

Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i. Praha – Ruzyně
Rada genetických zdrojů rostlin



Sborník referátů ze semináře

Využití genetických zdrojů rostlin ve šlechtění

pořádaného

8. prosince 2021

on-line v rámci RGZ 2021



© Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i. Praha - Ruzyně
„Genetické zdroje č.107“, VÚRV, v.v.i. Praha 2022
Editor: Ludmila Papoušková

ISBN 978-80-7427-380-3

Obsah:

Vzpomínka na Ing. Zdeňka Stehna, CSc.....	1
Dostalíková L., Hlásná Čepková, P., Viehmannová I., Janovská D.: Hodnocení genetických zdrojů quinoj pěstované v klimatických podmínkách České republiky	2
Janovská D., Hlásná Čepková, P., Čermák, T.: Hodnocení pohanky obecné v projektu Ecobreed.....	9
Janovská D., Hodan P., Hodan J., Hlásná Čepková P.: Pěstování pšenice ozimé ve směsné kultuře s různými druhy luskovin.....	16
Hermuth J.: Nově registrovaná jarní pšenice „Rufia“ s purpurovou barvou zrna, oceněná Zlatým klasem s kytičkou (2021) na 47. Ročníku mezinárodního agrosalonu Země živitelka.....	23
Holubec V., Janovská, D., Papoušková, L.: Souhrn výsledků Národního programu konzervace a využívání genetických zdrojů rostlin a agrobiodiverzity za rok 2021.....	26
Holubec V., Zavřelová M.: Evropský projekt Agent zpřístupní rostlinné materiály z genobank šlechtitelům.....	30
Krška B.: Genetické zdroje rodu <i>Prunus ssp.</i> z oblasti Bílých Karpat vhodné pro šlechtění na odolnost k virové šarce švestek.....	34
Nečas T., Rampáčková E., Mrázová M., Kiss T., Ondrášek I.: Využití genetických zdrojů meruněk při šlechtění nových odrůd lednického původu.....	38
Nesvadba V., Charvátová J.: Hodnocení původních klonů chmele (<i>Humulus lupulus</i> L.).....	49
Nesvadba Z., Hermuth J., Muñoz J., Ust'ak S.: Využití genetických zdrojů čiroku, bėru a ozimého tritikale pro produkci biomasy a bioplynu.....	59
Nesvadba Z.: Porovnání nových položek v kolekci genetických zdrojů tritordea (x <i>Tritordeum martinii</i> A. Pujadas) v Genové bance Praha.....	68
Ondrášek I.: Kolekce a hodnocení genových zdrojů mandloně obecné, náhled na současný stav.....	78
Papoušková L.: Aktuální stav dokumentace genetických zdrojů rostlin v České republice.....	85
Rychlá A., Vrbovský V.: Využití genových zdrojů s požadovanými vlastnostmi ve šlechtění majoritních olejnin.....	88
Sedlák J.: Výstupy mezinárodního projektu Fruit Breedomics.....	94
Severa M.: Sbírka genetických zdrojů a současné šlechtění rodu <i>Rhododendron</i> L.	98
Sotolářová O.: Historie a současná práce genofondové sbírky vybraných květín na ZF Mendelu v Brně.....	109
Stráňková R.: Jak prospívá česká odrůda révy vinné 'Neronet' v Karlštejně a proč má ve vesmíru svoji planetku?.....	114
Vymyslický T., Pelikán J.: Využití genetických zdrojů jetelovin ve šlechtění.....	121

Vzpomínka na Ing. Zdeňka Stehna, CSc.

S lítostí a hlubokým zármutkem oznamujeme, že dne 8. června 2022 zemřel ve věku 76 let náš milý a dlouholetý kolega Ing. Zdeněk Stehno, CSc.

Zdeněk Stehno vystudoval Agronomickou fakultu Vysoké školy zemědělské v Praze a po zakončení postgraduálního studia nastoupil v roce 1976 do Výzkumného ústavu rostlinné výroby v Praze-Ruzyni.

Celý svůj profesní život spojil s výzkumem a šlechtěním pšenice. Od roku 1985 pracoval v Oddělení genetických zdrojů a od roku 1990 až do odchodu do důchodu vedl Oddělení genové banky. Stal se kurátorem genetických zdrojů pšenice, tritikale a ozimého ječmene a odpovědným řešitelem za kolekce VÚRV Praha-Ruzyně v rámci Národního programu konzervace a využívání genetických zdrojů rostlin a agrobiodiverzity. Byl také řešitelem celé řady výzkumných projektů. Publikoval mnoho vědeckých a odborných článků i knih, byl autorem odrůd špaldy Rubiota a dvouzrnky Rudico. Spolupracoval jak s mnoha národními institucemi, výzkumnými a šlechtitelskými pracovišti i univerzitami, tak s mezinárodními institucemi, např. CIMMYT, ECPGR, FAO, IBRA. Velmi podporoval ideu ekologického zemědělství v ČR.

Zdeněk Stehno nám bude chybět nejen jako výjimečný kolega, ale i jako přítel a skromný člověk.

Kolegové z týmu Genové banky, VÚRV Praha-Ruzyně



HODNOCENÍ GENETICKÝCH ZDROJŮ QUINOY PĚSTOVANÉ V KLIMATICKÝCH PODMÍNKÁCH ČESKÉ REPUBLIKY

Evaluation of quinoa genetic resources cultivated in the climatic conditions of the Czech Republic

Dostalíková, L.¹, Hlásná Čepková, P.², Viehmannová I.¹, Janovská D.²

¹ Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta tropického zemědělství, Katedra tropických plodin a agrolesnictví

² Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Tým Genová banka, Praha

Abstrakt

Quinoa je strategicky významná plodina, která může významně přispět k potravinové bezpečnosti a suverenitě. Je považována za výborný zdroj vysoce kvalitních bílkovin, tuků či vlákniny, ale také bioaktivních látek s antioxidační aktivitou. Genetické zdroje quinoy jsou v současné době hodnoceny také v pracovní kolekci Genové banky na VÚRV v.v.i. v Praze–Ruzyni. Předběžné výsledky hodnocení ukázaly, že semena i listy dosahují poměrně vysokého množství hrubého proteinu. Listy quinoy vykazovaly vyšší obsah polyfenolů a vyšší antioxidační aktivitu v porovnání se semeny. Metabolitem s nejvyšší koncentrací byl mauritianin, naopak velmi malé koncentrace byly zaznamenány u isorhamnetinu a quercetinu. Apelawa a QQ056 byly na základě všech hodnocených znaků vybrány jako genotypy velmi dobře adaptované na klimatické podmínky České republiky.

Klíčová slova: antioxidační aktivita, bílkoviny, celkové polyfenoly, genové zdroje, quinoa

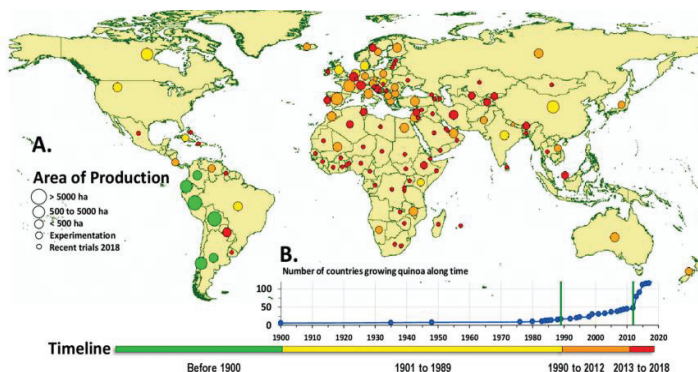
Abstract

Quinoa is a strategically important crop that may contribute to food security and sovereignty. It is considered a high-quality source of proteins, fats, and fiber, but also bioactive compounds with antioxidant activity. Quinoa genetic resources are currently evaluated also in the Gene bank under the Crop Research Institute in Prague–Ruzyně. The preliminary results showed that both quinoa seeds and leaves reach quite high crude protein content. Quinoa leaves had higher phenolic content and antioxidant activity, compared to seed samples. The metabolite with the highest concentration was mauritianin, whereas the lowest concentration was observed for isorhamnetin and quercetin. Based on all evaluated traits, genotypes Apelawa and QQ056 were selected as well adapted to the climatic conditions of the Czech Republic.

Key words: antioxidant activity, genetic resources, proteins, total polyphenols, quinoa

Úvod

Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) je pseudoobilnina z čeledi Chenopodiaceae pocházející z Jižní Ameriky, konkrétněji z horské oblasti kolem jezera Titicaca ležícího v Andách. Ačkoliv byla tato plodina domestikována již před zhruba 7 tisíci lety, většího zájmu se dočkala až v roce 1990 a především pak v roce 2013, kdy byl zaznamenán prudký nárůst plochy oseté quinoou, a to i mimo oblast jejího původu. V současnosti je quinoa v menší či větší míře pěstována v mnoha oblastech Evropy, severní Afriky a Ameriky, Číny, Indie nebo Austrálie. I přesto jsou však největšími producenty quinoy státy Jižní Ameriky, tedy primárně Peru, Bolívie a Ekvádor (Alandia et al., 2020) (Obr. 1).



Obrázek 1. Světové rozšíření quinoi, osevní plocha (A) a počet zemí pěstujících quinou (B) (Alandia et al., 2020)

Důvodů, které způsobily rostoucí zájem o tuto plodinu, je hned několik. Quinoa je velmi odolná rostlina, která si zachovává dobrý výnos i v extrémnějších podmínkách (Jacobsen 2003). Je považována za tzv. funkční potravinu vzhledem k jejím zajímavým nutričním vlastnostem (Rojas et al., 2015, Bvenura and Kambizi, 2022). Semena quinoi mají vyšší obsah bílkovin než běžně pěstované zemědělské plodiny. Navíc jako jedna z mála rostlin obsahuje quinoa v dostatečné míře všech devět esenciálních aminokyselin důležitých pro výživu člověka (De Bock et al., 2021). Své široké uplatnění najde také v potravinářském průmyslu díky poměrně unikátní struktuře amylopektinu (Li et al., 2019). V neposlední řadě jsou semena quinoi bohatá na vlákninu, vitamíny, minerály a tuky s vysokým obsahem esenciálního omega-6 linolové kyseliny (Tang et al., 2016).

Potenciál však mají nejen semena quinoi, ale i její listy, které se používají jako součást tradičních pokrmů. V porovnání s dalšími běžně využívanými druhy listových zelenin, jako jsou špenát, amarant nebo moringa, mají listy quinoi vyšší obsah bílkovin a výborné složení aminokyselin. Dále také obsahují vysoké množství vitamínů a minerálů (Le et al., 2021).

Z toho důvodu byla quinoa vybrána jako jedna ze strategických plodin, které mohou v blízké budoucnosti výrazně přispět k potravinové bezpečnosti a suverenitě. V regionu jihoamerických And je quinoa považována za součást kulturního dědictví, které je třeba uchovávat. I právě proto je zde uloženo asi 88 % z celosvětových kolekcí genetických zdrojů quinoi (Rojas et al., 2015). Celosvětově jsou kolekce uchovávány celkem v 59 institucích a ve více než 30 zemích světa, a kromě Jižní Ameriky se nachází také například v USA, Arabských Emirátech, Německu nebo Etiopii (Genesys, 2022) (Tab.1).

Tabulka 1. Genetické zdroje quinoi v kolekcích mimo oblast Jižní Ameriky (Genesys, 2022).

Země	Název instituce	Kód instituce	Počet položek
Spojené arabské emiráty	International Center for Biosaline Agriculture	ARE003	1306
Německo	Genebank, Leibniz Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research	DEU146	528

USA	North Central Regional Plant Introduction Station, USDA-ARS, NCRPIS	USA020	162
Spojené království	Genetic Resources Unit, Institute of Biological, Environmental and Rural Sciences, Aberystwyth University	GBR016	23
Maďarsko	Centre for Plant Diversity	HUN003	19
Slovensko	NAFC-Research Institute of Plant Production	SVK001	14
Austrálie	Australian Grains Genebank, Agriculture Victoria	AUS165	13
Etiopie	International Livestock Research Institute	ETH013	11
Slovinsko	Crops and Seed Production Department, Agricultural Institute of Slovenia	SVN019	5
Austrálie	Australian Pastures Genebank	AUS167	4
Další			20
Celkem			2105

V České republice byly genetické zdroje quinoj poprvé hodnoceny v roce 1999 v Genové bance Výzkumného ústavu rostlinné výroby v Praze–Ruzyni. Nově vytvořená pracovní kolekce tehdy zahrnovala celkem 22 genotypů pocházejících z Jižní Ameriky. Hodnocení však bylo po čase pozastaveno, a to až do roku 2016, kdy se polní pokusy obnovily a pokračují dodnes. Současná pracovní kolekce zahrnuje přes 70 genotypů s různým geografickým původem. Cílem hodnocení této kolekce je získání co nejširšího spektra informací o daných genotypech a také výběr genotypů vhodných do klimatických podmínek České republiky.

Materiál a metody

Na experimentálních pozemcích Výzkumného ústavu rostlinné výroby, v.v.i. Praha–Ruzyně bylo v letech 2018–2022 každoročně vyseto celkem 40 genotypů quinoj s odlišným geografickým původem (Obr.2). Tyto genotypy byly poskytnuty U.S. National Plant Germplasm System, spadající pod Ministerstvo zemědělství USA (USDA). Výsev probíhal zhruba od poloviny května do první poloviny června v závislosti na počasí, sklizeň semen pak během října. Odběr listů byl prováděn ve fázi kvetení, v druhé polovině července. V průběhu vegetace byly všechny genotypy hodnoceny dle mezinárodních deskriptorů vydaných organizací Biodiversity International (2013).

Hodnocené znaky byly následující:

- ❖ Počet dnů od výsevu do vzejití, kvetení a fyziologické zralosti
- ❖ Výška rostlin (ve fázi kvetení)
- ❖ Barva okvěti (ve fázi kvetení)
- ❖ Forma a délka květenství (ve fyziologické zralosti)
- ❖ Barva semena
- ❖ Hmotnost tisíce semen

Následně byl rostlinný materiál (listy a semena quinoi) hodnoceny na obsah vybraných látek. Obsah hrubého proteinu byl stanoven pomocí Kjeldahlovy metody dle České státní normy (2005) s použitím konverzního faktoru 6.25. Bílkovinné frakce zásobního proteinu semen byly dále separovány za pomoci SDS-PAGE (Laemmli, 1970). Rostlinný materiál byl také hodnocen z hlediska antioxidační aktivity za použití metody DPPH dle Sensoy et al. (2006) a obsah celkových polyfenolů metodou Folin-Ciocalteu (Holašová et al., 2002).

V neposlední řadě byly u semen quinoi detekovány a následně kvantifikovány sekundární metabolity. Tyto analýzy byly provedeny za použití UHPLC-Q-Orbitrap tandemového hmotnostního spektrometru s vysokým rozlišením dle autorů Li et al. (2019) a Jia et al. (2020). Naměřená data byla doplněna o údaje obsahující informace o počasí v jednotlivých letech, které pocházely z meteorologické stanice Praha–Ruzyně.



Obrázek 2. Genotypy quinoi pěstované na experimentálních pozemcích VÚRV.

Výsledky a diskuze

Znaky hodnocené dle deskriptorů

Předběžné výsledky hodnocení quinoi dle deskriptorů ukázaly, že rychlost vzcházení je u quinoi, stejně tak jako u mnoha dalších plodin, ovlivněna počasím. Quinoa vysetá v květnu roku 2018, kdy průměrná teplota dosahovala necelých 19 °C, začala vzcházet již po zhruba 10 dnech, zatímco semena vysetá za nižších teplot a intenzivních srážek (například v roce 2019 a 2021) vzcházela po 2 až třech týdnech. Fyziologické zralosti rostliny dosáhly za zhruba 4–5 měsíců.

Rostliny dosahovaly výšky v průměru mezi 100–120 cm a délky květenství mezi 18–56 cm. U těchto dvou znaků byla také potvrzena velmi silná pozitivní korelace. Hmotnost tisíce semen (HTS) se u quinoi lišila v závislosti na genotypu, ale také na počasí v daném ročníku. Nejvyšších a nejstabilnějších výsledků HTS v průběhu celého čtyřletého hodnocení nicméně dosahovaly genotypy Cahuil, Isluga a Red Head.

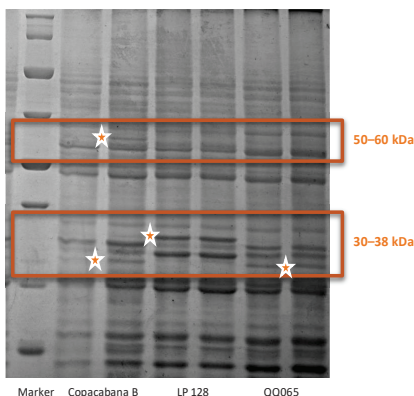
Laboratorní analýza bílkovin

Nejvyšší průměrný obsah hrubého proteinu v semeni (17,69 %) byl zjištěn v roce 2019, naopak nejnižšího v roce 2021 (15,79 %). Tyto výsledky mohou být do jisté míry vysvětleny

průměrnou teplotou vyšší o 1 °C v roce 2019 a významným rozdílem v průměrném úhrnu srážek, který byl vyšší v roce 2021 než v roce 2019. Jak naznačují výsledky zahraničních studií, vyšší obsah hrubého proteinu v semenech byl pozorován u genotypů pěstovaných v mírném vodním deficitu a při vyšších teplotách. Nejvyšší a zároveň nejstabilnější hodnoty obsahu bílkovin měly genotypy Baer a Braunschweig. Listy quinoi měly vyšší obsah proteinů než semena, a to v průměru o asi 1 %. Některé genotypy však dosahovaly nadprůměrných hodnot mezi 25–27 % obsahu bílkovin, což z listů dělá významný zdroj bílkovin nejen pro člověka, pro hospodářská zvířata jako zdroj kvalitního krmiva s vysokým obsahem bílkovin.

Separaci zásobních bílkovin pomocí elektroforézy bylo zjištěno, že metoda SDS-PAGE je vhodná pro rozlišení jednotlivých genotypů quinoi.

Největší rozdíly mezi genotypy a jejich spektry byly zaznamenány v oblasti 30–38 a 50–60 kDa (Obr. 3). Výhodou použití této metody je i fakt, že pozice jednotlivých bandů zůstaly konzistentní v průběhu celého čtyřletého hodnocení, z čehož vyplývá, že tento znak není ovlivněn povětrnostními podmínkami daného roku.



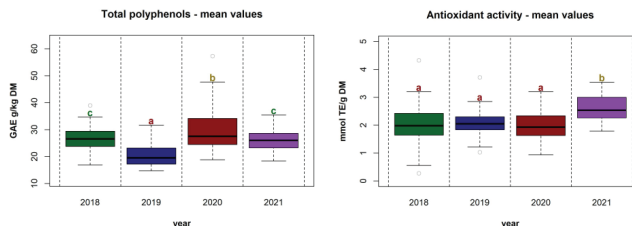
Obrázek 3. Tři vybrané genotypy quinoi separované pomocí SDS-PAGE. Úsek s nejvyšším polymorfismem je označen obdélníky. Rozdílné pozice bandů mezi jednotlivými genotypy jsou zaznačeny hvězdičkami.

Laboratorní analýza celkových polyfenolů, antioxidační aktivity a sekundárních metabolitů

Obsah celkových polyfenolů (CP) byly odlišné mezi genotypy i mezi lety (Obr. 4). V roce 2020 testované vzorky měly hodnoty CP o 10 GAE mg/g sušiny vyšších v porovnání s rokem 2019, kdy byly průměrné hodnoty nejmenší. V hodnoceném souboru se objevilo i několik extrémních hodnot. Například v roce 2020 byla naměřena nejvyšší hodnota CP pro genotyp Mint Vanilla (57,25 GAE mg/g sušiny), která se od průměru tohoto roku lišila o 27 GAE mg/g sušiny. Nicméně v dalších hodnocených letech tento genotyp takto vysokých hodnot již nedosahoval. Listy quinoi, v porovnání se semeny, dosahovaly zhruba desetinásobně vyšších hodnot oproti průměru hodnot naměřených v semenech.

Průměrné hodnoty naměřené pro antioxidační aktivity (AA) se v rámci jednotlivých let nacházely v poměrně podobném rozmezí. Kromě roku 2021, kdy došlo ke zvýšení průměrné hodnoty o asi 0,5 mmol TE/g sušiny. U hodnocení AA byly naměřeny i extrémní hodnoty, jako

například v roce 2018, kdy byla naměřena zcela nejvyšší a zároveň zcela nejnížší hodnota AA (Obr.4).



Obrázek 4. Porovnání hodnot celkových polyfenolů a antioxidační aktivity v letech 2018–2021.

Mezi CP a AA existovala spíše slabší až střední pozitivní korelace, což je v rozporu s většinou závěrů odborné literatury, která většinou udává poměrně silnou závislost. K vyššímu množství CP a vyšší AA přispívá přítomnost různých sekundárních metabolitů, jako jsou miquelianin, nebo isorhamnetin, naopak negativně můžou být tyto znaky do jisté míry ovlivněny HTS a obsahem naringenin. U listů, podobně jako u CP, dosahovaly asi patnáctkrát vyšších hodnot AA, než byly naměřeny u semen.

Metabolitem s nejvyšší koncentrací byl flavonoid mauritianin (143 ug/g sušiny), jehož přítomnost vykazovala pozitivní korelaci s většinou studovaných znaků, kromě HTS, kde byla objevena slabší negativní korelace. Naopak nejnižší koncentrace byly naměřeny u isorhamnetinu (0,08 ug/g sušiny) a quercetinu (0,2 ug/g sušiny). Studované genotypy byly dále porovnány mezi sebou na základě své úspěšnosti ve všech výše zmíněných parametrech. Z výsledků vyplývá, že nejvyšších a zároveň nejstabilnějších hodnot mezi lety v rámci všech hodnocených kritérií dosáhly genotypy Apelawa a QQ056. Naopak nejméně úspěšné genotypy byly Tallin a QQ061.

Závěr

Význam quinoj je, vzhledem k jejím nutričním vlastnostem a adaptabilitě na různá prostředí, zcela nesporný. Nejvyšších a nejstabilnějších hodnot obsahu hrubého proteinu dosáhly genotypy Baer a Braunschweig. Separací zásobních bílkovin pomocí elektroforézy bylo možné od sebe rozlišit všechny hodnocené genotypy. Obsah celkových polyfenolů vykazoval nižší až střední závislost na antioxidační aktivitě. Obě tyto hodnoty byly mnohonásobně vyšší u listů quinoj, v porovnání se semeny. V semenech quinoj bylo detekováno několik sekundárních metabolitů, přičemž nejvyšší koncentrace dosáhl flavonoid mauritianin. Další metabolity, jako například miquelianin nebo isorhamnetin, přispívají svou přítomností k vyšší antioxidační aktivitě, nicméně isorhamnetin byl přítomen v pouze velmi malých koncentracích. Z výsledků hodnocení všech znaků vyplývá, že genotypy nejlépe adaptované na klimatické podmínky v České republice jsou Apelawa a QQ056.

Dedikace

Článek byl zpracován v rámci řešení projektu "Národního programu konzervace a využívání genetických zdrojů rostlin, zvířat a mikroorganismů významných pro výživu a zemědělství" č.j. 51834/2017-MZE-17253/6.2.14. Výzkum byl dále podpořen projektem Ministerstva zemědělství České republiky (projekt číslo RO0418) a Interní grantovou agenturou Fakulty tropického zemědělství České zemědělské univerzity v Praze (projekty číslo 20213114 a 20223105).

Použitá literatura

- Alandia, G., Rodriguez, J.P., Jacobsen, S.E., Bazile, D., Condori, B., 2020: Global expansion of quinoa and challenges for the Andean region. *Global Food Security* 26:100429.
- Bioversity International, FAO, PROINPA, INIAF and IFAD. 2013: Descriptors for quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) and wild relatives. Bioversity International, Rome, Italy; Fundación PROINPA, La Paz, Bolivia; Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal, La Paz, Bolivia; International Fund for Agricultural Development, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.
- Bvenura, C., and Kambizi, L. 2022: "Future grain crops," in *Future Foods Global Trends, Opportunities, and Sustainability Challenges*, ed. R. Bhat. (London, UK: Academic Press, London), 81-105.
- Česká státní norma (ČSN). 2005: 5983-1 (467035), C.S.N.C. - Krmiva - Stanovení obsahu dusíku a výpočet obsahu hrubého proteinu - Část 1: Kjeldahlova metoda. Český normalizační institut. XEROX, s.r.o., Praha. Dostupné z: <https://www.iso.org/standard/52374.html>
- De Bock, P., Van Bockstaele, F., Muylle, H., Quataert, P., Vermeir, P., Eeckhout, M., and Cnops, G., 2021: Yield and Nutritional Characterization of Thirteen Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Varieties Grown in North-West Europe-Part I. *Plants*-Basel 10.
- Genesys, 2022: Genesys Accession Browser. Dostupné z: <https://www.genesys-pgr.org/a/v2Ok2159rW9>.
- Holašová, M, Fiedlerová, V, Smrčinová, H, Orsák, M, Lachman, M, Vavreinová, S. 2002: Buckwheat–The source of antioxidant activity in functional foods. *Food Chem* 35:207–211.
- Jacobsen, S.E., Mujica, A., Ortiz, R., 2003: La importancia de los cultivos andinos. *Fermentum* 13, 14-24.
- Jia, QQ, Zhang, SD, Zhang, HY, Yang, XJ, Cui, XL, Su, ZH, Hu, P., 2020: A Comparative Study on Polyphenolic Composition of Berries from the Tibetan Plateau by UPLC-Q-Orbitrap MS System. *Chemistry & Biodiversity* 17:12.
- Laemmli, UK., 1970: Cleavage of structural proteins during the assembly of the head bacteriophage T4. *Nature* 227:680–685.
- Le, L., Gong, X., An, Q., Xiang, D., Zou, L., Peng, L., Wu, X., Tan, M., Nie, Z., Wu, Q., Zhao, G., Wan, Y., 2021: Quinoa sprouts as potential vegetable source: Nutrient composition and functional contents of different quinoa sprout varieties *Food Chemistry* 357, 129752.
- Li, J, Yang, P, Yang, QH, Gong, XW, Ma, HC, Dang, K, Chen, GH, Gao, XL, Feng, BL., 2019: Analysis of flavonoid metabolites in buckwheat leaves using UPLC-ESI-MS/MS. *Molecules* 24:13.
- Rojas, W., Milton, P., Alanoca, C., Gómez Pando, L., Leónlobos, P., Alercia, A., Diulgheroff, S., Padulosi, S., and Bazile, D. 2015: "Quinoa genetic resources and ex situ conservation," in *State of the art report on quinoa around the world in 2013*, eds. D. Bazile, D. Bertero & C. Nieto. FAO/CIRADE), 56-82.
- Sensoy, I, Rosen, RT, Ho, CT, Karwe, MV., 2006: Effect of processing on buckwheat phenolics and antioxidant activity. *Food Chemistry* 99:388–393.
- Tang, Y., Li, X.H., Chen, P.X., Zhang, B., Liu, R.H., Hernandez, M., Draves, J., Marcone, M.F., and Tsao, R. 2016: Assessing the fatty acid, carotenoid, and tocopherol compositions of amaranth and quinoa seeds grown in Ontario and their overall contribution to nutritional quality. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 64, 1103-1110.

Kontaktní adresa: Ing. Petra Hlásná Čepková, Ph.D., Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Drnovská 507, 161 06 Praha 6 – Ruzyně, e-mail: hlasna@vurv.cz

HODNOCENÍ POHANKY OBECNÉ V PROJEKTU ECOBREED

Field evaluation of common buckwheat within ECOBREED project

Janovská, D., Hlásná Čepková, P., Čermák, T.

Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Tým Genová banka, Praha

Abstrakt

Pohanka obecná (*Fagopyrum esculentum* Moench) je pseudoobilnina pěstovaná po staletí pro semena a zelenou hmotu. Pohanka obecná je ceněna pro nutriční a farmaceutické vlastnosti. V rámci evropského projektu ECOBREED programu Horizont 2020 (2018-2023) byla v letech 2019-2020 hodnocena unikátní kolekce 136 položek pohanky obecné v podmínkách České republiky. U vzorků byly hodnoceny vybrané agro-morfologické znaky (výška rostlin, hmotnost tisíce ažek atd.) a nutriční složky (obsah hrubých bílkovin a dalších vybraných látek). U sledovaných znaků byly potvrzeny významné statistické rozdíly mezi hodnocenými ročníky a položkami. Obsah hrubých bílkovin byl stabilní v obou sledovaných letech $14,82 \pm 1,46 \%$, resp. $13,84 \pm 0,62 \%$ sušiny. Vyšší obsah rutinu byl zaznamenán u vzorků pohanky v roce 2020, pravděpodobně jako reakce rostlin na abiotický stress v daném roce. Pět genotypů pohanky seté bylo charakteristické vysokou mírou stabilitou hodnocených znaků v obou letech a jeví se jako hodnotný materiál pro budoucí šlechtění.

Klíčová slova: pohanka setá, podmínky prostředí, genetické zdroje, bílkoviny, fenolické látky

Abstract

Common buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) is a pseudocereal that has been cultivated for centuries for grain production and biomass. Common buckwheat is valued for its nutritional and pharmaceutical properties. A unique collection of 136 buckwheat accessions was evaluated as part of the European Horizon 2020 project ECOBREED (2018-2023). In 2019-2020, selected agromorphological traits (plant height, thousand seed weight, etc.) and nutritional components (crude protein content and other selected compounds) were evaluated in buckwheat samples grown under the conditions of the Czech Republic. Significant statistical differences were found in the studied traits between the studied years and accessions. Crude protein content was stable in both years, with mean values of $14.82 \pm 1.46\%$ and $13.84 \pm 0.62\%$, respectively. Higher phenolic contents, especially of rutin in buckwheat samples, were noted for 2020. This is probably a response of the plant to the abiotic stress in that year. The five buckwheat genotypes were characterized by high stability of the evaluated traits in both years and can be considered as valuable material for future breeding.

Keywords: common buckwheat, environmental conditions, genetic resources, phenolics, protein

Úvod

Dnes opomíjené nebo také minoritní plodiny, mezi které patří tzv. pseudoobilniny, byly součástí běžné stravy starověkých kultur. Mezi pseudoobilniny patří pohanka (*Fagopyrum* Mill. Polygonaceae), rod zahrnující méně než 30 druhů, endemických především v Číně (Ohsako a Li, 2020), z nichž pouze dva, pohanka obecná a pohanka tatarská, se používají k potravinářským účelům (Zhou et al., 2018). Pohanka obecná (*Fagopyrum esculentum* Moench) je dvouděložná jednoletá plodina pocházející z provincie Yunnan v Číně (Ohnishi, 1990). Je důležitou plodinou Číny, Koreje, Japonska, Ruska, USA, Ukrajiny a dalších částí Evropy (Ohnishi, 2016). Pohanka je tradičně využívána jako potrava, protože oloupané ažky obsahují řadu živin (Sytař, 2015, Singh et al., 2020). Obsah bílkovin se pohybuje od 8,51 % do 18,87 % v závislosti na odrůdě

(Krkošková a Mrázová, 2005). Pohanková mouka obsahuje 70-91 % (hm.) škrobu v závislosti na způsobu mletí (Skrabanja et al., 2004). Bylo potvrzeno, že hlavními fenolickými sloučeninami ve čtyřech odrůdách pohanky jsou rutin, vitexin, isovitexin a hyperosid (Kalinová et al., 2019). Kromě toho se v několika výzkumných publikacích potvrdila velká různorodost pohanky v morfologických a agronomických vlastnostech (Rauf et al., 2020, Ghiselli et al. 2016, Tang et al., 2016), stejně tak v obsahu nutričních (Bai et al., 2015) i zdraví prospěšných látek (Kalinová et al., 2019, Li et al., 2019, Kiprovski et al., 2015). Pohanka byla v mnoha zemích šlechtěna jako tradiční plodina, což vedlo od 20. let 20. století k vytvoření mnoha nových odrůd (Singh et al., 2020). V posledních 30 letech probíhal výzkum genetických zdrojů pohanky s velkým důrazem na cenné znaky důležité pro zlepšení kvality. V současné době je po celém světě v různých genových bankách uchováno a uloženo více než 10 000 vzorků genetických zdrojů pohanky (Zhou et al., 2018). Genetické zdroje uchovávané a konzervované v genových bankách by měly být vyhodnoceny a řádně charakterizovány, aby se zjistilo, jaké užitečné a cenné znaky genetické rozmanitosti obsahují. Charakterizace a hodnocení genetických zdrojů by měly být provedeny před výběrem vhodného materiálu pro konkrétní účel, například pro šlechtění (Linington et al., 2002).

Evropský projekt ECOBREED programu Horizont 2020 (2018 – 2023) má za cíl zlepšení dostupnosti osiva a odrůd, které jsou vhodné pro ekologickou produkci a produkci s nízkými vstupy. Činnosti se zaměřují na čtyři druhy plodin vybrané pro jejich potenciální přínos k zvýšení konkurenceschopnosti ekologického sektoru – pšenici, brambor, sóju a pohanku. Hlavním cílem této studie, která je také součástí projektu ECOBREED, bylo zhodnotit unikátní kolekci 136 vzorků pohanky obecné z genových bank podle agro-morfologických znaků a obsahu vybraných živin v letech 2019-2020 v podmínkách České republiky. Nejlepší identifikované položky a informace o nich pomohou šlechtitelům pohanky při výběru nejvhodnějšího materiálu pro podmínky střední Evropy.

Materiál a metody

Hodnota genetických zdrojů rostlin závisí především na charakterizačních datech, která podporují jejich využívání. V této studii jsme použili vybrané deskriptory z mezinárodního seznamu deskriptorů pro pohanku, který byl publikován v roce 1994 (IPGRI, 2022). Obsah hrubých proteinů byl stanoven pomocí klasické Kjeldahlovy mineralizace za použití konverzního faktoru 6.25 (ČSN 5983-1). Hodnoty obsahu celkových polyfenolů byly stanoveny spektrofotometricky pomocí Folin-Ciocalteauovy metody modifikované dle Holasové et al. (2002). Pro stanovení antioxidační aktivity byla použita DPPH metoda (Šenoy et al., 2006). Obsahy jednotlivých fenolických látek byly měřeny na Q Exactive Orbitrap LC-MS/MS. Všechny vzorečky byly měřeny ve třech opakováních a výsledky byly statisticky vyhodnoceny pomocí R program (R Development Core Team, 2020).

Výsledek a diskuse

V letech 2019 - 2020 bylo v polních podmínkách hodnoceno 136 vzorků pohanky obecné. Výsledky získané v obou letech pro hodnocení výšky rostlin (VR), hmotnost tisíce nažek (HTN), obsah bílkovin (CP) a rutinu (RUT) v nažkách jsou shrnuty v následujícím textu. Výsledky HTN ukázaly významný rozdíl mezi roky 2019 a 2020, přičemž průměrná hodnota HTN v roce 2019 ($24,82 \pm 3,63$ g) byla o 8 g vyšší než v roce 2020 ($16,29 \pm 4,38$ cm) (Obrázek 1). Maximální průměrná hodnota v roce 2019 byla dosažena u odrůdy 'Marta' ($35,58 \pm 0,05$ g) a minimální hodnota byla u odrůdy 'Sperli' ($15,03 \pm 0,67$ g). Průměrné hodnoty v roce 2020 byly také mnohem nižší; maximální průměrná hodnota ($29,21 \pm 0,00$ g) byla u odrůdy 'Jana' a minimální průměrná hodnota ($5,48 \pm 0,00$ g) byla u 'Temnica na Krasu'. Maximální rozdíl ($19,98$ g) v HTN oproti předchozímu roku byl zjištěn u rakouské odrůdy 'Billy'. Pouze dva

vzorky reagovaly mírným nárůstem HTN v roce 2020 ve srovnání s rokem 2019, a to 'Jana' a MC 039'. V roce 2019 mělo 86 % vzorků HTN v rozmezí 20-30 g, což bylo v souladu se zjištěními Rauf et al. (2020) a Zhou et al. (2018). Rok 2020 byl však pro tvorbu nažek výrazně méně příznivý a pouze 20 % vzorků mělo HTN v rozmezí 20-30 g, přičemž většina vzorků měla HTN pod 20 g. Výsledky HTN v roce 2020 byly pravděpodobně ovlivněny nepříznivými podmínkami počasí na lokalitě Praha Ruzyně, kdy byl růst rostlin ovlivněn nízkými teplotami v období po výsevu (květen až červenec).

Dalším morfologickým znakem hodnoceným v kolekci pohanky pěstované v polních pokusech byla výška rostlin (VR). Odrůdy pohanky reagovaly na podmínky České republiky širokým rozmezí hodnot VR a byly pozorovány významné rozdíly pro jednotlivé roky a odrůdy (Obrázek 1). Z celkového počtu 136 hodnocených vzorků dosáhlo 91 vzorků vyšších hodnot VR v roce 2020. Průměrná hodnota VR ($112,11 \pm 18,52$ cm) pro rok 2020 byla mírně vyšší než pro rok 2019 ($106,64 \pm 11,00$ cm). Maximální VR z hodnoceného souboru dosáhla francouzská odrůda 'La Harpe' ($154,60 \pm 27,40$ cm) v roce 2019 a 'Česká krajová' ($157,30 \pm 12,95$ cm) v roce 2020. Minimální průměrné hodnoty byly zaznamenány u vzorků 'MC 060', a to $78,00 \pm 4,94$ cm v roce 2019, a 'Krupinka' v roce 2020 s ještě nižší výškou $68,50 \pm 3,30$ cm. Navíc jedním z běžných šlechtitelských cílů souvisejících s VR, je odolnost vůči poléhání a šlechtění nových polovzrůstných odrůd pohanky obecné (Morishita et al., 2020). VR lze také regulovat hustotou porostu a úrovní dusíkatého hnojení, které zlepšuje fotosyntetickou kapacitu a zvyšuje produkci (Fang et al., 2018). VR významně pozitivně korelovala s výnosem semen (Morishita a Tetsuka, 2001) a s hmotností tisíce semen (Rana et al. 2016), ale v našem případě jsme pozorovali mírně negativní korelaci ($-0,20$) s HTN.

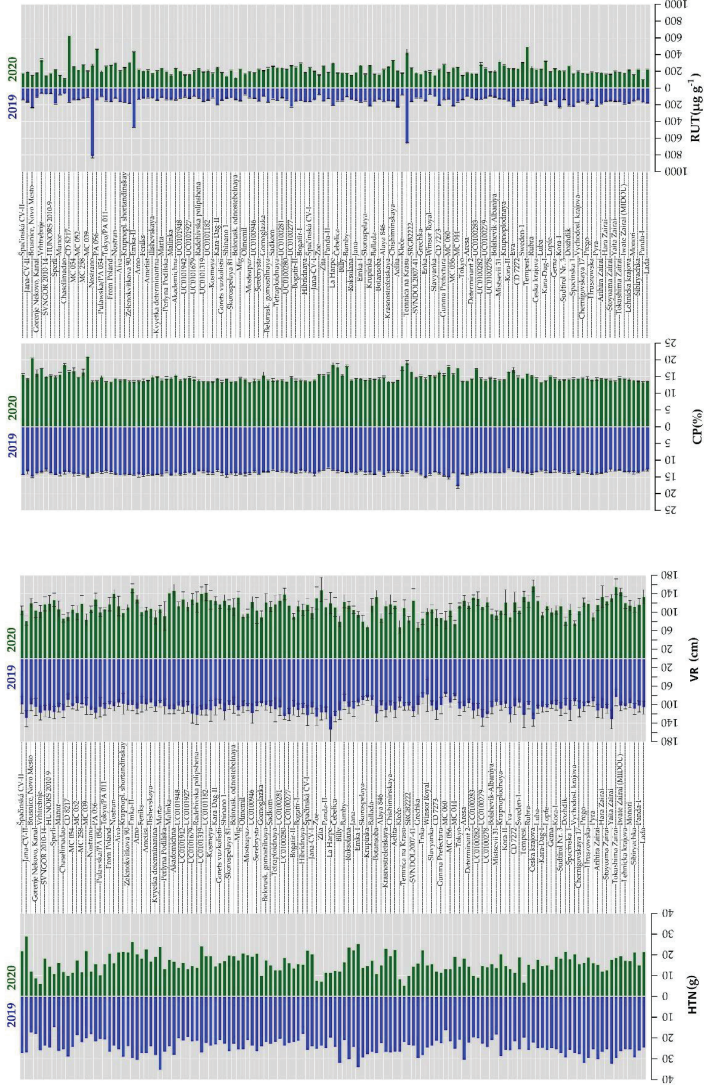
Další hodnocení kolekce pohanky zahrnovalo vybrané nutriční složky, což souviselo s cílem studie vybrat vynikající rostlinný materiál pro budoucí šlechtění. Obsah hrubého proteinu (CP) je z nutričního hlediska jednou z klíčových složek pohanky. Průměrný obsah CP byl v obou letech velmi podobný ($14,82 \pm 1,46$ %, resp. $13,84 \pm 0,62$ % sušiny). Je dobře známo, že obsah bílkovin závisí na odrůdě a podmínkách prostředí; zde byl obsah bílkovin v obou letech stabilní a většina vzorků měla v roce 2020 mírně vyšší obsah CP než v roce 2019, přičemž průměrný roční rozdíl činil pouze 0,99 % (Obrázek 2). Dále, byly potvrzeny statisticky významné rozdíly v obsahu CP mezi odrůdami a roky. Maximální průměrné hodnoty obsahu CP dosáhl vzorek 'MC044' s $17,93 \pm 0,44$ % suš. v roce 2019 a 'MC039' s $21,10 \pm 0,30$ % v sušině. Nejnižší obsah CP byl zaznamenán u odrůdy 'Panda' ($12,46 \pm 0,03$ % v sušině) v roce 2019 a u položky 'Chishiminskaya' ($13,26 \pm 0,29$ % v sušině) v roce 2020.

Zástupci rodu *Fagopyrum* jsou velmi dobrými zdroji flavonoidů. Isokvercetin je spolu s rutinem nejznámější fenolickou sloučeninou v pohance obecné i tatarské, jejíž obsah se pohybuje v širokém rozmezí v závislosti na genotypu a oblasti sběru (Rauf et al., 2020). Ze zkoumaných flavonoidů bylo ve všech studovaných vzorcích potvrzeno nejvyšší množství flavonolu rutinu v názkách pohanky. Rutin, nazývaný i vitamin P, je kvercetin-3-O-rutinosid a je ceněn pro své antioxidační, angioprotektivní, antibakteriální a hepatoprotektivní vlastnosti (Klykov et al., 2016) s potenciálním terapeutickým využitím při léčbě Alzheimerovy choroby (Kreft, 2016). Téměř všechny vzorky v hodnocené kolekci se v roce 2020 vyznačovaly vyšším obsahem rutinu, s výjimkou 11 vzorků. Průměrná hodnota obsahu rutinu v roce 2020 ($224,16 \pm 70,66$ ug/g v sušině) byla vyšší než v roce 2019 ($186,92 \pm 64,18$ ug/g v sušině). Překvapivě nejvyššího obsahu rutinu napříč všemi odrůdami dosáhla v roce 2019 odrůda 'Nostrano' ($819,89 \pm 16,66$ ug/g v sušině), která zároveň vykazala nejvyšší pokles (o $545,04$ ug/g v sušině.) obsahu rutinu od roku 2019 do roku 2020. Maximální obsah rutinu ve druhém roce byl u položky 'CD 8217', a to $627,35 \pm 3,90$ ug/g v sušině minimální hodnota rutinu byla $64,53 \pm 1,22$ ug/g v sušině v roce 2019 ('Vrhtrebnje') a $104,82 \pm 1,85$ ug/g v sušině v roce 2020 ('Panda I'). Odrůda 'Nostrano' pravděpodobně v roce 2019 silně reflektovala podmínky prostředí tím, že syntetizovala

sekundární metabolity pro svou obranu. Ostatní vzorky však reagovaly opačným způsobem a během 2020 produkovaly více sekundárních metabolitů v reakci na stresové podmínky, což by mohlo naznačovat schopnost jednotlivých genotypů přizpůsobit se změnám prostředí. Při porovnání průměrných hodnot získaných u odrůd 'Čebelica', 'Bamby', 'La Harpe' a 'Špačinská 1' s hodnotami publikovanými Kiprovi et al. (2015) jsme získali významně vyšší hodnoty obsahu rutinu v našem experimentu.

Závěr

Toto hodnocení probíhalo v rámci evropského projektu H2020 ECOBREED, který je primárně zaměřen na šlechtění pro ekologické zemědělství. V současnosti, kdy nové nařízení 848/2018 EC, které je v platnosti od 1. ledna 2022, umožňuje šlechtění ekologických odrůd pro ekologické zemědělství, je potřeba mít pro plodiny, které se v ekologickém zemědělství pěstují, dostatek vhodných a ohodnocených materiálů vhodné jako rodičovské komponenty pro případná křížení. Pět genotypů ('Sweden-1', 'Chishiminskaya', 'Dozhdik', 'Notrano' a 'Temnica na Krasu') vykazovalo během dvouletého hodnocení vysokou úroveň stability vybraných znaků a lze je považovat za vhodné pro další šlechtění. Z našich výsledků vyplývá, že hodnocené vzorky *Fagopyrum esculentum* jsou slibnými zdroji cenných vlastností a živin.



Obrázek 1 Hodnocení 136 položek pohanky - hmotnost tisíce nažek a výška rostlin (HTN, VR).

Obrázek 2 Hodnocení 136 položek pohanky – obsah hrubých bílkovin a rutinu (CP, RUT).

Dedikace

Tento projekt byl financován z programu Evropské unie pro výzkum a inovace Horizont 2020 na základě grantové dohody č. 771367.

Použitá literatura

- Bai, C., Feng, M., Hao, X., Zhong, Q., Tong, L., Wang, Z., 2015: Rutin, quercetin, and free amino acid analysis in buckwheat (*Fagopyrum*) seeds from different locations. *Genetic and Molecular Research* 14, 19040–19048.
- Česká státní norma (ČSN). 5983-1 (467035), 2005: C.S.N.C.—Krmiva—Stanovení Obsahu Dusíku a Výpočet Obsahu Hrubého Proteinu—Část 1: Kjeldahlova Metoda; Český normalizační Institute, výtiskl XEROX, s.r.o.: Praha, Česká republika.
- Fang, X., Li, Y., Nie, J., Wang, C., Huang, K., Zhang, Y., Zhang, Y., She, H., Liu, X., Ruan, R. et al., 2018: Effects of nitrogen fertilizer and planting density on the leaf photosynthetic characteristics, agronomic traits and grain yield in common buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench.). *Field Crop Research* 219, 160–168.
- Ghiselli, L., Tallarico, R., Mariotti, M., Romagnoli, S., Baglio, A.P., Donnarumma, P., Benedettelli, S., 2016: Agronomic and nutritional characteristics of three buckwheat cultivars under organic farming in three environments of the Gar-fagnana mountain district. *Italian Journal of Agronomy* 11, 188–194.
- Holasova, M., Fiedlerova, V., Smrcinova, H., Orsak, M., Lachman, J., Vavreinova, S., 2002: Buckwheat: The source of antioxidant activity in functional foods. *Food Research International*, 35, 207–211.
- IPGRI. Descriptors for Buckwheat (*Fagopyrum* spp.). Available online: https://www.bioversityinternational.org/fileadmin/user_upload/online_library/publications/pdfs/388.pdf (accessed on 21 August 2022).
- Kalinova, J.P., Vrchotova, N., Triska, J., 2019: Phenolics levels in different parts of common buckwheat (*Fagopyrum esculentum*) achenes. *Journal of Cereal Science* 85, 243–248.
- Kiprovski, B., Mikulic-Petkovsek, M., Slatnar, A., Veberic, R., Stampar, F., Malencic, D., Latkovic, D., 2015: Comparison of phenolic profiles and antioxidant properties of European *Fagopyrum esculentum* cultivars. *Food Chemistry* 185, 41–47.
- Klykov, A.G., Moiseenko, L.M., Barsukova, Y.N., 2016: Biological resources and selection value of species of *Fagopyrum* Mill. Genus in the Far East of Russia. In *Molecular Breeding and Nutritional Aspects of Buckwheat*; Zhou, M., Kreft, I., Woo, S.H., Chungoo, N., Wieslander, G., Eds.; Elsevier Inc.: London, UK, pp. 51–60.
- Kreft, M., 2016: Buckwheat phenolic metabolites in health and disease. *Nutrition Research Reviews* 29, 30–39.
- Krkošková, B., Mrázová, Z., 2005: Prophylactic components of buckwheat. *Food Research International* 38, 561–568.
- Li, J., Yang, P., Yang, Q.H., Gong, X.W., Ma, H.C., Dang, K., Chen, G.H., Gao, X.L., Feng, B.L., 2019: Analysis of fla-vonoid metabolites in buckwheat leaves using UPLC-ESI-MS/MS. *Molecules* 24, 13.
- Linington, S., Hawkes, J.G., Maxted, N., Ford-Lloyd B.V., 2002: The ex situ conservation of plant genetic resources. *Kew Bull.* 57, 506.
- Morishita, T., Tetsuka, T., 2001: Year-to-year variation and variental difference of agronomic characters of common buckwheat in the kyushu area. *Japenese Journal of Crop Science* 70, 379–386.
- Morishita, T., Hara, T., Hara, T., 2020: Important agronomic characteristics of yielding ability in common buckwheat; ecotype and ecological differentiation, preharvest sprouting resistance, shattering resistance, and lodging resistance. *Breeding Science* 70, 39–47.

- Ohnishi, O., 1990: Discovery of the wild ancestor of common buckwheat. *Fagopyrum* 11, 5–10.
- Ohnishi, O., 2016: Foreword. In *Molecular Breeding and Nutritional Aspects of Buckwheat*; Zhou, M.K.I., Woo, S.H., Chrungoo, N., Wieslander, G., Eds.; Elsevier Inc.: London, UK.
- Ohsako, T., Li, C. 2020: Classification and systematics of the *Fagopyrum* species. *Breeding Science*, 70, 93–100
- Rana, J.C., Singh, M., Chauban, R.S., Chahota, R.K., Sharma T.R., Yadav, R., Achak, S., 2016: Genetic resources of buckwheat in India. In *Molecular Breeding and Nutritional Aspects of Buckwheat*; Zhou, M., Kreft, I., Woo, S.H., Chrungoo, N., Wieslander, G., Eds.; Elsevier Inc.: London, UK, pp. 109–135.
- Rauf, M., Yoon, H., Lee, S., Hyun, D.Y., Lee, M.C., Oh, S., Choi, Y.M., 2020: Evaluation of *Fagopyrum esculentum* Moench germplasm based on agro-morphological traits and the rutin and quercetin content of seeds under spring cultivation. *Genetic Resources and Crop Evolution* 67, 1385–1403.
- Sensoy, Í., Rosen, R.T., Ho, C.T., Karwe, M.V., 2006: Effect of processing on buckwheat phenolics and antioxidant activity. *Food Chemistry* 99, 388–393.
- Singh, M., Malhotra, N., Sharma, K., 2020: Buckwheat (*Fagopyrum* sp.) genetic resources: What can they contribute towards nutritional security of changing world? *Genetic Resources and Crop Evolution* 67, 1639–1658
- Skrabanja, V., Kreft, I., Golob, T., Modic, M., Ikeda, S., Ikeda, K., Kreft, S., Bonafaccia, G., Knapp, M., Kosmelj, K., 2004: Nutrient content in buckwheat milling fractions. *Journal of Cereal Chemistry* 81, 172–176.
- Sytar, O., 2015: Phenolic acids in the inflorescences of different varieties of buckwheat and their antioxidant activity. *Journal of King Saud University Science* 27, 136–142.
- Tang, Y., Ding, M.O., Tang, Y.X., Wu, Y.M., Shao, J.R., Zhou, M.L., 2016: Germplasm resources of buckwheat in China. In *Molecular Breeding and Nutritional Aspects of Buckwheat*; Zhou M., Kreft I., Woo S.H., Chrungoo N., Wieslander G., Eds.; Elsevier Inc.: London, UK, pp. 13–20.
- Zhou, M., Tang, Y., Deng, X., Ruan, C., Kreft, I., Tang, Y., Wu, T., 2018: Overview of buckwheat resources in the world. In *Buckwheat Germplasm in the World*; Zhou, M., Kreft, I., Suvorova, G., Tang, Y., Woo, S.H., Eds.; Elsevier Inc.: London, UK, p. 355.

Kontaktní adresa: Ing. Dagmar Janovská, Ph.D., Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Drnovská 507, 161 06 Praha 6 – Ruzyně, e-mail: janovska@vurv.cz

PĚSTOVÁNÍ PŠENICE OZIMÉ VE SMĚSNÉ KULTUŘE S RŮZNÝMI DRUHY LUSKOVIN

Cultivation of winter wheat in mixed culture with different legume species

Janovská D.¹, Hodan P.², Hodan J.², Hlásná Čepková P.¹

¹ Výzkumný ústav rostlinné výroby v.v.i., Drnovská 507/73, CZ 161 06 Praha-Ruzyně, Česká republika

² Farma Jiří Hodan, Soběkurý 27, 334 01 Soběkurý, Česká republika

Abstrakt

Vzájemné pěstování obilnin a luskovin nabízí potenciální výhody v systémech pěstování s nízkými vstupy, kde jsou omezené vstupy živin, zejména dusíku. Kromě toho mají tyto směsky také pozitivní vliv na odolnost vůči suchu díky lepšímu využití vody. V této studii byla na farmě Soběkurý pěstována odrůda pšenice ozimé 'Butterfly' společně se čtyřmi druhy luskovin. U dvou opakování bylo aplikováno chemické ošetření (B a C), jedno opakování bylo bez chemického ošetření (A). Chladné a deštivé jarní měsíce měly vliv na slabý růst luskovin. Naopak bujný růst ozimé pšenice potlačoval růst luskovin. Jedinou výjimkou byla varianta s bodem zasety na jaře. Rozdíly ve výnosech mezi variantami pšenice byly z hlediska vlivu přívěv luskovin nevýznamné. Nejvyšších výnosů pšenice bylo dosaženo ve variantě bez chemického ošetření.

Klíčová slova: konvenční systém hospodaření, luskoviny, ozimá pšenice, směsná kultura, výnosy

Abstract

Intercropping cereals and legumes offers potential advantages in low-input cropping systems where nutrient inputs, especially nitrogen, are limited. In addition, these mixtures also have a positive effect on drought tolerance through improved water use. In this study, the winter wheat variety 'Butterfly' was grown on the Soběkurý farm along with four legume species. Two replicates were grown with chemical treatments (B and C) and one replicate without chemical treatment (A). The cold and rainy spring months had an effect on the poor growth of legumes. Conversely, vigorous growth of winter wheat suppressed legume growth. The only exception was the spring-sown variant with Faba beans. Yield differences among wheat variants were insignificant with respect to the effect of legumes. The highest wheat yields were obtained in the variant without chemical treatment.

Keywords: conventional system, intercropping, legumes, winter wheat, yield

Úvod

Pěstování obilnin ve směsi s luskovinami je jednou z pěstíteckých technik, které jsou považovány za šetrné k půdě a vodním ekosystémům, snižují riziko poškození lidského zdraví používáním syntetických hnojiv a jsou schopny účinně regulovat růst plevelů a dosahovat vyšších výnosů (Jensen et al. 2020, Eskandari, 2011, Wasaya et al., 2013). Tento způsob již dávno využívali např. jihoameričtí indiáni a využíván byl i na území Evropy. Pro tento způsob zakládání porostů se používá termín intercropping, což je pěstování dvou nebo více plodin na jednom pozemku v samostatných řádcích, dvojřádcích nebo pásech (Glaze-Corcoran et al., 2020). V poslední době zažívá v Evropě (zejména západní) určitou renesanci, právě s ohledem na současné klimatické změny a s nimi související rizika, ale i s ohledem na výhody pěstování směsí v porovnání s monokulturou. Navíc, směsi mají pozitivní efekt i na odolnost vůči suchu vzhledem k lepšímu využívání vody (Wang et al., 2015) a snižují riziko půdní eroze (Betencourt et al., 2012). Zvýšení diverzity na polích zvyšuje i diverzitu na okolních pozemcích (Malézieux

et al., 2009). Především v ekologickém zemědělství a v zemědělství s nižšími vstupy může případná interakce mezi těmito druhy zlepšit a stabilizovat výnosy obilnin, kdy se např. výnosy pšenice projevují velkou variabilitou především v důsledku nedostatku rychle přístupných zdrojů N (Vrignon-Brenas et al., 2018, Poudel et al., 2002, Doltra et al., 2011) a konkurence plevelů. Intercropping pšenice s luskovinami proto může eliminovat nebo alespoň snížit používání minerálních hnojiv a zlepšit úrodnost půdy prostřednictvím biologické fixace dusíku luskovinami a jeho přenosu do obilovin (Liu et al., 2022). Luskoviny na zrno také akumulují významné množství N získaného z půdy a naznačují, že diverzifikace plodin pomocí mezplodin obilovin a luskovin může být využita při navrhování pěstebních systémů s vyšší účinností využití N (Jensen et al., 2020).

Cílem pokusu bylo ověřit vliv příséváných leguminóz na růst a výnosy ozimé pšenice, pěstované jednak bez chemického ošetření (částečná simulace ekologického režimu nebo low-input), jednak s ošetřením běžně využívanými herbicidy a fungicidy. Vzhledem k tomu, že se jednalo o poloprovozní pokus, byly do přísevu použity komerčně dostupné odrůdy jednotlivých plodin.

Materiál a metody

Na farmě v Soběkurech byl v polovině října 2020 zaset pokus 9 parcel s ozimou pšenicí odrůda 'Butterfly'. U varianty 2. – 5. byly leguminózy vysety současně s pšenicí ozimou. U varianty 6 a 7 byly v polovině listopadu do vzešlé pšenice dosety do řádků bob a hrách. Varianty 8 a 9 byly ponechány do jara a v březnu byly do řádků pšenice dosety hrách a bob. Varianty jsou znázorněny v Tabulce 1. Předplodinou byla ozimá řepka.

Tabulka 1 Kombinace pšenice ozimé a leguminóz vysetých v Soběkurech v roce 2020.

Č.	Odrůda	Výsevek	Leguminóza	Odrůda
1	Butterfly	4 MKS	bez přísevu	
2	Butterfly	4 MKS	jetel nachový	Kardinál
3	Butterfly	4 MKS	hrách jamí	Avatar
4	Butterfly	4 MKS	hrách ozimý	Balltrap
5	Butterfly	4 MKS	bob obecný	Merkur
6	Butterfly	5 MKS	hrách jamí	Avatar
7	Butterfly	5 MKS	hrách ozimý	Balltrap
8	Butterfly	5 MKS	hrách jamí	Avatar
9	Butterfly	5 MKS	bob	Merkur

Všechny parcely byly rozděleny napříč na tři pásy. Ve druhém a třetím pásu (opakování) již byla na podzim aplikována chemická ochrana dle stanovené metodiky. Varianty 1.-7. ve třetím pásu (opakování C) byly ošetřeny přípravkem Pendifin (účinná látka Pendimetalin) v dávce 4 l/ha. Vzešlé parcely 8. a 9. ve třetím pásu byly ošetřeny přípravkem Sumimax a stejné parcely ve druhém pásu (opakování B) byly téhož dne ošetřeny přípravkem Bizon. Varianty 8. a 9. byly v březnu 2021 podsety hrachem a bobem. Varianty 1. – 7. v opakování B byly v dubnu 2021 ošetřeny Axialem Plus v dávce 0,6 l/ha a Dicopurem v dávce 0,65 l/ha.

Výsledky a diskuse

Setí pokusu se opozdilo v důsledku četných srážek v poslední pentádě září a první dekádě října 2020. Spadlo celkem 54 mm ve čtrnácti srážkových dnech (Obr. 1). Setí proběhlo do poměrně vlhké půdy a po zasetí opět vydatně pršelo. roku nevzešly, objevily se pouze zcela ojedinělé špičky rostlin. Přezimování jetele bylo podstatně horší, přestože po vzejití byly počty vysoké. Příčinou mohlo být pozdnější setí a menší vývin jetelových rostlinek, nebo podmínky zimy 2020/2021 jeteli nevyhovovala.



Obrázek 1 Průběh počasí v Soběkurech v 2020/2021.

Z fotografií na konci roku (Obr. 2) je patrné, že luskoviny zaseté na podzim vzházely pomaleji. Naproti tomu výrazně lépe vzešel jarní hrách a bob podsévaný do pšenice na jaře.



Obrázek 2 Pokusy v Soběkurech v 2020/2021. a. celkový pohled na pokus, b. vzházející rostlinky jetele nachového, c. rostlinky hrachu ozimého a pšenice, d. rostliny bobu a pšenice.

Vegetační období roku 2021 bylo celkově bohaté na srážky. Suché byly pouze měsíce duben a září. Květen a letní měsíce byly srážkově mimořádně vydatné. V dubnu a květnu bylo chladno (Obr. 1). Všechny luskoviny byly ve srovnání s předchozím rokem opožděny ve vývoji (jako ostatně všechny plodiny). Začaly kvést téměř o dva týdny později. Stav luskovin v době květu včetně vývinu kořenů je patrný z fotografií (Obr. 3).



Obrázek 3 Stav luskovin v době květu včetně vývinu kořenů, výsev podzim 2020

Jarní měsíce duben a květen byly chladné a květen velmi deštivý. To se projevilo opožděným a celkově horším růstem luskovin. Také osazení hlízek s hlízkovými bakteriemi na jejich kořenech bylo slabší. Vlivem dalších vydatných srážek koncem května i v červnu docházelo k bujnému růstu ozimé pšenice a vlivem meziporostové konkurence k potlačování růstu leguminóz, takže před sklizní byly ve směsi vidět jen rostliny pšenice a téměř žádné leguminózy. Výjimkou byla pouze varianta s bobem podsévaným na jaře. Na konci května byly leguminózy (tj. u variant 2 - 9) na polovině parcel (parcely byly podélně rozděleny) umrtveny přípravkem Zypar v dávce jeden litr na hektar. Tím se počet variant zvýšil na sedmáct.

Výnosové rozdíly mezi jednotlivými variantami pšenice jsou z pohledu vlivu podsetých luskovin nevýznamné. Určitou tendenci ke zvýšení výnosů lze pozorovat u variant umrtvených Zyparem v době květu luskovin (Tab. 2). Je však nutné vzít v úvahu (na rozdíl od roku přechozího), že vlivem vydatných srážek v květnu klíčily některé plevy, zejména svízel přitula (*Galium aparine*) z větší hloubky a porost pšenice druhotně zaplevelily. Varianty ošetřené Zyparem toto zaplevelení eliminovaly, což se u některých variant mohlo projevit na výnosu. Ročník 2021 byl v Soběkurech (ale prakticky v celém okrese) velmi nepříznivý pro jarní zmriny, zejména pro luskoviny. V množitelském porostu hrachu jsme v roce 2020 dosáhli výnosu 4,2 tuny z hektaru, zatímco v roce 2021 necelou jednu tunu. V polovině května (ve druhé dekádě spadlo 59,4 mm srážek) a znovu na přelomu června a července (79,8 mm v poslední dekádě června a 62,2 mm v první dekádě července) stála na povrchu půdy voda. Pokud se směsmi pšenice a luskovin byl sice na mírném svahu a voda na něm nestála, avšak luskoviny začaly trpět kořenovou spálou a postupně z porostu ubývaly. Přežil jen bob setý na jaře. Ve sklizeném produktu byla jen pšenice ozimá. Výjimku činila varianta s bobem podsetým na jaře. V té se nacházelo nevýznamné množství zelených a od sklízecí mlátičky rozmačkaných zrn bobu.

Závěr

Systém pěstování pšenice ozimé s různými druhy luskovin byl hodnocen na farmě Soběkury. Pokus zahrnoval tři opakování, dvě opakování byla chemicky ošetřená, jedno

opakování bylo bez ošetření. Chladné a nadprůměrně deštivé jarní měsíce měly vliv na špatný růst luskovin. Naopak bujný růst ozimé pšenice potlačil růstu leguminóz. Výjimkou byla pouze varianta s bobem přisetým na jaře. Výnosové rozdíly mezi jednotlivými variantami pšenice jsou z pohledu vlivu podsetých luskovin nevýznamné. Nejvyšších výnosů pšenice bylo dosaženo u varianty bez chemického ošetření. Ačkoliv výsledky nepotvrdily primární hypotézu, je nutno přihlédnout k faktu, že se jedná pouze o jednoleté výsledky. Pokus bude v poloprovozních podmínkách pokračovat i v dalším roce.

Dedikace

Výzkum byl podpořen NAZV QK1910046 Národní Agentury pro Zemědělský výzkum MZe ČR dále podpory programu "Národní program konzervace a využívání genetických zdrojů rostlin, zvířat a mikroorganismů významných pro výživu a zemědělství" č.j. 51834/2017-MZE-17253/6.2.14.

Tabulka 2 Výnosy pšenice ve směších s leguminózami, Soběkury, 2020/2021.

Varianta	Opakování A		Opakování B		Opakování C		Průměr varianty	
	Výnos t/ha	Výnos %	Výnos t/ha	Výnos %	Výnos t/ha	Výnos %	Výnos t/ha	Výnos %
1 N Kontrola - pšenice bez přisevu	8,05	105	7,16	94	8,79	106	8,00	102
2 N jetel nachový, výsev 12.10.2020	7,71	101	7,56	100	8,48	103	7,92	101
2 U jetel nachový, výsev 12.10.2020, umrtvený	8,03	105	7,97	105	8,37	101	8,12	104
3 N hrách jarní, výsev 12.10.2020	7,67	100	6,55	86	8,35	101	7,52	96
3 U hrách jarní, výsev 12.10.2020, umrtvený	7,63	100	7,63	100	8,35	101	7,87	100
4 N hrách ozimý, výsev 12.10.2020	7,25	95	6,84	90	8,45	102	7,51	96
4 U hrách ozimý, výsev 12.10.2020, umrtvený	7,92	103	7,42	98	7,95	96	7,76	99
5 N bob obecný, výsev 12.10.2020	7,12	93	6,65	88	8,13	98	7,30	93
5 U bob obecný, výsev 12.10.2020, umrtvený	7,84	102	7,67	101	8,31	101	7,94	101
6 N hrách jarní, výsev 10.11.2020	7,01	91	7,48	99	7,9	96	7,46	95
6 U hrách jarní, výsev 10.11.2020, umrtvený	7,88	103	7,50	99	8,14	98	7,84	100
7 N hrách ozimý, výsev 10.11.2020	7,50	98	7,42	98	8,48	103	7,80	99
7 U hrách ozimý, výsev 10.11.2020, umrtvený	7,90	103	8,54	112	8,05	97	8,16	104
8 N hrách jarní, výsev 29.3.2021	7,41	97	8,43	111	8,13	98	7,99	102
8 U hrách jarní, výsev 29.3.2021, umrtvený	7,99	104	7,69	101	8,05	97	7,91	101
9 N bob obecný, výsev 29.3.2021	7,37	96	8,41	111	8,56	104	8,11	103
9 U bob obecný, výsev 29.3.2021, umrtvený	8,03	105	8,16	107	8,07	98	8,09	103
průměr	7,67		7,59		8,27		7,84	

N – neošetřená varianta, U – ošetřená varianta, umrtvená herbicidně

Použitá literatura

- Doltra, J., Lægdsmand, M., Olesen, J.E. 2011. Cereal yield and quality as affected by nitrogen availability in organic and conventional arable crop rotations: a combined modeling and experimental approach. *European Journal of Agronomy*, 34 (2), pp. 83-95, 10.1016/j.eja.2010.11.002
- Eskandari, H. 2011. Intercropping of wheat (*Triticum aestivum*) and bean (*Vicia faba*): effects of complementarity and competition of intercrop components in resource consumption on dry matter production and weed growth. *African Journal of Biotechnology* 10:17755-17762.
- Glaze-Corcoran, S., Hashemi, M., Sadeghpour, A., Jahanzad, E., Afshar, R. K., Liu, X., et al. 2020. Understanding intercropping to improve agricultural resiliency and environmental sustainability. *Adv. Agron.* 162, 199–256. doi: 10.1016/bs.agron.2020.02.004
- Jensen, E.S., Carlsson, G., Hauggaard-Nielsen, H. 2020. Intercropping of grain legumes and cereals improves the use of soil N resources and reduces the requirement for synthetic fertilizer N: A global-scale analysis. *Agronomy for Sustainable Development* 40: 5.
- Liu, R., Zhou, G.P., Chang, D.N., Gao, S.J., Han, M., Zhang, J.D., Sun, X.F., Cao, W.D. 2022. Transfer characteristics of nitrogen fixed by leguminous green manure crops when intercropped with maize in northwestern China. *J of Integrative Agriculture*, 21, 1177-1187.
- Malézieux E., Crozat Y., Dupraz C., Laurans M., D. Makowski D., H. Ozier-Lafontaine H., B. Rapidel B., S. Tourdonnet S., M. Valantin-Morison M. 2008. Mixing plant species in cropping systems: concepts, tools and models. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 29 (1), pp. 43-62, 10.1051/agro:2007057
- Poudel, D.D., Horwath, W.R., Lanini, W.T., Temple, S.R., van Bruggen A.H.C. (2002). Comparison of soil N availability and leaching potential, crop yields and weeds in organic, low-input and conventional farming systems in northern California. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 90 (2), pp. 125-137, 10.1016/S0167-8809(01)00196-7
- Šarūnaitė L., Deveikytė I., Kadžiulienė Ž. Intercropping spring wheat with grain legume in an organic crop rotation. *Žemdirbystė=Agriculture*, vol. 97, No. 3 (2010), p. 51–58 UDK 633.11+[633.358:633.357:633.367]:631.559:631.95.
- Tsialtas, I.T., Baxevanos, D., Vlachostergios, D.N., Dordas, C., Lithourgidis, A. 2018. Cultivar complementarity for symbiotic nitrogen fixation and water use efficiency in pea-oat intercrops and its effect on forage yield and quality. *Field Crops Research*, 226, pp. 28-37
- Vrignon-Brenas, S., Celette, F., Piquet-Pissaloux, A., Corre-Hellou, G., David, C. 2018. Intercropping of white clover with organic wheat to improve the trade-off between wheat yield, protein content and the provision of ecological services by white clover. *Field Crops Research*, 2018, 224, 160-169
- Wasaya, A., Ahmad, R., Hassan, F.U., Ansar, M., Manaf, A., Sher, A. 2013. Enhancing crop productivity through wheat (*Triticum aestivum* L.) – fenugreek intercropping system. *Journal of Animal and Plant Sciences*, 23: 210-215.
- Zang, H., Yang, X., Feng, X., Qian, X., Hu, Y., Ren, C., Zeng Z. 2015. Rhizodeposition of nitrogen and carbon by mungbean (*Vigna radiata* L.) and its contribution to intercropped oats (*Avena nuda* L.). *PLoS ONE*, 10, Article e0121132.

Kontaktní adresa: Ing. Dagmar Janovská, Ph.D., Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Drnovská 507, 161 06 Praha 6 – Ruzyně, e-mail: janovska@vurv.cz

**NOVĚ REGISTROVANÁ JARNÍ PŠENICE „RUFIA“ S PURPUROVOU
BARVOU ZRNA, OCENĚNÁ ZLATÝM KLASEM S KYTIČKOU (2021)
NA 47. ROČNÍKU MEZINÁRODNÍHO AGROSALONU ZEMĚ
ŽIVITELKA**

*New wheat variety „RUFIA“ with purple seeds was awarded
Hermuth J.*

Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Drnovská 507, 161 06 Praha 6 - Ruzyně



Odrůda „RUFIA“, registrovaná v roce 2021

Šlechtitel: Ing. Jiří Hermuth

Právní ochrana: Česká republika

Šlechtitelské osvědčení o udělení ochranných práv k odrůdě:

č. ÚKZÚZ 071967/2021

Odrůda „RUFIA“ byla vyšlechtěna na pracovišti Genové banky, Praha. Udržovatelem barevné odrůdy pšenice Rufia a držitelem práv k této odrůdě je Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Drnovská 507, 161 06 Praha 6-Ruzyně

Rufia jejíž název je odvozen z místa narození – Ruzyně (RU) a fialového zbarvení zrna (FIA), prošla registračními zkouškami Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského. K registraci této odrůdy se přistupovalo

inovativně, kdy byly zohledněny nejen parametry výnosu a zdravotního stavu, ale také specifické vlastnosti odrůdy a uplatnění v praxi. Jarní pšenice Rufia je hexaploidní materiál, který byl vyselektován jako příměs z genetických zdrojů původních etiopských tetraploidních populací. Jde o pekařskou (B) polopozdní až pozdní odrůdu pšenice (některé znaky kvality nesou i klasifikaci E a A). Přidanou hodnotou této odrůdy je purpurové zbarvení zrna dané přírodními antokyany uloženými v perikarpu zrna, které mají preventivní účinky proti civilizačním chorobám.

Pšenice s barevným zrnem nabízí mnoho zdravotních výhod. Barva zrna nově vyšlechtěné odrůdy Rufia je způsobena přírodními antokyany, které se běžně vyskytují v ovoci a zelenině. Antokyany působí antioxidačně již při velmi nízkých koncentracích (okolo 1 µg/g). Pšenice s barevným zrnem nabízí mnoho zdravotních výhod. Kromě antokyanů mají barevné odrůdy relativně vysoké hladiny proteinů a životně důležitých stopových prvků, jakým je například zinek. Mají preventivní účinky proti kardiovaskulárním onemocněním, hyperglykémii, oxidačnímu poškození jater, ateroskleróze, výskytu cévních a mozkových příhod, revmatoidní artritidě, neurodegenerativním onemocněním, diabetu druhého typu, obezitě a některým typům rakoviny (např. tlustého střeva). Mají protizánětlivé účinky, pomáhají při zpevňování cévních stěn. V znu barevných pšenic se antokyany vyskytují hlavně v povrchových vrstvách. Proto lze doporučit zpracovávání celého zrna.

Charakteristika jarní pšenice ‘Rufia’

Užitná hodnota je dána purpurovou barvou zrna určeného pro speciální využití, v režimu ekologického zemědělství. Rufia je pekařská polopozdní až pozdní odrůda. Purpurové

zabarvení zrna nově vyšlechtěné odrůdy Rufia je způsobeno přírodními antokyany, které mají preventivní účinky proti civilizačním chorobám. Antokyany se vyskytují hlavně v povrchových vrstvách zrna (perikarpu), proto lze doporučit mlynářské zpracování celého zrna. Rostliny jsou vysoké, zrno velké. Pekařská jakost chlebová (kategorie B). Objemová výtěžnost pečiva je vysoká, obsah dusíkatých látek v sušině velmi vysoký, hodnota Zeleného testu nízká, vaznost mouky nízká, hodnota čísla poklesu vysoká, objemová hmotnost je středně vysoká.

Licence pro množení osiva a výrobu biopotravin z této odrůdy je podstoupena firmě PRO-BIO ze Starého Města. Obchodní společnost PRO-BIO, s.r.o., která se zabývá zpracováním a výrobou biopotravin rostlinného původu má zájem pšenici Rufia vykupovat od pěstitelů a zpracovávat do svých výrobků. Rovněž zajišťuje množení této odrůdy v podmínkách ekologického zemědělství.

Důvody zájmu o odrůdu Rufia firma PRO-BIO zdůvodnila následujícími argumenty:

- má výrazné purpurové zabarvení zrna oproti jiným barevným odrůdám
- barevná stálost
- vyšší obsah antokyanů
- výjimečný obsah nutričních hodnot, zejména vysoký obsah lepku a N-látek

V obchodní společnosti PRO-BIO, s.r.o. probíhá vývoj výrobků s následnou sériovou výrobou.

Další konkrétní spolupráce a realizace produktů již probíhá s pekárnou a mlýnem Praktika s.r.o., sídlící v ulici Bělehradská 66/990 Praha 2, Vinohrady, www.pekarnapraktika.cz, např. při pečení chleba s využitím mouky z nově registrované barevné jarní pšenice Rufia.

Potravinářská kvalita barevného zrna jarní pšenice ‘Rufia’

Výsledky zkoušení užitné hodnoty (ÚKZÚZ Brno 2019)

Odrůda	Znak 1	Znak 2	Znak 3	Znak 4	Znak 5	Znak 6	Znak 7	Znak 8
Rufia	339	16,1	36	51,3	738	561	43	35
Body	8	9	5	3	4	8	7	5
Kategorie	E	E	B	B	B	E	A	B

Výsledky zkoušení užitné hodnoty (ÚKZÚZ Brno 2020)

Odrůda	Znak 1	Znak 2	Znak 3	Znak 4	Znak 5	Znak 6	Znak 7	Znak 8
Rufia	345	14,6	28	53,0	754	553	37	25
Body	9	6	5	4	4	8	6	3
Kategorie	E	A	B	A	B	E	A	B

Poznámka:

Znak 1: číslo poklesu (sec.)

Znak 2: obsah dusíkatých látek v sušině (%)

Znak 3: sedimentační test Zelený (ml)

Znak 4: vaznost mouky (%)

Znak 5: objemová hmotnost (g.l^{-1})

Znak 6: objemová výtěžnost pečiva ($\text{ml}/100 \text{ g}$ mouky)

Znak 7: obsah mokrého lepku (%)

Znak 8: gluten index

Stvrzením vzájemné spolupráce ve využití barevného zrna odrůdy Rufia byla uzavřena smlouva o uplatnění ověřené technologie mezi VÚRV, v.v.i. a PRO-BIO, obchodní společnost s.r.o. s finalizací vytvoření potravinářských produktů z této odrůdy barevné pšenice.

Rufia Pšenice setá (jarní forma)

Triticum aestivum L. var. *australianum* Udachin & Schachm.



Dedikace

Příspěvek vznikl za podpory Ministerstva zemědělství, institucionální podpora MZe – RO 0418.

Kontaktní adresa: Ing. Jiří Hermuth, Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Drnovská 507, 161 06 Praha 6 – Ruzyně, e-mail: hermuth@vurv.cz

SOUHRN VÝSLEDKŮ NÁRODNÍHO PROGRAMU KONZERVACE A VYUŽÍVÁNÍ GENETICKÝCH ZDROJŮ ROSTLIN A AGROBIODIVERZITY ZA ROK 2021

Summary of results of the National Programme on Conservation and Utilization of Plant Genetic Resources and Agrobiodiversity in 2021

Holubec V., Janovská, D., Papoušková, L

Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Tým Genová banka, Praha

Řešení Národního programu genetických zdrojů rostlin (NPGZR) probíhalo podle Rámcové metodiky, byly zajišťovány činnosti vyplývající pro účastníky NPGZR ze zákona č. 148/2003 Sb. a z uzavřených mezinárodních dohod. Harmonogram prací kolekcí se řídí podle Akčního plánu na roky 2018-2022. V rámci NPGZR spolupracovalo v roce 2021 šestnáct pracovišť patřících dvanácti právním subjektům ze sféry veřejných výzkumných institucí (VÚRV Praha-pracoviště Genové banky v Praze, pracoviště Kryobanky, Centrum aplikovaného výzkumu zelenin a speciálních plodin v Olomouci a Výzkumná stanice vinařská, Karlštejn; dalšími v.v.i. jsou VÚKOZ Půhonice a BÚ AV Půhonice). Univerzity reprezentuje Zahradnická, fakulta MENDELU v Lednici na Moravě. Významnou skupinu účastníků NPGZR představují soukromé společnosti, které se zabývají zemědělským výzkumem: ZVÚ Kroměříž, AGRITEC Šumperk, VÚB Havlíčkův Brod, CHI Žatec, VŠÚO Holovousy, VÚP Troubsko, OSEVA PRO – VST Zubří a VÚO Opava a AMPELOS, ŠS Znojmo-Vrbovec). Koordinaci a servisní činnosti (národní informační systém GZR GRIN Czech, dlouhodobé uchovávání semenných vzorků v genové bance) zajišťuje pro všechna pracoviště v ČR Genová banka ve VÚRV Praha – Ruzyně. Genetické zdroje vegetativně rozmnožovaných druhů jsou uchovávány na pracovištích odpovědných za kolekce těchto druhů, ve většině případů jako polní kolekce (polní genové banky), nebo *in vitro* kultury. Odpovědná pracoviště zajišťují u svěřených vegetativně množených kolekcí běžné služby genové banky (dlouhodobé uchovávání GZR, poskytování materiálů z kolekcí uživatelům, doplňování a poskytování informací prostřednictvím informačního systému GRIN Czech). Kryobanka ve VÚRV Praha - Ruzyně ve spolupráci s kurátory vegetativně množených rostlin zajišťuje kryokonzervaci jako bezpečnostní duplikaci vybraných druhů (brambory, chmel, réva vinná, ovocné dřeviny).

Řešení NPGZR se řídí Akčním plánem NPGZR na rok 2021, dále mezinárodními standardy, které konkretizuje Rámcová metodika NPGZR a navazujícími speciálními metodikami pro jednotlivé skupiny plodin. Metodika je k dispozici v elektronické podobě na URL: <https://www.gzr.cz/wp-content/uploads/2018/05/Ramcova-metodika-Narodniho-programu-konzervace-a-udrzitelneho-vyuzivani-GZR.pdf>.

Aktivity Akčního plánu byly plněny dle závazků. Nadále probíhá rutinní provoz skladu GB a administrace IS GRIN Czech.

Koncept Metodiky *in situ* konzervace byl doplněn a upraven na základě nové metodické publikace (Iriondo et al. 2021) a výsledků uzavřeného projektu GenRes Bridge v listopadu 2021. Vydání Metodiky se uskuteční po ukončení připomínkování.

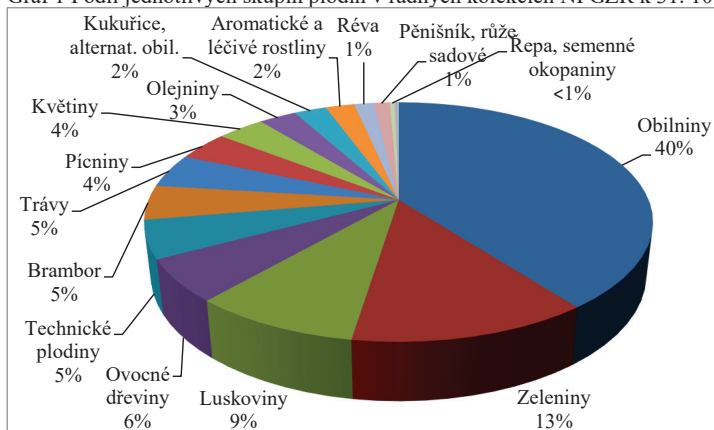
V roce 2021 proběhlo 6 plánovaných inspekčních cest. Výsledky jsou shrnuty v protokolech z inspekčních cest, přičemž shledané nedostatky byly vypořádány v rámci dodatků k protokolům

V NP GZR bylo k 31.10.2021 shromážděno v řádných kolekcích 56 410 položek (Tab. 1, Graf 1), 81 % tvoří generativně množené GZR (45 757) a 19 % jsou vegetativně množené GZR (10 653). Z celkového počtu 56 410 položek bylo 44 994 položek volně dostupných pro uživatele a 11 416 položek je dostupných pouze se svolením kurátora.

Tab. 1. Celkový stav řádných kolekcí NP GZR (k 31.10. 2021)

účastník NP GZR	počet aktivních položek v IS	počet GM GZR	počet VM GZR
01 VÚRV Praha-Ruzyně	18289	18289	0
03 ZVÚ Kroměříž	5935	0	0
05 AGRITEC Šumperk	5098	5098	0
07 VÚB Havlíčkův Brod	2682	0	2682
08 CHI Žatec	380	0	380
09 VÚRV Olomouc	10280	9415	865
10 VŠÚO Holovousy	2499	0	2499
12 VÚKOZ Průhonice	1950	283	1667
13 VÚP Troubsko	2539	2539	0
14 OSEVA VST Zubří	2590	2418	172
15 OSEVA VÚO Opava	1481	1481	0
24 VÚRV VSV Karlštejn	222	0	222
42 ZF MENDELU Lednice	1582	299	1283
45 BÚ AV Průhonice	603	0	603
48 AMPELOS Znojmo	280	0	280
celkem	56410	39822	10653

Graf 1 Podíl jednotlivých skupin plodin v řádných kolekcích NPGZR k 31. 10. 2021



V roce 2021 přibýlo do řádných kolekcí NPGZR 465 nových položek a byly přidány záznamy o popisných datech u 1 821 položek. Při rozšiřování kolekcí je kladen důraz na racionální rozšiřování, kdy je při zvýšení potřeba uvážit zvýšené nároky na finanční a lidské kapacity. Přednostně by měly být do kolekcí zařazovány položky domácího původu.

Popisné záznamy jsou v IS u 39 405 položek řádné kolekce, což je 70 % z celkového počtu aktivních položek. 100 % popisných dat má pouze pracoviště VÚO Opava, přes 90 % popisných dat vykazují 4 pracoviště. Podíl popsání položek se každým rokem zvyšuje. V kolekcích probíhá tvorba klasifikátorů pro tyto plodiny, kde zatím chybí klasifikátor nebo v případě potřeby probíhá aktualizace stávajícího klasifikátoru. Do pokusů, vedených na pracovištích řešitelů, bylo zařazeno celkem 5621 GZR (Tab. 2, 3). Počty zhodnocených

deskriptorů se liší dle plodiny. Celkový počet hodnocených znaků byl 119 139. V polních pokusech bylo zhodnoceno 5500 materiálů. Do laboratorních testů bylo zařazeno 2615 položek a zde bylo zhodnoceno 18792 znaků, což odpovídá více než 7 znakům na položku ECN.

Tab. 2. Hodnocení řádné kolekce (k 31.10. v roce řešení) a) Základní hodnocení GZ-jednoleté výsledky v daném roce hodnocení

Účastník NP GZR	Počet hodnoc. GZ (ECN)	Počet hodnoc. znaků (celkem)	Polní pokusy - počet hodnoc. GZ (ECN)	Polní pokusy - počet hodnoc. znaků (celkem)	Lab.testy - počet hodnoc. GZ (ECN)	Lab.testy - počet hodnoc. znaků (celkem)
01 VÚRV Praha-Ruzyně	664	21577	664	18369	478	3208
03 ZVÚ Kroměříž	742	12904	729	12682	99	222
05 AGRITEC Šumperk	148	2510	148	2025	148	485
07 VÚB Havl. Brod	101	6023	101	5050	101	973
08 CHI Žatec	76	685	23	327	71	358
09 VÚRV Olomouc	375	4239	375	3953	26	286
10 VŠÚO Holovousy	1041	24370	1041	24370	0	0
12 VÚKOZ Průhonice	240	2595	240	2595	0	0
13 VÚP Troubsko	167	1715	167	1715	0	0
14 OSEVA VST Zubří	161	4370	124	4161	140	209
15 OSEVA VÚO Opava	1473	27740	1473	16611	1449	11129
24 VÚRV VSV Karlštejn	31	2108	31	496	31	1612
42 ZF MENDELU Lednice	326	4969	308	4659	72	310
45 BÚ AV Průhonice	45	1102	45	1102	0	0
48 AMPELOS Znojmo	31	2232	31	2232	0	0
Celkem	5 621	119 139	5 500	100 347	2 615	18 792

Tab. 3. Základní hodnocení GZ - ukončené víceleté hodnocení

Účastník NP GZR	Počet hodnocených GZ (ECN)	Počet hodnocených znaků (celkem)
01 VÚRV Praha-Ruzyně	372	12 207
03 ZVÚ Kroměříž	20	416
05 AGRITEC Šumperk	50	645
07 VÚB Havlíčkův Brod	51	2 979
08 CHI Žatec	0	0
09 VÚRV Olomouc	28	610
10 VŠÚO Holovousy	64	1 589
12 VÚKOZ Průhonice	50	2 825
13 VÚP Troubsko	69	113
14 OSEVA VST Zubří	51	1 938
15 OSEVA VÚO Opava	13	246
24 VÚRV VSV Karlštejn	31	2 108
42 ZF MENDELU Lednice	195	2 832
45 BÚ AV Průhonice	6	70
48 AMPELOS Znojmo	31	2 232
Celkem	1 031	30 810

K 31.10.2021 bylo ve skladu genové banky uloženo 95 % (43 502 položek v 97 812 obalech) ze všech GM GZR, které jsou v řádných kolekcích NPGZR.

V roce 2021 bylo do skladu semen předáno k uchování 968 položek NPGZR, což překročilo závazek o 166 položek. Na Slovensko do bezpečnostní duplikace bylo přidáno 121

nových položek, na Špicberky 204 položky. Celkově je zde již uloženo 3 589 položek z řádných kolekcí. Ve sledovaném období bylo uživatelům poskytnuto z genové banky semen 3 192 vzorků.

V souladu s domácími potřebami a mezinárodními prioritami (CBD, FAO, 2nd Global Plan of Action, ITPGRFA) je významnou součástí NPGZR rovněž podpora agro-biodiversity pro setrvalý rozvoj zemědělství, včetně jeho nevýrobních funkcí. Praktické aktivity v oblasti agro-biodiversity se orientují zejména na monitorování výskytu planých příbuzných druhů s cílem jejich *in situ* ochrany, rozšíření druhové pestrosti agro-ekosystémů, vytváření širšího genetického základu nově šlechtěných odrůd s využitím planých příbuzných druhů, výběr a využití některých tradičních krajových odrůd v zemědělské krajině. Genofondy pro tyto cíle se získávají zejména sběrovou a expediční aktivitou a informace monitorováním populací modelových zájmových druhů na přírodních lokalitách. Potřebný výzkum byl a je zajišťován zejména v rámci projektů zemědělského výzkumu, mezinárodních evropských projektů, popř. jiných výzkumných projektů. Národní program je zpravidla primárním zdrojem experimentálních materiálů a informací pro tyto výzkumné projekty.

Všichni účastníci NPGZR se podíleli na aktivitách Akčního plánu a Harmonogramu pro léta 2018-2022. Při rozšiřování kolekcí bylo preferováno zařazování nových českých odrůd do kolekcí. Prioritou činností bylo zvyšování kvality stávajících kolekcí v rámci hodnocení GZR v pokusech. Bylo prováděno doplňování a revize pasportních a popisných údajů, byly vyhledávány duplikace a identifikace mezer v kolekcích, které jsou průběžně zaplňovány. Byl proveden výběr možných položek k repatriaci a realizovány repatriace, kde to bylo možné. Dále byla věnována pozornost regeneraci položek dle monitorování nízkého stavu osiva, nízké klíčivosti dle aviza GRIN Czech. V kolekcích vegetativně množených druhů je regenerace materiálu nutnou podmínkou jejich uchování. Jejich duplikace jsou dle možností zajišťovány v kryobance. Kryoprezervace byla zaměřena na vývoj nových kryoprotokolů významných teplomilných ovocných druhů *Persica vulgaris* a *Armeniaca vulgaris*.

Velká aktivita kurátorů kolekcí byla při přípravě a řešení národních a mezinárodních projektů zaměřených na využití GZR. Pozornost byla také věnována spolupráci s uživateli GZR a dále propagaci NPGZR na různých akcích a v médiích, byly pořádány exkurze pro laickou i odbornou veřejnost. Akce pro veřejnost i spolupráce se šlechtiteli a zahraničními institucemi se odvíjely v závislosti od karanténních opatření k pandemii Covid-19.

Dedikace

Článek byl zpracován v rámci řešení projektu "Národní program konzervace a využívání genetických zdrojů rostlin, zvířat a mikroorganismů významných pro výživu a zemědělství" č.j. 51834/2017-MZE-17253/6.4.2.

Kontaktní adresa: Ing. Vojtěch Holubec, CSc., Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Genová banka, Drnovská 507, 161 06 Praha 6 – Ruzyně, e-mail: holubec@vurv.cz

EVROPSKÝ PROJEKT AGENT ZPŘÍSTUPNÍ ROSTLINNÉ MATERIÁLY Z GENOBANK ŠLECHTITELŮM

European project AGENT makes available plant materials from genebanks to breeders
Holubec V.¹, Zavřelová M.²

¹ Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Drnovská 507/73, Praha 6 – Ruzyně

² Agrotest fyto, s.r.o., Havlíčkova 2787/121, Kroměříž

Abstrakt

Příspěvek poskytuje informace o projektu AGENT (Horizon 2020), který je řešen 19 evropskými partnery v období 2020-2024. Pracovní balíček WP3 vede VÚRV v.v.i. a je řešen ve spolupráci s Agrotest fyto, s.r.o., Kroměříž. WP3 zahrnuje 4 úkoly: shromáždit historická fenotypovací data kolekce pšenice a ječmene, k normalizaci dat provést opakované experimenty s evropskými kontrolními a přemostovacími odrůdami, vytvořit precizní kolekci SSD potomstev, otestovat odolnost precizní kolekce vůči biotickým a abiotickým stresům. Vytvořením sítě spolupráce mezi genovými bankami v rámci projektu AGENT pomůže jejich neocenitelné sbírky inventarizovat a zpřístupnit je moderním šlechtitelským programům.

Klíčová slova: historická a fenotypovací data, precizní kolekce, SDS linie

Abstract

The contribution provides information about the AGENT (Horizon 2020) project, which is being implemented by 19 European partners in the period 2020-2024. The work package WP3 is led by CRI in cooperation with Agrotest fyto, Ltd., Kroměříž. WP3 includes 4 tasks: collect historical phenotyping data of the wheat and barley collection, perform repeated experiments with European control and bridging varieties to normalize the data, create a precision collection of SSD progeny, test the resistance of the precision collection to biotic and abiotic stresses. By creating a network of cooperation between gene banks within the framework of the AGENT project, it will help to inventory their invaluable collections and make them available to modern breeding programs.

Key words: historical and phenotyping data, precision collection, SDS lines

Úvod

Genetické zdroje rostlin (GZR) jsou klíčem k přizpůsobení plodin měnícímu se klimatu. Skutečné využití GZR při zlepšování plodin je však omezené a je v rozporu s jejich potenciálem. S cílem podpořit systematictější úsilí o využití GZR se mezinárodní iniciativy jako DivSeek (McCouch et al., 2013) zasazují o vytvoření rozsáhlých genotypových a fenotypových dat pro GZR uložené v genových bankách (GB), aby se usnadnil jejich cílený výběr a využití při šlechtění a výzkumu v zemědělství. Niels Borlaug prohlásil, že „problémem není ani tak nedostatek genetické variability, ale spíše efektivita při jejich vyhledání a využití (FAO 2010, Borlaug, 1969).

V současnosti je uloženo, ve více než 1750 genových bankách po celém světě, celkem asi 7,4 milionu vzorků GZR. Protože však postupy pro správu materiálu zatím ne všude odpovídají mezinárodním standardům, skutečný potenciál uložených zdrojů pro šlechtění a výzkum často zůstává neznámý.

V květnu 2020 byl zahájen projekt AGENT (Activated GENEbank NeTwork) pod koordinací

Leibnitzova ústavu genetiky rostlin a výzkumu plodin (IPK) – Gatersleben, Německo. Cílem projektu AGENT je přeměnit genové banky (GB) z živých archivů na centra bio-

digitálních zdrojů, vybavená tak, aby vyhovovala potřebám měnícího se světa. Patnáct GB a čtyři genomická centra genových bank vytvářejí síť pro ječmen a pšenici za účelem:

- (i) vytvoření evropského atlasu genomové diverzity plodin,
- (ii) aktivace v současnosti nedostupných starších fenotypových dat,
- (iii) implementace nového konceptu soustředění fenologických a agronomických popisných dat pro jednotlivé kolekce genetických zdrojů s cílem vytvoření datových sad tréninkové populace pro celogenomovou predikci netestovaných přírůstků genetických zdrojů.

Fenotypizace zahrnuje různé podmínky prostředí (klima, půda, geografie, patogeny), které poskytuje rozmanitost ekogeografických lokalit zúčastněných partnerů. Tyto aktivity jsou podporovány bioinformatickou sítí, která využívá FAIR datové principy, standardy, protokoly a datové formáty umožňující ukládání dat, přístup a opětovné použití, a rozšíří stávající evropskou databázi EURISCO o nová data.

Pilotní zpracovávání dat probíhá v současné době na pšenici a ječmeni. Obě tyto obilniny představují klíčové plodiny pro lidskou výživu a krmení hospodářských zvířat a v Evropě mají největší osevní plochy. V národních a mezinárodních genových bankách tvoří pšenice největší a ječmen třetí největší sbírku uchovávaných osiv. Předpokládá se proto, že výstupy ze zpracovaných dat o těchto biologických materiálech budou snadno aplikovatelné i pro další druhy plodin. Zároveň se také „připraví půda“ pro kompletní globální atlas biodiverzity pšenice a ječmene.

Mezinárodní konsorcium partnerů projektu AGENT chce nabídnout šlechtitelům a výzkumníkům potenciál biologických materiálů genových bank po celé Evropě a zároveň informace o těchto materiálech plně digitalizovat. To by mělo vést nejen k lepšímu využití genetického bohatství napříč celou planetou, ale i jistější potravinové soběstačnosti i rozmanitosti pro budoucí generace. Vytvořením sítě spolupráce mezi genovými bankami v rámci projektu AGENT pomůže jejich neocenitelné sbírky inventarizovat a zpřístupnit je moderním šlechtitelským programům.

Aktivity pracovního balíčku WP3 (A European atlas of phenotypic information on GenRes)

V rámci projektu AGENT rostlinný materiál, tj kolekce pšenice a ječmene včetně experimentální části, hodnocení tohoto materiálu a zajištění dat, leží z hlediska koordinace na bedrech Výzkumného ústavu rostlinné výroby, v.v.i. v Praze – Ruzyni (VÚRV). Pracovní balíček má čtyři úlohy:

T.3.1 Shromáždit historická fenotypovací data kolekce pšenice a ječmene z pokusů a regenerací v průběhu minulých desetiletí

T.3.2 Vytvořit pan-evropskou fenotypovací síť prostřednictvím genových bank

T.3.3 Vytvořit pan-evropskou precizní kolekci pšenice a ječmene

T.3.4 Vytvořit decentralizované datové sady pro evropský atlas fenotypovacích informací

VÚRV v rámci balíčku spolupracuje s 15 partnery - genovými bankami, držiteli kolekcí a experimentálními pracovišti: IPK Gatersleben (Německo), IHAR Radzikow (Polsko), IPGR Sadovo (Bulharsko), NPPC Piešťany (Slovensko), WUR Wageningen (Nizozemí), WFB Agroscope Zurich (Švýcarsko), UFB Zurich (Švýcarsko), INIA Madrid (Španělsko), CREA (Itálie), NARDI Fundulea (Rumunsko), ATK-MTA Martonvaszar (Maďarsko), TAU (Israel), ICARDA (Maroko) a Agrotest fyto, s.r.o. (Česká republika) - jako přidružený partner VÚRV.

T.3.1 Cílem úkolu je shromažďovat fenotypová data kolekcí pšenice a ječmene ze současných národních dokumentačních systémů GB a skenovat a standardizovat data z dalších historických zdrojů jako výročních zpráv, archivů a polních záznamů. Výběr je zaměřen na nejcecnější materiál v národních kolekcích, zejména domácího původu, kde jsou zaznamenána historická fenotypová data z periodických regeneračních cyklů a kde jsou k dispozici relevantní meteorologická data. V první fázi byla zpracována fenotypovací data o nejméně 500 položkách pšenice a 500 položkách ječmene za partnerské GB a následně by se měla zpřístupnit všechna dostupná historická data, a to pro tři znaky: doba kvetení/metání, výška rostlin a hmotnost tisíce zrn. Fenotypová data budou doplněna o místní metadata - fenotypovací protokoly a relevantní meteorologická data. Pro normalizaci historických dat mezi GB byly vyhledány potenciální duplikáty („přemostňující genotypy“) mezi GB v regionu. Celkem 300 těchto „přemostňovacích genotypů“ (150 pšenice, 150 ječmene) ozimých i jarních forem bylo naklíčeno pro extrakci DNA a odesláno ke genotypizaci v rámci balíčku WP2. Data vygenerovaná v rámci úkolu T.3.1 budou obsahovat jedinečný, geograficky různorodý soubor celoevropských informací o GZR a budou dále zpracována a využita v rámci balíčků WP4-7.

T.3.2 Historická fenotypová data evropských sbírek GZR se liší kvalitou i kvantitou. Údaje musí být standardizovány, aby byly využitelné v celoevropských srovnáních. Tato standardizace zároveň výrazně zvýší hodnotu národních sbírek v GB. Realizací opakovaných pokusů, zahrnující stejný soubor 200 kontrolních odrůd (50 ozimá/jarní pšenice a 50 ozimý/jarní ječmen) ve všech GB, budou definována specifická evropská megaprostředí pro evropské subregiony. Výběr kontrol byl zaměřen na registrované a stále pěstované evropské odrůdy a pokusy byly v ortogonálních podmínkách (stejný experimentální design ve všech GB). Společně s obecnými ekogeografickými/klimatickými parametry tato fenologická data umožní definovat evropská megaprostředí a přiřadit do nich partnerské GB projektu AGENT. Tím se definuje, která historická data, z které GB byla nashromážděna ve srovnatelných megaprostředích, a proto je bude možno analyzovat společně. Partneri předloží fenotypová data s relevantními meteorologickými údaji vedoucímu úkolu ke statistickému vyhodnocení.

T.3.3 Každá zúčastněná GB vybrala 500 genotypů pšenice a 500 genotypů ječmene pro genotypizaci ve WP2. GB vysela tyto položky v prvním roce na mikroplochy, vybrala jednu reprezentativní rostlinu pro vytvoření potomstva jednoho semene (SSD) a sklídila listy pro extrakci DNA pro genotypizaci v rámci WP2. SSD byly v následující vegetační sezóně namnoženy, aby se vytvořila homogenní „precizní kolekce“ pro fenotypování. Fenotypová data pro důležité standardní fenologické a agronomické znaky, budou vyhodnocena a vložena do databázového formátu. Vypočtené normalizované průměry budou poskytnuty k distribuci. Standardizovaná fenotypizace přírůstků zvýší hodnotu sbírek a podpoří jejich využití ve šlechtitelských programech a vytvoří celoevropskou precizní sbírku pšenice a ječmene.

T.3.4 Tento úkol zahrnuje hodnocení a statistické analýzy odolnosti/tolerance vůči biotickému a abiotickému stresu s cílem určit, jak se liší genotypy v různých environmentálních prostředích.

Biotický stres: Vybraný soubor deseti partnerů (NPPC, CRI, IPK, IHAR-PIB, UZH, WBF-Agroscope, IPGR-Sadovo, NARDI Fundulea, CREA-CI, TAU-wild spp, ICARDA) zhodnotí svoji precizní kolekci pšenice a vytvoří datový soubor relevantní pro jejich ekogeografické podmínky. Podobně sedm partnerů (NPPC, CRI, IPK, IHAR-PIB, IPGR-Sadovo, NARDI Fundulea, ICARDA) zhodnotí precizní kolekci ječmene. Kolekce pšenice budou testovány na resistenci vůči lokálně nejvýznamnějším rasám rzi pšeničné (*Puccinia recondita*), rzi plevové (*P. striiformis*) a/nebo septorioze (*Mycosphaerella graminicola*). Podobně bude ječmen testován na listovou skvrnitost (*Helminthosporium teres*) a/nebo rez ječnou (*Puccinia hordei*). Pokusy budou prováděny pod infekčním tlakem na poli a/nebo ve skleníku a budou se opakovat po dobu dvou let.

Abiotický stres: Pokusy budou zaměřeny na suchovzdornost, která v současnosti představuje v evropském prostředí nejvýznamnější druh abiotického stresu. Budou vybrány sady 500 položek ozimé pšenice, 250 položek ozimého ječmene a 250 položek jarního ječmene, které budou testovány na třech vybraných místech ve střední Evropě (IHAR-PIB - Polsko, ATK - Maďarsko a NARDI Fundulea - Rumunsko). Další čtyři lokality byly vybrány pro testování 300 položek jarní pšenice v jižní Evropě (CREA-CI - Itálie a Sicílie, INIA - Španělsko a ICARDA - Maroko) v pokusech se zavlažováním a bez něj. Tolerance vůči suchu bude testována po dva roky ve dvou opakováních. Budou hodnoceny znaky související se suchem: metání/doba květu, výška rostlin, výnos zrna a hmotnost tisíce semen. To poskytne datový soubor pro celou precizní kolekci projektu AGENT a také pro všechny další GZR s kompatibilními genotypovými daty. Meteorologická data budou doplňována za celé vegetační období. Výsledky tohoto úkolu poslouží k vytvoření evropského atlasu fenotypové charakterizace.

Výsledky

V současné době jsou v rámci úkolu T.3.1 shromážděny historické záznamy všemi partnery v počtu 104 113 záznamů pro minimálně 56 000 položek pšenice a dále 88 366 záznamů pro minimálně 60 000 položek ječmene. Tyto výsledky jsou ve stádiu statistické analýzy.

V rámci úkolu T.3.2 proběhly pokusy s kontrolními odrůdami u všech partnerů druhým pokusným rokem. Po skončení třetího roku budou výsledky statisticky zpracovány.

V rámci úkolu T.3.3 byly vytvořeny „precizní kolekce“ jako potomstva vybraných rostlin u všech partnerů, byly odebrány listy, extrahována DNA a odeslána na genotypování.

V rámci úkolu T.3.4 byly započaty testy na odolnost precizní kolekce ječmene a pšenice vůči biotickým stresům u poloviny partnerů. Pro abiotické stresy byly sestaveny soubory z vybraných materiálů z precizních kolekcí jednotlivých partnerů a semena odeslána experimentujícím partnerům ve střední a jižní Evropě. Pokusy s ozimými byly zasety na podzim 2022.

Závěr

Řešení projektu AGENT je v časové polovině, data jsou ve stadiu předběžného zpracování.

Dedikace

Článek byl zpracován v rámci řešení projektu AGENT, H2020-SFS-2019-2, řešení 2022-2024.

Použitá literatura

- Borlaug, N. E., Aresvik, O., Narvaez, I., Andereson, G.R., 1969: A Green Revolution Yields a Golden Harvest. *Columbia Journal of World Business*, 4 (September-October, 1969) 9-19.
 FAO, 2010: The second report on the state of the world's plant genetic resources for food and agriculture.
 McCouch et al., 2013: Agriculture: Feeding the future. *Nature* 499:23-24.

Kontaktní adresa: Ing. Vojtěch Holubec, CSc., Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Genová banka, Drnovská 507, 161 06 Praha 6 – Ruzyně, e-mail: holubec@vurv.cz

GENETICKÉ ZDROJE RODU *PRUNUS* SSP. Z OBLASTI BÍLÝCH KARPAT VHODNÉ PRO ŠLECHTĚNÍ NA ODOLNOST K VIROVÉ ŠARCE ŠVESTEK

*Genetic resources of the genus *Prunus* ssp. from the area of the White Carpathians suitable for breeding towards resistance to Plum pox virus*

Krška B.

VŠÚO Holovousy s. r. o.

Abstrakt

Bílé Karpaty jsou bohatým zdrojem genetických zdrojů nejen tzv. modrých peckovin, ale i ostatních ovocných druhů, zejména hrušní a jabloní. Zaslouhou ČSOP Bílé Karpaty jmenovitě pak Ivany Jongepierové, Václava Tetery, Ladislava Jagoša, Ladislava Tomčaly, Vojtěcha Řezníčka a dalších byly založeny genofondové plochy již začátkem 90. let minulého století, které slouží dodnes ke studiu a odběru roubů i jako konzervace *ex situ*. Tato kolekce byla zčásti využita spolu s dalšími genotypy divoce rostoucími autochtonními druhy slivoní ke studiu jejich chování k virové šarce. Durancie, která se hodí především pro výrobu destilátu a pro šlechtění jako donor odolnosti k šarce a vysoké cukernatosti, neopakovatelné vůni se především používá ke zpracování. Další odolné nebo tolerantní genotypy mohou být využity především pro zpracování jako např. Gulovačky, Sklepule a některé Pavlůvky. Vybrané genotypy slivoní z oblasti Bílých Karpat udržujeme v *ex situ* kolekci na VŠÚO Holovousy s.r.o.

Klíčová slova: *P. domestica* ssp., slivoně, genetické zdroje, odolnost, šarka švestky

Abstract

The White Carpathians are a rich source of fruit genetic resources not only for stone fruits but also for other fruit species, especially pear and apple trees. Thanks to the ČSOP Bílé Karpaty, namely Ivana Jongepierová, Václav Tetera, Ladislav Jagoš, Ladislav Tomčala, Vojtěch Řezníček and others, germplasm collection was established in the early 90s of the last century, which is still used today for the study and sources of budwoods as well as for *ex situ* conservation. This collection was used in part together with other genotypes of wild native plum species to study their behaviour to the virus disease Plum pox virus. Durancie, which is especially suitable for the production of distillate and for breeding as a donor of resistance to Plum pox virus and high sugar content, the unique aroma can be used for processing. Other resistant or tolerant genotypes like Gulovačka, Sklepula and some Pavlůvka could be used mainly for processing. Selected genotypes of plum genotypes from the White Carpathian region are kept in an *ex situ* collection at VŠÚO Holovousy s.r.o.

Key words: *P. domestica* ssp., plum, genetic resources, resistance, Plum pox virus

Úvod

Zdroje rezistence k virové šarce švestek můžeme hledat nejen v nových odrůdách k tomu účelu většinou vyšlechtěných, ale i mezi krajovými neboli lokálními odrůdami je mnoho genotypů s určitým stupněm odolnosti či tolerance. Stromy infikované šarkou švestek mohou mít rozdílné chování či toleranci jak v pomologických projevech, tak i hospodářských znacích. Na rozdíl od jiných hostitelských druhů se u slivoní vyskytuje široká rozmanitost projevu symptomů a chování k šarce.

U slivoní (*Prunus domestica* L.) jsou stupně odolnosti nebo citlivosti definovány dle mezinárodně uznávané terminologie v celkem 5 kategoriích. Překlad do českého jazyka je použit podle Poláka (2008).

1. Imunita: Rostlina nemůže být patogenem infikována, po inokulaci se patogen v rostlině nemnoží a nešíří (non-host).
2. Rezistence: Je vždy relativní. Rostlina je infikována, ale patogen se množí omezeně a v rostlině se šíří pomalu. Rezistence je kvantitativní a závislá na odrůdě.
3. Náchylnost: Je rovněž vždy relativní. Patogen se v rostlině množí a šíří snadno, což vede k systémové infekci se silnými příznaky onemocnění, a k výraznému snížení kvality rostlinných produktů. Platí zde obdobná závislost jako u rezistence, ale v negativním smyslu.
4. Tolerance: Náchylná rostlina toleruje nepříznivé následky infekce. Virus (patogen) se v tolerantní odrůdě množí a šíří obdobně jako v náchylné odrůdě (vysoký obsah viru), příznaky choroby jsou však mírné, snížení výnosu a kvality produktů je minimální. Přesto je pěstování tolerantních odrůd riskantní, protože slouží jako zdroj šíření viru, stejně jako odrůdy náchylné.
5. Hypersenzitivita: Je extrémní náchylnost, kdy infikované buňky, nebo celá rostlina v důsledku přemnožení patogena nekrotizují a odumírají. Proto je těžké přítomnost patogena prokázat. Pokud dojde k odumření, patogen nemá žádnou šanci k šíření. Hypersenzitivita je absolutní náchylnost, protiklad imunity. Lze jí s rizikem využít v praxi, ale za určitých podmínek. Většinou však není úplná, pak se jedná o silnou náchylnost. Hypersenzitivita je překonávána slabě patogenními kmeny viru a pak dochází k silné náchylnosti odrůdy.

U slivoně lze dle výše uvedené kategorizace uvést následující příklady odrůd: imunní - pouze Scoldus; rezistentní - v současnosti již více odrůd Topfive, Toptaste, Valcean, Moni apod.; náchylné – většina odrůd; tolerantní tj. bez významné hospodářské škodlivosti - Stanley, Čačanská lepotica, Franzi, Čačanská rodná. K hypersenzitivním odrůdám patří německé selekce Jojo, Jofela, Joganta a Jolina.

Tato pestrost projevu umožňuje jak šlechtitelům, tak i pěstitelům či zahrádkářům výběr celé škály odrůd pro přímý konzum i zpracování. Z praktického hlediska dle úrovně výskytu šarky lze v různých oblastech používat odrůdy s různým stupněm odolnosti.

Velkým přínosem pro pěstitele slivoní byly koncem 70. a v začátku 80. let minulého století tzv. tolerantní odrůdy slivoní pocházející z tehdejší Jugoslávie, města Čačak, pod jehož označením se k nám rozšířily tyto odrůdy, a to i díky dobrému vztahu se šlechtitelem prof. S. Paunovićem. V jejich šlechtitelském programu se používaly právě i lokální odrůdy jako Scoldus a Žlta butilkovidna, které tehdy používali jako imunní (Ranković, M.; Ogašanović, D., Paunović, S., 1994).

Z důvodu téměř celoplošného rozšíření šarky na našem území a z důvodu velké rozmanitosti výskytu rozdílného chování k šarce u genotypů slivoní divoce i kulturně rostoucích v regionů Bílých Karpat, byl daný materiál monitorován s cílem výběru rezistentních a tolerantních lokálních odrůd pro nejrůznější způsob využití plodů.

Materiál a metody

Pro hodnocení odolnosti vůči viru PPV byly vybrány některé genotypy většinou lokálních odrůd slivoní rostoucích divoce v oblastech Bílých Karpat. Sledované lokality: Louka, Velká nad Veličkou, včetně genofondového sadu ČSOP, Javorník-Pahrbky, Tasov, Žeraviny, Pitín a Hostětín.

Počet testovaných genotypů - kulturních i divoce rostoucích byl 53. Testy ELISA byly prováděny variantou dvojitého sendviče protilátek - Double antibody sandwich (DAS). Symptomy šarky švestek na listech byly vizuálně hodnoceny ve vegetačním období 2004 a 2005.

Výsledky a diskuse

Celkové souhrnné výsledky pokusu s hodnocením odolnosti lokálních odrůd slivoně rostoucích divoce v prostředí s plošným rozšířením šarkou švestek po dvouletém pozorování a testování testem ELISA jsou následně uvedeny:

1-Genotypy bez příznaků na listech a s negativním výsledkem ELISA testu:

Oblast Velká n. Veličkou a Žeraviny:

Durancie-Žeraviny, u splavu-Tasov, 2-2-14, přes plot u Hrdličky, Žlutá Durancie Pahrby, Janoušek-švestičky, *Prunus spinosa*-Louka, Žluta-U mlýna, gulovačky a švestičky-ml. Tomčala, Sračky č. 1 a č. 2, Štolcova, gulovačky 11/01, Jagoš 5-1-9, *Prunus spinosa*-10-1-0, neznámý genotyp- "Pod hlaváčkem", Hrdlička 13/01, žluté plody - u Hrdličky 4. strom od zhora, Žlutá ryngle Pahrby, typ ryngle – Hrdlička,

Oblast Pitína, Hostětína:

- Pitín-Jál - ryngle, Pitín Anetky-myrobalán, Farská-Pavlůvky, Pavlůvka-moštárna Hostětín, Farská Durancie-odkopek, Sklepule-Pitín, Pitín- rybník, C60, C34.

2- Genotypy s tolerancí k šarce švestek, tj. buď bez příznaků na listech, ale s pozitivní reakcí v testu ELISA, nebo s příznaky na listech a pozitivní reakcí v testu ELISA:

- Durancie-Žeraviny, u splavu Tasov, 2-2-14, přes plot u Hrdličky, Farská Pitín, Žlutá Durancie-Pahrby a žlutá ryngle Pahrby, žlutý genotyp u Mlýna Velká n.V., Gulovačka a švestička-mladý Tomčala, gulovačky 11/01, Sračky č. 1 a 2 u sadu CHKO, Štolcova-CHKO, Jagoš- 5-1-9-"myrobalán", Janoušek-Velká n. V., *Prunus spinosa*-Velká.n.V. a Louka, Hrdlička 13/01, Neznámý genotyp pod Hlaváčkem-Velká. n. V., Pitín-Štepnica-DŠ., Sklepule a Pitín-rybník

3- Genotypy citlivé k šarce švestek s příznaky na plodech:

- Ustsko myrobalán, u čistíčky Pavlůvky-Hostětín,
- Pitín Farská, C33, Waltrova, Malečik-Okrůhlíčka Velká n.V.

Vzhledem k pouze dvouletému pozorování a testování není zcela jednoznačné zařazení druhu trnka obecná (*Prunus spinosa* L.) a Durancie. Rozdílnou reakci v testu ELISA u trnky obecné mohla způsobit rozdílná odolnost, resp. citlivost daných genotypů, i když rostoucích relativně blízko sebe. K podobným závěrům došel i Polák (2021- osobní sdělení) u myrobalánu (*Prunus cerasifera* Ehrh).

Durancii coby „ikonický“ genotyp slivoně pro produkci destilátů právě v oblasti Bílých Karpat rozdílná reakce v testu ELISA stále zařazuje mezi genotypy s vysokým stupněm odolnosti k šarce. Jedná se o lokální genotyp (též Duranče, Kadle, Karle) slivoně neznámého původu. Dříve se využívala i jako podnož pro slivoně a meruňky. Pomologicky se jedná o kulovitou až oválnou slivu (*Prunus domestica* subsp. *insititia*, var. *juliana* L.) s peckou neodlučitelnou od dužniny, s velmi vysokou refraktometrickou dužninou a pozdní dobou zrání. Tento zpracovatelsky vysoce cenný genetický zdroj, donor cukernatosti, aromatu a pikantně nahořklé chuti ve slivovici se jeví jako odolný k virové šarce švestek, jelikož příznaky na listech i na plodech nebyly nikdy shledány. To, že v testu ELISA tento genotyp reagoval rozdílně, může být způsobeno více faktory, což je ve virologii obecně známý jev. Není vyloučeno, že Durancie je blízko k hypersenzitivitě, poněvadž bylo shledáno odumření mladého letorostu po naroubování do silné šarky infikovaného stromu (Krška, 2018 - nepublikováno). Paprštein a kol. (2013) hodnotili 28 genotypů po umělé infekci dvěma kmeny šarky švestek a Durancie po dvou letech nevykazovala příznaky infekce.

K dalším zpracovatelsky zajímavým genotypům v oblasti Bílých Karpaty patří tzv. Gulovačky, Pavlůvky a Sklepule, avšak jejich chování šarce je značně rozdílné. Některé z nich máme rovněž v kolekci genetických zdrojů slivoní na VŠÚO Holovousy s.r.o.

Poděkování

Děkuji paní Ing. V. Holleinové Ph.D. a panu Ing. T. Nečasovi, Ph.D. za provedené testy ELISA.

Použitá literatura

- Paprštein, F., Sedlák, J., Matějček, A., Chroboková, E., Polák, J., 2013: Evaluation of nontransgenic resistance sources of plum to PPV. Vědecké práce ovocnářské, 23, 2013, s. 213-218.
- Polák, J., 2008: Characterisation of different interactions between cultivars of stone fruits and Plum pox virus. Acta Horticulturae, 781, s. 287-293.
- Polák, J. 2021- osobní sdělení
- Ranković, M., Ogašanović, D., Paunović, S., 1994: Breeding of plum cultivars resistant to Sharka (plum pox) disease. Acta Horticulturae, 359, s. 69-74.

Kontaktní adresa: Prof. Dr. Ing. Boris Krška, Výzkumný a šlechtitelský ústav ovocnářský Holovousy s.r.o., e-mail: Boris.Krška@vsuo.cz

VYUŽITÍ GENETICKÝCH ZDROJŮ MERUŇEK PŘI ŠLECHTĚNÍ NOVÝCH ODRŮD LEDNICKÉHO PŮVODU

Use of apricot genetic resources in the breeding of new varieties originated in Lednice

Nečas T., Rampáčková E., Mrázová M., Kiss T., Ondrášek I.

Ústav ovocnictví, Zahradnická fakulta v Lednici, Mendelova univerzita v Brně

Abstrakt

Proces šlechtění je nekonečným bojem člověka se zákonitostmi přírody. Je to také osobní boj šlechtitele, který se při šlechtění odrůd ovoce musí vzdát svých osobních preferencí tak, aby nová odrůda byla přijatelná pro co nejširší skupinu uživatelů a zároveň jedinečná, aby měla úspěch. Proto šlechtitelé dnes hledají extrémní cesty, jak realizovat své šlechtitelské cíle – sny. Jedním ze standardních postupů je kombinační křížení a ze současných trendů pak mezidruhovná hybridizace. V procesu šlechtění na Zahradnické fakultě v Lednici je v poslední fázi hodnocení přibližně 20 perspektivních hybridů. Jedním z nejvíce perspektivních je hybrid LEM-125, který po mnoha stránkách splňuje obecné požadavky na současné odrůdy. Zajímavým výsledkem uplatnitelným zejména v dalších fázích dlouhodobého šlechtění ideálních odrůd je mezidruhový hybrid LEMY/2017/11, který je přesně tou odrůdou napůl cesty mezi meruňkou a myrobalánem.

Klíčová slova: *P. armeniaca*, křížení, šlechtitelský program, hybridizace, mezidruhová hybridizace

Abstract

The process of breeding is an endless struggle of a man against the laws of nature. It is also a personal struggle of the breeder, who has to give up his personal preferences so that the new variety is acceptable to the widest possible group of users and at the same time unique in order to be successful. That is why breeders today are looking for extreme ways to realize their breeding goals - dreams. One of the standard procedures is targeted crossing and, from the current trends, interspecies hybridization. In the breeding process at the Faculty of Horticulture in Lednice, approximately 20 promising hybrids are in the final stage of evaluation. One of the most promising is the hybrid LEM-125, which in many aspects meets the general requirements for current varieties. An interesting result perspective in the next stages of long-term breeding of ideal varieties is the interspecies hybrid LEMY/2017/11, which is exactly the variety halfway between apricot and myrobalan.

Key words: *P. armeniaca*, crossing, breeding programme, hybridization, interspecific hybridization

Úvod

Meruňka je jako kulturní plodina archeologicky doložena z poloviny 4. tisíciletí př. n. l. v sídlišťích na Ukrajině, jako vůbec nejstarší nález na území Evropy. Do střední Evropy se dostala až v 1. století n. l. (nálezy z Lince v Rakousku), přičemž podle *Plinia* se v té době meruňka v Římě teprve zaváděla, a tak je pravděpodobné, že se ke Keltům, kteří tehdy na území dnešního Lince sídlili, dostala přímým stykem s jihovýchodem, a nikoli prostřednictvím Říma. V římském období se meruňka vzácně objevovala ve Francii a v Maďarsku. Podle Ibrahima Ibn Jakuba, což byl tehdejší známý kupec a cestovatel arabsko-židovského původu (pravděpodobně ze Španělska), který navštívil střední Evropu asi v letech 965–966, Slované meruňky nepěstovali. Z jeho zápisků z cest vyplývá, že Slované pěstovali ve svých sadech jabloně, hrušně a překvapivě broskvoně, meruňky ale neuvádí. Jediný archeologický nález té doby je znám až z Rusko-Chazarského pohraničí. Na historických územích dnešního českého státu patří

meruňky k nepůvodním, a tedy poměrně krátce pěstovaným kulturním druhům. Podle dochovaných pramenů a probíhajícího výzkumu se meruňky pěstují na našem území zhruba od 15.-16. století, přičemž v širším měřítku až od 18. století (Němec 1955, Beranová 2011).

Historie pěstování a šlechtění meruňek na Břeclavsku a zejména v Lednici je spojena se vznikem „prvního“ výzkumného a šlechtitelského ústavu v Rakousko-Uherské monarchii: „Fürst Johann von Liechtenstein-Pflanzenzüchtung Institut“, později zkráceně a častěji jmenován jako Mendel Institut – Mendeum, založený v letech 1912–1913 v Lednici (německy Eisgrub). Významnou osobností v historii ústavu byl po roku 1918 ředitel prof. Dr. F. Frimmel-Traisenu (1888–1957), který byl mimo jiné šlechtitelem pravděpodobně první cíleně vyšlechtěné odrůdy meruňky v Lednici s názvem Frimmelova Uherka, která byla svého času rozšířena (na některých místech ještě i dnes) na Jižní Moravě a v Čechách na Lounsku.

Vlastní historie šlechtění meruňek na Ústavu Ovocnictví – Zahradnické fakulty v Lednici je úzce propojená se vznikem genofondové kolekce meruňek, která byla v Lednici etablována již v roce 1962. V počátcích šlechtění na ústavu byl šlechtitelský program cílen především na vnitrodruhovému křížení vybraných rodičovských párů – s výběrem donorů z dostupné genofondové kolekce. V této první etapě ustanoveného šlechtitelského programu byly hlavní cíle zaměřeny na prodloužení období sklizňové zralosti, mrazuodolnost, a výběr tzv. ideotypů pro nejrůznější využití plodů. V pozdější následující druhé a třetí etapě šlechtění, byl vytyčen hlavní cíl získat rezistentní odrůdy vůči virové šarce švestek za současného zachování vysoké kvality plodů. Pro splnění tohoto ambiciózního cíle byly do křížení vybírány donory rezistence opět z genofondové kolekce, která se od roku 1962 výrazně rozrostla právě i o tyto genotypy. Ve šlechtitelském programu tedy byly využívány známé odrůdy jako Stark Early Orange (SEO), Henderson, později Harlayne, Stella (často používaný homozygotní genotyp s rezistencí k PPV) a Orangered a rezistentní hybridy vlastního původu. Tyto donory byly a jsou kombinovány s donory kvality plodů (klony Velkopavlovické a odrůdami jako Vestar, Poyer, Strepet, Forum, Chuang Zhi Hong, Bobcot a také lednickými odrůdami a hybridy první a druhé generace apod.). Neopominutelnou je i klonová selekce, která probíhala zejména u odrůdy Velkopavlovická a také francouzské odrůdy Bergeron (Krška et al., 2005).

Současná čtvrtá etapa šlechtění meruňek na Ústavu ovocnictví je cílena dvěma hlavními směry. Jednak je to pokračování vnitrodruhovému křížení vybraných donorů s různými cíli a dále je to mezidruhovému reciproké křížení vybraných donorů s kompatibilními slivoňovými druhy (asijské slivoně *P. salicina* a myrobalány *P. cerasifera*) pro studium dědičnosti znaků a dále pro získání prakticky využitelných hybridů. Pro oba směry jsou společné cíle, a to je rezistence k PPV, tolerance k fytoplazmě ESFY, mrazuodolnost, pozdní kvetení a podpora vlastností umožňujících lepší adaptabilitu k probíhajícím klimatickým změnám, a to vše při zachování vysoké kvality a atraktivitu plodů. V této etapě jsou využívány jako donory rezistence k PPV často stejné genotypy používané v již předchozích etapách, nicméně častěji jsou zde zapojujány i vlastní odrůdy získané z třetí etapy šlechtění jako Adriana, Betinka, Candela a Sophinka, kdy největší uplatnění z vyšlechtěných lednických odrůd mají v současné etapě šlechtění právě poslední dvě jmenované. Pro zvýšení tolerance k fytoplazmě ESFY se jako donory používají méně citlivé odrůdy např.: Poyer, Goldrich a Vestar. Pro šlechtitelské cíle spojené se zvyšováním adaptability ke klimatickým změnám jsou používány z genofondové kolekce různé donory širšího geografického původu v závislosti na požadovaném znaku. Pro šlechtění odrůd s nízkým požadavkem na chlad – právě do podmínek s probíhajícím oteplováním jsou vhodné některé např. španělské odrůdy, které byly zavedeny prozatím do pracovní genofondové kolekce meruňek jako např.: Búlida, Currot, Rojo Pasión, Selene. Naopak jako donory vyšší mrazuodolnosti či oddalující kvetení lze využít odrůdy: Agat a Vynoslivý a také genotypy lednického původu jako např.: Leskora, LE-5500, Frostina a LE-5959 (Pozdně kvetoucí). Pro populární pozdní zrání meruňek je donorem velmi kvalitní odrůda

Bergarouge a pro velmi pozdní zrání od druhé poloviny léta (srpen/září) nové zahraniční odrůdy jako Farclo[®], Farbaly[®], Fardao[®]. Naopak pro rané zrání jsou vhodnými donory odrůdy Leskora, LE-6016, Radka, Pricia, Ninfa[®], Tsunami[®] a Wondercot[®]. Pro zvyšování kvality plodů lze jako donory obecné kvality použít odrůdy jako standardní Velkopavlovická a dále Poyer, Veccot, Candela, Sephora, Digat či Mediabel. Pro barevně atraktivní plody mohou být jako donory červené barvy slupky použity odrůdy Bobcot, Chuang Zhi Hong a zejména nová specificky červenoplodá odrůda Rubista.

Své uplatnění najdou i lokální genotypy získané od hobby pěstitelů a nadšenců, kde jako donory velikosti plodů lze použít např. genotypy s pracovními názvy Pastyrik, UH Konečný, Macanda apod.

Pro počáteční mezidruhovou hybridizaci meruněk s asijskými slivoněmi a myrobalány, respektive jejich vzájemně reciproké křížení, byly v prvních generacích použity odrůdy meruněk se známými vlastnostmi, tak jako při vlastním šlechtění meruněk. Jako donory rezistence k PPV cílené na přenesení rezistence do myrobalánů a asijských slivoní byly použity odrůdy SEO, Orangered a Candela. V probíhající 1. etapě této mezidruhové hybridizace byly taktéž použity již existující získané externí mezidruhové hybridy s pracovními názvy Fertility (Čorný princ), Vaško Přerov, M-56 (Aprisali) a M-47 (Aprikyra). Z asijských slivoní pro křížení byly použity odrůdy jako Afrodite, Angeleno, Black Amber a Shiro. Pro šlechtitelskou práci na mezidruhových hybridech jsou také používány některé genotypy získané z opylení podnožových odrůd jako jsou MY-KL-A a Minoiu (BN4Kr).

Materiál a metody

Hodnocení hybridů probíhalo na Zahradnické fakultě v Lednici v rámci hybridní výsadby meruněk v letech 2018–2021. Rostlinný materiál je pěstován ve formě volně rostoucích zákrsků ve většině případů štěpovaný na myrobalánu nebo meruňkovém semenáči. Spon výsadby je 5 x 3 m (řady/v řádku). Výsadby jsou částečně zavlažované. Sad se nachází na velmi mírném svahu s jihovýchodní expozicí a nadmořskou výškou 185–191 m. n. m. Katastr obce Lednice spadá do kukuřičné výrobní oblasti. Půdy jsou hluboké, přičemž půdní typ je převážně černozem s celkovým obsahem skeletu do 10 %.

Průměrná roční teplota posledních let 2011–2021 dosahuje 11,93 °C (dlouhodobý normál 1960–1990 se pohybuje na úrovni 9,2 °C), data měřena přímo v Lednici. Z těchto hodnot se dá usoudit trend výrazně zvyšující se teploty. Průměrné srážky v katastru obce Lednice dosahují za výše uvedené období 477,57 mm což je 99,56 %. Hodnoty za uvedené období dosahovaly průměrně 2041,78 hod. (Vachůn, 2022).

Hodnocení plodů probíhalo na základě modifikovaného deskriptoru (klasifikátoru), který je určen k evidenci víceročních výsledků studia genetických zdrojů kulturních rostlin, podle Nitranský et al., (1992). Modifikace standardních znaků (Nečas et al., 2020) pro hodnocení hybridů byla minoritní (ne všechny výsledky hodnocených znaků lze pro rozsah uvést) a podoba hodnocených znaků byla následující:

Zralost plodů

Začíná se hodnotit od doby, kdy zralé plody z celého stromu dosáhly zastoupení alespoň 10 procent. Zde probíhalo hodnocení časově, tedy ke každému hybridu byl přiřazen odpovídající datum zrání.

Vyrovnanost plodů

V klasifikátoru původní znak č. 37. Nová hodnotící škála: 1 – zcela nevyrovnaný, 3 – málo vyrovnaný, 5 – středně vyrovnaný, 7 – vyrovnaný, 9 – velmi vyrovnaný.

Atraktivnost (vzhled) plodu

V klasifikátoru původní znak č. 95. Nová hodnotící škála: 1 – velmi málo atraktivní, 3 – málo atraktivní, 5 – středně atraktivní, 7 – atraktivní, 9 – velmi atraktivní.

Hmotnost plodu

Při hodnocení byl využit průměr z deseti plodů. V klasifikátoru původní znak č. 41:

Nová hodnotící škála velikosti plodu:

- 1 – extrémně malý (<20,0 g)
- 2 – velmi malý (20,1 – 30,0 g)
- 3 – malý (30,1 – 40,0 g)
- 4 – malý až střední (40,1 – 45,0 g)
- 5 – střední (45,1 – 55,0 g)
- 6 – střední až velký (55,1 – 60,0 g)
- 7 – velký (60,1 – 70 g)
- 8 – velmi velký (70,1 – 80 g)
- 9 – extrémně velký (> 80 g)

Výška plodu (Obr. 1)

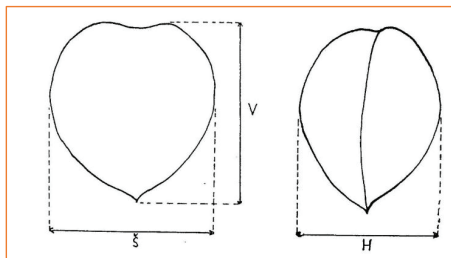
V klasifikátoru původní znak č. 38. Hodnocení ponecháno: 3 – malá, 5 střední, 7 velká.

Šířka plodu

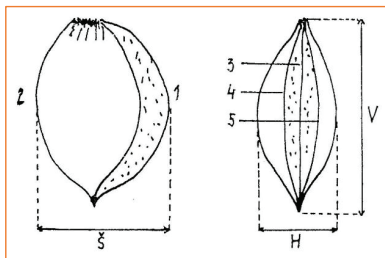
V klasifikátoru znak č. 39. Hodnocení ponecháno: 3 – malá, 5 střední, 7 velká.

Tloušťka plodu

V klasifikátoru znak č. 40. Hodnocení ponecháno: 3 – malá, 5 střední, 7 velká.



Obrázek 1: definované rozměry plodů.
pecky.



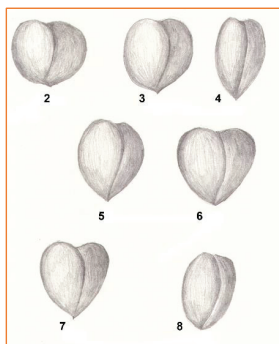
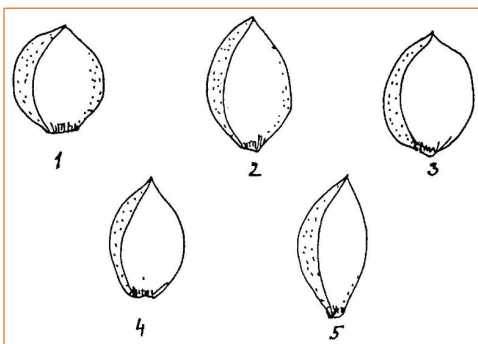
Obrázek 2: definované rozměry

Tloušťka dužniny

Není součástí deskriptoru, měření se provádělo posuvným měřítkem, hodnota je v (mm). Plod se rozpůlí podél brázdy a následně se změří tloušťka.

Tvar plodu (Obr. 3)

V klasifikátoru původní znak č. 36. Hodnotící škála 1 – zploštěle kulovitý, 2 – kulovitý, 3 – elipsovitý, 4 – vejčitý, 5 – srdčitý, 6 – trojúhelníkový, 7 zploštěle protáhlý, 9 – jiný.

**Obrázek 3: tvary plodů.****Obrázek 4: tvary pecek.***Barva plodu základní*

V klasifikátoru původní znak č. 42. Hodnotící škála ponechána: 3 – zelenožlutá, 4 – bledě krémová, 5 – krémová, 6 – žlutá, 7 – bledě pomerančová, 8 – pomerančová, 9 – tmavě pomerančová.

Barva plodu krycí (barva líčka)

V klasifikátoru původní znak č. 43. Hodnotící škála ponechána: 1 – chybí, 2 – medově žlutá, 3 – růžová, 4 – bledě červená, 5 – červená, 6 – karmínově červená, 7 – bordově červená, fialově bordová, 8 – červená, 9 jiná.

Barva dužniny

V klasifikátoru původní znak č. 44. Hodnotící škála ponechána: 1 – bílo zelená, 2 – bílá, 3 bledě krémová, 4 – krémová, 5 – žlutá, 6 – bledě pomerančová, 7 – pomerančová, 8 – červená, 9 – jiná.

Pevnost dužniny

V klasifikátoru původní znak č. 97. Nová hodnotící škála: 1 – rozbředlá/moučnatá, 3 – měkká 5 – středně tuhá, 7 – vyhovující, 9 – tuhá, plně vyhovující.

Chuť dužniny

Hodnotí se vůně, aroma, obsah kyselin a cukrů, tříslovin a jiných látek při optimální konzumní zralosti plodů. V klasifikátoru původní znak č. 99. Hodnotící škála ponechána: 1 – odpuzující, 3 – dostatečná, 5 – dobrá, harmonická, 7 – velmi dobrá, 9 – vynikající.

Odlučitelnost pecky

V klasifikátoru původní znak č. 100. Hodnotící škála ponechána: 1 – neoddělitelná, 5 – částečně oddělitelná, 9 – lehce oddělitelná.

Praskání plodu (pukavost brázdy)

V klasifikátoru původní znak č. 49. Hodnotící škála ponechána: 1 – puká po celé délce, 5 – puká na bázi, 9 – nepuká.

Refraktometrická sušina (obsah sušiny v dužnině)

V klasifikátoru původní znak č. 104. Hodnotící škála ponechána:

- 1 – velmi nízký (<10 %)
- 3 – nízký (10,1 – 15 %)
- 5 – střední (15,1 – 20 %)
- 7 – vysoký (20,1 – 30 %)
- 9 – velmi vysoký (>30 %)

Hmotnost pecky

V klasifikátoru znak č. 54. Hodnoticí škála ponechána:

- 1 – velmi malá (<1,1 g)
- 3 – malá (1,1 – 2 g)
- 5 – střední (2,1 – 3 g)
- 7 – velká (3,1 – 4 g)
- 9 – velmi velká (>4 g)

Výška pecky (Obr. 2)

V klasifikátoru znak č. 51. Hodnoticí škála ponechána: 3 – malá, 5 – střední, 7 – velká. Hodnoty měřeny v milimetrech.

Šířka pecky

V klasifikátoru původní znak č. 52. Hodnoticí škála ponechána: 3 – malá, 5 – střední, 7 – velká.

Tloušťka pecky

V klasifikátoru znak č. 53. Hodnoticí škála ponechána: 3 – malá, 5 – střední, 7 – velká.

Procentický podíl dužniny na hmotnosti plodu

Vypočítá se ze vztahu:

$$\frac{\text{hmotnost pecky (g)}}{\text{hmotnost plodu (g)}} * 100 = \%$$

Chuť jádra

V klasifikátoru původní znak č. 101. Hodnoticí škála ponechána: 3 – sladká (S), 5 – sladkohořká (SH), 7 – hořká (H).

Hmotnost semene

V klasifikátoru původní znak č. 62. Hodnoticí škála ponechána:

- 3 – malá (<0,8 g)
- 5 – střední (0,8 – 1,2 g)
- 7 – velká (>1,2 g)

Původ hybridů

Popisovaná skupina hybridů představuje kandidátní genotypy vyšlechtěné v Lednici do odrůdových zkoušek u ÚKZÚZ.

Původ: LEM-108 (Orangered x VOP), LEM-118, LEM-124, LEM-125 (Chuang zhi hong x Harlayne), LEM-121 (Early Blush x Candela), LEM-130 (Harlayne x Strepet), LEMY/2017/11 (MY-KL-A x směs pylů), pro srovnání vlastností jako kontrolní odrůda byla zvolena odrůda Orangered (Obr. 12).

Výsledky a diskuse

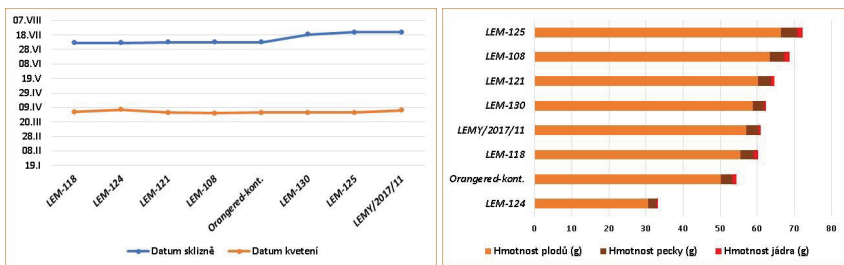
Hodnocení probíhalo v letech 2018-2021 a vzhledem ke klimatickým průběhům posledních let, kdy se každoročně vyskytují pozdní jarní mrazíky, které toto hodnocení značně komplikují, jsou data zprůměrována tak, aby získané hodnoty byly 3-leté. Zjištěné výsledky korespondují

s předcházejícím hodnocením jiné skupiny hybridů vyšlechtěných na ZF v Lednici (Nečas a kol., 2020 a 2021).

Perioda fenofáze kvetení meruněk je významně ovlivněna průběhem počasí v zimním období, přičemž při této závislosti nastává nejraněji cca od poloviny března (frekvence tohoto termínu se v posledních letech znásobuje) a trvá až do 1. poloviny dubna v chladných letech. Ze zjištěných hodnot vyplývá, že z uvedených hybridů je nejraněji kvetoucí LEM-108 s průměrným termínem kvetení okolo 1.4., naopak nejpozději vykvétající byl hybrid LEM-124 s termínem okolo 6.4. (Graf 1).

Fenofáze zrání je podobně jako kvetení ovlivněna průběhem počasí a dále násadou plodů. Opět podobně jako u kvetení je variabilita termínů zrání v letech poměrně vysoká a rozdíl může v extrémních případech dosahovat 10-15 dní v závislosti na podmínkách daného roku. Z výsledků je pak patrné, že nejraněji zrající hybridy byly LEM-118 (Obr. 8) a LEM-124 (oba okolo 7.7.). Naopak jako pozdě zrající se ukázal atraktivní hybrid LEM-125 (Obr. 5) a kříženec myrobalánu s meruňkou LEMY/2017/11 (oba v termínu okolo 22.7. - Graf 1).

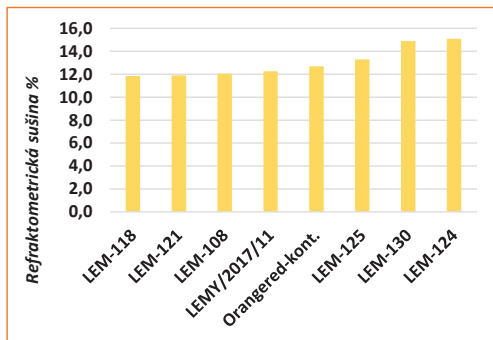
Chuť je nejdůležitějším subjektivním kritériem kvality plodů a toto hodnocení skýtá význam pouze pro hodnotitele v širším kontextu hodnocení vícero genotypů. Vnímání chuti je významně individuální a to, co se určitým jedincům zdá jako vyhovující, již jiné skupině nemusí vyhovovat. Cílem šlechtitele je se trefit s chuťovými vlastnostmi plodů co nejširší skupině uživatelů a v procesu šlechtění se proto musí často oprostit od svých individuálních preferencí. Po chuťové stránce byly nejlépe hodnoceny plody hybridů LEM-108 (Obr. 9), LEM-124 (Obr. 10) a LEM-125. Pro zpracování a hledání alternativních zdrojů potravin např. bílkovin jsou dnes významné i semena peckoviny proto se preferují odrůdy se sladkými jádry, což bylo zjištěno u hybridů LEM-125 a LEM-130.



Graf 1: průběh hlavních fenofází u sledovaných hybridů. Graf 2: hmotnost plodů, pecek a jader.

Významným kvalitativním a obchodním znakem komerčně úspěšných odrůd je hmotnost plodů, přičemž zákazníci u peckového ovoce preferují větší velikost. Proto je jedním ze šlechtitelských cílů při šlechtění meruněk dosáhnout větší velikosti plodů. Z grafu č.2 je možné si udělat představu, jak na tom jednotlivé sledované hybridy jsou s velikostí plodů (podle hmotnosti v g), stejně tak s velikostí pecky a jádra. Z tabulky č. 1 je pak možné zjistit, jaký je procentický podíl pecky a hmotnosti plodů, což je opět důležitý znak vyjadřující podíl konzumovatelné a nekonzumovatelné části plodu. Čím je tato hodnota nižší, tím větší je jedlý podíl plodu a pecka menší. K těmto plodovým parametrům patří dále tloušťka dužniny, která opět ovlivňuje kvalitu plodů. Z výsledků vyplývá, že průměrná tloušťka se pohybovala na úrovni 12,7 mm, kdy nejmenší hodnoty tloušťky dužniny byly zjištěny u hybridu LEM-124 (9,3 mm) a naopak největších hodnot u mezidruhového hybridu LEMY/2017/11 (16,0), nicméně zde může být výsledek lehce ovlivněn skutečností, že pecka je neodlučitelná od dužniny. Se znakem velikost plodů je také provázán znak násada plodů, který má přímý vliv na velikost

plodů. Čím větší násada, tím dochází k tzv. přeplození a ke zmenšování plodů, přičemž nezbytným krokem ke zvrácení tohoto stavu je probírka plodů. Násada je vlastnost ovlivněná vnějším prostředím a také geneticky podmíněná jako schopnost diferenciacie květních pupenů (odrůdy přeplozující a odrůdy méně plodné). Ve sledovaném období jsou násady plodů pouze orientační, neboť ve většině let byly postiženy výskytem pozdních jarních mrazíků, v určité úrovni mohou být tyto hodnoty signálem mrazuodolnosti (Tab. 1).



Graf 3: hodnoty refraktometrické sušiny plodů.



Obrázek 5: atraktivní hybrid LEM-125.

Dalším významným měřitelným kvalitativním znakem jsou hodnoty refraktometrické sušiny, poskytující údaj o přibližné cukernatosti plodů a dále hodnoty obsahu titrovatelných kyselin (neuváděno), které v komplexu tříslovinami definují základní chuťový vjem plodu. Z výsledku vyplývá, že průměrná hodnota refrakce souboru dosahovala 13,01 % a tedy nadprůměrné, jak vyplývá z grafu 3, byly celkem tři hybridy konkrétně LEM-125, LEM-130 (Obr. 7) a LEM-124.

Penetrometrické stanovení pevnosti slupky je určitým znakem definujícím jednak úroveň zralosti a pevnosti plodu a také jeho potenciální transportabilitu. Z určitého hlediska je to subjektivně hodnocený znak i když je měřený, neboť stanovit stejnou úroveň zralosti pro různé zrající genotypy je velmi komplikované viz. tabulka č.1.

Z dalších kvalitativních znaků subjektivní povahy byly hodnoceny:

Atraktivita a vzhled plodů, která je také významným znakem ovlivňujícím úspěch odrůdy, nicméně podobně jako u chuti je to znak s individuálním významem, kdy někdo preferuje např. červenou barvu slupky a pro někoho je meruňka zásadně oranžová. Někomu vyhovuje kulatý tvar a někomu zase vejčitý nebo elipsovité (protáhlý). Taktéž každoročně je vzhled plodů ovlivněn průběhem počasí nebo přeplozením, kdy v některých letech můžou plody vypadat hůře nebo lépe. Proto je znak subjektivní, a navíc výsledná hodnota nemusí korespondovat z fotodokumentací, kdy je vždy focen ideální stav (nejčastěji). Z hodnocení vyplývá, že z našeho úhlu pohledu byly nejvíce atraktivní hybridy LEM-125, LEM-108, LEM-118 a LEMY/2017/11. Poměrně hůře byl hodnocen barevně zajímavý (červenoplodý) hybrid LEM-124. Vyrovnanost plodů jako další znak je spíše technickým znakem definujícím skutečnost, že tvar plodu je „normální“ a nevyskytují se výsoce extrémní rozdíly ve tvaru a velikosti plodu vybočující z přijatelných hodnot. Podobně je tomu u tvaru plodu, který má spíše význam pro transportabilitu nebo zpracování (zavařování) a je důležitým pomologickým určovacím znakem, než aby přímo ovlivňoval kvalitu plodu. Naproti tomu povrch plodu tedy znak, je-li slupka plstnatá nebo hladká a má svůj význam pro svoji cílovou skupinu. Jemné

ochlupení plodu meruněk, stejně jako broskví, může vyvolávat alergické reakce a pro některé konzumenty je psychologicky nepřijatelné. Jako nejméně plstnaté se projeví zejména mezidruhový hybrid LEMY/2017/11 (jako znak přenášený z myrobalánu) a dále hybridy LEM-124, LEM-125 a LEM-130. Odlučitelnost pecky od dužniny je znakem důležitým jak pro konzum, tak pro zpracování. Je zřejmé, že plody s neodlučitelnou peckou se hůře konzumují a samozřejmě zpracovávají. Kromě mezidruhového křížence LEMY/2017/11 (Obr. 6), který je opět po myrobalánu špatně odlučitelný (nejde o totální neodlučitelnost v plné biologické zralosti, jde sice špatně odloučit, ale jde), měly ostatní hybridy odlučitelnost pecky na přijatelné úrovni (Tab. 1). Posledním subjektivním hodnoceným znakem je hodnocení barvy slupky, líčka a dužniny. Nejstálější z těchto znaků je barva dužniny, která je ve většině případů v odstínech oranžové, pouze v případě některých tzv. „white apricot“, což jsou odrůdy pro sušení, může být barva krémová nebo v odstínech žluté. Speciálním případem jsou pak opět mezidruhový kříženci, kde mohou barvy slupky přecházet až do červené či vínové. Barva líčka je odrůdovým znakem a dle současných trendů je cílem šlechtění vyšlechtit odrůdy s výrazným celistvým líčkem nebo kompletně překrývajícím základní barvu. Naproti tomu základní barva slupky plodu ztrácí na šlechtitelském významu u standardních odrůd pro přímý konzum, neboť jak bylo výše uvedeno, cílem šlechtění odrůd je ve většině případů barevně atraktivní plod. Samozřejmě standardně oranžové plody meruněk a rozmytým líčkem nebo tečkami na povrchu slupky zde budou i nadále.

Závěr

Vzhledem k tomu, že se jedná již o předvybrané hybridy v hodnocení více než 15 let, je popisované závěrečné zhodnocení spíše úhlem kritického pohledu na regulaci počtu podaných přihlášek pro registraci nových odrůd než významným vědeckým zhodnocením znaků. Nicméně z tohoto závěrečného zhodnocení je zřejmé, že hybridy LEM-125 a LEM-108 mají kvalitativně navrch před ostatními hybridy. Dále by se v registraci mohlo případně počítat i s hybridy LEM-118 nebo LEM-121. Mezidruhový hybrid LEMY/2017/11 má potenciál pro další šlechtění a zlepšování kvalitativních vlastností nebo pro šlechtění a selekci podnožových typů.



Obrázek 6: plody a strom mezidruhového hybridu LEMY/2017/11.

Tabulka 1: hodnoty znaků u sledovaných hybridů meruněk.

Hybrid	Datum sklizně	Vyrovnanost plodů	Atraktivita- vzhled	Tvar plodu	Barva plodu základní	Barva plodu levcí	Barva dužniny	Chuť dužniny	Odlučitelnost	Přínatnost plodu	Refrakt. sušina	Tloušťka dužniny (mm)	Penetrom etie (MPa)	Násada plodů	Hmotnost plodů (g)	Hmotnost pecky (g)	Hmotnost jádra (g)	Chuť jádra	% podíl pecky z plodu
LEM-125	22.VII	9	9	3	3	5	6	7	9	3	13,3	12,0	0,86	7	66,39	4,37	1,34	S	6,61
LEM-118	07.VII	6	8	6	5	5	5	6	9	5	11,9	12,5	1,57	7	55,39	3,72	0,98	H	6,77
LEM-121	08.VII	6	4	5	4	4	6	5	7	5	11,9	14,1	1,11	4	60,22	3,43	0,99	SH	5,71
LEM-108	08.VII	8	9	5	5	5	4	6	9	5	12,1	12,5	1,06	4	63,27	4,00	1,29	H	6,39
LEM-130	19.VII	7	7	5	4	4	6	5	9	3	14,9	11,0	0,73	5	58,71	3,00	0,65	SH	5,18
LEM-124	07.VII	8	5	3	5	5	7	7	9	3	15,1	9,3	0,99	7	30,45	2,36	0,44	S	7,77
LEM/2017/11	22.VII	9	9	3	6	6	7	5	1	1	12,3	16,0	0,78	8	56,97	3,34	0,52	H	2,92
Orangered-kont.	08.VII	7	8	6	4	3	5	6	9	5	12,7	14,4	1,08	4	50,14	3,12	1,12	S	6,22



Obrázky 7-10: zleva hybrid LEM-130, LEM-118, LEM-108, LEM-124.



Obrázek 11: perspektivní hybrid LEM-121.



Obrázek 12: kontrolní atraktivní odrůda Orangered

Dedikace

Tento článek vznikl za podpory Národního programu konzervace a využívání genetických zdrojů rostlin, zvířat a mikroorganismů významných pro výživu a zemědělství (NPGZ) subprogram 6.2.10 - 51834/2017-MZE-17253. Použité laboratorní vybavení bylo pořízeno za podpory projektu CZ.02.1.01/0.0/0.0/16_017/0002334 Výzkumná infrastruktura pro mladé vědce.

Použitá literatura

- Beranová, M., 2011: Jídlo a pití v pravěku a ve středověku. Academia, 512 s. ISBN 978-80-200-1991-2.
- Krška, B., Vachůn, Z., Nečas, T., 2005: Šlechtění meruněk v České republice. Zahradnictví = Záhradnictvo: Měsíčník pro profesionální zahradníky. Odborný recenzovaný časopis. č. 11, s. 10-12. ISSN 1213-7596.
- Nečas, T., Göttingerová, M., Wolf, J., Kiss, T., Rampáčková, E., Ondrášek, I., 2020: New promising apricot hybrids from Faculty of Horticulture in Lednice. Acta Horticulturae 1290. Leuven, Belgie: ISHS, s. 169-178. ISBN 978-94-62612-88-4.
- Nečas, T., Göttingerová, M., Rampáčková, E., Gála, P., Kiss, T., Ondrášek, I., Vachůn, Z., 2021: Perspektivní hybridy meruněk vyšlechtěné na ZF v Lednici. Zahradnictví = Záhradnictvo: Odborný recenzovaný časopis, sv. 20, č. 3, s. 5-9. ISSN 1213-7596.
- Němec, B., 1955: Dějiny ovocnictví, Československá akademie věd-ČSAV, 278 s.
- Nitranský, Š., 1992: Klasifikátor Descriptor list genus Armeniaca P. Mill. Semex ŠP Bratislava. Šlachtitelsko-Výzkumná stanica Veselé při Piešťanoch, Výzkumný ústav rostlinné výroby Praha-Ruzyně.
- Vachůn, M., 2022: Souhrnné meteorologické údaje CHMI Lednice 2010–2021. [online], [cit. 2022-07-25].
[www: http://is.mendelu.cz/auth/dok_server/dokumenty_cteni.pl?dok=189218;id=70698](http://is.mendelu.cz/auth/dok_server/dokumenty_cteni.pl?dok=189218;id=70698).

Kontaktní adresa: Ing. Tomáš Nečas, Ph.D. Ústav ovocnictví, Zahradnická fakulta v Lednici, Mendelova univerzita v Brně, Valtická 337, Lednice 69144, Česká republika, tomas.necas@mendelu.cz

HODNOCENÍ PŮVODNÍCH KLONŮ CHMELE (*HUMULUS LUPULUS* L.)

*Evaluation of original clone of hops (*Humulus lupulus* L.)*
Nesvadba V., Charvátová J.

Chmelařský institut s.r.o. Žatec

Abstrakt

Z historických původních klonů chmele má nejvyšší výnos Ústecký smetaňák (1,93 t/ha), Dubský zeleňák (1,80 t/ha) a Hřebčí chmel (1,51 t/ha). Naopak malý výnos chmele má Mastýřovický (0,50 t/ha). Nejvyšší obsah alfa kyselin mají Osvaldův klon 147 a/I (3,88 % hm.), Osvaldův klon 86 (3,71 % hm.) a Osvaldův klon 114 (3,45 % hm.). Nejnížší obsah alfa kyselin 1,05 % hm. mají shodně Hřebčí chmel a Ústecký smetaňák. Nejvyšší obsah silic mají Osvaldův klon 147 a/I (0,77 % hm.), Žatecká populace (0,68 % hm.) a Osvaldův klon 126 (0,65 % hm.). Nejnížší obsah silic mají klony Mastýřovický (0,35 % hm.), Hřebčí chmel (0,35 % hm.) a Tršický (0,31 % hm.). Hodnocené chmele mají poměrně vyrovnané složení silic, pouze Dubský zeleňák má extrémně nízký podíl Farnesenu (4,35 % rel.) a vysoký podíl Selineňů (8,95 % hm.).
Klíčová slova: chmel, *humulus lupulus* L., výnos, chmelová pryskyřice, chmelové silice

Abstract

The highest yields of the original hops clones have Ustecky smetnak (1.93 t/ha), Dubsky zelenak (1.80 t/ha) and Hrebci (1.51 t/ha). Low yield of hops has Mastyrovisky (0.50 t/ha). Osvald clone 147 a/I (3.88 % w/w), Osvald clone 86 (3.71 % w/w) and Osvald clone 114 (3.45 % w/w) have the highest alpha acid content. The lowest content of alpha acids 1.05 % w/w have the same Hrebci and Ustecky smetnak. The highest content of essential oils are found in Osvald clone 147 a/I (0.77 % w/w), Saaz population (0.68 % w/w) and Osvald clone 126 (0.65 % w/w). The lowest content of essential oils have clones Mastyrovisky (0,35 % w/w), Hrebci (0,35 % w/w) and Trsicky (0,31 % w/w.). Evaluated hops have a relatively balanced composition of essential oils, only Dubsky zelenak has an extremely low ratio of Farnesen (4.35% rel.) and a high ratio of Selenin (8.95 % rel.).

Key words: hops, *humulus lupulus* L., yield, hop resin, hop oils

Úvod

Začátky šlechtění byly postaveny na prostém výběru z populací planých chmelů, které byly jako první využívány k vaření piva. Na základě hodnocení kvality uvařeného piva z těchto chmelů byly postupně vybírány nejlepší plané chmele v rámci jednotlivých lokalit. Místa, kde rostly kvalitní chmele, se poté dědila z generace na generaci. Postupně se tyto chmele vysazovaly do zahrad. Od zahájení větší výroby piva v kláštorech, později i ve vznikajících pivovarech, se právě tyto chmele začaly využívat pro množení a následné výsadby do chmelnic, tzv. tyčovek. Tímto způsobem vznikaly původní krajové odrůdy, např. žatecký, ústecký, dubský, hřebčí chmel atd. Právě kvalita piva vařeného z těchto krajových odrůd prokázala, že nejlepší chmele pro vaření piva pocházejí ze žatecké oblasti. Nejvíce dokumentů o významu českého chmele je zachováno z dob vlády Karla IV., který zakázal vývoz chmelových sádí žateckého chmele (Nesvadba, 2008).

Nejrozšířenější byl žatecký chmel, který vykazoval nejvyšší pivovarskou kvalitu. Český chmel by nebyl tím, čím je, bez řady vynikajících odborníků a šlechtitelů. První klonová selekce

byla provedena v úštěcké populaci Kryštofem Semšem z Vrbice u Roudnice, který provedl pozitivní výběr ve svém porostu. V roce 1942 Göpp popisuje získání tohoto chmele takto: Semš v letech 1853 až 1854 vysazoval chmel na tyče. V roce 1855 při procházení chmelnice byla pěstiteli nápadná vzniklá souhra jednoho jediného chmelového keře, který se vyznačoval svěžím růstem, o něco časnějším květem a velmi bohatým osypem. Tento chmel vzrostl do foremných uzavřených hlávek, navěšených kolem tyček, takže bylo možno spatřit jen málo listův. Tato jediná rostlina byla pak čile namnožena a v krátkém čase známa jako Semšův chmel. Autor dále uvádí, že se Semšovi podařilo svého času nalézt pravou mutaci, která oproti jiným keřům stejné chmelnice vynikala řadou lepších vlastností. První odrůdou se tak v Čechách stává Semšův chmel. Někdy v té době se objevuje jeho obchodní pojmenování „červeňák“ v několika verzích - starožatecký, starouštěcký či český. Na přelomu století se začíná více uplatňovat starožatecký chmel. Tento trend postihuje též Úštěckou oblast, jak uvádí Chodounský (1900), že v únoru 1900 se usneslo 32 obcí Polepské tržnice, že nikdo z pěstitelů neprodá nadále více sazeček Semšáku - „čisté chmelnice stále řidčeji, dává přednost starožateckému“. Nejdříve byly pěstovány odrůdy Lučan a Blato. Lučan vznikl po soustavném udržovacím a zlepšovacím šlechtění z odrůdy „Žatecký krajový“, a byl registrován až v roce 1941. Blato (registrováno v roce 1952) vzniklo z krajové odrůdy „Úštěcký krajový“.

Zakladatelem moderních metod šlechtění chmele pomocí klonové selekce v původních krajových porostech byl Doc. Karel Osvald. Klonovou selekcí se zabýval od roku 1927, kdy bylo vybráno 150 klonů a následně byly vysázeny po 2 rostlinách (Osvald, 1929; 1931). Některé klony jsou dosud v polní kolekci genetických zdrojů chmele, včetně původních krajových odrůd (Dubský zeleňák, Mastýřovický, Hřebčí, Úštěcký smetaňák atd.). Z jeho dlouholetého úsilí získalo české chmelařství tři klony, které byly pojmenovány po tomto šlechtiteli. Výsledkem jeho práce je Osvaldův klon 114, klony 31 a 72 si vybrali tehdejší přední pěstitelé sami (Vent, 1999). Klony byly uznány v roce 1946 a pro pěstování povoleny v roce 1952. V současné době zaujímají stále 90 % z celkové plochy pěstovaného chmele v ČR. Další šlechtitelskou činností byly získány další klony - Sireň (1969), Zlatan (1976), Podlešák (1989) a Blšanka (1993). Nové klony popisují Beránek (1970), Zelenka a Rígr (1983), Slabyhoudek (1985), Rígr a Beránek (1991), Linhart a Nesvadba (1994). Ovšem tyto klony se v současné době nepěstují.

V posledních letech dochází k výrazným rozdílům v průběhu počasí. Některé roky jsou suché nebo s vysokými teplotami, což ovlivňuje kvalitativní i kvantitativní parametry u chmele (Krofta a kol., 2019; Krofta a kol., 2020). Z tohoto důvodu se často naskytuje otázka testování jiných původních klonů původem ze žateckého chmele. Osvald je šlechtitel před 100 lety a v současné době jsou odlišné povětrnostní podmínky. Z tohoto důvodu se v polní kolekci vybraly vzrůstově nejlepší genotypy, které byly následně hodnoceny.

Materiál a metody

Hodnocení bylo provedeno v letech 2018 a 2019 v rámci kolekce genetických zdrojů chmele České republiky. Kolekce je umístěna ve Stekníku u Žatce. Agrotechnika, výživa a ochrana byla provedena dle pěstební metodiky chmele.

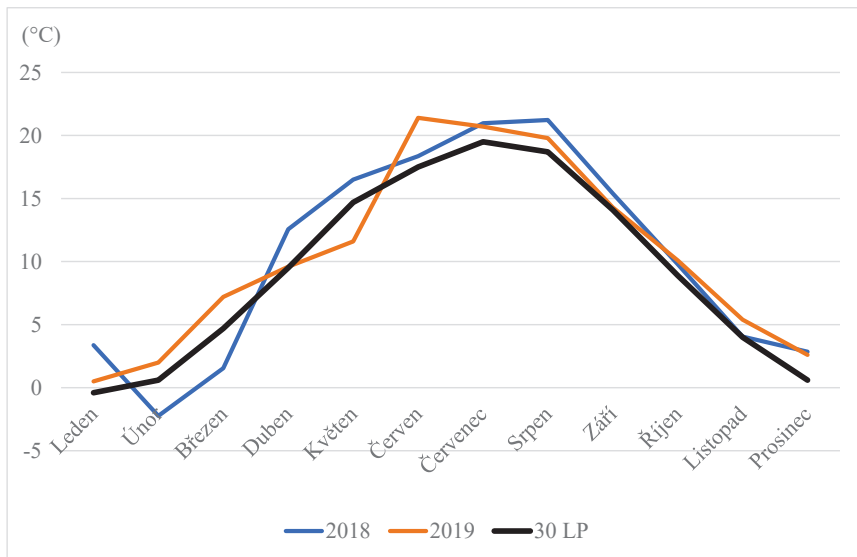
Vybrané klony: Osvaldův klon 31, Osvaldův klon 72, Osvaldův klon 86, Osvaldův klon 114, Osvaldův klon 124 b, Osvaldův klon 126, Osvaldův klon 136 b, Osvaldův klon 147 a/I, Mastýřovický, Staročeský, Tršický, Žatecká populace, Hřebčí chmel, Úštěcký smetaňák, Dubský zeleňák.

Hodnocené genotypy jsou pěstovány v těchto podmínkách:

Chmelnice se nachází v nadmořské výšce 215 m v Žatecké chmelařské oblasti a chmelařské poloze střední Poohří. Nalézá se v teplém a suchém regionu, suma teplot nad 10 °C činí 2600–2800 °C za rok.

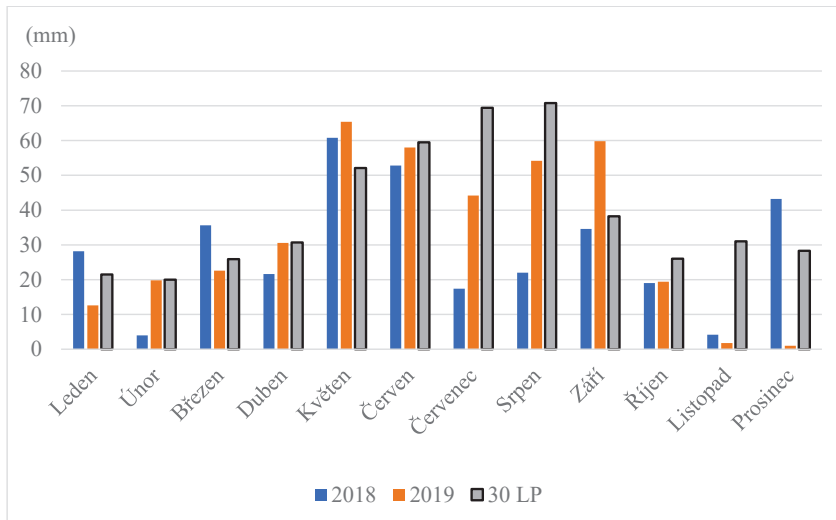
Z Grafu 1 je patrný průběh průměrných měsíčních teplot v roce 2018 a 2019 (Stekník) v porovnání s 30letým průměrem (ČHMÚ). V roce 2018, mimo února a března, byly průměrné měsíční teploty vyšší než 30letý průměr. Rok 2019 byl opět teplejší než 30letý průměr, pouze v měsíci květen byla teplota nižší.

Graf 1: Průměrné měsíční teploty v letech 2018 a 2019.



Graf 2 poukazuje, že v lednu 2018 byl průměr srážek vyšší a v roce 2019 poloviční než 30letý průměr. V roce 2018 byly srážky v únoru a dubnu nízké, a naopak v březnu vysoké. Srážky v roce 2019 byly od února do dubna téměř shodné jako 30letý průměr. V letech 2018 a 2019 v květnu byly srážky vyšší a v červnu téměř na shodné úrovni jako 30letý průměr. Zajímavé je, že průměrné srážky v červenci i srpnu v obou letech byly nižší, dokonce v roce 2018 až velmi nízké (červenec 17,4 mm a srpen 20,0 mm). Od září už nemají srážky vliv na kvalitativní a kvantitativní parametry, protože jejich sklizeň probíhá do konce srpna.

Graf 2: Průměrné měsíční srážky v letech 2018 a 2019.



Půdní charakteristika

Pedologicky se jedná o nivní půdy, lehké s koluviálními a nivními sedimenty. Sklonitost půdy – úplná rovina bez projevů plošné vodní eroze, expozice pozemku je všesměrná. Půda je bezskeletovitá, hluboká více jak 60 cm.

Každá rostlina je sklizena samostatně. Česání chmelových rostlin bylo provedeno na pokusném česacím stroji Volf. Výnos je uveden v tunách na 1 ha (t/ha). Soubor rostlin byl sklizen a výnos čerstvého chmele byl stanoven v kg čerstvého chmele/rostlinu. Přepočet výnosu chmele je dán počtem rostlin na 1 ha, což při sponu 1,14 x 3,00 m představuje 3300 rostlin. Koeficient sušiny čerstvého chmele na suchý chmel je 4. Obsah a složení chmelových pryskyřic byly stanoveny kapalinovou chromatografií (EBC 7.7). Obsah a složení chmelových silic byl stanoven kapalinovou chromatografií ze suchých hlávek (Krofta K., 2008).

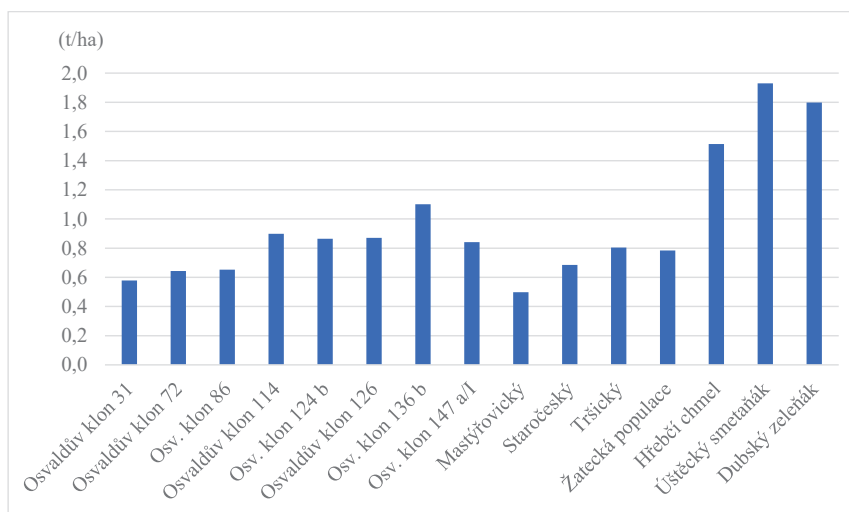
Pro hodnocení byly použity základní statistické metody v rámci celého souboru klonů: průměr, směrodatná odchylka a variabilita je vyjádřena v % (stonásobek variačního koeficientu). Parametry $x-s$, $x+s$, $x-2s$ a $x+2s$ poukazují na odlišnost daného klonu v rámci souboru. Pokud některý klon přesahuje hranici $x+s$ tak je odlišný od průměru jedinců a při překročení hranice $x+2s$ se vymyká z daného souboru dat. Tyto limitní hranice v rámci souboru jsou používány ve šlechtění chmele. Při široké variabilitě dat lze použít i limitní hranice $x+3s$ (Nesvadba V., 2001).

Výsledky a diskuze

Průměrný výnos u všech klonů je 0,96 t/ha, při variabilitě 45,47 %. Z grafu 3 je patrné, že nejvyšší výnos mají Úštěcký smetaňák (1,93 t/ha), Dubský zeleňák (1,80 t/ha) a Hřebčí

chmel (1,51 t/ha). Dle atlasu českých odrůd chmele klony Úštěcký smetaňák a Dubský zeleňák dosahují spodní výnosové hranice u odrůd Sládek, Harmonie, Bor, Premiant, Rubín, Agnus a Vital, která je na úrovni 1,8 t/ha. Hranici $x+2s$ (1,84 t/ha) překračuje pouze Úštěcký smetaňák a hranici $x+s$ (1,40 t/ha) překračují odrůdy Dubský zeleňák a Hřebčí chmel. Naopak pod hranicí $x-s$ (0,53 t/ha) má výnos chmele Mastýřovický (0,50 t/ha). Průměrný výnos mají i registrované Osvaldovy klony 31 (0,58 t/ha), 72 (0,64 t/ha) a 114 (0,90 t/ha). Pouze klon 114 splňuje výnosové rozpětí v atlasu českých odrůd chmele, které je 0,8 – 1,5 t/ha. Ovšem tato hodnota je pro chmele z viruprosté sadby. Vyšší výnos vykazuje i Osvaldův klon 136 b a to 1,10 t/ha. Je nutné připomenout, že všechny klony nejsou ozdravené, proto je nižší výnosová úroveň než v produkčních porostech z viruprosté sadby.

Graf 3: Výnos chmele u sledovaných klonů



V Tabulce 1 jsou uvedeny průměrné hodnoty obsahu a složení chmelových silic, včetně základního statistického hodnocení. Všechny klony vykazují průměrný obsah alfa kyselin 2,59 % hm., při variabilitě 33,06 %. Nad hranici $x+s$ (3,44 % hm.) mají obsah alfa kyselin Osvaldův klon 147 a/l (3,88 % hm.), Osvaldův klon 86 (3,71 % hm.) a Osvaldův klon 114 (3,45 % hm.). Tento obsah alfa kyselin odpovídá pouze ŽPČ (Nesvadba a kol., 2013). Dle výsledků z praxe, dosahují výši obsahu alfa kyselin i u odrůdy Saaz Late, která je na úrovni 3,00 % hm. (Krofta a kol., 2020). Naopak pod hranicí $x-s$ (1,73 % hm.) vykazují klony s obsahem alfa kyselin 1,05 % hm. (Hřebčí chmel a Úštěcký smetaňák). Průměrný obsah beta kyselin je 3,76 % hm., při variabilitě 19,71 %. Variabilita obsahu beta kyselin je o 13,35 % nižší než variabilita obsahu alfa kyselin. To poukazuje, že u hodnocených klonů je obsah beta kyselin stabilnější než obsah alfa kyselin. Pod hranicí $x-s$ (3,02 % hm.) mají obsah beta kyselin klony Osvaldův klon 124 b

(2,21 % hm.), Staročeský (2,61) a Oswaldův klon 126 (2,81 % hm.). Pro žatecký chmel je typický poměr alfa/beta kyselin kolem 1. Z výsledků je patrné, že hodnocený soubor klonů vykazuje nízký průměrný podíl alfa/beta kyselin a to 0,73, při vysoké variabilitě 36,59 %. Hranici x+s (1,00) přesahují klony, které vykazují i nízký poměr beta kyselin a to Oswaldův klon 126 (poměr alfa/beta je 1,06) a Oswaldův klon 124 b (poměr alfa/beta je 1,12). Naopak pod hranicí x-s (0,46) jsou klony s nízkým obsahem alfa kyselin a to Hřebčí chmel (poměr alfa/beta je 0,27), Úštěcký smetaňák (poměr alfa/beta je 0,25) a Oswaldův klon 136 b (poměr alfa/beta je 0,41). Takto nízký poměr alfa/beta má pouze odrůda Mimosa. Průměrný podíl kohumulonů je 24,05 % rel., při variabilitě 7,52 %. Nízká variabilita poukazuje na to, že podíl kohumulonů u klonů je stabilní. Nad hranicí x+s (25,86 % rel.) mají podíl kohumulonů klony Oswaldův klon 124 b (28,35 % rel.) a Oswaldův klon 126 (25,90 % rel.). Pouze Oswaldův klon 124 b má podíl kohumulonů nad 26 % rel., což je nad max. výše podílu u ŽPČ, která je 26 % rel. (Nesvadba a kol., 2013). Naopak pod hranicí x-s (22,24 % rel.) mají podíl kohumulonů klony Tršický (22,10 % rel.) a Dubský zeleňák (20,50 % rel.). Nízký podíl kohumulonů vykazuje Dubský zeleňák, obdobně jako odrůdy Harmonie a Premiant. Průměrný podíl kolupulonů je 39,69 % rel., při velmi nízké variabilitě 5,99 %. Nejvyšší podíl kolupulonů mají Oswaldův klon 124 b (45,85 % rel.), Oswaldův klon 126 (43,20 % rel.) a Staročeský (42,55 % rel.). Zajímavé, že žádný genotyp nemá podíl kolupulonů pod hranicí x-s (37,32 % rel.). Průměrný obsah xanthohumolu 0,244 % hm. je velmi nízký. Nejvyšší obsah xanthohumolu mají z českých odrůd Agnus a Vital, které vykazují obsah xanthohumolu na úrovni 1 % hm. (Nesvadba a Krofta, 2008). Obsah xanthohumolu nad hranicí x+s (0,31 % hm.) mají klony Oswaldův klon 86 (0,34 % hm.), Oswaldův klon 31 (0,33 % hm.), Oswaldův klon 72 (0,32 % hm.) a Oswaldův klon 147 a/I (0,32 % hm.). Takto nízký obsah xanthohumolu mají pouze odrůdy ŽPČ, Saaz Late, Kazbek a Premiant. Pod hranicí x-s (0,18 % hm.) mají obsah xanthohumolu klon Hřebčí chmel (0,15 % hm.), Úštěcký smetaňák (0,16 % hm.) a Dubský zeleňák (0,17 % hm.). Zajímavé, že tyto 3 klony vykazují nejvyšší výnos chmele. Pivovary provádí chmelení piva dle obsahu alfa kyselin. Nejvyšší poměr xanthohumol/alfa 14,83 má klon Úštěcký smetaňák. Při chmelení 100 g alfa kyselin na 1000 l piva tento klon obsahuje 14,83 g xanthohumolu. Tento klon a Hřebčí chmele ((14,35) přesahují hranici x+2s (14,04). Zajímavé je, že žádný klon nemá poměr xanthohumol/alfa pod hranicí 7,78. Průměrný obsah DMX 0,049 % hm., při variabilitě 30,72 %. Nejvyšší obsah má klon Dubský zeleňák (0,081 % hm.), který jako jediný přesahuje hranici x+2s (0,079 % hm.). Obsah DMX nad 0,080 % hm. vykazují pouze odrůdy Bor, Agnus a Vital (Nesvadba a kol., 2013). Přesto se nejedná o významný obsah DMX, protože odrůda Vital vykazuje až pětinasobný obsah DMX (Krofta a kol., 2013). Hranici x+s (0,064 % hm.) přesahuje Oswaldův klon 136 b. Pod hranicí x-s (0,034 %) mají obsah DMX Oswaldův klon 124 b (0,031 % hm.), Hřebčí chmel (0,029 % hm.) a Úštěcký smetaňák (0,034 % hm.).

Tabulka 1: Obsah a složení chmelových pryskyřic i polyfenolů

Klon	Alfa kys. (% hm.)	Beta kys. (% hm.)	Poměr alfa/beta	Kohumulon (% rel.)	Kolupulon (% rel.)	Xanthoh (% hm.)	Poměr xanth./alfa	DMX (% hm.)
Osvaldův klon 31	3,36	4,41	0,78	24,45	38,40	0,33	9,82	0,05
Osvaldův klon 72	2,99	3,57	0,86	24,25	40,10	0,32	10,55	0,05
Osv. klon 86	3,71	4,43	0,85	23,35	39,20	0,34	9,04	0,05
Osvaldův klon 114	3,45	3,85	0,94	23,35	38,35	0,30	8,85	0,05
Osv. klon 124 b	2,53	2,21	1,12	28,35	45,85	0,22	8,50	0,03
Osvaldův klon 126	2,75	2,81	1,06	25,90	43,20	0,24	8,55	0,04
Osv. klon 136 b	1,96	4,73	0,41	22,30	37,55	0,20	9,95	0,08
Osv. klon 147 a/I	3,88	4,58	0,86	23,20	38,95	0,32	8,13	0,06
Mastýřovický	2,44	3,61	0,68	24,70	40,00	0,26	10,68	0,05
Staročeský	2,34	2,61	0,94	25,45	42,55	0,20	8,35	0,04
Tršický	2,20	3,46	0,64	22,10	38,45	0,20	8,86	0,05
Žatecká populace	3,01	3,92	0,78	24,25	38,20	0,29	9,47	0,06
Hřebčí chmel	1,05	3,94	0,27	24,30	37,85	0,15	14,35	0,03
Úštěcký smetaňák	1,05	4,02	0,25	24,30	39,10	0,16	14,83	0,03
Dubský zeleňák	2,11	4,30	0,52	20,50	37,65	0,17	8,08	0,08
x	2,59	3,76	0,73	24,05	39,69	0,24	9,87	0,05
s	0,85	0,74	0,27	1,81	2,38	0,07	2,09	0,02
Vk	33,06	19,71	36,59	7,52	5,99	27,261	21,14	30,72
x-s	1,73	3,02	0,46	22,24	37,32	0,18	7,78	0,03
x+s	3,44	4,50	1,00	25,86	42,07	0,31	11,95	0,06
x-2s	0,88	2,28	0,20	20,43	34,94	0,11	5,69	0,02
s+2s	4,30	5,25	1,27	27,67	44,45	0,38	14,04	0,08

Z tabulky 2 je patrné, že průměrný obsah silic u klonů je 0,50 %, při variabilitě 27,04 %. Obsah silic pod hranicí x-s (0,37 % hm.) mají klony Mastýřovický (0,35 % hm.), Hřebčí chmel (0,35 % hm.) a Tršický (0,31 % hm.). Nad hranicí x+s (0,64 % hm.) jsou Osvaldův klon 147 a/I (0,77 % hm.), Žatecká populace (0,68 % hm.) a Osvaldův klon 126 (0,65 % hm.). Obdobný obsah silic mají pouze odrůdy ŽPČ a Saaz Late, které vykazují obsah silic 0,4 – 0,8 % hm. resp. 0,5 – 1,0 % hm. (Nesvadba a kol., 2013). Složení silic lze porovnávat s atlasem českých odrůd chmele (CHI, 2012). Průměrný podíl Myrcenu je 16,10 % rel., při variabilitě 20,70 %. Podíl Myrcenu pod hranicí x-s (12,77 % rel.) mají Tršický (10,53 % rel.) a Osvaldův klon 136 b (11,75 % hm.). Nad hranicí x+s mají podíl Myrcenu Mastýřovický (20,03 % rel.) a Osvaldův klon 31 (20,01 % rel.). Extrémně vysoký podíl Myrcenu má Osvaldův klon 147 a/I (23,14 % rel.), které je i nad hranicí x+2s (22,76 % rel.). Podíl myrcenu u všech klonů je na spodní hranici jako u odrůd ŽPČ a Saaz Late. Průměrný podíl Karyofylenu je 11,19 % rel., při variabilitě 20,94 %. Zajímavé je, že pod hranicí x-s (8,85 % rel.) mají podíl Karyofylenu Osvaldův klon 31 (7,99 % rel.) a Osvaldův klon 72 (8,76 % rel.). Nad hranicí x+s (13,54 % rel.) mají podíl Karyofylenu Dubský zeleňák (15,85 % rel.), Osvaldův klon 124 b (14,73 % rel.) a Osvaldův klon 126 (14,32 % rel.). Tyto klony s vyšším podílem Karyofylenu mají shodný podíl jako české odrůdy chmele s nejvyšším podílem, který je až 15 % rel. (Bor, Kazbek, Agnus). Nad hranicí x+s (21,34 % rel.) mají podíl Farnesenu Staročeský (23,81 % rel.) a Osvaldův klon 114 (21,40 % rel.). Pouze Osvaldovo klony 124 b a 126 mají nižší obsah Farnesenu než odrůdy ŽPČ a Saaz Late. Extrémně nízký podíl Farnesenu, a to pod hranicí x-2s (7,10 % rel.), má Dubský zeleňák (4,35

% rel.). Žatecký chmel je typický vyšším podílem farnesenu, což vykazují všechny klony vyjma Dubského zeleňáku. Podíl Farnesenu na úrovni Dubského zeleňáku mají z registrovaných českých odrůd Bohemie, Vital a nová odrůda Gaia. Průměrný podíl Humulenu je 24,65 % rel., při variabilitě 15,27 %, která je nejnižší v rámci stanovených složek chmelových silic. Podíl Humulenu pod hranici x-s (20,88 % rel.) má Osvaldův klon 147 a/I (17,89 % rel.) a naopak nad hranici x+s (28,41 % rel.) mají podíl Osvaldův klon 124 b (32,13 % rel.), Osvaldův klon 136 b (28,60 % rel.) a Tršický (28,56 % rel.). Rozpětí u podílu Humulenu u hodnocených klonů odpovídá odrůdám ŽPČ, Sládek, Kazbek, Rubin a Agnus. Průměrný podíl Selineňů je 2,33 % rel. a variabilita je 81,67 %, která je nejvyšší v rámci všech silic. Žádný klon nemá podíl Selineňů pod hranici x-s (0,43 % rel.), ale extrémně vysoký podíl Selineňů má Dubský zeleňák (8,95 % rel.), který by byl dokonce nad hranici x+3s (8,05 % rel.)! Podíl Selineňů na úrovni Dubského zeleňáku mají pouze odrůdy Bohemie a Vital. Z výsledků je zřejmé, že Dubský zeleňák nemá znaky žateckého chmele. Z celkového pohledu lze konstatovat, že pouze Osvaldův klon 86 a Úštěcký smetaňák nemají u obsahu a složení silic žádnou hodnotu nad nebo pod stanovené limitní hranice. Odpovídají průměru daného souboru.

Tabulka 2: Obsah a složení chmelových silic

Klon	Obsah (%hm.)	Myrcen (%rel.)	Karyofylen (%rel.)	Farnesen (% rel.)	Humulen (%rel.)	Selineňy (% rel.)
Osvaldův klon 31	0,59	20,01	7,99	17,49	21,94	1,35
Osvaldův klon 72	0,49	15,12	8,76	15,67	22,75	1,67
Osv. klon 86	0,60	16,53	9,96	20,14	21,81	1,68
Osvaldův klon 114	0,56	14,51	10,66	21,40	20,91	1,72
Osv. klon 124 b	0,53	16,33	14,73	11,21	32,13	2,76
Osvaldův klon 126	0,65	17,55	14,32	12,43	28,38	2,44
Osv. klon 136 b	0,41	11,75	11,78	17,51	28,60	2,05
Osv. klon 147 a/I	0,77	23,14	8,89	19,72	17,89	1,48
Mastýřovický	0,35	20,03	9,30	14,27	23,83	1,20
Staročeský	0,45	14,67	10,74	23,81	22,12	1,62
Tršický	0,31	10,53	12,99	15,30	28,56	3,12
Žatecká populace	0,68	18,44	9,69	18,01	22,66	1,71
Hřebčí chmel	0,35	14,87	11,29	18,65	24,97	1,67
Úštěcký smetaňák	0,44	14,87	11,01	19,00	26,30	1,60
Dubský zeleňák	0,37	13,14	15,85	4,35	26,90	8,95
x	0,50	16,10	11,19	16,59	24,65	2,33
s	0,136	3,332	2,344	4,747	3,764	1,905
Vk	27,04	20,70	20,94	28,61	15,27	81,67
x-s	0,37	12,77	8,85	11,85	20,88	0,43
x+s	0,64	19,43	13,54	21,34	28,41	4,24
x-2s	0,23	9,43	6,51	7,10	17,12	- 1,48
s+2s	0,77	22,76	15,88	26,09	32,18	6,14

Zajímavé je, že z pěstovaných Osvaldovo klonů 31, 72 a 114 vykazují klony vzájemně vyšší či nižší podíl Myrcenu (klon 31), Karyofylen (klony 31 a 72) nebo Farnesenu (klon 114).

Odlíšnost může být dána jen dvouletým hodnocením, protože dle publikací jsou průměrné podíly silic v uvedeném rozpětí. Nasvadba a kol. (2013) uvádí, že Osvaldovy klony 31, 72 a 114 mají podíl Myrcenu 25 – 40 % rel., což uvedené výsledky nedosahují. Podíl Karyofylenu 6 – 9 % rel., Farnesenu je 14 – 20 % rel., Humulenu 15 – 30 % rel. a Seleninu 0,5 – 1,5 % rel., čemuž stanovené hodnoty téměř odpovídají.

Závěr

Nejvyšší výnos mají Hřebčí chmel, Úštěcký smetaňák a Dubský zeleňák. Bohužel, Hřebčí chmel a Úštěcký smetaňák mají obsah alfa kyselin pouze 1,05 % hm., což je pro praxi nevýznamné. Dubský zeleňák, zas nevykazuje shodné složení silic jako žatecký chmel. Též pro praxi není významný Mastýřovský, protože vykazuje nejnižší výnos chmele. Vysoký výnos má ještě Osvaldův klon 136 b, ale obsah alfa kyselin je pod 2 %, i když má vysoký obsah beta kyselin a DMX. Má též odpovídající složení silic. Ostatní klony mají výnos na úrovni Osvaldových klonů 31, 72 a 114. Z těchto klonů mají nižší obsah alfa kyselin Osvaldův klon 124 b, Mastýřovický, Staročeský a Tršický. Příznivý obsah alfa kyselin má Osvaldův klon 126 a Žatecká populace, i když Osvaldův klon 126 vykazuje vyšší podíl Karyofylenu. Nejlepší výkonnostní parametry má Osvaldův klon 147 a/l, který má výnos 0,84 t/ha a nejvyšší obsah alfa kyselin (3,88 % hm.).

Dílejší výsledky poukazují, že řada klonů vykazuje dobré výkonnostní parametry jak z pohledu výnosu, tak i obsahu chmelových pryskyřic. Jak bylo uvedeno, po dvouletém hodnocení se jedná o dílejší výsledky, a proto se bude i v dalších letech pokračovat v hodnocení tohoto souboru historických klonů chmele.

Dedikace

Tento příspěvek byl zpracován v rámci kolekce GZ chmele, která je součástí Národního programu konzervace a využívání genetických zdrojů rostlin a biodiversity (51834/2017-MZE-17253/6.2.1), s podporou MZe.

Použitá literatura

- Beránek, F., 1970: Dosavadní výsledky a perspektivy šlechtění žateckého chmele, Chmelařství, 1970 (6): 82 - 84.
- Chodounský, F., 1900: Studie o chmeli, České listy hospodářské, Praha.
- CHI, 2012: Atlas českých odrůd chmele. Chmelařský institut s.r.o. Žatec, RAISE 2012.
- Krofta, K., 2008: Hodnocení kvality chmele 4/08, Metodika pro praxi 4/2008, Chmelařský institut Žatec.
- Krofta, K., Patzak, J., Nesvadba, V., Mikyška, A., Slabý, M., Čejka, P., 2013: Vital – The Czech hop Hybrid variety. Kvasný průmysl 59(1) 2013: 13-17. ISSN 0023-5830.
- Krofta, K., Klapal, I., Vojtěchová, D., Ondráček, J., Kroupa, F., Tichá, J., 2019: Hodnocení kvalitativních parametrů českých chmelů ze sklizně 2018. Chmelařství. 2019, 92(1-2), 2-11.
- Krofta K., Vojtěchová D., Tichá J., 2020: Hodnocení kvalitativních parametrů českých chmelů ze sklizně 2019. Chmelařství 1-2/2020: 7 – 15.
- Linhart, J., Nesvadba, V., 1994: Odrůdová skladba českého chmele, Chmelařství, 1994 (6): 69 - 76.
- Nesvadba, V., 2001: Dědičnost kvalitativních znaků chmele. Disertační práce, ČZU AF Praha.
- Nesvadba, V., 2008: Vývoj chmelových odrůd v České republice. Chmelařství 7-8/2008: 93-96.

- Nesvadba, V., Krofta, K., 2008: Variabilita obsahu pivovarsky a farmaceuticky významných látek u genofondu chmele. Sborník 5. vedeckej konferencie „Hodnotenie genetických zdrojov rastlín pre výživu a poľnohospodárstvo“, 6.–7. mája 2008 Piešťany, Slovensko.
- Nesvadba, V., Brynda, M., Henychová, A., Ježek, J., Kořen, J., Krofta, K., Malířová, I., Patzak, J., Polončíková, Z., Svoboda, P., Valeš, V., Vostřel, J., 2013: Vývoj a tradice českých odrůd chmele. Chmelařský institut s.r.o. Žatec.
- Osvald, K., 1929: Kultura chmele po stránce šlechtitelské, Český chmelař. Věstník odb. Jednoty chmelařské Žatec, 1929 č.9: 73 - 79, č. 10: 84 - 86.
- Osvald, K., 1931: Šlechtění chmele v Deštnici, Český chmelař 1931 (4): 28 - 29.
- Vent, L.. 1999: Skupiny odrůd chmele a jejich využití v pivovarském průmyslu, Chmelařství, 1999 (11): 173 - 175.
- Rígr, A., Beránek, F., 1991: Odrůdy českého chmele, Chmelařství, 1991 (1): 3 - 5.
- Slabyhoudek, K., 1985: Nový klon chmele, Chmelařství, 1985 (2): 28.
- Zelenka, V., Rígr, A., 1983: Uplatnění výsledků šlechtění chmele, Chmelařství, 1983: 123 - 124.

Kontaktní adresa: Vladimír Nesvadba, Chmelařský institut s.r.o., Kadaňská 2525, 438 01 Žatec, e-mail: nesvadba@chizatec.cz

VYUŽITÍ GENETICKÝCH ZDROJŮ ČIROKU, BÉRU A OZIMÉHO TRITIKALE PRO PRODUKCI BIOMASY A BIOPLYNU

Utilization of genetic resources of sorghum, foxtail and winter triticale for biomass and biogas production

Nesvadba Z., Hermuth J., Muñoz J., Ust'ak S.

Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha 6 – Ruzyně

Abstrakt

Studie byla zaměřena na využití plodin pro produkci biomasy a výrobu bioplynu, pěstovaných v duálním sledu, a to ozimého tritikale jako zástupce C3 plodin v období podzim – jaro a C4 plodin v sušším letním období. Propojením pěstování čiroku, bérů a ozimého tritikale se vytváří plynulá dodávka kvalitní biomasy pro bioplynové stanice. Tento systém výroby biomasy má řadu pozitivních efektů pro půdu - protierozní opatření, prokořenění půdního profilu a jeho aerace, zanechání velkého množství kořenových zbytků a další benefity. Takto získaná biomasa za využití níže uvedených odrůd je ekonomicky efektivní a má pozitivní dopad na životní prostředí. V pokusech byl hodnocen výnos biomasy a výtěžnost bioplynu a metanu u ozimého tritikale (RU 202-16). Čirok (odrůda Ruzrok) a 2 odrůdy bérů (Ruberit, Rucereus) byly vysety ve směsi s různým výsevním poměrem (1:1 a 1:3) při 2 sečích.

Klíčová slova: čirok zrnový, bér italský, ozimé tritikale, genetické zdroje, produkce biomasy a bioplynu

Abstract

The aim of study was focused on the use of crops for biomass and biogas production, grown in a dual sequence, winter triticale as a representative of C3 crops in the autumn-spring period and C4 crops in the drier summer period. By connecting the cultivation of sorghum, foxtail and winter triticale, a continuous supply of quality biomass for biogas station is created. This biomass production system has a number of positive effects for the soil - anti-erosion measures, rooting of the soil profile and its aeration, leaving a large amount of root residues and other benefits. The biomass thus obtained using the varieties listed below is economically efficient and has a positive impact on the environment. The experiments evaluated biomass yield and biogas and methane yield for winter triticale (RU 202-16). Sorghum (Ruzrok variety) and 2 foxtail varieties (Ruberit, Rucereus) were sown in a mixture with different sowing ratios (1: 1 and 1: 3) at 2 harvests.

Key words: sorghum, foxtail, winter triticale, genetic resources, biomass and biogas production

Úvod

Demografická prognóza OSN z roku 2019 předpovídá, že do poloviny století bude na světě o dvě miliardy lidí více než v současnosti. Růst počtu lidí se sice zpomaluje a populace bude stárnout, i tak ale v roce 2050 bude mít planeta 9,7 miliardy obyvatel a nejvíce jich přibude v subsaharské Africe. V důsledku toho musí zemědělství uspokojit rostoucí poptávku po potravinách a energii. Využívání biomasy k výrobě energie a biopaliv by mohlo být životaschopným řešením ke snížení dopadu výroby energie na životní prostředí (Fracasso et al., 2017).

Jednou z největších výzev dnešní doby představují pro celý svět globální změny klimatu, zhoršování životního prostředí a boj s těmito změnami. Jak zajistit udržitelnost

hospodářství EU, to představuje Zelená dohoda, tzv. Green Deal. Je to plán obsahující opatření, jak podpořit účinné využívání zdrojů prostřednictvím přechodu na čisté oběhové hospodářství a zabránit ztrátě biologické rozmanitosti a snížit znečištění.

Jednou z možností, jak snižovat emise skleníkových plynů v zemědělství, jsou bioplynové stanice. Jsou to unikátní technologie obnovitelných zdrojů energie (OZE) vzhledem k tomu, že jsou schopné akumulovat energii ve formě bioplynu, kdy je možné odložit výrobu energie z něj jak časově, tak vzdálenostně. V České republice se intenzivní rozvoj bioplynových technologií v období let 2005 – 2014 v podstatě zastavil na současném počtu 554 bioplynových instalací, s celkovým výkonem 360 MWel. Z tohoto počtu je 420 stanic zemědělských s celkovým instalovaným výkonem 320 MW a celkovou spotřebou kolem 10 milionů tun různorodé biomasy v původní hmotě. V roce 2019 zemědělské bioplynky dodaly 2,3 TWh energie jako elektřinu a 1 TWh jako teplo. Spotřeba bioplynu dosahuje 1,1 miliardy m³, což odpovídá asi 7,3 TWh. Průměrná česká bioplynka má instalovaný výkon 756 kW_e a za rok vyrobí asi 6 GWh elektřiny (Doležal a Moravec, 2021).

Podíl bioplynu na celkové výrobě elektřiny v roce 2018 dosahoval 2,96 % a v rámci výroby OZE 27,7 %. Celková využitá energie (elektrická i tepelná) z bioplynu v roce 2018 činila 25 2789 126 GJ, což představuje 13,1 % z celkové podílu OZE na spotřebované energii (Bufka et al., 2019).

Za významné obnovitelné zdroje energie lze považovat biomasu získanou ze zemědělských plodin. Kukuřice, jako C4 plodina, je v současné době dominantní plodinou na výrobu bioplynu ve střední Evropě. V Německu reprezentuje okolo 73 % celkové biomasy využitelné pro anaerobní digestci. Podle předběžných odhadů bude v nejbližší budoucnosti 25 % celkové bioenergetické produkce v Evropě pokrývat výroba bioplynu. Vzhledem k těmto odhadům to bude vyžadovat zvýšení pěstebních ploch energetických plodin (Wanassek et al., 2017). S měnícími se klimatickými podmínkami se nejen v České republice dostává do popředí pěstování plodin, které mají nižší náročnost na potřebu vody, a přitom poskytují dostatečně vysoké výnosy jak pro krmné účely, tak pro produkci bioplynu. Jednou z těchto plodin je bezesporu čirok. Čirok zrnový poskytuje dostatečný výnos nadzemní biomasy cca 45 až 75 t z hektaru o sušině až 35 %, tvoří tak vhodnou surovinu pro biologickou fermentaci, a tím i pro produkci bioplynu. Čirok nachází uplatnění na pěstebních plochách v České republice jako určitá alternativa či doplněk silážní kukuřice, například na pozemcích mírně erozně ohrožených nebo jako plodina, kterou lze vysévat po ozimém žitu sklizeném na senáž (Adamčík a Tomášek, 2016). Bér italský je druh pocházející z Číny, Indie a Malé Asie. Bér italský je velmi univerzální plodina, která je vhodná jak pro výživu lidí (zrno), tak pro výživu domácích a hospodářských zvířat (zrno, píce). Sláma bérů italského je relativně měkká a snadno stravitelná pro dobytek. Bér se sklízí na zeleno asi sedm až deset dní před začátkem metání a na seno začátkem metání. Při kosení se nechává 8–10 cm vysoké strniště z důvodu lepšího obrůstání porostu bérů. Sklizeň bérů na siláž se provádí na začátku dozrávání lat (ve voskově-mléčné zralosti semen).

Literární zdroje uvádí, že tritikale, jako C3 plodina, produkuje mnohem více biomasy než pšenice, ječmen nebo žito, na druhou stranu mnohem méně než kukuřice a čirok. V produkčních systémech založených na využití kukuřice nebo čiroku však může pěstování ozimého tritikale přinést výhodu v časovém rozložení pracovních špiček (setí a sklizeň), využití zimní a časně jarní vláhy a umožní diverzifikovat osevní postup. Siláž z tritikale je navíc k dispozici o přibližně dva měsíce dříve než kukuřičná. (Gowda et al., 2011). Cantale et al. (2016) uvádějí, že podle IEA (International Energy Agency) se výnos bioplynu u tritikale pohybuje v rozpětí 337 – 555 m³·t⁻¹, u čiroku je to 295 – 372 m³·t⁻¹.

Materiál a metody

V rámci studie byly testovány následující plodiny C4 typu: první česká odrůda zrnového čiroku Ruzrok (*Sorghum bicolor*, L. Moench.) a 2 odrůdy bėru italského (*Setaria italica* L., Beauv.) Ruberit a Rucereus, vyšlechtěné na pracovišti Genové banky (GB), Výzkumného ústavu rostlinné výroby (VÚRV), v.v.i. v Praze – Ruzyni. Všechny odrůdy byly vedeny v rámci udržovacího šlechtění standardními pěstebními postupy v režimu s nízkým uplatněním intenzifikačních zásahů, po předplodině hrachu polního.

Plodinu C3 typu zastupovalo ozimé tritikale (X *Triticosecale* Wittmack) – linie pod označením RU 202-16, vyšlechtěná rovněž na pracovišti GB, VÚRV, v.v.i. v Praze – Ruzyni. V polních podmínkách lokality Praha – Ruzyně byla linie pěstována v rámci udržovacího šlechtění. Výsevek byl 3,0 MKS.ha⁻¹. Výsev byl proveden bezezbytkovým secím strojem Oyjord, stejně jako v případě čiroka a bėru.

Pro potřeby biozplynovací zkoušky byla u linie tritikale v době mlěčně - voskové zralosti provedena sklizeň nadzemní hmoty akumulátorovými zahradními nůžkami z plochy 1 m², aby bylo zajištěno dostačující množství pro provedení testu (minimálně 300 g zelené biomasy). U odrůd čiroka a bėru byla sklizeň provedena stejným způsobem na začátku metání. Zelená hmota byla následně sešrotována na stacionární řezače, vložena do PET uzavíratelných sáčků a zamrazena v mrazicím boxu při -18 °C. Vzorky zmrazené biomasy byly následně předány na pracoviště VÚRV, v.v.i. v Chomutově k provedení biozplynovací zkoušky.

Laboratorní experimenty biozplynování byly provedeny na sestavě se 48 třilitrovými skleněnými anaerobními fermentory zahřátými na mezofilní teplotu 37±1 °C míchanými po dobu 15 minut každé dvě hodiny. Testování potenciální produkce bioplynu a metanu bylo provedeno v souladu s metodikou VDI 4630 (Anonymous, 2006). Poměr vstupu organické sušiny vzorku k očkovací látce byl cca 3:10. Očkovací látkou byl digestát z provozní bioplynové stanice, která zpracovává zvířecí exkrementy, kukuřičnou siláž a senáž píce v poměru zhruba 40:40:20. Biomasa byla pomocí tyčinky důkladně promíchána s inokulem a sklenice umístěny do van a propojeny gumovou hadičkou s odměrným válcem. Po založení pokusu bylo zapnuto čerpadlo. Míchání bylo zajištěno automaticky pomocí časovače, 15 minut každé 2 hodiny. Před a po měření byl přístroj čištěn pomocí vzduchu po dobu nejméně 30 sekund (automaticky provádí přístroj). Vzniklý bioplyn byl do přístroje vhnán pomocí automatické pumpy přes hadici tak dlouho, až došlo k ustálení hodnot na displeji (Šinko et al., 2019).

Údaje z měření experimentální produkce bioplynu byly zaznamenávány většinou 1x denně, v době nejvyšší intenzity produkce bioplynu i několikrát denně. Kvalitativní analýza bioplynu byla provedena na specializovaném bioplynovém analyzátoru Biogas Check Analyser (výrobce Geotechnical, země původu Velká Británie), přesnost měření byla kontrolována pomocí plynového chromatografu s detektorem TCD. Celková doba experimentální fermentace byla jednotně stanovena na 49 dnů, což je dostatečný čas pro zajištění intenzivní fáze produkce bioplynu u všech testovaných substrátů. V mnoha případech se výroba bioplynu nezastavila ani po uplynutí stanovené doby, což je spojeno s postupnou fermentací obtížně odbouratelných složek biomasy, jako jsou celulózy a hemicelulózy. Intenzivní etapa výroby bioplynu trvala obvykle 2 - 4 týdny po uplynutí fáze prodlevy (lag-fáze), která obvykle probíhala 1 až 5 dnů.

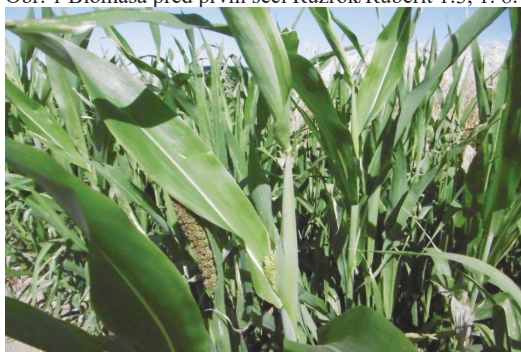
Výsledky a diskuze

Zjištěné výnosy biomasy složené ze dvou plodin – čiroku a bérů s různým výsevním poměrem (Tabulka 1 a 2) se pohybovaly v rozpětí od 22,5 t.ha⁻¹ při sušině 23,1 % v 2 seči (Ruzrok/Rucerus 1:3) až po 38,9 t.ha⁻¹ při sušině 21,1 % v 1 seči (Ruzrok/Ruberit 1:3).

Tab. 1 Směs komponent čirok zrnový/bér italský; výsev 18. 5. 2020, I. seč biomasy 3. 8. 2020; mulč biomasy 6. 8. 2020

Kombinace odrůd čirok/bér	Výsevní poměr	Vzcházení poč. dnů od výsevu	Začátek metání poč. dnů od výsevu	Výška porostu (cm)	Hmotnost biomasy (t.ha ⁻¹)	Sušina (%)	Celková výtěžnost bioplynu (Lkg ⁻¹ suš.)	Celková výtěžnost metanu (Lkg ⁻¹ suš.)	Průměrná konc. metanu (%)	Celková výtěžnost metanu (m ³ .t.ha ⁻¹)
Ruzrok/Ruberit	1:1	16	74 / 75	140 / 95	35,4	22,1	600	330	55,1	2581
Ruzrok/Rucerus	1:1	15	74 / 68	135 / 100	33,6	25,2	544	295	54,3	2499
Ruzrok/Ruberit	1:3	14	74 / 73	142 / 95	38,9	21,1	560	301	53,8	2471
Ruzrok/Rucerus	1:3	13	74 / 63	142 / 93	33,4	23,5	514	274	53,3	2151
Průměr					35,3	23,0	554	300	54,1	2426

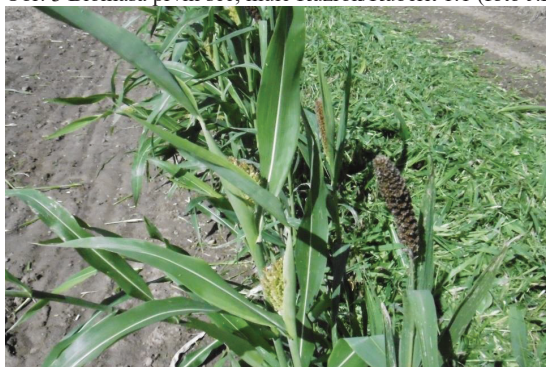
Obr. 1 Biomasa před první sečí Ruzrok/Ruberit 1:3, 1. 8. 2020 (foto J.Hermuth)



Obr. 2 Biomasa před první sečí Ruzrok/Rucerus 1:3, 1. 8. 2020 (foto J.Hermuth)



Obr. 3 Biomasa první seč, mulč Ruzrok/Ruberit 1:1 (foto J.Hermuth)



Obr. 4 Obrůstání biomasy po první seči, 19. 8. 2020 (foto J.Hermuth)



Tab. 2 Směs komponent širok zrnový/bér italský; II. seč biomasy 21. 9. 2020 (za 47 dní od mulčování, tj. 6. 8. 2020)

Kombinace odrůd širok/bér	Výsevní poměr	Obrůstání dnů od mulčování	Metání druhé seče poč. dnů od výsevu	Výška porostu (cm)	Hmotnost biomasy (t.ha ⁻¹)	Sušina (%)	Celková výtěžnost bioplynu (Lkg ⁻¹ suš.)	Celková výtěžnost metanu (Lkg ⁻¹ suš.)	Průměrná konc. metanu (%)	Celková výtěžnost metanu (m ³ .t.ha ⁻¹)
Ruzrok/Ruberit	1:1	80	106 / 103	145 / 65	29,2	22,5	568	305	53,8	2004
Ruzrok/Rucereus	1:1	80	106 / 101	140 / 50	25,5	26,6	559	299	53,5	2027
Ruzrok/Ruberit	1:3	80	106 / 103	138 / 74	23,6	21,0	613	344	56,0	1706
Ruzrok/Rucereus	1:3	80	106 / 101	132 / 68	22,5	23,1	540	288	53,4	1477
Průměr					25,2	23,3	570	309	54,2	1804

Pokud se týká výnosu biomasy v průměru 4 zkoušených variant (kombinace plodina/odrůda a výsevní množství) tak byla výnosnější první seč a to o 10,1 t.ha⁻¹ zelené hmoty, což je o 40 % více než ve druhé seči. Odebraná biomasa směsných vzorků byla podrobena laboratorním testům na biozplynování. Na základě těchto analýz pak byla zjištěna produkce (neboli výtěžnost) bioplynu a metanu a průměrná koncentrace metanu. Výsledky jsou uvedeny v tabulce 1 a 2. Výtěžnost bioplynu se pohybovala od 514 l.kg⁻¹ sušiny biomasy

sklizené ze směsi Ruzrok/Rucereus s výsevkem 1:3 z první seče do 613 kg^{-1} sušiny u kombinace Ruzrok/Ruberit 1:3 v 2 seči. Obsah metanu v bioplynu byl zjištěn od 53,3 % (Ruzrok/Rucereus, 1:3, v 1 seči) do 56,0 % (Ruzrok/Ruberit, 1:3, ve 2 seči). Procentuální koncentrace metanu v bioplynu víceméně odpovídá rozsahu, v jakém se pohybuje procentuální obsah metanu u bioplynu vyráběného z čerstvé hmoty rostlin vhodných k bioplynování a který se pohybuje v rozmezí 52-65 % (Pastorek et al., 2004). Produkce metanu se pohybovala v rozpětí od 274 kg^{-1} sušiny biomasy sklizené ze směsi Ruzrok a Rucereus s výsevkem 1:3 z první seče do 344 kg^{-1} sušiny biomasy sklizené ze směsi Ruzrok a Ruberit s výsevkem v poměru 1:3 z druhé seče. Pokud se týká výtěžnosti bioplynu, metanu a koncentrace metanu byly v průměru 4 variant vyšší hodnoty naměřeny u vzorků sklizených z druhé seče, ale při nižším výnosu biomasy. Jedná se o výsledky pouze jednoho roku, ale mohou potvrzovat výsledky Prochnow et al. (2009), kteří prováděli pokusy na trvalých travních porostech a zjistili, že vyšší produkce metanu se dosáhne při vícečetném hospodaření.

Obr. 5 Biomasa před druhou sečí Ruzrok/Ruberit 1:3, 20. 9. 2020 (foto J.Hermuth)



Janovská a Hermuth (2011) ve své práci hodnotili možnosti využití čiroku a běru pro produkci biomasy. Jak uvádí, tak z hlediska tvorby biomasy je vhodnější čirok, béry jsou pak vzhledem ke kratší vegetační době vhodnější do oblastí, kde je limitována vegetační doba. Hermuth et al. (2018) prováděli srovnání sklizně čiroku při dvousečném a jednosečném využití na lokalitě firmy Oseva vývoj a výzkum, s.r.o. Zubří. Z výnosových výsledků zelené, suché hmoty a sušiny dosáhl čirok nejvyššího výnosu sušiny 17,3 $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$ při dvousečném sklizni u varianty s výsevem 25 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Současně bylo dosaženo výnosu 62,0 $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$ zelené hmoty. Tato varianta s výsevem 25 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ byla výnosnější i u jednosečného využití při sklizni dne 2. 10. 2017 (výnos sušiny u výsevu 25 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ – 10,75 $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$ oproti variantě s výsevem 20 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ – výnos sušiny 7,99 $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$).

Nejvyšší celková výtěžnost metanu 2581 $\text{m}^3 \cdot \text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$ byla zjištěna u kombinace Ruzrok a Ruberit ve výsevním poměru 1:1 a to v 1 seči (Tab. 1). Nejnižší hodnota celkem získaného metanu 1477 $\text{m}^3 \cdot \text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$ byla vypočtena pro směs odrůd Ruzrok/Rucereus ve výsevku 1:3 a to ve druhé seči (Tab. 2). Pokud se týká celkové výtěžnosti metanu, tak v průměru 4 zkoušených

variant byla výnosnější první seč a to o $622 \text{ m}^3 \cdot \text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$ metanu, což je o 34 % více než ve druhé seči.

Výtěžnost metanu u linie ozimého tritikale RU 202-16 činila $3552 \text{ m}^3 \cdot \text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$ a byla to tak nejvyšší produkce metanu v hodnoceném souboru genotypů při jedné seči (Tab. 3).

Tab. 3 Tritikale ozimé RU 202-16, sklizeň biomasy 25. 6. 2020

Odrůda tritikale	Výsevek ($\text{MKS} \cdot \text{ha}^{-1}$)	Začátek metání poč. dnů od 1.1.	Počet rostlin na 1 m^2	Výška porostu (cm)	Hmotnost biomasy ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$)	Sušina (%)	Celková výtěžnost bioplynu ($\text{Lkg}^{-1} \text{suš.}$)	Celková výtěžnost metanu ($\text{Lkg}^{-1} \text{suš.}$)	Průměrná konc. metanu (%)	Celková výtěžnost metanu $\text{m}^3 \cdot \text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$
RU 202-16	3,0	151	344	147	32,6	36,1	557	301	53,9	3552

Obr. 6 Porost linie ozimého tritikale RU 202-16 (foto J.Hermuth)



Pokud bychom uvažovali o celkové výtěžnosti metanu za celou vegetaci v rámci jednoho pozemku s využitím ozimého tritikale v podzimním a jarním období a číroku a беру v sušším letním období, tak bychom mohli v nejlepším případě předpokládat dosažení zisku $8138 \text{ m}^3 \cdot \text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$ metanu u varianty Ruzrok/Ruberit v poměru 1:1 (Tab. 4).

Tab. 4 Celková výtěžnost metanu všech plodin za celou vegetaci v rámci jednoho pozemku

Kombinace odrůd/ linie tritikale	Výsevní poměr	Celková hmotnost biomasy ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$)	Celková výtěžnost metanu ($\text{m}^3 \cdot \text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$)	Celková výtěžnost metanu ze sklizně plodin za vegetaci (směs čírok/bér + tritikale) v rámci jednoho pozemku ($\text{m}^3 \cdot \text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$)
Ruzrok/Ruberit (I. + II.)	1:1	64,6	4586	$4586 + 3552 = 8138$
Ruzrok/Rucereus (I. + II.)	1:1	59,1	4526	$4526 + 3552 = 8078$
Ruzrok/Ruberit (I. + II.)	1:3	62,5	4177	$4177 + 3552 = 7729$
Ruzrok/Rucereus (I. + II.)	1:3	55,9	3644	$3628 + 3552 = 7180$

Jak už bylo uvedeno, tato práce přináší pouze hodnocení jednoho roku a to 2020, ale podobných výsledků bylo dosaženo u samostatných výsevů odrůd Ruzrok, Ruberit a Rucereus, které byly publikovány v poslední době. U víceletých pokusů linie ozimého tritikale RU 202-16 bylo v průměru dosaženo hodnot u bioplynu $589 \text{ l} \cdot \text{kg}^{-1}$ sušiny biomasy a metanu $316 \text{ l} \cdot \text{kg}^{-1}$ sušiny biomasy. U kontrolní odrůdy Balu PZO, která je v Německu využívána na produkci biomasy, a kromě toho je také kontrolní odrůdou ve státních odrůdových zkouškách ozimého tritikale na zelenou hmotu (Bundessortenamt) byla zaznamenána průměrná výtěžnost bioplynu

560 l.kg⁻¹ sušiny biomasy, a výtěžnost metanu 300 l.kg⁻¹ sušiny biomasy (Nesvadba et al., 2018 a Nesvadba et al., 2019).

Závěr

Se změnou klimatu, nedostatkem vody a s tím souvisejícími čtenějšími výskyty sucha se plodiny C4 fotosyntézy stávají rozhodující alternativou za plodiny C3 cyklu, které vyžadují více vody. VÚRV má v současné době nově vyšlechtěné a registrované odrůdy čiroku a bérů, které tyto podmínky splňují a jsou nejlépe přizpůsobené půdně-klimatickým podmínkám ČR. Přínos zmiňovaných odrůd pro zemědělskou praxi a ochranu životního prostředí byl v roce 2019 na 46. ročníku mezinárodního agrosalonu „Země živitelka“ v Českých Budějovicích oceněn hlavní cenou „Zlatý klas s kytičkou“. Za odrůdu bérů italského Rucereus obdržel její šlechtitel Ing. Jiří Hermuth Čestné uznání za inovativní odrůdu v rámci soutěže 20 nejvíce inovativních odrůd plodin v roce 2020 v mezinárodním magazínu Europeanseeds.

Tato studie byla zaměřena na systém produkce a využití plodin pro krmné účely a pro produkci biomasy a výrobu bioplynu, intenzivně pěstovaných v duálním sledu, a to ozimého tritikale (linie RU 202-16) jako zástupce C3 plodin v období podzim – jaro a C4 plodin v sušším letním období, který zabezpečí zefektivnění nakládání s půdní vlhkostí, zlepšení úrodnosti půdy a v neposlední řadě vyšší ekonomickou rentabilitu. Dá se očekávat, že v důsledku zintenzivnění klimatických změn, především projevů sucha, bude pěstování odrůd čiroku a bérů v ČR a sousedních státech narůstat, a to nejenom v tzv. suchých oblastech. Pěstováním těchto plodin je jednou z možností, jak těmto nepříznivým podmínkám čelit. S ohledem na krátkou vegetační dobu čiroku a bérů a setí v teplém období bude významným půdu zlepšujícím doplňkem zařazení jarních luskovin a luskovinoobilních směsí nebo ozimého tritikale do osevního sledu.

Propojením pěstování čiroku, bérů a ozimého tritikale se vytváří plynulá dodávka kvalitní biomasy pro bioplynové stanice. Tento systém výroby biomasy má řadu pozitivních efektů pro půdu - protierozní opatření, prokořenění půdního profilu a jeho aerace, zanechání velkého množství kořenových zbytků a další benefity. Biomasa pro výrobu bioplynu za využití výše zmiňovaných odrůd je ekonomicky efektivní s pozitivním dopadem na životní prostředí.

Dedikace

Příspěvek vznikl v rámci řešení projektu "Národní program konzervace a využívání genetických zdrojů rostlin, zvířat a mikroorganismů významných pro výživu a zemědělství" č. j. 51834/2017-MZE-17253/6.2.14.

Použitá literatura

- Adamčík, J., Tomášek, J., 2016: Stimulace osiva čiroku pro praktické využití. Biom.cz [online]. 2016-11-28. Dostupné z WWW: <<https://biom.cz/cz/odborne-clanky/stimulace-osiva-ciroku-pro-prakticke-vyuziti>>. ISSN: 1801-2655.
- Anonymous, 2006: Metodika VDI 4630.
- Bufka, A., Veverková, J., Modlík, M., 2019: Obnovitelné zdroje energie v roce 2018. Výsledky statistického zjišťování. Oddělení analýz a datové podpory koncepcí. MPO ČR: 66 s.
- Cantale, C., Petrazuolo, F., Correnti, A., Farneti, A., Felici, F., Latini, A., Galeffi, P., 2016: Triticale for bioenergy production. Agriculture and Agricultural Science Procedia, 8: 609-616.

- Doležal, J., Moravec, A., 2021: Flexibilita bioplynových stanic. Bioplynky jako druhé Dlouhé stráně. *Biom* 1/2021: 9-11.
- Fracasso, A., Perego, A., Amaducci, S., 2017: Characterisation of ten commercial sorghum genotypes grown under water-limited conditions for bioenergy production in Mediterranean environment. *Italian Journal of Agronomy*; 12:898: 302-314.
- Gowda, M., Hahn, V., Reif, J. C., Longin, F. H., Alheit, K., Maurer, H. P., 2011: Potential for simultaneous improvement of grain and biomass yield in Central European winter triticale germplasm. *Field Crop Research*, 121:153-157.
- Hermuth, J., Kosová, K., Podrábský, M., Trávníček, P., Frydrych, J., Hladík, J., Král, L., 2018: Pěstební technologie zrnového čiroku odrůdy Ruzrok. *VÚRV*, v.v.i.: 32 s.
- Janovská D., Hermuth, J., 2011: Možnosti využití čiroku a bėru pro produkci biomasy. Salaš, P. (ed): "Rostliny v podmínkách měnícího se klimatu". *Lednice* 20. - 21. 10. 2011, *Úroda*, vědecká příloha: 147 – 149, ISSN 0139-6013
- Nesvadba, Z., Hermuth, J., Ust'ak, S., 2018: Hodnocení C3 a C4 plodin na produkci bioplynu. *Úroda* 12, roč. LXVI, 2018, vědecká příloha časopisu: 443 - 446, ISSN 0139-6013
- Nesvadba, Z., Hermuth, J., Ust'ak, S., 2019: Ozimé tritikale, čirok a bėr jako plodiny na produkci bioplynu a metanu. *Pícninářské listy*, roč. XXV: 80 – 83. ISBN 978-80-87091-84-5.
- Pastorek, Z., Kára, J., Jevič, P., 2004: Biomasa obnovitelný zdroj energie. 1. vydání, Praha: FCC Public, s.r.o. Prha, 2004, 286 s. ISBN 80-86534-06-5.
- Prochnow, A., Heirmann, M., Plöchl, M., Linke, E., Idler, C., Amon, T., Hobbs, P. J., 2009: Bioenergy from permanent grassland – A review: I. Biogas. *Bioresource Technology*, Nr. 100: 4931-4994.
- Šinko, J., Muñoz, J., Ust'ak, S., Honzík, R., 2019: Potenciál využití fytohmasy z přírodovědně vysoce hodnotných lokalit k produkci bioplynu. *Mezinárodní Masarykova konference pro doktorandy a mladé vědecké pracovníky, Hradec Králové, prosinec 2018*, sborník: 1041-1051.
- Wanassek, L., Ortner, M., Amon, B., Amon, T., 2017: Sorghum, a sustainable feedstock for biogas production? Impact of climate, variety and harvesting time on maturity and biomass yield. *Biomass and Bioenergy*, 106: 137-145.

Kontaktní adresa: Ing. Zdeněk Nesvadba, Ph.D., Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Genová banka, Drnovská 507/73, 161 06 Praha 6 – Ruzyně, e-mail: nesvadba@vurv.cz

POROVNÁNÍ NOVÝCH POLOŽEK V KOLEKCI GENETICKÝCH ZDROJŮ TRITORDEA (x *TRITORDEUM MARTINII* A. PUJADAS) V GENOVÉ BANCE PRAHA

*The comparison of the new accessions in the collection of tritordeum genetic resources (x
Tritordeum martinii A. Pujadas) in Gene bank Prague*
Nesvadba Z.

Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha 6 – Ruzyně

Abstrakt

Kolekce jarního tritordea (x *Tritordeum martinii* A. Pujadas) v Genové bance Praze – Ruzyně byla donedávna zastoupena pouze 2 položkami této plodiny, a to odrůdami JB1 a JB3. V roce 2016 se rozrostla o dalších 18 genotypů původem ze Španělska, které byly následně v letech 2018–2020 vysety v polních pokusech a hodnoceny v tříletých školkách základního hodnocení. Genetické zdroje tritordea byly během této doby zdokumentovány: jsou vedeny v knize introdukce a mají kartu EVIGEZ, mají svá pasportní data a během polního a laboratorního hodnocení morfologických, biologických a hospodářských znaků získala data popisná, která jsou uvedena v informačním systému GRIN Czech. Osivo těchto položek bylo uloženo k dlouhodobé konzervaci do skladů Genové banky a klasy uloženy do herbaria. Nejvýnosnějším genotypem v tříletých zkouškách byla linie HT 439 s produkcí 3,63 t.ha⁻¹, (tj. 139 % k průměru kontrolních odrůd). Průměrná hmotnost 1000 zrn v testovaném souboru byla 35,1 g a průměrný obsah bílkovin byl 19,5 %.

Klíčová slova: tritordeum, genetické zdroje, x *Tritordeum martinii* A. Pujadas, morfologie, biologické a hospodářské znaky

Abstract

Until recently, the collection of spring tritordeum (x *Tritordeum martinii* A. Pujadas) in Gene bank Prague - Ruzyně was represented by only 2 accessions of this crop, namely varieties JB1 and JB3. In 2016, it grew by another 18 genotypes originating from Spain, which were subsequently sown in field experiments in the years 2018 - 2020 and evaluated in three-year field trials of basic evaluation. Genetic resources of tritordeum were documented during this time: they are kept in the introduction book and have an EVIGEZ card, they have their passport data and during the field and laboratory evaluation of morphological, biological and agronomic traits they obtained descriptive data, which are listed in the GRIN Czech information system. The seeds of these items were stored for long-term preservation in the warehouses of the Gene Bank and the ears were stored in the collections. The most profitable genotype in the three-year trials was the HT 439 line with a production of 3.63 t.ha⁻¹ (i.e. 139 % to the average of the standard varieties). The average weight of 1000 grains in the test set was 35.1 g and the average protein content was 19.5 %.

Key words: tritordeum, genetic resources, x *Tritordeum martinii* A. Pujadas, morphology, biological and agronomic characters

Úvod

Tritordeum (x *Tritordeum martinii* A. Pujadas) je, vedle tritikale, další člověkem uměle vytvořená obilnina pocházející z křížení pšenice a ječmene. Tritordeum je fertilní amphiploid vzniklý hybridizací divoce příbuzného *Hordeum vulgare* (*Hordeum chilense* Roem. et Schultz)

a kulturní pšenice tvrdé (*Triticum turgidum* ssp. durum Desf.). První zmínku o tritordeu zveřejnil Martín a Chapman v roce 1977 v publikaci „A hybrid between *Hordeum chilense* and *Triticum aestivum*“. U tohoto prvního oktoploidního hybridu ($2n = 8x = 56$, $H^{ch}H^{ch}BBA^uA^{u}DD$) bylo *H. chilense* použito jako mateřská forma (Kakabouki et al., 2020).

H. chilense je planý, diploidní, samosprašný druh rostoucí pouze v Jižní Americe na území Chile a Argentiny. Roste od hladiny moře až do nadmořské výšky 1800 metrů nad mořem. Jedná se o vytrvalou travu, i když molekulární analýzy naznačují, že může v tomto znaku existovat variabilita. Je vysoce variabilní po genetické i biochemické stránce. Roste na celé řadě stanovišť, především kolem jezer a mokřadů a je přirozeně spásán skotem. Je odolné vůči celé řadě chorob, které postihují kulturní plodiny, jako jsou rzi, sněti, padlí, septoriová skvrnitost pšenice a feosferiová skvrnitost pšenice v klasu. Odolnost se prokázala i vůči některým živočišným druhům z řad mšic a hádátek. Má velmi širokou škálu zásobních proteinů v endospermu (hordeinů), což je využitelné při šlechtění. Přítomnost chromozomu H^{ch} , v genomu tritordea nebo jiných hybridů, může příznivě ovlivňovat výsledné vlastnosti obilí (Alvarez et al., 2001). Genové komplexy, které kódují tyto proteiny, se nachází na chromozomech $1H^{ch}$, $5H^{ch}$ a $7H^{ch}$.

V průběhu minulých let byly vytvořeny primární hexaploidní ($2n = 6x = 42$, $BBA^uA^uH^{ch}H^{ch}$) a oktoploidní ($2n = 8x = 56$, $BBA^uA^uDDH^{ch}H^{ch}$) formy tritordea. Primární hexaploidní formy vznikají hybridizací tetraploidní pšenice tvrdé (*T. durum*) s *H. chilense* a pro získání životaschopného potomstva je nutné na vzniklé jedince po oplození ($n = 3x = 28$, BAH^{ch}) použít aplikaci kolchicinu pro zdvojení počtu chromozomů, což umožní vytvořit primární formy hexaploidního tritordea s dobrou fertilitou. Po hybridizaci primární hexaploidní formy s primární oktoploidní formou vzniká přechodně heptaploidní forma ($7x = 49$, $BBA^uA^uD-H^{ch}H^{ch}$), ze které se po několika opakovaných samosprašních zcela vyloučí genom D a vznikne sekundární hexaploidní tritordeum. U těchto sekundárních forem se vyskytují chromozomy původem z více rodičovských druhů a jsou proto významným zdrojem genetické variability (různorodosti) využitelným v následujícím praktickém šlechtění. Sekundární hexaploidní formy tritordea jsou vysoce fertillní. Primární oktoploidní formy jsou převážně fertillní, ale vykazují pomalý počáteční růst a vysokou frekvenci aneuploidů. Tyto vlastnosti omezují potenciál této formy pro přímé použití jako plodiny, ale je důležitá vzhledem k jeho uplatnění při šlechtění hexaploidních forem a vzniku sekundárních forem. Oproti tomu primární hexaploidní tritordeum má výrazně nižší frekvenci výskytu aneuploidů a vysokou fertilitu. Tyto vlastnosti společně s vysokým podílem biomasy, střední velikostí obilí, velmi vysokým obsahem luteinu a vysokým obsahem bílkovin v obilce jsou základními předpoklady pro uplatnění této formy v zemědělství. Zároveň vykazuje i vyšší odolnost vůči suchu (Martín et al., 1996). Mimo to byla také zjištěna vysoká aktivita nitrát reduktáz, což je předpoklad k dobrému zisku dusíku z půdy a uplatnění v méně výživných půdách (Barro et al., 1991).

Tritordeum je podobně jako tritikale zcela oprávněně považováno za novou plodinu, což je také vyjádřeno zařazením do samostatného botanického taxonu. Oproti pšenici má vysoký obsah bílkovin a karotenoidů, které u něho způsobují výrazně žluté zabarvení pečiva. Procentuální obsah se pohybuje podle většiny autorů od 11 % až do 25 %. V přímé souvislosti s vyšším obsahem bílkovin je vyšší obsah lepku (Alvarez et al., 1995). Tritordeum má také vyšší obsah esenciálních aminokyselin a cystinu než pšenice. Z mastných kyselin je v obilce tritordea nejvíce zastoupena kyselina linolová. Tvoří více než 50 % všech mastných kyselin. Lutein je hlavní karotenoid vyskytující se v obilce tritordea. Jeho vysoký obsah je spojen především s přítomností chromozomu $7H^{ch}$. Obsah luteinu se v tritordeu pohybuje v rozmezí 4

– 9 mg.kg⁻¹, což v porovnání s většinou druhů pšenice představuje dvojnásobné až desetinásobné zvýšení. Oproti ječmenu setému (*Hordeum vulgare* L.) je obsah luteinu pětkrát vyšší (Abdel-Aal et al., 2007).

Zvýšená odolnost tritordea vůči některým škůdcům a chorobám, které běžně postihují ostatní pěstované druhy lze připisovat především vlivu genomu H^{ch} pocházejícímu od *H. chilense*. Tritordeum má zvýšenou odolnost vůči padlí oproti pšenici. V případě infekce rzemi bylo tritordeum stejně odolné jako pšenice. Rezistence vůči fuzariózám způsobené houbami *Fusarium culmorum* a *Septoria nodorum* byla vyšší než u pšenice (Rubiales et al., 1993).

Všeobecně se z agronomického hlediska hexaploidní tritordeum podobá více odrudám hexaploidní pšenice seté, která se používá pro pekařské účely než tetraploidní pšenici tvrdé a tritikale. To proto, že genom H^{ch} může do určité míry nahradit funkci chybějícího genomu D. Tritordeum vykazovalo v podmínkách jižní Evropy podobné výsledky jako středně kvalitní pekařské pšenice. I když tritordeum nedosahuje elitní pekařské kvality, stále může být adekvátně použito v pekařském odvětví, případně jako krmivo (Alvarez et al., 1992).

V současné době existuje více než 250 primárních linií tritordea. V posledních letech byly v zahraničí registrovány 2 nové komerční odrůdy – Aucan (2011) a Bulel (2013). Odrůda Aucan se vyznačuje robustním výkonem a odrůda Bulel vylepšenou kvalitou a vyšším obsahem bílkovin. Obě odrůdy byly vyšlechtěny španělskou firmou Agrasys SA. (Kakabouki et al., 2020). Z literatury je známo, že tritordeu lépe prospívají suché podmínky a má potenciál být plnohodnotnou alternativní plodinou k pšenici v oblastech zasažených suchem. Proto tritordeum dosahuje nejlepších výsledků v suchých až velmi suchých podmínkách v okolí Středozemního moře a na jihu Španělska, kde se již komerčně pěstuje a využívá pro lidskou výživu (výroba pizzy, těstovin, pečiva, sušenek, zeleninových nápojů a piva). Výrobky z tritordea se prodávají hlavně ve Španělsku a Itálii. Pomalu začínají pronikat i do dalších evropských zemí jako Německo, Portugalsko a Francie. V posledních letech se firma také snaží o komercializaci tritordea v Austrálii, směrem k otevření trhů na Novém Zélandu a v asijských zemích (www.agrasys.es).

Materiál a metody

Ve tříletých polních pokusech vedených v letech 2018–2020 na pozemcích Výzkumného ústavu rostlinné výroby, v.v.i. Praha – Ruzyně bylo vyseto a hodnoceno 18 linií jarního tritordea. Jako kontroly byly použity odrůdy JB1 a JB3, které vyšlechtila španělská firma Agrasys L. T., Barcelona. Všechny materiály byly zprostředkovány získány z pracoviště firmy Agrotest fyto, s.r.o. v Kroměříži od Ing. Petra Martinka, CSc., jako výstup z výzkumného projektu. Pokusy byly vysety bezezbytkovým secím strojem Oyjord na parcelách o velikosti 4,5 m² v jednom opakování standardními pěstebními postupy v režimu s nízkým uplatněním intenzifikačních zásahů, po předplodině hrachu polního. Osivo bylo mořeno přípravkem Vitavax 2000. Výsevek byl 4,0 MKS.ha⁻¹. Pokusná lokalita je zařazena do výrobní oblasti řepařské, subtypu řepařsko-pšeničného, s půdním typem degradovaná černozem. Oblast Praha – Ruzyně (340 m n. m.) má průměrný roční úhrn srážek 526 mm. Dlouhodobá průměrná roční teplota vzduchu je 7,9 °C. V průběhu vegetace bylo prováděno hodnocení morfologických, biologických a hospodářských znaků. Pro hodnocení vybraných znaků byl použit Klasifikátor pro genus *Hordeum* L. (Lekeš et al., 1986). Úroveň projevu jednotlivých znaků byla hodnocena na stupnici 1-9, kde je 1 nejnižší a 9 nejvyšší úroveň daného znaku, vyjadřující průměrnou hodnotu znaku ve víceletém hodnocení. Sklizeň parcel byla provedena maloparcelovým kombajnem Wintersteiger. Po sklizni byly vzorky z každé parcely přečištěny na laboratorní

mlátice, zváženy, byla zjištěna vlhkost zrna a proveden odběr vzorků pro stanovení HTS a N látek metodou NIR.

Výsledky a diskuze

K základním činnostem při práci s genetickými zdroji rostlin patří jejich hodnocení, které navazuje na jejich získávání, množení a dokumentaci pasportních dat. Základním cílem hodnocení je získání informací o genetických, biologických, agronomických a hospodářských znacích, které jsou významné pro uživatele genetických zdrojů a pro efektivní tvorbu a management kolekcí. Významnou součástí hodnocení kolekcí je charakterizace genetických zdrojů (Holubec et al., 2015).

Hodnocení 6 morfologických znaků ukázalo, že všechny linie tritordea (Tab. 1) se vyznačují velmi vzpřímeným tvarem trsu (< 25°) a silným ojiněním listu na počátku metání (stupeň 7).

Tab. 1 Hodnocení vybraných morfologických a biologických znaků jarního tritordea, VÚRV, v.v.i., Genová banka Praha - Ruzyně, 2018-2020

ECN	Linie / odrůda	Délka rostlin (cm)		Délka klasu (cm)		Vegetační doba do plné zralosti (dny od 1.1.)		Metání - plná zralost (dny)		Poléhání (1 - 9)		Padlí travní (1 - 9)	
		Průměr ± s _x	V _k (%)	Průměr ± s _x	V _k (%)	Průměr ± s _x	V _k (%)	Průměr ± s _x	V _k (%)	Průměr ± s _x	V _k (%)	Průměr ± s _x	V _k (%)
01CS200003	HTC 2083	66±11	17,1	67±0,8	12,3	101±6	6,3	45±6	13,0	9±0	0,0	4±1	21,8
01CS200004	HT 129 DH	68±15	22,2	70±0,5	7,7	107±6	5,7	48±5	10,0	9±0	0,0	5±1	26,7
01CS200005	HT 135 DH	76±11	13,9	77±0,5	6,6	106±6	5,3	47±5	9,8	9±0	0,0	6±1	13,6
01CS200006	HT 157	68±11	15,5	69±0,3	4,3	105±9	8,8	47±3	7,1	9±0	0,0	3±0	14,1
01CS200007	HT 31-1	92±13	14,4	71±0,4	5,5	106±6	5,6	49±4	8,8	8±1	10,2	5±2	31,9
01CS200008	HT 352	66±15	22,7	66±0,8	12,3	107±6	5,3	46±5	10,3	9±0	0,0	6±1	23,6
01CS200009	HT 438	66±9	12,8	91±0,9	10,4	107±5	5,1	47±5	11,6	9±0	0,0	5±1	16,3
01CS200010	HT 439	59±14	22,9	66±0,4	5,9	103±4	3,6	43±7	15,3	9±0	0,0	3±0	17,7
01CS200011	HT 440	59±12	20,6	66±0,4	6,5	103±4	3,9	46±8	16,9	9±0	0,0	2±1	40,8
01CS200012	HT 441	57±13	22,3	62±0,2	4,0	104±6	5,5	49±6	11,9	9±0	0,0	2±1	40,4
01CS200013	HT 442	69±12	17,5	69±0,6	8,9	102±7	6,7	44±6	13,0	9±0	0,0	3±1	46,8
01CS200014	HT 443	67±11	16,9	72±0,6	8,0	105±5	4,9	47±6	13,6	9±0	0,0	3±1	37,4
01CS200015	HT 444	74±11	15,2	77±0,6	7,5	105±5	4,6	47±6	13,2	9±0	0,0	7±1	18,7
01CS200016	HTC 1324	73±13	17,6	71±0,4	5,9	104±4	4,1	46±6	12,8	8±0	5,9	5±2	32,7
01CS200017	HTC 1331 DH	59±10	17,2	75±0,5	7,2	106±6	5,4	47±5	10,7	9±0	0,0	6±1	22,0
01CS200018	HTC 1380	60±11	18,6	72±0,5	6,9	102±7	7,0	43±7	12,1	9±0	0,0	3±2	54,4
01CS200019	HTC 2060	66±12	17,9	71±0,5	6,4	105±5	5,2	47±5	10,7	9±0	0,0	4±0	10,9
01CS200020	HTC 2071	63±12	18,6	63±0,2	2,7	101±7	6,5	46±5	11,9	9±0	0,0	3±1	37,4
01CS200001	JB1 (kontrola)	64±10	14,9	74±0,2	3,4	104±4	3,9	46±6	12,7	9±0	0,0	8±1	12,3
01CS200002	JB3 (kontrola)	60±10	17,3	68±0,7	10,0	105±5	5,1	47±4	9,6	9±0	0,0	8±1	12,3
	Průměr souboru	67±12	17,8	71±0,5	7,1	104±6	5,0	46±5	11,8	9±0	0,8	5±1	26,6
	Průměr kontrol	62±10	16,0	71±0,5	6,6	104±5	4,4	46±5	11,1	9±0	0,0	8±1	12,3

Další morfologické znaky už rozdělily genotypy do 9 skupin s odlišnou kombinací projevu těchto znaků. Nejpočetnější skupina byla zastoupena 8 genotypy a vyznačovala se velmi vzpřímeným praporcovitým listem před metáním, středně dlouhým druhým listem, úzkým druhým listem a vzpřímeným postavením klasu v plné zralosti. Druhá nejpočetnější skupina zahrnovala 5 genotypů a od předchozí skupiny se lišila vzpřímeným postavením praporcovitého listu před metáním.

Průměrná hodnota délky rostlin ve sledovaném souboru byla 67 cm (Tab. 2).

Tab. 2 Hodnocení vybraných hospodářských znaků jarního tritordea, VÚRV, v.v.i., Genová banka Praha - Ruzyně, 2018-2020

Linie / odrůda	Počet klasnů na 1 m ²		Výnos při 15 % vlhkosti (t.ha ⁻¹)		Výnos při 15 % vlhkosti (% ke kontrolám)	HTS (g)		Harvest index		Hmot. zrn v klasu		Počet zrn v klasu		NL na NIRs (%)	
	Průměr ± s _e	V _L (%)	Průměr ± s _e	V _L (%)		Průměr ± s _e	V _L (%)	Průměr ± s _e	V _L (%)	Průměr ± s _e	V _L (%)	Průměr ± s _e	V _L (%)	Průměr ± s _e	V _L (%)
HTC 2083	396±44	11,1	2,76±0,51	18,5	105,5	36,4±3,1	8,5	0,46±0,10	21,9	0,99±0,18	18,0	27±8	27,9	19,0±0,7	3,8
HT 129 DH	347±29	8,4	2,84±0,33	11,7	108,3	36,5±1,1	3,0	0,51±0,13	26,0	1,02±0,22	21,2	26±7	25,7	19,3±0,4	2,0
HT 135 DH	419±92	22,0	2,52±0,45	17,8	96,3	35,6±3,2	9,0	0,41±0,02	6,1	1,16±0,04	3,5	31±4	14,5	19,8±0,7	3,5
HT 157	320±30	9,4	2,28±0,82	35,8	87,0	37,1±1,7	4,7	0,32±0,16	49,1	0,75±0,48	63,3	19±11	58,0	20,6±2,1	10,3
HT 31-1	351±52	14,9	2,23±0,29	12,9	85,2	37,2±1,6	4,2	0,35±0,06	17,4	0,83±0,16	19,4	21±4	20,4	20,9±0,6	2,8
HT 332	308±30	9,7	3,00±0,22	7,3	114,6	37,5±1,9	5,1	0,41±0,04	10,4	1,05±0,15	14,7	26±4	16,3	19,4±1,1	5,7
HT 438	256±34	13,3	2,27±0,23	10,0	86,8	34,4±3,7	10,7	0,33±0,07	22,2	0,98±0,22	22,2	28±5	17,5	20,2±1,6	8,1
HT 439	384±49	12,8	3,63±0,51	14,0	138,6	31,7±1,7	5,3	0,44±0,06	13,0	0,94±0,15	15,5	30±4	12,4	18,4±0,7	3,8
HT 440	364±9	2,4	2,50±0,52	20,7	95,2	30,5±2,6	8,7	0,49±0,07	14,3	1,04±0,15	14,6	33±3	8,0	18,8±0,8	4,5
HT 441	356±60	17,0	2,24±0,30	13,5	85,3	35,9±1,8	5,1	0,36±0,01	3,8	0,64±0,10	15,8	19±4	20,2	20,5±0,4	1,9
HT 442	372±46	12,4	2,81±0,54	19,1	107,2	39,1±2,4	6,0	0,42±0,08	19,4	1,07±0,30	28,0	28±10	34,4	19,6±1,3	6,7
HT 443	376±94	24,9	1,88±1,24	66,2	71,6	34,5±2,8	8,0	0,37±0,04	10,4	0,86±0,10	11,3	25±3	11,1	19,6±0,5	2,7
HT 444	316±93	29,4	3,25±1,14	35,0	124,2	34,1±3,4	9,9	0,29±0,18	63,0	1,19±0,10	8,8	34±4	13,1	18,3±0,4	2,2
HTC 1324	349±76	21,7	2,62±0,90	34,2	100,1	34,7±3,7	10,8	0,40±0,04	9,1	0,84±0,20	23,6	23±3	11,1	20,2±0,9	4,4
HTC 1331 DH	273±50	18,1	1,63±0,31	19,2	62,0	36,1±4,2	11,7	0,34±0,06	17,5	0,68±0,13	19,0	20±8	39,4	21,3±1,1	5,2
HTC 1380	361±55	15,2	2,35±0,96	40,8	89,7	29,3±4,0	13,6	0,48±0,08	16,9	1,06±0,42	39,7	37±8	23,0	17,6±0,5	2,7
HTC 2060	252±49	19,6	1,90±0,28	13,2	72,4	37,9±2,4	6,3	0,36±0,05	14,3	0,85±0,15	17,7	22±5	20,6	19,4±0,4	2,2
HTC 2071	332±15	4,5	2,87±0,76	29,7	98,0	33,7±1,4	4,1	0,47±0,06	12,8	1,05±0,28	26,2	30±4	14,8	18,7±0,9	4,6
JB1 (kontrola)	336±43	12,9	2,92±0,92	31,7	111,3	33,5±2,9	8,7	0,46±0,06	13,0	1,26±0,29	23,3	38±4	11,5	18,2±0,4	2,4
JB3 (kontrola)	288±48	16,7	2,32±0,61	26,3	88,7	35,5±2,6	7,3	0,48±0,04	8,8	1,17±0,34	39,2	31±8	24,7	20,0±0,3	1,6
Průměr souhrnu	338±50	14,8	2,53±0,59	23,9		35,1±2,6	7,5	0,41±0,07	18,5	0,97±0,21	21,8	27±6	21,2	19,5±0,8	4,1
Průměr kontrol	312±27	8,7	2,62±0,76	29,0	100,0	34,5±2,6	7,4	0,47±0,05	10,8	1,22±0,30	24,5	34±6	16,3	19,1±0,3	1,6

Obr. 1: Klasy a zrno hexaploidního tritordea (foto P.Martínek)



Obr. 2: Klasy a zrno oktoploidního tritordea (foto P.Martínek)



Nejvyšší průměrné hodnoty byly naměřeny u linie HT 31-1 a to 92 cm. Nejkratší průměrná délka rostlin 57 cm byla zjištěna u linie HT 441. Obdobné hodnoty délky rostlin prezentují ve své práci také Kakabouki et al. (2020). S délkou rostlin souvisí i poléhavost. Vzhledem k tomu, že se všechny genotypy vyznačovaly nízkou nebo středně nízkou délkou

stébela, tak je možno je hodnotit jako odolné k poléhání. V souboru byla vypočtena statisticky vysoce průkazná negativní korelace ($r = -0,685^{**}$) mezi délkou rostlin a poléháním (Tab. 3).

Tab. 3 Korelační koeficienty mezi vybranými morfologickými, biologickými a hospodářskými znaky jarního tritordea

	DR	DK	VD	P	PT	PPS	VZ	HTZ	HI	HZK	PZK	NL
Délka rostlin (DR)												
Délka klasu (DK)	0,263											
Veget.doba od 1.1. do plné zralosti (VD)	0,290	0,450*										
Poléhání (P)	-0,685**	0,008	-0,120									
Padlí travní (PT)	0,223	0,393	0,433	-0,086								
Počet plodných stébel (PPS)	0,184	-0,357	-0,471*	-0,100	-0,379							
Výnos zrna (VZ)	0,026	-0,195	-0,256	0,074	0,078	0,367						
Hmotnost tisíce zm (HTZ)	0,390	-0,034	0,372	-0,127	0,185	-0,214	-0,204					
Harvest index (HI)	-0,376	-0,446*	-0,457*	0,176	-0,047	0,353	0,294	-0,370				
Hmotnost zrna v klusu (HZK)	0,010	0,163	-0,204	0,281	0,516*	0,116	0,540*	-0,275	0,485*			
Počet zrna v klusu (PZK)	-0,218	0,142	-0,401	0,330	0,286	0,185	0,498*	-0,641**	0,539*	0,892**		
Dusíkaté látky (NL)	0,277	0,135	0,528*	-0,369	0,051	-0,268	-0,597**	0,626**	-0,517*	-0,666**	-0,823**	

$P \leq 0,01$ (**); $P \leq 0,05$ (*)

Obr. 3-4: Pokusné parcely s tritordeem (foto J.Hermuth)



Obr. 5-6: Detail klasů tritordea (foto J.Hermuth)



Průměrná délka klasu byla 7,1 cm, což hlediska slovního hodnocení představuje středně dlouhý klas. Většina sledovaných položek v souboru se od tohoto čísla příliš neodlišovala. Výjimku představovala linie HT 438 s délkou klasu $9,1 \pm 0,9$ cm. Nejkratší délka klasu byla

naměřena u linie HT 441 a to $6,2 \pm 0,2$ cm. Statisticky průkazná kladná korelace byla vypočtena mezi délkou klasu a vegetační dobou do plné zralosti ($r = 0,450^*$). Statisticky průkazná negativní korelace byla zjištěna pro vztah délky klasu a sklizňovým indexem ($r = -0,446^*$).

Průměrná vegetační doba od vzejití do plné zralosti byla 104 dnů a hodnocené genotypy se výrazně od této hodnoty neodlišovaly. Za nejranější lze považovat linie HTC 2083 a HTC 2071 (101 dnů), za pozdnější pak linie HT 352 a HT 438 (107 dní). Statisticky průkazná negativní korelace byla nalezena mezi délkou vegetační doby a počtem plodných stébel ($r = -0,471^*$) a také mezi vegetační dobou a sklizňovým indexem ($r = -0,457^*$). Naopak statisticky průkazná pozitivní korelace byla vypočtena pro vztah mezi vegetační dobou a obsahem N látek ($r = 0,528^*$).

Další významnou charakteristikou bylo hodnocení zdravotního stavu genotypů, protože choroby ovlivňují výnos, podíly na sítích, ale například i obsah bílkovin. Z houbových chorob se vyskytovalo především padlí travní. Průměrná hodnota u sledovaného souboru byla 5, tedy stupeň označující méně odolné materiály. Obě kontrolní odrůdy JB1 a JB3 byly hodnocené jako rezistentní (stupeň 8). Za náchylné (stupeň 3 - 1) lze z tříletých výsledků hodnotit linie HT 157, HT 440, HT 441, HTC 1380 a HTC 2071. Zcela výjimečně a v minimálním rozsahu byl v parcelách zaznamenán výskyt rzi nebo septoriózy, a proto hodnocení výskytu těchto chorob není ani prezentováno v tabulkách. V souboru byla vypočtena průkazná kladná korelace mezi výskytem padlí a hmotností zrna v klase ($r = 0,516^*$).

Tabulka 3 shrnuje hodnocení vybraných hospodářských znaků tritordea. Ve studovaném souboru byl průměrný počet produktivních stébel 338 klasů na 1 m^2 . Nejvyšší počet klasů 419 byl zjištěn u linie HT 135 DH a naopak nejnižší hustota porostu (252 klasů) byla u linie HTC 2060.

Nejvýnosnějším genotypem v tříletých zkouškách byla linie HT 439 s produkcí $3,63 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, (tj. 139 % k průměru kontrolních odrůd). Naopak nejnižší sklizně dosáhla linie HTC 1331 DH ($1,63 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$; 62 % ke kontrolám). Pomocí korelační analýzy byly hodnoceny také vybrané parametry hospodářských znaků. Byla zjištěna statisticky průkazná kladná korelace mezi výnosem zrna a hmotností zrna v klase ($r = 0,540^*$) a rovněž mezi výnosem a počtem zrna v klase ($r = 0,498^*$). Vysoce statisticky průkazná negativní korelace byla vypočtena pro výnos zrna a obsah N látek ($r = -0,597^{**}$). Smetana (2021) ve své práci uvádí, že v pokusech, které byly prováděny na lokalitě Kroměříž a při kterém byly genotypy tritordea vysety na podzim při celkovém množství $N = 138 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ve 3 dávkách a za použití fungicidu a morforegulatoru během vegetace bylo dosaženo výnosu v rozmezí od 1,22 do $4,45 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Tyto sklizňové hodnoty, na rozdíl od našich výsledků, mohou odpovídat zvýšené intenzitě pěstování. Navíc podzimní výsev tritordea v našich podmínkách může zlepšit problémy s nejednotným a pozdním dozráváním a zvýšit tak výnos. To proto, že při jarních výsevech se může někdy projevovat přítomnost genu pro vytrvalostní charakter růstu z *H. chilense*, který způsobuje podrůstání odnoží a obtíže při stanovení termínu dozrávání. Tento problém odpadá, vyseje-li se tritordeum jako ozim, kdy proběhne období jarovizace. Musí být ovšem příznivý průběh zimního počasí, který neponičí porosty jarního tritordea mrazem.

Průměrná hmotnost 1000 zrn v testovaném souboru byla 35,1 g. Rozpětí tohoto znaku bylo od 29,3 g (HTC 1380) až do 39,1 g u linie HT 442. Mezi znaky hmotnost 1000 zrn a počet zrn v klase byla nalezena statisticky vysoce průkazná negativní korelace s hodnotou $r = -0,641$. Pro vztah mezi HTZ a obsahem N látek byla vypočtena statisticky vysoce průkazná pozitivní korelace ($r = 0,626$). Smetana (2021) ve své práci uvádí, že dosažená hmotnost 1000 zrn se pohybovala v rozmezí 31,2 – 39,4 g, což potvrzuje naše tříleté výsledky. Erlandsson (2010)

zjistil, že hmotnost 1000 zrn různých linií tritordea byla 40 g, zatímco ve studii Kakabouki et al. (2020) byla odhadnuta na $30 \pm 2,86$ g. Pro hmotnost 1000 zrn zaznamenali negativní korelaci s výnosem, což je ve shodě s našimi výsledky. Nárůst výnosu byl způsoben vyšším počtem zrn na klas, ale jejich menší hmotností.

Průměrný sklizňový index v analyzovaném souboru byl 0,41, což lze považovat za střední hodnotu. Nejvyšší úroveň dosáhla linie HT 129 DH (0,51), nejnižší hodnotu pak zaznamenala linie HT 444 (0,29). Statisticky průkazné kladné korelace byly zaznamenány mezi sklizňovým indexem a hmotností zrna v klase ($r=0,485^*$) a počtem zrn v klase ($r = 0,539^*$). Naopak statisticky průkazná negativní korelace byla mezi hodnotou sklizňového indexu a obsahem N látek ($r = -0,517$).

U znaku hmotnost zrna v klasu byla vypočtena průměrná hodnota 0,97 g. Nejvyšší hmotnost zrna měla linie HT 444 (1,19 g), nejnižší pak linie HT 441 (0,64 g). Vysoce statisticky průkazná kladná korelace ($r = 0,892^{**}$) byla mezi hmotností zrna v klasu a počtem zrn v klasu. Vysoce statisticky průkazná záporná korelace byla nalezena mezi hmotností zrna v klasu a obsahem dusíkatých látek ($r = -0,666^{**}$).

Průměrná hodnota počtu zrn na klas souboru činila 27 zrn. Maximálního počtu dosáhla linie HTC 1380 (37 zrn), minimální počet zrn 19 byl shodně dosažen u dvou linií HT 157 a HT 441. Vysoce statisticky průkazná negativní korelace byla vypočtena mezi počtem zrna v klasu a obsahem N látek ($r = -0,823^{**}$).

Průměrný obsah bílkovin v analyzovaném souboru byl 19,5 %. Nejvyšší hodnota 21,3 % byla naměřena u linie HTC 1331 DH, nejnižší úroveň N látek 17,6 % byla u linie HTC 1380. Zjištěné vysoké hodnoty bílkovin potvrzují údaje, které publikovali Alvarez et al. (1992), Gallardo a Fereres (1993) a Martinek (2001). Na druhou stranu Kakabouki et al. (2020) ve své práci uvádějí nižší hodnoty obsahu bílkovin, a to v rozpětí 13,0 – 15,5 %.

Závěr

Ve tříletých školkách základního hodnocení byla na lokalitě Praha – Ruzyně testována kolekce 18 genotypů jarního tritordea. Byla získána popisná data, která včetně pasportních údajů jsou uvedena v informačním systému GRIN Czech. Osivo těchto položek bylo uloženo k dlouhodobé konzervaci do skladů Genové banky a klasy uloženy do herbaria.

Při hodnocení morfologických znaků bylo zjištěno, že všechny linie tritordea se vyznačují velmi vzpřímeným tvarem trsu ($< 25^\circ$) a silným ojiněním listu na počátku metání (stupeň 7). Všechny testované genotypy se vyznačovaly nízkou nebo středně nízkou délkou rostlin. S délkou stébla souvisí i poléhavost, a tak podle dosažených hodnot lze konstatovat, že testované linie jsou odolné k poléhání. Podle naměřené délky klasu se většina genotypů vyznačovala středně dlouhým klasem (7,1 – 9,0 cm). Výjimku představovala linie HT 438 s délkou klasu $9,1 \pm 0,9$ cm. Nejkratší délka klasu byla zjištěna u linie HT 441 a to $6,2 \pm 0,2$ cm. Průměrná vegetační doba od vzejití do plné zralosti byla 104 dnů a hodnocené genotypy se výrazně od této hodnoty neodlišovaly. Nejranější byly linie HTC 2083 a HTC 2071 (101 dnů), za pozdější lze považovat linie HT 352 a HT 438 (107 dní). Další významnou charakteristikou bylo hodnocení zdravotního stavu genotypů. Z houbových chorob se vyskytovalo především padlí travní. Průměrná hodnota u sledovaného souboru byla 5, tedy stupeň označující méně odolné materiály. Obě kontrolní odrůdy JB1 a JB3 byly naopak hodnocené jako rezistentní (stupeň 8). Za náchylné (stupeň 3 - 1) lze z tříletých výsledků považovat linie HT 157, HT 440, HT 441, HTC 1380 a HTC 2071. Nejvýnosnějším genotypem v tříletých zkouškách byla linie HT 439 s produkcí $3,63 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, (tj. 139 % k průměru kontrolních odrůd). Naopak nejnižší sklizně

dosáhla linie HTC 1331 DH (1,63 t.ha⁻¹; 62 % ke kontrolám). Průměrná hmotnost 1000 zrn v testovaném souboru byla 35,1 g. Rozpětí tohoto znaku bylo od 29,3 g u linie HTC 1380 (velmi nízká hodnota) až do 39,1 g u linie HT 442 (středně vysoká hodnota). Velmi významným znakem při hodnocení genetických zdrojů tritordea je obsah bílkovin. Průměrný obsah v analyzovaném souboru činil 19,5 %. Nejvyšší hodnota 21,3 % byla naměřena u linie HTC 1331 DH, nejnižší úroveň N látek 17,6 % byla u linie HTC 1380.

S měnícími se klimatickými podmínkami, a to nejen v České republice, se tak tritordeum může stát vhodnou plodinou, která má nižší náročnost na potřebu vody a snese i sušší podmínky na pěstování. Díky vysokému obsahu bílkovin v znu může být tritordeum potenciálním zdrojem tohoto znaku pro šlechtění pšenice. A také může být významným zdrojem karotenoidů.

Vzhledem k problémům s vyrovnaností dozrávání, podrůstání odnoží a výskytu nedozrálých klasů při sklizni v případě jarních výsevů by vyšlechtění ozimých forem tritordea vedlo k odstranění těchto problémů a lze se domnívat, že ozimé formy by byly pěstitelsky mnohem vhodnější a zajímavější pro naše středoevropské podmínky.

Dedikace

Príspevek vznikl v rámci řešení projektu "Národní program konzervace a využívání genetických zdrojů rostlin, zvířat a mikroorganismů významných pro výživu a zemědělství" č. j. 51834/2017-MZE-17253/6.2.14.

Použitá literatura

- Abdel-Aal E-S., M., Young, J., CH., Rabalski, I., Hucl, P., Fregeau-Reid, J., 2007: Identification and quantification of seed carotenoids in selected wheat species. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 55(3), 787–794. ISSN 0021-8561.
- Alvarez, J. B., Ballesteros, J., Sillero, J. A., Martín, L. M., 1992: Tritordeum: a new crop of potential importance in the food industry. *Hereditas*. 116, 193–197. ISSN 00180661.
- Alvarez, J. B., Ballesteros, J., Arriaga, H. O., Martín, L. M., 1995: The rheological properties and baking performances of flours from hexaploid tritordeums. *Journal of Cereal Science*. 21(3), 291–299. ISSN 07335210.
- Alvarez, J. B., Martín A., Martín, L. M., 2001: Variation in the high-molecularweight glutenin subunit, coded at the Glu-Hch1 locus in *Hordeum chilense*. *Theoretical and Applied Genetics*. 102(1), 134–137. ISSN 0040-5752.
- Barro, F., Fontes, A., G., Maldonado, J. M., 1991: Organic nitrogen content and nitrate and nitrite reductase activities in tritordeum and wheat grown under nitrate or ammonium. *Plant and Soil*. 135(2), 251–256. ISSN 0032-079X.
- Erlandsson, A., 2010: Tritordeum evaluation of a new food cereal. Uppsala, Sweden. Master thesis. Swedish University of Agricultural Sciences, Agricultural Program Food Science. Supervisor Ingmar Börjesson
- Gallardo, M., Fereres, E., 1993: Grain protein and grain yield of tritordeum in comparison to wheat and triticale. *Plant and Soil*. 153(2), 287–293. ISSN 0032-079X.
- Holubec, V., Papoušková, L., Faberová, I., Zedek, V., Dotlačil, L., 2015: Rámcová metodika Národního programu konzervace a využívání genetických zdrojů rostlin a agrobiodiversity. VÚRV Praha – Ruzyně: 386 s.
- Kakabouki, I., Beslemes, D. F., Tigka, E. L., Folina, A., Karydogianni, S., Zisi, CH., Papastylianou, P., 2020: Performance of six genotypes of tritordeum compare to bread wheat under east mediterranean condition. *Sustainability*. 12(22). ISSN 2071-1050.

- Lekeš, J., Zezulová, P., Bareš, I., Sehnalová, J., Vlasák, M., 1986: Klasifikátor – genus *Hordeum* L., VÚRV Praha – Ruzyně, „Genové zdroje“ č. 27: 46 s.
- Martín, A., Chapman, V., 1977: A hybrid between *Hordeum chilense* and *Triticum aestivum*. *Cereal Research Communications*, 5(4), 365–368. ISSN 0133-3720.
- Martín, A., Martínez-Araque, C., Rubiales, D., Ballesteros, J., 1996: Tritordeum: Triticale's new brother cereal. Guedes-Pinto H., Darvey N. a Carnide V. P., eds. *Triticale: Today and Tomorrow* [online]. Dordrecht: Springer Netherlands, 1996, s. 57–72. ISBN 978-94-010-6634-1. [vid. 4. 2. 2021]. Dostupné z: https://doi.org/10.1007/978-94-009-0329-6_9
- Martinek, P., 2001: Možnosti využití hexaploidního tritordea (kříženec mezi pšenicí a ječmenem) pro vzdálenou hybridizaci s pšenicí a tritikale. Kroměříž: Zemědělský výzkumný ústav Kroměříž, s.r.o., 53 s.
- Rubiales, D., Niks, R. E., Dekens, R. G., Martín, A., 1993: Histology of the infection of tritordeum and its parents by cereal brown rusts. *Plant Pathology*. 42(1), 93–99. ISSN 00320862.
- Smetana, D., 2021: Charakteristika nových genetických zdrojů tritordea (x *Tritordeum* Ascherson et Graebner). Diplomová práce, Mendelova univerzita v Brně, Agronomická fakulta, Ústav biologie rostlin: 69 s.

Kontaktní adresa: Ing. Zdeněk Nesvadba, Ph.D., Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Genová banka, Drnovská 507/73, 161 06 Praha 6 – Ruzyně, e-mail: nesvadba@vurv.cz

KOLEKCE A HODNOCENÍ GENOVÝCH ZDROJŮ MANDLONĚ OBECNÉ, NÁHLED NA SOUČASNÝ STAV

Collection and evaluation of almond's genetic resources, an overview of the current status
Ondrášek I.

Mendelova univerzita v Brně, Zahradnická fakulta, Ústav ovocnictví

Abstrakt

Význam pěstování mandloně obecné a její historické rozšíření současně s dalšími ovocnými druhy na našem území je zachyceno v řadě historických publikací. Na rozdíl od některých ovocných druhů nedosáhla mandloň úrovně tržního, ekonomicky významného způsobu pěstování. Nezpochybnitelný však zůstal do současnosti význam mandloně obecné jako druhu patřícího do jihomoravské krajiny, druhu s širokými možnostmi uplatnění z pohledu biodiverzity, kulturních tradic a v neposlední řadě jako druhu poskytujícího jádra mimořádně významné pro výživu člověka. Existující genofondová kolekce umožňuje soustředění, hodnocení a především záchranu zajímavých genotypů a odrůd mandloní, které jistě budou při různých příležitostech uplatňovány a svůj neobyčejný a široký význam i nadále obhájí.

Klíčová slova: mandloň, genofond, odrůda, pomologie, fenologie

Abstract

The importance of almond cultivation and its historical distribution along with other fruit species in our territory is recorded in a number of historical publications. Unlike some fruit species, the almond has not reached the level of a marketable, economically significant production. However, the importance of the almond as a species belonging to the South Moravian landscape, as a species with wide application possibilities from the point of view of biodiversity, cultural traditions and, last but not least, as a species providing kernels extremely important for human nutrition, has remained unquestionable. The existing gene pool collection enables the concentration, evaluation and, above all, the preservation of interesting genotypes and varieties of almonds, which will surely be used in various ways in the future and will continue to defend their extraordinary importance.

Key words: almond, gene pool, variety, pomology, phenology

Úvod

Prunus amygdalus L., mandloň obecná, čeleď *Rosaceae*, je druh nativně rozšířený ve Střední Asii a západní Číně, v bohatém rozšíření se vyskytuje od Íránu, přes Kavkaz, východní Turecko až po východní Středomoří. Podle mnoha literárních zdrojů je ovocným druhem, jehož výskyt na našem území je zmiňován několik století nazpět v nejstarší ovocnářské literatuře, zejména v oblasti jižní Moravy. Na rozdíl od některých ovocných druhů se mandloň v podmínkách České republiky tržně ve velkém měřítku nepěstují, to ale nijak nesnižuje význam mandloně jako ovocného druhu, který považujeme nejen za nezastupitelný krajinnotvorný prvek, ale díky mohutné kořenové soustavě i za značně suchovzdorný druh (vlastnost stále více nabývající na významu), za druh s mimořádně cenným kvalitativním složením jader a všestrannými možnostmi zpracování i přes skutečnost, že rubina plodu je tenká a nepoživatelná a slupka různých typů odrůd je více či méně plstnatá a jedinou využitelnou částí plodu je jádro, které v závislosti na genotypu může být sladké, polosladké a hořké, ale také za druh mající úzký vztah ke kultuře a tradicím regionů, kde se mandloň ať už jako nativní,

dlouhověké semenáče nebo jako kulturně prošlechtěné odrůdy či genotypy vyskytují. V neposlední řadě je mandloň a její mezidruhoví kříženci celosvětově významnou podnoží pro broskvoně stejně jako pro odrůdy vlastního druhu.

Materiál a metody

Odrůdy a genotypy mandloně obecné byly od počátku součástí genofondových kolekcí udržovaných na Zahradnické fakultě v Lednici. V současnosti kolekce mandloní obsahuje 27 hodnocených položek, které představují odrůdy nebo genotypy z různých částí Evropy, ale také odrůdy českého původu a genotypy získané sběrem z regionu, především z oblasti Rakvic.

U položek mandloní se každoročně hodnotí, podle deskriptoru, fenologické a pomologické charakteristiky a probíhá řešení různých témat závěrečných prací. Mezi aktuální témata patří například otázka mrazuvzdornosti, pozdního kvetení, ověření opylovacích poměrů nebo pomologické popisy a komplexní charakteristika položek. Z výsledků některých závěrečných prací lze uvést zajímavé shrnutí dosažených pozorování, které je však nutné do budoucna rozšířit o víceletá data a širší skupinu hodnocených odrůd.

Výsledky a diskuze

Mrazuvzdornost v dormantním období nepředstavuje pro mandloň zásadní míru rizika. Dílčí výsledky diplomové práce „Stanovení míry mrazuvzdornosti u odrůd mandloně obecné“ (Prudil, 2020) vycházející ze dvou základních testů (umělý neboli zásahový test a test teplotních vlastností DSC) potvrzují spolehlivou míru mrazuvzdornosti u několika hodnocených odrůd. V obou testech byla dosažena podobná míra mrazuvzdornosti. Dle zásahového testu byla nejmrazuvzdornější italská odrůda 'Supernova' ($LT_{50} -21,72\text{ }^{\circ}\text{C}$), naopak nejmenší míru mrazuvzdornosti vykazovala, v České republice historicky rozšířená, odrůda 'Sladkoplodá' ($LT_{50} -16,71\text{ }^{\circ}\text{C}$). Z dalších hodnocených odrůd lze uvést výsledky například pro francouzské odrůdy 'Ferrastar' ($LT_{50} -19,53\text{ }^{\circ}\text{C}$) a 'Ferragnes' ($LT_{50} -17,70\text{ }^{\circ}\text{C}$) a italskou odrůdu 'Genco' ($LT_{50} -17,68\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Z pohledu produkce plodů mandloní je mnohem významnější poškození pozdními jarními mrazy, kdy už ovocné druhy obecně ztrácí obranu proti mínusovým teplotám udržovanou vnitřním mechanismem dormance. Termín, délku trvání a intenzitu jarních mrazů lze těžko spolehlivě predikovat a ovlivnit ochranná opatření. Z pěstitelského pohledu by se mohlo jevit jako jedno z účinných opatření respektování a využití fenologických vlastností různých odrůd nebo genotypů a samozřejmě pro výsadby (pokud i užitná kvalita jader dovoluje) preferovat odrůdy s pozdním termínem kvetení. Díky víceletým fenologickým pozorováním je možné některé z odrůd označit za spolehlivě pozdně kvetoucí, a to i v letech, kdy jsou průběhy zimy a jara velmi neobvyklé při srovnání s dlouholetými průměry. Mezi odrůdy s pozdní dobou kvetení, tj. 8 a více dnů po odrůdě Zora můžeme uvést například odrůdy Supernova, Genco, Ferrastar a Ferragnes.

Z pohledu opylovacích poměrů rozlišujeme pěstované odrůdy mandloní na cizosprašné (převážná část u nás dostupného sortimentu odrůd), částečně samosprašné (odrůda Zora) a samosprašné (italská odrůda Supernova). V rámci genofondové kolekce a zejména u nově získaných položek je nutné opylovací poměry vždy spolehlivě ověřit.

Kvalita jader je další z víceletých charakteristik hodnocených v rámci genofondové kolekce mandloní. V zásadě lze jako 2 nejvýznamnější vlastnosti z pohledu kvality uvést chuť jádra a jeho procentický podíl na celkové hmotnosti pecky. V chuti jádra preferujeme samozřejmě pouze odrůdy či genotypy se sladkým jádrem na rozdíl od genotypů sladce hořkých

nebo hořkých. Z pohledu procentického podílu hmotnosti jádra na celkové hmotnosti pecky se za kvalitní považují odrůdy dosahující hodnoty nad 30 %. Podle výsledků Němcové (2020) byla hodnota 30 % překročena mimo jiné u odrůd Sladkoplodá, Supernova a Zora. Mezi 20 a 30 % mají podíl jádra odrůdy Fatima, Ferragnes, Genco, a podnožová odrůda MN – VA – 1.

Víceletá fenologická a pomologická hodnocení lze z deskriptorových hodnot převést do komplexního popisu položek a taková základní charakteristika některých odrůd mandloní s významnými vlastnostmi pro pěstování je následující:

SUPERNOVA

Odrůda původem z Itálie, radiomutant odrůdy 'Fascionello'.

Doba zrání: současně s odrůdou Sladkoplodá krajová.

Růst: odrůda bujného vzrůstu vytvářející široké, otevřené koruny. Plodnost na jednoletých výhonech i kytičkových plodonoších.

Kvetení/opylovací poměry: samosprašná odrůda se středně pozdní dobou kvetení přibližně 5 dnů po odrůdě Sladkoplodá krajová. Pravidelně velmi vysoká bohatost kvetení.

Plody: Rubina světle zelené barvy, tenká, v plné zralosti zcela otevřená. Pecka kulatě protáhlého tvaru snadno odlučitelná od oplodí, dosahuje průměrné hmotnosti 3,7g. Pomologický charakter osemení je polopapírek (středně měkké osemení). Jádro se světle hnědou testou, středně velké, vynikající sladké chuti, průměrná hmotnost 1,7g, zpravidla monoembryonické.

Využití: jedna z nejvhodnějších odrůd a to i pro intenzivní způsob pěstování. Významnou vlastností je vysoká míra samosprašnosti, mrazuodolnosti, spolehlivé každoroční produkce a kvalitní chuti jader.

GENCO

Odrůda původem z Itálie jako semenáč neznámého původu.

Doba zrání: současně s odrůdou Sladkoplodá krajová.

Růst: odrůda bujného vzrůstu se širokou, zahuštěnou korunou. Plodný obrost převážně na kytičkových plodonoších.

Kvetení/opylovací poměry: samosprašná odrůda se středně pozdní dobou kvetení přibližně 5 dnů po odrůdě Sladkoplodá krajová. Pravidelně velmi vysoká bohatost kvetení.

Plody: Rubina silná, v plné zralosti otevřená. Pecka srdčitého tvaru snadno odlučitelná od oplodí, dosahuje průměrné hmotnosti 5,2g. Pomologický charakter osemení je polopapírek. Častá biembryonie. Jádro středně velké, sladké chuti, průměrná hmotnost 2,1g.

Využití: Odrůda s výbornou chutí jader vhodná i do okrajových pěstitelských podmínek.

FERRASTAR

Odrůda původem z Francie (INRA), Cristomorto' X 'Ardéchoise'.

Doba zrání: přibližně 5 dnů po odrůdě Sladkoplodá krajová.

Růst: odrůda bujného vzrůstu, se zahuštěnou korunou spíše vzpřímeného habitu. Vytváří bohatý plodný obrost zejména na kytičkových plodonoších.

Kvetení/opylovací poměry: odrůda vyznačující se středně pozdní až pozdní dobou kvetení, začátek kvetení přibližně 6 dnů po Sladkoplodé krajové. Cizosprašná, pro opylení jsou vhodné pozdně kvetoucí mandloně (např. Ferragnes).

Plody: Rubina ve zralosti světle zelená, plně otevřená se snadno oddělitelnou peckou vejčitého tvaru. Skořápka charakteru polopapírek (středně tvrdé osemení), průměrná hmotnost 3,7g, světle hnědé barvy, hladká, korkovitého charakteru. Jádro eliptického tvaru dosahuje průměrné

hmotnosti 1,3g, monoembryonické, dobře vyplňující celou skořápku se světle hnědým osemením a výbornou sladkou chutí.

Využití: Odrůda s vynikající kvalitou jader vhodná pro všestranné použití. Resistentní odrůda vůči *Coryneum beijerinckii* a strupovitosti.

FERRAGNES

Odrůda původem z Francie (INRA), 'Cristomoro' x 'Ai'.

Doba zrání: současně s odrůdou Sladkoplodá krajová

Růst: odrůda středně bujného vzrůstu, se zahuštěnou, širokou korunou. Vytváří bohatý plodný obrost po celé délce letorostů.

Kvetení/opylovací poměry: odrůda vyznačující se velmi pozdní a poměrně dlouhou (postupnou) dobou kvetení, začátek kvetení přibližně 10 dní po Sladkoplodé krajové. Cizosprašná, pro opylení jsou vhodné pozdně kvetoucí mandloně.

Plody: Rubina ve zralosti světle zelená, plně otevřená se snadno oddělitelnou peckou kulovitého tvaru. Skořápka charakteru polopapírek (středně tvrdé osemení), průměrná hmotnost 4,4g, světle hnědé barvy, hladká, korkovitého charakteru. Jádru poměrně velké, průměrná hmotnost 2 g, zpravidla samostatné (není biembryonické), dobře vyplňující celou skořápku se světle hnědým osemením a výbornou sladkou chutí.

Využití: Odrůda s vynikající kvalitou jader vhodná pro všestranné použití.

SLADKOPLODÁ KRAJOVÁ

Odrůda neznámého původu z USA.

Doba zrání: z dlouhodobého průměru přibližně ve 2. týdnu října

Růst: odrůda velmi bujného vzrůstu vytvářející široké, mírně převislé koruny. Plodnost především na jednoletých výhonech i kytíkových plodonoších.

Kvetení/opylovací poměry: cizosprašná odrůda se středně pozdní dobou kvetení, v průměru přibližně 5 dnů po raně kvetoucích mandloních. Pravidelně velmi vysoká bohatost kvetení.

Plody: Rubina silná, světle zelené až nažloutlé barvy, v plné zralosti hnědo fialové barvy, zcela otevřená. Pecka podlouhlého tvaru snadno odlučitelná od oplodí, dosahuje průměrné hmotnosti 3,7g. Pomologický charakter osemení je polopapírek (středně měkké osemení). Povrch osemení je zvrásněný a korkovitý. Jádru se světle hnědou testou, poměrně silně vrásčitou, středně velké, vynikající sladké chuti, průměrná hmotnost 1,7g, pravidelně monoembryonické.

Využití: Odrůda s pravidelnou plodností, středně pozdní dobou kvetení vhodná pro všestranné využití. V ČR vhodná jako tzv. srovnávací odrůda (podobně jako odrůda Zora).

ZORA

Odrůda českého původu vzniklá selekcí sladkoplodých semenáčů.

Doba zrání: přibližně 1 týden po odrůdě Sladkoplodá krajová

Růst: odrůda středně bujného vzrůstu vytvářející kulovité, zahuštěné koruny. Plodnost především na jednoletých výhonech i kytíkových plodonoších.

Kvetení/opylovací poměry: částečně samosprašná odrůda s ranou dobou kvetení přibližně 10 dnů před kontrolní odrůdou Sladkoplodá krajová. Pravidelně velmi vysoká bohatost kvetení.

Plody: Rubina tmavě zelené barvy, při zralosti zcela otevřená. Pecka podlouhlého tvaru a velmi snadno odlučitelná od oplodí, dosahuje průměrné hmotnosti 4,7g. Pomologický charakter osemení je polopapírek, s měkkým snadno luštitelným osemením. Povrch osemení je zvrásněný

a korkovitý. Jádru obaleno hnědou, středně vrásčitou testou, středně velké, vynikající sladké chuti, průměrná hmotnost 1,8g. Častý výskyt biembryonie.

Využití: Odrůda s pravidelnou plodností a vynikající kvalitou jader. Velmi raná doba kvetení může být v některých letech rizikovou vlastností odrůdy.

MN-VA-1

Odrůda českého původu vzniklá selekcí sladkoplodých semenáčů.

Doba zrání: přibližně 2 týdny po odrůdě Sladkoplodá krajová

Růst: odrůda slabého vzrůstu vytvářející vzpřímené, poměrně zahuštěné koruny. Plodnost především na kytičkových plodonoších.

Kvetení/opylovací poměry: částečně samosprašná odrůda s ranou dobou kvetení přibližně 5 dnů před kontrolní odrůdou Sladkoplodá krajová. Pravidelně velmi vysoká bohatost kvetení.

Plody: Rubina světle zelené barvy, při zralosti částečně otevřená. Pecka podlouhlého tvaru a velmi snadno odlučitelná od oplodí, dosahuje průměrné hmotnosti 4,3g. Pomologický charakter osemení je polopapírek. Povrch osemení je zvrásněný a řídce pórovitý. Jádru obaleno světle hnědou testou, malé, polo sladké chuti, průměrná hmotnost 1,0 g.

Využití: Odrůda s pravidelnou plodností, nachází uplatnění především jako generativní podnož pro odrůdy mandloní. Vyhledávanou vlastností může být v některých pohledech uplatnění i menší vzrůst vzpřímených korun.

SUZANE

Odrůda českého původu (pan Jaroslav Matejsek) vzniklá selekcí sladkoplodých semenáčů.

Doba zrání: současně s odrůdou Sladkoplodá krajová

Růst: odrůda středně bujného vzrůstu vytvářející otevřené až částečně vzpřímené, poměrně zahuštěné koruny. Plodnost především na kytičkových plodonoších.

Kvetení/opylovací poměry: raně kvetoucí odrůda s dobou kvetení přibližně 12 dnů před kontrolní odrůdou Sladkoplodá krajová. Pravidelně velmi vysoká bohatost kvetení. Opylovací poměry nejsou zatím spolehlivě ověřeny.

Plody: Rubina světle zelené barvy, při zralosti zcela otevřená. Pecka podlouhlého tvaru, se sklonem k otevírání (praskání) a částečně odlučitelná od oplodí, dosahuje průměrné hmotnosti 2,4g. Pomologický charakter je papírek, tj. nejměkčí typ osemení. Povrch osemení je zvrásněný a řídce pórovitý. Jádru obaleno světle hnědou testou, výborné sladké chuti, průměrná hmotnost 1,4g. Částečný sklon k biembryonii.

Využití: Odrůda s pravidelnou plodností a nejsnadnější luštitelností jader vynikající chuti.

HUSLE

Odrůda českého původu, MENDELU a město Hustopeče.

Doba zrání: současně s odrůdou Sladkoplodá krajová

Růst: odrůda středně bujného vzrůstu vytvářející rozložené až vzpřímené koruny. Plodnost současně na kytičkových plodonoších i jednoletých výhonech.

Kvetení/opylovací poměry: raně kvetoucí odrůda. Pravidelně vysoká bohatost kvetení. Opylovací poměry nejsou zatím spolehlivě ověřeny.

Plody: Rubina středně plstnatá, světle zelené barvy, při zralosti zcela otevřená. Pecka elipsoidního tvaru, pomologického typu polopapírek. Velké, sladké jádro protáhlého tvaru obaleno tmavě hnědou testou.

Využití: Odrůda s pravidelně vysokou mírou bohatosti kvetení, za určitou nevýhodu je možné označit velmi ranou dobu kvetení.

Závěr

V České republice se, i přes dřívější existenci menších produkčních výsadeb, tržní pěstování mandloní do současné doby neudrželo. Důvodem byla především omezená adaptabilita k prostředí, raně kvetoucí odrůdy byly poškozovány, téměř pravidelně, pozdními jarními mrazíky. Složitě byly i opylovací poměry pěstovaných odrůd, kdy převládaly zejména cizosprašné typy.

Význam genofondové kolekce mandloní je mimo jiné v dlouhodobé konzervaci různých genových zdrojů, které mohou postupně, tak jak se mění i podmínky pro pěstování, nabýt významnější role v uplatnění pro produkci jader v podmínkách suššího a teplejšího klimatu, přispět k podpoře biodiverzity a rozšířit možnosti pěstování užitkových druhů ovoce. Za perspektivní odrůdy nebo genotypy, které budou doporučovány pro pěstitelskou praxi lze na základě víceletých výsledků fenologických a pomologických pozorování doporučit typy samosprašné až částečně samosprašné, s pozdní dobou kvetení a samozřejmě sladkým jádrem.

Pro pěstování mandloní lze doporučit volně rostoucí zákrsky nebo čtvrtkmeny s dutou korunou. Jako vhodná podnož se používá semenáč vlastního druhu (selekce MN-VA-1, MN-VS-1), broskvo-mandloň BM-VA-1, BM-VA-2 'Kando', GF 677 nebo interspecifická podnož Ishtara či selekce broskvoňových semenáčů Montclare a Rubira a série broskvoňových semenáčů z Valtic. Předností mandloně obecně je snášenlivost k chudým, kamenitým půdám. Té je však dosaženo pouze při použití mandloňových nebo broskvo-mandloňových typů podnoží. Řez je vhodné provádět co nejbližší období kvetení, jako vhodný se ukazuje srpnový řez, díky optimálnímu hojení řezných ran.

V neposlední řadě, závěrem, je možné uvést i základní náhled do světové situace produkce mandlí díky statistické databázi FAO (2022). Průměrná světová produkce mandlí za posledních 5 let dosahuje hodnoty přibližně 3,4 mil. tun a mezi největší producenty patří USA (Kalifornie), Španělsko, Itálie, Řecko a Turecko. Evropa se na celkové světové produkci mandlí podílí přibližně 13-ti procenty.

Dedikace

Tento článek vznikl za podpory Národního programu konzervace a využívání genetických zdrojů rostlin, zvířat a mikroorganismů významných pro výživu a zemědělství (NPGZ) subprogram 6.2.10 - 51834/2017-MZE-17253. Použité laboratorní vybavení bylo pořízeno za podpory projektu CZ.02.1.01/0.0/0.0/16_017/0002334 Výzkumná infrastruktura pro mladé vědce.

Použitá literatura

- Faostat. Food and agriculture organization . [online]. 26.07.2022 [cit. 26.07.2022]. Dostupné z: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>
- Prudil, J., 2020: Stanovení míry mrazuvzdornosti u odrůd mandloně obecné. Lednice. Diplomová práce. Mendelova univerzita v Brně, Zahradnická fakulta, Ústav ovocnictví. Vedoucí práce Ing. Ivo Ondrášek, Ph.D.
- Němcová, A., 2020: Pomologické zhodnocení odrůd mandloní s potenciálem pro pěstitelskou praxi. Lednice. Diplomová práce. Mendelova univerzita v Brně, Zahradnická fakulta, Ústav ovocnictví. Vedoucí práce Ing. Ivo Ondrášek, Ph.D.

Obrázek 1: Stanovení opylovacích poměrů odrůd mandloní metodou izolování květů a následného vyhodnocení počtu dozrálých plodů.



Obrázek 2: Raně kvetoucí odrůda mandloně Zora.



Obrázek 3: Jeden z perspektivních rakvických genotypů mandloně LE-MN-R/2.



Obrázek 4: Velkoplodá odrůda Husle se sladkým jádrem



Kontaktní adresa: Ing. Ivo Ondrášek, Ph.D., MENDELU, Zahradnická fakulta, Ústav ovocnictví, Valtická 337, 691 44, Lednice, ivo.ondrasek@mendelu.cz

AKTUÁLNÍ STAV DOKUMENTACE GENETICKÝCH ZDROJŮ ROSTLIN V ČESKÉ REPUBLICE

Current state of documentation of plant genetic resources in the Czech Republic

Papoušková L.

Tým Genová banka, výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha

Abstrakt

Genová banka VÚRV, v.v.i je zodpovědná za vedení systému GRIN Czech, Národního informačního systému pro dokumentaci genetických zdrojů rostlin České republiky. Tento informační systém je používán všemi kurátory kolekcí genetických zdrojů rostlin v rámci Národního programu rostlin. Součástí systému je webová aplikace, která slouží pro uživatele genetických zdrojů rostlin (šlechtitelé, výzkumní pracovníci, univerzity a další) k vyhledávání informací a objednávání vzorků z genové banky či jiných pracovišť.

Klíčová slova: dokumentace, genetické zdroje rostlin, GRIN-Global, GRIN Czech

Abstract:

Gene bank in CRI is responsible for the providing of the system GRIN Czech, National Information System for documentation of plant genetic resources Czech Republic. This information system is used by all curators of collections of plant genetic resources within the National Programme for plants. Part of the system is a web application that serves users of plant genetic resources (breeders, researchers, universities and others) to search for information and order samples from the gene bank or other workplaces.

Key words: documentation, plant genetic resources, GRIN-Global, GRIN Czech

Úvod

Genová banka VÚRV, v.v.i Praha je koordinační pracoviště v rámci Národního programu konzervace a využívání genetických zdrojů rostlin a agro-biodiversity. Tento Národní program rostlin (NPGZR), který byl zahájen v roce 1993, je dlouhodobým programem Ministerstva zemědělství. Genová banka je zodpovědná nejen za metodické vedení NPR a koordinaci mezinárodní spolupráce, ale i za dokumentaci genetických zdrojů rostlin (GZR) formou Národního informačního systému (Zákon č. 148/2003 Sb, 2003; Vyhláška č.213/2017 Sb, 2017). Dokumentační systém je využíván v síti 12 spolupracujících institucí lokalizovaných na 15 pracovištích, administrace databáze je vedena z VÚRV, v.v.i. Praha.

Práce s GZR podléhá mezinárodním pravidlům a dohodám FAO (FAO, 1993) a International Treaty on Plant Genetic Resources (FAO, 2006), jejichž součástí je i administrativní spojení s distribucí vzorků uživatelům (Standard Material Transfer Agreement).

Od roku 2015 je pro dokumentaci GZR v ČR používán informační systém GRIN Czech (GRIN-Global), který byl poskytnut, v rámci projektu GRIN-Global, americkým ministerstvem zemědělství United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service, jako open-source software. Systém GRIN-Global je nadále rozvíjen a aktualizován.

Materiál a metody

Informační systém GRIN Czech se skládá ze tří částí: část pro administrátory, kurátorská část a webová aplikace <https://grinczech.vurv.cz/gringlobal/search.aspx>.

S rozvojem systému GRIN-Global a jeho aktualizacemi dochází také k upgradu dokumentačního systému GRIN Czech. V současné době jsou používány verze:

- administrátorská část: 2.0.3.0
- část pro kurátory (databáze): 2.2.0
- webová aplikace: 2.2.0

Systém zahrnuje základní oblasti činností s GZR:

1. pasport, tj. data, odpovídající standardu Multi-crop Passport Descriptors (FAO/BIOVERSITY, 2015) a obsahující základní informaci o plodinách – jednoznačný identifikátor, taxon, název genetického zdroje, dále informace o jeho původu, statut, atd. Součástí pasportu jsou standardní kódovací tabulky, které jsou platné obecně pro všechny plodiny a odkazy na ně jsou obsaženy v dokumentu MCPD. Systém standardů pasportní dokumentace je využíván též v Evropském katalogu genetických zdrojů rostlin EURISCO, jehož součástí jsou české kolekce genetických zdrojů rostlin (<http://eurisco.ecpgr.org/>),
2. popis a charakterizace, tj. oblast informací, která je plodinově nebo druhově specifická a týká se vlastností rostlinného materiálu. Standardem jsou seznamy plodinových deskriptorů, tj. znaků, které jsou charakteristické a jimiž lze rozlišit jednotlivé genetické zdroje v rámci kolekce. Jedná se o znaky morfologické, fenologické, způsob reakce na biotické a abiotické stresy, znaky obsahové a výnosové. Všechny znaky mají popsanou metodu, jak je hodnotit, aby byly srovnatelné v rámci kolekce. Zde existují standardy mezinárodní i standardy národní tzv. klasifikátory,
3. skladová data všech GZR (generativní i vegetativní) v rámci NNPGZR; určují, dostupnost GZR pro uživatele,
4. objednávky uživatelů GZR; vyhledávání i on-line objednávky rostlinného materiálu,
5. obrazová dokumentace GZR viditelná i uživatelům GZR na webových stránkách

Výsledky

V NPGZR bylo k 31.10.2021 uchovááno v řádných kolekcích 56 410 položek, 81 % tvoří generativně množené GZR (45 757) a 19 % jsou vegetativně množené GZR (10 653). Z celkového počtu 56 410 položek bylo 44 994 položek volně dostupných pro uživatele a 11 416 položek je dostupných pouze se svolením kurátora. Ve sledovaném období bylo v IS, včetně položek mimo řádné kolekce, 72 441 pasportních záznamů.

Popisné záznamy jsou v IS u 39 405 položek řádné kolekce, což je 70 % z celkového počtu aktivních položek. Celkový počet k 31.10.2021 byl 1 163 551 záznamů.

V roce 2021 bylo přes dokumentační systém GRIN Czech vyřízeno 264 objednávek a poskytnuto 4070 vzorků uživatelům GZR.

Závěr

Systém GRIN Czech se dále vyvíjí podle požadavků primárních uživatelů – kurátorů a je zde také umožněna efektivní okamžitá kontrola dat administrátorem systému. Celkově se zvýšila kvalita dokumentace genetických zdrojů rostlin v ČR, kdy kurátorům systém umožňuje efektivnější správu kolekcí GZR.

Na mezinárodní úrovni je oceňována kompatibilita se systémy využívajícími k dokumentaci prostředí GRIN-Global.

Na úrovni uživatelů genetických zdrojů se zlepšila efektivita výběru nejvhodnější zdrojů pro předpokládaný účel využití (cílený výběr výchozích šlechtitelských materiálů či experimentálních materiálů pro výzkum aj.) a je velmi oceňována možnost on-line objednávání vzorků.

Systém rovněž usnadnil získávání informací o GZR pro potřeby státní správy, v souvislosti s národní evidencí genetických zdrojů (Zákon 148/2003 Sb., 2003), evidencí a statistikami zpracovávanými pro mezinárodní organizace (FAO, 1996) a dokumentaci vyžadovanou uzavřenými mezinárodními dohodami pro transfer GZR (Standard Material Transfer Agreement).

Dedikace

Příspěvek vznikl v rámci řešení Národního programu konzervace a využívání genetických zdrojů rostlin, zvířat a mikroorganismů významných pro výživu a zemědělství č.j. 51834/2017-MZE-17253/6.4.2.

Použitá literatura

- FAO, 1996: Global Plan of Action for the Conservation and Sustainable Utilization of Plant Genetic Resources for Food and Agriculture (GPA), Leipzig, Germany.
- FAO, 2006: International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Italy.
- FAO/BIOVERSITY, 2015: Multi-crop Passport Descriptors (MCPD V.2.1), Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome (Italy); Bioversity International, Rome (Italy)
- Vyhláška, 20017: Vyhláška ze dne 12.7.2017, kterou se mění vyhláška č. 458/2003 Sb., kterou se provádí zákon o genetických zdrojích rostlin a mikroorganismů.
- Zákon o konzervaci a využívání genetických zdrojů rostlin a mikroorganismů významných pro výživu a zemědělství 148/2003 Sb, 2003.

Kontaktní adresa: Ing. Ludmila Papoušková, Ph.D., Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Drnovská 507, Praha 6 – Ruzyně, 161 06, e-mail: papouskova@vurv.cz

VYUŽITÍ GENOVÝCH ZDROJŮ S POŽADOVANÝMI VLASTNOSTMI VE ŠLECHTĚNÍ MAJORITNÍCH OLEJNIN

Use of gene resources with the required properties in breeding of majority oilseeding
Rychlá A.¹, Vrbovský V.²

¹OSEVA PRO s.r.o., ²OSEVA v. a v.

Abstrakt

Šlechtění nových odrůd je kontinuální proces, který musí pružně reagovat na nové požadavky zemědělské praxe a zpracovatelů. V mnoha případech nejde pouze o zvyšování produkce, ale i o vznik materiálů se specifickými vlastnostmi, či zvýšenou odolností k biotickým a abiotickým stresům. V případě majoritních olejnin je na pracovišti dlouhodobě podporováno využití položek z kolekce Národního programu, jako donorů cenných vlastností do šlechtění.

Klíčová slova: genetický zdroj, šlechtění, odolnost, výnos, olejнина

Abstract

The breeding of new varieties is a continuous process. It must respond flexibly to the new requirements of agricultural practices and processors. In many cases, it is not only about increasing production but also about the emergence of materials with specific properties or increased resistance to biotic and abiotic stresses. In the case of the majority of oilseeds, the use of genetic resources from the collections of the National Program as donors of valuable traits for breeding has been supported at the workplace for a long time.

Key words: genetic resources, breeding, resistance, yield, oilseed

Úvod

Olejnininy mají v lidské výživě nezastupitelnou roli. Olej z nich získaný obsahuje různou skladbu mastných kyselin, která předurčuje jeho vlastnosti i možnosti použití. Z pohledu lidské výživy je největším přínosem obsah esenciálních mastných kyselin, které lidské tělo neumí tvořit a získává je pouze potravou.

V našich klimatických podmínkách je majoritní olejninou brukev řepka olejka, a to její ozimá forma. V roce 2021 byla pěstována na 342 315 ha (Zehnálek, 2021). V současné době se v zemědělské praxi k produkci semen pro potravinářské účely používají výhradně odrůdy typu „00“, tedy s minimálním obsahem kyseliny erukové a glukosinolátů. V posledních letech výrazně převažují odrůdy hybridní, nad liniovými. Zemědělská praxe požaduje genotypy odolné k vyzimování, poléhání, s vyšší odolností k napadení houbovými chorobami a v některých regionech nově také s rezistencí k *Plasmodiophora brassicae*. Jedním z důležitých šlechtitelských cílů je tvorba materiálů s vyšší olejnatostí, či se změněnou skladbou mastných kyselin.

Druhou nejvýznamnější olejninou v České republice je mák setý. V roce 2021 byl pěstován na 43 867 ha (Zehnálek, 2021). V našich podmínkách, a s ohledem na naše chuťové preference, pěstujeme téměř výhradně odrůdy tzv. potravinářského modrého máku, a to také z důvodu jeho dobrých dietetických vlastností (Baranyk, 2010). V menší míře se můžeme setkat i s mákem bělosemenným nebo okrovosemenným. Máky technické, tedy se zvýšeným obsahem alkaloidů v makovině, se u nás nepěstují, neboť zpracování ani vývoz makoviny v současné době v ČR neprobíhá. Existují i odrůdy máku s kombinovaným využitím, kdy semeno může být použito v potravinářském průmyslu a makovina s vyšším obsahem alkaloidů ve farmacii.

Tyto materiály byly už historicky ideotypem šlechtitelů (Fábry, 1975). Tyto odrůdy jsou v našich podmínkách pěstovány, a tedy i šlechtěny. Také zde jsou, kromě dobrého výnosu, preferovány vlastnosti jako: odolnost k houbovým chorobám a odolnost k poléhání. Požadavky jsou i na tvorbu odrůd s preferovanou barvou semen – modrá, bílá nebo okrová.

Hořčice bílá je v současné době nejběžněji používanou meziplodinou. Existují dva užitkové směry – hořčice semenného typu, pro výrobu stolních hořčic, a pícího typu pro využití její schopnosti vytvářet rychle větší množství biomasy s fyto-sanitárním účinkem. V poslední době je využívána i k zakládání vymrzajícího mulče pro výsev širokosponových kultur (Zehnálek, 2021). Šlechtění hořčice bílé má v našich podmínkách dlouhou tradici. Naše domácí odrůdy jsou převážně semenného typu. S ohledem na odlišné uplatnění dochází k diverzifikaci požadavků na nově vzniklé odrůdy. Pro hořčice semenného typu je nejdůležitější vysoký výnos semen a jejich dobrý zdravotní stav (odolnost k šednutí semen) a odolnost k poléhání. Naopak u odrůd pících je rozhodující výnos nadzemní biomasy rostlin, případně jejich ranost (respektive pozdnost), či celková délka vegetace.

Intenzivnější šlechtění v domácích podmínkách je realizováno také na hořčici sareptské. V našich podmínkách jde sice o minoritní plodinu, používanou k produkci semen pro potravinářské účely, její potenciál ale lze spatřovat v rozšíření biodiverzity na našich polích, či využití rostlin, coby složky pro biopásy, případně jako meziplodiny.

Šlechtitelské programy musí pružně reagovat na všechny aktuální požadavky zemědělské praxe, tedy tvořit materiály s požadovanými vlastnostmi. S ohledem na délku šlechtitelského procesu od nakřížení donorových rostlin, po stabilizovanou odrůdu, musí šlechtitel často predikovat požadavky několik let dopředu, či vést souběžně různé linie užitkového šlechtění. Jde o činnost časově, finančně i personálně náročnou, od prvního kroku ale silně závislou na vhodném výběru rodičovských komponent. Národní program je pro šlechtitele významným zdrojem materiálů s velkou genetickou diverzitou a s požadovanými vlastnostmi. Plodinné kolekce s materiály vhodně popsanými, jsou obrovským přínosem. Dostupnost jak samotných materiálů ve formě osiva, tak podrobných informací o jejich vlastnostech, jsou výchozími body úspěšného šlechtitelského procesu. Je na odpovědnosti každého kurátora, aby své kolekce rozšiřovat o materiály s potencionálem využití ve šlechtění, tedy nejen (jak je prioritou NP) uchovávat materiály domácího původu, ale i získávat cenné zahraniční zdroje se specifickými vlastnostmi. Zdrojem informací o nových materiálech může být Společný evropský katalog odrůd (European Commission. 2022).

Materiál a Metody

Společnosti OSEVA PRO s.r.o. a její dceřiná organizace OSEVA vývoj a výzkum s.r.o. se od svého vzniku věnují šlechtění majoritních olejnin, jako je brukev řepka olejka, mák setý, hořčice bílá a hořčice sareptská. Od roku 1983, kdy zde byla vyšlechtěna první odrůda řepky ozimé, vzniklo celkem 34 odrůd. Největší podíl tvoří samozřejmě řepka ozimá (20 odrůd), následuje mák setý (8 odrůd), hořčice bílá (2 odrůdy), hořčice sareptská (2 odrůdy), řepka jarní (1 odrůda) a tykev olejná (1 odrůda).

V případě ozimé řepky převažuje na pracovišti směr liniového šlechtění. Po výběru perspektivních rodičovských komponent následuje křížení a ustalování materiálů v následujících generacích, čímž vzniká takřka homogenní linie v F₈, a vyšších generacích. Pro upevnění některých ze znaků je používáno zpětné křížení na jednoho z rodičů. Velkým přínosem pro urychlení a zefektivnění celého procesu je zavedení metod dihaploidizace (DH), kdy dochází ze zkrácení doby ustalování na jednu generaci umělým zdvojením

genomu haploidní pohlavní buňky. Materiál takto vzniklý je zcela uniformní. Společnost dlouhodobě spolupracuje v této oblasti se špičkovými pracovišti (VÚRV v Praze a Agritec Šumperk), které každoročně provádí dihaploidizaci několika desítek šlechtitelských materiálů z Opavy. Celkový rozsah šlechtitelských aktivit v Opavě je značný. Každý rok je realizováno křížení perspektivních materiálů v počtu 50 až 100 kombinací. V následném procesu ustalování je každý rok zaizolováno kolem 8 000 jednotlivých rostlin. Současně jsou materiály testovány na výnosové parametry v maloparcelních pokusech (mikrozkoušky a zkoušky výnosu), následují je pak mezistanční zkoušky na více lokalitách. K objektivnímu výběru nejlepších materiálu napomáhá i screeningové hodnocení kvalitativních parametrů semen, kdy laboratoř společnosti metodou FT-NIR hodnotí všechny materiály v různých fázích šlechtitelského procesu. Je hodnocena celková olejnatost, obsah glukosinolátů, skladba mastných kyselin (olejová, linolová, linolenová a eruková) a obsah N-látek. Velmi přínosná je také spolupráce s Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích, která zavedla a realizuje hodnocení materiálů na úrovni DNA. Na základě jejich výsledků analýz genetické vzdálenosti genových zdrojů jsou vybírány potencionálně nejlepší kombinace rodičovských genotypů. Současně jsou schopni posoudit variabilitu uvnitř materiálu (uniformita kmenů), což je velkým přínosem nejen pro šlechtitele, ale i pro kurátora kolekce NP.

Šlechtění máku setého probíhá velmi podobně, jako u řepky ozimé. Počet šlechtitelských materiálů a kříženců je sice nižší, což vychází z celkového objemu pěstovaného máku v kontextu s plochou řepky, materiálům je ale potřeba věnovat stejnou péči. Mák je plodina se specifickými požadavky, je výrazně technologicky zranitelnější než řepka. Rostliny jsou silně ovlivněny aktuálními podmínkami prostředí a průběhem počasí. Tyto vlivy často překonají genetický potenciál odrůdy. Šlechtění nových materiálů je tedy náročnější a výsledky nemusí odpovídat očekávání. Dalším faktorem, který citelně zasahuje do šlechtitelského procesu, je výrazně nižší počet materiálů dostatečně geneticky vzdálených. To také souvisí s objemem produkce, ale i s rozsahem teritoria, na kterém se mák (potravinářský) pěstuje a využívá. I v případě máku jsou používány moderní metody hodnocení, a to ve spolupráci s výše uvedenými institucemi.

Hořčice bílá a sareptská je na pracovišti šlechtěna v menší míře. Náročnost procesu je dána jistou mírou autointokompatibility hořčice bílé, která znesnadňuje proces homogenizace jednotlivých rostlin. Šlechtění je realizováno v obou šlechtitelských směrech-šlechtění semenných a pícních odrůd. V současné době je na pracovišti JU v ČB realizováno stanovení genetické vzdálenosti dostupných materiálů z NP pro oba druhy, které výrazně usnadní stanovení vhodných kombinací rodičovských materiálů pro křížení.

Kurátor kolekce NP olejnin v posledních letech velmi úzce spolupracuje se šlechtiteli společnosti OSEVA PRO s.r.o. Na základě jejich konkrétních požadavků vybírá materiály s požadovanými vlastnostmi do křížení. Recipročně jsou do kolekce zařazovány všechny nové odrůdy, vzniklé na pracovišti.

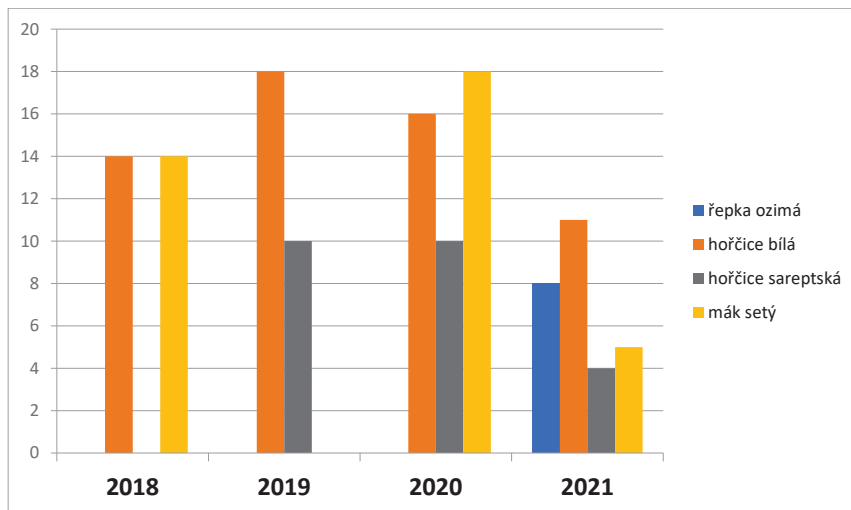
Výsledky a diskuze

Řádná kolekce NP zahrnuje k dnešnímu dni celkem 1481 GZ olejnin. Největší podíl tvoří kolekce řepky ozimé (636 GZ), doplněná menší kolekcí jarních řepok (188 GZ). Mák setý je v našich podmínkách druhou nejvýznamnější olejnou plodinou (slunečnice nespádá do naší kompetence), v NP je zařazeno celkem 203 GZ. Menší kolekce hořčice bílé (131 GZ) a hořčice sareptské (91 GZ) obsahují nejvýznamnější materiály, a to z pohledu historického, tak i nové moderní odrůdy. Kromě kolekce řádné disponuje pracoviště kolekcemi pracovními, do kterých

jsou zařazovány nově získané položky, na kterých je realizováno hodnocení morfologických a fenologických znaků, hodnocení odolnosti k biologickým a abiotickým stresům, či stanovení kvalitativních parametrů produkce. Je také hodnocen přínos pro celý NP, ve smyslu zvýšení genetické diverzity, a to stanovením genetické vzdálenosti mezi vzorky.

Na pracovišti probíhá oboustranně přínosná spolupráce mezi šlechtiteli a kurátorem kolekcí. Z NP jsou na základě souhlasu s SMTA poskytovány vzorky s požadovanými vlastnostmi domácím šlechtitelům. Z monitoringu za období let 2018-2021 vyplynulo, že bylo poskytnuto celkem 128 GZ. Největší podíl byl tvořen GZ hořčice bílé (59 GZ), máku setého (37 GZ) a hořčice sareptské (24 GZ). Řepky ozimé bylo poskytnuto pouze 8 GZ, což úzce souvisí s nutností využít ve šlechtění donorové rostliny typu „00“, tedy moderní materiály vysoce výnosné, s malým obsahem GSL a kyseliny erukové. Poskytnuté položky byly zdrojem některé z požadovaných odolností, často se ale jednalo o materiály starší, s horší kvalitou produkce, takže bylo zapotřebí zpětného křížení na moderní materiály. V následujícím grafu (Graf 1.) uvádíme přehled poskytování GZ z NP pro potřeby šlechtění na pracovišti v Opavě.

Graf 1: Poskytování GZ z NP pro potřeby šlechtění (PK a ŘK)



Šlechtitelé společnosti výrazně oceňují, kromě standardního získávání GZ z kolekcí NP, i možnost jejich bonitace v polních podmínkách. V posledních letech byl na pracovišti zaveden postup každoročního vysévání všech položek z kolekcí do mikroparcel, což umožňuje cílené hodnocení odolnosti k biotickým a abiotickým faktorům v reakci na průběh daného vegetačního roku. Šlechtitel si může sám vybrat nejen pro něj zajímavé materiály, ale i položky citlivé, které slouží jako srovnávací genotypy.

V následující tabulce uvádíme přehled všech odrůd, vyšlechtěných na pracovišti společnosti OSEVA s.r.o. v Opavě.

Tab.1 Přehled odrůd vyšlechtěných na pracovišti společnosti OSEVA s.r.o. v Opavě

Rok registrace	Plodina	Název odrůdy
1983	ozimá řepka	SILESIA
1990	ozimá řepka	SONÁTA
1993	ozimá řepka	AGLONA
1996	ozimá řepka	OMIKRON
1997	ozimá řepka	ODILA
1997	ozimá řepka	OÁZA
1999	tykev olejná	OPAVSKÁ
2001	hořčice sareptská	OPALESKA
2004	mák setý	SOKOL
2006	ozimá řepka	OPONENT
2007	ozimá řepka	OKSANA
2007	ozimá řepka	OPUS
2008	mák setý	RACEK
2008	mák setý	OREL
2008	mák setý	REDY
2009	mák setý	ORFEUS
2009	hořčice sareptská	OPORTUNA
2011	řepka jarní	OVACE
2012	řepka ozimá	OCEANIA
2012	řepka ozimá	ORION
2012	mák setý	ORBIS
2013	řepka ozimá	OPTIMIAN
2015	mák setý	OPEX
2015	řepka ozimá	ODETA
2015	řepka ozimá	ODEON
2016	řepka ozimá	OREX
2016	řepka ozimá	ORAVA
2016	mák setý	ONYX
2017	řepka ozimá	ORNAMENT
2017	řepka ozimá	OBELIX
2020	řepka ozimá	OCELOT
2021	hořčice bílá	OTAVA
2021	hořčice bílá	OLGA
2021	řepka ozimá	ONCA

Závěr

Využití položek z kolekcí NP pro účely šlechtění a vývoje nových materiálů se specifickými vlastnostmi je nosným cílem programu. OSEVA PRO s.r.o. v Opavě realizuje šlechtění majoritních olejnin a současně spravuje rozsáhlou kolekci GZ olejnin z NP. Na pracovišti je realizována účinná spolupráce, která vede k poskytování materiálů z NP do šlechtění, i příjmu a zařazení nových domácích odrůd do kolekcí. Šlechtitelé mají možnost vybírat materiály na základě shromážděných popisných dat z polních pokusů, mohou však materiály vybírat i přímo na poli. Vedení kolekce je vhodné více zaměřit na vyhodnocení aktuálně požadovaných znaků (především odolnost ke stresům), současně také dokončit charakterizace položek na úrovni DNA.

Dedikace

Prezentované výsledky byly získány na základě řešení projektů MZe ČR 206553/2011-17253/6.2.7 "Národní program konzervace a využívání genetických zdrojů rostlin a agrobiodiversity" a institucionální podpory MZE-RO1821.

Použitá literatura

Baranyk, P., 2010: Olejniný. Praha: Profi Press. 63-75 s.

European Commission, 2022: EUPlant variety database. [online]. [cit. 21.06.2022].

Dostupné z: https://ec.europa.eu/food/plant/plant_propagation_material/plant_variety_catalogues_databases/search/public/index.cfm

Fábry, A. et al., 1975: Řepka, hořčice, mák a slunečnice. Státní zemědělské nakladatelství v Praze, 358 s.

Zehnálek, P., 2021: Seznam doporučených odrůd, přehled odrůd. ÚKZÚZ Brno, s. 5.

Kontaktní adresa: Ing. Andrea Rychlá, OSEVA PRO s.r.o., Opava, Purkyňova 10; 764 01 Opava, e-mail: rychla@oseva.cz, 776259111

VÝSTUPY MEZINÁRODNÍHO PROJEKTU FRUIT BREEDOMICS

Outputs of the international project Fruit Breedomics

Sedlák J.

VŠÚO Holovousy s.r.o., Holovousy 129, 508 01 Holovousy

Abstrakt

Mezinárodní projekt Fruit Breedomics měl jako strategický cíl zlepšit efektivitu šlechtění ovoce přemostěním mezery mezi vědeckým genetickým výzkumem a aplikací získaných poznatků ve šlechtění. V projektovém konsorciu bylo zapojeno 26 výzkumných institucí ze zemí EU, USA a Číny. Výstupem realizovaného projektu byl pro VŠÚO Holovousy s.r.o. soubor 250 odrůd jableň identifikovaných jako kandidátní položky pro core kolekci na základě genotypových a fenotypových analýz. Na celoevropské úrovni projekt poskytl ovocnářskému sektoru nejmodernější šlechtitelské nástroje s cílem zlepšit efektivitu selekce a výběr rodičovských kombinací. Díky výstupům dosaženým v projektu předpokládáme do budoucna získání vysoce kvalitních odrůd, které budou uplatnitelné v udržitelném zemědělství v podmínkách globální změny klimatu.

Klíčová slova: šlechtění, *Malus*, core kolekce

Abstract

International project Fruit Breedomics had as a strategic goal to improve the effectiveness of fruit breeding by bridging the gap between scientific genetic research and the application of the acquired knowledge in breeding. 26 research institutions from the EU, USA and China were involved in the project consortium. The output of the project for VŠÚO Holovousy Ltd. was a set of 250 apple cultivars identified as candidates for the core collection based on genotypic and phenotypic analyses. At the pan-European level, the project provided the fruit sector with state-of-the-art breeding tools to improve selection efficiency and the choice of parental combinations. Thanks to the project results, we anticipate obtaining high-quality cultivars in the future, which will be applicable in sustainable agriculture in conditions of global climate change.

Key words: breeding, *Malus*, core collection

Úvod

Zařazení projektu: Seventh Framework Programme (FP7)

Theme 2, Food, Agriculture and Fisheries, and Biotechnology

Název projektu: Integrated approach for increasing breeding efficiency in fruit tree crops

Akronym: Fruit Breedomics

Grant: FP7- 265582

Koordinující pracoviště: Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), Francie

Koordinátor projektu: Dr. Francois Laurens

Jako modelové ovocné druhy byly v rámci projektu Fruit Breedomics zvoleny jableň a broskvoň. VŠÚO Holovousy s.r.o. byl zahrnut do projektových aktivit v pracovním balíčku WP 4, který měl za cíl výzkum fenotypové a genotypové diverzity u jableň. Šlechtění nových odrůd jableň a jejich testování a charakterizaci je v ovocnářsky vyspělých evropských zemích věnována velká pozornost. Jednotlivé odrůdy kulturně pěstované jableň (*Malus domestica*

Borkh.) se značně liší v plodových a vegetativních znacích. Je to způsobenou heterogenitou tohoto ovocného druhu. Výsledky molekulárního studia genomu jabloně naznačují, že současné kulturní odrůdy jsou výsledkem dlouhé hybridizace a mutací mezi druhu jabloň sieversova (*Malus sieversii* M. Roem) a jabloň lesní (*Malus sylvestris* Mill.). Na vzniku dnešních kulturních jabloní se vedle výše uvedených druhů uplatňovaly ještě v menší míře i další druhy jako například jabloň drobnoplodá (*Malus baccata* (L.) Borkh.) a jabloň východní (*Malus orientalis* Uglitz.).

Projekt Fruit Breedomics měl jako strategický cíl zlepšit efektivitu šlechtění ovoce přemostěním mezery mezi vědeckým genetickým výzkumem a aplikací získaných poznatků ve šlechtění. K dosažení vytčeného cíle byl zvolen multidisciplinární přístup, včetně genetiky, genomiky, ekofyziologie a bioinformatiky. Cílem genetických analýz byla v rámci projektu identifikace částí genomu jabloně souvisejících s genetickou kontrolou důležitých plodových a hospodářských znaků. V projektovém konsorciu bylo zapojeno 26 výzkumných institucí ze zemí EU, USA a Číny.

Materiál a metody

Projekt jako celek byl řešen v následujících hlavních oblastech:

- I) vývoj nových a přizpůsobených nástrojů ve šlechtění,
 - II) studium širokého spektra znaků a variability v rámci studovaných druhů,
 - III) využívání široké dostupné genetické rozmanitosti ve šlechtění,
 - IV) inovace výzkumných výstupů (cenné znaky, genetické markery a geny)
- nástroje a metodiky, nový rostlinný materiál) přímo použitelné pro šlechtitele,
- V) vytvoření sítě zúčastněných organizací.

Z kandidátních položek jabloně uchovávaných v genofondových kolekcích VŠÚO Holovousy s.r.o. byly v průběhu vegetace odebrány vzorky listů, které byly následně odeslány na pracoviště koordinátora projektu pro molekulární studium genetických markerů v oblasti mikrosatelitů (SSR) a studium jednonukleotidového polymorfismu (SNP). Tyto poznatky byly využity ke zjištění genetických souvislostí mezi jednotlivými odrůdami jabloně, k identifikaci potenciálně duplicitních položek v rámci jednoho pracoviště i mezi spolupracujícími organizacemi a k identifikaci triploidních odrůd. Pracovištěm VŠÚO Holovousy s.r.o. byla rovněž prováděna lyofilizace vzorků listů pro následné podrobnější molekulární analýzy. VŠÚO Holovousy s.r.o. se částečně podílel i na vyhodnocení výsledků molekulárních analýz genetických markerů v oblasti jednonukleotidového polymorfismu (SNP). V těchto analýzách byla dána prioritou položkám s největším počtem fenotypových hodnocení. Použit byl čip Axiom_Apple480 (Affymetrix). Jako standard byla použita DNA z odrůdy 'Golden Delicious'.

Výsledky

Výstupem realizovaného projektu byl pro VŠÚO Holovousy s.r.o. soubor 250 odrůd jabloně identifikovaných jako kandidátní položky pro core kolekci na základě genotypových a fenotypových analýz. V kolekci mají největší zastoupení krajové a starší odrůdy jabloně tradičně pěstované na území České republiky. V průběhu řešení Fruit Breedomics bylo konstatováno, že VŠÚO Holovousy s.r.o. dodal největší počet fenotypových dat ze všech partnerských pracovišť, a to více než 22 000 hodnocení. Výsledky projektových analýz v oblasti SNP potvrdily vysokou heterozygotnost genomu jabloně. Jako nový znak a výstup

projektu byla do hodnocení genofondu jabloně v České republice zařazena chruplavost dužniny, hodnocená devítibodovou stupnicí. Očekáváme, že získané poznatky včetně hodnocení chruplavosti budou uplatněny i v tuzemských šlechtitelských programech při efektivnějším výběru rodičovských párů v programech křížení u jabloně.

V rámci celého projektu na evropské úrovni bylo konstatováno, že genetické zdroje jádrovin včetně starých a krajových odrůd jsou považovány za klíčové pro tvorbu nových odrůd s lepšími pěstitelskými vlastnostmi. Tyto odrůdy jsou nenáročné na stanoviště a mají dobrou přizpůsobivost k různým půdním a klimatickým faktorům. Přestože mají v některých případech horší kvalitu plodů, jsou často odolné proti chorobám a škůdcům. Tato odolnost nabývá na významu zejména v dnešní době, kdy současné monokulturní ovocné výsadby vytvářejí příznivé prostředí pro snadné šíření a přemnožení chorob a živočišných škůdců, právě vlivem nízké druhové rozmanitosti neboli biodiverzity. Některé krajové odrůdy mohou být ve šlechtění zdrojem inovativních znaků, jako je například vyšší obsah antioxidantů u genotypů s červenou dužninou, prodloužená skladovatelnost, nová aroma nebo vysoký obsah vitamínu C ('Kalvil bílý zimní'). Při křížení jsou ve Švýcarsku používány starší odrůdy jabloně 'Berlepschova reneta' a 'Parmena zlatá zimní' pro tvorbu nízkoolergenních odrůd. Některé starší nebo krajové odrůdy mohou být ve šlechtění zdrojem inovativních znaků, například polygenně založená rezistence vůči strupovitosti u odrůdy 'Beauty of Bath'. Projekt potvrdil rovněž důležitost botanických druhů jabloní *Malus x robusta* 5 a *Malus fusca* jako donorů rezistence vůči bakteriální spále růžovitých. Byla zdůrazněna důležitost sběrových kolekcí, při kterých byly získány na Kavkaze položky botanického druhu *Malus orientalis* rezistentní vůči hospodářsky významným houbovým chorobám padlí a strupovitosti. Bylo zjištěno, že při použití botanických druhů jabloně jako donorů požadovaných znaků je nutno použít mnohonásobné křížení, a to obvykle nejméně 5 generací pro získání komerčně využitelných genotypů v potomstvu.

Shromážděná data poskytla cenné informace o genomu a znacích u skupiny rodičů zakladatelů moderních odrůd, které mají být jako bioinformační platforma použity v budoucích šlechtitelských programech. Výsledky projektu ukázaly na nezbytnost dlouhodobějšího testování nových odrůd v různých klimatických a půdních podmínkách. K dosažení konkurenceschopnosti je potřeba ve výsadbách u novošlechtění dosahovat co nejvyšších výnosů a vysoké kvality plodů. Klíčovou roli u nových odrůd zaváděných na trhu hraje i marketing. Důležitá jsou rovněž i takzvaná negativní vylučovací kritéria. Těmito vylučovacími kritérii jsou například u jabloní vysoký výskyt hořké skvrnitosti, praskání slupky, nebo rzivost přesahující významně stepeňovou jamku.

Publikačním výstupem projektu byly i následující IF publikace s podílem autorů z VŠÚO Holovousy s.r.o.:

1) Urrestarazu, J., H. Muranty, C. Denancé, D. Leforestier, E. Ravon, A. Guyader, R. Guisnel, L. Feugey, S. Aubourg, J.-M. Celton, N. Daccord, L. Dondini, R. Gregori, M. Lateur, P. Houben, M. Ordidge, **F. Paprstein, J. Sedlak**, H. Nybom, L. Garkava-Gustavsson, M. Troggio, L. Bianco, R. Velasco, Ch. Poncet, A. Théron, S. Moriya, M. C. A. M. Bink, F. Laurens, S. Tartarini And Ch.E. Durel. Genome-Wide Association Mapping of Flowering and Ripening Periods in Apple. *Frontiers in Plant Science*. 2017, 8:1923. DOI: 10.3389/fpls.2017.01923.

2) Muranty, H., C. Denance, L. Feugey, J.L. Crepin, Y. Barbier, S. Tartarini, M. Ordidge, M. Troggio, M. Lateur, H. Nybom, **F. Paprstein**, F. Laurens And C.E. Durel. Using whole-genome

SNP data to reconstruct a large multi-generation pedigree in apple germplasm. BMC Plant Biology. 2020, 20(1) art. 2. DOI: 10.1186/s12870-019-2171-6.

3) Cazenave, X., B. Petit, M. Lateur, H. Nybom, **J. Sedlak**, S. Tartarini, F. Laurens, Ch.E. Durel And H. Muranty. Combining genetic resources and elite material populations to improve the accuracy of genomic prediction in apple. G3 Genes, Genomes, Genetics. 2022, 12(3): jkab420. DOI: 10.1093/g3journal/jkab420.

Závěr:

Projekt poskytnul evropskému ovocnářskému sektoru nejmodernější šlechtitelské nástroje s cílem zlepšit efektivitu selekce a výběr rodičovských kombinací. Díky výstupům dosaženým v projektu předpokládáme do budoucna získání vysoce kvalitních odrůd jabloně a broskvoně, které budou uplatnitelné v udržitelném zemědělství v podmínkách globální změny klimatu. Dá se očekávat, že mnoho nástrojů a mnoho získaných znalostí bude také přínosem pro šlechtění v rámci další příbuzných druhů z čeledi *Rosaceae*.

Kontaktní adresa: Ing. Jiří Sedlák, Ph.D., Výzkumný a šlechtitelský ústav ovocnářský Holovousy s.r.o., e-mail: Jiri.SEDLAK@vsuo.cz

SBÍRKA GENETICKÝCH ZDROJŮ A SOUČASNÉ ŠLECHTĚNÍ RODU RHODODENDRON L.

*Collection of genetic resources and current breeding of the genus Rhododendron L.
Severa M.*

Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v. v. i.

Abstrakt

Národní sbírka genetických zdrojů rodu *Rhododendron* L. vznikla před 34 lety v Průhonicích a nyní zahrnuje 582 aktivních položek. Souběžně ve VÚKOZ probíhá dlouhodobý šlechtitelský program zaměřený především na získání odolných zahradních odrůd. Dosud zde bylo vyšlechtěno 133 původních českých odrůd rododendronů a azalek. Diskutovány jsou současné hlavní metody, potenciály a výsledky šlechtění – rezistentní šlechtění, fylogeneticky vzdálené hybridizace a křížení rostlin s rozdílnou květní fenofází. Představeny jsou odrůdy 'Studenec' a 'Děvín' jako nové perspektivní genetické zdroje.

Klíčová slova: *Rhododendron*, genetické zdroje, Průhonice, odrůdy, šlechtění, křížení, hybridizace

Abstract

The national collection of genetic resources of the genus *Rhododendron* L. was established 34 years ago in Průhonice and now includes 582 active accessions. At the same time, in VÚKOZ, there is a long-term breeding programme focused mainly on obtaining hardy garden varieties. So far, 133 original Czech varieties of rhododendrons and azaleas have been bred here. Current main breeding methods, potentials and results are discussed – resistant breeding, phylogenetically distant hybridizing and crossing plants of different floral phenophases. The varieties 'Studenec' and 'Děvín' are presented as the new perspective genetic resources.

Key words: *Rhododendron*, genetic resources, Průhonice, varieties, breeding, crossing, hybridization

Úvod

Rod *Rhododendron* L. (pěnišník) patří mezi jeden z druhově nejbohatších v rostlinné říši, počet všech planě rostoucích taxonů čítá více než 1200 (MacKay et Gardiner, 2017). Jednotlivé druhy se vyskytují v příhodných podmínkách severní polokoule, od nejnižších nadmořských výšek až do alpského stupně (od 0 až téměř do 6000 m n. m.), od tropického až po subarktický podnebný pás. Pěnišníky nejčastěji tvoří součást zonálních ekosystémů horských a vysokohorských, často lesních (v tropických oblastech jako dřeviny terestrické i epifytní), ale i primárního a sekundárního bezlesí, dále pak azonálních ekosystémů skalních stanovišť a mělkých půd, rašelinišť apod. V příhodných podmínkách má mnoho druhů tendenci vytvářet souvislé kompaktní porosty, proto jsou mnohdy dominantními a klimaxovými druhy stromového nebo keřového patra vegetace. Osamocené exempláře jsou na původních stanovištích k vidění spíše ojediněle, proto bývají pěnišníky někdy označovány za "sociální" rostliny (Cox, 1973). Současné centrum diverzity se nachází v (jiho)východní části himálajského horského masivu, mnoho endemitních druhů je však rozšířeno zejména na Malajském souostroví a k němu přilehlých oblastech.

Přestože se jedná o skupinu poměrně starobyrou (jejich společný předpokládaný předek vznikl na samém počátku třetihor), k překotné adaptivní radiaci alespoň některých skupin

pěnišníků dochází teprve přibližně před 5–3 miliony let (Shrestha et al., 2018, Milne, 2004 aj.). Proces speciace byl s největší pravděpodobností podpořen dávnými globálními změnami klimatu a kontinentálním driftem s jeho doprovodnými procesy (Irving et Hebda, 1993). Pěnišníky mají oproti mnohým jiným dřevinám některá specifika, z nichž za zmínku stojí schopnost většiny z nich se zcela přirozeně mezi sebou křížit (zpravidla druhy, které si nejsou příliš evolučně vzdálené), mnozí se převážně generativně prostřednictvím drobných semen, mají mělký kořenový systém, schopnost mykorhizy a ve vhodných podmínkách tyto dřeviny uplatňují poměrně účinné oportunistické chování vůči okolní vegetaci, které může vést až k jejich výrazné expanznímu (např. *R. maximum* v USA, *R. ponticum* v Turecku), resp. invaznímu chování (*R. ponticum* na Britských ostrovech). Schopnosti mezidruhového křížení společně s polyploidizací genomu (rovněž častý jev u pěnišníků) jsou u rostlin obecně vnímány jako jedny ze základních a efektivních procesů umožňujících speciaci a evoluci druhů. V podstatě totéž platí i o podstatě šlechtění, které rovněž využívá oba tyto faktory jako jedny z hlavních zdrojů variability kulturních odrůd (Van Laere et al., 2018). Pravděpodobně také pro tyto vlastnosti patří pěnišníky mezi vůbec jedny člověkem nejvíce prošlechtěných dřevin. Mezi okrasnými dřevinami variabilita a stupeň jejich prošlechtěnosti snese srovnání snad jen se zahrádními růžemi, avšak i u nich je množství původních botanických druhů nesrovnatelně nižší (Milne, 2017).

Vedle často atraktivnějšího vzhledu a bohatšího kvetení bývají kříženci pěnišníků často z mnoha pohledů vhodnější k pěstování v kultuře než botanické druhy (vyšší plastičnost a vitalita, atraktivnější květy atd.). V péči člověka a v produkci dnes převažují hybridní rostliny nad přírodními taxony, co se týče jak množství, tak i variability pěstovaných keřů. Vzhledem k tomu, že dřívá většina kulturních odrůd je klonového typu (výjimkou jsou např. generativně množené průhonické podnožové F1 odrůdy; Dostálková, 1977a), musí být jednou z jejich zásadních vlastností dobrá schopnost regenerace. Například dnes je produkce zejména velkolistých rododendronů nejčastěji realizována prostřednictvím metody *in vitro*, kde platí nejen nutnost dobrého růstu pravokohenného materiálu, ale zároveň jeho stálost ve fenotypovém projevu (Severa, 2010, Cox, 2005). Odrůdy, které jsou z nějakého důvodu obtížně vegetativně regenerovatelné, jsou v současnosti z pohledu tržní produkce neperspektivní (Callaway et Callaway, 2000). Navzdory tomu, jak specifické nároky mají pěnišníky na pěstování, je až překvapivé, v jak odlišných podmínkách mohou být někdy pěstovány – obecně čím vhodnější jsou celkové klimatické podmínky, tím lépe se rostliny mohou vypořádávat s jinými nedostatky pro růst, např. se zhoršeným charakterem substrátu anebo mikroklimatem stanoviště (Cox, 1993). Proto v oblastech se suboptimálními podmínkami pro pěstování pěnišníků (jaké nacházíme např. v ČR), je pak o to více důležitý akcent na výběr odolných a plastických odrůd.

Šlechtění pěnišníků (obdobně jako jiných vzrůstných dřevin) patří k těm z lidského pohledu dlouhodobým a náročným díky dlouhé generační obměně, dlouhověkosti a často i samotné velikosti rostlin. Pěnišníky jsou významné okrasné dřeviny pro zahrádní i hrnkovou kulturu, čímž je i do značné míry ovlivněno směřování jejich šlechtění (esteticky a pěstebně důležité znaky, které se v různých segmentech jejich užití mohou lišit). Stěžejní vlastnosti se týkají nejen samotného vzhledu (např. velikost a tvar keřů, typ a charakter olistění, frekvence, bohatost, doba a délka kvetení, trvanlivost, barva, tvar a vůně květů apod.), ale samozřejmě také odolnosti rostlin k nepříznivým faktorům či jejich vhodnosti k pěstování v cílovém typu kultury. Proto se důležitými cíli pokročilé selekce mnohdy stávají i další aspekty, např. snížení pěstebních nároků, efektivní množení a dopěstování dle daných technologických postupů,

reakce genotypů na různá chemická ošetření, brzká a pravidelná násada poupat dle typu kultury – polní či skleníková, resp. volně rostoucí versus hrnková kultura, typ odrůdy – okrasná nebo podnožová atp. Soustředěním cílů šlechtění na mnohé z těchto důležitých znaků může celkově zvýšit uplatnění pěnišníků v kultuře (zahrady, veřejné výsadby, hrnková kultura, interiéry), a to zejména v případech zvýšené tolerance k nepříznivým podmínkám a také snazšímu pěstování, které je účinně dostupnější a atraktivnější pro širší segment trhu (Krebs, 2018a, Cox, 1993).

Díky neustálým změnám podmínek prostředí je celý proces šlechtění rostlin na odolnost dlouhodobý a ve své podstatě i nikdy neukončený. Vždy je spjat s místem a dobou vzniku, s konkrétními klimatickými a dalšími parametry prostředí, proto lze geneticky opravdu cenný materiál získat jen neustálým srovnáváním a výběrem těch nejvíce adaptabilních genotypů, což umožňují mj. genetické sbírky. Uchování a dostupnost odrůd, včetně shromažďování důležitých dat z dlouhodobých pozorování, bývají nepostradatelné pro efektivní selekci vhodných rodičovských komponent, na kterých může být vystaven inovativní šlechtitelský program. V závislosti na cílech šlechtění mohou být priority v jednotlivých aspektech odolnosti pěnišníků poněkud odlišné (pravděpodobně žádný z genotypů nebude maximálně odolný ve všech). Odolnost rostlin (rezistence, tolerance) závisí především na genotypu jedince (je tedy zpravidla alespoň zčásti dědičná), bohužel však mnohdy není v detailech známé její založení (často polygenně založené znaky). Také proto je v mnoha ohledech velice těžké v pokročilém šlechtění na odolnost předvídat konkrétní výsledky (Reiley, 2000). Zcela zásadní je výběr zdrojového genetického materiálu, často se jedná nejen o plané botanické druhy, geneticky vzdálené běžným kulturním odrůdám (Leus, 2018), ale i o jejich vnitrodruhovou a mezipopulační variabilitu (Tigerstedt et al., 1996). Směr v získávání nejen atraktivních, ale především stále odolnějších rostlin, je dnes stále aktuální, neboť současná celosvětová výzva v rychle se měnících klimatických podmínkách bude i u pěnišníků jistě vyžadovat rostliny se zvýšenou tolerancí ke stresům z výkyvů např. ve vlhkosti a/nebo v teplotách.

V současné situaci je původní diverzita planě rostoucích pěnišníků ohrožena díky mnoha lidským aktivitám, ať už přímo (fyzická destrukce stanovišť, těžba dřeva a obchod) nebo nepřímo (projevy současné globální klimatické změny). Mnoho lidských aktivit je spojeno s degradací biotopů, zmenšováním jejich rozlohy, snižováním diverzity na úrovni ekosystémové, druhové i genetické. Jedním z důsledků klimatické změny je a bude změna v primárním rozšíření volně žijících druhů, potažmo pak i celých společenstev, zvýšení jejich migrace do míst s vhodnějšími podmínkami a následně též i zvýšení konkurence a možnosti hybridizace mezi jednotlivými druhy, rozšiřování nepůvodních organismů včetně patogenů a škůdců apod. Lze tak očekávat ztráty cenných genetických zdrojů i pro jejich využití v kultuře i do dalšího šlechtění.

Z celého druhově početného rodu *Rhododendron* jsou člověkem nejdéle záměrně pěstované a zušlechťované poloopadavé azalky (sect. *Tsutsusi*). Tyto původem většinou východoasijské dřeviny jsou odnepaměti součástí zejména japonské kultury. V Japonsku má také přirozený výskyt nejvíce původních druhů těchto azalek, mnohé tradiční odrůdy jsou zde pěstovány již více než 400 let (De Riek et al., 2018). První introdukce pěnišníků do Evropy probíhaly zprvu výjimečně, později se pěnišníky stávají vyhledávanými a často dováženými rostlinami. Roku 1680 jde o pravděpodobně první dovoz pěnišníků, a to *R. indicum* do Holandska a *R. viscosum* do Anglie. Do roku 1810 bylo popsáno nebo se do kultivace v Evropě dostalo asi 21 druhů z dostupnějších, převážně klimaticky chladnějších oblastí. Introdukce do Českých zemí započala během 19. století. Pravděpodobně největší tehdejší genofond s 19

položkami pěnišníků měla v roce 1844 dnes již neexistující Botanická zahrada Univerzity Karlovy na Smíchově (Dostálková, 1981).

V českých zemích největší a nejdelší historický rozvoj s cílenou tvorbou kolekce rodu *Rhododendron* probíhá od roku 1885 v Průhonících. K založení sbírky došlo především z iniciativy Arnošta Emanuela Silva Taroucy, tehdejšího vlastníka zámku a zámeckého parku. Po dobu více jak 130 let existence sbírky se podařilo několika lidským generacím překlenout četné výzvy a nepříznivé, mnohdy celospolečenské události – např. první světovou válku, převod ze soukromého vlastnictví na stát, velkou hospodářskou krizi, druhou světovou válku, plánovanou agrární politiku komunistického režimu, organizační a majetkové změny výzkumného ústavu, státní transformaci v tržní ekonomiku atd. Jednotlivé taxony a odrůdy byly v počátcích průběžně získávány a vysazovány přímo do Průhonického zámeckého parku a navazujících výsadeb, kde byla dlouhodobě sledována a vyhodnocována jejich vhodnost k využití v našich podmínkách. Park se během kritických období ukázal jako úspěšné a funkční refugium nejen pro sbírku pěnišníků. Roku 1908 vzniká ve Vídni Společnost pro šíření dendrologie a zahradního umění v Rakousko – Uhersku, pro kterou byla v Průhonících o rok později zřízena i vlastní, tzv. Spolková zahrada. Do zahrady byly prvně introdukovány nejen botanické druhy pěnišníků z Kavkazu, Číny, Tibetu, Japonska a Severní Ameriky, rovněž sem byly získávány exempláře kulturního původu z různých evropských zahrad. Po zániku mocnářství na tuto činnost navázala v roce 1922 Československá dendrologická společnost. Na tehdejší Spolkové zahradě bylo postupně vysazeno a prověřeno nejméně 150 taxonů pěnišníků (Dostálková, 1977b). V roce 1927 vzniká v Průhonících v rámci Státních pokusných objektů zemědělských i Výzkumná stanice pro okrasné zahradnictví, která se v několika dílčích krocích postupně transformuje v dnešní Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v. v. i. (VÚKOZ), a jím spravovanou Dendrologickou (původně onu Spolkovou) zahradu. Od roku 1988 se část genofondové sbírky pěnišníků stává oficiální součástí národních sbírek genetických zdrojů pod patronací resortu Ministerstva zemědělství.

Materiál a metody

Národní sbírka genetických zdrojů rodu *Rhododendron* L. vznikla před 34 lety, postupně do ní bylo zařazeno ve dvou kolekcích 681 odrůd zahradních pěnišníků a 25 odrůd hrnkových azalek (Tab.1). Nejříve byly do těchto kolekcí vybírány jen kulturní odrůdy domácí provenience, v případě zahradních odrůd došlo v pozdějších letech i na zařazení cenných odrůd zahraničních. Za celou dobu existence národní sbírky dochází v průběhu času k dílčím změnám, co se týká jak počtu, tak i taxonomického zastoupení genotypů. Současná sbírka pěnišníků v rámci podpory Národního programu konzervace a využívání genetických zdrojů rostlin a agrobiodiverzity (NPGZR) zahrnuje 582 aktivních položek pěnišníků (pouze zahradních odrůd), z toho je 88 položek českého, resp. československého původu. Část národní sbírky pěnišníků je udržována vedle polní kultury také v *in vitro* prostředí.

Tabulka 1: Vývoj počtů položek (všech evidenčních čísel národních; ECN) v kolekcích rodu *Rhododendron* L.

rok	Zahradní odrůdy (celkový počet ECN)	Hrnkové odrůdy (celkový počet ECN)
1988	39	15

1993	39	25
1998	98	25
2008	581	25
2018	679	25
2021	681	25

Genofondová sbírka všech pěnišníků pěstovaných ve VÚKOZ je nyní tvořena více než tisíci různými genotypy: vedle odrůd zahrnutých do NP zde pěstujeme i některé botanické taxony, nově testované domácí i zahraniční odrůdy, perspektivní selekce z rozpracovaného šlechtitelského materiálu, historické genotypy apod. Z naprosté většiny je současná sbírka tvořena taxony určenými pro výsadbu do volné půdy, hrnkových (skleníkových) azalek je zde nyní udržován již jen minimální počet (přibližně 10 genotypů). Šlechtění a budování kolekce odrůd hrnkových azalek u nás dosáhla vrcholu v 50. – 80. letech 20. století, kdy zde probíhal rozsáhlý, zčásti mezinárodní šlechtitelský program. Postupně zde bylo vyšlechtěno několik domácích odrůd a byly zde navrhovány a testovány různé technologie pěstování této populární květinářské kultury určené primárně k využití v interiérech a ve skleníkovém prostředí.

V ČR bývají nejdůležitější abiotické stresory pěnišníků spojovány s důsledky nevyrovnaného semikontinentálního středoevropského klimatu: poměrně silný zimní mraz i vysoké letní teploty (včetně délky a doby jejich načasování), rychlé a výrazné kolísání teplot, příležitostný přísušek i zamokření (jak v zimních měsících, tak ve vegetačním období), a dle podmínek stanoviště i celoročně intenzivní přímé sluneční záření a nižší vzdušná vlhkost. Biotický stres u pěnišníků bývá u nás nejčastěji vyvolán houbovými chorobami a relativně omezeným počtem hmyzích škůdců. Příkladem zásadních patogenů více či méně limitujících pěstování pěnišníků jsou druhy plísní rodu *Phytophthora*. Přirozeně se různá míra odolnosti vyskytuje jen u několika málo druhů pěnišníků, u kterých se však vyvinula pravděpodobně nezávisle. Vlastnost jako celek je tedy zřejmě polygenního založení (Krebs, 2018b). Potenciálními zdroji rezistence k fytoftorám jsou druhy pěnišníků z oblastí, kde je zpravidla tlak patogenu na rostliny vyšší a existuje zde určitá evoluční zkušenost rostlin s jeho výskytem (průběžná přírodní selekce). Obdobně lze cílenou šlechtitelskou selekci zaměřenou na rezistenci potomstva urychlit například záměrnou inokulací mladých rostlin (Van Laere et al., 2018, Van Huylenbroeck et al., 2015). Jako neaktuálnější požadavek pro pokročilé šlechtění bude zřejmě i do budoucna šlechtění adaptabilních odrůd odolných proti vícenásobnému stresu. Stres vyvolaný jedním faktorem (zamokření, přesušení, škůdci atd.) totiž může zároveň zvyšovat vnímavost rostlin i k některým dalším (houbové patogeny, mraz aj.). Navíc obecně platí, že rezistentní genotypy rostlin se stávají účinnou zbraní také v kontrole šíření patogenů. Proto má rezistentní šlechtění význam i z pohledu fytoosanitářského.

Z praktického hlediska výběr rodičů do křížení zohledňujeme zejména dle dvou hledisek: i./ genetického (tzn. rodokmenu) a ii./ fertility a kompatibility rodičů. Hybridní rostliny pěnišníků mohou (ale nemusí) mít sníženou fertilitu nebo mohou být zcela sterilní v jednom nebo v obou pohlavích. S narůstající genetickou komplexitou pak může postupně různou měrou klesat fertilita obou pohlaví. Někdy do hybridizací ochotněji vstupují kříženci než rostliny nehybridního původu. Některé genotypy fungují velmi dobře na mateřských, jiné zase na otcovských, další třeba na obou těchto pozicích, některé mají zase schopnost úspěšně vstupovat do hybridizací s (fylo)geneticky vzdálenými partnery atp. Často platí, že botanické druhy a kříženci pěnišníků s méně složitým (hybridním) původem jsou zpravidla plodnější než

ti s rodokmenem geneticky komplexnějším (ve smyslu počtu výchozích botanických druhů). Roli hraje rovněž i množství a zastoupení druhů, které se na hybridizaci vybraných genotypů podílely – čím příbuzensky vzdálenější si jejich předci (botanické taxony) byli, tím pravděpodobnější je, že bude nějak ovlivněna fertilita rodiče v našem křížení. Častěji bývá u pěníšníků dříve snížena fertilita samčí (netvoří se pyl, nebo je nekvalitní a/nebo je ho málo), naproti tomu u některých skupin pěníšníků s atypickou morfologií květních obalů (hose in hose) se však může vyskytnout naopak sterilita v samičím pohlaví. Přestože důvody mohou být zcela jiné (morfologické, nikoliv genetické), tak snížená fertilita se týká samozřejmě i jedinců s pozměněnou stavbou květu, resp. jeho pohlavních orgánů (plnokvětost).

Důležitým aspektem využitelným a ovlivňujícím šlechtění pěníšníků je i poměrně běžný výskyt polyploidie (auto- i allopolyploidie). Schopnost křížení mezi různými ploidními úrovněmi však bývá většinou více či méně omezená. Obecně bývá obtížnější křížit diploidy s některými z polyploidů, zatímco různé polyploidy se mezi sebou kříží přeci jen ochotněji (Cox, 1973). Meziploidní kříženci bývají totiž často buď zcela sterilní, nebo je jejich plodnost značně snížena, případně jsou plodní jen v jednom pohlaví (výjimky existují). Tato šlechtitelsky nepříznivá skutečnost může být někdy úspěšně překonána polyploidizací takových kříženců (Jones et Ranney, 2009, Contreras et al., 2007, Kehr, 1996 & 1971 aj.). U přírodních populací (druhů) se polyploidizace stává součástí reprodukčních bariér, které napomáhají genetické izolaci jednotlivých taxonů.

Jako jeden ze základních zdrojů variability pro šlechtění nových odrůd (mj. se zvýšenou odolností) lze využít metodu fylogeneticky vzdálené hybridizace, která využívá potenciál křížení genotypů cenných vlastností, které se však za běžných podmínek spolu zpravidla nekříží nebo pouze velice vzácně a neochotně. Vzhledem k široké druhové diverzitě pěníšníků zde najdeme (z hlediska jejich schopnosti hybridizace) kompletní spektrum od plně křížitelných druhů, přes druhy křížitelné jen částečně a za určitých podmínek, po druhy konvenčním způsobem zpravidla nekřížitelné. Obecně je však úspěšnost v křížení do značné míry ovlivněna i vnějšími podmínkami (teplota, vlhkost, načasování, přítomnost chemických látek), fyziologickým stavem rostliny, metodikou křížení či například četností opylení (čím více, tím zpravidla lépe). V neúspěšných kombinacích se mohou v různé míře uplatňovat reprodukční bariéry mající za následek selhání vzniku či vývoje kříženců na kterémkoliv stupni – od opylení (tvorba pylu, morfologie pestíku), přes oplození (klíčivost pylu, délka a tvar pylových láček a čnělky), vznik a vývoj embryí i endospermu v semenech, klíčivost semen, životaschopnost semenáčů (omezení některých buněčných funkcí díky hybridizaci mezi fylogeneticky vzdálenými genotypy – projevem jsou žádná nebo neklíčivá semena, zakrslý růst semenáčů, růstové abnormality či snížená vitalita semenáčů, narušený vývoj chloroplastů a syntéza chlorofylu (vedoucí k částečnému i úplnému albinismu nebo silným chlorózám apod.), neschopnost rostlin vykvést až po pohlavní sterilitu kříženců v jednom nebo v obou pohlavích (Okamoto et Ureshino, 2015 & 2010, Ureshino, 2008, Eeckhaut et al., 2003, Sakai et al., 2008, Michishita et al., 2002, Ureshino et al., 1999, Rouse et al., 1993, Kehr, 1987 & 1977 aj.). Některé botanické druhy se celkem dobře kříží s četnými příbuznými druhy a mohou tak opakovaně vytvářet početnou F1 generaci kříženců, ti však bývají do dalších křížení jen zřídka využitelní, protože jsou povětšinou sterilní (Cox, 1973). Rovněž potomstvo z hybridizací mezi genotypy vzdáleně příbuznými bývá velmi často sterilní, a to již v F1 generaci. Většinou platí, že čím jsou si druhy vzdáleněji příbuzné (jejich fylogenetická vzdálenost vzrůstá), tím je získání meziploidových kříženců obtížnější. Obecně, z pohledu genetického, bývají tedy úspěšnější křížení příbuznějších si druhů uvnitř vyšších taxonomických jednotek – tj. v rámci sekci,

podrodů apod. Někdy záleží i na směru křížení, tzn. volba otce a matky v plánované kombinaci (Ureshino, 2008, Eeckhaut et al., 2003, Ureshino et al., 1999, Rouse et al., 1993, Kehr, 1987 & 1977).

Při křížení vždy záleží na výběru zcela konkrétních rodičovských rostlin (jedinců / genotypů), ne tedy pouze na výběru např. botanického druhu nebo křížence. Často i dva jedinci stejného druhu či totožného genetického původu, nebo dokonce dva potomci stejných rodičů, mohou v křížení přinést rozdílné výsledky. Například velice neochotně se v kultuře mezi sebou kříží azalky z odlišných skupin. Poloopadavé (sect. *Tsutsusi*) a opadavé azalky (sect. *Pentanthera*) jsou si dosti evolučně vzdálené (nejsou sesterskými skupinami v rámci rodu) a jen zcela ojediněle tato křížení vedou až ke vzniku okrasných odrůd (výjimkami budiž 'Melba's Dream', 'Minerva', 'Pyrored' aj.), v nemnoha zdařilých případech se jedná spíše o potomstvo z experimentálních křížení. Potomstvo F1 většinou bývá zcela opadavé, málo vitální a často sterilní, takže je obtížné získat F2 generace pro další křížení (De Riek et al., 2018). Obdobná situace nastává i v křížení mezi sesterskými, fylogeneticky si bližšími skupinami: opadavými azalkami a stálezelenými velkolistými rododendrony (sect. *Hymenanthes*). Úspěšnost těchto křížení je však oproti předchozímu případu zřejmě vyšší (odrůdy 'Antoni', 'Azaleoides', 'Broughtonii Aureum', 'Fragrant Affinity', 'Fragrans', 'Glory of Littleworth', 'Gowenianum', 'Lavendelmilch', 'Martha Isaacson', 'Smithii Aureum' aj.). Dědičnost znaku opadavosti listů (i dalších, fenotypově klíčových znaků) je zřejmě složitá a není dosud uspokojivě vysvětlena. V některých případech může pravděpodobně hrát roli i složitý hybridní původ kulturních odrůd. Příkladem může být opadavost či vytrvalost olistění v potomstvu kříženců, které lze získat hybridizací fylogeneticky vzdálených rodičů.

Jednou z běžných obtíží pro realizaci plánovaných křížení může být i rozdílné načasování květních fenofází rodičovských genotypů. Přičemž také v případě těchto hybridizací lze očekávat nové kombinace genů a cennou variabilitu v mnoha znacích, tedy i v odolnosti. Za běžných podmínek se doba kvetení mnoha druhů a odrůd vůbec nepřekrývá a možnost jejich přirozené hybridizace je i bez ohledu na jejich (fylo)genetickou vzdálenost prakticky nemožná – např. v podmínkách Průhonice se jedná o rozpětí od začátku března do druhé poloviny července (remontantní genotypy mohou kvést ještě od konce srpna do zámrazu, semena však venku již nestihnou dozrát, pro potřeby šlechtění však lze využít skleníků). Překážky v časovém nesouladu v době kvetení lze mnohdy obejít jednak uchováváním pylu otce nebo také pěstitelskými technikami, kdy buď kvetení jednoho z rodičů oddálíme přechováním ranějšího rodiče v chladicím boxu, anebo naopak pro přirychlení květů umístíme pozdnější kvetoucího rodiče do vytápěného prostředí. V krajním případě, pokud je doba mezi kvetením obou rodičů příliš dlouhá (několik měsíců), je možné kombinovat obě možnosti, tzn. jednomu rodiči kvetení oddálit, druhého naopak narychlit.

Výsledky a diskuze

V našem současném šlechtění sledujeme několik základních směrů. Jedním z hlavních cílů je získání okrasných zahradních odrůd rododendronů a azalek, které jsou pro pěstování v našich podmínkách dostatečně odolné. Jedná se zejména o odolnost vůči některým nepříznivým abiotickým faktorům (např. nízké i vysoké teploty, rychlé kolísání teplot, suboptimální půdní vlhkost a výživa, přímé sluneční záření, nižší vzdušná vlhkost, mráz zimní, mráz na začátku i na konci vegetační sezóny atd.), v určitých případech i vůči škodlivým biotickým činitelům (některé houbové patogeny). Zároveň je však vždy velká pozornost věnována esteticky či pěstebně hodnotným a klíčovým znakům – např. vitálnímu a

symetrickému růstu, ochotě k větvení, kompaktnímu habitu keřů, bohatému a spolehlivému kvetení, trvanlivým a odolným květům, pěkným listům, kvalitě a trvanlivosti (u neopadavých) olistění, atraktivně rašícím mladým výhonům, dobré schopnosti regenerace rostlin, silnému kořenovému systému či efektivnímu a kvalitnímu vegetativnímu množení apod. Mezi naše dílčí cíle patří i identifikace a získávání nových, šlechtitelsky cenných genových zdrojů. Jedním z vedlejších cílů našeho šlechtění je i získání spolehlivě remontančních odrůd pěnišníků.

Při šlechtění využíváme klasických šlechtitelských metod, tedy záměrná křížení vybraných rodičů s následnou kombinací pozitivních a negativních selekcí potomstva. Tyto selekce jsou prováděny po celou dobu pěstování, od nejranějších stádií až po finální fázi vedoucí ke vzniku odrůdy. Pro získání odrůd s novými kombinacemi znaků využíváme mimo jiné hybridizaci genotypů z různých, fylogeneticky vzdálených skupin pěnišníků se standardně zvýšenými mezidruhovými reprodukčními bariérami a/nebo křížení genotypů s rozdílnou fenofází (např. mezi velmi raně či raně s pozdně nebo velmi pozdně kvetoucími). Při výběru rodičovských komponent jsou upřednostňovány v kultuře vzácné a pro šlechtitelské cíle cenné genové zdroje, zejména některé botanické taxony a jejich F1 hybridy. Nadějně selekce ze všech typů našich křížení jsou záměrně pěstovány a testovány v různých podmínkách (plně osluněná i stínovaná polní kultura, skleníkové prostředí, u stálezelených také *in vitro* a návazná kultura mikrořízků s řízeným režimem). Genotypy, které se v některé z fází pěstování neosvědčí, jsou zpravidla z procesu tvorby odrůdy postupně vylučovány, geneticky cenné však někdy využíváme dále v našem šlechtitelském programu. V pokročilém šlechtění na odolnost se zaměřujeme zejména na hybridizaci a selekci genotypů vhodných pro pěstování v našich klimatických podmínkách, zároveň však odolných vůči některým houbovým patogenům, případně ke zvýšené (nadměrné) půdní vlhkosti. V některých případech je specifická selekce realizována řízeným působením vybraného stresoru. Naší snahou je získat též genotypy s kombinovanou odolností.

V pokusech hybridizací fylogeneticky vzdálených rodičů jsme zjistili, že při křížení různých genotypů stálezelených velkolistých pěnišníků (diploidní matky) se zcela opadavým druhem azalky *R. molle* (diploidní otec) dostaneme zpravidla v některých případech buď jen opadavé potomstvo blížící se svým fenotypem olistění otci, nebo v jiných kombinacích naopak jen stálezelené semenáče připomínající charakterem listů matečnou rostlinu. V případech, kde jeden z rodičů má vyšší ploidní úroveň, bývá mezi potomstvem dědičnost určitého znaku (zde např. charakter olistění) většinou ovlivněna právě ve prospěch jedince s vyšší ploidíí pravděpodobně díky převažujícímu množství DNA (tzv. dosage effect), např. v kříženích typu stálezelený diploid (matka, velkolistý rododendron) × opadavý tetraploid (otec, azalka ze skupiny Knap Hill) bývá F1 potomstvo opadavé. Nová odrůda 'Studenec' je příkladem stálezeleného pěnišníku z našeho šlechtitelského programu, který pochází z hybridizace dvou fylogeneticky vzdálených rodičů (křížení 'Kalamaika' × *R. molle*). Má tuhé, zelenavě žluté květy a v čase proměnlivou kresbu (červeno – zelenou). Tato odrůda je navíc oproti očekávání alespoň částečně fertilní v obou pohlavích.

V hybridizacích založených na rozdílné květní fenofázi rodičovských genotypů se setkáváme s několika omezeními. Jednak může být nevýhodou, že při skladování pylu máme pro křížení určené pozice matka (pozdější) a otec (ranější genotyp). Dále pak, zejména při nedostatku pylu, klesá skladováním jeho klíčivost a následně i procento úspěšnosti opylení. Naproti tomu úskalím cíleného rychlení nebo zpožďování fenofází rodičů může být, že otcovská rostlina, která projde řízeným procesem, pyl buď nemusí vytvořit vůbec (eventuálně prašníky zaschnou) nebo není klíčivý. Stává se to hlavně pokud doba, kterou rostliny musí

strávit v umělém režimu chladicího boxu, je příliš dlouhá, nebo naopak rychlení proběhlo příliš rychle. Z našich stálezelených velkolistých odrůd pěnišníků vznikly metodou křížení rodičů s rozdílnou květní fenofází např.: rychlením otcovského genotypu 'Bouзов' (kombinace: *R. calophyllum* × 'Arnošt Silva Tarouca'), 'Libín' ('Hachmann's Mercator' × 'Genoveva'), 'Loket' (*R. strigillosum* × 'Arnošt Silva Tarouca'), 'Koda' a 'Ralsko' (obě 'Konsonanz' × 'Spätlese'), oddálením doby kvetení matky 'Lovoš' ('Hachmann's Belona' × 'Admiral Vanessa'), naopak rychlením matky 'Říp' ('Eva' × 'Buketta') a uchováním pylu 'Zebín' ('James Burchett' × 'Karibia') aj.

Šlechtění pěnišníků je často mezigenerační záležitostí. Vzhledem k tomu, že šlechtitelská práce nebyla v Průhonících během 95 let dlouhodobě přerušena, je možné v ní kontinuálně pokračovat až do současnosti. Výsledkem společného úsilí několika generací šlechtitelů je existence 133 původních českých odrůd rododendronů a azalek, které tak můžeme bezesporu považovat za součást kulturního dědictví spojeného s historickým vývojem České republiky i celého středoevropského prostoru. Dokladem kvalitní práce místního šlechtění jsou například historické odrůdy velkolistého rododendronu 'Dagmar' a poloopadavých azalek 'Blanice', 'Ledikanense' a 'Otava', které jsou dosud mezinárodními (zejména evropskými) školkařskými firmami běžně produkovány jako součást standardního sortimentu. Obdobný potenciál má nyní i naše nová odrůda velkolistého stálezeleného pěnišníku 'Děvín', která přímo navazuje na linii tradičního průhonického šlechtění pěnišníků nejen místem, kde byla vyšlechtěna, ale i svým rodokmenem. Byla získána křížením naší domácí odrůdy 'Saba' (matka) vyšlechtěné v r. 1961 v Průhonících, s německou odrůdou 'Sarasate' (otec). 'Děvín' vytváří středně vzrůstné keře, hustě kompaktní, s pravidelným habitem. Patří mezi velkokvěté, pozdně kvetoucí odrůdy (konec V. – polovina VI.), s květy purpurově růžovými se světlejšími okraji a s výraznou, tmavě červenou kresbou. Nápadná je jejich nezvykle intenzivní a příjemná vůně (zřejmě vliv *R. decorum*, v kombinaci s *R. griffithianum* a *R. fortunei*). Mladé rostliny nasazují na květ již v raném věku (2. - 3. rokem). Odrůda výborně regeneruje z kultury *in vitro* (přirozeně tvoří dostatek obrostu z laterálních pupenů). Odolnost vůči běžným chorobám a škůdcům pěnišníků je velmi dobrá (na úrovni standardních odrůd), k poškození zimním mrazem je odrůda velmi dobře odolná (minimálně do -24 °C). Díky spolupráci VÚKOZ s polskou školkařskou firmou Cieplucha získala odrůda pěnišníku 'Děvín' dvě prestižní zahraniční ocenění jako novinka roku 2020 v rámci mezinárodních oborových výstav věnovaných zahradnictví a okrasným rostlinám.

Závěr

Zachování významných genetických zdrojů a rozvoj pokročilého šlechtění se stávají stále naléhavějšími z důvodu probíhající klimatické změny. Jednou z možností, jak s jejími, k rostlinám nepříznivými komplexními účinky bojovat, je využití potenciálu šlechtění, které je založené na neustálých výběrech těch nejodolnějších možných a také plastických genotypů v dané oblasti (Krebs, 2018a, Tigerstedt et Uosukainen, 1996). V procesu šlechtění pak nutně hrají a budou hrát jednu z klíčových rolí právě sbírky genetických zdrojů s dlouhodobou historií, tak jako je tomu dnes v případě sbírky rodu *Rhododendron* ve VÚKOZ. Rezistentní šlechtění, hybridizace mezi fylogeneticky vzdálenými skupinami a mezi skupinami s rozdílnou fenofází jsou perspektivními metodami pro získání zcela nových kombinací genů, které mohou do budoucna rozšířit či stabilizovat možnosti pěstování pěnišníků v kultuře. Tento trend bude nabývat na důležitosti zejména v oblastech, které dosud z hlediska pěstování pěnišníků nabízely většinou jen suboptimální podmínky. Šlechtění a selekce s následným praktickým využíváním

rezistentních či tolerantních odrůd patří z hlediska produkce vždy k nejefektivnějším pěstebním zdrojům, který je zároveň i tím nejšetnějším k životnímu prostředí.

Dedikace

Publikace byla vytvořena v rámci "Národního programu konzervace a využívání genetických zdrojů rostlin a agrobiodiverzity" biodiversity (51834/2017-MZE-17253/6.2.11) a institucionální podpory výzkumné organizace (VÚKOZ-IP-00027073).

Použitá literatura

- Callaway, M. B. et Callaway, D. J., 2000: Plant Breeding – Practical Matters. – In: Callaway, D. J. et Callaway, M. B. (eds.): Breeding Ornamental Plants. – Timber Press, p. 39 – 48.
- Contreras, R. N., Ranney, T. G. et Tallury, S. P., 2007: Reproductive Behavior of Diploid and Allotetraploid *Rhododendron* L. 'Fragrant Affinity'. – HortScience, 42/1, 31 – 34.
- Cox, K., 2005: *Rhododendrons and Azaleas: A Colour Guide*. – The Crowood Press, Ramsbury.
- Cox, P. A., 1993: The Cultivation of *Rhododendrons*. – B. T. Batsford Ltd, 288 p.
- Cox, P. A., 1973: Dwarf *Rhododendrons*. – B. T. Batsford Ltd, 296 p.
- De Riek, J., De Keyser, E., Calsyn, E., Eeckhaut, T., Van Huylenbroeck, J. et Kobayashi, N., 2018: Azalea. – In: Van Huylenbroeck, J. (ed.): Ornamental Crops. – Handbook of Plant Breeding, Springer International Publishing, 237 – 271.
- Dostálková, A., 1981: *Rhododendrony*. – Academia, Praha, 160 p. + 24 příl.
- Dostálková, A., 1977a: Nové generativní podnože pro *rhododendrony*. – Časopis Slezského muzea (série C), 26/2, 159 – 172 + 6 příl.
- Dostálková, A., 1977b: Počátky introdukce a pěstování botanických pěnišníků na našem území a vývoj skladby jejich sortimentu v Průhonicích. – Časopis Slezského muzea (série C), 26/2, 103 – 106.
- Eeckhaut, T., Samyn, G. et Van Bockstaele, E., 2003: Interspecific Breeding in the *Rhododendron* Genus Involving *R. simsii* Hybrids. – Acta Horticulturae, 612, 165 – 172.
- Irving, E. et Hebda, R., 1993: Concerning the Origin and Distribution of *Rhododendrons*. – Journal American *Rhododendron* Society, 47/3, 139 – 162.
- Jones, J. R. et Ranney, T. G., 2009: Fertility of Neopolyploid *Rhododendron* and Occurrence of Unreduced Gametes in Triploid Cultivars. – Journal American *Rhododendron* Society, 63/3, 131 – 135.
- Kehr, A. E., 1996: Polyploids in *Rhododendron* Breeding. – Journal American *Rhododendron* Society, 50/4, 215 – 217.
- Kehr, A., 1987: Hybridizing Azaleas. – In Galle, F. C. (ed.): Azaleas. Revised and Enlarged Edition. Timber Press, 341 – 350.
- Kehr, A. E., 1977: Azaleodendron Breeding. – The Quarterly Bulletin of the American *Rhododendron* Society, 31/4, 226 – 232.
- Kehr, A. E., 1971: A Tetraploid *Rhododendron carolinianum*. – The Quarterly Bulletin of the American *Rhododendron* Society, 25/1, 4 – 6.
- Krebs, S. L., 2018a: *Rhododendron*. – In: Van Huylenbroeck, J. (ed.): Ornamental Crops. – Handbook of Plant Breeding, Springer International Publishing, 673 – 718.
- Krebs, S. L., 2018b: Heat-induced Predisposition to *Phytophthora* Root Rot Disease in *Rhododendron*. – Acta Horticulturae, 1191, 59 – 67.
- Leus, L., 2018: Breeding for Disease Resistance in Ornamentals. – In: Van Huylenbroeck, J. (ed.): Ornamental Crops. – Handbook of Plant Breeding, Springer Int Publishing, 97 – 125.

- MacKay, M. B. et Gardiner S. E., 2017: Geographic Analysis of Red List Rhododendron (Ericaceae) Taxa by Country of Origin Identifies Priorities for ex situ Conservation. – *Blumea - Biodiversity, Evolution and Biogeography of Plants*, 62/2, 103 – 120.
- Michishita, A., Ureshino, K. et Miyajima, I., 2002: Plastome-genome Incompatibility of *Rhododendron serpyllifolium* (A. Gray) Miq. to Evergreen Azalea Species Belonging to Series *Kaempferia*. - *Journal of the Japanese Society for Hort Science*, 71/3, 375 – 381.
- Milne, R., 2017: *Rhododendron*. - Reaktion Books, London.
- Milne, R. I., 2004: Phylogeny and Biogeography of *Rhododendron* Subsection *Pontica*, a Group with a Tertiary Relict Distribution. – *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 33/2, 389 – 401.
- Okamoto, A. et Ureshino, K., 2010: Interspecific Hybridization between Kurume Azalea and Scaly Rhododendrons, *Rhododendron keiskei* Miq. and *R. mucronalutum* Turcz. var. *ciliatum* Nakai. – *Horticultural Research (Japan)*, 9/4, 395 – 401.
- Okamoto, A. et Ureshino, K., 2015: Pre- and Post-fertilization Barriers in Interspecific Hybridization between Evergreen Azalea Species and *Rhododendron uwaense* H. Hara & T. Yamanaka. – *The Horticulture Journal*, 84/4, 355 – 364.
- Reiley, H. E., 2000: Breeding Rhododendrons and Azaleas. – In: Callaway, D. J. et Callaway, M. B. (eds.): *Breeding Ornamental Plants*. – Timber Press, p. 213 – 226.
- Rouse, J. L., Knox, R. B. et Williams, E. G., 1993: Inter- and Intraspecific Pollinations Involving *Rhododendron* Species. – *Journal American Rhododendron Soc.*, 47/1, 23 – 45.
- Sakai, K., Ozaki, Y., Ureshino, K., Miyajima, I., Wakana, A. et Okubo, H., 2008: Interploid Crossing Overcomes Plastome-nuclear Genome Incompatibility in Intersubgeneric Hybridization between Evergreen and Deciduous Azaleas. *Scientia Horticulturae*, 115/3, 268 – 274.
- Severa, M., 2010: Barevné změny na květech rododendronů z in vitro kultur. – *Zahradnictví*, 9/12, 44 – 45.
- Shrestha, N., Wang, Z., Su, X., Xu, X., Lyu, L., Liu, Y., Dimitrov, D., Kennedy, J. D., Wang, Q., Tang, Z. et Feng, X., 2018: Global Patterns of *Rhododendron* Diversity: The Role of Evolutionary Time and Diversification Rates. – *Global Ecology and Biogeography*, 27/8, 913 – 924.
- Tigerstedt, P. M. A. et Uosukainen, M., 1996: Breeding Cold-Hardy Rhododendrons. – *Journal American Rhododendron Society*, 50/4, 185 – 189.
- Ureshino, K., 2008: Study of Cross Incompatibility between Evergreen and Deciduous Azaleas. - *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 77/1, 1 – 6.
- Ureshino, K., Miyajima, I., Ozaki, Y., Kobayashi, N., Michishita, A. et Akabane, M., 1999: Appearance of Albino Seedlings and ptDNA Inheritance in Interspecific Hybrids of Azalea. – *Euphytica*, 110/1, 61 – 66.
- Van Huylenbroeck, J., Calsyn, E., de Keyser, E. et Luypaert, G., 2015: Breeding for Biotic Stress Resistance in *Rhododendron simsii*. – *Acta Horticulturae*, 1104, 375 – 379.
- Van Laere, K., Hokanson, S. C., Contreras, R. et Van Huylenbroeck, J., 2018: Woody Ornamentals of the Temperate Zone. – In: Van Huylenbroeck, J. (ed.): *Ornamental Crops. – Handbook of Plant Breeding*, Springer International Publishing, 803 – 887.

Kontaktní adresa: Mgr. Michal Severa, Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, Květnové náměstí 391, 252 43 Průhonice, e-mail: severa@vukoz.cz

**HISTORIE A SOUČASNÁ PRÁCE GENOFONDOVÉ SBÍRKY
VYBRANÝCH KVĚTIN NA ZF MENDELU v Brně**
*History and current work of the collection of genetic resources of selected flowers at
MENDELU University FH in Brno*
Sotolářová O.

ZF MENDELU v Brně, Valtická 337, Lednice 691 44

Abstrakt

Genofond vybraných květin na Zahradnické fakultě Mendelovy univerzity v Brně je součástí Národního programu konzervace a využívání genetických zdrojů rostlin, zvířat a mikroorganismů významných pro výživu a zemědělství (NPGZ). Kolekce vybraných květin spadá do podprogramu Národní program konzervace a využívání genetických zdrojů rostlin a agrobiodiverzity. Úchovu genetické diverzity okrasných rostlin v ČR v současné době zajišťují tři pracoviště (MENDELU v Brně, Zahradnická fakulta; Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v. v. i., Průhonice a Botanický ústav AV ČR, v. v. i.).

Klíčová slova: genofond, kolekce, květiny, letničky, regenerace

Abstract

The gene pool of selected flowers at the Faculty of Horticulture of Mendel University in Brno is part of the National Program for the Conservation and Utilization of Genetic Resources of Plants, Animals and Microorganisms Important for Food and Agriculture (NPGZ). The collection of selected flowers falls under the sub-program National Program for the Conservation and Utilization of Plant Genetic Resources and Agrobiodiversity. Preservation of genetic diversity of ornamental plants in the Czech Republic is currently covered by three workplaces (MENDELU in Brno, Faculty of Horticulture; Silva Tarouca Research Institute for Landscape and Ornamental Horticulture in Průhonice and Institute of Botany of the Czech Academy of Sciences in Průhonice).

Key words: gene - pool, collection, flowers, annuals, regeneration

Úvod

Kolekci vybraných květin na ZF MENDELU v Brně představuje šest generativně množených rodů (*Callistephus*, *Carthamus*, *Helianthus*, *Salvia*, *Tagetes* a *Zinnia*) a jeden rod vegetativně množený (*Canna*). Kolekce květin se může zdát, že jejich hospodářský význam nehraje natolik významnou roli, jako například genofond obilovin či ovocných dřevin, zeleniny nebo léčivých rostlin, nicméně právě květiny odrážejí šlechtitelské dovednosti a estetické cítění dané doby. Vždyť květiny lidstvo doprovází od nepaměti a nedovedeme si bez nich představit žádný významný svátek nebo oslavu. Genofond květin představuje biologicko-genetickou variabilitu tvořící jak plané příbuzné druhy, krajové (místní) odrůdy, tak i vyšlechtěné kultivary. Svou pestrobarevností podporuje zvyšování diverzity hmyzích opylovačů.

Práce a význam květinové kolekce

Práce s okrasnými genovými zdroji, nespočívá jen se shromažďováním nových kultivarů, ale i se shromažďováním starých či krajových odrůd. Dále se sběratelsko-expediční činností (získání planých druhů z přírody), Práce s genofondy velmi úzce souvisí s procesem šlechtění, což je dlouhodobá práce, založená na bezkompromisní selekci, která vede ke

stabilizaci genotypových i fenotypových vlastností daného jedince. Velmi důležitý faktor hraje i zabezpečení co nejširšího spektra genetického základu odrůd/kultivarů pro pokrytí jejich genotypových a fenotypových vlastností k danému pěstebnímu prostředí a rezistenci vůči stávajícím či novým patogenům.

Zajištění genofundu vybraných květin si klade za cíl především v ochraně nejen původního a současného tuzemského sortimentu, ale i shromažďování historického a moderního zahraničního sortimentu. Tato ochrana je zabezpečována u generativně množených květin ve formě semen uložených v genových bankách. V případě vegetativně množených květin je zabezpečována matečnými rostlinami, popřípadě vegetativních částí (hlízy, cibule). Postupem času se stává, že některé pěstitelsky velmi významné kultivary ztratí svůj zájem. Postupně jsou nahrazovány jinými, modernějšími kultivary s perspektivnějšími vlastnostmi, týkající se zejména délky kvetení, rezistenci vůči patogenům a krátkou pěstební dobou atd. V konečném důsledku může dojít až k úplné ztrátě kultivaru představující kulturní dědictví dané země, doby a dlouholetém úsilí lidí, kteří se na daném kultivaru podíleli.

Historie a současnost genofondové sbírky vybraných květin na ZF

Historie genofondové kolekce vybraných květin na ZF MENDELU sahá do 90. let 20. století. Zároveň to byla doba, kdy se postupně rušily velmi významné a mnohdy vřhlavné šlechtitelské stanice, jejichž výsledky práce přesáhly daleko za hranice tehdejšího Československa. Některé tyto původní odrůdy spolu s rozpracovaným materiálem z dnes již zrušených šlechtitelských stanic jsou po několik desetiletí uloženy v genové bance VÚRV Praha-Ruzyně. Nejprve byla sbírka květin vedena pod záštitou tehdejšího Výzkumného ústavu okrasného zahradnictví v Průhonících, později část kolekce květin přešla na tehdejší Mendelovu zemědělskou a lesnickou univerzitu v Brně, konkrétně na Zahradnickou fakultu se sídlem v Lednici. Pozemky, na kterých je v současnosti umístěn genofond květin s názvem Mendeleum, se pro šlechtění a úchovu našich i zahraničních odrůd využívá od dob založení (1912).

Od počátku myšlenky založení genofondových sbírek byli za kolekci květin odpovědní dva řešitelé, prof. Ing. František Kobza, CSc. a dnes již zesnulý doc. RNDr. Miroslav Pidra, CSc. Spoluřešitelé v té době byli Ing. Jiří Uher a Ing. Běla Svitáčková. Za kolekce rodů *Canna*, *Salvia* a *Tagetes* zodpovídal doc. RNDr. M. Pidra CSc. A prof. Ing. F. Kobza CSc. zodpovídal za rody *Callistephus*, *Helianthus* (od roku 1997) a *Zinnia*. Z dochovaných pramenů bylo celkem na pracovišti uchováváno 190 položek (*Callistephus* 55, *Carthamus* 4, *Helianthus* 16, *Salvia* 18, *Tagetes* 72, *Zinnia* 12, *Canna* 13). V roce 1998 došlo k mírnému navýšení položek na celkový počet 212, z toho bylo 21 položek vegetativně množených.

V roce 2003 došlo ke sloučení a zodpovědným řešitelem za celou kolekci vybraných květin se stal doc. Dr. Ing. Jiří Uher. Během této doby došlo k dalšímu navýšení položek, a to na celkový počet 269 položek, přičemž od roku 2017 se celá kolekce rodu *Canna* (7 položek) přesouvá do tzv. pracovní kolekce z důvodů virového onemocnění, v současné době se zkouší jejich ozdravování. Od roku 2018 je kurátorkou kolekce Ing. Oldřiška Sotolářová, která pokračuje v práci svých předchůdců. Současný stav kolekce čítá na 279 položek v řádné aktivní kolekci, z toho 122 položek *Callistephus*, 20 *Carthamus*, 16 *Helianthus*, 36 *Salvia*, 39 *Tagetes* a 46 *Zinnia*. V roce 2019 přibyla jedna položka *Salvia splendens* Floret z VÚKOZ Průhonice. V kolekci květin jsou uchovávány nejen české odrůdy květin, z 50. let minulého století, ale jsou zde uchovávány i původní slovenské a zahraniční odrůdy. Například kolekce rodu *Callistephus* zahrnuje 34 původních vyšlechtěných odrůd, z dnes již zaniklé SŠ Libochovice (Vanda, Nataša,

Octavia, Tamara, Gilda a další), *Salvia splendens* zahrnuje jednu odrůdu ze ŠS Libochovice (Libochovický oheň), *Tagetes* zahrnuje pět původních libochovických odrůd (Mars, Aramis, Athos, Porthos, Konstance), *Zinnia elegans* L. zahrnuje čtyři libochovické odrůdy (Červen, Květen, Říjen, Září). Ostatní položky v kolekci pochází od zahraničních šlechtitelů. Několik položek je neznámého původu.

Současná práce

V současné době probíhá regenerace u 26 položek: 6 položek *Callistephus*, 4 položky *Salvia*, 10 položek *Tagetes* a 6 položek *Zinnia*. V rámci regenerace probíhá i morfologicko-biologicko-hospodářské hodnocení. Pro regeneraci se vybudovaly izoláty (Foto 1), které mají pevný betonový základ. Rozměr jednoho izolátu je 5 m délky, 3 m šířky a 2,25 m výšky. Izolát je pokryt technikou síťovinou, která se vždy na zimu odstraňuje. Každý izolát disponuje s vlastním závlahovým systémem. V současné době je vybudováno 6 izolátů a do budoucna se počítá s vybudováním dalších. V jednom izolátu jsou pěstovány vždy dvě až tři položky od různých rodů. Semena k regeneraci poskytla genová banka VÚRV Praha-Ruzyně. Sadba je předpěstována ve skleníku od února do konce dubna, v závislosti na rodu. Po 15. květnu jsou sazenice vysazovány do izolátů, do sponu 20(25) x 20(25) cm, podle vzrůstnosti odrůdy. V letošním roce je plánovaná opětovná instalace čmeláků, v loňském roce, kdy se čmeláci poprvé zkusili osvědčili se, zejména u rodu *Salvia* (Foto 2). Z hlediska regenerace položek je u šalvěje zářivé problematické dosažení vyšších výnosových hodnot. Šalvěj má velmi specifickou morfologickou stavbu květu. Květ je poměrně dlouhý a velmi křehký, při nedodržení agrotechnických termínů se rostliny nestihnou dostatečně vyvinout natolik, aby vytvořily semena. Regenerace položek rodu *Tagetes patula*, *T. erecta* a mezdruhovových kříženců (*T. erecta* x *patula*) probíhá bez problémů. Všechny rostliny jsou po celou dobu vitální a nakvétají postupně. Všechny regenerované odrůdy vykazují uniformitu. Regenerace položek rodu *Callistephus*, je náročná, díky loňskému masivnímu úpadku rostlin způsobeným fuzáriovým vadnutím. Odrůda *C. ch. 'Gilda'* byla registrována v roce 1976. Pochází ze ŠS Libochovice. Jedná se křížení odrůd Gloria x Octavia. Z hlediska hodnocení citlivosti na fuzáriové vadnutí byl v roce 2020 výskyt zanedbatelný oproti roku 2021, kdy byly rostliny z 50,5 % napadeny. Odrůda *C. ch. 'Nataša'* byla přihlášena v roce 1986. Odrůda byla zkoušena pod označením LI-628. Pochází ze ŠS Libochovice. Regenerace této odrůdy probíhá od roku 2019. V prvním roce regenerace semena vůbec nevyklíčila. V dalším roce 2020 se podařilo dopěstovat jen dvě květu schopné rostliny, které naštěstí vytvořily dostatek semen i na další rok. Můžeme tedy mluvit o záchraně této jedinečné odrůdy, která v současnosti již není nikde v nabídce. Z hlediska hodnocení citlivosti na fuzáriové vadnutí byl výskyt v roce 2021 zanedbatelný. Bylo napadeno pouze 2,4 % porostu. *C. ch. 'Octavia'* pochází ze ŠS Libochovice. Šlechtitelem této odrůdy byl J. Průcha, vyšlechtěna byla v roce 1949 a přihlášena v roce 1960. Z hlediska hodnocení citlivosti na fuzáriové vadnutí byl v roce 2020 výskyt zanedbatelný. V roce 2021 bylo napadeno 7 % porostu. *C. ch. 'Roxana'* pochází ze ŠS Libochovice. Šlechtitelem této odrůdy byl J. Průcha, vyšlechtěna byla v roce 1953 a přihlášena v roce 1956. V roce 2021 při hodnocení citlivosti na fuzáriové vadnutí nebyla napadena žádná rostlina. *C. ch. 'Tamara'* pochází ze ŠS Libochovice. Šlechtitelem této odrůdy byl J. Průcha, vyšlechtěna byla v roce 1956 a přihlášena v roce 1966. Z hlediska hodnocení citlivosti na fuzáriové vadnutí byl v roce 2020 výskyt zanedbatelný. V roce 2021 bylo napadeno 12,9 % porostu. *C. ch. 'Vanda'* pochází ze ŠS Libochovice. Odrůda byla registrována v roce 1986 a

zkoušena pod označením LI-666. Z hlediska hodnocení citlivosti na fuzáriové vadnutí byl výskyt v letech 2019–2020 zanedbatelný. V roce 2021 bylo napadeno 4,7 % porostu.

Foto 1 Ukázka izolátu s porostem
Tagetes patula 'Lemon Drops'

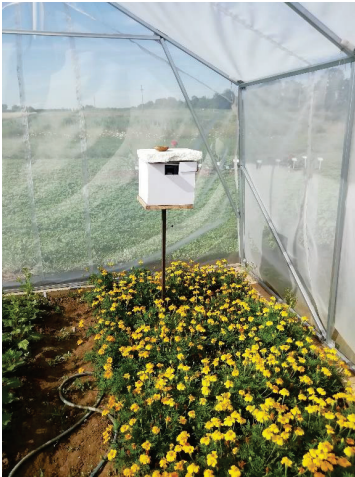


Foto 2 Opylování čmeláka *Salvia splendens* 'prof. Hrubý pastelová světle fialová'



Závěr

Uchování kolekcí květin má velký význam především pro uchování cenného genetického materiálu dané doby se současným využitím šlechtitelské činnosti v květinářském odvětví, založeném především na estetických hodnotách. Ačkoliv během 90. let 20. došlo k úpadku většiny šlechtitelských stanic (poslední zanikla na zač. 21. století, Veltrusy) zabývajícími se šlechtěním květin, přeci se jen z této doby podařilo, díky tehdejšímu pracovníkům uchovat některé odrůdy. Díky regeneraci jsou některé historicky ceněné odrůdy, součástí ukázkového výukového sortimentu na ZF MENDELU v Brně. Studenti tak mají možnost srovnat tento historický sortiment se současným.

Dedikace

Příspěvek byl realizován za podpory MZe 51834/2017-MZE-17253/6.2.10, Národní program konzervace a využívání genetických zdrojů rostlin a agrobiodiversity.

Použitá literatura

Sotolářová, O., 2021: Historie a současnost genofondu květin na FZ MENDELU. Zahradnictví: časopis profesionálních zahradníků. 9: 45-51.

- Sotolářová, O., 2021: Výroční zpráva Národního programu konzervace a využívání genetických zdrojů rostlin, zvířat a mikroorganismů významných pro výživu a zemědělství. Kolekce Teplomilných a méně známého ovoce, révy vinné, vytrvalých zelenin a vybraných druhů květin.
- Svitáčková, B., 1987: Příspěvek k množitelské problematice druhu *Salvia splendens* Sello. Sborník referátů. Symposium k 40. výročí Vysokého zahradnického učení.
- Listina povolených odrůd: 1966 – 1996.

Kontaktní adresa:

Ing. Oldřiška Sotolářová, Valtická 337, Lednice 691 44, ZF MENDELU v Brně, Ústav zelinářství a květinářství, e-mail: oldriska.sotolarova@mendelu.cz

JAK PROSPÍVÁ ČESKÁ ODRŮDA RÉVY VINNÉ 'NERONET' V KARLŠTEJNĚ A PROČ MÁ VE VESMÍRU SVOJI PLANETKU?

How does the Czech vine variety benefit in Karlštejn and why does it have its asteroid in space?

Střalková R.

Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.

Abstrakt

V letošním roce 2022 si připomeneme 25. výročí, které se týká české odrůdy révy vinné 'Neronet' a nově objevené planety 11.10.1997, nesoucí její jméno. Odrůda 'Neronet' je uchovávána v polní kolekci Národního genofondu révy vinné ve Výzkumné stanici vinařské v Karlštejně. Hlavním cílem této práce bylo vyhodnotit odrůdu 'Neronet' na základě šlechtitelských, pěstitelských a uživatelských aspektů a rozhodnout o jejím ponechání v Národním genofondu pro budoucí generace. Výsledky hodnocení ukázaly na výjimečnost české odrůdy 'Neronet' a rozhodly o ponechání odrůdy v genofondu. Na základě výjimečnosti odrůdy byl navržen datum objevení planety 11. říjen jako 'Den vína Neronet'.

Klíčová slova: Neronet, réva vinná, barvířka, odrůda, planeta, Karlštejn,

Abstract

This year, 2022, we will commemorate a 25 anniversary that concerns the Czech grape variety 'Neronet' and the newly discovered asteroid 11.10.1997 bearing its name. The 'Neronet' variety is kept in the field collection of the National Grapevine Gene Fund at the Research Station for Viticulture in Karlštejn. The main goal of this work was to evaluate the 'Neronet' variety based on breeding, cultivation and user aspects and to decide on its retention in the National Gene Fund for future generations. The evaluation results showed the uniqueness of the Czech variety 'Neronet' and decided to keep the variety in the gene pool. On the basis of the exceptionality of the variety, the date of the discovery of the asteroid, October 11, was proposed as 'Neronet Wine Day'.

Key words: Neronet, grapewine, dyer, variety, asteroid, Karlštejn,

Úvod

V letošním roce 2022 si připomeneme v rámci konzervace genetických zdrojů révy vinné poněkud netradiční výročí a to 25 let objevení planety, která dostala název po odrůdě révy vinné 'Neronet'. Tento 'vesmírný' příběh spojuje dvě důležité osoby, kterými jsou pan profesor Vilém Kraus a paní Lenka Kotková Šarounová. On je náš významný český šlechtitel révy vinné z Mělníka, ona je naše významná objevitelka malých planetek z Dobřichovic. Na společnou cestu je přivedla láska k vínu. Pojdme tedy sledovat modrou odrůdu révy vinné 'Neronet', která se řadí mezi tzv. barvířky, na její cestě pozemským i vesmírným životem. Jedinou odrůdu révy vinné, která má od 11.10.1997 ve vesmíru svoji planetku.

Materiál a Metody

K hodnocení odrůdy 'Neronet' byly vybrány 3 aspekty. Prvním z nich bylo hodnocení genetického materiálu dle platného klasifikátoru Hubáčková, Fáberová (1999), kterým se standardně hodnotí ve Výzkumné stanici vinařské v Karlštejně celkem 68 znaků révy (hodnocení: fenologická, morfologická, produkční a chemická). Hodnocení byla prováděna

v 3letém cyklu let 1998-2000 a výsledky byly vloženy do informačního systému EVIGEZ, v roce 2015 byly převedeny do nového informačního systému GRIN Czech. Odrůda byla také hodnocena pomocí DNA analýzy metodou SSR markerů.

Druhým z nich bylo hodnocení aktuální výměry vinic a počet viničních obcí, ve kterých se odrůda 'Neronet' pěstuje (Registr vinic, ÚKZÚZ, 2022).

Třetím aspektem bylo hodnocení vína z odrůdy 'Neronet' na odborných soutěžích v roce 2022 (katalog vín Hradec Králové, 2022) a běžnými konzumenty vína (laický portál www.mojelahvevina.cz, 2010-2021).

Čtvrtým aspektem hodnocení, trochu netradičním a ojedinělým, bylo objevení nové planetky a její pojmenování podle modré odrůdy révy vinné 'Neronet'.

Výsledky a diskuze

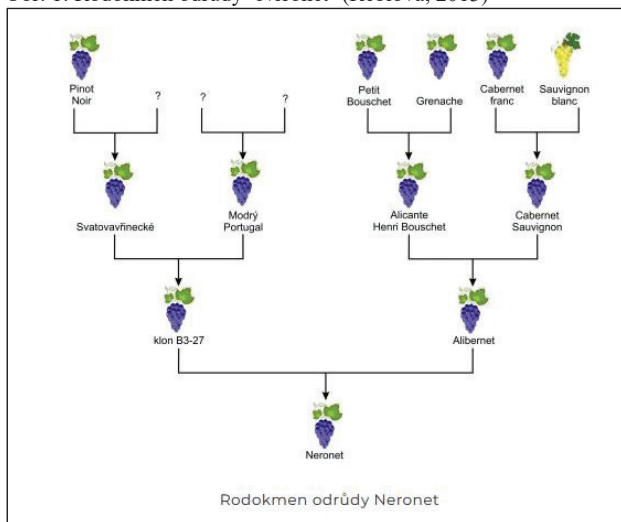
Šlechtění

Modrá odrůda révy vinné 'Neronet' byla vyšlechtěna v roce 1965 v bývalém Československu panem profesorem Ing. Vilémem Krausem, CSc., který působil na Zahradnické fakultě v Lednici na jižní Moravě, Mendelově univerzitě v Brně. Odrůda vznikla křížením (Svatovavřínecké x Modrý Portugal B3-27) x Alibernet. Odrůda 'Neronet' byla vyšlechtěna jako první česká barvířka. Barvířka je odrůda révy vinné, která má intenzivně zbarvenou nejen slupku bobule ale i dužninu. Nositelem vlastností barvířky byla odrůda Alibernet. Odrůda 'Neronet' je rozšířená pouze v České republice a na Slovensku (Pavloušek, 2008).

Přestože se u nás pěstovaly rodičovské odrůdy 'Neronetu', chyběla odrůda z rodiny barvířek, jejíž hrozny by dozrávaly v raném období. A tak v Lednici na vinohradech vznikl v roce 1965 křížенец C-15, který byl v roce 1991 zapsán do Státní odrůdové knihy ČR pod názvem 'Neronet'. Název 'Neronet' byl vytvořen složením předpony *nero* (italsky černý) jako odkaz na tmnou rubínovou barvu vína s tmavě modrými záblesky a koncovkou *net*, která odkazuje na rodičovskou linii s kabinetovými odrůdami (Alibernet a Cabernet Sauvignon). Již prarodičovské odrůdy v této linii byly šlechtěny s cílem získat modrou odrůdu s vysokou barvenou intenzitou, ovocností a zajímavě strukturovanými tříslovinami např. Alicante Henri Bouchet z roku 1866 a jeho rodičovská odrůda Petit Bouchet z roku 1820 (Obr. 1). V druhé rodičovské linii se vyskytla např. starobylá modrá odrůda Pinot noir nebo-li Ruladnské modré (Rěblová, 2013).

Barvířky se dříve velmi často používaly jen do směsí vín s méně barevnými odrůdami (např. Ruladnské modré) k vylepšení sytosti barvy sceleného vína. V poslední době, díky zjištění, že tato vína mají mnohem větší zdravotní potenciál, se častěji setkáme i s víny odrůdovými z těchto bezesporu zajímavých odrůd (Sotolář, 2016).

Obr. 1: Rodokmen odrůdy 'Neronet' (Réblová, 2013)



Genofond v Karlštejně

Do genofondu v Karlštejně byla odrůda révy vinné 'Neronet' zařazena v roce 1985 a vysazena na viniční trati Plešivec. V roce 1991 byla odrůda 'Neronet' zařazena do Státní odrůdové knihy dnešní České republiky. V roce 1999 byla vysazena do genofondu v Karlštejně na viniční trati Vrše I., kde se pěstuje dodnes v předepsaném počtu 15 rostlin. V letech 1998-2000 byla hodnocena v 68 znacích dle klasifikátoru Hubáčková-Fáberová (1999).

Odrůdu 'Neronet' pěstovanou ve Výzkumné stanici vinařské v Karlštejně lze charakterizovat jako odrůdu středně bujného vzrůstu, doba rašení střední (duben), začátek dozrávání bobulí (zaměkání) rané (podobně Rulandské modré, Merlot), dozrává na konci září až začátku října. Výnos z 1 rostliny nízký (1 – 1,5 kg), obsah cukru v moštu nízký (15 – 17 °NM), celkový obsah kyselin v moštu střední (9 g.l⁻¹). Odolnost k botrytidě vysoká, k perenospoře nízká. Vůči zimním mrazům je odolná. V Karlštejně se z ní odrůdové víno zatím nevyrábí, používá se jako barvírka do červených vín.

Pro detailnější popis odrůdy byly vybrány některé morfologické znaky, které charakterizují danou odrůdu: mladý výhon/ tvar vrcholu – otevřený (viz. Vitis Vinifera, Vitis Berlandieri), letorost/ postavení – polovzpřímený (viz. Muškát Ottonel, Sauvignon), letorost/ síla růstu letorostů – slabá (viz. Alicante Bouschet), úponky/ rozmítění na letorostu – nesouvisle (2 nebo méně), mladý list/ barva vrchní strany – měděná až načervenalá, dospělý list/ tvar čepele – pětilaločný (viz. Chrupka bílá, Cabernet Franc), dospělý list/ otevření řapíkatého výkroju – překrytý (viz. Ryzlink rýnský, Cabernet Sauvignon), květenství/ pohlaví květu – obojaké (viz. Chrupka bílá), hrozen/ délka – krátká 10-14 cm (viz. Cabernet, Sauvignon), hrozen/ tvar – úzce/ široce kuželovitý (viz. Schivava Grossa), hrozen/ počet křídel – 1-3 křídla, hrozen/ kompaktnost – řidký (viz. Čabaňská perla), hrozen/ hmotnost jednoho hroznu – nízká, 200 g (viz. Chardonnay), bobule/ tvar – kulatá, eliptická (viz. Chrupka bílá), bobule/ barva slupky –

modročerná (viz. Rulandské modré), bobule/ barva dužniny – zbarvená (viz. Alicante Bouschet). Výsledky hodnocení všech 68 znaků jsou uvedeny v informačním systému GRIN Czech, identifikátor odrůdy 'Neronet' 24V0130031.

Srovnáme-li výsledky hodnocení odrůdy 'Neronet' pěstované v Karlštejně a popis odrůdy, kterou udává 'Přehled odrůd révy 2022' (Sedlo, Ludvíková, 2022), liší se zejména v pěstitelských ukazatelích a to v kvantitě a kvalitě výnosu hroznů a moštu: výnos hroznů středně vysoký 3 - 4 t.ha⁻¹, cukrnatost moštu středně vysoká až vysoká 18.1 – 20 °N (jako např. Muškát moravský). V Karlštejně dosahuje výnos hroznů 1,5 - 2,0 t.ha⁻¹ a cukrnatost 16 - 18 °NM. Rozdíly jsou výsledkem odlišných půdně-klimatických a pěstitelských podmínek v oblasti Čech a Moravy.

Pěstování a víno

V ČR byla zjištěna k datu 31.12.2019 obhospodařovaná plocha vinic 18,2 tis. ha a bylo registrováno celkem 17,8 tis. pěstitelů. Na základě hodnocení dat bylo zjištěno, že odrůda 'Neronet' se u nás pěstuje celkem na ploše 36,6220 ha (0,07 % celkové obhospodařované plochy vinic), z toho ve vinařské oblasti Čechy v podoblasti Mělnická 0,9466 ha a na ostatních místech 0,0050 ha, ve vinařské oblasti Morava v podoblasti Mikulovská 6,3079 ha, Slovácká 13,8012 ha, Velkopavlovická 13,6438 ha, Znojemská 1,8965 ha a na ostatních lokalitách 0,0210 ha. (Situační a výhledová zpráva 'Réva vinná a víno 2020').

Z databáze 'Registr vinic' ÚKZÚZ Znojmo-Oblekovic bylo zjištěno, že malá výměra odrůdy 'Neronet' se nachází i ve městě Tábor a v obci Březno (Litoměřice). To svědčí o tom, že odrůda 'Neronet' je odrůdou, kterou pěstitelé a vinaři zařadili do svých výsadeb ve všech vinařských podoblastech i na ostatních lokalitách. A to je dobře, protože je to konečnou naší, česká barvička, která si zaslouží péči nejen jejich 5 udržitelných této odrůdy (Sedlo, Ludvíková, 2022), ale i péči v Národním genofondu révy vinné uchovávané v Karlštejně pro budoucí generace (<https://grinczech.vurv.cz/gringlobal/search.aspx>).

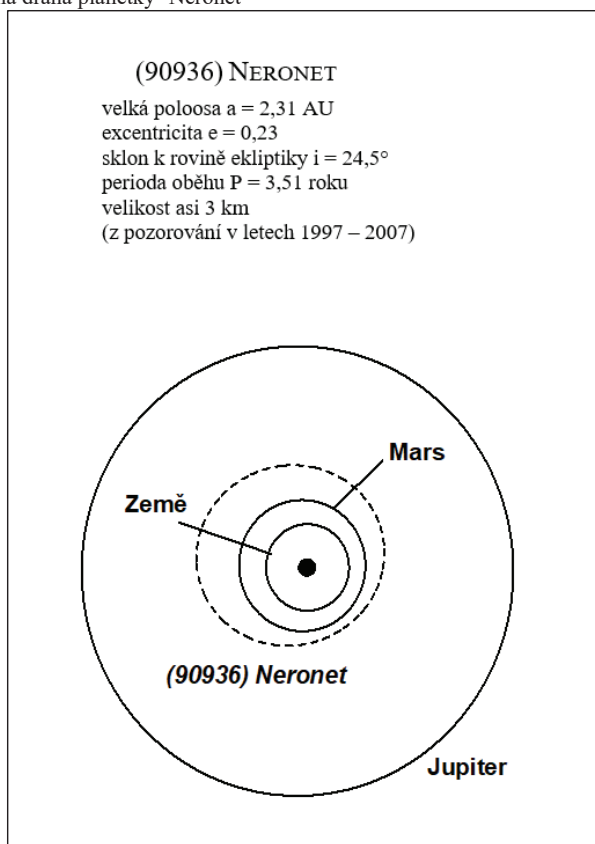
Toto stanovisko podporují i odrůdová vína 'Neronet', která chutnají milovníkům vína (<https://mojelahve.cz>) a získávají ocenění vinařů (např. hodnocení vín Hradec Králové 2022). Pro získání přehledu jak chutná víno zejména běžným konzumentům, jsme využili výsledky hodnocení vín na laickém portálu vinomilců (<https://mojelahve.cz/databaze-vin-a-zebricky-nejlepsich-vin>), kde bylo vyhodnoceno celkem 31445 vín z toho 125 vín z odrůdy 'Neronet' a to odrůdová vína i cuvée (vína scelená). Tato vína pocházela celkem od 41 vinařů/ vinařství, z toho 2 vinařství byla v Čechách a to Vinařství Salabka Praha a Sklep Grébovka Praha, zbývající vinařství byla z Moravy. Z moravských vinařství jsme vybrali pro přehled jen 5 vinařství, která měla v hodnocení zastoupená aspoň 4 různá vína z odrůdy 'Neronet' a to bylo Vinařství Hřiba (Neronet 2016, 'Král vín'), Vinařství Roman Komarov, Rodinné vinařství Spěvák (Neronet 2016, pozdní sběr, veganské bez živočišných složek), Vinum Moravicum (Neronet 2015, pozdní sběr, a Neronet-Dornfelder 2015) a Vinařství Žůrek (Neronet 2017, pozdní sběr).

Vinařství B/V získalo za svoje víno Neronet 2015 v roce 2018 a 2020 stříbrnou medaili a v roce 2019 zlatou medaili. V rámci cuvée byla odrůda 'Neronet' scelená s víny např. z odrůdy Blauburger, Cabernet Sauvignon, Dornfelder a Zweigeltrebe. V rámci kategorií vín byla hodnocená vína jak zemská a jakostní vína odrůdová, tak jakostní vína s přívlastkem výběr z hroznů a jakostní vína s přívlastkem výběr z bobulí. Tolik pro stručný přehled o tom, jak chutná víno z odrůdy 'Neronet' běžným konzumentům a milovníkům vína. Protože hodnocení vín profesionálními vinaři a běžnými konzumenty vína bývají velmi často odlišná.

Planetka 'Neronet'

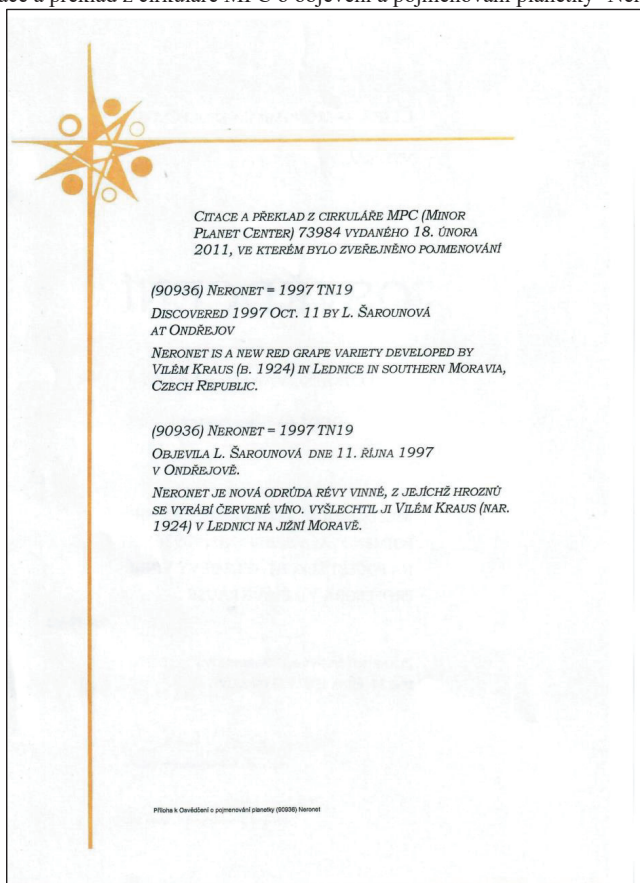
Další, pro nás poněkud netradiční výsledek práce, provedla paní Lenka Kotková Šarounová, pracovnice Astronomického ústavu Akademie věd České republiky, když 11.10.1997 objevila novou planetku a o pár let později ji pojmenovala 'Neronet' (katalogové číslo 90936, <http://planety.astro.cz/planetka-90936>). Podle odborné definice jsou planetky malá tělesa obvykle nepravidelných tvarů s průměrem několika desítek metrů až několika set kilometrů. Dráhy většiny známých planetek leží mezi drahami Marsu a Jupiteru v tzv. hlavním pásu (Obr. 2, 3). Na základě hodnocení seznamu všech dosud objevených a registrovaných planetek (<https://www.minorplanetcenter.net>), který obsahoval celkem 23187 planetek, bylo zjištěno, že odrůda révy vinné 'Neronet', je opravdu jedinou odrůdou révy vinné, která má na nebi svoji planetku (Střalková, 2022).

Obr. 2: Oběžná dráha planetky 'Neronet'



© Lenka Kotková Šarounová (2011)

Obr. 3: Citace a překlad z cirkuláře MPC o objevení a pojmenování planety 'Neronet'



© Lenka Kotková Šarounová (2011)

Závěr

Rozsáhlá hodnocení modré moštové odrůdy révy vinné 'Neronet' nás přivedla k závěru, že je nutné ponechat tuto odrůdu v genofondu a tím ji uchovat pro další generace. V Karlštejně by se měly prioritně uchovávat české odrůdy, lépe řečeno odrůdy vyšlechtěné českými šlechtiteli a to odrůda 'Neronet' bezesporu splňuje. Je to naše první česká barvířka, která má navíc na nebi svoji planetku již 25 let. Pojdme tedy společně den jejího objevení 11. října nazvat třeba 'Den vína Neronet' a dobrým odrůdovým vínem 'Neronet' jí připít na ještě dlouhá léta s námi vinaři a milovníky vína.

Dedikace

Národní program konzervace a využívání genetických zdrojů rostlin a agrobiodiverzity. MZe ČR 51834/2017-MZE-1725/6.2.12

Použitá literatura

- Hubáčková, M., Fáberová, I., 1999: Klasifikátor, Genus Vitis L., VÚRV – VsV Karlštejn, s:82
- Pavloušek, P. (2008): Encyklopedie révy vinné. Computer Press, 2008, a.s., Vs: 316, ISBN 978-80-251-223-1.
- Réblová, M., 2013: Neronet–česká odrůda z kabernetové rodiny (<https://mojelahve.cz/clanek/neronet-ceska-odruda-z-kabernetove-rodiny-172>)
- Registr vinic, ÚKZÚZ, Znojmo-Oblekovice: 2022.
- Sedlo, J., Ludvíková, I., 2022: Přehled odrůd révy 2022. Svaz vinařů České republiky, Velké Bílovice, Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, Brno, MZe ČR, Brno, 2022, s: 186, ISBN: 978-80-903534-8-0,
- Situační a výhledová zpráva 'Réva vinná a víno 2020'
- Sotolář, R., 2016: <https://www.wine.cz/barvirkove-odrudy>
- Střalková, R., 2022: 25 let planety Neronet. Jediná odrůda révy vinné, která má na nebi svoji planetku. Selská revue, 2022, s: 22-23, <https://cs.wikipedia.org/wiki/Neronet>
- <https://grinczech.vurv.cz/gringlobal/search.aspx>
- <https://grinczech.vurv.cz/gringlobal/accessiondetail.aspx?id=61872>
- <https://www.minorplanetcenter.net/iau/lists/MPNames.html>
- <https://mojelahve.cz/clanek/neronet-ceska-odruda-z-kabernetove-rodiny-172>

Kontaktní adresa: Ing. Radomíra Střalková, Ph.D., Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Drnovská 507/73, 166 06 Praha 6 – Ruzyně, e-mail: střalkova@vurv.cz

VYUŽITÍ GENETICKÝCH ZDROJŮ JEJELOVIN VE ŠLECHTĚNÍ

The use of legume genetic resources in breeding

Vymyslický T.^{1,2}, Pelikán J.^{1,2}

¹ Výzkumný ústav pícninářský, spol. s r. o., Zahradní 1, 664 41 Troubsko

² Zemědělský výzkum, spol. s r. o., Zahradní 1, 664 41 Troubsko

Abstrakt

V příspěvku jsou představeny vybrané druhy z čeledi *Fabaceae*, které patří do skupiny minoritních jejeleovin a luskovin. Většina těchto druhů nebyla doposud zemědělsky využívána. Tyto druhy jsou v poslední době šlechtěny a přihlašovány do Státních odrůdových zkoušek, případně do zkoušek pro udělení právní ochrany. Je uveden stručný popis druhu, možnosti jeho použití a zkušenosti s jeho pěstováním. Na závěr jsou prezentovány vybrané nutriční parametry vybraných druhů.

Klíčová slova: jejeleoviny; okrajové a netradiční druhy; možnosti využití.

Abstract

Selected minor legume species are introduced in this paper. Most of the species have never been utilised in agriculture. These species are bred and registered for State registration trials, or trials for obtaining legal protection. A short description of each species, the possibilities of its use and experiences with species cultivation are presented. At the end selected nutritional values of the studied species are published.

Key words: legumes; marginal and non-traditional species; possibilities of utilization.

Úvod

Přírodní ekosystémy obsahují důležité rostlinné genetické zdroje pro výživu a zemědělství, včetně populací planých příbuzných druhů, které jsou obzvláště důležité proto, že mají cenné znaky z hlediska plodin, jako např. resistance k biotickým a abiotickým stresům, vedoucí ke zlepšeným výnosům a stabilitě (Maxted et al., 2012).

Úloha motýlokvěťých píceň v zemědělské výrobě je nezastupitelná ve dvou oblastech. První je jejich schopnost fixovat vzdušný dusík a přispívat tak k optimalizaci dusíkové bilance zemědělské produkce. Druhou oblastí je zvyšování obsahu organické hmoty v půdě díky mohutnému kořenovému systému většiny jejeleovin. Bohužel v současné době ekonomika zemědělské výroby a chybějící živočišná výroba limituje zařazování motýlokvěťých píceň do osevních sledů. V období klimatické změny jen půda v optimální kondici spolu s odpovídajícím rostlinným pokryvem je schopna čelit působení erozních vlivů a budoucna poskytnout kvalitní a dostatečnou zemědělskou produkci. Motýlokvěťé pícniny, ať už využívané jako pícniny nebo jako luskoviny, by měly být mnohem častější součástí naší krajiny – jak zemědělské, tak i té zemědělsky nevyužívané (Khouri et al., 2013). Snahou našeho pracoviště je šlechtit a zkoušet nové druhy motýlokvěťých píceň a dalších druhů za účelem zvýšení druhové diverzity jejeleovinotravních společenstev, ale i za účelem plnohodnotného pěstování v monokulturách.

Vedle hlavních pícních druhů (vojtěška, jejel luční a jejel plazivý) je v poslední době zaměřena pozornost šlechtitelů také na další druhy čeledi *Fabaceae*. Tyto druhy pak nacházejí uplatnění zejména jako komponenty druhově bohatých jejeleovinotravních společenstev (Pelikán et al., 2008). Jednoleté druhy jsou pak pěstovány také jako monokultury na orné půdě. Již v 50. letech minulého století věnoval těmto druhům pozornost Vacek (1959, 1967) a

doporučoval jejich zavedení do kultury. V této době byla však hlavní pozornost zaměřena především na vojtěšku a jetel luční. Okrajové pícniny byly šlechtěny pouze sporadicky (čičorka pestrá, tolice dětelová, komonice bílá apod.). Až na přelomu století dochází ze strany šlechtitelských pracovišť k nárůstu zájmu i o tyto druhy. Tento zájem postupně vzrůstá (Vymyslický et Knotová, 2015). Je to dáno především tím, že ze strany praxe jsou požadovány materiály pro zvyšování diverzity jak jetelovínotravních společenstev, tak i diverzity v rámci osevních sledů (ať už jde o meziplodiny nebo vytrvalé druhy). Při šlechtitelském procesu jsou v řadě případů využívány materiály uložené v genové bance (Vymyslický et Holubec, 2017).

Materiál a metody

V rámci studia genetických zdrojů pícnin jsou soustavně vyhledávány, shromažďovány, přezkušovány a popisovány plané formy zájmových druhů pícnin získané sběrovými expedicemi. Vzácně jsou nalezeny i staré a krajové odrůdy, šance na jejich nalezení ale rok od roku výrazně klesá. Tyto materiály jsou popsány, zhodnoceny a ukládány do genové banky ve VÚRV, v.v.i. Praha-Ruzyně, kde jsou k dispozici zájemcům z řad šlechtitelů a výzkumníků (v případě dostatečného množství osiva). Všechny shromážděné materiály slouží také k zabezpečení šlechtitelského programu pracoviště. Většina odrůd má původ právě z těchto materiálů. Řada materiálů uložených v genové bance slouží také při řešení výzkumných projektů na pracovišti - funkční vzorky.

Výsledky a diskuse

Dosud bylo na pracovišti vyšlechtěno 44 odrůd. Většina z nich jsou jeteloviny, dále olejníny, léčivky a obiloviny. Šlechtitelská práce pokračuje pořád dále.

Přehled druhů vyšlechtěných na pícninářském pracovišti v Troubsku:

- *Anthyllis vulneraria* L. – ANTYL, IVAN, KAREL
- *Astragalus cicer* L. – ASTRA
- *Camelina sativa* (L.) Crantz – ZUZANA
- *Carthamus tinctorius* L. – SABINA, ARA, TEREZA
- *Cicer arietinum* L. – IRENKA, OLGA
- *Coronilla varia* L. – EROZA, KORONA
- *Crambe abyssinica* (L.) Hochst. – KATKA
- *Galega orientalis* L. – LENA
- *Lablab purpureus* (L.) Sweet – ROBIN, HUGO
- *Lathyrus sativus* L. – RADIM
- *Lotus ornithopodioides* L. – JUNÁK, MIREK
- *Malva verticillata* L. – DOLINA, HOLINA
- *Malva verticillata* var. *crispa* L. - PALINA
- *Medicago lupulina* L. – EKOLA
- *Medicago falcata* L. - MANON
- *Melilotus albus* MEDIC. – ADÉLA, MEBA
- *Oenothera biennis* L. – BIENALA
- *Phacelia congesta* Hook. – FIONA
- *Phacelia campanularia* A. Gray - ELIZABETA
- *Phalaris canariensis* L. – JUDITA
- *Phaseolus vulgaris* L. – HYNEK

- *Secale cereale* L. var. *multicaule* METZG. ex ALEF – LESAN
- *Trifolium alexandrinum* L. – FARAON
- *Trifolium alpestre* L. – ALPIN
- *Trifolium arvense* L. – ROLAN
- *Trifolium fragiferum* L. – FRAGAN
- *Trifolium medium* L. – MELOT
- *Trifolium montanum* L. – GURU
- *Trifolium ochroleucon* L. – HELIAN
- *Trifolium pannonicum* Jacq. – PANON
- *Trifolium pratense* x *Trifolium medium* (*T. x permixtum* Neumann) – PRAMEDI
- *Trifolium rubens* L. – RUBIN
- *Trifolium vesiculosum* Savi. – VASIL
- *Trigonella foenum-graecum* L. – HANKA

Charakteristika vybraných druhů

Níže v textu je uvedena charakteristika vybraných perspektivních druhů jetelovin a leguminóz.

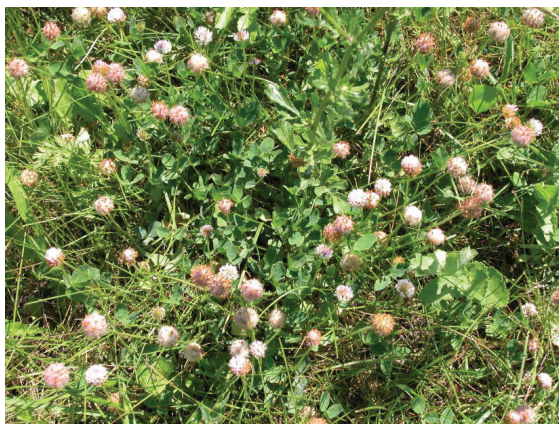
Jetel panonský (*Trifolium pannonicum* L.)

Má hluboký řepovitý kořen a krátce plazivý oddenek. Lodyhy jsou přímé nebo vystoupavé, vysoké 50-80 cm. Květní hlávky mají vejcovitý nebo válcovitý tvar, jsou dlouhé 5 až 8 cm. Barva květů je žlutobílá. Semena jsou nesouměrně srdcovitá až elipsovitá, a barvu mají světle žlutou až pískově hnědou. Vytrvalý druh jetele s hlavním areálem rozšíření na Balkánském poloostrově, zasahuje i na Ukrajinu, do Itálie, a také na naše území. Vyskytuje se na suchých stepních loukách a křovinách a dále na výslunných stráních, především v oblasti Bílých Karpat. Biomasa dosahuje dobré pícní kvality. Dobytek jej přijímá jen o něco hůře než jetel luční. Poskytuje vyrovnané výnosy po dobu sedmi let a v každém roce dává dvě seče. Velice atraktivní druh pro opylovatele. Od roku 2009 je právně chráněna odrůda Panon.



Jetel jahodnatý (*Trifolium fragiferum* L.)

Tento druh je blízce příbuzný s druhem *Trifolium repens*. Má poléhavé, až 40 cm dlouhé lodyhy, které jsou schopny zakořeňovat. Květní hlávky mají kulovitý tvar, barva květů je světle růžová až bílá. Nápadný je až nafouklým plodenstvím, které připomíná špinavě hnědou, krátce chlupatou malinu. Semena jsou elipsovitého až neresouměrně srdčitého tvaru, pískově hnědá, někdy s tmavšími skvrnami. V řadě zemí je pěstován v kultuře a ve světě jsou registrovány odrůdy tohoto druhu. Vytvalý druh, rozšířený téměř v celé Evropě. U nás roste na půdách zasolených, na bahnitých loukách, mezích, cestách a březích, ale snáší i půdy suché. V České republice patří k ohroženým druhům. Z pícninářského hlediska je ceněna jeho schopnost snášet spásání a po něm dobré obrůstání, jeho vytrvalost (5 – 6 let). Velká schopnost vegetativního šíření díky zakořeňujícím poléhavým lodyhám, druh je schopen zpevňovat příkré svahy. Snáší zaplavení vodou až po dobu 2 měsíců. Druh má vysoký obsah dusíkatých látek. Od roku 2012 je právně chráněna odrůda Fragan.

**Jetel bleděžlutý (*Trifolium ochroleucon* Huds.)**

Vytvalá bylina s tenkým a větveným kořenem a plazivým oddenkem. Lodyhy má přímé nebo vystoupavé, jednoduché nebo chudě větvené a dosahují výšky 60 cm. Květní hlávky jsou kulovité až vejcovité, barva květů je světle žlutá. Roste na mírně suchých, nebo střídavě vlhkých loukách, pastvinách a lesních lemech. Preferuje půdy vápenité a jílovité. Ideální druh do jetelovínotravních směsí. Druh atraktivní pro opylovače. Od roku 2012 je právně chráněna odrůda Helian.



Kozinec cizrnovitý (*Astragalus cicer* L.)

Barva květů je světle žlutá až nazelenalá. Lusky jsou vejcovité, šedočerné a nafouklé. Semena mají barvu pískově hnědou, světle hnědou až žlutohnědou. Jedná se o mohutně rozvětvenou rostlinu, odolnou proti suchu a vymrzání. Rostliny vytvářejí podzemní výběžky, kterými se druhotně množí. Vyrvalý druh, který u nás roste na výslunných křovinatých stráních a na mezích, na sušších loukách a v lesních lemech. Lze jej sklízet ve dvou sečích v roce a poskytuje dobré výnosy semene. Osivo obsahuje vysoké procento tvrdých semen a je nutno je před výsevem skarifikovat. Vedle pícního využití lze tento druh využívat také jako plodinu ke zpevňování naspů a svahů. V USA a Kanadě je využíván k pastvě ovcí a je zde registrováno několik odrůd. Od roku 2013 je právně chráněna odrůda Astra.



Jetel prostřední (*Trifolium medium* L.)

Vytrvalý druh s dlouhým křovíkem a bohatě větvenými plazivými oddenky. Lodyhy jsou poléhavé nebo vystoupavé, až 50 cm vysoké a typicky jsou větvené. Květní hlávky jsou kulovité až vejcovité, jednotlivé, přisedlé nebo krátce stopkaté. Květy jsou purpurově červené až fialové, intenzivně voní. Semena jsou neresouměrně srdcovitá, pískově žlutá až hnědá. Druh jetele rozšířený téměř v celé Evropě. U nás se vyskytuje hojně ve světlých lesích a křovinách, v lesních lemech, na pastvinách, kamenitých a travnatých stráních. Půdy snáší vlhké i sušší, humózní, písčito hlinité, kamenité i hluboké. V mladém stavu je dobrou pícninou, později stonky rychle dřevnatí. Vytváří podzemní výběžky, kterými se sekundárně množí. Z hlediska pícninářského patří tento druh k hodnotnějším, protože je dostatečně olistěný a rychle obrůstá. Oproti jeteli lučnímu je vytrvalejší, odolnější k poškození a je rezistentní proti virovým chorobám. Od roku 2014 je právně chráněna odrůda Melot.

**Vojtěška srpkovitá (*Medicago falcata* L.)**

Má křovíkový kořen, který se značně větví. Kořenový krček je uspořádán tak, že ze spodních pupenů, které jsou asi 10 cm pod povrchem půdy, vyrůstají horizontálně až 30 cm dlouhé podzemní výběžky, na jejichž konci se vytváří sekundární kořenové krčky. Lodyhy jsou rozvětvené, převážně vystoupavé, ale i zcela položené. Květy jsou sestaveny do krátkých hroznů, jejich barva je žlutá. Plodem je vícesemenný lusk, srpkovitě prohnutý, šavlovitý nebo někdy zcela rovný. Vytrvalá bylina rostoucí na suchých, písčitých, jílovitých i štěrkovitých půdách, zejména bohatých na vápenec. Je rozšířena téměř v celé Evropě s výjimkou vyšších poloh. U nás je dosti rozšířená na pastvinách, mezích a suchých loukách. I když je mnohem vhodnější pro pastvu než vojtěška setá, v samostatných porostech se nepěstuje, protože dává nízké výnosy píce a také její kvalita nedosahuje kvality vojtěšky seté. Má význam pro speciální a lokální využívání tam, kde se jiným jetelovinám nedaří. Zvláště cenná je pro pastevní směsky na chudších sušších půdách. Tolice srpkovitá je nenáročná na půdu, nehodí se ale pro vlhké půdy. Nemá zvláštní požadavky na klimatické podmínky. Při pěstování na píci se vysévá 16 – 18 kg.ha⁻¹. Po vysetí se vyvíjí pomaleji než vojtěška setá a plného vývinu dosahuje teprve ve třetím

až čtvrtém užitkovém roce. Vzhledem k možnosti vegetativního rozmnožování má mnohem větší vytrvalost než vojtěška setá. Od roku 2017 je právně chráněna odrůda Manon.



Hrachor setý (*Lathyrus sativus* L.)

Jednoletá rostlina, má poléhavé, nebo popínavé lodyhy dorůstající 50 – 120 cm, bohatě větvené. Křulovité kořeny dorůstají do hloubky 170 cm, jsou silně větvené. Květy jsou velké, až 20 cm dlouhé, soustředěny jsou v květenství, které je na dlouhé stopce. Podle barvy květu, tvaru a barvy semene se hrachor setý dělí na několik skupin: První skupinu tvoří typy s bílou barvou květu a žlutavě bílou barvou semen, druhou skupinu tvoří typy s bílou barvou květu a modrými křídélky a žilkami na pavéze a semeny žlutobílými s tmavším proužkem kolem pupku a třetí skupina je tvořena typy s tmavě zbarvenými, modravě fialovými, řidčeji červenými květy a tmavou barvou semen. Semena jsou bohatá bílkovinami a škrobem. Jedná se o luskovinu náročnou na teplo a odolnou suchu a živočišným škůdcům. V mnohých státech v oblasti Středomořího moře je tento druh pěstován místo hrachu k potravinářským účelům a jako píce. Jako píce jej lze zkrmovat v čerstvém stavu, ale častěji se doporučují směsky s obilovinami. Otázky tzv. lathyrismu, tj. onemocnění zvířat (i lidí) po pravidelné konzumaci semen tohoto druhu není zcela objasněna. Nicméně pokud je druh součástí pestré a vyvážené stravy, tak tyto problémy nehrozí. Na půdu nemá vyhraněné požadavky, vyžaduje však půdy zásobené vápnem. Nesnáší půdy zamokřené a s vysokou hladinou podzemní vody. Od roku 2011 je právně chráněna odrůda Radim.



V Tabulce 1 jsou uvedeny hodnoty ODAP, antinutriční látky způsobující při pravidelné konzumaci onemocnění lathyrismus. Jak je vidět z tabulky, tak zpracováním a zejména tepelnou úpravou hodnoty významně klesají.

Tabulka 1: Obsah ODAP (antinutriční látky) v hrachoru a v pečivu

kód	popis	ODAP (g/100g suš.)
H130	hrachor Bílé Karpaty, surovina	0,495
H65	chléb kvas., hrachor 25 %	0,114
TH	tempeh hrachor loupaný z H131	0,087
H104	tempeh hrachor/rýže 2/1	0,061
	bezlepkový chléb 20 % H133	0,082
	bezlepkový chléb 20 % H136	0,090

Fazol obecný (*Phaseolus vulgaris* L.)

Rostliny jednoleté, keříčkovité až polopnucí, tvořící bohatý rozvětvený kořen s početnými hlízovými bakteriemi. Rostliny jsou fialově zbarvené včetně květů a lusků. Lusk obsahuje 2-8 drobnějších černých oválných semen. Ideální zahradní plodina, semena mají vysoký obsah proteinů. Lze je pěstovat i na větších plochách pro potravinářské využití. Tuto odrůdu fazolu lze použít pro přípravu mouky využitelnou ve směsích na přípravu chleba. Odrůda vyniká odolností k suchu a schopností fixace vzdušného dusíku. Je to nenáročná plodina vhodná i pro rekultivaci živinami chudých půd. Od roku 2010 je právně chráněna odrůda Hynek.



V Tabulce 2 jsou prezentovány výsledky chemických rozborů u vybraných druhů, o nichž je pojednáno v tomto příspěvku. Jako kontrola sloužící pro porovnání je uveden jetel luční, diploidní odrůda. Je vidět, že plané druhy si v mnoha parametrech s kulturním druhem nezaadí. Zejména je to vidět v obsahu dusíkatých látek (NL), kde minimálně tři druhy svým obsahem převyšují hodnoty zjištěné u druhu *T. pratense*. Tyto druhy pak lze považovat za optimální pro pící využití.

Tabulka 2: Výsledky chemických rozborů vybraných druhů jetelovin

	Popel (%)	Vláknina (%)	ADF (%)	NDF (%)	NL (%)
Jetel luční (2n)	8,30	26,01	34,94	53,57	17,53
Jetel panonský	9,87	27,11	32,89	42,92	18,04
Jetel jahodnatý	9,04	16,76	24,43	34,98	19,74
Jetel bleděžlutý	7,43	28,56	35,36	52,58	16,19
Jetel prostřední	7,70	22,49	31,78	45,65	15,61
Hrachor setý	7,07	21,46	30,00	40,65	18,60
Kozinec cizrnovitý	8,08	22,56	30,33	34,25	17,20

Závěr

Čeleď *Fabaceae* zahrnuje velké množství různých druhů vhodných pro introdukci do kultury. Tvoří nedílnou součást jetelovinotravních společenstev. Mezi jejich největší benefity patří schopnost fixace atmosférického dusíku. Díky tvorbě mohutných kořenů zlepšují rostliny půdní vlastnosti a dodávají do půdy organickou hmotu. Díky atraktivitě a pestrosti květů jsou druhy čeledi *Fabaceae* atraktivními rostlinami pro hmyz a opylovače. Luskoviny poskytují dostatek kvalitních bílkovin pro výživu jak hospodářských zvířat, tak i člověka.

Dedikace

Výsledky byly dosaženy za podpory Ministerstva zemědělství, jak v rámci institucionální podpory MZE-RO1722, tak i v rámci řešení Národního programu konzervace a využití genetických zdrojů kulturních rostlin a biodiverzity ČR 51834/2017-MZE-1725/6.2.2.

Použitá literatura

- Khoury, C. K., Greene, S., Wiersema, J., Maxted, N., Jarvis, A., Struik, P. C., 2013: An inventory of crop wild relatives of the United States. *Crop Science*, 53(4): 1496–1508.
- Maxted, N., Kell, S., Ford-Lloyd, B., Dulloo, E., Toledo, Á., 2012: Toward the systematic conservation of global crop wild relative diversity. *Crop Science*, 52(2): 774–785.
- Pelikán, J., Ševčíková, M., Gottwaldová, P., Vymyslický, T., Kašparová, J., 2008) The possibilities of use of wild fodder species for increasing the diversity of permanent

- grasslands. Proceedings of the International Scientific Meeting: Use of Genetic Resources of Cultivated Plants. ISBN 978-80-86836-33-1, Žatec, 2008:115-117
- Vacek, V., 1959: Perspektivní pícniny. In Schmied a kol.: Nevyužitá a nedocenená krmná plodina, 148 – 173. Praha
- Vacek, V., 1967: Výsledky víceletých pokusů s jetelem zvráceným či perským (*Trifolium resupinatum* L.). Rostl. výroba 13, 745 – 760 s.
- Vymyslický, T., Holubec, V., 2017: Collecting of plant genetic resources in the Czech Republic. In: Conference proceedings, 135 Years of Agricultural Science in Sadovo and 40 Years of the Institute of Plant Genetic Resources – Sadovo” 29.-30.5.2017, Plovdiv, Bulgaria, 34–40.
- Vymyslický, T., Knotová, D., 2015: Sběry planých ekotypů pícnin čeledi Fabaceae a možnosti jejich praktického využití. – In: Genetické zdroje „Racionální rozšiřování kolekcí v rámci Národního programu rostlin“ 104: 94–102.

Kontaktní adresa: Mgr. Tomáš Vymyslický, Ph.D., Výzkumný ústav pícninářský, spol. s r. o., Zahradní 1, 664 41, Troubsko, e-mail: vymyslicky@vupt.cz