovej potravinovej bezpečnosti a priamo, alebo nepriamo podporujú živobytie každého človeka na svete. Tieto zdroje predstavujú východiskový materiál pre tvorbu nových odrôd tak tradičnými šľachtiteľskými postupmi, ako aj biotechnologickými technikami. Sú zásobárňou genetickej adaptability, ktorá pôsobí zase tlmivo proti potenciálnym škodám vyvolaným zmenami v životnom prostredí a ekonomike. Erózia týchto zdrojov vyvolá problém vážneho ohrozenia svetovej potravinovej bezpečnosti na dlhé obdobie (FAO, 1996a).

## Krátky pohľad do histórie

Slovenská republika patrí k pokrokovým krajinám, ktoré zhromažďovaniu, hodnoteniu, rozmnožovaniu a uchovávaniu genofondu kultúrnych rastlín venovali a venujú značnú pozornosť. V nedávnej minulosti boli tieto úlohy riešené v rámci spoločného federálneho štátu s Českou republikou. V novembri roku 1991 bol schválený Ministerstvom poľnohospodárstva a výživy Národný program genetických zdrojov rastlín Slovenskej republiky. Jeho realizácia financovaná zo štátneho rozpočtu začala od roku 1992. Koordináciou programu bol poverený Výskumný ústav rastlinnej výroby (VÚRV) v Piešťanoch vzhľadom na jeho dlhoročnú prácu v tejto oblasti (od roku 1951).

## Národný program ochrany genofondu kultúrnych rastlín

VÚRV Piešťany pri plnení úloh národného programu spolupracuje s 18 organizáciami na 22 špecializovaných pracoviskách Slovenska, situovaných v polohách vhodných pre nimi riešené kolekcie GZRPP a sú zamerané na ich ochranu v podmienkach ex situ aj in situ. Činnosť programu sa realizuje pod gesciou a financovaním Ministerstva pôdohospodárstva SR, je koordinovaná Radou genetických zdrojov rastlín, ktorá sa schádza spravidla dva krát do roka.

Výsledky úloh genetických zdrojov rastlín boli priebežne využívané v šľachtiteľských programoch obilnín, jačmeňa, krmovín, strukovín, ovocných druhov, zelenín a okrasných druhov. Ako vyplýva z tabuľky 1 k 31.12.1997 bolo zhromaždených v rámci riešiteľských pracovísk národného programu 23 233 vzoriek genetických zdrojov rastlín (s duplicitami).

Tabuľka 1 **Prehľad počtu genetických zdrojov rastlín Národného programu vrátane duplicít k 31.12.1997**

| Plodina                               | Počet genotypov | %    |
|---------------------------------------|-----------------|------|
| Obilniny                              | 5567            | 24,0 |
| Kukurica                              | 1681            | 7,2  |
| Strukoviny                            | 3743            | 16,1 |
| Krmoviny                              | 837             | 3,6  |
| Trávy                                 | 1622            | 7,0  |
| Okopaniny                             | 1112            | 4,8  |
| Olejniny                              | 259             | 1,1  |
| Zeleniny, liečivé rastliny a koreniny | 544             | 2,3  |
| Ovocné druhy                          | 4231            | 18,2 |
| Kvety a okasné dreviny                | 817             | 3,5  |
| Vinič                                 | 2056            | 8,8  |
| Priemyselné a energetické plodiny     | 764             | 3,3  |
| Spolu                                 | 23233           | 100  |

Taxonomicky môžeme zhromaždené a uchované genetické zdroje zadeliť do 32 čeľadí, 3 podčeľadí, 165 rodov, a 184 druhov riešených v 175 kolekciách. Výmera repozitórií v rámci celého programu predstavuje vyše 70 hektárov. Národný program ochrany genetických zdrojov venuje veľkú pozornosť ochrane domáceho genofondu a v rámci pôvodného

domáceho genofondu sa zvláštny dôraz kladie na ochranu ohrozenému genofondu (Debre et. al., 1998)

Riešenie národného programu ochrany genofondu prebieha formou projektov štátnej objednávky, prípadne vedecko-technickými projektmi. V tomto roku končí riešenie PŠO 95/5145/016 „Ochrana genofondu kultúrnych rastlín v Slovenskej republike“ 12/1995 - 12/1998. V apríli 1998 bol schválený vedecko-technický projekt „Ochrana genofondu kultúrnych rastlín Slovenska a jeho zlepšovanie progresívnymi metódami“ (Debre et. al., 1998) riešiaci, zachovanie diverzity rastlín ako súčasti potravinovej bezpečnosti. Jeho náplň je v súlade s uznesením vlády Slovenskej republiky z 1. apríla 1997 č. uznesenia 231, ktoré schvaľuje Národnú stratégiu ochrany biodiverzity na Slovensku ako náš príspevok k Dohovoru o biologickej diverzite (Dohovor o biologickej diverzite bol prijatý na konferencii OSN pre životné prostredie a rozvoj v roku 1992), ktorého signatárom je aj Slovenska republika. Základné ciele boli rozpracované na základe

- I. Svetového plánu akcií prijatého na 4. Technickej konferencii pre genetické zdroje rastlín konanej v Lipsku v roku 1996 (FAO, 1996b) a
- II. Medzinárodných kritérií pre Národné programy prijatých na subregionálnych stretnutiach konaných pred Lipskou konferenciou.

Z 20-tich priorít schválených v Lipsku je pre SR aktuálnych nasledujúcich 14:

A. *In situ* uchovávanie a rozvoj

1. Prehľad a inventarizácia genetických zdrojov rastlín pre výživu a poľnohospodárstvo (GZRVP)
2. Podpora *in situ* uchovávaní divorastúcich príbuzných druhov a divých rastlín pre produkciu potravy

B. *Ex situ* uchovávanie

3. Trvalé udržiavanie existujúcich *ex situ* kolekcii
4. Regenerovanie ohrozených položiek *ex situ* kolekcii
5. Podporovanie plánovaných a cielených zberov GZRVP
6. Rozširovanie aktivít *ex situ* uchovávaní

C. Využívanie genetických zdrojov rastlín

7. Zvyšovanie genetickej hodnoty a rozširovanie genetického základu genetických zdrojov rastlín pre výživu a poľnohospodárstvo
8. Podpora trvalo udržateľného poľnohospodárstva pomocou spestrenia rastlinnej produkcie rozšírením diverzity rastlín

**D. Inštitúcie a budovanie kapacít**

9. Vytváranie stabilných národných programov
10. Podpora pri vytváraní pracovných sietí GZRVP
11. Budovanie obsažných informačných systémov
12. Vývoj monitoringu a výstražného systému pre zabránenie stratám GZRVP
13. Rozširovanie a zlepšovanie vzdelávania a výcviku
14. Podporovanie verejného povedomia o význame uchovávaní a využívania GZRVP



## Uchovávanie genetických zdrojov rastlín v génovej banke

Pred začatím uskladňovania genetických zdrojov rastlín (GZR) v novootvorenej Génovej banke (GB) VÚRV Piešťany, bola vypracovaná základná stratégia, podľa ktorej sa postupuje pri ich uskladňovaní. Tá vychádza z odporúčaní vypracovaných IPGRI pre prácu GB (Cromarty, A., 1982; Ellis, R. et. al., 1985a; Ellis, R. et.al., 1985b; FAO/IPGRI, 1994; Hanson, J., 1985) a zo skúseností našich pracovníkov načerpaných v rámci exkurzií a stážových pobytov v už fungujúcich GB. Bolo potrebné akceptovať skutočnosť, že GB VÚRV Piešťany zabezpečuje len uskladnenie a práce spojené s kontrolou semena pred uskladnením, monitoring klíčivosti a počítačovú evidenciu GZR. Regenerácia semena GZR sa vykonáva na kooperujúcich pracoviskách jednotlivých u jednotlivých kurátorov riešiacich GZR v rámci Národného programu ochrany genofondu kultúrnych rastlín v SR.

Semená v GB sa uskladňujú v dvoch kolekciiach - v základnej kolekcii (ZK) a v aktívnej kolekcii (AK). V ZK, pri teplote -17 °C, sa uskladňujú GZR domácich povolených odrôd, krajových populácií, významných šľachtiteľských materiálov, zahraničných materiálov zapísaných v listine povolených odrôd pestovaných na Slovensku, zahraničných odrôd, ktoré boli použité do kríženia u nás a materiálov s významnými detekovanými znakmi. Semeno zo základnej kolekcie nie je určené na distribúciu, tzn., že z tejto kolekcie nebude môcť získať semeno ani kurátor. V AK, pri teplote 3 °C ( $-2 \pm 2$  °C), sa uskladňujú všetky GZR zozbierané jednotlivými kurátormi a duplicitne vzorky, ktoré sa ukladajú do ZK. Vzorky z AK slúžia na distribúciu a pre potreby kurátora. Zo vzoriek základnej kolekcie sa vytvára bezpečnostná kolekcia (500-1000 semien), ktorá slúži na zaistenie regenerácie vzorky v prípade katastrofy a ukladá sa na inom mieste. Pre naše vzorky sa počíta s uložením v GB VÚRV Praha - Ruzyně v Českej republike.

Kritéria vypracované pre prijatie vzorky GZR na uskladnenie:

- Vypracovaný odovzdávací protokol podľa predlohy
- Vypracované pasportné údaje odovzdaných vzoriek
- Semená, ktoré majú byť uskladnené v GB musia byť čisté, bez prímеси a škodcov.
- Odovzdané vzorky nemajú mať vyššiu vlhkosť ako určuje STN osivu daného druhu (max. 15%)
- Odporúčaná veľkosť vzorky pre uskladnenie je pre
  - samoopelivé druhy 4000 semien
  - cudzoopelivé druhy 12000 semien
- Minimálne množstvo semena na uloženie - 1000 semien
- Požadovaná klíčivosť - je rozpracovaná podľa jednotlivých druhov a na uskladnenie sa prijímu semená, ktoré dosahujú I. triedu akosti osiva daného druhu podľa STN. Keď je klíčivosť semena nižšia ako I. trieda akosti a vyššia ako II. trieda akosti osiva podľa STN, semeno sa uskladní len do aktívnej kolekcie a s kurátorom sa dohodne najbližší možný termín jeho regenerácie. Semená s nižšou klíčivosťou sa vrátia kurátorovi na regeneráciu.
- Pri hybridných genotypoch za genetické zdroje sa považujú iba rodičovské komponenty hybridov. Uchovanie hybridov (pokiaľ bude požadované) sa bude riešiť podľa prianí kurátora, tieto materiály ale nebudú uvádzané v katalógu GB

Keď vzorka určená na uskladnenie do GB spĺňa požadované kritéria zaeviduje sa do databázového programu GB, kde je jej vyhľadávanie a identifikácia zabezpečená prepojením všetkých databázových údajov cez jej národne evidenčné číslo.

Pre dlhodobé uskladnenie je potrebné znížiť obsah vody v semenách tak aby sa obmedzila látková výmena a pritom nedošlo k poškodeniu semena. Skladovacia vlhkosť sa pohybuje od 4 - 8 %, podľa jednotlivých druhov. Sušenie vzoriek prebieha kontinuálne vo vysušacej

miestnosti, pri teplote 20° C a vlhkosti vzduchu 15 % a trvá niekoľko dní až týždňov v závislosti od vstupnej vlhkosti a veľkosti semena.

Semená GZR sa skladujú v sklenených kontajneroch, s objemom 720 ml, 370 ml a 210 ml, v závislosti od veľkosti semena vzorky, s „twist“ uzáverom. Jedna vzorka môže byť uložená maximálne v 5 kontajneroch. Pred uzatvorením kontajnera sa dnu vloží vrecúško s farebným silikagélom, na viazanie a monitoring prípadnej zvýšenej vlhkosti semena. Každý kontajner sa vo vnútri a zvonka označí identifikačným štítkom na ktorom sa uvedie skladové číslo vzorky, národné evidenčné číslo, názov odrody a dátum uskladnenia. Potom sa kontajnery uložia do plastových prepraviek a pred uložením na definitívne miesto v sklade sa na uzáver napíše kód identifikujúci príslušné miesto. Napr. číslo 7AB20 vyjadruje, že kontajner sa nachádza na 7. regály na A polici, B mieste na polici a je 20. v prepravke. Pred uložením vzoriek do ZK sa prepravky uložia na 24 hod. do skladových podmienok AK.

Všetky operácie so semenom sa zaznamenávajú do databázy počítača a zálohujú sa aj na jednotlivých pracovných listoch:

- test klíčivosti
- vlhkosť pred uskladnením
- množstvo uskladneného semena a miesto v sklade

Monitoring klíčivosti, ktorý je jednou zo základných činností GB, bude sa robiť v AK každých 5 rokov a v ZK každých 10 rokov.

Keďže dôležitou úlohou GB je poskytovanie GZR záujemcom z radov šľachtiteľov, vedeckých a výskumných pracovníkov, stanovila sa pre výdaj osiva podmienka, že jednému záujemcovi bude tá istá vzorka poskytnutá raz za 3 roky. Pri zvláštnych požiadavkách záleží na vzájomnej dohode.

Pravidlá distribúcie:

- Veľkosemenné druhy ( strukoviny, kukurica, slnečnica ap.) - 25-50 semien
- Obilniny - 50 - 100 semien
- Drobnosemenné druhy - 2 -5 g
- Zvlášť cenný materiál - 20 semien, drobnosemenný - 0,5 - 1 g

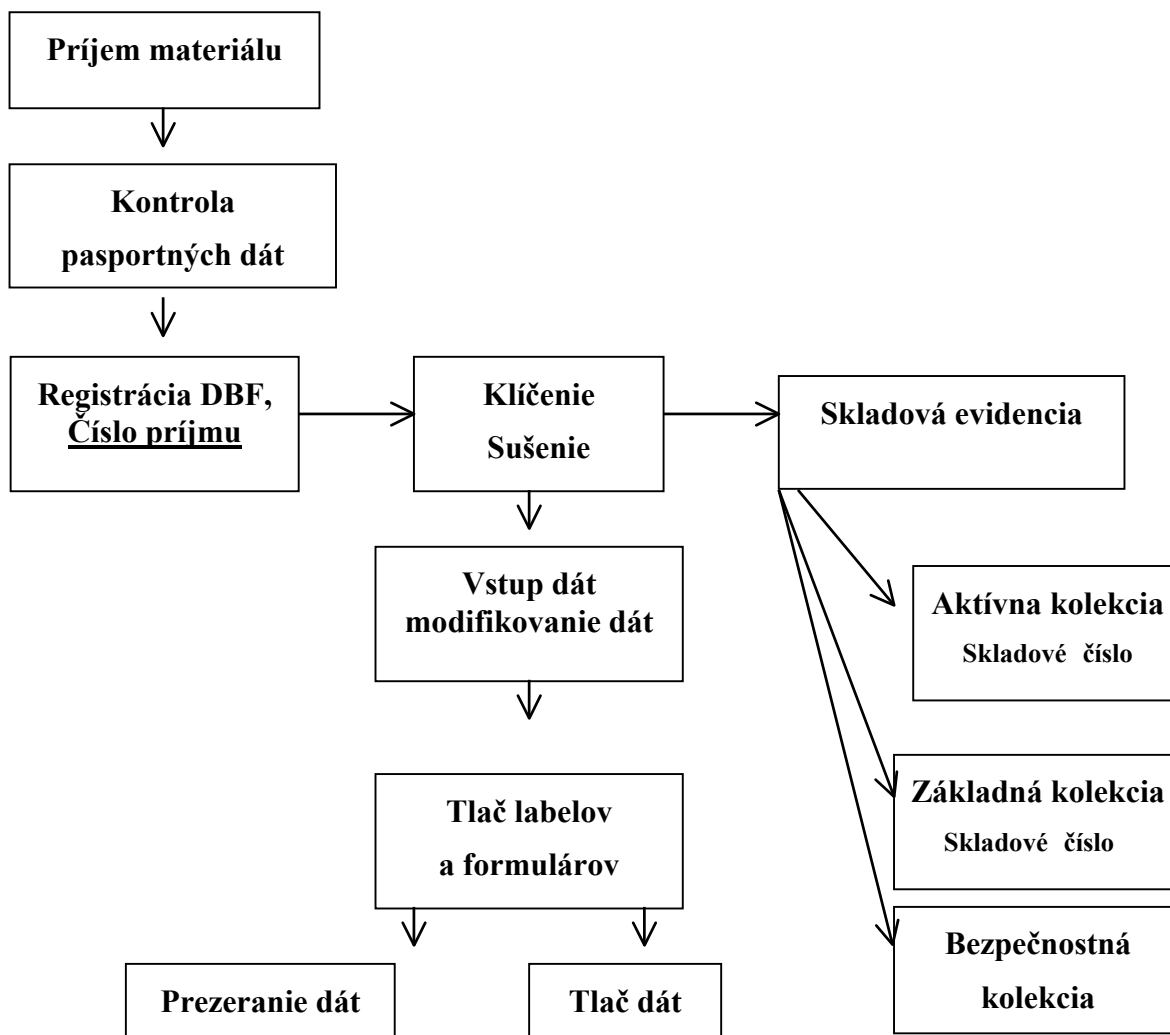
Tieto kritéria platia len pre GZR, s ktorými voľne disponuje GB. Kde je distribúcia semena viazaná na povolenie pracoviska, ktoré GZ zaslalo na uskladnenie, pri distribúcii sa postupuje podľa dohody s týmto pracoviskom.

Nemenej dôležitou činnosťou GB je regenerácia skladovaných vzoriek. Regenerácia slúži k zaisteniu dostatočného množstva semena tak, aby sa nezmenil genetický základ daného GZR. Za regeneráciu vzoriek GZR zodpovedá kurátor kolekcie. Na regeneráciu sa zasielajú vzorky:

- s nízkou klíčivosťou alebo zlým zdravotným stavom pri vstupnom teste
- pri znížení počtu semien v aktívnej kolekcii na kritickú hranicu
- pri znížení klíčivosti danej vzorky pod kritickú hranicu

Na potrebu regenerácie sa kurátor písomne upozorní s dostatočným časovým predstihom. Semeno je kurátorovi zasielané tak aby mohlo byť siate v jeho agrotechnickom termíne. Množstvo semena potrebného na jeden regeneračný cyklus je určené kurátorom kolekcie. Toto množstvo musí zaistiť namnoženie požadovaného množstva semena na uloženie do GB a musí vystihovať genetickú diverzitu daného druhu. Pri stanovení kritického množstva sa musí počítať aj s prípadnou nízkou klíčivosťou semena vzorky. Po odoslaní semena na regeneráciu musí zostať v zásobe GB ešte dvojnásobné množstvo semena potrebného k regenerácii.

## MANAŽMENT EVIDENCIE SEMIEN V GÉNOVEJ BANKE V PIEŠŤANOCH



Celý softwarový program registrácie a sledovania pohybu vzorky v Génovej banke bol pripravený vo FoxPro prostredí. Ak zaslaná vzorka je považovaná za vhodnú a zaujímavú a uvažuje sa s jej umiestnením v Génovej banke. Po skontrolovaní pasportných dát je zaregistrovaná do databázy príjmu. Tu dostane tzv. dočasné príjmové resp. prírastkové číslo. V informačnom programe sa nachádza niekoľko rôznych databáz, tabuliek, ktoré slúžia pri evidencii vzorky. Treba povedať, že štruktúra pasportných dát je v zhode s doporučovanou a navrhnutou FAO štruktúrou pre výmenu dát, avšak rozšírená o niektoré položky.

Príjmová tabuľka je tvorená položkami:

Prírastkové číslo, Kód ústavu, Kód plodiny, Poradové číslo plodiny, Názov vzorky, Triedenie, Rok zberu, Typ kolekcie, Vstupná klíčivosť, Vstupná vlhkosť, Klíčivosť kritická, Rok príjmu, Safety-duplication, Dátum testu klíčivosti, Typ semena, HTS 1000 semien, HTS 100 semien, Počet semien, Hmotnosť v G., Poznámka

Do manažmentu vzoriek patria aj databázy s informáciami o fyzickom umiestnení vzorky.

Skladová tabuľka ( rovnaká pre aktívny a základný sklad) pozostáva z položiek:

Skladové číslo, Kód ústavu, Kód plodiny, Poradové číslo plodiny, Názov vzorky, Dátum uskladnenia, Typ kontajneru, Počet kontajnerov, Množstvo v kontajneri, Minimum pre regeneráciu, Číslo komory, Umiestnenie v sklade, (miesto, polica, pohár, atď.), Celková informácia.

Tlač výstupných formulárov, napr. pre kľúčenie, tabuliek a labelov, sa vykonáva automaticky. Po skontrolovaní pasportných dát sa prírastkové číslo, ako aj poradové skladové číslo po zaradení do skladu pridávajú automaticky. Podobne je to aj s poradovým kódom plodiny, názvom plodiny a ďalšími položkami, ktoré sa preberajú z pasportnej databázy. Preto je pri odovzdaní vzoriek potrebná kontrola týchto dát. Napriek systematickej kontrole sa môžu v databázach vyskytnúť aj duplikáty.

Postup pri vyhľadávaní duplikátov v databázach GB Piešťany.

Na túto problematiku nie je vypracovaný vo svete ucelený systém, lebo ide o zložitú úlohu a nie je známa ani systematická metodológia. Postupuje sa podľa známych poznatkov, ktoré sa v poslednom období rýchle vyvíjajú. Štartujúcim krokom pri hľadaní duplikátov, sú pasportné dáta v rámci kolekcie, avšak spoľahlivosť je veľmi nízka. Chyby vznikajú pri písaní názvov, často chýbajú dôležité informácie o rodičoch, pôvode, atď. Zvyšovaním počtu genetických zdrojov sa viac vyžaduje aj analýza a klasifikácia ich genetickej variability. Kolekcie sú popísané kvantitatívnymi, aj kvalitatívnymi znakmi, v súčasnosti odporúčanými IPGRI. Materiál, ktorý nemôže byť rozlíšený na báze morfológických pozorovaní, by mal byť zahrnutý do štúdia pomocou molekulárnych techník. Pri štúdiu sa využívajú proteínové analýzy ( A-PAGE, SDS-PAGE ) a DNA analýzy PCR metódami ( RAPD, DAF, AP-PCR, AFLP).

- Pasportné dáta
- Morfológické pozorovania
- Molekulárne techniky

Pri štatistických analýzach morfológických, ako aj biochemických dát využívame z metód mnohorožmernej štatistickej analýzy hlavne zhlukovú, prípadne faktorovú analýzu. Dôležité je určiť základný postup a to:

- Ktoré premenné použijeme
- Ako budeme počítat vzdialenosť medzi jednotlivými prípadmi
- Aké kritéria zvolíme pre vytváranie zhlukov

Pri spracovaní výsledkov využívame štatistický balík SPSS v. 7.5 a 8.0. Uvedený postup bol zatiaľ využitý pri databáze jačmeňa. V budúcnosti túto analýzu plánujeme aplikovať aj pri ďalších plodinách. V budúcom roku sa plánuje reorganizácia nášho informačného systému s doplnením dôležitých údajov, ktoré by mali byť súčasťou informácii génovej banky, ako sú napríklad informácie o množstve a pohybe vzoriek genetických zdrojov rastlín mimo kolekcií.

## Summary

The Gene Bank in Piešťany, which is the centre for conservation of *ex situ* collections of genetic resources for food and agriculture in Slovak Republic, started its operation in January 1997. The long-term cooperation with Czech Republic since 1951 in protection of genetic resource of cultural plants continues on the principle of international standards. The independent participation of Slovak Republic, since 1993, in European co-operative programme on plant genetic resources coordinated by International Plant Genetic Resources Institute in Rome as well as work in FAO Committee for Plant Genetic Resources is considered as a significant achievement. Except protection and storing of genetic resources from domestic programme, the Gene Bank also provides protection of valuable duplicates "safety-collections" from abroad.

## Key words

gene bank, national programme for germplasm preservation, standards, plant genetic resources, conservation

## Literatúra

AGENDA 21 [The final text of agreements negotiated by Governments at the United Nations Conference on Environment and Development (UNCED), 3-14 June 1992, Rio de Janeiro, Brazil]

CROMARTY, A. S.: Design of seed storage facilities for genetic conservation, IBPGR 1982. s. 100

DEBRE, F. et. al.: Ochrana genofondu kultúrnych rastlín Slovenska a jeho zlepšovanie progresívnymi metódami. Vedecko-technický projekt. Doba riešenia 1/1999 - 12/2001. Výskumný ústav rastlinnej výroby Piešťany, 1998, 68 s.

Dohovor o biologickej diverzite. Zbierka zákonov č. 34/1996, čiastka 13. 34. Oznámenie MZV SR, s. 346-375

ELLIS, R.H. et. al.: Handbook of seed technology for genebanks, Volume 1, Principles and Methodology s. 210, IBPGR 1985a

ELLIS, R.H. et al.: Handbook of seed technology for genebanks, Volume II, Compendium of Specific Germination Information and Test Recommendation IBPGR 1985b, s. 210

FAO/IPGRI: Genebank standards, s.13, 1994

FAO: The state of the World's Plant Genetic Resources for Food and Agriculture. Background Documentation prepared for the International Technical Conference on Plant Genetic Resources Leipzig, Germany, 17-23 June, 1996, Rome 1996a, 336 pp.

FAO: Global Plan of Action for the Conservation and Sustainable Utilization of Plant Genetic Resources for Food and Agriculture and the Leipzig Declaration, adopted by the Technical Conference on Plant Genetic Resources Leipzig, Germany 17-23 June 1996, Rome 1996b, 63 pp.

HANSON, J.:, Procedures for handling seeds in genebanks, s. 113, IBPGR 1985

# METODY A RIZIKA UCHOVÁNÍ GENOFONDŮ VEGETATIVNĚ MNOŽENÝCH ROSTLIN

## METHODS AND RISKS OF GERMPLASM PRESERVATION OF VEGETATIVELY PROPAGATED PLANTS

František Paprštejn

*Výzkumný a šlechtitelský ústav ovocnářský Holovousy s.r.o.*

### Souhrn

Druhy, u kterých je množení semeny nežádoucí vzhledem ke ztrátě vyšlechtěných znaků, je nezbytné uchovávat vegetativně. V příspěvku jsou uvedeny metody a rizika uchování genofondů vegetativně množených druhů. Metoda *in situ* vyžaduje nejméně nákladů, ale neposkytuje dostatečnou záruku dlouhodobého uchování. Metoda *in vitro* poskytuje bezpečnější alternativu uchování genových zdrojů. Jsou popsány 3 způsoby uchování: 1. uchování aktivně rostoucí kultury, 2. uchování kultur v minimálním růstu, 3. kryoprezervace. Kryoprezervace vychází z možnosti zastavit růst rostlin použitím ultranízkých teplot. Jedná se o perspektivní metodu pro duplicitní uchování genetických zdrojů vegetativně množených rostlin. Dále jsou uvedeny zásady pro zakládání polních kolekcí.

### Klíčová slova

genofond, polní kolekce, *in situ*, *in vitro*, kryoprezervace, ovocné dřeviny

Pro budoucí šlechtitelské programy je nutné zachovat genetickou diversitu kulturních rostlin. Některé druhy je nezbytné uchovávat pouze vegetativně. Jedná se především o druhy, u kterých je množení semeny nežádoucí vzhledem ke ztrátě vyšlechtěných znaků (př. ovocné dřeviny, brambory aj.). Příspěvek je zaměřen na ovocné dřeviny.

### Metody a rizika uchování genofondů vegetativně množených druhů

#### A - *in situ* (přímo na lokalitě)

Metoda, která vyžaduje nejméně nákladů. Genetické zdroje takto konzervované nemají dostatečnou záruku dlouhodobého uchování. U ovocných dřevin je tato metoda využívána při sběrových expedicích.

#### B - *in vitro*

##### 1. Uchování aktivně rostoucí kultury

Metoda, která slouží k rychlému namnožení rostlin při teplotě 20°C až 25°C. Z hlediska dlouhodobého uchování má značné nevýhody.

Vyžaduje časté pasážování po několika dnech nebo týdnech na čerstvá média.

Vysoké náklady na investice (vybudování laboratoří).

Velký objem pracovních nákladů vzhledem k častému pasážování.

Velké riziko mikrobiální kontaminace.

A v poslední řadě existence snížení genetické stability (možné mutace).

## 2. Uchování kultur v minimálním růstu

a) Metoda snížené teploty – snížení teploty na 4°C až 8°C v kombinaci s redukcí osvětlení popřípadě kultivací ve tmě. Četnost pasážování se prodlouží na 1 až 2 roky.

b) Metoda snížení koncentrací solí v médiu (na polovinu až čtvrtinu) kombinovaná s retardátory růstu (kys. abscisová, Alar).

c) Modifikace atmosféry v kultivačních nádobách (kyslíku a oxidu uhličitého)

Výchozí explantát musí vykazovat co nejvyšší stupeň genetické stability. A ta byla prokázána pro kultury *in vitro* u vzrostných vrcholů a axilárních pupenů. Jako geneticky nestabilní se ukázala kalusová pletiva.

Výhody metody minimálního růstu:

- nároky na prostor nesrovnatelně menší než při uchování odrůd v polních podmínkách
- nehrozí nebezpečí, že bezvirozní materiál bude znovu infikován viry
- vhodná metoda pro mezinárodní výměnu vzorků bez dlouhodobé karantény
- v případě potřeby velmi vysoká rychlost množení
- možnost vizuální kontroly v průběhu dlouhodobé kultivace.

Nevýhody metody minimálního růstu

- rostliny jsou vystaveny stresu, který má nežádoucí efekt na jejich fyziologický stav a regenerační schopnost po přenosu do normálních kultivačních podmínek,
- snížená genetická stabilita. Nebezpečí vyselektování klonů adaptovaných na podmínky pomalého růstu,
- hrozí zvýšené nebezpečí ztráty kolekce v důsledku technických havárií.

## 3. Kryoprezervace

Růst rostlin je možno zastavit použitím ultranízkých teplot. Využívá se teplota kapalného dusíku (-196°C). Jedná se o perspektivní metodu pro duplicitní uchování genetických zdrojů vegetativně množených rostlin, která však vyžaduje další výzkum.

Vlastní zmrazení je možno provést dvěma způsoby:

a. Pomalé zmrazení – teplota vzorku se snižuje o 0,5 až 1°C do - 40°C, kde se vzorek ponechá asi 45 minut. Potom se vzorek ponoří do kapalného dusíku.

b. Rychlé zmrazení (vitifikace) – vzorek se přímo ponoří do kapalného dusíku. Metoda je založena na přechodu vody do pevného skupenství tvorbou amorfní hmoty. Výhodou je nižší přístrojová nákladnost.

Pro dlouhodobé uchování genové banky *in vitro* poskytuje použitelné výsledky pouze metoda kryoprezervace vzrostných vrcholů.

Další možnou alternativou je skladování pupenů ovocných rostlin. Základní podmínkou je malá velikost roubu (délka do 200 mm, tloušťka 5 mm). Před mrazením musí být materiál vhodným způsobem ošetřen v umělých podmínkách a po vyjmutí z tekutého dusíku postupně oteplován.

Dosavadní výsledky ukazují, že se pyl bude moci skladovat kryoprezervací neomezeně dlouhou dobu.



## C - polní kolekce

Zásady pro zakládání polních kolekcí odrůd:

- Z důvodů snižování nákladů v polních kolekcích je vhodné volit hustší spony, zakrslé podnože a počítat s častější obnovou odrůdových výsadeb. Použité spony a podnože u kolekcí ovocných dřevin jsou uvedeny v tabulce 1.

Tab. 1 Výsadby genofondu ovocných dřevin

| Plodina          | Podnož                 | Spon [m]   | Rok výsadby |
|------------------|------------------------|------------|-------------|
| Jabloně          | M 9                    | 4 x 2      | 1986        |
| Hrušně           | semenáč                | 5 x 3      | 1982        |
| Slivoně          | myrobalán              | 6 x 5      | 1982        |
| Třešně           | P-TU-2                 | 6 x 6      | 1990        |
| Višně            | P-TU-2                 | 5 x 4      | 1990        |
| Líska            | líska turecká          | 6 x 5      | 1992        |
| Vlašský ořešák   | semenáč                | 10 x 10    | 1989        |
| Jeřáb            | <i>Sorbus acuparia</i> | 8 x 5      | 1992        |
| Jahodník         | -                      | kontejnery | 1995        |
| Maliník          | -                      | kontejnery | 1996        |
| Ostružiník       | -                      | kontejnery | 1997        |
| Angrešt          | meruzalka              | 3 x 0,8    | 1997        |
| Rybíz červený    | -                      | 3 x 1,5    | 1997        |
| Rybíz černý      | -                      | 3 x 1,5    | 1997        |
| Rybíz bílý       | -                      | 3 x 1,5    | 1997        |
| Kanadské borůvky | -                      | 3 x 1,5    | 1996        |
| Klikva           | -                      | kontejnery | 1997        |
| Brusinky         | -                      | kontejnery | 1998        |

- Od odrůdy je vhodné vysazovat minimálně 2 stromy.
- Polní kolekce odrůd zakládat tak, abychom mohli využít statistických metod při hodnocení hospodářských znaků a tak získali maximum informací o odrůdě. Osvědčila se metoda s šachovnicově rozmístěnou standardní odrůdou.
- Pokud je to možné vysazovat odrůdy podle doby zrání, což umožňuje ekonomickou sklizeň a chemickou ochranu (př. vrtule třešňová napadá plody odrůd, které zrají od 3. třešňového týdne. Odrůdy zrající v 1. a 2. třešňovém týdnu nevyžadují aplikaci chemických přípravků).
- Standardizovat agrotechniku. V řadách sežínané zatravnění, které umožňuje pohyb mechanizace bez ohledu na povětrnostní podmínky a v meziřadí herbicidní úhor. Úsporný řez a tvarování.
- Pro hodnocení odolnosti k chorobám a škůdcům založit novou výsadbu s jedním stromem od odrůdy. V této výsadbě nepoužívat chemickou ochranu. Výsledky lze použít pro výběr odrůd pro alternativní pěstování. Slouží také jako duplicitní materiál.

Nevýhody polních kolekcí

- Velké riziko poškození odrůd nepříznivými povětrnostními podmínkami (př. silné mrazy).
- Napadení kolekcí chorobami (př. *Erwinia amylovora*) a škůdci (př. kalamitní výskyt hraboše polního).

#### Postup při zařazení odrůdy do polní kolekce u jabloní

1. Kompletace informací o nové odrůdě.
2. Školkování podnoží.
3. Introdukce odrůdy (zimní nebo letní rouby).
4. Očkování nebo roubování odrůdy ve školce.
5. Ošetřování školky po dobu 2 let (agrotechnika).
6. Testování na choroby, pravidelná kontrola zdravotního stavu.
7. Hodnocení jednoletých štěpovanců.
8. Výsadba do genofondu.

#### **Summary**

Plant species where propagation of individuals by seed is not desirable (because it is accompanied by losses of bred characters), have to be kept as clones. In this contribution methods and risks of germplasm preservation of clonally propagated species are reviewed. The *in situ* method of preservation needs the lowest costs but it is not very safe for long-term conservation. These genetic resources seem to be more safe using *in vitro* conservation methods. There are three different techniques of such conservation described: 1. actively growing culture, 2. culture with a minimum growth, 3. cryopreservation. The cryopreservation is based on the possibility to stop growth by a use of ultra-low temperature culture. The last one is a very promising method for duplicated conservation of genetic resources of clonally propagated plants. Guidelines for establishment of field collections are also given.

#### **Key words**

germplasm, fruit-tree species, field collections, in situ preservation, cryopreservation

# KRYOPREZERVACE A MOŽNOSTI JEJÍHO VYUŽITÍ PRO KONZERVACI GENOFONDU ROSTLIN

## CRYOPRESERVATION AND THEIR POSSIBLE USE TO CONSERVATION OF PLANT GERMPLASM

Jiří Zámečník

*Výzkumný ústav rostlinné výroby Praha - Ruzyně*

### Souhrn

V přehledu jsou vysvětleny základní principy metod kryoprezervace rostlin na pozadí teoretických poznatků změn mrznutí vody za ultranízkých teplot. Je uveden výčet vhodných částí rostlin pro kryoprezervaci. Kryoprotektanty jsou rozděleny podle místa účinku a na dvou příkladech je uvedeno jejich působení. Pozornost je věnována jednotlivým krokům kryoprotokolu, neboť je známo, že nejvíce jsou rostliny vystaveny nepříznivým stresům, a tím vznikajícímu poškození během mrznutí a tání. Jsou uvedeny nejdůležitější modifikace kryoprotokolu, tak jak jsou známy z literatury.

### Klíčová slova

kryoprezervace, kryoprotektanty, vitifikace, vegetativně množené rostliny

Skladovací systém pro uchování genofondu rostlin musí splňovat několik kritérií: během skladování je nutné minimalizovat růst a vývoj rostlin na co nejmenší míru, tak aby se udržela životnost vzorků na co nejvyšší úrovni. Základním cílem při skladování je uchovat genofond bez jakékoliv změny v genetické informaci a s minimálním rizikem jejího pozdějšího narušení. Vzorky by si měly udržet schopnost plného vývoje ve fyziologických teplotách i po dlouhé době skladování. Úspěšný skladovací systém by měl také být nenáročný na lidskou práci s minimem materiálových a energetických vstupů a bez potřeby specializovaných zařízení.

Jednou z možností uchování genofondu vegetativně množených rostlin je jejich skladování při ultranízkých teplotách, tj. jejich kryoprezervace.

Vhodným rostlinným objektem jsou vzrostné vrcholy obsahující meristémy, nebo samotné extirpované meristémy ze vzrostných vrcholů. Z dalších objektů vhodných pro kryoprezervaci jsou to protoplastové kultury, suspenzní kultury, somatická embrya, pyl a pylová embrya. Kalusy, vzhledem k jejich genetické nestabilitě (velkému výskytu somaklonální variability), nejsou příliš vhodným objektem pro uchování genofondu rostlin. Vzhledem k nenáročnosti získávání jsou vzrostné vrcholy rostlin nejčastějším objektem pro uchování genofondu pomocí kryoprezervace.

Předem je důležité uvést několik teplotních mezníků, z pohledu změn fyzikálních vlastností vody a roztoků, které se používají při kryoprezervaci rostlin. Prvním teplotním mezníkem je teplota 0 °C, při které mrzne čistá voda. Při snížení volné energie čisté vody rozpuštěním látek se teplota mrznutí posunuje směrem k záporným teplotám. Například pro 1M ideální roztok je snížení bodu mrznutí 1.86 °C. Pro samotnou kryoprezervaci toto

koligativní snížení teploty mrznutí není významné. Uplatňuje se při nižších teplotách kdy dochází k menšímu množství vymrznutí vody z roztoku, než se dá očekávat z čisté vody.

Dalším teplotním mezníkem je teplota  $-38.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ , do které lze podchladit malé množství čisté vody aniž by se tvořily krystalky ledu. V pupenech řady dřevin dochází k podchlazení vody v pletivech do  $-41\text{ }^{\circ}\text{C}$  až  $-47\text{ }^{\circ}\text{C}$  a v tomto stavu pupeny přečkají silné mrazy. Nejnižší teplota naměřená na Zemi byla  $-88.7\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Teplota par tekutého dusíku je  $-130\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Nejnižší teplota pro růst krystalů ledu z vody je  $-139\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Páry tekutého dusíku nejsou tedy zcela vhodné pro dlouhodobé skladování rostlinných vzorků. Teplota  $-139\text{ }^{\circ}\text{C}$  je hranice od které se při dalším poklesu teplot tvoří amorfni forma ledu tzv. sklo. Teplota tekutého dusíku je  $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$  vzhledem k fyzikálním teplotním mezníkům mrznutí vody je to dostatečně nízká teplota, při níž nedochází k významným fyzikálním ani chemickým změnám. Tekutý dusík se používá nejčastěji k dlouhodobému skladování biologických objektů, nejen vzhledem k jeho inertnosti a teplotním vlastnostem, ale také je relativně jednoduše technicky dostupný. Existují další plyny, které mají v kapalném stadiu nižší teploty, až o několik desítek stupňů, avšak technická dostupnost a manipulace s nimi je mnohem obtížnější.

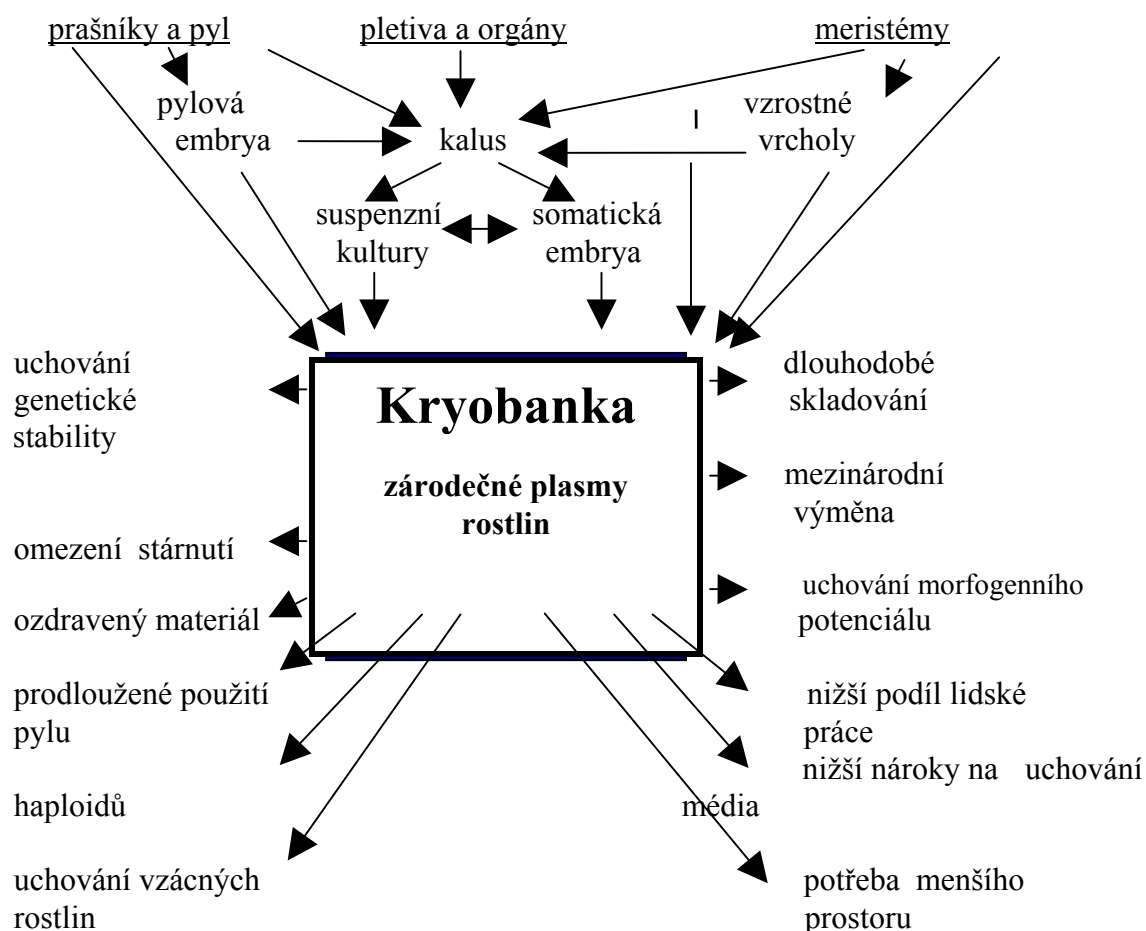
Ke kryoprezervaci rostlin se používají nejčastěji dvě metody lišící se v rychlosti zmrazování rostlinných vzorků. První je metoda tzv. pomalého zmrazování využívající rychlosti zmrazování  $<1\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$ . Tato metoda se používá v modifikaci s rozdělením do dvou stupňů. V prvním stupni je rychlost zmrazování pomalá až do  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ , po dosažení této teploty se vzorky zmrazují rychle ponořením do kapalného dusíku. Pomalá metoda je založena na pozvolném vymrazování vody do extracelulárního prostoru na základě gradientu tenze vodní páry nad ledem a nad podchlazenou vodou. Při vymrzání vody do extracelulárního prostoru dochází k vysoké dehydrataci protoplazmy. Předpokládá se vysoká tolerance pletiva k dehydrataci. Nezbytným předpokladem této metody je vyvolání tvorby ledových krystalků v extracelulárním prostoru pomocí ledově nukleačních jader. Při tom lze vyvolat ledovou nukleaci uměle, např. použitím ledových krystalků, dotykem jehlou namočenou předtím v tekutém dusíku, nebo použitím nukleačního média jak abiotické tak biotické povahy (Zámečník *et al.* 1991).

Druhá metoda je charakteristická vysokými rychlostmi zmrazování ( $50 - 1000\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$ ). Vysoké rychlosti zmrazování jsou nutné, proto aby se ve vodných roztocích určitého složení při zmrazování netvořily krystalky ledu, ale místo toho tzv. amorfni voda ve formě skla. Tato metoda je označována jako vitifikace. Sklo by se dalo definovat jako kapalina s extrémně vysokou viskozitou blížíci se viskozitě pevné látky ( $10^{13}\text{ Pa s}$ ), v níž je rychlost difúze molekul několik tisíc let. Tento stav vody je velice příznivý pro skladování rostlinných vzorků proto, že v amorfni stavu dochází k biochemickým reakcím s minimální rychlostí, nejsou-li vůbec zastaveny. Tato metoda zaznamenává v poslední době širší zájem, protože není nutné používat pro ni nákladné laboratorní zmrazovací zařízení.

Vitifikace umožňuje přežití při nízkých teplotách u pupenů dřevin (Stushnoff *et al.* 1991), větévek dřevin (Hirsh 1987) a při extrémní dehydrataci (pyl kukuřice - Buitink *et al.* 1996, embrya fazole - Leprince a Walters-Vertucci 1995).

Při metodě pomalého mrznutí dochází k nebezpečí vzniku poškození způsobené vysokou koncentrací látek intracelulárním zahuštěním roztoků. Toto nebezpečí klesá se zvyšující se rychlostí mrznutí, ale postupně vyvstává další nebezpečí poškození buněk při intracelulární tvorbě ledu. Uvádí se, že intracelulární tvorba ledu je vždy pro rostliny letální.

Obr. 1. Schematické znázornění skladování rostlinných buněk, pletiv a orgánů v tekutém dusíku a výhody skladování zárodečné plasmy rostlin v kryobance (upraveno podle Bajaj 1995).



Výše jsou popsány hlavní rysy metod zmrazování. V literatuře je uvedeno velké množství různých modifikací výše uvedených metod, většina se zakládá na empirických zkušenostech jednotlivých laboratoří.

Rostliny v otuženém stavu přežijí teploty jen několik desítek stupňů pod nulou. Při jejich kryoprezervaci je nutné použít kryoprotektivní látky nebo jejich směs pro zvýšení přežití rostlin. Kryoprotektivní látky lze rozdělit do tří skupin podle jejich schopnosti pronikat přes buněčnou stěnu případně plazmalemu (Tao a Li 1986). K látkám, které pronikají buněčnou stěnou a zároveň plazmalemu, patří glycerol a dimetylsulfoxid. Látky, které pronikají buněčnou stěnou a nepronikají plazmalemu, jsou oligosacharidy např. sacharóza a manitol, aminokyseliny např. prolin a polymery s vysokou molekulovou hmotností např. PEG 6000. Mezi látky, které nepronikají ani buněčnou stěnou ani plazmalemu patří polymery s vysokou molekulovou hmotností jako rozpustné bílkoviny, polysacharidy a další.

Jednotlivé kryoprotektivní látky nemají pouze jedinou funkci. Na příkladu dimetylsulfoxidu (DMSO) lze ukázat řadu užitečných vlastností této chemické látky pro kryoprezervaci. DMSO jako kryoprotektivní látka snižuje bod mrznutí a zvyšuje viskozitu

protoplasmy. DMSO zlepšuje propustnost plazmalemy tím, že snižuje tloušťku lipidové dvojvrstvy a snižuje aktivační energii (Yu a Quinn 1998) Příkladem přirozené kryoprotektivní látky jsou antifreeze proteiny. Antifreeze proteiny přímo nasedají na krystalky ledu a tím brání jejich růstu (Zámečník a Janáček 1992). Antifreeze proteiny byly nalezeny v přirozených podmínkách během zimy u řady rostlin (Duman *et al.* 1993).

Kryoprezervační protokol se dá rozdělit do šesti etap.

1. Preparaci explantátu je nutné provést co nejšetrněji. Vitřifikační metoda je úspěšná jen při velmi rychlém zmrazování vzorků. Rychlost mrazení je tím rychlejší, čím menší je objekt. Velmi závisí na růstových podmínkách a stáří rostlin, *in vivo* či *in vitro*.

2. Kultivace explantátu před zmrazením je nutná při některých kryoprezervačních protokolech. Při použití velmi koncentrovaných kryoprotektiv je nutná postupná inkubace rostlin v těchto médiích, aby přechod byl mírný a výměna vody byla pozvolná. Jednou z možností, jak připravit vzrostné vrcholy na nízké teploty, je dehydratace pletiva před zmrazením. V těchto případech platí, stejně jako pro inkubaci pletiv v kryoprotektantech, volba vhodné úrovně dehydratace, při které je dosaženo optimálního obsahu vody pro zmrazování explantátu. Když se nedodrží optimální obsah vody pro zmrazení, může dojít k poškození pletiv vyšším obsahem ledu, když je dehydratace větší, může dojít k poškození pletiv samotnou dehydratací. V poslední době se používá tzv. enkapsulace rostlinných objektů určených pro zamrazení. Například vzrostné vrcholy se obalí vrstvou gelu (většinou alginátového), a tím se chrání meristémy proti nepříznivým změnám během kryoprotokolu. Vhodným způsobem přípravy rostlinného materiálu před zmrazením je jeho otužení za nízkých teplot. Při kultivaci rostlinného materiálu za nízkých teplot se přestaví komponenty membrán tak, že odolávají lépe nízkým teplotám (Steponkus *et al.* 1993).

3. Kryoprezervace - samotné zmrazení se provádí podle typu pletiva, složení, koncentrace kryoprotektivních látek, doby a teploty jejich působení. Při zmrazování rostlinných vzorků se používají výše popsané dvě základní metody: metoda rychlého a metoda pomalého zamrazování.

4. Typ tání a teplota média - používá se rychlé tání z důvodů snížení rizika rekrystalizace ledových krystalků. Při pomalém tání mají krystaly ledu dostatek času k růstu a mohou svým zvětšeným objemem poškodit tající buňky. Po tání je nutné vymytí kryoprotektivních látek, které když se tak neučiní, mohou působit toxicky.

5. Kultivace po tání explantátů je důležitá vzhledem k tomu, že většinou po kryoprotokolu bývají rostliny částečně poškozené a je nutné, aby nejdříve došlo k reparaci poškození. Kultivace za přítomnosti lehce dostupných energeticky bohatých látek, jako například cukrů, je vhodná pro další regeneraci explantátů.

6. Obnovení růstu ovlivňujeme vhodným složením růstových látek v kultivačním médiu. V kontrolních případech je nutné hodnocení morfologických a genetických změn regenerovaných rostlin vyrostlých z kryoprezervovaných explantátů.

Při celém kryoprotokolu jsou rostliny vystaveny působení řady stresů jako je osmotický stres (kryoprotektiva před mrznutím, vymývání kryoprotektiv), vodní stres (dehydratace před mrznutím, mrznutí, tání), stres z poškození (extirpace meristému, poškození krystaly ledu při mrznutí a tání). V tkáňových kulturách rostliny trpí často stresem nízké ozářenosti a nízké koncentrace CO<sub>2</sub>. Z toho přehledu je patrné, že nejvíce rizikovou oblastí kryoprezervačního

protokolu je příprava rostlin na zmrazování, samotné zmrazování a tání. Pobyt rostlin za teplot tekutého dusíku sám o sobě není limitující. Z výsledků (Bajaj 1985) je patrné, že přežití meristému po teplotách tekutého dusíku se neměnilo (35 %) po 4 roky, když byly meristémy skladovány v tekutém dusíku. Zatímco kontrola před zmrazením vykazovala 86 % regeneraci.

Tab. 1 **Porovnání metod dlouhodobého skladování vegetativně množených rostlin**  
(Schäfer-Menuhr, 1996 - upraveno)

|                                  | <b>Polní kolekce</b> | <b><i>In vitro</i></b> | <b>Kryoprezervace</b> |
|----------------------------------|----------------------|------------------------|-----------------------|
| Dlouhodobá zkušenost             | ++                   | ++                     | -                     |
| Dostupnost pro distribuci        | v sezóně             | vždy                   | vždy(3-4 měsíce)      |
| Jednoduchost pro zasílání        | ++ omezení           | ++                     | -                     |
| Bez patogenů                     | -                    | ++                     | ++                    |
| Riziko ztráty vlivem chorob      | ++                   | -                      | -                     |
| Riziko ztráty technickou havárií | ++                   | ++                     | -                     |
| Riziko špatného označení vzorků  | ++                   | ++                     | pouze v počátku       |
| Náklady na založení kolekce      | dle okolností        | +                      | +                     |
| Náklady na udržení kolekce       | dle okolností        | +                      | -                     |

## Summary

The aim of this mini review is to explain the basic principles of cryopreservation methods on the basis of theoretical knowledge of water freezing changes at ultra-low temperatures. Suitable parts of plants for cryopreservation are mentioned. Cryoprotectants are divided into the three basic parts according to their place of action. It is well known, that the changes at ultra low temperatures are not as important for survival of the plant parts as the changes during freezing and thawing. The attention was paid to the difference in the steps during freezing and thawing according to the recently published changes in the specific cryoprotocols.

## Key words

cryopreservation, cryoprotectants, vegetatively propagated plants

## Literatura

- BAJAJ Y.P.S.: Cryopreservation of germplasm of vegetatively propagated crops. Bull. Soc. Bot. Fr. , 137 Actual. Bot. 3/4,99-114, 1990
- BUITINK J., WALTERS-VERTUCCI C., HOEKSTRA F.A., LEPRINCE O.: Calorimetric properties of dehydrating pollen. Analysis of a desiccation-tolerant and an -intolerant species. Plant Physiol., 111, 235-242, 1996
- DUMAN J. G., WU D.W., OLSEN T.M., URRUTIA M. ,TURSMA D. T.: Thermal-hysteresis proteins. In: Advances in Low-Temperature Biology, JAI Press, London, vol. 2, 131-182. 1993

- HIRSH, A.G.: Vitrification in plants as a natural form of cryoprotection. *Cryobiology*, 24, 214-218, 1987
- LEPRINCE O., WALTERS-VERTUCCI, C.: A calorimetric study of glass transition behaviours in axes of bean with relevance to storage stability. *Plant Physiology* 109,1471-1481, 1995
- SCHÄFER-MENUHR, A.(1996): Protocol for cryopreservation of potato meristems by the "droplet" method. DSM-German Collection of Microorganisms and Cell Cultures. Braunschweig. Germany
- STEPONKUS P.L., UEMURA M., WEBB, M.S.: A contrast of the cryostability of the plasma membrane of winter rye and spring oat. In: *Advances in Low-Temperature Biology*, JAI Press, London, vol. 2, 211-312 1993
- STUSHNOFF, C., REMMELE R.L., ESENSEE V.: Use of phase diagrams to assess cryopreservability of dormant buds from several apple cultivars and from *Amelancheier alnifolia Nutt.* 'SMOKY'. *Cryobiology*, 28, 740 1991
- TAO D., LI P.H.: Classification of plant cell cryoprotectants. *J. Theor. Biol.*, 123,305-310, 1986
- YU Y.W., QUINN, P.J.: The modulation of membrane structure and stability by dimethyl sulphoxide . *Molecular membrane biology*,15, 59-68, 1998
- ZÁMEČNÍK, J., JANÁČEK, J.: Interaction of antifreeze proteins from cold hardened cereals seedlings with ice nucleation active bacteria. *Cryobiology* 29,6,718-719, 1992
- ZÁMEČNÍK, J., SKLÁDAL, V., KŮDELA, V.: Ice nucleation by immobilized ice nucleation active bacteria. *Cryo-Letters* 12: 149-154, 1991



# KONZERVACE „*IN VITRO*“, JEJÍ UPLATNĚNÍ U KOLEKCE BRAMBOR

## „*IN VITRO*“ CONSERVATION, ITS UTILIZATION IN POTATO COLLECTION

Vendulka Horáčková, Jaroslava Domkářová  
*Potato Research Institute Ltd. Havlíčkův Brod*

### Souhrn

Popsány jsou postupy používané při dlouhodobém uchovávání kultur bramboru v genové bance *in vitro* při Výzkumném ústavu bramborářském v Havlíčkově Brodě. Technika kultivace spočívá v indukci tvorby mikrohlízek v kultuře *in vitro* na modifikovaných médiích MS bez růstových regulátorů, při teplotě 10° C a v podmínkách krátkého dne. Subkultivace se provádí po 10 - 14 měsících využitím mikrohlízek spontánně rašících po periodě dormance.

Uvedeny jsou informace o založení a činnosti banky a o rozsahu udržované kolekce rodu *Solanum* v kultuře *in vitro*.

### Klíčová slova

brambory, genová banka, konzervace *in vitro*

### Úvod

Brambor hlíznatý (*Solanum tuberosum* L.) patří do čeledi Lilkovitých (*Solanaceae*) Pers. rodu Lilek (*Solanum* Toun.). Rod zahrnuje přes 2 000 druhů, z nichž jen asi 100 druhů tvoří hlízy. Běžné označení „brambor“ je používáno nejen pro kulturní, ale i příbuzné plané druhy rodu *Solanum*.

Brambor není původní evropskou plodinou. Do Evropy byl introdukován z Jižní Ameriky v druhé polovině 16. století přes Španělsko a britské ostrovy. V Jižní Americe využívalo domorodé indiánské obyvatelstvo brambory již nejméně 2 tisíce let před porobením Inků Španěly v roce 1532. Představovaly zde hlavní potravinu a také předmět obchodu.

Brambory převezené do Evropy přišly do odlišných klimatických podmínek, než ve kterých prodělaly svůj fylogenetický vývoj. Proto trvalo téměř 200 let, než se plně uplatnily v polní kultuře v Evropě. Postupně si vybudovaly pozici plodiny zajišťující lidskou výživu a krmivo pro hospodářská zvířata.

Brambor je jednoletou bylinou. Mateřské hlízy po vyčerpání zásob v průběhu vegetace odumírají a spolu s nimi také všechny nadzemní a podzemní orgány mimo semena a nové (dceřiné) hlízy s živými spícími pupeny.

Z uvedeného jsou zřejmé dva způsoby rozmnožování bramboru a to generativní a vegetativní. Proto i udržování bramboru by bylo teoreticky možné provádět oběma uvedenými způsoby. Prakticky však má rozmnožování a udržování bramboru svá specifika. Ta vyplývají z tetrasomické dědičnosti kulturních odrůd bramboru, která se projevují

značnou proměnlivostí znaků a vlastností potomstev semenných generací ze samoopylení a záměrného křížení (Zadina, 1976). Proto jsou kulturní tetraploidní druhy *S. tuberosum* rozmnožovány pouze vegetativně hlízami a rovněž vegetativní cestou mohou být udržovány.

Generativní způsob množení je však nezbytný v novošlechtění bramboru, neboť v semenné populaci se projeví kombinace vlastností rodičovských partnerů a po podchyacení žádoucích klonů probíhá další rozmnožování vegetativním způsobem, který projev vysoké heterozygotnosti eliminuje a zachovává vlastnosti F1 generace.

Uchovávání vzorků ve formě semen lze využít pouze u omezeného souboru fertálních planých a kulturních druhů rodu *Solanum* (Howard, 1980).

Dosažení nových odrůd bramboru s vysokými a stabilními hospodářskými parametry a rezistencemi proti škodlivým činitelům je možné pouze za předpokladu, že bude dostupný široký okruh výchozích materiálů, jejichž vlastnosti lze efektivně zapojit do hybridizačního procesu. Z tohoto důvodu je nezbytné shromažďování kolekcí genových zdrojů a jejich udržování v genových bankách. Existence genových bank umožňuje zachovat pro budoucnost velkou šíři genetické variability bramboru, která se nachází v přirozených genových centrech nebo vznikla šlechtitelskou činností.

Velkými sbírkami genových zdrojů rodu *Solanum* disponují banky jak na americkém kontinentě např. CIP Lima v Peru, USPC Sturgeon Bay v USA, tak i v Evropě např. CPP Pentland - field ve Skotsku, BGRC Braunschweig - Völkenrode v NSR, VIR Petrohrad v Rusku a další.

Pracovní sbírky genových zdrojů vznikly rovněž při bramborářských institucích ve všech vyspělých státech.

V České republice se začala formovat genová banka bramboru při Výzkumném ústavu bramborářském v Havlíčkově Brodě v roce 1952. Od tohoto roku jsou zde shromažďovány, hodnoceny a udržovány materiály českého i zahraničního původu.

Klasický způsob každoročního vegetativního přesazování byl od roku 1986 postupně nahrazován udržováním v kultuře *in vitro*. Udržování prostou přesadbou hlízových vzorků vystavovalo kolekci přirozenému infekčnímu tlaku, vedlo ke zhoršování zdravotního stavu a často ke ztrátám materiálu.

Technika udržování a klonování *in vitro* umožňuje časově prakticky neomezené udržování širokého spektra materiálu v definovaných podmínkách, bez nebezpečí reinfekce viry. Kultury vyžadují minimální nároky na skladovací prostory, umožňují snadnou detekci a ozdravení od virů a v případě potřeby rychlé namnožení žádaných genotypů. Usnadňují rovněž mezinárodní výměnu materiálu bez provádění řady fytokarantenních opatření. Světová síť genových bank bramboru pracuje již výhradně na principu *in vitro* konzervace. Postupy používané k dlouhodobému udržování *in vitro* se liší mezi jednotlivými světovými sbírkami v detailech, přičemž společná je:

- jednoduchost zakládání kultury a možnost jejího využití pro široké spektrum genotypů brambor
- schopnost dlouhodobého udržování organogenetické schopnosti v kultuře *in vitro* a dlouhá subkultivační perioda
- nutnost zachování genetické homogenity a identity udržovaného materiálu s materiálem výchozím.

Práce na toto téma publikovali např. Radatz a Standke 1978, Truskinov 1979, Roca et al. 1979, Allen a Knutson 1982, Thieme a Pett, 1982, Mix, 1983, Marinus 1983, Pett et. Al. 1986 a další.

## **Materiál a metoda**

V průběhu zakládání genové banky bramboru *in vitro* ve Výzkumném ústavu bramborářském v Havlíčkově Brodě byla provedena celá série pokusů zaměřených na sledování vlivu kultivačních podmínek na zpomalení růstu kultur a vyvolání tuberizace *in vitro*, dále na potlačení vnitřních kontaminací při převádění materiálu k dlouhodobému uchování *in vitro* a ozdravování od virových chorob a ověření stability potenciálu (Kostřica, et.al. 1985,1990).

Na základě těchto pokusů byla vypracována technika dlouhodobé kultivace bramboru *in vitro*, která se v zásadě využívá dosud.

Sestává z následujících kroků:

- karanténní výsadba nově získaných materiálů za účelem prověření zdravotního stavu
- aseptický převod do prostředí *in vitro*
- otestování zdravotního stavu před uložením do genové banky
- převedení materiálu na bankovní kultivační média
- zaevidování materiálu a výběr genotypů do ozdravování *in vitro*
- pravidelné kontroly a subklivace na nová média.

## Výsledky a diskuse

Karanténní výsadba materiálu nově získaného do genové banky je prováděna v izolovaných sklenicích oddělení virologie a testů VÚB, které zabezpečuje detailní zhodnocení zdravotního stavu. Použit je test ELISA, pro stanovení šesti nejvýznamnějších virů bramboru PVS, PVX, PVM, PVY, PVA, PLRV ( Clark a Amans, 1977) s modifikacemi podle Dědiče a Nohejla (1985) a metoda molekulární c DNA hybridizace pro detekci viroidu karanténní vřetenovitosti hlíz (PSTV) podle Owense a Dienera (1981) s modifikacemi podle Dědiče et al. (1994).

K převodu do aseptického prostředí *in vitro* se využívají stonky skleníkových rostlin. Ve výjimečných případech lze převody provést z klíčků hlíz nebo výsevem semen přímo na agar, což se využívá u špatně klíčících planých druhů získaných ve formě semen. V těchto případech se karanténní testování provede následně v kultuře *in vitro*.

Fáze převodu do *in vitro* kultury je často komplikována výskytem vnitřních kontaminací, které mají původ v cévních svazcích převáděného segmentu a nelze je odstranit povrchovou sterilizací. K jejich odstranění se používá krátkodobá, případně opakovaná kultivace na půdách s antibiotiky (např. Gentamycin, Rifampicin).

Po ukončení fáze převodu je materiál namnožen na živném médiu Murashige a Skoog (1962) bez regulátorů růstu a připraven k převodu do podmínek dlouhodobé kultivace. Pokud nebyl testován zdravotní stav před převodem, je předán v této fázi k otestování do oddělení virologie a testů.

Další postup spočívá v převedení materiálu na živná média navozující tvorbu mikrohlízek s následnou dlouhodobou kultivací při snížené, ale vitální teplotě.

Každý k udržování připravený genotyp je pasážován na tři živná média stimulující tvorbu mikrohlízek. Základem je živné médium MS (1962) bez růstových regulátorů, které má v prvním případě zvýšený obsah sacharózy na 6 %, ve druhém případě je zvýšený obsah sacharózy 6 % kombinován s a přísadkou Alaru 85 v dávce 5 mg/l. Ve třetím médiu je normální obsah sacharózy (3 %) doplněn zvýšenou dávkou Alaru 85 (30 mg/l).

Sacharóza v živném médiu působí jako osmotikum a energetický zdroj pozitivně ovlivňující tuberizaci *in vitro*. Růstový retardant Alar 85 s účinnou složkou dimethylhydrazidem kyseliny jantarové prodlužuje periodu růstu před nasazením mikrohlízek a stimuluje jejich tvorbu. Zvláště vhodné je jeho použití u planých druhů rodu *Solanum*. Účinek

Alaru 85 se projevuje zkracováním internodií stonku, při zvětšování listové plochy a zvýšené tvorbě chlorofylu.

Po přepasáží na udržovací média jsou materiály umístěny do běžných kultivačních podmínek (20 - 22° C, 16 hod. fotoperioda), kde proběhne počáteční desetidenní kultivace, při které řízky začnou regenerovat. Do chladového režimu genové banky jsou přenášeny již vyvíjející se rostliny. Kultivace v genové bance probíhá při teplotě 10° C a desetihodinné fotoperiodě. V podmínkách krátkého dne dochází během 3 - 5 měsíců ke tvorbě mikrohlízek, které je možné po zaschnutí rostliny ještě dále udržovat. U řady genotypů si udržují mikrohlízky životnost po dobu až jednoho roku. Nižší kultivační teplota zpomaluje růst rostlin a snižuje frekvenci mitóz v daném časovém úseku. Spolu s použitím médií bez růstových regulátorů se výrazně snižuje pravděpodobnost vzniku mutací. Oba tyto faktory se podstatnou měrou podílejí na zachování genetické homogenity a identity dlouhodobě udržovaných materiálů s výchozím genotypem.

Vývoj rostlin v průběhu periody dlouhodobého uchovávání probíhal podle schématu uvedeného v tabulce 1.

Tab. 1 Schéma kultivačního postupu během uchovávání kultur bramboru *in vitro*

| Kultivační fáze | Kultivační režim             | Stav kultury                                                  | Délka kultivační fáze |
|-----------------|------------------------------|---------------------------------------------------------------|-----------------------|
| 1.              | 20° C<br>16 hod fotoperioda  | regenerující řízky na<br>na bankovních půdách                 | 2 týdny               |
| 2.              | 10° C<br>10 hod fotoperioda  | rostliny nasazující<br>mikrohlízky                            | 3-5 měsíců            |
| 3.              | 10° C<br>10 hod. fotoperioda | zasychající stonky<br>dormantní mikrohlízky                   | 3-4 měsíce            |
| 4.              | 10° C<br>10 hod.fotoperioda  | mikrohlízky rašící, případně<br>se stonkem schopným řízkování | 3-4 měsíce            |
| Celkem          |                              |                                                               | 10-14 měsíců          |

Po přenesení zkumavek ke kultivaci při teplotě 10 ° C dochází k pomalé regeneraci nodálních řízků v rostlinu, poté se na rostlině zakládají hlízky a rostlina postupně usychá a odumírá. Hlízy začnou po překonání periody dormance rašit a k udržovací pasáži jsou použity buď řízky z výhonů vyrůstajících z hlízek, nebo jsou přenášeny přímo rašící hlízky.

Doba dormance u hlízek indukovaných *in vitro* je různá. Hlízky vyvinuté na stolonech raší dříve než vzdušné hlízky vytvořené ve výše položených částech stonku, vesměs v úžlabí listů.

Subkultivace na nová média pomocí mikrohlízek se provádí u většiny materiálů po 10 - 14 měsících. Některé udržované materiály (např. dihaploidy, plané druhy a pod.) vyžadují individuální přístup a pasážování na nová média po kratší době (6 - 8 měsíců).

V závislosti na genotypu se projevuje jistá variabilita růstové reakce, proto je nutná průběžná kontrola stavu udržovaného materiálu.

U tetraploidních odrůd *S. tuberosum* dochází k tuberizaci prakticky u všech genotypů. Zaznamenány byly pouze rozdíly v intenzitě tuberizace v závislosti na odrůdě a typu média. Průměr hlízek získaných na jednu rostlinu se pohyboval od 1,2 na půdě s Alarem 85 do 1,5 na půdě se 6 % sacharózy. U dihaploidních materiálů je výnos hlízek nižší, a to podle média 0,6, respektive 0,7 hlízek na rostlinu.

Po uložení do genové banky jsou materiály zaevidovány a dále vedeny pod evidenčním číslem v systému EVIGEZ.

V případě požadavku se u vybraného genotypu mohou kdykoliv v průběhu roku použít živé části uchovávané kultury k pasážování na množící médium MS a materiál je připraven k množení nebo expedici.

Za účelem posouzení odrůdové identity a genetické stability dlouhodobě udržovaných genotypů bylo provedeno prověření vlastností souboru 126 tetraploidních odrůd a kříženců.

Po namnožení hlíz bylo v polní výsadbě provedeno zhodnocení základních morfologických znaků podle UPOV (Anonym 1986) zahrnujících morfologii hlíz, klíčků a nadzemních částí rostlin. Současně byla prověřena odolnost genotypů proti rakovině brambor a háďátku bramborovému. U každého materiálu byly zjištěné vlastnosti srovnány s daty uváděnými v oficiálních katalozích bramboru, případně přímo šlechtiteli. Byla konstatována velmi vysoká identita sledovaných vlastností a nebyla podchycena odchylka, která by potvrzovala možnou genetickou změnu v důsledku dlouhodobého udržování *in vitro*.

Přechovávání tuberizujících rostlin *in vitro* za snížených teplot se v genové bance *in vitro* při Výzkumném ústavu bramborářském v Havlíčkově Brodě uplatňuje dlouhodobě a jeví se jako nenáročný a spolehlivý způsob dlouhodobého skladování použitelný pro široké spektrum genetických zdrojů bramboru.

S dlouhodobým uchováváním bramboru *in vitro* úzce souvisí problematika ozdravování od virových chorob za využití explantátových technik.

U bramboru, jakožto plodiny silně vnímavé k virovým chorobám, je možnost aktivního ozdravování od virových chorob nutností.

Řada materiálů převedených do genové banky není prostá virů. Jedním z podnětů vzniku banky byl velice nepříznivý zdravotní stav celé polní kolekce, v letech 1984 a 1985, kdy hrozila ztráta řady materiálů.

K ozdravování od virových chorob v kultuře *in vitro* je využívána metoda spočívající v kombinaci termoterapie s následným odběrem vrcholových meristémů. Metoda využívá efektu klesající koncentrace virů směrem k vegetačnímu vrcholu a inhibice reprodukce a šíření virů v důsledku termoterapie. Postup ozdravování je pracovně i časově náročný, zdravý materiál se získává v průměru po 8 - 10 měsících od zahájení termoterapie. Ve většině případů se jedná o odstranění virů S, X, a M, což jsou viry nejobtížněji eliminované, neboť pronikají vysoko do terminálních buněk vegetačního vrcholu a projevují se jako více termostabilní (Kostřica, 1985).

Odstranění virové infekce z udržované kolekce probíhá průběžně. K ozdravování je přednostně vybírán materiál, u kterého je předpoklad výzkumného a šlechtitelského využívání.

Kolekce genové banky *in vitro* rodu *Solanum* se začala ve Výzkumném ústavu bramborářském vytvářet od roku 1985, kdy bylo převedeno k dlouhodobému uchování prvních 35 odrůd a 12 kříženců bramboru. Během let se kolekce rozšířila a vedle odrůd a kříženců vznikly podkolekce dihaploidních materiálů a kulturních a planých druhů bramboru.

Materiál do udržování je získáván především vlastními převody, dále mezinárodní výměnou rostlin *in vitro* a v případě planých druhů a mezidruhových hybridů výsevem semen přímo do podmínek *in vitro*.

Podstatnou součástí udržované kolekce jsou materiály z produkce českého šlechtění, a to jak z novošlechtění (odrůdy, kříženci z novošlechtění), tak z geneticko-šlechtitelského výzkumu (indukované primární a sekundární dihaploidy a rezistentní kříženci).

V kolekci odrůd českého šlechtění se podařilo shromáždit 83 odrůd ze 100 originálních odrůd, dosud v České republice vyšlechtěných. V této kolekci bylo třeba provést ozdravení u 26 odrůd, a to vesměs od viru S a X. V současné době je celá tato skupina viruprostá. Do *in vitro* kultury byly převedeny rovněž 3 krajové odrůdy bramboru a provedeno jejich ozdravení od komplexu virů.

Ve skupině tetraploidních kříženců jsou udržovány především materiály získané při řešení výzkumných projektů v genetickém oddělení VÚB s deklarovanou odolností proti virovým chorobám a hád'átku bramborovému Pa2.

V roce 1995 tedy po deseti letech od založení se genová banka rozrostla na 1 387 genotypů, udržovaných v 6 podkolekcích.

V současné době je v bance *in vitro* udržováno 1 548 genotypů, v šesti podkolekcích, jak je uvedeno v tabulce 2.

**Tab. 2 Přehled dlouhodobě udržovaných materiálů v genové bance bramboru *in vitro* ve VÚB Havlíčkův Brod**

| Kategorie genotypů                              | Počet vzorků |
|-------------------------------------------------|--------------|
| 1. Odrůdy <i>S. tuberosum</i>                   | 982          |
| 2. Tetraploidní kříženci <i>S. tuberosum</i>    | 194          |
| 3. Dihaploidy                                   | 92           |
| 4. Kulturní druhy rodu <i>Solanum</i> - 5 druhů | 179          |
| 5. Plané druhy rodu <i>Solanum</i> - 20 druhů   | 46           |
| 6. Mezidruhovité hybridy rodu <i>Solanum</i>    | 55           |
| Celkem                                          | 1 548        |

Dlouhodobé uchovávání vzorků bramboru *in vitro* za využití indukce mikrohlízek je velmi rozšířenou metodou v rámci genových bank, neboť mikrohlízky anebo výhony z nich vyrůstající jsou v podstatě jedinou částí kultury, která je schopná přežít více než dvanáct měsíců bez pasáže na čerstvá média (Westcott 1981). Vývoj kultury závisí na genotypu a na kultivačním médiu (Westcott 1981), což bylo dlouhodobým sledováním potvrzeno i v podmínkách naší banky. Pomocí vhodných médií a kultivačních podmínek se daří regulovat postupné odumírání prýtů a jeho zasychání až po indukci mikrohlízek a rašení nových výhonů.

Při posouzení genetické stability u potomstva rozmnožovaného *in vitro* jsme nezaznamenali shodně s výsledky Roca et. al. (1978) odchylky vyšší, než při běžném typu vegetativního rozmnožování hlízami.

Rozsahem udržovaného materiálu je genová banka *in vitro* ve VÚB Havl., Brod srovnatelná se zahraničními kolekcemi tak, jak to vyplývá z posledních údajů uveřejněných v projektu RESGEN-CT 95 - 34.

Vedle rozsahu určuje hodnotu kolekce její kvalita, a to jak po stránce výběru uchovaných genotypů, tak i jejich zdravotního stavu, zejména z hlediska viróz. Z tohoto důvodu jsou nejcennější materiály postupně ozdravovány a sbírka je rozšiřována o nové genové zdroje vhodné k výzkumným a šlechtitelským účelům.

## Summary

The paper contains descriptions of procedures utilized in the long-term maintenance of potato cultures in the *in vitro* gene bank at Potato Research Institute in Havlíčkův Brod. The technique of cultivation consists in induction of microtuber formation in *in vitro* culture on the modified MS media without growth regulators, at 10° C and under the short-day conditions. Subcultivation is carried out after 10 – 14 months using microtubers budding spontaneously following a dormancy period.

Information on the establishment and activity of gene bank and the range of maintained collection of *Solanum* genus in *in vitro* culture are reported.

## Key words

potatoes, gene bank, *in vitro* conservation

## Literatura

ALLEN, J.R., KNUTSON, K.W.: The effect of cold storage on the growth and development on tissue culture propagated potato plantlets. Amer. Potato J. 59: 459, 1982

Anonym: Guidelines for the conduct of tests for distinctness, homogeneity and stability. Potato (*Solanum tuberosum* L.) UPOV/TG/1,2, 1986.

CLARK, M.F., ADAMS, A.N.: Characteristics of the microplate method of enzyme linked immuno-sorbent assay for the detection of plant viruses. J. Gen. Virol. 34: 475-483, 1977.

DĚDIČ, P. et al.: Virologie ve šlechtění a integrované ochraně bramboru. Závěrečná zpráva. VÚB, Havlíčkův Brod, 1994.

DĚDIČ P.: Využití testu ELISA při sériové diagnóze virů ve šlechtění brambor. In: Pracovní materiály pro kurz: Moderní metody imunoanalýzy v rostlinné výrobě, 27-41, ČVTS Praha.

HOWARD, H.W.: Storage of true seeds of potatoes for 25 yers. Potato Res. 241-242, 1980

KOSTŘICA P. et al.: Tkáňové kultury ve šlechtění bramboru, Závěrečná zpráva, VÚB Havl. Brod, 1985

KOSTŘICA P. et al.: Genová banka cenných genotypů *in vitro* u brambor. Závěrečná zpráva, VÚB Havl. Brod, 1990.

MARINUS, J.: Some aspects of the *in vitro* multiplication of potatoes. Potato Res. 26:85-86, 1983.

- MIX, G.: Langzeitlagerung von Kartoffelgenmaterial *in vitro*. Landbauforschung Völkenrode 33: 179-182, 1983.
- MURASHIGE T., SKOOG, F. A revised medium for rapid growth and bioassay with tobacco tissue cultures. *Physiol. Plant.* 15, 1962.
- OWENS, R.A., DIENER, T.O.: Sensitive and rapid diagnostic of potato spindle tuber viroid disease by nucleic acid hybridization. *Science* 213: 660-672, 1981
- PETT, B., THIEME, R.: Untersuchungen zur Depothaltung eines Kartoffelsortiments *in vitro*. *Potato Res.* 24: 105-110, 1981.
- RADATZ, E., STANDKE, K.H.C.: Untersuchungen zum „Minimalwachstum“ von Kartoffeln *in vitro*. Landbauforschung Völkenrode 28: 75-77, 1978
- ROCCA, W.M. et al.: A tissue culture method for rapid propagation of potatoes. *Amer. Potato J.* 55: 691-701, 1978.
- ROCA W.M. et al.: Tissue culture for the international transfer of potato genetic resources. *Amer. Potato J.* 56: 1-10, 1979
- THIEME, R., PETT, B.: Erzeugung und Anwendung von *in vitro* - Knollen bei Anlage eines Kartoffeldepots. *Arch. Züchtungsforsch.* 12, 262, 1982.
- TRUSTNIKOV, E.V.: Izolirovanije kultury tkanej ozdrovlenii, razmnoženii i chranēnii kollekcionnykh obrazcov kartofelja. In: Tezisy dokladov. III. Konferencija po kulture kletok rastenij, Abovjan, 1979
- WESTCOTT, R.J.: Tissue culture storage of potato germplasm. Minimal growth storage. *Potato Res.* 24: 331-342, 1981
- ZADINA, J., JERMOLJEV, E.: Šlechtění bramboru, Academia, Praha, ČAV, 1976.



## OCHRANA BIODIVERSITY *IN SITU*

### *IN SITU* BIODIVERSITY PROTECTION

František Krahulec <sup>1)</sup>, Vojtěch Holubec <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Botanický ústav AV ČR Průhonice

<sup>2)</sup> Výzkumný ústav rostlinné výroby Praha-Ruzyně

#### Souhrn

Článek hodnotí význam ochrany biodiversity *in situ* v podmínkách České republiky. Ukazuje, že tento typ ochrany má velký potenciál pro řadu druhů potenciálně využitelných člověkem. Jde zejména o plané druhy příbuzné pěstovaným druhům, případně využívané přímo. Jsou ukázána rizika genetického narušení populací v přírodě, kde ochrana *in situ* není efektivní a je nutno ji kombinovat s vhodným způsobem *ex situ* ochrany.

#### Klíčová slova

biodiversita, plané druhy, ochrana *in situ*, ochrana *ex situ*

Ochrana biodiverzity *in situ*, tedy na místě, prostřednictvím ochrany jednoho druhu či celého společenstva, má několik předností. K nejdůležitějším z nich patří:

1. Ochrana variability jak mezi populacemi, tak uvnitř populací, a to za stálých evolučních tlaků.
2. Ochrana všech dalších organismů, které jsou na chráněný druh či systém vázány.

Nevýhodou je, že nevíme, co vlastně chráníme. Tato nevýhoda není ani teoreticky řešitelná pro velkou komplexnost; zatím není na světě známa jediná lokalita, kde by byly známy veškeré organismy, natož jejich variabilita. Stejně tak není možno prozkoumat variabilitu všech existujících populací i u relativně vzácného druhu s malým počtem populací. I v tak dobře prozkoumaném území, jakým je střední Evropa, jsou stále objevovány nové druhy (vzácně i rody) autochtonních druhů vyšších rostlin či obratlovců, o dalších skupinách organismů nemluvě. Pouze ochrana *in situ* může zajistit ochranu všech organismů a jejich variability i z toho důvodu, že řada těchto organismů nemůže dlouhodobě existovat samostatně, ale pouze vázaných na některý další organismus. Další nevýhodou je zejména u malých populací to, že mohou být velmi snadno zničeny, ať změnou podmínek prostředí, tak např. i geneticky zavlečením křížení schopného organismu. **Ochrana biodiversity *in situ* je úspěšná dlouhodobě tehdy, jsme-li schopni zajistit vhodné podmínky pro celý životní cyklus.** Jeho délka se samozřejmě o několik řádů liší. Je nutno kriticky říci, že ekologické znalosti zejména pro juvenilní stadia jsou nedostatečné.

Máme-li zhodnotit úspěšnost ochrany *in situ* v ČR, dospíváme k těmto kategoriím:

1. Nejlepší situace je u planých druhů dřevin s lesnickým významem. Lesnický výzkum má již dlouhou dobu podchyceny nejdůležitější ekotypy (viz např. Klika et al. 1953, Svoboda 1953), pro jednotlivé pěstební oblasti a výškové stupně jsou zachyceny důležité porosty, je alespoň částečně zajištěna jejich ochrana. Je podchyceno, ve kterých přírodních rezervacích se jednotlivé druhy vyskytují. Jako příklad všestranně pojaté práce uvádíme studii Šindeláře (Šindelář 1991). Tím je alespoň teoreticky dána koncepce ochrany variability všech významných populací. Druhy ohrožované některými vlivy (choroby, imise) jsou pěstovány a udržovány v tkáňových kulturách.
2. U chráněných a vzácných druhů je alespoň představa o jejich rozšíření v uplynulých 2-3 dekáдах; jejich dynamika a současný stav populací není často znám. Účinná ochrana není často zajištěna, zejména pro druhy rostoucí v neklimaxových společenstvech. Zde chybí propracovaný systém managementu. Minimálně je koordinován výběr stanovišť pro cílený management. Je to dáno současnou organizací státní ochrany přírody, kde poměrně mnoho pravomocí je přeneseno na Okresní úřady. Tam většinou nejsou kvalitní odborníci (a specialisté ani nemohou být, protože většina řešených problémů je mezioborového charakteru). Metodické vedení z centra je minimální.
3. Dosud není dotvořena reprezentativní síť chráněných území, která by podchycovala všechny významnější typy biotopů. Poměrně dobrá situace je u druhově bohatých klimaxových společenstev a společenstev části reliktních stanovišť (např. skalních stepí, rašelinišť, horských systémů).
4. Špatná situace je u druhů v minulosti masově převážených a pěstovaných. Do volné přírody se tak dostalo mnoho nepůvodních genotypů, velmi často není ani známo, jaký byl původ těchto genotypů. Týká se to zejména pícnin, tedy trav a jetelovin. Negativně se na této situaci projevuje i to, že zemědělský výzkum je již řadu let odpojen od taxonomických poznatků.
5. Velmi špatná situace je u všech druhů vázaných na ranná sukcesní stadia, která díky změnám v managementu krajiny již nevznikají. Negativně se na této situaci podepisuje i velký spád dusíku, který značně urychlil sukcesní vývoj. Tato špatná situace je i pro řadu druhů vázaných na člověkem vytvořená stanoviště, např. řadu archeofytních plevelů.
6. Řada druhů je přímo ohrožena genetickým narušením svých populací. Je to dáno např. pěstováním příbuzných druhů, kdy v sexuálně vznikajícím potomstvu převažují hybridní rostliny. (Příkladem může být narušení populací *Cerasus fruticosa* druhem *C. vulgaris*, či rychlé narušení populací chráněné *Viola lutea* subsp. *sudetica* v Krkonoších). Tato situace je velmi podobná i v dalších středoevropských zemích; např. *Cerasus fruticosa* patří ze stejných důvodů k ohroženým druhům v Polsku (Zarzycki et Kazmierczakowa 1993).

Z evolučního hlediska má význam ochrana zejména dvou typů malých populací: jde o marginální a reliktní populace. U obou dvou typů je zde soustředěna podstatná část mezipopulační variability. Výrazně se v těchto populacích uplatňuje genetický drift. Reliktní populace jsou navíc ještě významné druhy vázanými na daný rostlinný druh. Naopak marginální, často nově založené populace, tyto specializované druhy postrádají. Velké populace v jádru areálu mají také obvykle daleko větší šanci na přežití, než malé, částečně izolované populace bez přísunu diaspor z jiných částí areálu.

Z vědeckého hlediska mají podstatný význam též populace, na jejichž základě byly popsány určité taxony (Holub 1996). Tyto populace (pokud existují) by měly být dokumentovány v genových sbírkách, případně ve sbírkách DNA, jako zdroj referenčního materiálu.

## ***In situ* konzervace rostlin ekonomického významu**

*In situ* konzervace nabývá v současné době velkého významu vzhledem k podpisu konvence o biodiverzitě, kde je zdůrazněn i její finanční význam jako zdroje genetické informace pro různé genové technologie. Pro řadu zemí, které jsou centry vývoje ekonomicky významných druhů, se ukázalo užitečným zřídit i poměrně velké rezervace.

Přírodní rezervace a národní parky ve světě se týkají ochrany mimořádné krajiny, vzácných a ohrožených živočichů a rostlin nebo jejich společenstev. Z iniciativy mezinárodních organizací (IUCN, WWF a dalších) se vytváří síť chráněných území a biosférických rezervací se širokým spektrem chráněných objektů, zejména v tropech, která má za cíl ochránit "representativní vzorek" každého ekosystému. Např. v Kosta Rice, která je považovaná za modelovou zemi ochrany přírody, bylo vybudováno 28 rezervací s rozlohou více než půl milionu hektarů zahrnující přes 10 % rozlohy země. V Tanzánii rezervace činí 12 % rozlohy, v Botswaně dokonce 18 % území (Hoyt, 1988). Jakékoliv chráněné plochy s výskytem planých příbuzných druhů ekonomických rostlin lze použít jako dobrý start a modelovou plochu pro jejich konzervaci.

Zatímco budování národních parků má dlouholetou historii (první Národní park na světě byl Yellowstone, založený na popud presidenta Roosevelta v roce 1872), příkladů na ochranu rostlin ekonomického významu je pramálo a jsou mnohem novějšího data. V Arménii byly založeny zapovedniky Erebuni a Vochčaberg na ochranu planých pšenic *Triticum urartu*, *T. araraticum* a *T. boeoticum* a ovocných dřevin. V Turkmenském pohoří Kopet Dag byla založena rezervace na ochranu planých pistacií, meruněk, mandloní a pícních trav. Od roku 1984 Etiopie ochraňuje plochy s výskytem planých kávovníků. V Indických Garo Hills je rezervace na ochranu planých příbuzných druhů citrusů. V Izraeli je několik studijních ploch/reservací (největší - Amiad) na plané pšenice a další příbuzné druhy obilninám. Dále jsou tam registrované a ochraňované plochy s výskytem čočky – *Lens odemensis*, *L. orientalis*, hrachu *Pisum elatius*, lupiny *Lupinus albus*, *L. luteus* a další. International Center for Agriculture in Dry Areas (ICARDA) v Sýrii registruje plochy s významným výskytem planých příbuzných druhů a jejich vyhlášení jako rezervace je ve vývoji.

Studijní plochy v Izraeli jsou začleněny do dlouhodobých výzkumných programů. Sleduje se individuální růstová a populační dynamika rostlin v závislosti na přirozené sukcesi a na různých režimech ošetření/údržby. Údržba zahrnuje periodické požáry, kontrolované pasení, mýcení sukcesních náletových dřevin nebo naopak výsadba dřevin, event. zalesňování. Nejvýznamnějším faktorem jsou požáry, po kterých následný rok dominují jednoleté trávy, a tedy i obilniny.

Sýrie zasahuje svým územím do tzv. "Úrodného půlměsíce" (Fertile Crescent), tj. do území pravděpodobného spontánního vzniku kulturní pšenice a genetického centra mnoha dalších kulturních rostlin. ICARDA má poradní mandát na genofondy a rostlinné genetické zdroje Blízkého východu a Severní Afriky. Proto zde organizuje rozsáhlé mapování výskytu planých pšenic a dalších předchůdců kulturních rostlin s využitím satelitní navigace. Mapování potom slouží k navrhování nejcennějších ploch k ochraně. Ochrannářská opatření jsou zde nezbytná, neboť zde nelze hovořit jen o genetické erozi, zde dochází k velmi rychlé desertifikaci vlivem přepásání v kombinaci s nízkými srážkami. Sporý vegetační kryt zcela zaniká a nomádští pastevci rozhazují ječmen k následnému pasení, který je schopen v jarním období řídce vyrůst pouze do 10-15 cm výšky.

## **Objekty, kterých se může týkat ochrana *in situ***

Do objektů *in situ* konzervace, tj. rostlin ekonomického významu lze zahrnout následující kategorie:

- plané předky/hypotetické rodiče kulturních druhů (odpovídají geneticky primárnímu "gene pool")
- další plané blízce či vzdáleně příbuzné druhy – náležející např. témuž tribu, rodu, sekci, druhu (sekundární nebo terciární gene pool dle genetické příbuznosti, křížitelnosti)
- plané druhy, které se po projití šlechtitelským procesem nebo jen jednoduchým výběrem využívají jako kulturní rostliny, příp. kultivary (pícniny, koření, léčivky)
- plané druhy pro přímé (v botanicky cenných lokalitách regionální) využití – např. nešlechtěné luční a pastevní směsi, rekultivační zatravňování, krajinotvorné "landscaping" dřeviny...
- zplanělé a zavlečené původně kulturní druhy – generativně rozmnožovaná potomstva zpravidla cizosprašných druhů přítomná v nebo integrovaná do původní vegetace, z botanického hlediska jsou nežádoucí, pro šlechtění mohou mít význam např. výjimečné semenáče ovocných dřevin
- v minulosti sázené kulturní plodiny - krajové formy a staré kultivary (dřevin), nyní přítomné v otevřené krajině či v okolí sídlišť.

## **Výhody konzervace *in situ* oproti *ex situ* z hlediska ekonomických rostlin**

"My nepotřebujeme velkou genovou banku, máme ji v přírodě..." (Ladizinski, osob. sděl., 1990, In: Principles of collecting and conservation of plants, Rehovot, Izrael).

- Populace ochraňovaných rostlin, je-li dostatečně početná, si udržuje sama svou genetickou diversitu. Žádný výběrový soubor nemůže postihnout diversitu původní populace.
- Specifické podmínky stanoviště mohou determinovat jedinečnost populace.
- Vlivem přirozených selekčních tlaků v populacích neustále probíhá mikroevoluce. Pokud je stanoviště pod silným antropickým vlivem, mikroevoluce se ubírá jiným směrem, jiné geny jsou preferovány a na omezení genetického driftu je zapotřebí ochraňovat větší populace. Avšak není vyloučeno, že pod antropickým vlivem se může zvýšit frekvence i pro člověka příznivých znaků.
- Populace žije v koevoluci s dalšími organismy a vyvíjí se – za přítomnosti patogenů jsou vždy přítomní odolní jedinci, vznikají nové odolné kmeny, které mohou mít ekonomické využití.
- V případě potřeby rostlinného materiálu pro výzkum a šlechtění lze provést cílený odběr vzorků semen pro jejich namnožení a využití.
- V přírodních podmínkách je vyloučen chybový lidský faktor, který ve výběrových souborech může po letech nahromadit mnoho omylů.

Vyčíslením předností *in situ* konzervace samozřejmě není zpochybněna užitečnost a potřeba genových bank.

Zejména malé populace mohou zaniknout i vlivem malé změny faktorů prostředí, vlivem genetického narušení, zavlečením choroby, či často pouze ze stochastických důvodů.

## ***In situ* konzervace ekonomicky významných rostlin v ČR**

Na území ČR neleží žádné genetické centrum původu kulturních druhů rostlin. Přesto lze jmenovat řadu planých příbuzných druhů rostlin, které na našem území mají výskyt (viz

těž Holubec, 1998). Většinou se jedná o druhy obecně rozšířené až plevelné, které žádnou ochranu nevyžadují. Několik druhů je již chráněno buď přímo, jako zvláště chráněné druhy (*Sorbus sudetica*), další endemické (hybridogenní) druhy rodu *Sorbus* jsou chráněny v některých rezervacích či Národním parku Podyjí. Výhodou těchto jeřábů je jejich apomiktické rozmnožování. U hybridizujících druhů je územní ochrana nedostatečná: je velmi obtížné rozlišit původní nenarušené populace od populací ovlivněných zplanělými rostlinami (případ *Ribes nigrum* a *Vitis sylvestris*) či je genetické ovlivnění již rozsáhlé (*Cerasus*, *Pyrus*).

Tab. 1. Příklady výskytu planých příbuzných druhů kulturním plodinám na území ČR

|                                 |                                                                                 |
|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Triticeae</i> trávy/obilniny | <i>Agropyron cristatum</i>                                                      |
|                                 | <i>Elymus caninus</i>                                                           |
|                                 | <i>Elytrigia repens</i>                                                         |
|                                 | <i>Hordelymus europaeus</i>                                                     |
|                                 | <i>Hordeum murinum</i> , <i>H. jubatum</i> , <i>H. hystrix</i> ..               |
|                                 | <i>Secale sylvestre</i>                                                         |
|                                 | <i>Avena fatua</i>                                                              |
| Ovocné druhy                    | <i>Grossularia uva-crispa</i>                                                   |
|                                 | <i>Cerasus avium</i> , <i>C. fruticosus</i> , <i>C. vulgaris</i>                |
|                                 | <i>Malus sylvestris</i>                                                         |
|                                 | <i>Pyrus communis</i> , <i>P. pyraeaster</i>                                    |
|                                 | <i>Prunus domestica</i> , <i>P. spp.</i>                                        |
|                                 | <i>Ribes rubrum</i> , <i>R. nigrum</i> , <i>R. petraeum</i> , <i>R. alpinum</i> |
|                                 | <i>Sorbus spp.</i>                                                              |
|                                 | <i>Amygdalus nana</i>                                                           |
|                                 | <i>Vitis sylvestris</i>                                                         |
| Okrasné druhy dřevin a bylin    | řada druhů                                                                      |
| Technické plodiny               | <i>Humulus lupulus</i>                                                          |
|                                 | <i>Cannabis ruderalis</i>                                                       |
|                                 | <i>Linum spp.</i>                                                               |
| Zelenina                        | <i>Pastinaca sativa</i>                                                         |
|                                 | <i>Daucus carota</i>                                                            |
|                                 | <i>Scorzonera hispanica</i> , <i>Scorzonera spp.</i>                            |
|                                 | <i>Lactuca spp.</i>                                                             |
|                                 | <i>Allium spp.</i>                                                              |
|                                 | <i>Armoracia macrocarpa</i> (V Slovensko)                                       |
| Trávy a dvouděložné píce        | <i>Poaceae</i>                                                                  |
|                                 | <i>Fabaceae</i> – luční a pastevní druhy, ostatní                               |
|                                 | Ostatní luční dvouděložné                                                       |

Ochrana planých druhů ohrožených nebo s velmi omezeným výskytem je v kompetenci ochrany přírody a není proto třeba podnikat samostatné iniciativy. Vzájemné konzultace genové banky a orgánů ochrany přírody by byly prospěšné. Metody uchování rostlin ekonomického významu formou (velko-plošné ochrany území vyhovují, mohou též sloužit jako reservoáry genetických zdrojů pro kulturní rostliny. Z hlediska jejich využití pro

šlechtění je důležité zachování co nejširší diversity nejen morfologické, ale i biochemické (chemorasy, fytopatologické rasy, resistantní formy).

Zvláštní skupinu rostlin vyžadujících ochranu “na lokalitě” - *in situ* tvoří některé zplanělé druhy a staré výsadby kulturních dřevin. V pohraničních oblastech lze nalézt solitérní nebo skupinové výsadby ovocných dřevin a okrasných rostlin v okolí starých farem nebo již dávno zaniklých sídlišť, staré aleje a zbytky opuštěných sadů. Rovněž v krajině místně stále ještě přetrvávají solitérní stromy na mezích. V rámci tohoto genofondu lze nalézt jednak tradiční krajové formy, kultivary a nebo cenné semenáče s dobrým zdravotním stavem přizpůsobené místním podmínkám. Vybrané jedince lze přeroubovat do školky. Mnohem lepší je však je zahrnout do systému *in situ* ochrany buď jednotlivě nebo jako biotop. Pokud se takové dřeviny nacházejí na území národního parku nebo CHKO je nejjednodušší požádat regionální správu území o jejich ochranu. Mimo NP a CHKO by bylo možno ochranu řešit prostřednictvím regionálních odborů MŽP nebo požádat o pomoc místní správu (obecní úřady). Problémem zůstává jejich množení, které často neprobíhá spontánně, či při něm není zaručena genetická identita. Jako vzorový projekt je možno uvést ochranu oskeruše v CHKO Bílé Karpaty.

Byliny ekonomického významu, jako zelenina, koření, léčivky či dekorativní rostliny, byly v minulosti pěstovány v zahrádkách u domů a nyní je lze ojediněle nalézt zplanělé, například na zaniklých sídlištích integrované do původní vegetace (*Armoracia rusticana*, *Myrrhis odorata*, některé klony máty - *Mentha* sp., *Saponaria officinalis*, *Lysimachia punctata*, *Digitalis purpurea*, *Reseda luteola*, *Thymus* sp., *Rosa* sp.). Některé druhy doprovázely určité etnické skupiny (německé, židovské). Tyto druhy jsou předmětem zájmu zemědělského výzkumu a genetických zdrojů. Chránit je *in situ* není nezbytné a je to i obtížné; konzervace *ex situ* je postačující. Další druhy, které byly zavlékány lidskou činností a nyní mají invazní charakter, jsou samozřejmě nežádoucí. Z ochrannářského hlediska obecně všechny tyto zavlečené druhy jsou nežádoucí a jejich případná ochrana musí být konzultována na ochraně přírody.

Případy uvedené v tabulce 1 je nutno zmínit ještě v jednom kontextu, který může nabývat postupem doby větší význam. Stejně jako jsou plané druhy zdrojem resistantních ras, jsou i stálým zdrojem chorob. Někdy ani nemusí jít o příbuzné druhy, stačí uvést případy, jako je dřívěšál a černý rybíz, které jsou významnými hostiteli některých stádií hospodářsky významných rzí. Tyto plané populace, pokud jsou schopny křížit se s některými geneticky upravenými plodinami, se mohou stát i příjemci genů ovlivňujících např. resistenci k chorobám či herbicidům. Při tomto typu křížení je nutno si uvědomit, že za intenzivních selekčních tlaků má velký význam i tak nízký genový tok, který by bylo možno v normálních podmínkách zanedbat. V zemích, kde je již s geneticky upravenými plodinami delší zkušenost, začíná být tomuto jevu věnována velká pozornost. Jako příklad může sloužit Kanada, kde je známo již několik desítek případů úniku genů do populací planých druhů (Warwick 1998), další případ zmiňují Darmency et Fleury (1998). Případy oboustranné introgrese znaků byly mnohokrát diskutovány na fórech zemědělského výzkumu. U *Aegilops tauschii* je klasickým případem náhodně nalezená forma s nelámaným klasovým větvením. Případů introgrese genů z planých do kulturních druhů je však mnohonásobně více než naopak.

## Summary

The present paper deals with the evaluation of *in situ* conservation in the Czech Republic. This type of conservation has evident advantages (protection of all organisms, and the whole variation); the best situation is at forest trees with rather efficient system of

registration and conservation. The worst situation has been found for all species occupying early successional habitats. *In situ* conservation has also some disadvantages. It is inefficient in the case of those species which hybridize with relative species planted in surrounding landscape or which are able to escape from the culture conditions (many fruit trees and shrubs, vegetables, ornamental plants).

### Key words

biodiversity, wild species, *in situ*, *ex situ* conservation

### Literatura

- DARMENCY, H. et FLEURY, A. Hybridization and introgression between *Brassica napus* and *Hirschfeldia incana*. - IOPB, Plant evolution in man-made habitats, Amsterdam 10-15 August 1998, Abstracts, p. 37. 1998.
- HOYT, E. Conserving the wild relatives of crops. IBPGR, IUCN, WWF, Rome, 1988.
- HOLUB, J. Taxony popsané z České republiky a jejich ohrožení. - Severočes. Přír., Litoměřice, suppl. 9: 23-27. 1996.
- HOLUBEC, V. (1998). Principal threatened areas/species and specific collecting needs in Europe. Eur. Symp. on Plant Genet. Resources for Food and Agric. Braunschweig, 30 June-3 July, 1998 (in press).
- KLIKA, J., ŠIMAN, K., NOVÁK, F. A. et KAVKA, B. Jehličnaté. - Praha. 1953.
- SVOBODA, P. Lesní dřeviny a jejich porosty. 1 - Lesnická knihovna, velká řada, 6: 1-412. Praha. 1953.
- ŠINDELÁŘ, J. Nástin opatření k záchraně a reprodukci genových zdrojů dřevin listnatých v České republice. I. Úvodní poznámky. Druhy rodu *Quercus* L. - Zprávy Lesnického Výzkumu 36/1: 1-7. 1991.
- WARWICK, S. I. Invasive plant species: a case study of evolutionary risk in relation to transgenic crops. - IOPB, Plant evolution in man-made habitats, Amsterdam 10-15 August 1998, Abstracts, p. 33-34. 1998.
- ZARZYCKI, K. et KAZMIERCZAKOWA, R. (eds.). Polish plant red data book. Pteridophyta and Spermatophyta. - Kraków. 1993.

# **BOTANICKÉ ZAHRADY A ARBORETA - JEJICH ÚLOHA A PŘÍSPĚVEK KE KONSERVACI GENOFONDU ROSTLIN**

## **BOTANICAL GARDENS AND ARBORETA – THEIR ROLE AND CONTRIBUTION TO THE CONSERVATION OF PLANT GERMPLASM**

Antonín M. Svoboda, Ivo Tábor

*Výzkumný ústav okrasného zahradnictví Průhonice*

### **Souhrn**

Cílevědomé a dlouhodobé pěstování rostlin: v arboretech, botanických zahradách i výzkumných zahradách - je rovněž významnou metodou pro zajišťování genofonu. Důležitým hlediskem je výběr rostlin, které je možné zajišťovat v - původní přírodě, v - kultuře zahrad a konečně, v - laboratořích. Pěstování - jako experiment vyžaduje prohloubení poznatků z biologie a ekologie /dynamické/, při respektování vzájemných vztahů, např. pomocí předložených vzorečků o: *Teoretických možnostech při uplatňování organismu*, tedy závislosti příležitosti /Ocasion/ a přítomnosti /Presence/, vše měřeno intervalem času  $T=O.P.I.$ , nebo o: *Ekologických virtuálních možnostech*, tedy vztahu mezi mocností stanoviště - valencí a silou či schopností - potencií organismu  $E=V:P$ . Jednotlivé myšlenky předběžného slovníku doplňují hesla, vč. smyslu a významu jejich pojetí.

### **Klíčová slova**

botanické a výzkumné zahrady, arboreta, genofond rostlin, kultivary, ekologie-dynamická a hypotézy, experimenty - introdukce.

Předložený program přednášek obsahuje širokou paletu problémů, které se jednak těsně váží na realizaci programu, který je garantován významnými pracovišti celého světa, u nás VÚRV Ruzyně.

Cílem je však významný úkol: **genofond rostlin** a tak jsme považovali za vhodné - jak v referátu, tak především v předloženém návrhu jednotlivých termínů - doplnit další biologická hlediska.

Prvé jsou skutečně **metody**, jak se uvádí, vč. jejich praktického zajištění. Nepochybně nové je např. uchovávání chladem, zajištění dalšími způsoby, jako např.: *in vitro*, *in situ*, a posléze uváděný - on farm aj. Druhé závažné hledisko je **volba rostlin**, které budou tímto způsobem zajišťovány.

Péče o **genofond**, jak se nyní říká tomuto námětu - navazuje - vychází z celé řady jiných programů. Tak např. dlouholetou tradici má ochrana přírody, nověji mezinárodní usnesení v rámci UNESCO pro **ochranu - záchranu biodiversity** atd.

Můžeme jen s uspokojením přihlížet, že všechny tyto směry prohlubují poznatky o biologii rostlin. Zpočátku a mnohdy i nyní byly různé specialisované směry uzavřeny do sebe, studovaly určité - dílčí jevy odděleně, tak říkající samy pro sebe. Byla to např. nomenklatura, morfologie, anatomie, z části také ekologie vč. fytoecologie a geobotaniky. Pravda je, že lidé



prohlubují své poznatky- především a zejména, když takové poznatky potřebují. V tomto případě program genofondu vyžaduje prohlubování poznatků o dědičnosti, o všech dílčích krocích vedoucích k pohlavnímu i nepohlavnímu rozmnožování. Z těchto důvodů předkládáme také návrh hesel a předběžné vysvětlené podstaty. Zdůrazníme však, že převážná část hesel vychází z praktické potřeby vyjádřit odlišnost nového pojetí a přístupu k genofondu, jako **zdroji proměnlivosti**.

Při rozboru metod - vhodných pro konservaci genofondu - je výhodné zdůraznit návaznost na různé aspekty studia těchto, přílehlavěji vyjádřeno - **zdrojů proměnlivosti**. Vlastní termín: GENOFOND - vznikl u nás, ale příliš se nevžil, ani se ve světě - nerozšířil. Takovým společným hlediskem je **ekologie**, vč. hypotéz o vztahu živé a neživé přírody. Např. metody: observační - tj. empirické analýzy, ale především experimentální, tj. hledání kauzálních souvislostí, dále biologie individuů, variabilita, zejména však její základy a hodnocení, např. pomocí biometrie pro volbu rozsahu hodnocených vzorků a významných evropských taxonomických škol. Zdálo by se, že něco souvisí jen okrajově, něco - sem vůbec nepatří, ovšem i ale, prozatím některá hlediska v rámci genofondu ještě nebyla zcela zmíněna. Z uvedených důvodů předložený návrh termínů obsahuje nejen samotná slova, ale pokus o přílehlavý výklad. Může to být skromný příspěvek k nově vznikajícímu směru - *ekologii rozumu*, tedy hledání smysluplných souvislostí - z hlediska člověka.

Zásluhou Rady pro genetické zdroje kulturních rostlin, ale také přednášek na různých příležitostech, např. byla - v roce 1984 v Průhonicích - již 26. konference zaměřená na: *Biodiversita a botanické zahrady*, což vše s publikováním referátů a plného znění *úmluvy UNESCO: o biodiverzitě* - Rio de Janeiro 1993. Jednotlivosti jsou známy a proto není - vhodné nebo nutné - je opakovat, naproti tomu předkládáme první znění hesel pro slovník. Botanické zahrady i arboreta jsou pracovně zaměřené na všestranné studium domácích a cizokrajných rostlin, pro veřejnost je přístupná expozice, vesměs architektonicky uspořádaná, takže sem patří nejen první historické botanické zahrady, ale rovněž skleníky - oranžérie. V současné době jsou botanickými zahradami pokusné výsadby rostlin všech výzkumných ústavů zemědělských, zahradnických, lesnických, farmaceutických aj. Při nynějším rozdělení ministerstev patří botanické zahrady nejen do: životního prostředí, do kultury, ale i do zemědělství a možná i zahraničních věcí. Tato mnohostrannost je výhodou a předností - nebo je snadné z ní výhodu vytvořit. V každém případě je botanická zahrada ukázkou kultury lidské společnosti.

Společným jmenovatelem pro činnost a smysl botanických zahrad je experimentální botanika. Významná jsou dvě hlediska: a/ **introdukce rostlin**, a za b/ **křížení a šlechtění kulturních rostlin**.

V první skupině se však nejedná pouze o introdukci rostlin ze vzdálených zemí či kontinentů - i když pomocí introdukce si lidé osvojili světové bohatství a v současné době se zaměřuje na ochranu - záchranu ohrožených a hynoucích druhů, ale také na pokusy s pěstováním domácích druhů, mimo jejich přirozené a původní rozšíření, kde je můžeme ještě nyní v přírodě nalézat.

V druhé skupině se však nejedná pouze o dosažení cíle, tj. získání výkonného kultivaru, ale na vše co se vznikem, hodnocením a dalším pěstováním souvisí. Zásadní význam v obou případech mají poznatky ruského vědce N.I. Vavilova, především zákon o homologických řadách, již z roku 1922.

**Arboreta a botanické zahrady** nejsou cílem, ale prostředkem. V obou případech veškerá činnost začíná a končí **evidencí**, asi tak jako šlechtění začíná selekcí. V současné době obrovské možnosti počítačové techniky umožňují i rozsáhlou mezinárodní spolupráci. Navíc snad vytvoří předpoklad, aby se poznatky jedné generace uchovávaly a tak je mohly využívat

i další generace, což je významné především u arboret, když věk stromů přesahuje mnohonásobně věk lidí.

Rozdíl mezi **pozorováním** - zejména tzv. botanických druhů - v přírodě a při **pokusném pěstování** v botanických zahradách vystihuje srovnání přínosu- hospodářského výnosu kulturních plodin. S mírnou nadsázkou můžeme říci, že k těm nejvýznamnějším poznatkům dochází u rostlin - **až po jejich introdukci a pěstování**. Názorným příkladem je snad nejoblíbenější objekt pro všestranné studium - jinan, který se prozatím doloženě nepodařilo najít v přírodě, ale pěstuje se na celém světě. Uvedu jen poslední příklad, totiž - zřejmě poprvé mimo Japonsko a Čínu byly - u nás v Lučenci na Slovensku - na listech nalezeny malé vegetativně vznikající plody (*Ginkgo biloba* var. *epiphyllum*). Na základě těchto poznatků jsem je našel na prastarém jedinci jinanu v slavné botanické zahradě v Krakově a nyní naposled je zpráva i z Německa - ve Frankfurtu nad Mohanem. Neméně udivující je starší poznatek, že k oplodnění dochází u jinanu až šest týdnů po opadání semen, takových unikátních objevů je u introdukovaného a pěstovaného jinanu nespočetně mnoho.

Zatímco scholastická a akademická botanika se uzavírá dovnitř, do svých dílčích cílů a záměrů vyznačujících se empirickou analýzou, všestranný pokrok jiných oborů dovoluje, spíše vyžaduje přístup dynamický, lépe řečeno kauzální syntézy, vycházející z hypotéz. Observační metody vyčerpaly své možnosti, samozřejmě jsou základem, ale neměly by bránit rozvoji cílevědomým pokusům - zakládaným pro studium dynamických procesů. Na pováženou je rovněž počet jedněch a druhých pracovníků. V současné době převládá názor, že sbírky rostlin - v zámeckých parcích a zahradách i sklenících - nebyly botanickou zahradou? Pěstování okrasných a užitkových rostlin ve výzkumných ústavech nejsou botanickou zahradou? Ochrana přírody zdůrazňuje původnost přírody, ale k ochraně či záchraně tzv. ohrožených druhů přistupuje vlažně. Mezinárodní program o biodiverzitě nepřináší výrazný pokrok. Připomenu jen skutečnost, že již zemřelý mladý a nadějný botanik Tomáš Sýkora dospěl k nutnosti vyhledávat a pečovat o **genofondové plochy**, které splňují jak cíl, tj. ochranu druhu, tak populací. Kolik let čekáme na Červené knihy rostlin, když pro živočichy vyšly před deseti lety. Mají vůbec ZELENÍ něco takového ve svém programu? Naproti tomu jsme diváky honby na tzv. invazní druhy, v nichž se slučují druhy, které se množí semeny: generativně (*Heracleum*) a vegetativně (dva druhy ze skupiny *Polygonum*).

ORO-ANEMOGRAFICKÝ SYSTÉM vyjadřuje vzájemnou závislost přírodních podmínek a života rostlin. Základem této hypotézy bylo pozorování Jana Jeníka v Krkonoších a jiných hraničních pohořích, která jsou vystavena především západním větrům a v současné době se tam nalézají četné vzácné ojedinělé rostliny i společenstva. Uvedený jev je obecný, nahradíme-li pojetí: **oro** - horstvo, podloží, stanovištními podmínkami: **anemo** - vítr, ovzduším a především vlhkostí, přechází v již uvedený vzoreček  $T=O.P.I$ . Obecně je nutné říci, že **v přírodě je vždy více příležitostí než realizací** (přítomností - manifestovaných).

EKOLOGICKÉ VIRTUÁLNÍ MOŽNOSTI - pro studium hodnocení všech ekologických možností - vzájemného vztahu mezi živou a neživou přírodou je možné použít dvě hlediska: **valence** - mocnost a **potence** - sílu i schopnost (viz hesla). Dynamické pojetí ekologie vyjadřuje věta: ekologické možnosti určují vzájemné vztahy - množiny: živé a neživé přírody, z hlediska člověka. Podmínky pro existenci a zdárný růst jednotlivé rostliny vyjadřuje vzoreček o **teoretických možnostech pro potencionální realizaci organismu**:  $T = O.P.I$ , přičemž O - je příležitost (ocasion), P - je přítomnost (presence) a I - je interval času. (Svoboda 1985). Avšak - zatímco **valence** je ve volné přírodě víceméně dána, člověk ji v rámci globality ještě výrazněji neovlivnil - ani nemůže - má **potence** k dispozici mnohotvárný svět živé i neživé přírody. Navíc uvnitř každého druhu (což je základní uvažovaná jednotka) netušená proměnlivost - nikoliv jen morfologická, ale především fyziologická (potence).

Potence se studuje prozatím jen ve vzácných pokusech - introdukce, využívá se však prakticky při pěstování hospodářských významných plodin - v plantážnictví.

**Vztah valence a potence** je možné vyjádřit pravoúhlým trojúhelníkem, vepsaným nad průměr kružnice. Realizace je určena pravým úhlem, vzájemné závislosti doplňkovými úhly, přičemž strany označují váhu těchto činitelů. Čím větší je valence, tím menší význam má potence a naopak. V krajním případě, např. pro jedince jednoho klonu je okamžitá potence stejná, určující vliv má valence. Ovšem při posuzování potence, samotné a jako takové, nelze usuzovat z pozorování v přírodě, některé možnosti odhalí až pokusné pěstování. Člověk postupně objevoval živou přírodu, jednotlivosti pojmenovával, vytvářel soustavy, určoval hranice přirozeného rozšíření a začal - jak rostliny, tak živočichy - využívat hospodářsky. **O ekologických možnostech** - valenci - se usuzuje na základě hodnot zjišťovaných (odvozených) **z přirozeného rozšíření**. O možnostech - potenci - se usuzuje na základě poznatků z jednotlivých stanovišť přirozeného rozšíření. V obou případech však zůstávají neznámé **virtuální ekologické možnosti**.

Pro vyjádření vzájemného vztahu - rostliny a prostředí je vhodné hlediska oddělit, aby po zjištění určitých zvláštností byly poznatky opět spojeny.

Prozatím se o existenci rostlin uvažovalo konkrétně, vlivem floristiky. Důležité bylo místo výskytu a pojmenování, až postupně se zjišťovaly hranice současného rozšíření, nacházela se řada pojmenování pro sice vzdálené výskyty, ale v podstatě stejné rostliny - stejného druhu. Možnosti pro zdárný život rostlin mimo současné a přirozené rozšíření se vyhledávaly pěstováním, praktickou činností. Obecně se nazývala - introdukcí, které lidstvo vděčí nejen za mnohé hospodářsky významné plodiny, ale rovněž vytvořilo tímto pěstováním možnosti pro vznik kulturních plodin. Teoretické základy obsahuje dílo N. I. Vavilova, praktické zkušenosti najdeme v díle Burbanka a vlastních pracích Mičurina.

**EKOLOGICKÉ VIRTUÁLNÍ MOŽNOSTI** - základní otázkou je - **proč rostou** jednotlivé druhy u v současném přirozeném areálu rozšíření, - co určuje jejich životní podmínky, a - **proč nerostou** na jiných místech či dokonce jiných světadílech? Prozatím se tyto úvahy zaměřovaly na empirický rozbor jednotlivostí zjišťovaných analyticky a z něho se odvozovalo doporučení. Větší výsledky získávala **praxe** - ta vycházela z názoru, že vhodné podmínky jistě někde jsou, a hledala je svými pokusným pěstováním, samozřejmě ruku v ruce s ovlivňováním důležitých podmínek, jako je množství vláhy, výživy a rovněž selekcí vhodných populací - odrůd.

Závěrem - pro zdůraznění uvedených myšlenek: **Botanické zahrady** mají nezadatelné poslání - cílevědomé **všestranné studium biologie rostlin** - a tak **pěstování vybraných rostlin** je rovněž významnou metodou při dlouhodobém zajišťování genofundu.

Předložená hesla slovníku upřesňují názorně, ale v prvním vydání jen předběžně - obsah i význam jednotlivých slov, myšlenek a hypotéz.

## Summary

The aimed and long-term growing of plants: in arboreta, botanic gardens and experimental gardens - is also an important method for germplasm conservation. The plant choice is an important point of view, which is possible to ensure - in the wild nature, - in the culture of gardens and finally - in laboratories. Growing - as an experiment needs widening of knowledge from biology and ecology (dynamic), while considering inter-relations, i.e. according to presented formulas on: *Theoretical possibilities organism assertment*, so correlation of occassion and presence, all measured by a time interval  $T = O.P.I.$ , or on: *Ecological virtual possibilities*, so relation between locality potential - valention and power

or ability – organism potentia  $E = V : P$ . Individual thoughts of the preliminary vocabulary are completed with entries, incl. the sense and force of their conception.

## Slovník

Obecné formulace obsahují různé slovníky, např. Ilustrovaný Encyklopedický Slovník, oborové slovníky pro zemědělství, zahradnictví a lesnictví, rovněž publikace Zlatník a kol. 1973, v časopise Živa - seriál, ale rovněž Úmluva o biodiverzitě 1973 aj.

**aborigenní** - původní, zde domácí, jako protiklad alogenní - cizí, zde nepůvodní. Termín vystihuje rozdíl mezi běžně používaným označením: autochtonní/alochtonní - jako původní v životním prostředí (chtonos), což je chápáno ekologicky. Termín aborigenní se běžně používá v antropologii, pro domácí obyvatele Austrálie. Můžeme však volně navázat odkazem na formu: arborigenní, arborvir, tedy kmenový, zde domácí populace. V současné době, když se kromě původnosti v původních přirozených společenstvech - autochtonnosti, sleduje i původ v původních populacích - aborigennost, jako významné kritérium při studiu a ochraně biologické rozmanitosti - různorodosti (biodiversity) jako zdroje proměnlivosti, je odlišení na místě! Je zde vhodné vysvětlení, že koncovka - genní je zrozený, dědičný, viz genofond.

**autogenní** - heterogenní: navazuje na popis konkrétní rostliny, která může být: vegeton, tj. rozmnožované vegetativně /klon/, generativně, tj. rozmnožované generativně (populace, linie/. mixon, tj. rostlina složená - konstruovaná ze dvou či více odlišných rostlin.

AUVEG - zakořeňování. V nejširším pojetí jedná se o VEGETON, tedy jedince vzniklé z jakékoliv vegetativní části, např. vč. pylu, s polovičním počtem chromosomů, (také např. tzv. retinospory u cypřišků *Chamaecyparis pisifera* cv. Plumosa (pokud se vyvinou šištičky doplnila se sádka chromosomů na 2n).

BIODIVERSITA - různorodost, proměnlivost - variabilita, rozmanitost - viz Úmluva o biodiverzitě, Rio de Janeiro 1973, vč. slovníčku. Trvale udržitelné využívání - rozvoj, novodobý přístup k přírodě zahrnuje kromě ochrany biodiversity také obnovu biomasy. Tak např. zajištění pro společnost potřebného dřeva vznikla a přinesla již dobré výsledky: Saská výnosová škola, vycházející ze vzájemného vztahu těžby a pěstování, na základě stoletých hospodářských plánů - etátů.

BIOMETRIKA - pro studium proměnlivosti, ale také pro důkladný popis studovaných vzorků rostlin a jejich populací vznikly v Evropě dvě školy, které mají významné výsledky.

EKOLOGIE - množina vzájemných vztahů živé a neživé přírody, z hlediska člověka. Z uvedeného je zřejmé, že se jedná o vztah dynamický, aniž se uvažuje váha jednotlivých vztahů, které se však bohužel uvažují, studují a vyjadřují staticky. Je na místě rozšířit úvahy - hypotézy o váhu těchto vlivů, tedy o dynamiku, což se projevuje označením **dynamická ekologie**, např. o teplotní spád, fenofáze aj.

EKOLOGIE ROSTLIN - je založena na odlišení rostlin původních - domácích v životním prostředí - biocenose označované jako: **rostliny autochtonní**, a na těch, které byly dovezeny - introdukovány z cizích zemí, příp. světadílů, ale nověji i jiných areálů - označované jako: **rostliny alochtonní**. Pro vyjádření příslušnosti k místním populacím je vhodnější označení: **rostliny aborigenní**, což je sice rovněž původní, ale - k místním populacím, a je termínem populační genetiky.

HYPOTÉZY: **systém oro-anemografický** Jana Jeníka

FORMULE: O/P: - **teoretická možnost pro uplatnění organismu**, kterou určuje vztah příležitosti a přítomnosti, měřeno časem, tedy  $T=O.P.I$  (Ocasion, Presence, Interval) A. M. Svoboda

FORMULE : V/P - **ekologické virtuální možnosti**, které určuje vztah mezi valencí a potencí, tedy  $E=V:P(V - \text{mocnost stanoviště}, P - \text{síla či schopnost organismu})$  A. M. Svoboda 1998

**ex situ** - přeneseno z přírody, bez udání způsobu: vegetativně-klon, generativně - populace, linie atd.

FLORISTIKA - studium výskytu rostlin na určitém území

FORMULE- o *ekologických virtuálních možnostech*: vychází a navazuje na již dříve předložený vzoreček  $T=O.P.I$ , tedy o teoretických možnostech pro uplatnění organismu Svoboda A. M. 1985. Rozšiřuje obzor o **hypotetické - virtuální ekologické možnosti**, vyjadřované **mocností stanoviště - valence** a **sílou či schopností - potence**. Vzoreček vychází z poznání, že všechny tři hlavní činitelé spolu vzájemně souvisí a je možné jejich názorné zobrazení: všechny úhly trojúhelníku, vepsaného nad průměrem kružnice jsou právě - označeny jako *gama*, což vyžaduje úspěšný život organismu, který je závislý na mocnosti stanoviště - *alfa* a síle či schopnostech organismu - *beta*, přičemž délka odvěsen vyjadřuje váhu obou činitelů. Gama se rovná poměru úhlů alfa a beta (Svoboda A. M 1998)

**formule** pro: teoretické možnosti uplatnění organismů  $T=O.P.I$

**formule** pro: ekologické virtuální možnosti  $E=V/P$ , kterou určuje vztah: příležitost a přítomnost, měřeno časem, tedy  $T=O.P.I$  (Ocasion, Presence, Interval času).

FYTOGEOGRAFIE - studium závislostí mezi zastoupením rostlin a zeměpisným rozšířením

GENOFOND - **A/** soubor všech genů v populaci organismů, **B/** soubor všech živých organismů v určité oblasti, se současně se projevujícími i potencionálními geny. Můžeme tento poměrně nový a vlastně jen u nás používaný termín-označení (GF).

GENOVÁ BANKA - představuje kolekci vybraných taxonů

HEVEG - zvláštností může být zakořeňování oddělených částí, např. cibulek či větví u snadno

kořenících dřevin či rostlin. Známe je množení pomocí cibulek (*Lilium bulbiferum* aj.), či tzv. pacibulek u okrasných rostlin. Na dřevinách, na statných kmenech buků (ale i u mnoha dalších druhů) se vytváří boule tím, že vznikající letorost nepokračuje v růstu, naopak sílí až koncový pupen zanikne. Takové boule (v překladech označované - jako hlízy?, rusky naplyvy, želvaky, očagi, aj., německy - Knollen) je možné snadno odloupnout, jsou totiž s kmenem spojeny - jedním či několika výrůstky. Morfologicky se nazývají sphaeroblasty (tím se odlišují od těch, které odloupnout nelze a mohou být patologické). Prozatím byl zjištěn výskyt u celé řady listnáčů, ale i jehličin. Při samovolném opadnutí těchto útvarů, které obsahují dělivé pletivo (kambium) mohou zakořenit a tak představují možné samovolné (libertas) vegetativní rozmnožování (tedy proto - Sphaeroblasty Libertatis).

CHIMERA - jedinec složený z geneticky rozdílných buněk, pletiv nebo tkání. Vzniká mechanickým spojením vegetativních částí dvou organismů (např. transplantací) a jejich srůstem nebo také somatickou mutací (nyní = autogenní mixon). Podle toho jsou chromosomální - jedinci jsou tvořeni pletivy s nesterilním počtem chromosomů v buňkách (časté na špičkách kořenů). V pravém smyslu slova se jako chimera označuje ta část rostliny, která je ovlivněna oběma partnery (klasické jsou *Crataegomespilus* a *Laburnocytisus*, nověji vypěstovali v botanické zahradě Pedagogické školy v Postupimi při roubování takové rostliny i u dalších dřevin - prof. Bergann)

**in situ** - na místě v původní přírodě

**in vitro** - v laboratoři, v umělých a sledovaných podmínkách

**ISPL** - Index Seminum et Plantarum: po několik století vydávané seznamy rostlin, pěstovaných v botanických zahradách a nabízených k výměně. Obsahuje důležité údaje o pracovišti a rostlinách, vč. sběrů v přírodě.

**KLEPTON** - živočichové a rostliny, vzniklí křížením, ovšem natolik ustálení, že se běžně rozmnožují pohlavně (např. skokani, snad také u rostlin: *Aesculus carnea* aj.)

**kompenzace** - náhrada, vzájemné vyrovnání, odškodnění

**kompetice** - soutěživost, soupeření, rivalita, soutěž

**Krakovská biometrická škola** Prof. J. Jentys-Szaferowe - je založena na cílevědomém výběru vzorků - individuální a kolektivní, volbě srovnávací jednotky. Grafické znázornění využívá zjištěné průměrné hodnoty vzorků, doložených základními statistickými údaji (směrodatná odchylka aj.). Vzájemným srovnáváním vzorků byla dokumentována celá řada, především evropských dřevin, jako bříza, borovice, smrk, všechny stromy a keře v Bělověžském národním parku atd. apod. Metodu použili také v zahraničí - A. M. Svoboda pro studium proměnlivosti listů buku lesního

**KULTIVARY - KATALOG DŘEVIN - Tree Cultivars Catalog TCC.** Pro okrasné dřeviny, především kultivary vypěstované na našem území je v - zájmu konservace dobrého poznání, nutný: popis a uchování živých jedinců. Postavení **kultivaru**, jako jediného taxonu kulturních rostlin - je ještě stále nepevné. Na základě *Kódu Botanické Nomenklatury* - KBN, pro konkrétní rostliny je nejdůležitějším taxonem: **druh - species**, případně **odrůda - varietas**, nověji se používá rovněž subspecies - ssp., pro jednotlivé rostliny potom: forma - zkratkou f. nebo také fo.. Po projednání, schválení a přijetí *Pravidel pro pojmenování kulturních rostlin* byly najednou - odrůdy a formy - převedeny do tohoto nového taxonu - kultivaru (cv.), který v různých jazycích zněl odlišně: sorty, druhy? sporty aj. Pro důkladné poznání, především však našich a rovněž u nás rostoucích okrasných dřevin - byla navržena dokumentace, pomocí deseti bodů, která by mohla vytvořit souborný přehled *TCC - Tree Cultivars Catalog*. Zpočátku byl tento způsob uplatněn při zpracování monografie o okrasných odrůdách buku - Svoboda A.M.1966 aj., později i pro další dřeviny. V rámci nově založené řady informací, připravovaných každoročně pro edici *ISPL VÚOZ Průhonice* vyšlo prozatím jen několik listů, které však ukazují metodický záměr a mohou být cenným zdrojem doma i v zahraničí - vychází totiž česky i anglicky současně. Mezi nejruznějšími konzervačními metodami - je v tomto případě nutností **důkladný popis a zachování živých jedinců**. Samozřejmě práce může pokračovat postupně, především pro skutečné novinky a jinak významné kultivary. Nicméně, stejně důležitá je evidence základního genofondu domácích druhů, cizokrajných dřevin - introdukovaných do našich parků a zahrad, nejen pro zachování jich samotných, ale rovněž pro jejich využití - při křížení a dalším studiu biologie i potřebné pokusy

**MIXON** - rostlina složená, také dříve označovaná jako chimera, odlišujeme jako **rostliny - mixony heterogenní**, tedy složené skutečně z různých odlišných rostlin (druhů, příp. rodů) a rostliny na nichž samovolně vznikají morfologicky odlišné části, dříve označované jako mutace, sporty, zvraty - jako **rostliny - mixony autogenní**.

**NOMENKLATURA** - pojmenování na základě přirozené soustavy K. Linnea, skládá se z jména rodu a druhu

**on farm** - pěstování ve velkém, plantážnický

**PAMÁTNÉ STROMY** - chráněné na základě zákona, vyhlašované pro jednotlivé stromy (dříve zejména z hledisek lokálních a historických). Významným rozšířením je přihlídnutí k historii introdukce a zapsání i cenných jedinců introdukovaných dřevin,

- dále přistoupit k cílevědomému pěstování (vegetativně, event. generativně) jako doklad původních genotypů
- POTENCE** - schopnost, biologická síla. U rostlin začíná rychlostí reprodukce: roční (jednoletky, byliny), víceleté - trvalky, pereny, dřeviny – keře (obnovují se odnožováním!) a stromy, především z hlediska generativní obnovy, reprodukce (občasná plodnost, váha semen, rychlost šíření atd.). Květy - oboupohlavné, jednopohlavné, jedinci jednodomí, dvoudomí, samosprašnost-cizosprašnost, opylování, šíření, hmyz, ptáci, člověk.
- Potencionální možnosti** - na rozdíl od skutečnosti - dovoluje tato hypotéza studovat vzájemně na sebe působící činitele, vyjádřené stručně vzorečkem TOPI. Navazuje tak na dříve publikovaný oro/anemografický systém /Jan Jeník 1961) a nověji na hypotézu ekologických virtuálních možností (vztah valence a potence). Obecně můžeme odvodit, že příležitost je chápána mechanicky, zatímco valence se váže více k organismu, přítomnost zahrnuje kromě v současné době zjištěnou manifestaci i přítomnost utajenou, kdy můžeme organismy skrytě vždy a všude přítomné, čekající pouze na mechanicky vhodnou příležitost (např. spory hub, semena kopřivy, bezinky aj.). **V přírodě je vždy více příležitostí než realizací.** Naproti tomu potence se váže ke schopnostem, síle a mohutnosti.
- ROSTLINY** - svojí podstatou mohou být semenáče - **generony**, vzniklé generativně, a **vegetony** - vzniklé vegetativně, v obou případech se jedná o rostliny celostní. Třetí skupinou mohou být rostliny složené, konstruované - **mixony**
- SPOLEČENSTVO** - societas - je společenstvo živých organismů na určitém území, spojených množinami vzájemných vztahů. Významným kriteriem pro společenstvo - je jejich dlouhodobá přirozená samoobnova. Uměle vysazované hospodářské plodiny - např. brambory či nahodilé seskupení plevelů je shromaždiště - consortium
- SYSTEMATIKA** - zařazení jednotlivých druhů do vzájemných vztahů
- TAXONOMIE** - hledání vzájemných vztahů mezi pojmenováním a zařazením taxonů do vývoje, vychází ze současného hodnocení a postavení taxonů, které zahrnuje jakékoliv kategorie systému a ve svých dílčích částech je zpracován různým stupněm podrobnosti - např. rod *Prunus* zahrnuje mnoho druhů, které jsou vývojově na úrovni rodu
- TCC** - Tree Cultivars Catalog, návrh pro společný popis kultivarů, pomocí deseti důležitých bodů Svoboda A. M. 1985
- TOPI** - vzoreček pro studium potencionálních možností  $T=O.P.I$ , tedy T je teoretická hypotéza, O je příležitost (ocasion), P je přítomnost (presence) a I je interval času)
- VALENCE** - mocnost (analogicky s valencí prvků), označuje možnosti každého jednoho místa, ale tím i krajiny, staticky i dynamicky. Souhrn všech skutečností daných neživou přírodou (poloha, teplota, vlhkost, čas) v podstatě všech teoretických možností pro uskutečnění živého organismu - vyjádřené vzorečkem  $T=O.P.I$ , tedy O - je příležitost (ocasion), P - je přítomnost (presence) a I - je interval času, tím navazuje na oro/anemografický systém Jana Jeníka, který však platí rovněž obecně (vánek způsobují rovněž teplotní rozdíly mezi dnem a nocí, mezi loukou a lesem - každý den).
- VEGETATIVNÍ ROZMNOŽOVÁNÍ** - nejrůznější způsoby vegetativního rozmnožování můžeme u rostlin rozdělit na autovegetativní a heterovegetativní, rovněž na ty, které dělá člověk a na ty, které mohou probíhat i v přírodě samovolně. Vegetativním rozmnožováním se v přírodě vytváří skupiny - hormony, odlišující se jednak odnožováním, což je u keřů běžné (hormony alfa) - z dynamického pohledu je strom keřem s jedním kmenem, jednak zakořeňováním větví, což je obvyklé u stromů v horách nebo na vlhkých stanovištích (hormony beta). Neobvyklé je potom zakořeňování

do vlastního kmene, které můžeme vidět poměrně častěji v trouchnivějícím dřevě na lípách.

**VIRTUÁLNÍ EKOLOGICKÉ MOŽNOSTI** - skryté schopnosti, průsečík valence, tj. přírodních skutečností a potence tj. biologické síly. V charakteristice se na konci uvádí: virtuální - libovolně nekonečně malý, ale zde nekonečně velký! Dynamický přístup dovoluje vytvářet hypotézy.

**Vratislavská taxonomie** prof. T. Kowala - je založena na důkladném hodnocení všech znaků, významných pro určení taxonu. Nástrojem pro jednoduché a srozumitelné vyjádření vzájemných vztahů je Wroclawský dendrit. Výsledky byly publikovány, s využitím nejen pro taxonomii, ale také pro ekologii. Obě metody vznikaly již před padesáti lety, tedy po druhé světové válce a vytvořily předpoklady pro metodiku a metodologii studia pomocí výkonných počítačů, které jsou nyní k dispozici

**XENIUM** - pracovní označení pro čarovníky (zkratka dvě velké neznámé - XX). Původně se tímto slovem označovala ve starém Římě slavnost návštěv. Jako xenie byly označovány také rostliny u nichž se projevoval přímý vliv otcovské rostliny, jako forma chiméry

## Literatura

DOGEN, A.M., VOSSEN, Jo M.H.: Je evoluční teorie vyvratitelná? - Universum, Brno 1996/22:3-13.

JENÍK, J.: Teorie anemo-orografických systémů. -Alpínská vegetace Krkonoš, Kralic kého Sněžníku, Hrubého Jeseníku. - Nakl. ČSAV, Praha 1961:342-353.

STONAWSKI, J.: Několik poznámek k tzv. geograficky nepůvodním dřevinám. - Lesu Zdar, 1998/5:11.

SVOBODA, A. M., TÁBOR, I.: Rozdíl mezi invazními a introdukovanými dřevinami. – Invasní rostliny v české floře /Referáty Semináře České Botanické Společnosti/ Praha 1995, Tábor I, red. 1995. Příloha I: 1-3.

SVOBODA, A.M.: Význam introdukovaných okrasných dřevin v historických parcích a krajině. Historické parky a krajina - Sborník referátů semináře Památkového ústavu Pardubice 1992:51-73, také: Tábor I., red. 1995: 29-35, příl. 1.

TÁBOR, I., kol.: Biodiversita a botanické zahrady. Referáty z konference českých a slovenských botanických zahrad, Průhonice 1994/viz Zpravodaj.

TÁBOR, I. red.: Možnosti uplatnění geograficky nepůvodních dřevin, při respektování zájmů ochrany domácího genofundu. - Zpráva úkolu Ochrany Přírody /MŽP 8/ VÚOZ Průhonice 1995:1-19, příl. 20-36.

ZLATNÍK, A.: Základy ekologie. - SZN, Praha 1973:1-281.

Doporučené zásady pro použití geograficky nepůvodních dřevin v CHKO -Metodické Listy Správy CHKO ČR, Praha 1996/3:1-6.

Možnosti uplatnění introdukovaných dřevin v lesích ČR. - ÚHUL Brandýs n. L.1994:1-



11.

**Novinky - News :**

Katalog pro nové okrasné odrůdy dřevin /Trees Cultivars Catalog/. Příloha ISPL (Index Seminum et Plantarum) VÚOZ Průhonice 1994/1 až 1997/5.

Trvale udržitelné lesnictví. - 2.konf.les. sekce, 19.světový kongres Spol.Věd a Umění, Brno 1996:1-43.

Úmluva o biodiverzitě - je platným dokumentem - Zpravodaj MŽP 1994/2, vč. komentáře - viz:Tábor I. 1994.

# **"ON-FARM" KONZERVACE, DŮVODY A MOŽNOSTI JEJÍHO VYUŽITÍ**

## **"ON-FARM" CONSERVATION, REASONS AND POSSIBILITIES OF ITS USE**

Anna Michalová

*Výzkumný ústav rostlinné výroby Praha - Ruzyně*

### **Souhrn**

On-farm konzervace genetických zdrojů rostlin udržuje a řídí genetickou diverzitu krajových odrůd v určité lokalitě či regionu. Umožňuje další pokračování procesu evoluce a adaptability krajových populací. Je dynamickou formou konzervace genetických zdrojů rostlin. Umožňuje udržování diverzity na všech úrovních a její využití pro zajištění a zlepšení živobytí farmářů. On-farm konzervace je vhodná pro genetické zdroje všech druhů polních plodin, jejich planých a plevelných příbuzných. Při její realizaci sehraávají důležitou roli kromě vlád, národních programů a farmářů i nevládní organizace a mezinárodní agentury.

### **Klíčová slova**

*in situ, ex situ, on-farm konzervace, genetické zdroje rostlin*

### **Úvod**

Genetické zdroje rostlin pro výživu a zemědělství představují základní zdroj uspokojování současných i budoucích nároků na potraviny. V důsledku znečišťování životního prostředí, růstu lidské populace a lidských aktivit roste i jejich ohrožení. Tento vážný problém se stal předmětem rokování Konference OSN o životním prostředí a rozvoji v Rio de Janiero (UNCED, 1992), na které byl přijat dokument známý jako "Agenda 21". Vyjadřuje celosvětový konsensus a na nejvyšší úrovni přijatou odpovědnost za spolupráci v oblasti rozvoje a životního prostředí.

Úsilí zachovat, rozvíjet a využívat genetické zdroje rostlin naráží na mnohé problémy (nedostatek finančních prostředků, nedostatek pracovníků, aj.). Jen genové banky (*ex situ* konzervace) nemohou zajistit ochranu všech genetických zdrojů. Pozornost je potřeba věnovat i dalším způsobům konzervace genofondů. Zdůrazňuje se konzervace *in situ*, součástí které je také uchovávání a využívání genetických zdrojů rostlin na farmách (on-farm konzervace), aktivní účast farmářů a ostatních uživatelů genetických zdrojů.

## ***In situ* konzervace genetických zdrojů rostlin**

Termín *ex situ* tradičně označoval udržování genetických zdrojů rostlin pro výživu a zemědělství, zatímco termín *in situ* konzervace byl používán především pro označení konzervace přirozených porostů, lesů, ekosystémů.

*Ex situ* metody konzervují biologickou diverzitu (alely, genotypy a populace) mimo přirozených lokalit a prostředí (například genové banky).

*In situ* je uchovávání populací rostlinných druhů v jejich přírodní nebo zemědělské lokalitě, umožňuje pokračování a fungování evolučních procesů, formování genetické diverzity a adaptability. Umožňuje konzervaci diverzity na všech úrovních (na úrovni ekosystému, druhové i mezidruhové úrovni).

*In situ* konzervace je dynamický proces. Uvnitř populace probíhají mutace, hybridizace, rekombinace, či výměna genů s dalšími druhy. To směřuje k tomu, že se udržuje komplexní polymorfismus jako předpoklad adaptability. Probíhající selekce (přírodní i umělá) vytváří adaptabilitu k novým biotickým i abiotickým činitelům, umožňuje přizpůsobit se podmínkám, ve kterých roste.

*In situ* konzervace je definována nejen jako udržování ekosystémů a přirozených lokalit, udržování a obnovování životaschopných populací v jejich přirozeném prostředí, ale také udržování kulturních a pěstovaných druhů v prostředí, ve kterém se formovaly jejich významné znaky a vlastnosti. Z tohoto hlediska se v rámci *in situ* rozlišuje konzervace planých druhů v přírodních rezervacích a uchovávání kulturních plodin na farmách, tzv. on-farm konzervace.

## **On-farm konzervace**

On-farm konzervace genetických zdrojů rostlin je udržování a řízení genetické diverzity krajových odrůd v určité lokalitě či regionu. Umožňuje další pokračování procesu evoluce a adaptability krajových populací. Je tedy dynamickou formou konzervace genetických zdrojů rostlin

Konzervace odrůd tradičních plodin na farmách se liší od konzervace planých materiálů. Farmáři jsou historicky spojeni se svou krajinou a obvykle jsou potomky původních obyvatel těchto území. V průběhu vývoje mnohých generací získali významné poznatky o své půdě, přírodních zdrojích a životním prostředí. Používali tradiční metody udržování, našli způsoby překonání negativních vlivů prostředí (nemoci, nepříznivé klima). Krajské odrůdy byly v obecnosti selektovány pro podmínky prostředí, ve kterém se pěstovaly a kde se udržovaly z generace na generaci. V důsledku působení ekonomických, sociálních a historických faktorů se postupně jejich vliv na trvale udržitelném rozvoji krajiny snižoval a docházelo k redukci biologické diverzity.

V posledních letech se proto vytvořily specifické programy a projekty, které iniciovaly podporu on-farm konzervace. Vzhledem k tomu, že zahrnuje sociální i biologické faktory, je její realizace mnohem složitější než *ex situ* konzervace.

## **Význam on-farm konzervace pro marginální oblasti a její vliv na rozvoj venkova**

On-farm konzervace má rozhodující význam v marginálních agroklimatických zónách. Podmínkám přizpůsobený rostlinný materiál je pro šlechtění v těchto oblastech rozhodujícím. Šlechtitelské programy, ve kterých se ke šlechtění používají místní odrůdy, často produkují pro tyto oblasti materiál s přímou hodnotou.

Začleněním decentralizovaného šlechtění do části *in situ* programu, mohou farmáři a biologové dosáhnout zlepšení plodin a rozvoj marginálních oblastí bez národních šlechtitelských programů. Působení genetické eroze bude konzervací redukováno alespoň v částech ekosystému, který produkuje genetické zdroje. Vytváří se možnost kombinovat genetickou konzervaci se zemědělským pokrokem a rozvojem venkova. Farmáři jsou aktivními účastníky zachování tohoto rozvoje, proto je potřebné, aby se dále udržovaly tradice a životní styl lidí a lidských společenství žijících v tomto prostředí.

On-farm konzervace bude nejefektivnější tam, kde rostlinné genetické zdroje mají konkrétní současnou hodnotu, jsou využívány a podílejí se na celkovém rozvoji regionu. On-farm konzervace musí obsahovat metody, které podporují zvýšení produkce potravin, efektu pěstování a zájmy farmářů. Ekonomické programy pro budování a rozvoj trhu s místními nebo krajovými kultivary („landraces“) mohou zvýšit efekt pro farmu a současně pomohou konzervaci genetických zdrojů. Dostupnost informací o místních odrůdách a vzájemná výměna mezi farmáři má tentýž efekt.

Zájem pěstitelů o on-farm konzervaci stoupá i v místech, kde nastoupilo intenzivní zemědělství s vysokým stupněm mechanizace (Evropa, Severní Amerika).

### **Vhodnost plodin pro on-farm konzervaci**

Jednou z předností on-farm konzervace je jeho vhodnost pro genetické zdroje všech druhů polních plodin, zelenin, ovocných druhů, kořeninových a léčivých rostlin, jako i jejich planých a plevelných druhů. Tento způsob konzervace může být uplatněn pro plodiny množené semeny i vegetativním způsobem.

Především se používá u odrůd tradičních plodin, píce a dřevin, žádoucí je pro druhy, kterým se nedostává docenění ve formálním sektoru.

Krmné druhy (trávy a krmné luskoviny) a dřeviny byly obecně pod menším vlivem a mohou se proto vyskytovat v agro-ekosystémech i v polokulturních lokalitách.

Realizace on-farm konzervace nutně vyžaduje přesné znalosti o:

- geografické distribuci zdrojů planých a kulturních rostlin
- jejich ekologické požadavky
- míru ohrožení těchto zdrojů a prostředí či ekosystémů, ve kterých se nacházejí a zemědělský systém, který je udržuje a využívá

### **Nevládní organizace a jejich podíl na *in situ* a on-farm konzervaci**

Jedním ze základních předpokladů dosažení trvale udržitelného rozvoje je široká účast veřejnosti v procesu rozhodování, zapojení jednotlivců, skupin a organizací do systému posuzování vlivů na životní prostředí.

Nevládní organizace sehrávají důležitou úlohu při formování participační demokracie. Jejich důvěryhodnost vychází z odpovědnosti a konstruktivní úlohy, kterou plní ve společnosti. Formální i neformální organizace, stejně jako i venkovská hnutí, by měly být při realizaci Agendy 21 respektovány jako rovnocenní partneři. Nezávislost je hlavním atributem těchto organizací a hlavním předpokladem jejich skutečného zapojení. Disponují bohatými zkušenostmi a odborným potenciálem.

Pro plnohodnotné využívání potenciálu nevládních organizací je žádoucí podporovat komunikaci a spolupráci mezi jednotlivými mezinárodními organizacemi, národními vládami a místními samosprávami na jedné straně a nevládními organizacemi na straně druhé.

V některých vyspělých státech Evropy (Rakousko, Francie, Německo, Irsko, Norsko, Švýcarsko, Anglie) jsou nevládní organizace vysoce aktivní v oblasti konzervace

agrobiodiverzity *in situ* a on-farm. Zvyšuje se zájem vlády a veřejnosti o širší využití tradičního, ekologického (organického) a integrovaného systému zemědělství. V Německu a ve Švédsku jsou populární tzv. zemědělská folk musea, která pěstují a udržují především staré krajové odrůdy.

Státy Evropské Unie etablovaly legislativní opatření na podporu on-farm konzervace. Roční podpora (250 ECU /ha/rok) je poskytována farmářům, kteří se zavážou alespoň 5 let pěstovat a množit lokálním podmínkám adaptované a genetickou erozí ohrožené užitkové rostliny. Tyto programy mají za cíl podporovat low-input systémy, přírodě přátelské zemědělské praktiky, které v rámci zemědělského sektoru rovněž pomáhají redukovat depopulaci venkova. Významným opatřením je certifikace původních zemědělských produktů a potravin připravovaných z těchto starých odrůd.

V Africe je nejpokročilejší program on-farm konzervace v Etiopii. Koncept vyvinutý Etiopským Institutem Biodiverzity je podporován Kanadskými nevládními organizacemi. Jeho cílem je udržování diverzity rostlin, produkce potravin a obchodu na regionální úrovni. Mnohé důležité plodiny (teff, ječmen, cizrna, čirok, bob) se v osmdesátých letech ztratily vlivem sucha. Spolupráce farmářů a šlechtitelů vedla ke značné úspěšnosti tohoto projektu. Bylo zrestaurováno jejich opětovné pěstování. Etiopské „landraces“ byly introdukovány ze zásob v genových bankách, namoženy a znovu předány farmářům pro pěstování v původních oblastech.

Nevládní organizace sehrály důležitou roli v podpoře udržování a využití krajových odrůd v Zimbabwe. Místní organizace se ve spolupráci s farmáři významně podílejí na udržování a hodnocení tradičních materiálů.

Vysoce aktivní hnutí nevládních organizací na Filipínách se (SEARICE a CONSERVE) společně se 140 farmáři podílí na konzervaci a testování rýže a kukuřice. Vytvořil se těsný vztah mezi *in situ* a *ex situ* konzervací. V genové bance a na farmách se udržuje 585 odrůd rýže a 14 odrůd kukuřice.

V *in situ* systému konzervace mají svůj přínos i zahrádky (home gardens), jejichž důležitost dosud není široce podchycena. Na Srí Lance jsou tímto systémem udržovány především trvalé ovocné plodiny (banány, mango, avokado, citrusové plodiny, papaya), kořeninové plodiny, zeleniny, okrasné rostliny.

## Summary

On-farm conservation of Plant Genetic Resources for Food and Agriculture (PGRFA) is a maintenance and sustainable management of genetic diversity of locally developed traditional crop varieties. On-farm conservation is a dynamic form of plant genetic resources management. It is a conservation of diversity at all levels: ecosystem, species and genetic diversity within species. On-farm conservation, use and maintenance of diversity improves farmer livelihood. On-farm conservation is suitable for all PGRFA, their wild and weedy relatives. To realize on-farm conservation it is important that except governments, National Programmes and farmers, NGOs and International Agencies are involved.

## Key words

on-farm, *ex situ*, *in situ* conservation, plant genetic resources

## Literatura

AGENDA 21, 1992. The final text of agreements negotiated by Governments at the

United Nations Conference on Environment and Development (UNCED), Rio de Janeiro, Brazil, 3-14 June 1992

BELLON, M.R., 1995. On-farm conservation as a process: an analysis of its components. Proceedings of the workshop on Using diversity; enhancing and maintaining genetic resources on-farm, New Delhi, India, 19-21 June 1995, pp.9-22

BRUSH, S.B., 1995. *In Situ* Conservation of Landraces in Centres of Crop Diversity. Crop Science, 35, pp.346-354

FAO, 199. The Conservation and Sustainable Utilisation of Plant Genetic Resources for Food and Agriculture. The Global Plan of Action.

IPGRI, 1993. Diversity for development; the strategy of the International Plant Genetic Resources Institute. IWANAGA, 1995. IPGRI Strategy for *in situ* conservation of agricultural biodiversity. *In situ* conservation and sustainable use of plant genetic resources for food and agriculture in developing countries. Report of DSE/ATSAF/IPGRI workshop, Bonn-Röttgen, Germany, 2-4 May, 1995, pp. 13-26

MAXTED, N., FORD LLOYD, B.V., HAWKES, J.G., 1997. A practical model for *in situ* genetic conservation. Plant genetic conservation; the *in situ* approach, Chapman & Hall, London, pp. 339-367

## Příloha 1

### PŘEHLED VYDANÝCH PUBLIKACÍ VÚRV PRAHA-RUZYNĚ ŘADY “GENETICKÉ ZDROJE” V OBDOBÍ 1972 - 1998

1. BAREŠ, I. (Ed.) et al.: Sborník vědeckých prací z celostátní konference “20 let studia světové kolekce kulturních rostlin v ČSSR”, VÚRV Praha - Ruzyně, Sběrka ÚGŠ - “Genetické zdroje č. 1”, Praha, 1972
2. FABEROVÁ, I. (Ed.) et al.: Sborník vědeckých prací z celostátní konference “Genetické zdroje ve šlechtění rostlin”, VÚRV Praha - Ruzyně, Sběrka ÚGŠ - “Genetické zdroje č. 2”, Praha, 1974, 702 s.
3. FABEROVÁ, I. (Ed.) et al.: Sborník dokladov iz meždunarodnovo seminaru po teme 2 “Genetika količestvennyh priznakov pšenicy i jačmenja (SEV, KOC 5), “Genetické zdroje č. 3” Praha - Ruzyně, 1974. 263 s.
4. BAREŠ, I., JAKUBCINER, M. M., LEHMANN Ch. et al.: Širokij unificirovannyj klassifikator SEV i meždunarodnyj klassifikator SEV roda *Triticum* L. “Genetické zdroje č. 4”, VÚRV Praha - Ruzyně, 1974, 128 s.
5. FORAL, T., TROFIMOVSKAJA, A. Ja., LEHMANN, Ch. et al.: Širokij unificirovannyj klassifikator SEV i meždunarodnyj klassifikator SEV roda *Hordeum* L “Genetické zdroje č. 5”, VÚRV Praha - Ruzyně, 1974, 87 s. (SSSR, NDR, ČSSR)
6. FORAL, T., TROFIMOVSKAJA, A. Ja., LEHMANN, Ch. et al.: Širokij unificirovannyj klassifikator SEV i meždunarodnyj klassifikator SEV roda *Avena* L., “Genetické zdroje č. 6”, VÚRV Praha - Ruzyně, 1974, 72 s.
7. SESTRÍENKA, A., IVANOV, A. et al.: Širokij unificirovannyj klassifikator SEV i meždunarodnyj klassifikator SEV roda *Medicago*. VÚRV Pieštany, “Genetické zdroje č. 7”, VÚRV Praha - Ruzyně, 1977, 47s.
8. UŽÍK, M., IVANOVA, A. et al.: Širokij unificirovannyj klassifikator SEV i meždunarodnyj klassifikator SEV roda *Trifolium*, VÚRV Pieštany, “Genetické zdroje č. 8”, VÚRV Praha - Ruzyně, 1977, 48 s.
9. ODEHNAL, V. (Ed.) et al.: Evidence introdukce genových zdrojů v ČSSR v roce 1976-77, “Genetické zdroje č. 9”, VÚRV Praha - Ruzyně, 1978, 141 s.
10. ODEHNAL, V. (Ed.) et al.: Evidence introdukce genových zdrojů v ČSSR v roce 1978, “Genetické zdroje č. 10”, VÚRV Praha - Ruzyně, 1979, 141 s.
11. ODEHNAL, V. (Ed.) et al.: Evidence introdukce genových zdrojů v ČSSR v roce 1979, “Genetické zdroje č. 11”, VÚRV Praha - Ruzyně, 1980, 131 s.
12. ODEHNAL, V. (Ed.) et al.: Evidence introdukce genových zdrojů v ČSSR v roce 1980,

- “Genetické zdroje č. 12”, VÚRV Praha - Ruzyně, 1981, 125 s.
13. MORAVEC, J., BOOS, G. V. et al.: Širokij unificirovannyj klassifikator SEV i meždunarodnyj klassifikator SEV kočannoj kapusty (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*), VÚZel. Olomouc, “Genetické zdroje č. 13”, VÚRV Praha - Ruzyně, 1980, 57 s.
  14. TRONÍČKOVÁ, E., KAZAKOVA, A. A. et al.: Širokij unificirovannyj klassifikator SEV i meždunarodnyj klassifikator SEV luka rapčatovo (*Allium cepa* L.), VÚZel. Olomouc, “Genetické zdroje č. 14”, VÚRV Praha - Ruzyně, 1980, 42 s.
  15. APLTAUEROVÁ, M. (Ed.) et al.: Razrabotka genetičeskich osnov selekcii gibridnoj pšenicy i jačmenja (KOC 5, tema 6), Sb. meždunarodnoe soveščanie, “Genetické zdroje č. 15”, VÚRV Praha - Ruzyně, 1980, 134 s.
  16. JIRÁSEK, V., SEHNALOVÁ, J. (Ed.) et al.: Mezinárodní kód nomenklatury pro pěstované rostliny, “Genetické zdroje č. 16”, VÚRV Praha- Ruzyně, 1981, 47 s.
  17. ODEHNAL, V., MARTINKOVÁ, M. (Ed.) et al.: Evidence introdukce GZ v ČSSR v roce 1981, “Genetické zdroje č. 17”, VÚRV Praha - Ruzyně, 1982, 137 s.
  18. ODEHNAL, V., MARTINKOVÁ, M. (Ed.) et al.: Evidence introdukce GZ v ČSSR v roce 1982, “Genetické zdroje č. 18”, VÚRV Praha - Ruzyně, 1983, 207 s.
  19. MARTINKOVÁ, M., ROGALEWICZ, V. (Ed.) et al.: Evidence introdukce GZ ČSSR v roce 1983, “Genetické zdroje č. 19”, VÚRV Praha - Ruzyně, 1984, 261 s.
  20. VOŠKERUŠA, J. et al.: Národní klasifikátor řepky a řepice VŠÚTPL-VS olejnin Opava, “Genetické zdroje č. 20”, VÚRV Praha - Ruzyně, 1984. 38 s.
  21. BAREŠ, I. et al.: Klasifikátor – Klassifikator/Descriptor list genus *Triticum* L. VŠÚO Kroměříž, “Genetické zdroje č. 21”, VÚRV Praha-Ruzyně, 1985, 78 s.
  22. VACEK, V. et al.: Klasifikátor – Klassifikator/Descriptor list genus *Medicago* L. VŠÚP Troubsko u Brna, VÚRV Piešťany, “Genetické zdroje č. 22”, VÚRV Praha – Ruzyně, 1985, 40 s.
  23. UŽÍK, M.: Klasifikátor – Klassifikator/Descriptor list genus *Trifolium* L. VÚRV Piešťany, VŠÚP Troubsko u Brna, “Genetické zdroje č. 23”, VÚRV Praha - Ruzyně, 1985, 36 s.
  24. MARTINKOVÁ, M., ROGALEWICZ, V. (Ed.) et al.: Evidence introdukce GZ v ČSSR v roce 1984, “Genetické zdroje č. 24”, VÚRV Praha - Ruzyně, 1985, 297 s.
  25. KOVÁČIK, A. - BAREŠ, I. (Ed.) et al.: Sborník: Teoretičeskije i prikladnyje aspekty selekcii i semenovodstva pšenicy, rži, jačmenja i tritikale, “Genetické zdroje č. 25”, 23.-25.4. 1985, VÚRV Praha - Ruzyně, 1986, 345 s.
  26. MARTINKOVÁ, M., ROGALEWICZ, V. (Ed.) et al.: Evidence introdukce genových zdrojů v Československé socialistické republice v roce 1985, “Genetické zdroje č.



- 26", VÚRV Praha - Ruzyně , 1986, 125 s.
27. LEKEŠ, J. et al.: Klasifikátor - Klassifikator/Descriptor list - genus *Hordeum* L. VŠÚO Kroměříž , "Genetické zdroje č. 27", VÚRV Praha - Ruzyně, 1986, 46 s.
28. MACHÁŇ, F. et al.: Klasifikátor – Klassifikator/Descriptor list genus *Avena* L. VŠÚO Kroměříž , "Genetické zdroje č. 28", VÚRV Praha - Ruzyně, 1986, 40 s.
29. MACHÁŇ, F. et al.: Klasifikátor – Klassifikator/Descriptor list - genus *Secale* L. VŠÚO Kroměříž , "Genetické zdroje č. 29", VÚRV Praha - Ruzyně, 1986, 39 s.
30. RYŠAVÁ, B. et al.: Klasifikátor – Klassifikator/Descriptor list - species *Zea mays* L. VÚK Trnava , "Genetické zdroje č. 30", VÚRV Praha - Ruzyně, 1986, 41 s.
31. VIDNER, J. et al.: Klasifikátor – Klassifikator/Descriptor list - genus *Solanum* L. VŠÚB Havlíčkův Brod, "Genetické zdroje č. 31", VÚRV Praha - Ruzyně, 1987, 45 s.
32. PAVELKOVÁ, A. et al.: Klasifikátor – Klassifikator/Descriptor list - genus *Pisum* L. VŠÚPL Šumperk-Temenice, VŠÚZ Olomouc, "Genetické zdroje č. 33", VÚRV Praha - Ruzyně, 1986, 46 s.
33. MARTINKOVÁ, M., ROGALEWICZ, V. (Ed.) et al.: Evidence introdukce genetických zdrojů v ČSSR v roce 1986, "Genetické zdroje č. 33", VÚRV Praha - Ruzyně, 1987, 126 s.
34. ROGALEWICZ, V. , BAREŠ, I., SEHNALOVÁ, J., MARTINKOVÁ, M.: Československý informační systém genových zdrojů EVIGEZ (Uživatelská příručka), "Genetické zdroje č. 34", VÚRV Praha - Ruzyně 1986, 60 s., přílohy
35. BAREŠ, I. (Ed.) et al.: 100. výročí narození N. I. Vavilova. Sb. slavnostního zasedání 8.12. 1987, "Genetické zdroje č. 35", VÚRV Praha - Ruzyně 1987, 68 s.
36. PASTUCHA, L. et al.: Klasifikátor - Klassifikator/Descriptor list - genus *Glycine* WILLD. VÚRV Piešťany, VŠÚTL Šumperk-Temenice, "Genetické zdroje č. 36", VÚRV Praha - Ruzyně, 1987, 43 s.
37. MARTINKOVÁ, M., ROGALEWICZ, V. (Ed.) et al.: Evidence introdukce genetických zdrojů v Československé socialistické republice v roce 1987, "Genetické zdroje č. 37", VÚRV Praha - Ruzyně, 1988, 94 s.
38. JONOVÁ, M., ROGALEWICZ, V. (Ed.) et al.: Directory of Czechoslovak Plant Germplasm Community. Adresář československých organizací z oblasti genetických zdrojů rostlin. Československá rada genetických zdrojů kulturních rostlin, "Genetické zdroje č. 38", VÚRV Praha-Ruzyně, 1988, 78 s.
39. ROGALEWICZ, V. (Ed.): Pasportnyje descriptory meždunarodnoj bazy dannyh genetičeskich resursov stran - členov SEV. Passport descriptors of the COMECON International Database of Genetic Resources. "Genetické zdroje č. 39", VÚRV Praha - Ruzyně, 1988, 26 s.

40. POSPÍŠILOVÁ, D. et al.: Klasifikátor – Klassifikator/Descriptor list - genus *Vitis* L. KVÚVV Bratislava. “Genetické zdroje č. 40”, VÚRV Praha - Ruzyně, 1988, 50 s.
41. PEKÁRKOVÁ - TRONÍČKOVÁ, E. et al.: Klasifikátor – Klassifikator/Descriptor list - genus *Lycopersicon* MILL. VŠÚZ Olomouc. “Genetické zdroje č. 41”, VÚRV Praha-Ruzyně, 1988, 40 s.
42. ROGALEWICZ, V., HOLUBEC, V., DOTLAČIL, L., LOUČKOVÁ, M.(Ed.) et al.: Katalog genetických zdrojů kulturních rostlin domáčího původu v československých kolekcích. Catalog of Czechoslovak Genetic Resources of Cultivated Plants maintained in Czechoslovak Collections “Genetické zdroje č. 42”, VÚRV Praha – Ruzyně, 1989, 94 s.
43. ŠKORPÍK, M. et al.: Genotypy pšenice a geny zakrslosti. Genotypes of wheat and dwarfing genes. “Genetické zdroje č. 43”, VÚRV Praha - Ruzyně, 1989, 66 s.
44. ROGALEWICZ, V., HOLUBEC, V., LOUČKOVÁ, M.: Pasportní deskriptory československého informačního systému genetických zdrojů EVIGEZ. “Genetické zdroje č. 44”, VÚRV Praha - Ruzyně 1989, 22 s.
45. MARTINKOVÁ, M., ROGALEWICZ, V. (Ed.): Evidence introdukce genetických zdrojů v ČSSR v roce 1988, “Genetické zdroje č. 45”, VÚRV Praha - Ruzyně, 1989, 150 s.
46. ČURIOVÁ, S. et al.: Československá genová banka (Uživatelská příručka). “Genetické zdroje č. 46”, VÚRV Praha - Ruzyně, 1989, 81 s.
47. MARTINKOVÁ, M. (Ed.) et al.: Evidence, introdukce genových zdrojů v ČSFR v roce 1989, “Genetické zdroje č. 47”, VÚRV Praha - Ruzyně, 1990, 150 s.
48. ALEKSANJAN, S., BAREŠ, I. (Ed.) et al.: Genetičeskije resursy rastěnij, ich izučeniye i ispolzovaniye v selekciji, Sb. meždunarodnoj konferencii SEV. “Genetické zdroje č. 48”, VÚRV Praha - Ruzyně, 1990, 178 s.
49. ČURIOVÁ, S. (Ed.) et al.: Dolgosročnoje chraněniye genetičeskich resursov kulturnych rastěnij, Sb. seminaru SEV. “Genetické zdroje č. 49”, VÚRV Praha - Ruzyně, 1990, 200 s.
50. BAREŠ, I., STEHNO, Z. (Ed.) et al.: Studium a uchování genetických zdrojů kulturních rostlin. Sb. mezinárodního vědeckého symposia. “Genetické zdroje č. 50”, VÚRV Praha - Ruzyně, 1988, 203 s.
51. STEHNO, Z.(Ed.) et al.: Šlechtění a pěstování oz. ječmene, žita, tritikale a ozimé řepky. Sb. vědecké konference “Genetické zdroje č. 51”, VÚRV Praha - Ruzyně, 1990, 75 s.
52. RYCHTÁRIK, J. et al.:Klasifikátor – Klassifikator/Descriptor list - genus *xTriticale* MÜNTZING, VÚRV Piešťany, “Genetické zdroje č. 52”, VÚRV Praha - Ruzyně, 1991, 33 s.

53. HORŇÁKOVÁ, O. et al.: Klasifikátor – Klassifikator/Descriptor list - genus *Lens* MILL. VÚRV Piešťany, “Genetické zdroje č. 53”, VÚRV Praha - Ruzyně, 1991, 29 s.
54. HORŇÁKOVÁ, O. et al.: Klasifikátor - Klassifikator/Descriptor list - genus *Phaseolus* L. VÚRV Piešťany, “Genetické zdroje č. 54”, VÚRV Praha - Ruzyně, 1991, 34 s.
55. ČEJKOVÁ, D. et al.: Klasifikátor – Klassifikator/Descriptor list - genus *Beta* L. VŠÚŘ Semčice, VŠÚZ Olomouc , “Genetické zdroje č. 55” VÚRV Praha - Ruzyně, 1991, 28 s.
56. PAPRŠTEIN, F. et al.: Klasifikátor – Klassifikator/Descriptor list - genus *Cerasus* MILL. VÚO Holovousy, “Genetické zdroje č. 56”, VÚRV Praha - Ruzyně, 1992, 42 s.
57. NITRANSKÝ, Š., HOLUBEC, V.: Klasifikátor – Klassifikator/Descriptor list - genus *Persica* P.MILL. SEMEX Bratislava, ŠS Veselé při Piešťanoch, “Genetické zdroje č. 57”, VÚRV Praha - Ruzyně, 1992, 31 s.
58. NITRANSKÝ, Š. et al.: Klasifikátor – Klassifikator/Descriptor list - genus *Armeniaca* P.MILL. SEMEX Bratislava, ŠS Veselé pri Piešťanoch , “Genetické zdroje č. 58”, VÚRV Praha - Ruzyně, 1992 , 29 s.
59. RYŠAVÁ, B. et al.: Klasifikátor – Klassifikator/Descriptor list - genus *Helianthus* L. ZEAINVENT a.s. Trnava, “Genetické zdroje č. 59”, VÚRV Praha - Ruzyně 1992, 28 s.
60. HOLUBEC, V., FABEROVÁ, I. (Ed.) et al.: Katalog genetických zdrojů obilnin v českých slovenských kolekcích . I. díl - Catalogue of Genetic Resources of Cereals in Czech and Slovak Collections. vol. I; “Genetické zdroje č. 60”, VÚRV Praha – Ruzyně (VŠZ Nitra tisk), 1993, 355 s.
61. DOTLAČIL, L., FABEROVÁ, I., HOLUBEC, V., STEHNO, Z. , ŠKALOUD V.: Plant Genetic Resources in the Czech Republic , MZe ČR, “Genetické zdroje č. 61”, VÚRV Praha - Ruzyně, 1993, 12 s.
62. HOLUBEC, V., FABEROVÁ, I., HON ,I .: Uživatelská příručka EVIGEZ 1993 verze pro FoxPro 2.0 , “Genetické zdroje č. 62”, VÚRV Praha - Ruzyně, 1993, 17 s.
63. FABEROVÁ, I., HOLUBEC, V., HON ,I .: Uživatelská příručka EVIGEZ 1995 verze pro FoxPro 2.5 , “Genetické zdroje č. 63”, VÚRV Praha - Ruzyně, 1995, 22 s.
64. FABEROVÁ, I., HOLUBEC, V. (Ed.) et al.: Katalog genetických zdrojů v českých a slovenských plodinových kolekcích. II. díl ostatní plodiny (mimo obilniny). Catalogue on Crop Genetic Resources in Czech and Slovak Collections. vol. II. others Crops (except Cereals), “Genetické zdroje č. 64”, VÚRV Praha - Ruzyně, (VŠZ Nitra - tisk), 418 s.
65. BAREŠ, I., DOTLAČIL, L., STEHNO, Z., FABEROVÁ, I., VLASÁK, M.: Původní a povolené odrůdy pšenice v Československu v letech 1918 - 1992. (Original et Registered Cultivars of Wheat in Czechoslovakia in the Years 1918 – 1992), „Genetické zdroje č. 65”, VÚRV Praha - Ruzyně, 1985, 305 s.

66. MICHALOVÁ, A. (Ed.) et al.: Sborník Alternativní a maloobjemové plodiny pro zdravou lidskou výživu, Sb. semináře "Genetické zdroje č. 66", VÚRV Praha - Ruzyně, 1996, 107 s..
67. HÝBL, M. et al.: Klasifikátor/Descriptor List *Cicer arietinum* L. AGRITEC Šumperk, "Genetické zdroje č. 67", VÚRV Praha - Ruzyně, 1998, 14 s. (v tisku)
68. MICHALOVÁ, A. (Ed.) et al.: Sb. semináře, Pohanka setá, význam ve zdravé výživě, výzkum pěstování, zpracování a tržní realizace, "Genetické zdroje č. 68", VÚRV Praha - Ruzyně, 1997, 78 s.
69. KUČERA V., VYVADILOVÁ, M. (Ed.) et al.: Současný stav a perspektivy šlechtění brukvovitých plodin, Sb. semináře, "Genetické zdroje č. 69", VÚRV Praha - Ruzyně, 1998, 63 s.
70. PETŘÍKOVÁ, K. et al.: Klasifikátor/Descriptor List - genus *Armoracia* P. Gaertn., B. Mey. & Scherb, MZLU ZF Lednice, "Genetické zdroje č. 70", VÚRV Praha – Ruzyně 1998, 12 s. (v tisku)
71. DOTLAČIL, L., ŠTOLC, K. J. (Ed.) et al.: National Programme on Plant Genetic Resources Conservation and Utilization in the Czech Republic, "Genetické zdroje č. 71", Praha - Ruzyně, 1998, 78 s.

## Příloha 2

### **PŘEHLED UNIFIKOVANÝCH KLASIFIKÁTORŮ RVHP VYDÁVANÝCH VE VIR LENINGRAD PŘI SPOLUAUTORSTVÍ ČESKOSLOVENSKÝCH ŘEŠITELŮ V LETECH 1979-90**

- KOBYLJANSKIJ, V. D. et al.: Širokij unificirovannyj klassifikator SEV i meždunarodnyj klassifikator SEV roda *Secale* L. VIR Leningrad, 1979, 51 s.
- MURTAZOV, T. et al.: Širokij unificirovannyj klassifikator SEV i meždunarodnyj klassifikator SEV vida *Cucumis sativus* L. VIR Leningrad, 1980, 28 s.
- MURTAZOV, T. et al.: Širokij unificirovannyj klassifikator SEV i meždunarodnyj klassifikator SEV vida *Cucurbita pepo* L. var. *giraumontia* DUCH. VIR Leningrad, 1980, 22 s.
- MAKAŠEVA, R. et al.: Širokij unificirovannyj klassifikator SEV i meždunarodnyj klassifikator SEV roda *Pisum* L. VIR Leningrad, 1981, 45 s.
- DEMINA, R. et al.: Širokij unificirovannyj klassifikator SEV i meždunarodnyj klassifikator SEV roda *Faba* MILL. VIR Leningrad, 1981, 28 s.
- KOROZKOV, N. et al.: Širokij unificirovannyj klassifikator SEV i meždunarodnyj klassifikator SEV roda *Glycine* L. VIR Leningrad, 1981, 41 s.
- ARAFONOV, H. P. et al.: Širokij unificirovannyj klassifikator SEV i meždunarodnyj klassifikator SEV vida *Panicum miliaceum* L. VIR Leningrad, 1982, 25 s.
- JAKUŠEVSKIJ, E. S. et al.: Širokij unificirovannyj klassifikator SEV i meždunarodnyj klassifikator SEV vzdelyvajemych vidov roda *Sorghum* MOENCH, VIR Leningrad, 1984, 34 s.
- PIVOVAROVA, N. C. et al.: Širokij unificirovannyj klassifikator SEV i meždunarodnyj klassifikator SEV vidov *Brassica rapa* L., *Brassica napus* subsp. *rapifera* METZG. VIR Leningrad, 1982, 25 s.
- LEKEŠ, J. et al.: Meždunarodnyj klassifikator SEV roda *Hordeum* L. (podrod *Hordeum*) (rusky, anglicky), VIR Leningrad, 1983, 53 s.
- LEOKENE, L. V. et al.: Širokij unificirovannyj klassifikator SEV i meždunarodnyj klassifikator SEV vida *Vicia sativa* L. VIR Leningrad, 1983, 40 s.
- STEPANOVA, S. et al.: Širokij unificirovannyj klassifikator SEV i meždunarodnyj klassifikator SEV roda *Lupinus* L. VIR Leningrad, 1983, 39 s.
- UŽÍK, M. et al.: Meždunarodnyj klassifikator SEV roda *Trifolium* L. (rusky, anglicky), VIR Leningrad, 1983, 46 s.

- DOROFEEV, V. F. et al.: Meždunarodnyj klassifikator SEV roda *Triticum* L. (rusky, anglicky), VIR Leningrad, 1984, 46 s.
- VELIKOVSKÝ, V.: Meždunarodnyj klassifikator SEV roda *Avena* L. (rusky, anglicky), VIR Leningrad, 1984, 39 s.
- KOBYLJANSKIJ, V.: Meždunarodnyj klassifikator SEV roda *Secale* L. (rusky, anglicky), VIR Leningrad, 1984, 38 s.
- PIOVARČI, A. et al.: Meždunarodnyj klassifikator SEV vida *Zea mays* L. (rusky, anglicky), VIR Leningrad, 1984, 38 s.
- SESTRIENKA, A. et al.: Meždunarodnyj klassifikator SEV roda *Medicago* L. subgen. *Medicago* – subgen. *Falcago* (REICHB.) PETERM. (rusky, anglicky), VIR Leningrad, 1984, 47 s.
- ZADINA, J. et al.: Meždunarodnyj klassifikator SEV vidov kartofelja, sekcii *Tuberarium* (DUN.) BUK. roda *Solanum* L. (rusky, anglicky), VIR Leningrad, 1984, 41 s.
- VOLUZNEVA, T. et al.: Širokij unificirovannyj klassifikator SEV i meždunarodnyj klassifikator SEV roda *Lens* MILL. VIR Leningrad, 1984, 55 s.
- BODANOVA, V. et al.: Širokij unificirovannyj klassifikator SEV i meždunarodnyj klassifikator SEV vidov roda *Phaseolus* L. VIR Leningrad, 1984, 44 s.
- VOLUZNEVA, T. et al.: Meždunarodnyj klassifikator SEV roda *Lens* MILL. (rusky, anglicky), VIR Leningrad, 1985, 39 s.
- LEOKENE, L. et al.: Meždunarodnyj klassifikator SEV vida *Vicia sativa* L. (rusky, anglicky), VIR Leningrad, 1985, 46 s.
- BUDANOVA, V. et al.: Meždunarodnyj klassifikator SEV kulturnych vidov roda *Phaseolus* L. (rusky, anglicky), VIR Leningrad, 1985, 45 s.
- MAKAŠEVA, R. et al.: Meždunarodnyj klassifikator SEV roda *Pisum* L. (rusky, anglicky), VIR Leningrad, 1986, 52 s.
- BOOS, G. V. et al.: Meždunarodnyj klassifikator SEV vida *Brassica oleracea* L. var. *capitata* L. (rusky, anglicky), VIR Leningrad, 1986, 31 s.
- DIKIJ, S. et al.: Meždunarodnyj klassifikator SEV vida *Capsicum annuum* L. (rusky, anglicky), VIR Leningrad, 1986, 37 s.
- GLUSČENKO, E. Ja. et al.: Meždunarodnyj klassifikator SEV roda *Lycopersicon* Tourn. (rusky, anglicky), VIR Leningrad, 1986, 40 s.
- NESTEROV, Ja. S. et al.: Širokij unificirovannyj klassifikator SEV i meždunarodnyj klassifikator SEV podsemejstva *Maloideae* (rodov *Malus* MILL., *Pyrus* L., *Cydonia* MILL.). VIR Leningrad, 1986, 30 s.

- ANAŠENKO, A. et al.: Širokij unificirovannyj klassifikator SEV i meždunarodnyj klassifikator SEV roda *Helianthus* L. VIR Leningrad, 1987, 24 s.
- RYKOVA, R. et al.: Širokij unificirovannyj klassifikator SEV i meždunarodnyj klassifikator SEV vida *Linum usitatissimum* L. VIR Leningrad, 1987, 20 s.
- RYKOVA, R. et al.: Meždunarodnyj klassifikator SEV vida *Linum usitatissimum* L. (rusky, anglicky), VIR Leningrad, 1989, 40 s.
- MALININA, M. et al.: Širokij unificirovannyj klassifikator SEV i meždunarodnyj klassifikator SEV vida *Cucumis melo* L. (dynja) VIR Leningrad, 1989, 20 s.
- JULDAŠEVA, L. et al.: Širokij unificirovannyj klassifikator SEV i meždunarodnyj klassifikator SEV vida *Cucurbita* L. (tykva) VIR Leningrad, 1989, 20 s.
- LEMEŠEV, N. et al.: Širokij unificirovannyj klassifikator SEV i meždunarodnyj klassifikator SEV roda *Gossypium* L. VIR Leningrad, 1989, 21 s.
- JUŠEV, A. A. et al.: Širokij unificirovannyj klassifikator SEV i meždunarodnyj klassifikator SEV roda *Cerasus* MILL. (vidy *C. avium* (L.) MOENCH. *C. vulgaris* MILL., *C. fruticosa* PALL.) VIR Leningrad, 1989, 44 s.
- FURSA, T. B. et al.: Širokij unificirovannyj klassifikator SEV i meždunarodnyj klassifikator SEV roda *Citrullus* SCHRAD. VIR Leningrad, 1989, 28 s.
- RUMJANCEVA, L. et al.: Meždunarodnyj klassifikator SEV vida *Cannabis sativa* L. (rusky, anglicky), VIR Leningrad, 1989, 57 s.
- SČELKO, L. et al.: Meždunarodnyj klassifikator SEV roda *Glycine* WILLD. (rusky, anglicky), VIR Leningrad, 1990, 46 s.
- DENISOV V. P. et al.: Meždunarodnyj klassifikator SEV roda *Armeniaca* SCOP. (rusky, anglicky), VIR Leningrad, 1990, 37 s.
- LEMEŠEV, M. et al.: Meždunarodnyj klassifikator SEV roda *Gossypium* L. (rusky, anglicky), VIR Leningrad, 1990, 39 s.
- JUŠEV, A. A. et al.: Meždunarodnyj klassifikator SEV roda *Cerasus* MILL. (vidy *C. avium* (L.) MOENCH. *C. vulgaris* MILL., *C. fruticosa* PALL.) VIR Leningrad, 1990, 43 s.
- RJABOVA, N. et al.: Širokij unificirovannyj klassifikator SEV i meždunarodnyj klassifikator SEV *Vitis vinifera* subsp. *sativa* D. VIR Leningrad, 1990, 28 s.