

Úroda 12/2016, vědecká příloha časopisu

Spontánní hybridizace planých a kulturních druhů v Argentině

Spontaneous hybridisation of wild and cultivated species in Argentina

Holubec V.¹, Vymyslický T.², Poverene M.³, Cantamutto M.³¹Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha²Zemědělský výzkum, spol. s r. o. Troubsko³Universidad Nacional del Sur, Bahia Blanca, Argentina

Abstrakt

Česko-Argentinský projekt na výzkum populací genetických zdrojů - planých příbuzných druhů, zplanělých druhů a hybridů s kulturními druhy byl navržen s cílem shromáždit informace o rozšíření spontánních hybridů a sebrat semenné vzorky. Hybridní rostliny slunečnice a čiroku byly nalezeny na 11 lokalitách. Byly odebrány herbářové doklady a sebrána semena. Nalezené lokality byly charakterizovány ekologicky i vegetačně a byly posouzeny faktory ohrožení nezbytné pro plánování *in situ* konzervace. Celkem bylo navštíveno 52 lokalit s planými příbuznými druhy a sebráno 36 semenných vzorků.

Klíčová slova: slunečnice, čirok, genetické zdroje, hybridy, introgrese

Abstract

Czech-Argentinean project on genetic resources population investigation – crop wild relatives, escapes from cultivation and spontaneous hybrids with cultivated species – on the territory of both countries, was proposed with an aim to gather information on their distribution and to collect seed samples for further research. Hybrid plants of sunflower and sorghum were found on 11 localities. Herbarium and seeds samples were collected. Found localities were characterised ecologically and from the point of view of vegetation, and threat factors were assessed as prerequisite for *in situ* conservation planning. The total number of visited sites was 52 and collected samples 36 including crop wild relatives.

Key words: sunflower, sorghum, genetic resources, hybrids, introgression

Resumen

Un proyecto checo-argentino sobre la investigación de poblaciones de recursos genéticos - parientes silvestres de cultivos, cultivos asilvestrados e híbridos espontáneos con especies cultivadas - en el territorio de ambos países, fue propuesto con el objetivo de recopilar información sobre su distribución y para recoger muestras de semillas para futuras investigaciones. Fueron encontradas plantas híbridas de girasol y sorgo en 11 localidades y se recolectaron muestras de herbario y semillas. Las localidades fueron caracterizadas ecológicamente y desde el punto de vista de su vegetación y se evaluaron los factores de amenaza como requisito previo para la planificación de conservación *in situ*. En total, 52 localidades fueron visitadas y se recolectaron 36 muestras, incluyendo parientes silvestres.

Palabras clave: girasol, sorgo, recursos genéticos, híbridos, introgresión.

Úvod

Spontánní hybridizace je častý přírodní jev a může k ní dojít při styku kulturních plodin, plevelů a planých druhů. Dojde-li ke spontánní hybridizaci, potomstvo je často sterilní, tvořící abortované plody. Je-li tato bariéra přerušena, hybridizace může být následována generací křížitelného potomstva, které se rekurentně může křížit s rodiči. V takových případech se některé nové geny mohou postupně stabilizovat v rámci rodičovského genomu procesem zvaným genetická introgrese (Jarvis a Hodgkin, 1999). Hlavním účinkem toku genů je snížení odlišností mezi populacemi, doprovázené současně zvýšením odlišností mezi jednotlivci v populaci. Zdá se, že plevelné formy příbuzné plodinám vznikly hybridizací planých a kulturních druhů, a mohou se šířit na pole a

ruderalní pozemky v mnoha zemích, podobně jako je tomu u slunečnice v Argentině, v ČR, v Evropě a v jiných částech světa (Holec et al. 2005, Muller et al. 2009, 2010, Poverene et Cantamutto 2010, Mayrose et al. 2011, Snow a Campbell, 2011). Slunečnice a řepka jsou významné olejninu v obou zemích a jsou velmi náchylné na hybridizaci a genovou introgresi do planě rostoucích příbuzných druhů.

Pěstování geneticky modifikovaných plodin v poslední době iniciovaly mnoho otázek týkajících se možného úniku transgenů z plodin do planě rostoucích rostlin. Hybridizace a introgrese představují most mezi plodinami a planými nebo plevelnými druhy pro únik transgenů (např. toleranci vůči herbicidům), které mohou vést ke vzniku nových, velmi škodlivých hybridních forem plevelů. Přítomnost planých populací rodu *Helianthus* v Argentině vyloučilo povolení pěstování transgenní slunečnice (Cantamutto et Poverene, 2009).

Po dohodě s argentinskou stranou byl navržen projekt na výzkum populací genetických zdrojů (planých příbuzných druhů, zplanělých druhů a hybridů s kulturními druhy) na území obou států, s cílem u těchto materiálů shromáždit informace o rozšíření a sebrat semenné vzorky.

Materiál a metody

V rámci řešeného projektu byla pozornost zaměřena na rody vyskytující se v obou zemích, jejichž druhy jsou využívány v zemědělství, vyskytují se jako plané druhy, a u nichž jsou známi hybridní planých a kulturních druhů. Z herbářových a literárních údajů byly získány informace o výskytu planých příbuzných druhů plodinám, zplanělých forem a segetálních druhů, zejména slunečnice (*Helianthus*), čiroku (*Sorghum*) a komplexu příbuzných rodů *Brassica* - *Raphanus*. Pokrytí vybraných lokalit bylo naplánováno dvěma expedicemi, konanými v letech 2013 a 2014. Cílem expedic bylo prozkoumat rozsáhlý areál výskytu jak početných populací, tak slabých a ohrožených populací, které doposud nebyly v minulosti argentinským kolektivem navštíveny (Poverene et al, 2014). Cesty do Argentiny byly načasovány na dobu květu a plodnosti populací zájmových druhů.

Jednotlivé lokality s výskytem cílových druhů byly zaměřeny přístrojem GPS. Každá lokalita byla charakterizována z hlediska přírodních podmínek a vegetace. Dále byla zaznamenána velikost a hustota populace, ohroženost a byly definovány faktory možného ohrožení. Na lokalitách proběhla fotodokumentace, sběr semen a herbářových položek. Z každé lokality/populace bylo náhodně sebráno 5-20 úborů/lat z různých rostlin ve stádiu plné nebo voskové zralosti. Z typických rostlin populace a z hybridních rostlin byly odebrány části do herbáře. Sebrané osivo bylo rozděleno mezi hostitelskou a návštěvnické organizace. Osivo slunečnice bylo použito na pokusy v Zemědělském výzkumu, spol. s r. o. Troubsko (ZV). Druhy tribu *Triticeae* a zrnový čirok byly zařazeny do kolekce genové banky ve VÚRV v.v.i. Praha.

Výsledky a diskuze

Sběr a hodnocení na lokalitách v terénu

V rámci návštěvy v Argentině proběhla exkurze po lokalitách výskytu planých genetických zdrojů v provinciích Entre Rios, San Juan, Mendoza a Pampas.

Pozornost byla věnována zejména studiu dvou rodů, u kterých probíhá introgrese, a sice *Helianthus* a *Sorghum*. Byly navštíveny lokality výskytu planých slunečnic druhu *Helianthus petiolaris* a dále pak zplanělých populací druhu *Helianthus annuus*. Oba druhy pocházejí ze severní Ameriky a v Argentině jsou zavlečené a zdomácnělé minimálně podobu 60 let. U rodu *Helianthus* se jedná o hybridizaci taxonů *H. annuus* var. *macrocarpus* (kulturní slunečnice), *H. annuus* var. *Annuus* (planý předek kulturní slunečnice) a *H. petiolaris* (planý druh). U rodu *Sorghum* se pak jedná o druhy *S. halepense* (invazní druh) a *S. bicolor* (zrnový čirok). Byly nalezeny hybridy s intermediárními znaky na polích čiroku: tvorba výběžků u spontánních hybridů, tvorba nestažené volné laty. Dále byly zkoumány zplanělé populace brukvovitých rostlin – *Brassica rapa*, *B. oleracea*, *Raphanus sativus*, *R. raphanistrum*. Středomořský druh *Diplotaxis tenuifolia*, který se adventivně vyskytuje jak ve střední Evropě, tak i v České republice, je v Argentině velmi hojně zplanělý podél silnic a na úhorech a stává se kritickým plevelem, zejména v oblastech s aridním klimatem.

Populace plané slunečnice se nacházejí převážně na druhotných stanovištích s vyšší mírou narušování (disturbance). Druh *Helianthus petiolaris* se vyskytuje převážně podél silnic a vozových cest v krajině, na mezích u polí a na úhorech. Často se populace nacházejí na písčitých půdách v aridních lokalitách, ne zřídka s vysráženou vápencovou vrstvou v podloží, která ještě zvyšuje ariditu (Villa Media Aqua). Plané populace druhu *Helianthus annuus* se často vyskytují společně s druhem *H. petiolaris*. Populace druhu *H. annuus* lze ale nalézt i v humidnějších podmínkách, zejména na úhorech a zanedbaných polích a v příkopech podél silnic. Na mnoha místech jsou populace vázány na zavlažované oblasti se zvýšenou salinitou. Výskyt hybridů byl zaznamenán v populacích nebo v dosahu rodičovských druhů. Rostliny jsou charakterizovány přítomností znaků obou rodičů a v případě hybridů s druhem *H. petiolaris* nízkým nasazením plodů v úboru a výskytem sterilních květů. V centru úboru se roztroušeně vyskytují bílé chlupy (plevkaté lůžko úboru). Jde o znakpřenesený zdruhu *H. petiolaris*. Hybridy plané slunečnice (*H. annuus* var. *annuus*) s kulturní slunečnicí (*H. annuus* var. *macrocarpus*) bývají dobře plodné, vyskytuje se ztlustění stonku a najít lze i fasciace a změny tvaru listu – nejčastěji na kosníkovitý.

Druhy *Sorghum bicolor* a *S. halepense* se liší ekologicky, planý druh *S. halepense* vyhledává humidnější podmínky podél vodních toků a v příkopech, často i se stojatou vodou. Hybridy v rodu *Sorghum* byly téměř výhradě nalezeny přímo na širokových polích, a ne v rámci porostů *Sorghum halepense*. V kulturách čiroku jsou u některých hybridů poměrně časté segreganty (odchylní jedinci) s vysokou výškou a rozvolněnou latou. Hybridy s druhem *Sorghum halepense* se liší od segregantů především absencí vzdušných kořenů a existencí výběžků. Jde o hybridy jednoletého kulturního čiroku a vytrvalého planého druhu, vyznačující se heterózním efektem – výška potomka výrazně převyšuje oba rodiče.

V rámci příbuzných rodů čeledi *Brassicaceae* – *Brassica*, *Raphanus* a *Diplotaxis* – nebyly nalezeny žádné zřetelné hybridy. Byly dále studovány populace druhů, které jsou v Argentině invazní – např. *Chondrilla juncea*, *Diplotaxis tenuifolia*, *Lactuca serriola*, *Melilotus albus*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Carduus nutans* a další. Druh *Diplotaxis tenuifolia* je obecně rozšířený ve střední Argentině a stal se dominantním druhem na plochách s vysokou disturbancí, invaduje i do pastvin, vyskytuje se podél cest a nevádí mu ani velmi aridní klima. Je schopen růst i v oblastech s ročními úhrny srážek kolem 200 mm.

Během expedice 2014 byla nalezena i nová lokalita planého druhu lilku *Solanum chacoense*, příbuzného pěstovaným bramborám. Vzorek hlíz byl předán do Výzkumného ústavu bramborářského Havlíčkův Brod.

Během expedice 2013 byl prováděn botanický výzkum na 35 lokalitách a na 7 lokalitách byly nalezeny spontánní hybridy. V roce 2014 byl výzkum na 17 lokalitách s výskytem zdomácnělých planých druhů a pouze na 3 byly nalezeny hybridy s intermediálními znaky. Bylo sebráno nebo získáno 24 položek planých a hybridních vzorků (Tab. 1). Byla provedena fotodokumentace, odebrán materiál do herbáře a byla sebrána semena. Osivo slunečnice bylo použito na založení pokusu v ZV Troubsko. V tomto pokuse byly hodnoceny morfologické znaky u sebraných původů po kultivaci v roce následujícím po sběru semen, s důrazem na stanovení míry hybridizace u jednotlivých populací.

Sebrané položky druhů tribu *Triticeae* byly zahrnuty do kolekcí VÚRV, v.v.i. Praha-Ruzyně.

Během pobytu argentinských kolegů v České republice byly hledány a nalezeny případy introgrese planých a kulturních druhů. Průzkum zplanělých populací druhu *Helianthus annuus* byl realizován na jediné známé lokalitě v Polabí v doprovodu nálezce těchto populací, Ing. Holce z České Zemědělské Univerzity v Praze.

Tab. 1: Sběry semen a herbářových položek GZR na navštívených lokalitách v Argentině 2013-2014. Seed and herbarium collections of PGR on visited sites in Argentina 2013-2014.

| Lokalita Locality | Druhy a hybridy Species and hybrids | Datum sběru Coll. date | Zem. šířka Latitude | Zem. délka Longitude | Výška n.m. Altitude |
|---------------------------|---|------------------------------|------------------------|-------------------------|---------------------------|
| Sierra de la Ventana | <i>Brassica rapa</i> | 27.3.2013 | S 37°46'00,6'' | W 61°58'05,1'' | 338 |
| Padre Buodo | <i>H. petiolaris</i> | 28.3.2013 | S 37°17'42,8'' | W 64°23'43,6'' | 203 |
| Colonia Baron | <i>H. annuus x petiolaris</i> , <i>H. annuus x crop</i> | 28.3.2013 | S 36°10'59,9'' | W 63°52'32,4'' | 152 |
| Santa Agustina | <i>H. annuus x petiolaris</i> | 28.3.2013 | S 36°07'47,5'' | W 63°46'36,7'' | 134 |
| General Pico | <i>S. bicolor x halepense</i> | 29.3.2013 | S 35°31'26,5'' | W 63°36'19,7'' | 124 |
| TrenqueLauquen | <i>B. rapa</i> , <i>R. sativus</i> | 29.3.2013 | S 35°56'51,9'' | W 62°48'01,2'' | 95 |
| De Bary | <i>H. annuus x crop</i> | 29.3.2013 | S 36°18'16,8'' | W 63°20'31,5'' | 124 |
| Relmo | <i>H. annuus x petiolaris</i> , <i>H. annuus x crop</i> | 29.3.2013 | S 36°16'10,8'' | W 63°23'06,8'' | 124 |
| Cuero de Zorro | <i>H. annuus x petiolaris</i> <i>H.</i> <i>annuus x crop</i> | 29.3.2013 | S 35°49'45,3'' | W 62°49'43,5'' | 100 |
| Diamante | <i>Helianthus annuus</i> var. <i>annuus</i> | 16.2.2014 | S 32°03'55,2'' | W 60°38'56,0'' | 77 |
| Alto Grande | <i>Helianthus annuus</i> var. <i>annuus</i> | 18.2.2014 | S 31°31'07,0'' | W 65°06'43,3'' | 1056 |
| Villa Media Agua | <i>Helianthus annuus</i> var. <i>annuus</i> | 20.2.2014 | S 31°54'19,0'' | W 68°22'45,4'' | 618 |
| Villa Media Agua | <i>Helianthus annuus</i> var. <i>annuus</i> crop BC | 20.2.2014 | S 31°54'19,0'' | W 68°22'45,4'' | 618 |
| Villa Media Agua II | <i>Helianthus annuus</i> var. <i>annuus</i> | 20.2.2014 | S 31°58'52,5'' | W 68°24'25,6'' | 552 |
| Malvinas | <i>Helianthus annuus</i> var. <i>annuus</i> | 22.2.2014 | S 34°56'56,0'' | W 68°14'09,4'' | 595 |
| Malvinas | <i>Helianthus annuus</i> var. <i>annuus</i> x crop BC | 22.2.2014 | S 34°56'56,0'' | W 68°14'09,4'' | 595 |
| Malvinas II | <i>Helianthus annuus</i> var. <i>annuus</i> | 22.2.2014 | S 34°52'21,0'' | W 68°15'00,4'' | 617 |
| Malvinas II | <i>Helianthus annuus</i> var. <i>annuus</i> | 22.2.2014 | S 34°52'21,0'' | W 68°15'00,4'' | 617 |
| Las Leñas | <i>Hordeum comosum</i> | 23.2.2014 | S 35°07'06,3'' | W 70°08'37,4'' | 2790 |
| San Isabel - Victorica | <i>Helianthus petiolaris</i> | 24.2.2014 | S 36°19'58,1'' | W 66°09'30,1'' | 324 |
| Victorica I | <i>Helianthus petiolaris</i> x <i>H. annuus</i> crop | 24.2.2014 | S 36°18'17,3'' | W 65°35'28,8'' | 310 |
| Victorica II, 15 km W | <i>Helianthus petiolaris</i> x <i>H. annuus</i> crop | 24.2.2014 | S 36°17'12,2'' | W 65°31'49,9'' | 319 |
| Victorica III, 10 km W | <i>Solanum chacoense</i> | 24.2.2014 | S 36°26'08,2'' | W 65°23'52,0'' | 287 |
| Hilario Ascasubi | <i>Thinopyrum elongatum</i> | 26.2.2014 | S 39°19'25,5'' | W 62°34'19,1'' | 6 |

Posouzení ohroženosti a doporučení pro konzervaci

Přímé ohrožení lidskou činností nehrozí, populace se vyskytují podél cest a silnic a na úhorech. Setrvalý výskyt druhů závisí na zachování disturbance a nižší míry kompetice bylinné a keřovité vegetace. Některé lokality nalezené argentinskými kolegy dříve (Poverene et Cantamutto 2010) zanikly pravděpodobně vlivem vytlačení bylinnou vegetací v humidnějších podmínkách během sukcese. Místně se vyskytují i malé populace, které jsou ohroženy fragmentací a genetickým driftem. Tyto populace by měly být geneticky sledovány a při zjištění významné genetické variability by měly být adekvátním způsobem chráněny. Výhledově by bylo třeba uvažovat o vhodné formě *in situ* konzervace. Konzervace agrobiodiversity je však celosvětově stále v počátcích, a to i přesto, že *in*

situ konzervace byla již zahrnuta do Konvence o biologické rozmanitosti (CBD) a do Mezinárodní dohody o rostlinných genetických zdrojích pro výživu a zemědělství (ITPGRFA, Maxted et al, 2012).

Literatura

- Cantamutto M., Poverene M. (2009): Transgenic sunflower. Chapter 9 in Genetics, Genomics and Breeding of Sunflower. Hu J, Seiler G, Kole Ch (eds). Science Publishers - CRC Press, New York, EEUU: 279–312.
- Holec J., Soukup J., Cerovska M., Novakova K. (2005): Common sunflower (*Helianthus annuus* var. *annuus*) – potential threat to coexistence of sunflower crops in Central Europe. In: Proceedings 2nd International Conference on co-existence between GM and non-GM based agricultural supply chains, Montpellier, France, 14-15 Nov 2005, pp. 271–272.
- Jarvis D. I., Hodgkin T. (1999): Wild relatives and crop cultivars: Detecting natural introgression and farmer selection of new genetic combinations in agroecosystems. – Mol. Ecol., 8: 159–173.
- Maxted N., Dulloo M. E., Ford-Lloyd B. V., Freese L., Iriondo J., Carvalho M. A. A. P. (2012): Agrobiodiversity Conservation, CABI UK, 365 p.
- Mayrose M., Kane N. C., Mayrose I., Dlugosch K. M., Rieseberg L. H. (2011): Increased growth in sunflower correlates with reduced defences and altered gene expression in response to biotic and abiotic stress. Molecular Ecology 20, 4683–4694.
- Muller M. H., Delieux F., Fernandez-Martinez J. M. et al. (2009): Occurrence, distribution and distinctive morphological traits of weedy *Helianthus annuus* L. populations in Spain and France. Genetic Resources and Crop Evolution, 56, 869–877.
- Muller M. H., Latreille M., Tollon C. (2010): The origin and evolution of a recent agricultural weed: population genetic diversity of weedy populations of sunflower (*Helianthus annuus* L.) in Spain and France. Evolutionary Applications, 4(3), 499–514.
- Poverene M., Cantamutto M. (2010): A comparative study of invasive *Helianthus annuus* populations in their natural habitats of Argentina and Spain. Helia, 33, 63–74.
- Poverene M., Vymyslický T., Renzi J. P., Holubec V., Cantamutto M. (2014): Hibridación espontánea cultivo-sylvestre y su impacto sobre la biodiversidad agrícola. Journal of Basic & Applied Genetics, Vol. 25, Issue 1: 186.
- Snow A. A., Campbell L. G. (2011): Long-term Introgression of Crop Alleles in Weed Populations. – ISB News report, February 2011.

Dedikace

Tato práce vznikla při řešení projektu Mobility MŠMT „Spontánní hybridizace kulturních a planých taxonů - genová introgrese jako zemědělská hodnota nebo ohrožení?“, administrovaného pod číslem 7AMB13AR002.



Obr. 1. Fasciace stonku u *Helianthus annuus* var. *annuus*, lokalita Las Malvinas II, Mendoza, Argentina



Obr. 2. Variabilita znaků v barvě květu a plevkatosti lůžka. Zleva *Helianthus petiolaris* x *annuus*, *H. annuus* var. *annuus*, *H. petiolaris*. Lokalita General Alvear, Mendoza, Argentina

Kontaktní adresa:

Ing. Vojtěch Holubec, CSc.

Genová banka, Výzkumný ústav rostlinné výroby v.v.i., Drnovská 507

161 06 Praha 6-Ruzyně

e-mail: holubec@vurv.cz