



Genetické zdroje rostlin a změna klimatu



MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ

Recenzenti:

Ing. Ladislav Dotlačil, CSc.

Ing. Karel Jan Štolc, CSc.

Editoři:

Ing. Vlastimil Zedek

Ing. Anna Mládková

Ing. Vojtěch Holubec, CSc.

Vydalo Ministerstvo zemědělství

Těšnov 17, 110 00 Praha 1

www.eagri.cz, info@mze.cz

Praha 2015

ISBN 978-80-7434-249-3



Genetické zdroje rostlin

a změna klimatu

Obsah

Úvodní slovo ministra	3
Úvodní vstup do problematiky	5
Změny našeho podnebí a jejich dopad na zemědělství (Rožnovský J.).....	5
Genetické zdroje rostlin v souvislosti s ochranou půdy a změnou klimatu	13
Ochrana půdy v souvislosti se změnou klimatu (Badalíková B.)	13
Úloha meziplodin ve struktuře rostlinné výroby a jejich využití (Hermuth J.).....	18
Využití morfologických odlišností stavby rostlinného těla olejných plodin při ochraně půdy (Rychlá A.)	23
Vybrané domácí teplomilné druhy čeledi Fabaceae vhodné pro ozeleňování xerothermních oblastí (Knotová D., Pelikán J.).....	23
Fyziologické parametry rostlin pro nové podmínky a jejich hodnocení	31
Fyziologické parametry a fenotypové charakteristiky suchovzdorné plodiny pro pěstování v našich podmínkách v souvislosti se změnou klimatu (Zámečník J.).....	31
Klimatická změna a odolnost genofondu obilnin a řepky vůči abiotickým stresům (Prášil I.T. et al.).....	36
Hodnocení znaků suchovzdornosti u ozimé pšenice (Urban M. O., Prášil I.T.)	39
Potenciál GZR pro šlechtění v souvislosti se změnou klimatu	43
Potenciál planých druhů tribu Triticeae (pšenicevitě) pro šlechtění na podmínky měnícího se klimatu (Holubec V.)	43
Genetický potenciál pro zvyšování úrodnosti a plasticity pšenice (Martinek P.).....	48
Změna klimatu a její dopady na růst, vývoj a výnosy ječmene (Nesvadba Z.)	55
Reakce odrůd bramboru na změny klimatických podmínek (Domkářová J. et al.).....	59
Variabilita planých chmelů a jejich využití ve šlechtění chmele (Nesvadba V. et al.).....	63
Význam odrůd broskvoní s pozdní dobou kvetení jako donorů šlechtění pro zvýšení adaptability k projevujícím se změnám klimatu (Ondrášek I.)	67
Využití genetických zdrojů merunek v podmínkách klimatických změn (Krška B.).....	71
Použití genetických zdrojů rostlin při adaptaci na klimatické změny v prostředí	73
Využití potenciálu minoritních plodin z aridních oblastí pro podmínky měnícího se klimatu v České republice (Janovská D., Hermuth J.)	73
Travní druhy pro stresové podmínky sucha a vysokých teplot (Lošák M.).....	78
Možnosti introdukce nových druhů čeledi Fabaceae v podmínkách měnícího se klimatu (Vymyslický T.).....	84
Možnosti využití minoritních ovocných dřevin v extrémních podmínkách změněného klimatu (Řezníček V.).....	87
Možnosti uplatnění tradiční léčivé rostliny (Achillea L., Asteraceae) v podmínkách měnícího se klimatu (Neugebauerová J.).....	90
Příloha	
Plodinové zastoupení genetických zdrojů rostlin patřících do Národního programu rostlin ČR (Papoušková L.)	95

Úvodní slovo ministra



Vážení čtenáři,

tímto se do Vašich rukou dostává publikace s názvem Genetické zdroje rostlin a změna klimatu představující problematiku uchovávání a využívání genetických zdrojů zemědělských plodin jako nástroje, který je možno uplatnit při řešení problémů spojených s negativními dopady změn klimatu na oblast zemědělství.

Zemědělství nepatří mezi odvětví lidské činnosti, které by přispívalo k produkci tzv. skleníkových plynů zásadním způsobem. Kvantifikovaný podíl emisí skleníkových plynů ze sektoru zemědělství na celkových ročních emisích těchto plynů dosahuje v České republice cca 7 % a v EU zhruba 10 %. Z hlediska míry ohrožení negativními dopady změny klimatu však patří zemědělství mezi nejzranitelnější sektory a proto je nutné klást největší důraz spíše na adaptaci zemědělství na dopady změny klimatu.

Smyslem vytváření kolekcí genetických zdrojů rostlin je dlouhodobé uchování co možná nejširší genetické rozmanitosti zemědělských plodin domácího původu a rozšiřování této diversity na základě aktuálních potřeb zemědělského výzkumu a šlechtění. Široký sortiment genetických zdrojů rostlin dnes v rámci České republiky obsahuje již více než 52 tisíc položek a je neustále doplňován.

Jsem přesvědčen, že zemědělská praxe se do budoucna neobejde bez nových produkčních plodin, které budou odolnější proti dlouho-

době působícímu suchu, častějšímu výskytu pozdních jarních mrazů a zasolené půdě. Součástí genofondů je navíc řada druhů rostlin, které dokáží chránit půdu, zlepšovat její kvalitu a strukturu, lokálně zvýšit úroveň biologické rozmanitosti nebo příznivě působit na řadu druhů opylovačů.

Tato nová publikace je podle mého názoru velmi cenná, protože se snaží nalézat řešení některých aktuálních problémů v zemědělství. Chtěl bych proto poděkovat autorům za jejich příspěvky a zaručit, že Ministerstvo zemědělství České republiky bude nadále věnovat odpovídající pozornost genetickým zdrojům a zachování široké genetické diversity. Je to jedna z našich priorit, kterou již od roku 1993 naplňujeme prostřednictvím Národního programu konzervace a využívání genetických zdrojů pro výživu a zemědělství.

Marian Jurečka
ministr zemědělství

Abstract

The effects of climatic changes are more and more visible in flora and vegetation. It is possible to observe movement of boundaries of species distribution, movement of invasive species, and movement of associated pests. Climatic changes have a strong impact on agriculture, especially on crops, cultivars, breeding and soil. For all these topics, plant genetic resources represent a starting point. New resistance to environmental stresses needs to be looked for among genetic resources. Genetic resources of various crops have been reviewed in connection with climatic changes and their potential impact. Special attention has been devoted to soil protection, physiological prerequisites, breeding potentials and direct use of germplasm diversity.

Úvodní vstup do problematiky

Změny našeho podnebí a jejich dopad na zemědělství

RNDr. Ing. Jaroslav Rožnovský, CSc.

Český hydrometeorologický ústav

roznovsky@chmi.cz, tel.: 541 421 020

Mendelova univerzita v Brně

roznov@mendelu.cz

Úvodem

Věda přináší nové technologie i pro zemědělství, ale přesto hlavně pěstování plodin je významně závislé na průběhu počasí, a to nejen během vegetačního období. V tomto pohledu je pro zemědělství méně příznivé, že naše podnebí je typické vysokou proměnlivostí, která je příčinou významných extrémů, které navíc v posledních letech narůstají. Lze uvést, že jen malý počet roků je tzv. normálních, tedy nemají výrazné extrémy hlavně v průběhu teploty vzduchu a výskytu srážek (Brázdil, Štěpánek, 2000). Důležitým poznatkem klimatologů je, že na území České republiky dochází ke zvyšování teploty vzduchu, což je doloženo podrobnými statistickými analýzami, naopak výskyt srážek sice mění svou dynamiku, ale úhrny se statisticky prokazatelně nemění, respektive jejich nárůst je malý, tedy neprůkazný (Kyselý et al., 2003). Tyto výsledky odpovídají i modelovaným hodnotám našeho podnebí.

Musíme vycházet z toho, že změny podnebí vyjadřují přirozený proces jeho proměnlivosti. Také v zemědělství se potom projevuje vysoká amplituda jednotlivých klimatických prvků. Pojem „změna klimatu“ vyjadřuje odhad či predikci budoucího klimatu podle výsledků z klimatologických modelů, které se ve výstupech

i liší. Základem převážné části provozovaných klimatologických modelů je radiační bilance, zjednodušeně vyjádřeno tzv. skleníkový efekt. Jde o přirozený proces, kterému vdčíme za život na Zemi, protože jeho výsledkem je ohřívání atmosféry na teploty přijatelné pro biosféru. Problémem je zesilování skleníkového efektu emisemi skleníkových plynů a následné ovlivňování podnebí (Smith, 1993). Na těchto emisích se podílí i zemědělství.

S ohledem na výzkum modelování klimatu se výsledky odhadů změny podnebí postupně zpřesňují a víceméně odpovídají probíhajícím změnám. Proto je nutné s vypočtenými podklady pracovat s dílčí pravděpodobností, ale nesmíme je v žádném případě opomíjet. Navíc nesmíme zapomínat, že jednotlivé klimatické prvky, jako např. průměrné teploty nebo úhrny srážek jsou součástí klimatického systému a v určitém pohledu mají synergický účinek. Rostoucí teplota vzduchu je jednoznačným důkladem, že poroste i celkový výpar, tedy evapotranspirace apod. Ale protože tato možnost je, musíme vytvářet podmínky pro prevenci.

Podle výsledků klimatologických modelů by mohlo dojít ke vzrůstu průměrných ročních teplot koncem tohoto století až o více než dva stupně (Brohan et al., 2006), ale srážkové

úhrny budou víceméně shodné se současnými. Z toho plyne jeden významný poznatek, na našem území by se mohly významně snižovat hodnoty vláhové bilance, a to znamená zvyšování jak intenzity, tak četnosti výskytu sucha. Proto jsou pro zajištění zemědělské produkce nutné agroklimatologické studie dopadů změny klimatu jak probíhajících, tak predikovaných. Je nutné z tohoto pohledu zaměřit pozornost na oblast šlechtění zemědělských plodin tak, abychom v podstatě rychle probíhajícími změnami klimatu nebyli doslova zaskočení. Určité velkým problémem bude snižování obsahu vody v půdě, na které však působí i další vlivy, nejen průběh počasí. Je prokázáno, že na nekvalitních či erodovaných půdách mají extrémní projevy počasí negativnější dopady než na půdách s vyšším obsahem humusu, s vysokou retenční kapacitou apod. (Vopravil et al., 2010). Z tohoto vyplývá, že část praktikovaných technologií v našem zemědělství negativní dopady změn klimatu ještě zvyšují. Pro snížení negativních dopadů změn klimatu bychom měli konat preventivní kroky, zvláště se měli věnovat půdoochranným opatřením a technologiím vedoucím ke zvýšení retenční kapacity. Současně je nutné hledat cesty pro větší využití genetických zdrojů zemědělských plodin.

Podnebí České republiky

Nemůžeme provádět vhodná opatření ke zmírnění negativních dopadů změn klimatu na našem území, pokud toto dobře neznáme. Naše podnebí je limitováno polohou, jsme součástí mírného klimatického pásu, ovšem v oblasti přechodného klimatu střeoevropského (Kolektiv autorů, 1958). Významnou roli sehrávají cirkulační a geografické poměry. Po převážnou část roku u nás převládá vzduch mírného pásma, ale na našem území se projevuje v krátkých obdobích i vzduch tropický, ale také vzduch arktický. Oceanita našeho podnebí je vyvolávána Atlantickým oceánem, proto je s ohledem na proudění vzduchu vyšší v Če-

chách, kde jsou častěji mírnější zimy a chladnější léto, srážky jsou rozděleny rovnoměrněji. Naopak kontinentalita je oproti Čechám vyšší na Moravě a ve Slezsku, kde jsou také větší teplotní amplitudy. Z geografických podmínek mají vliv naše hory, které vytvářejí tzv. klimatické přehradu, kdy zčásti zabraňují vpádům studeného vzduchu od severu více v Čechách, ale vzhledem k západnímu proudění vyvolávají dešťový stín. Významnou roli pro naše počasí má cyklonální činnost, která ovlivňuje přechody atmosférických front přes naše území, a tím výskyt srážek (Tolasz et al., 2007).

Pro kvalitní úrodu má význam sluneční záření. V dlouhodobém průměru nejvyšší sumy skutečné doby slunečního svitu přesahují 1800 hodin na jihu Moravy. Vlivem reliéfu jsou lokálně i sumy pod 1500 hodin. Nejvíce je slunečního svitu v měsíci červenci, u horských stanic je to často v květnu, naopak nejkratší dobu nacházíme většinou v prosinci. Energetický příkon slunečního záření na území ČR se v průměru ročně pohybuje od 3300 MJ.m⁻² do 4200 MJ.m⁻². V jednotlivých letech však mohou roční sumy v oblastech s nejnižším příkonem (severní Čechy) klesnout i pod 3000 MJ.m⁻² a naopak v radiačně nejbohatších překročit 4500 MJ.m⁻² (jižní Morava).

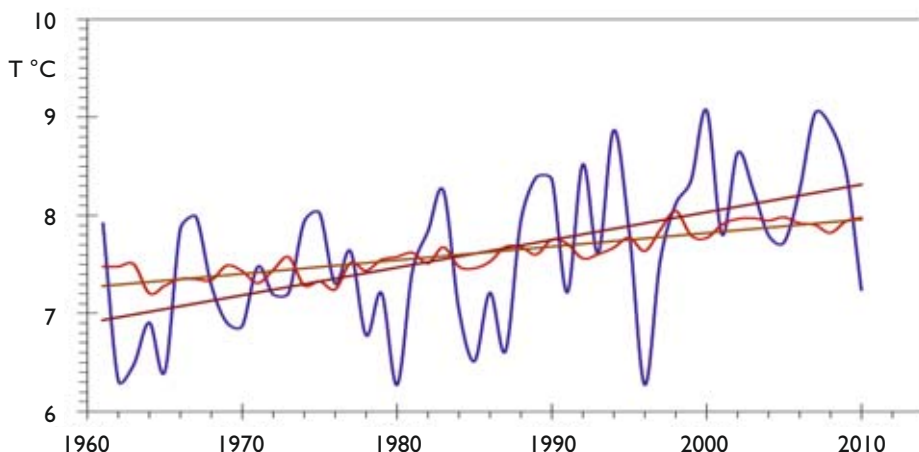
Svou roli sehrávají teploty půdy, kdy denní maximální teploty povrchu mohou u písčitých půd dosáhnout až 50 °C, na půdách s travním porostem se mohou maxima blížít 40 °C. Minimální teploty povrchové vrstvy půdy obvykle neklesají pod mínus 14,1 °C. V jižních oblastech je průměrné promrzání půdy do hloubky 20 cm, v horských oblastech přes 50 cm, a to v měsících leden až únor. Na hodnoty teplot půdy má vliv výška sněhové pokrývky, která je přírodním tepelným izolátorem. Tuto funkci plní i pro prezimující porosty zemědělských plodin. Její rozpouštění již při oteplení v lednu, případně když se nevyskytuje, je příčinou vymrzání porostů při vpádech arktického vzduchu, tzv. výskyt holomrazů.

Teplotní poměry našeho území lze velmi jednoduše charakterizovat dlouhodobou průměrnou roční teplotou vzduchu, která se pohybuje od 0 °C (vrcholové polohy) až po 10 °C na jižní Moravě. Nejvyšší maximum teploty vzduchu na území ČR bylo naměřeno 20. 8. 2012 v Dobřichovicích, a to 40,4 °C. Nejnižší minimum teploty vzduchu, mínus 42,2 °C se vyskytlo v Litvínovicích u Českých Budějovic 11. února 1929. V průměru je nejchladnějším měsícem roku leden, nejteplejším měsícem červenec. Teplotní suma průměrných denních teplot vzduchu rovných a vyšších než 10 °C je v nejteplejších oblastech vyšší než 3100 °C, v okrajových oblastech pro zemědělství je to 1600 °C.

Z analýzy průměrných ročních a měsíčních teplot vzduchu za období 1961 až 2010 vyplývá, že teploty vzduchu na našem území rostou, jak vidíme na grafu 1, kde jsou srovnávány s průběhem nárůstu globální teploty vzduchu. Proložená lineární přímkou má statistickou průkaznost, tedy potvrzuje zvyšující se průměrnou roční teplotu na našem území.

Průměrné hodnoty teplot vzduchu za desetiletí a třicetiletí jsou uvedeny v tab. 1. Nejchladnější desetiletí bylo v letech 1961 až 1970, nejteplejší to poslední, tedy 2001 až 2010, obdobný závěr můžeme vynést pro třicetiletí, takže nejchladnější je období 1961-1990 a nejteplejší 1981 až 2010.

Graf 1: Průběh průměrných ročních teplot vzduchu na území České republiky v období 1961 – 2010 (křivka modře) ve srovnání globálním nárůstem teplot vzduchu (křivka červeně) a lineární regrese (přímka hnědě).



Tab. 1: Průměrná teplota vzduchu v jednotlivých desetiletích a třicetiletích na území ČR (°C)

1961-1970	1971-1980	1981-1990	1991-2000	2001-2010
7,10	7,30	7,56	7,94	8,21
1961-1980	1971-1990	1981-2000	1991-2010	
7,20	7,43	7,75	8,08	
1961-1990	1971-2000	1981-2010		
7,32	7,60	7,91		

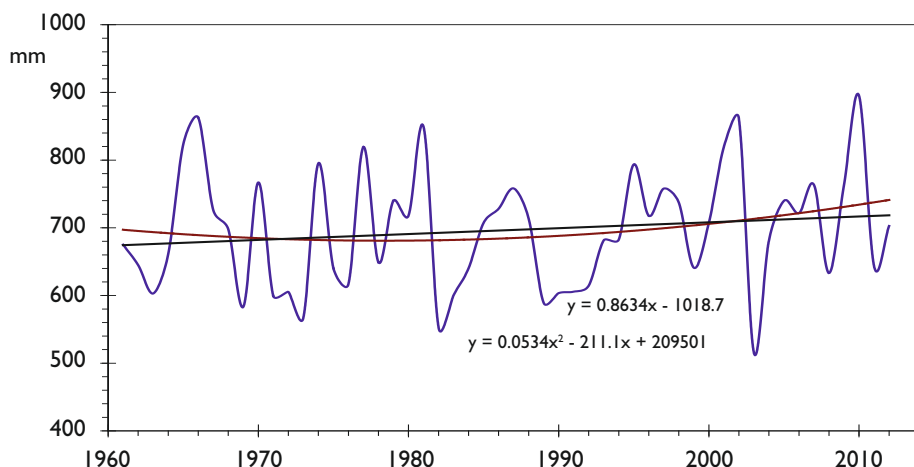
Úhrny srážek jako jediný zdroj vody na našem území se vyznačují velkou časovou i místní proměnlivostí s vysokou závislostí na nadmořské výšce a expozici vzhledem k převládajícímu proudění. Nejnížší dlouhodobé roční průměrné úhrny srážek se vyskytují v okolí Žatce, kdy tento úhrn činí 410 mm. Nejvíce srážek vykazuje Bílý Potok (U studánky) v Jizerských horách ve výšce kolem 900 m n. m. s průměrem 1705 mm srážek. Podle ročních období má nejvyšší průměrné úhrny srážek léto (kolem 40 %), dále jaro (25 %), podzim (20 %) a zima (15 %). Letní maximum souvisí s výskytem bouřkových lijáků. Průměrně je u nás v roce kolem 25 bouřek. Přitom nejméně jich je v nížinách, ale s nadmořskou výškou jejich počet stoupá. Pro zemědělství jsou nebezpečné možným výskytem krupobití.

Úhrny srážek na našem území jsou typické vysokou časovou i plošnou proměnlivostí. Měsíční maxima v mimořádně vlhkých měsících mohou překročit i více než 500 % příslušného dlouhodobého měsíčního průměru. Denní maxima v jednotlivých měsících překračují měsíční průměr pro dané místo. Počet dnů se srážkami 1 mm a více je průměrně za rok

v suchých oblastech přes 90, v horských, nejvlhčích oblastech, skoro 190. Výskyt sněhové pokrývky je velmi nepravidelný. V jižních částech se v některých letech souvislá sněhová pokrývky takřka nevyskytuje. V průměru se maximální výška sněhové pokrývky pohybuje od 15 cm v nížinách do 200 cm na horách. Průměrný počet dnů se sněžením činí v nížinách kolem 40, na horách dosahuje až 110 dnů.

Z analýzy měsíčních srážkových úhrnů za období 1961 až 2012 (Střeščík et al., 2014) vyplývá, že srážkové úhrny slabě rostou (graf 2), ale tento růst je nepatrný. Podle regresní přímky (tj. jejího začátku a konce) činí vzrůst asi 50 mm, zatímco rozdíl mezi nejdeštivějším a nejsušším rokem je kolem 350 mm. Aproximace parabolou ukazuje, že růst se v poslední době zrychluje. Není zřejmá žádná periodicitu v rozsahu let či desetiletí, podle níž by se pravidelně střídaly deštivé a suché roky. Sklon regresní přímky ani výše uvedená hodnota přírůstku nejsou veličiny směrodatné, protože závisejí na absolutních hodnotách srážkových úhrnů. Pro průměry za celou republiku činí tento procentuální vzrůst 5,9 %.

Graf 2: Průběh ročních srážkových úhrnů v celé České republice za období 1961-2012. Zobrazena aproximace regresní přímkou (černě) a polynomm druhého stupně (hnědě).



Stejnou informaci o průběhu srážkových úhrnů za posledních 50 let dávají průměry za ka-

ždou dekádu, případně za 20- nebo 30- letá období vzájemně se překrývající (tab. 2).

Tab. 2: Průměrné srážkové úhrny v jednotlivých dekádách a ve 20- a 30-letých obdobích pro celou Českou republiku (mm/rok).

1961-1970	1971-1980	1981-1990	1991-2000	2001-2010
702	673	673	693	736
1961-1980	1971-1990	1981-2000	1991-2010	
687	673	683	715	
1961-1990	1971-2000	1981-2010		
683	680	701		

Průběh ročních srážkových úhrnů pro jednotlivé stanice nebo regiony je podobný průměrnému průběhu za celou ČR. Jednotlivá maxima a minima si vcelku odpovídají. Suchý rok je suchý ve všech regionech a na všech stanicích, stejně tak deštivý rok, protože území České republiky není nijak velké. V absolutních hodnotách jsou ovšem značné rozdíly.

Protikladem srážek je výpar. Skutečný celkový výpar z porostů a půdy, tedy reálná evapotranspirace, dosahuje v teplých oblastech 400 až 450 mm, ve středních výškách něco přes 500 mm a v nejvyšších polohách méně než 350 mm. Výpar z vodní hladiny se pohybuje v rozmezí 520 až 760 mm. Ovšem potenciální evaporace či evapotranspirace činí v jižních oblastech až 700 mm. Pro tyto oblasti je potenciální roční vláhová bilance, vyjádřená jako rozdíl mezi úhrnem srážek a potenciální evapotranspirací, slabě záporná s hodnotami do -100 mm (Rožnovský, Kohut, 2004).

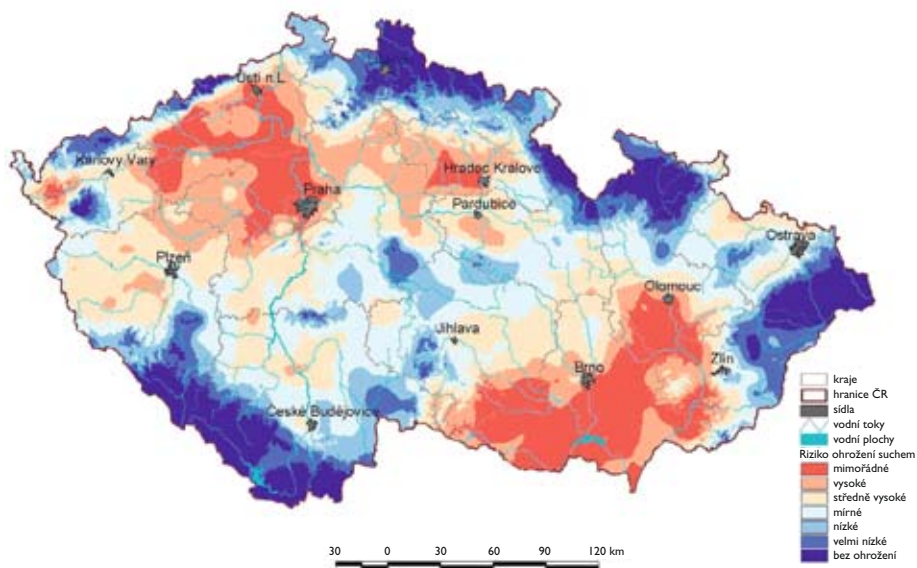
Extrémní projevy počasí

Výše uvedená stručná charakteristika našeho podnebí vychází z průměrných hodnot. Ovšem pro naše podnebí je typická vysoká proměnlivost. Projevy počasí jsou velmi rozdílné

v extrémních hodnotách jednotlivých meteorologických prvků. V letech 1997 a 2002 to byly letní povodně, v roce 2006 byly povodně způsobeny rychlým táním velkého množství sněhu při současných deštích, rok 2010 byl mimořádný vysokými úhrny srážek. Povodně z příválových dešťů se vyskytují v mnoha letech, i v takových, kdy je v naší krajině sucho, např. rok 2013. Musíme si však uvědomit, že povodně jsou součástí přírodních procesů v naší krajině. Jejich negativní dopady nejsou dány jen meteorologickými hodnotami, ale celkovým hospodařením v naší krajině, s významným přispěním nevhodného zemědělského hospodaření.

Opakem povodní jsou výskyty sucha. Z klimatologického pohledu můžeme za suché oblasti na území ČR považovat ty, kde normálový či za delší období průměrný roční úhrn srážek nepřesáhne 550 mm. Je ovšem rozdíl mezi suchem z pohledu klimatologického a zemědělského. Toto sucho nevyjadřuje jen nedostatek srážek v daném časovém období, ale také obsah vody v půdě. Pomocí metrologických indexů bylo na Českém hydrometeorologickém ústavu vyhodnoceno zemědělské sucho ve vegetačním období za roky 1961 až 2000. Jeho plošné rozložení uvádí obr. 1.

Zemědělské sucho na území ČR ve vegetačním období
(míra ohrožení na základě analýzy aktuální vláhové bilance za období 1961 - 2000, metoda indexů)



Obr. 1: Mapa míry ohrožení zemědělským suchem ve vegetačním období za roky 1961 – 2000 (ČHMÚ 2010).

Hospodářsky významné bylo sucho v letech 2000, 2003, 2012, na jaře 2014 a také v roce 2015. Jde o roky klimatologicky hodnocené jako velmi teplé, některé měsíce potom jako mimořádně teplé. Například za období leden až září roku 2003 bylo na většině území ČR naměřeno méně než 500 mm srážek, což není ani 80 % průměrné hodnoty, přičemž velká část území zaznamenala méně než 60 % dlouhodobého průměrného úhrnu srážek. Sucho se v našich podmínkách projevuje jako jev nahodilý, velmi nebezpečný právě svým neočekávaným a nepravidelným výskytem. Srážkový deficit ve vegetačním období bývá téměř vždy doprovázen nadnormálními až extrémně nadnormálními teplotami vzduchu, nižší relativní vlhkostí vzduchu, zmenšenou oblačností a větším počtem hodin slunečního svitu. Logickým důsledkem jsou vyšší hodnoty evapotranspirace z pozemků. Jako u povodní je též nutno zdůraznit, že jsou pro naše podnebí typické. Výskyt sucha na našem území je nahodilý, tak-

že se sucho nevyskytuje každý rok. Mimořádně důležité je, že výskyty povodní i sucha jsou stále častější a mohly by dále být, jak dokládají výsledky modelů.

Přesto, že prokazatelně rostou teploty vzduchu, dochází k vysokým škodám výskytem mrazů a to jak v zimním období, tak hlavně v počátku vegetace. V zimním období je to hlavně po oteplení, kdy dojde k rozpuštění sněhové pokrývky a k prudkému ochlazení vpády arktického vzduchu, např. únor 2003. Škody, hlavně v sadech a na mladých porostech působí mrazy v počátku vegetačního období, kdy klesají teploty vzduchu při zemi i v závislosti na tvaru terénu až na hodnoty minus 7 °C. Dokladem jsou mrazy na počátku května v roce 2011. Zde je nutné zdůraznit, že přes klesající počet dnů s mrazy jsou jejich škodlivé účinky dány též pokročilejším stavem porostů díky vyšším teplotám v počátku vegetace.

Dopady změn podnebí na zemědělství

Změny klimatu na našem území mají a mohou mít vliv na zemědělství s vysokou pravděpodobností do konce století, protože

a) se zvyšuje počet teplotně nadprůměrných roků, a tím se zvyšuje evapotranspirace,

b) roste dynamika teplot vzduchu (např. rok 2003, který měl v únoru mimořádný výskyt holomrazů, byl jako celek velmi až mimořádně teplý),

c) nárůst teploty vzduchu je rozdílný v jednotlivých ročních obdobích, když nejvíce se teplota zvyšuje v létě (0,4 °C/10 let) a dochází tím ke zvyšování hodnot teplotních sum,

d) roste počet letních dnů, ale i dnů tropických, a to přes snižování počtu dnů mrazových a ledových kdy nelze vyloučit výskyty dnů arktických,

e) díky vyšším teplotám se prodlužuje vegetační období a je dřívější nástup fenofází,

f) průměrné roční srážkové úhrny vykazují velmi výraznou meziroční proměnlivost,

g) přesto, že hlavní rysy ročního chodu srážek zůstávají zachovány (maximum v létě, minimum v zimě), dochází však k redistribuci měsíčních srážkových úhrnů během roku (pokles od dubna do června, nárůst od července do září),

h) vegetační období má výraznější změny výskytu srážek. Takže v posledních dvou desetiletích se časová variabilita průměrných den-

ních srážkových úhrnů v teplé polovině roku zvyšuje a v chladné polovině roku snižuje,

ch) počet dní se sněhovou pokrývkou 1 cm a více je meziročně značně proměnlivý jak v nižších, tak i vyšších polohách, třebaže v posledním padesátiletí jejich počet zejména v souvislosti s nárůstem průměrné teploty klesá,

i) v souvislosti s rostoucí variabilitou srážek se vyskytují delší bezesrážková období a v posledních desetiletích roste počet období s výskytem sucha.

Závěr

Jak je prokázáno, změny klimatu nepřinášejí našemu zemědělství významnější přínos, ale naopak daleko častěji způsobují škody. Významný je poznatek, že zvyšování teploty vzduchu přispívá k nárůstu evapotranspirace, a tím k častějšímu výskytu sucha. Přitom roste podíl srážek bouřkového typu na úkor srážek s malou intenzitou. Je prokázáno, že přívalové deště na vyschlé půdě zvyšují výskyt eroze. Pokud v naší krajině neproběhnou opatření zvyšující retenční schopnost krajiny, bude dalším efektem nedostatek vody na našem území. S ohledem na měnící se podnebí je nutné více využít genetické zdroje zemědělských plodin. Jako potřebná opatření ve šlechtění zemědělských plodin se jeví zvyšování odolnosti proti suchu a mrazům. Ovšem měli bychom také hledat opatření, která sníží zátěž atmosféry skleníkovými plyny a omezí degradační projevy současných zemědělských technologií.

Seznam literatury

Brázdil, R., Štěpánek, P. (2000): Hodnocení extremity řad měsíčních úhrnů srážek. Výzkumná zpráva projektu VaV/740/1/00: Výzkum dopadu klimatické změny vyvolané zesílením skleníkového efektu na Českou republiku, Brno, 20 s.

Brohan, P., Kennedy J. J., Harris I., Tett S. F. B., Jones P. D. (2006): Uncertainty estimates in regional and global observed temperature changes: a new dataset from 1850. J. Geophys. Res. 111, D12106, doi: 10.1029/2005JD006548.

Kolektiv autorů (1958): Atlas podnebí Československé republiky. Ústřední správa geodézie a kartografie, Praha.

Kyselý, J., Kakos, V., Pokorná, L. (2003): Povodně a extrémní srážkové úhrny v ČR a jejich časová proměnlivost. In *Bioklimatologické pracovné dni. Funkcia energetickej a vodnej bilancie v bioklimatologických systémoch, Račková Dolina, 2.-4.9.2003*. Ed. Šiška, B., Igaz, D., Mucha, M. SPU v Nitre, Nitra, s. 6.

Rožnovský J., Kohut, M. (2004): Drought 2003 and Potential Moisture Balance. - Contributions to Geophysics and Geodesy 34: 195-208.

Smith I. M. (1993): CO₂ and climatic change: An overview of the science. *Energy Conversion and Management* 34, 739-735.

Strěštík J., Rožnovský J., Štěpánek P., Zahradníček P. (2014): Změna ročních a sezonních srážkových úhrnů v České republice v letech 1961-2012. In: *Extrémy oběhu vody v krajině (CD-ROM)*, Mikulov.

Tolasz, T. R., et al. (2007): Atlas podnebí Česka. Český hydrometeorologický ústav, Univerzita Palackého v Olomouci, 255 s. ISBN 978-80-86690-26-1 (CHMI), 978-80-244-1626-7 (UP).

Vopravil, J. et al. (2010): Půda a její hodnocení v ČR. Díl I. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i., Praha, 2. vydání, 147 s. ISBN 978-80-87361-05-4.

Genetické zdroje rostlin v souvislosti s ochranou půdy a změnou klimatu

Ochrana půdy v souvislosti se změnou klimatu

Ing. Barbora Badalíková

Zemědělský výzkum, spol. s r.o. Troubsko

badalikova@vupt.cz, tel.: 547 138 821

Půda, jak uvádí Kutílek (2012), je jakousi pokožkou planety Země. Líbí se mi tento výraz, neboť vystihuje to, co si my lidé chráníme, protože jakmile svou pokožku poškodíme nebo zraníme, jsme okamžitě vystaveni množstvím chorob a neduhů odrážející se pak na celkovém oslabení našeho těla. Stejně je to s půdou.

Jakmile si jí přestaneme vážit, přestaneme půdu chránit a chováme se k ní macešsky, pak dojde k jejímu onemocnění a následně neplodnosti – „smrti“, stejně jako u živých tvorů. Půda je třeba chápat komplexněji, a to jako složku přírodního prostředí, která spolu s atmosférou, hydrosférou a biocenózou tvoří funkční ekologický systém zvaný ekosystém. Půda je výsledkem půdotvorného procesu, při němž se půdotvorná hmota přetváří v jednotlivé půdní typy a druhy. Obdobně jako ostatní složky životního prostředí ovlivňují půdu, tak také zpětně půda působí na tyto ostatní složky. Tento vzájemný vliv znamená, že zásah do jedné složky ekosystému je zásahem do ekosystému jako celku. Půda má rozhodující vliv na všechno živé; je systémem, který podpořuje život.

Konec minulého století byl celosvětově poznamenán vysokými teplotami. Bylo to nejtep-

lejší období od doby, kdy člověk vede přesné záznamy, a to je více než sto let. Nejteplejší byl rok 1990. Sedm z osmi nejteplejších let za dobu sledování bylo v osmdesátých a devadesátých letech. Toto období bylo rovněž poznamenáno vysokou četností a intenzitou extrémů počasí na celém světě. Výskyt extrémů prohloubil uvědomění si sepiatosti počasí s lidskými osudy (Pokorný et al., 2011). Kolísání klimatu je podle stále dokonalejších měření pravděpodobně daleko větší, než jsme si doposud představovali. Klimatické extrémy jsou na druhé straně často propagandisticky a politicky využívány. Vzpomeňme dobu nedávno minulou, kdy v šedesátých letech minulého století vedlo obecné chladné období k domněnce, že svět směřuje k době ledové. Chladný vývoj však brzy skončil a nastaly problémy právě opačné. Z uvedeného je zřejmé, že prognóza je v této složité situaci obtížná. V současné době se neustále hovoří o globálním oteplování vlivem nadměrné produkce skleníkových plynů v atmosféře. Diskutabilní je, jakou mírou se podílí člověk na tomto vývoji.

Klimatologové předpokládají, že s vysokou pravděpodobností bude v příštím období docházet v naší oblasti nejen k dalšímu oteplování, ale hlavně k rychlým zvrátům teplotním

i vláhovým, což je podle mnohých vědců předzvěst malé doby ledové.

Náhlé a časté výkyvy teplotní a srážkové se negativně projevují i na kvalitě půdní úrodnosti. Přičemž půdní úrodnost je základní vlastností, která se u půdy hodnotí. Můžeme ji definovat jako schopnost půdy produkovat úrodu, především kulturních zemědělských plodin. Úrodnost půdy však nelze charakterizovat jednou nebo několika jejími vlastnostmi, ale je výslednicí působení velmi složitého souboru vlastností, které se vzájemně ovlivňují. Mezi prvořadě půdní vlastnosti, které nám určují půdní úrodnost, zahrnujeme fyzikální vlastnosti půdy. Tyto vlastnosti mohou být značně proměnné (teplota, obsah vody v půdě, apod.), což vede ke kvalitativním změnám půdních vlastností a tím i ke změně úrodnosti půdy. K tomu se váže i dostatečné množství organické hmoty v půdě, která nám zaručuje rovnováhu mezi jednotlivými fyzikálními vlastnostmi během rozdílných klimatických podmínek během vegetace.

Úrodnost půdy dělíme na:

- a) potenciální přirozenou úrodnost
- b) skutečnou, neboli efektivní úrodnost

Potenciální, čili přirozenou úrodnost půdy, má půda, která doposud nebyla zapojena do zemědělského produkčního procesu a nebyla člověkem využívána. Vytváří se přirozeně z povrchových zvětralin zemské kůry, ze zbytků ústrojných a živých organismů žijících v půdě i na půdě a působením podnebí. Jsou to půdy přírodní, panenské.

Skutečná čili efektivní úrodnost je výsledkem působení člověka, jehož cílem je vytvoření podmínek pro vysokou produkční schopnost půd k jeho užítku. Člověk neustále zkulturněje půdy agrotechnickými úkony, při kterých se mění nejen biologické, chemické a fyzikální vlastnosti půd, ale také půdotvorný proces.

Podstata zkulturnění půd, tedy zásah člověka do jejich geneze a evoluce, tkví v tom, že člověk při změně kvantitativní a kvalitativní účasti a vztahu k půdě mění podmínky prostředí, aby se původní půdotvorné procesy zesilovaly nebo zmírňovaly. Výsledkem toho dostává půdotvorný proces jiný směr a půda nové vlastnosti, a to buď pozitivní, nebo i negativní.

Udržování optimálního poměru mezi jednotlivými půdními vlastnostmi je třeba považovat v systému hospodaření na půdě za jeden z klíčových prostředků pro regulaci a kontrolu základních podmínek úrodnosti půdy. S tím tedy bezprostředně souvisí zpracování půdy s ohledem na půdní a klimatické podmínky v dané oblasti.

Zpracování půdy jako ekonomicky a energeticky nejnáročnější agrotechnické opatření má za úkol vytvořit vhodné podmínky pro kvalitní založení porostů, jejich růst, vývoj a tvorbu výnosů plodin co možná nejvíce odpovídající daným klimatickým podmínkám. Jedním z hlavních cílů zpracování půdy je ovlivňování půdních procesů, především úpravy fyzikálních, chemických a biologických vlastností půdy.

Jednou z hlavních vlastností ovlivňovanou zpracováním půdy je její objemová hmotnost, avšak samotné zpracování půdy má menší vliv na její stabilizaci. Právě objemová hmotnost je obvykle užívána jako nejdůležitější veličina pro vyjádření fyzikálního stavu půdy. Jejím zvyšováním nebo snižováním je ovlivňována i rychlost mineralizace organické hmoty. Vyšší objemová hmotnost mění poměr mezi vodní a vzdušnou kapacitou úměrně ve prospěch vodní kapacity, snižuje celkovou pórovitost a zvyšuje podíl kapilárních pórů, které jsou do značné míry příčinou zlepšeného vodního režimu a zásobování rostlin vodou v průběhu vegetace (Badalíková, Bartlová, 2011). Nevyváženost vodního a vzdušného režimu půdy vede ke zhoršení půdní struktury, následně k utužování orničního profilu; půda se stává méně odolná při

změnách počasí, je náchylnější k vodní erozi a celkově dochází k její degradaci.

Právě změny klimatických podmínek vedou při špatném hospodaření na půdě k její větší náchylnosti k degradaci. Jde hlavně o propustnost půdy pro vodu – infiltraci. Omezení nebo eliminaci degradace půdy pomáhá pravidelné dodávání organické hmoty do půdy, dodržování zásad osevních postupů pro dané stanoviště, včetně pravidelného zařazování jetelovin, dodržování půdoochranných technologií při pěstování širokořádkových kultur na svahu, atd.

Kvůli změnám klimatických podmínek dochází k prudkým srážkovým a teplotním výkyvům a jejich nerovnoměrnému rozložení během roku, a to vede ke stále častější vodní erozi půdy.

Důsledkem eroze půdy dochází k odnosu svrchní úrodné vrstvy půdy s největším podílem organické hmoty a minerálních živin. Tím potom snadno dochází ke zhutňování půdy, jejímu okyselení a zasolování díky akumulaci rozpustných solí neboť dochází k intenzivnějšímu výparu. Při ztrátě svrchní vrstvy půdy dochází ke změně půdní struktury a následně ke ztrátě půdní úrodnosti, což vede k omezení pěstování plodin obvyklých v daném regionu. Také díky opakovaným povodním, které nastávají v důsledku vyšší četnosti a intenzity přívalových srážek, se celkově mění ráz krajiny a přirozené prostředí pro řadu rostlin.

Problémem při změně klimatu je ale i obrácený jev, a sice dlouhotrvající sucho. To má obdobné negativní dopady na půdu jako příval srážek. Dochází k umrtvení organické složky v půdě v důsledku stagnace mikrobiální činnosti, která se díky nedostatku vláhy dostává do latentního stavu. Ztrácí se tak biologická funkce půdy. To má opět za následek změnu půdní struktury a možnosti pěstování plodin stejně jako u půd přemokřených nebo obnažených díky vodní či větrné erozi.

Jeden z mála pozitivních vlivů, který částečně má změna klimatu, je prodloužení vegetačního období. Bylo zjištěno, že od počátku 80. let minulého století se díky nárůstu teplot a hladiny CO_2 prodloužilo vegetační období o cca 18 dní (<http://www.ipcc.ch/>).

Aby se alespoň částečně zmírnily dopady klimatických změn na půdu a nedocházelo tak ke snižování její ekologické funkce, je třeba snažit se hospodařit co nejšetrněji podle podmínek odpovídajících současné situaci a dodržovat zásady agrotechniky, kterými se řídili již naši předkové.

V zemědělské praxi se stále více uplatňuje technologie s redukcí hloubky a intenzity zpracování půdy, ve spojování pracovních operací včetně setí, ponecháním zbytků rostlin na povrchu nebo ve svrchní vrstvě půdy (Tebrügge, Düring, 1999). Takto charakterizované technologické postupy zpracování půdy a setí se obecně považují za technologie minimalizační – redukované i za půdoochranné, neboť redukované zpracování půdy zvyšuje míru vsakování a vododržnost prostřednictvím zvýšení obsahu humusu v ornici.

S mocností humusového horizontu a množství agronomicky cenných agregátů – tedy kvalitní struktury půdy – souvisí retenční schopnost půdy, která ovlivňuje vodní režim půdy v době sucha i nadměrných srážek. Bylo zjištěno, že humus dokáže pojmout tolik vody, kolik odpovídá 3 – 5 násobku jeho vlastní hmotnosti. Například zvýšením obsahu humusu o 1 % může půda zachytit o 40 mm více dešťové vody a uložit ji v dostupné formě pro rostliny.

Důležitým faktorem u minimalizačních technologií, je ochrana půdní úrodnosti, která je tvořena souborem půdních agregátů různé velikosti a tvaru, pórovitostí, mechanickou pevností a vododržností. Struktura půdy tak určuje vodní a vzdušný režim a tím biologický a živný režim půdy. Pokud je tento stav zachován, nedochází k tak časté vodní erozi půdy.

Způsob zpracování půdy ovlivňuje podstatně propustnost půdy pro vodu, což je z hlediska přívalových srážek i sucha velmi podstatné. Infiltrace půdy neboli vsak vody do půdy, je přímo úměrná stabilitě půdní struktury (Badalíková, 2010) velikostí objemu a struktury pórů (Patel, Singh, 1981 Ankeny et al., 1990; Badalíková et al., 2007). Dlouhodobé bezorebné nebo naopak konvenční zpracování půdy může změnit objem pórů, stabilitu půdních agregátů a obsah organické hmoty a tím změnit celou půdní strukturu (Drees et al., 1994; Lal et al., 1994). Spolu s tím se mohou měnit vlastnosti půdy ovlivňující její infiltrační schopnost a pohyb půdní vody v profilu. Pokud se negativně naruší tento rovnovážný systém, pak dochází k menší odolnosti půdy proti vodní i větrné erozi.



Obr. 1: Vodní eroze v kukuřici na dlouhém nepřerušovaném svahu - na obrázku je patrná smytá ornice, kdy došlo i ke smyvu pěstované kultury.

Nejhorší je, že v současné době dochází k tzv. vybičování půdy, z hlediska živinného i strukturálního stavu půdy. Mnozí, rádo by hospodáři, se snaží získat z půdy co nejvíce za co nejkratší dobu a jakmile přestane půda vynášet velké zisky, vrátí pozemek původnímu majiteli nebo ji zanechají ladem. Lidé si stále neuvědomují, že prastaré dodržování osevních postupů, kdy se střídaly plodiny hlubokokořenících s mělcekořenícími, kdy se střídaly plodiny ozdravující s více náročnými na přísun živin a také zařazování úhorového systému hospodaření mělo

svůj významný a ozdravující přínos pro zachování kvality půdního prostředí.

Současné globální změny klimatu by měly podle vědců vést k oteplování, ke zvýšenému výskytu přívalových, ale i dlouhodobých srážek; podobně by se měly častěji vyskytovat různé extrémní jevy jako bouře, vichřice apod. Kromě posledně uvedených důsledků klimatických změn dokážeme ostatní předpokládané negativní jevy investicemi do krajiny eliminovat nebo alespoň výrazně zmírnit. Proto je nutné zacházet s půdou tak, aby se co možná nejvíce zmírnily negativní dopady klimatických změn, které nás jistě v budoucnu čekají.

Změny počasí budou nadále vykazovat variabilitu mezi jednotlivými roky a dekádami a nebudou stejné ve všech oblastech. Modely předpokládají zvyšování rozdílů srážkových úhrnů mezi vlhkými a suchými oblastmi a mezi suchými a vlhkými obdobími s regionálními výjimkami.



Obr. 2: Půda v dobrém strukturálním stavu – jak je patrné ze svrchní orniční vrstvy, půdní struktura je drobtovitá, provázená zaoblenými shluky zrn hrubších i jemnějších agregátů. Mocnost orniční vrstvy je cca 40 cm.

Seznam literatury

Ankeny, M., D., Kaspar, T. C., Horton, R. (1990): Characterization of tillage and traffic effect on unconfined infiltration measurements. *Soil Sci. Soc. of America Journal*, 54, s. 837 - 840.

Badalíková, B., 2010: Struktura půdy. In: Certifikovaná metodika Hůla J. a kol.: Dopad netradičních technologií zpracování půdy na půdní prostředí. 58 s.

Badalíková, B., Bartlová, J., 2011: Zpracování půdy před setím ozimé pšenice. *Úroda* 8, 2011, vědecká příloha, roč. LIX, s. 56-58

Badalíková, B., Hrubý, J., Pokorný, E., 2007: Rychlost infiltrace vody do půdy indikuje stav půdního profilu. *Úroda* 4/2007, s.56-57

Drees, T., Karathanasis, A. D., Wilding, L. B., Blevins, R. L., 1994: Micromorphological characteristic of long-term no-tillage and conventionally tilled soils. *Soil Sci. Soc. Of America Journal*, 58, s. 508 – 517.

Kutílek, M., 2012: Půda planety Země. Nakladatelství Dokořán, 1. vyd., 199 s.

Lal, R., Mahboubi, A. A., Fausey, N. R. (1994): Long term tillage and rotation effects on properties of a central Ohio soil. *Soil Sci. Soc. of America Journal*, 58, s. 517 – 522.

Patel, M. S., Singh, N. T., 1981: Changes in bulk density and water intake rate of a coarse textured soil in relation to different levels of compaction. *J. Indian Soc. Soil Sci.*, 29, s. 110 – 112.

Pokorný, E., Střalková, R., Brtnický, M., Foukalová, J., Denešová, O., Podešvová, J., 2011: Analýza dlouhodobých srážkových a teplotních řad a hodnocení jejich dopadu na změny vlastností půd vybraného agroekosystému. Monografie, Mendelova univerzita v Brně, 1. vyd., 118 s.

Tebrügge, F., Düring, R.A. (1999): Reducing tillage intensity – a review of results from a long term study in Germany. *Soil Till. Res.* 53: 15-28.

<http://www.ipcc.ch/>

Dedikace

Příspěvek vznikl v rámci projektu č. QJ1210263 a (částečné) institucionální podpory na dlouhodobý koncepční rozvoj výzkumné organizace.

Úloha meziplodin ve struktuře rostlinné výroby a jejich využití

Ing. Jiří Hermuth

Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i. Praha-Ruzyně

hermuth@vurv.cz

Výrobní aspekty využití meziplodin

Meziplodiny jsou zemědělské druhy, pěstované jako doplňková plodina k hlavní kultuře. Systémy pěstování meziplodin zahrnují:

- podsekové meziplodiny do krycí obilniny na zrna,
- rané letní meziplodiny, využitelné jak na píci, tak na zelené hnojení,
- letní výsevy po sklizni hlavní plodiny (strniskové meziplodiny),
- ponechání výdrolu,

Nejširší plošné zastoupení mají strniskové meziplodiny, které se využívají především na zelené hnojení (Hermuth et al., 1997; Vach et al., 2005; Vach, Hermuth 2007; Brandt et al., 2008; Javůrek, Vach, 2009). Při použití bobovitých rostlin dochází k obohacování půdy o dusík. Klesá využití jako zdroj krmiv a menší význam má také využití pro doplňkovou pasivu. V poslední době se však objevuje použití pro doplnění jako zdroj biomasy pro bioplynové stanice.

K výrobním přínosům patří i úspora dusíku v hnojivech snížením ztráty N vyplavením mimo kořenovou zónu rostlin (Haberle, 2008). Dusík zadržený v biomase rostlin je chráněný před těmito ztrátami (Haberle, Káš 2007; Vos, Puten van, 2004). Finanční ztráty pro zemědělce v důsledku úniku dusíku a dalších živin z kořenové zóny plodin lze přímo kvantifikovat

na základě ceny hnojiv a nákladů na jejich aplikaci.

Při zařazování meziplodin ve struktuře osevních postupů převažují pozitiva, a to nejen z hlediska zadržení dusíku, ale i z hlediska rostlinolékařského. Vybrané druhy meziplodin mohou při svém podzimním intenzivnějším růstu velmi dobře potlačovat vzešlé plevely, které se pak před zaoráním nedostanou do generativní fáze.

K potlačení vzcházejících plevelů, zejména při vyšším zastoupení obilnin se využívají především letní meziplodiny. Jde zejména o omezení hluchavky, rozrazilů, pětourů, ptačince žabince aj., které mají možnost během podzimu dozrát a vysemenit se. Omezování výskytu původců některých chorob se řeší vesměs zvyšováním antifytopatogenního potenciálu půdy, zejména využitím zeleného hnojení. Zaoraná biomasa meziplodin podporuje rozvoj aktinomycet, které jsou antagonistické proti chorobám pat stébel. Biomasa vykazuje fytosanitární působení tím, že potlačuje patogenní mikroorganismy v půdě. Je např. zjištěno, že některé odrůdy ředkve olejné mají vliv na snížení výskytu virové mozaiky na listech brambor.

V případě omezení škůdců jde o některá pesticidní opatření, omezující vývoj vajíček a larev škůdců. Např. proti háďátku řepnému působí kořenové exudáty některých odrůd hořčice bílé, které inaktivují cysty háďátka řepného. Bylo také prokázáno, že dobře zapojený

porost svazanky vratičolisté potlačuje škodlivé účinky některých škůdců. Jiným způsobem působení mezplodin je poskytování vhodného prostředí (refugia) pro vývoj parazitoidů, kteří svým působením snižují práh škodlivosti některých škůdců, jak je známo u brukvovitých rostlin (přírozená ochrana lumků).

Nevýrobní a agroenvironmentální přínosy

Mezplodiny mají řadu přínosů, které nemají bezprostřední přímý vliv na produkci a zisk zemědělských podniků, ale v delším časovém horizontu přispívají ke stabilitě a udržitelnosti agroekosystému; v některých případech zvyšují odolnost systému vůči nepříznivým vlivům.

Největším přínosem je zadržení dusíku a dalších živin, které podléhají vyplavení. Tato schopnost je důležitá především v průběhu meziporostního období, které je vzhledem k nasycení půdního profilu vodou nejrizikovější. Zařazení mezplodin snižuje vyplavení nitrátů a dalších živin, jako draslíku, vápníku, hořčíku. Strniskové mezplodiny jsou ověřeným způsobem, jak zadržet nitrátový dusík (a další živiny) v biomase. Vyplavené nitráty, spolu s fosforem, z důlních zdrojů ze zemědělské půdy, jsou jednou z příčin eutrofizace vodních nádrží a toků. Vysoká koncentrace nitrátů se objevuje i ve zdrojích podzemních vod využívaných pro pitnou vodu.

Zařazení mezplodin prodlužuje dobu pokryvu půdy, to má vliv na redukci energie kapek deště a snížení povrchového odtoku. Spolu s vlivem porostu, kořenového systému a tvorbou mulče ze zbytků rostlin to vede ke snížení vodní eroze. Na základě snížení rizika eroze a ceny půdy lze odhadnout potenciální přínos. Rostlinný pokryv a mulč mají podobný efekt i na zmírnění větrné eroze.

Mezplodiny zvyšují využití energie slunečního záření na ploše, ve formě dodatkové tvor-

by biomasy, nadzemních a podzemních částí. Protože ve většině případů se celá biomasa zapravuje do půdy, stává se zdrojem energie a dalších látek pro půdní edafon. Výsledkem je oživení půdy, podpora aktivity mikroorganismů, různých mezistupňů rozkladu organické hmoty a tvorby humusu. Nadzemní a podzemní zbytky zlepšují bilanci organické hmoty v půdě, přínos lze kvantifikovat na základě obsahu sušiny, poměru C/N a dalších ukazatelů (Vach, Javůrek, 2006). Porost s vertikálním rozlišením podmínek (teplo, vlhkost, světlo) vytváří zdroje potravy a refugium pro užitečné organismy, přispívá k podmínkám pro zvýšení biodiverzity v nadzemním prostoru i v rhizosféře. Vegetační pokryv půdy a mulč posklizňových zbytků snižuje neproduktivní výpar vody z holé půdy, zbytky rostlin zadržují sníh a tím zlepšují využití vody ze sněhu.

Mezplodiny podporují vyšší úživnost krajiny – vzrostlé porosty mezplodin poskytují potravu a úkryt divokým zvířatům – především vysoké zvěři, zajícům a bažantům. Snižuje se tak riziko úhynů vysoké zvěře z důvodu jednostranné stravy. V současné době však zemědělci nemají příliš zájem na zvýšení stavu divoké zvěře v krajině. Divoká zvířata se často stávají významnými škůdci zemědělských porostů (především černá zvěř v porostech kukuřice). Zájmy zemědělců a myslivců jsou často opačné.

Časně zaseté hmyzosnubné druhy mezplodin jsou v době květu zdrojem především pylu pro včely a další opylovače. V poslední době se objevily případy hromadného úhynu včelstev. Tento jev, nazýván jako syndrom zhroucení včelstev (Collony Collapse Disorder – CCD) je z části způsoben jednostrannou výživou včel, která způsobuje nižší obranyschopnost včel vůči dalším škodlivým činitelům jako jsou pesticidy, virová onemocnění atd. Časně zaseté mezplodiny kvetou v období podletí a na podzim, tedy v období, kdy se rodí tzv. zimní včely. V druhově chudé kulturní krajině je kvetoucí porost mezplodin pro včelstva významný zdroj pylu.

Možné nepříznivé dopady pěstování meziplojin

Zařazení meziplojin, zvláště strniskových a přezimujících může mít i některé nepříznivé dopady:

Prakticky všechny trávy a obilniny z čeledi lipnicovitých, využívané jako meziplojiny mohou zvyšovat riziko infekce virovou zakrslostí obilnin. Ve struktuře plodin s vyšším zastoupením obilnin se využívají druhy meziplojin z odlišných čeledí a toto riziko eliminovat např. využitím svazanky vratičolisté z čeledi stružkovcovitých, krmného slézu z čeledi malvovitých, brukvovitých meziplojin apod. Ve vyšších oblastech s déle ležícím sněhem ale existuje u jílek a žita trsnatého riziko plísňe sněžné. Z hlediska šíření houbových chorob a škůdců jsou při vyšším zastoupení ozimé řepky méně vhodné meziplojiny z čeledi brukvovitých (Vach et al., 2005).

Ponechání zbytků rostlin na povrchu půdy (například přerostlá hořčice, nebo přežití běžně vymrzajících druhů v případě teplé zimy) způsobuje problémy při časně jarním zpracování půdy a následném setí plodin. Strukturní stav

půdy se v důsledku slehnutí zhoršuje, v případě sucha nerozložené zbytky (alelopatické působení) a horší kontakt semen z půdou způsobují nerovnoměrné vzcházení.

V současné době je aktuální otázka šetření vodou v celém osevním postupu. Vyšší spotřeba vody porostem meziplojin, zvláště u porostů s velkou biomasou a dlouhou dobou růstu by potenciálně mohla snížit zásobu vody v půdě na jaře pro následnou plodinu. Na druhou stranu je nutné připomenout, že snížení vlhkosti půdy současně snižuje riziko vyplavení nitrátů.

Porosty meziplojin mohou poskytovat dobré životní podmínky pro hlodavce. V praxi se meziplojiny často zakládají ve spojené operaci s mělkou podmítkou, která hlodavcům většinou významně neublíží. V hustém porostu meziplojiny jsou hlodavci dobře chráněni před přirozenými predátory. Jsou-li příznivé podmínky, mohou se hlodavci během podzimu rychle přemnožit a významně poškozovat následně vyseté jařiny, nebo porosty v sousedství. Rozhodně však nelze říci, že meziplojiny způsobují nárůst abundance hlodavců. Přemnožení hlodavců více souvisí s ročníkem, než s pěstovanou kulturou.



Hořčice bílá (*Sinapis alba* L.)



Tab. 1: Seznam podporovaných druhů meziplojin, jejich směsí a minimální výsevek

Pořadové číslo	Meziplodina	Minimální výsev (kg/ha)
1	srha laločnatá	12
2	kostrava červená	12
3	žito trsnaté (lesní)	100
4	jílek mnohokvětý	40
5	jílek jednoletý	40
6	jílek jednoletý + jílek vytrvalý	30 + 20
7	jílek vytrvalý	20
8	hořčice bílá	20
9	svazenka vratičolistá	10
10	pohanka obecná	60
11	slunečnice roční	40
12	ředkev olejná	20
13	řepka jarní	10
14	světlice barvířská (saflor)	30
15	slez krmný	15
16	lesknice kanárská	20
17	peluška (hrách setý rolní)	120
18	lnička setá	10
19	lupina žlutá	50
20	lupina bílá	50
21	směsí výše uvedených druhů	podle poměrného zastoupení jednotlivých druhů ve směsi



Svazenka vratičolistá (*Phacelia tanacetifolia* Benth.)



Pohanka obecná (*Fagopyrum vulgare* Hill.)

Seznam literatury

Brant V. a kol. (2008): Meziplodiny. FAPPZ ČZU v Praze, vyd. Kurent, České Budějovice, 86 s.

Haberle J., Káš M. (2007): Význam strniskových meziplodin z hlediska ztrát dusíku. Úroda 55 (10), 42-43.

Haberle J., Svoboda P. (2008): Vyplavování dusíku z půdy. Nové Agro 1 (1), 38-40.

Hermuth J., Michalová A., Dotlačil L. (1997): Netradiční a perspektivní meziplodiny. Úroda. 45 (7), 1997, 14.

Vach M., Haberle J., Javůrek M., Procházka J., Procházková B., Suškevič M., Neudert L. (2005): Pěstování meziplodin v různých půdně-klimatických podmínkách České republiky). Metodika ÚZPI Praha, 36 s.

Vach M., Hermuth J. (2007): Význam strniskových meziplodin ve struktuře rostlinné výroby. Nové Agro 0 (1), 2007, 68-70.

Vach M., Javůrek M. (2006): Organické hnojení v systémech bez živočišné výroby. Úroda 54 (5), 34-37.

Vach M., Javůrek M., Šimon J. (2009): Větší uplatnění luskovin ve struktuře plodin, zejména při hospodaření bez živočišné produkce. Agromagazín, 10 (4), 20-26.

Vos J., Putten van der P.E.L. (2004): Nutrient cycling in a cropping system with potato, spring wheat, sugar beet, oats and nitrogen catch crops. II. Effect of catch crops on nitrate leaching in autumn and winter. Nutr. Cycl. Agroecosyst. 70, 23–31.

Využití morfologických odlišností stavby rostlinného těla olejných plodin při ochraně půdy

Ing. Andrea Rychlá

OSEVA PRO s.r.o., odštěpný závod Výzkumný ústav olejin Opava

rychla@oseva.cz, tel.: 553 624 160

Morfologická stavba těla rostliny hraje nemalou úlohu v její schopnosti přizpůsobení se podmínkám prostředí. V kolekci genetických zdrojů (GZ) olejnin je zařazeno sedm jarních plodin s odlišným habitem ale podobnými nároky na podmínky prostředí a technologii pěstování. Materiály jsou hodnoceny nejen z pohledu produkce a získávání oleje, ale i z hlediska využitelnosti biomasy k obohacení půdy a vlivu rostlin na omezení erozních pochodů. Po prvotním představení testovaných plodin bude porovnána jejich využitelnost pro tyto účely.

Hořčice bílá

Tradiční plodinou se zemědělským využitím pro zvýšení podílu organické složky a zlepšení struktury půdy je v našich podmínkách hořčice bílá (*Leucosinapis alba* L.). Její pěstování má v České republice dlouhou tradici. Nutno však zmínit i využití jejího semene v potravinářském průmyslu k výrobě hořčic (plnotučná, spolu s hořčicí sarepskou kremžská). Z tohoto důvodu vznikly celosvětově dva šlechtitelské směry - produkce materiálů vhodných pro potravinářské využití a pro využití na zelené hnojení. Česká republika, reprezentovaná MZe, dlouhodobě podporuje využívání meziplodin pro zlepšení stavu půd (Greening). Zaoráním biomasy totiž dochází k výraznému obohacení půdy organickou hmotou, rychle rostoucí plodina působí protierozně v době,

kdy hlavní plodina je již sklizena nebo má na začátku svého vývoje pomalý start (mulč v širokosponných kulturách - kukuřice, slunečnice (Zehnálek, Kraus, 2015). Nezanedbatelný je i fyto-sanitární antinematodní účinek proti háďátku řepnému. U pícních materiálů je celkové množství vyprodukované biomasy 50 dnů po výsevu až 4x větší než u semenných GZ a to jak v čerstvé hmotě, tak sušině. Nárůst hmoty pokračuje až do fáze plného květu, dále pak již opadem starších listů dochází k jeho útlumu. V praxi jsou však porosty zaorávány dříve, do fáze butonizace. V řádné kolekci Národního programu (NP) je v současné době uloženo 115 GZ semenných i pícních. Kromě toho je kontinuálně rozšiřována kolekce pracovní a to především o liniové odrůdy českého a evropského původu.



Obr. 1: Hořčice bílá

Hořčice sareptská

Hořčice sareptská (*Brassica juncea* L.) se v současné době na našem území pěstuje pouze v omezeném množství na semeno. Jako meziplodina není prakticky využívána. Přitom ještě v roce 1990 byla doporučována jako strnisková meziplodina, která, je-li setá od konce července do poloviny srpna, překoná ve výnosech sušiny nadzemní biomasy i hořčici bílou (Fábry et al., 1990). Tento trend lze vysledovat i z výsledků našich pokusů, obzvláště u vhodně vytípaných GZ.

Hořčice černá

Prakticky se u nás nepěstuje. Pochází ze Středomoří nebo jižní Asie, kde je doposud její semeno využíváno v kuchyni pro svoji palčivost. Rostliny dosahují mohutného vzrůstu, silně se větví, mají pevné lodyhy a tak méně trpí poléháním. Kořenový systém je větvený a dostatečně silný.

Lnička setá

Jde o starou kulturní rostlinu pěstovanou dříve po celé Evropě, která byla později vytlačena olejnatými rostlinami s příznivější skladbou mastných kyselin z hlediska lidské výživy. Jde o velmi nenáročnou rostlinu, která velmi dobře snáší sušší stanoviště a je vysoce odolná chorobám a škůdcům. Z hlediska rozšíření agrobiodiverzity našich polí je potencionálně vhodná k využití na zelené hnojení v sušších oblastech či osevu devastovaných půd.

Ředkev olejná

Patří k nejstarším kulturním plodinám vůbec. Využívala se jako pícnina a na zelené hnojení pro své fyto-sanitární vlastnosti (háďátko řepné). Má mohutný habitus s kúlovitým kořenem, poměrně nerovnoměrně nakvétá, výnos semene je spíše malý a vyšší GZ snadno poléhají. Přesto v evropském šlechtitelském programu dochází i v současnosti ke tvorbě

nových perspektivních materiálů s cíleným využitím biomasy.



Obr. 2: Ředkev olejná

Katrán habešský

Ač původem z Etiopie, jde o rostlinu, kterou lze s úspěchem pěstovat i v našich klimatických podmínkách. Dospělá rostlina je mohutného vzrůstu s bohatě větveným kořenem. Nevýhodou je pomalý počáteční start vegetace. Rostliny netrpí významněji houbovými chorobami ani škůdci.

Roketa setá

Roketa je původem z Afghánistánu, mezi olejninami je zařazována díky obsahu oleje s odlišnou skladbou mastných kyselin - vysoký podíl kyseliny erukové ho předurčuje k technickému využití. U nás se pro tento účel prakticky nepěstuje, je však využívána jako listová zelenina s příznivým obsahem vitamínu C. Rostliny jsou slabšího vzrůstu s bohatě větvenou lodyhou, takže v zapojeném stavu pokryjí celý povrch půdy. Také kořenový systém je slabší ale dobře větvený.



Obr. 3: Roketa setá

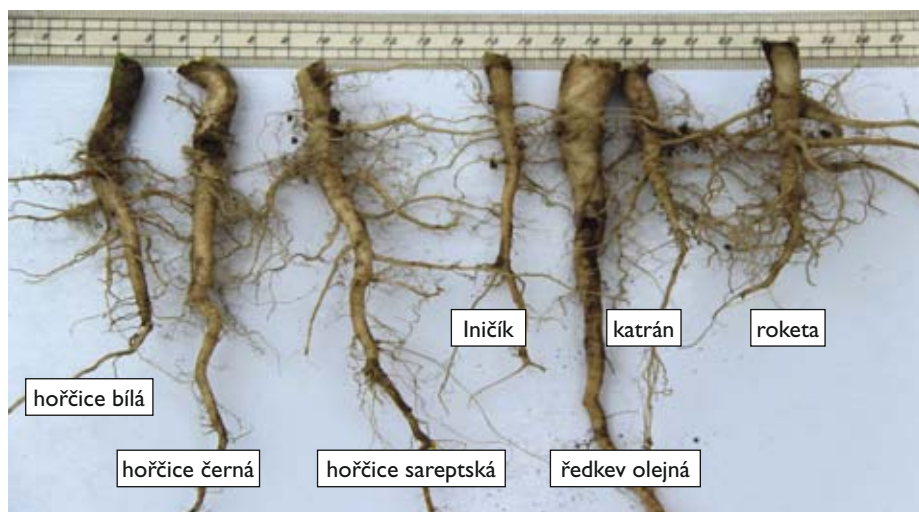
Porovnání vhodnosti využití běžných a alternativních plodin z hlediska zlepšení půdních vlastností a protierozních opatření

Z hlediska ochrany půd a zlepšení jejich vlastností je třeba posoudit morfologické, fenologické a výnosové vlastnosti porovnávaných plodin. Především je třeba zhodnotit schopnost plodiny rychle vytvořit dostatečnou listovou plochu, která by chránila půdu před nadbytečnou ztrátou vlhkosti a před vlivem vodní a větrné eroze. Celkový stav kořenové soustavy předurčuje vhodnost využití na erozních lokalitách. Množství vyprodukované sušiny nadzemní a podzemní hmoty ohodnotí vhodnost využití zkoumaného GZ na zelené hnojení. Na pracovišti OSEVA PRO s.r.o, o.z. VÚO Opava je dlouhodobě řešen Národní program konzervace genových zdrojů i se zaměřením na tato využití. Jsou vedeny víceleté pokusy k posouzení vlastností GZ a zhodnocení jejich výnosového potenciálu produkce biomasy. Rozsáhlý pokus byl založen i v roce 2015 (280 GZ sedmi plodin). Po prvním odběru (14. 5.) a zhodnocením materiálů byl vytipován menší soubor 100 GZ s perspektivou využití. S tímto souborem pokus

pokračoval dalšími třemi odběry a analýzami (21.5., 1.6., 9.6.). Byly zpracovány grafy přírůstků nadzemní a podzemní biomasy v čerstvém stavu i sušině a posouzena vhodnost využití alternativních plodin i jednotlivých GZ kolekce.

Porovnání kořenových systémů alternativních plodin

Dostatečně vyvinutý kořenový systém může plnit významnou protierozní funkci. Předpokladem je jeho velikost a mohutné boční větvení. Na obr. 4 je zdokumentován rozdíl mezi kořenovými systémy hořčice bílé, sareptské, černé, Iničky seté, ředkve olejné, katránu habešského a rockety seté. Je patrné, že některé plodiny minoritního využití mohou být adekvátní náhradou běžně používané hořčice bílé, neboť mají silný, rozvětvený kořenový systém. Především vybrané GZ hořčice sareptské jsou schopny poskytnout vysoké množství biomasy a zároveň mají mnohdy lépe vyvinutý kořenový systém, než běžně používané GZ hořčice bílé. Naopak kulovitý kořen ředkve olejné se slabými bočními kořeny není vhodný do erozních půd, i když rostliny poskytnou největší množství biomasy a mají výrazné antinematodní účinky.



Obr. 4: Porovnání tvaru a velikosti kořenů 70 dnů po zásevu

Porovnání pokryvnosti listové plochy v raných fázích vývoje rostliny

Z hlediska ochrany půd před účinky eroze ale i s ohledem na hospodaření s vláhou je žádoucí, aby použitá mezplodina v krátkém období vytvořila dostatečnou listovou plochu

a funkční kořenový systém. Porovnáme-li raný růst alternativních mezplodin (obr. 5), vidíme rozdíly v rychlosti nárůstu listové plochy. Zatímco plodiny skupiny hořčic a ředkev olejná v krátkém čase prakticky pokryjí půdu, roketa, lnička a zvláště katrán tuto funkci mohou plnit pouze omezeně.



Obr. 5: Porovnání pokryvnosti listové plochy 50 dnů po výsevu

Produkce nadzemní a podzemní biomasy

Pro účely dodání organické hmoty do půdy je vhodné vytipovat GZ s vysokou produkcí biomasy sušiny. Z výsledků pokusu je patrná vhodnost využití nejen tradiční hořčice bílé ale i alternativních minoritních plodin. Skupina hořčic sareptských i černých spolu s evropsky využívanou ředkví olejnou produkuje srovnatelné i vyšší množství sušiny organické hmoty (graf 1 a 2).

Závěrem lze konstatovat, že využití netradičních plodin kolekce olejnin Národního programu může představovat zajímavou alterna-

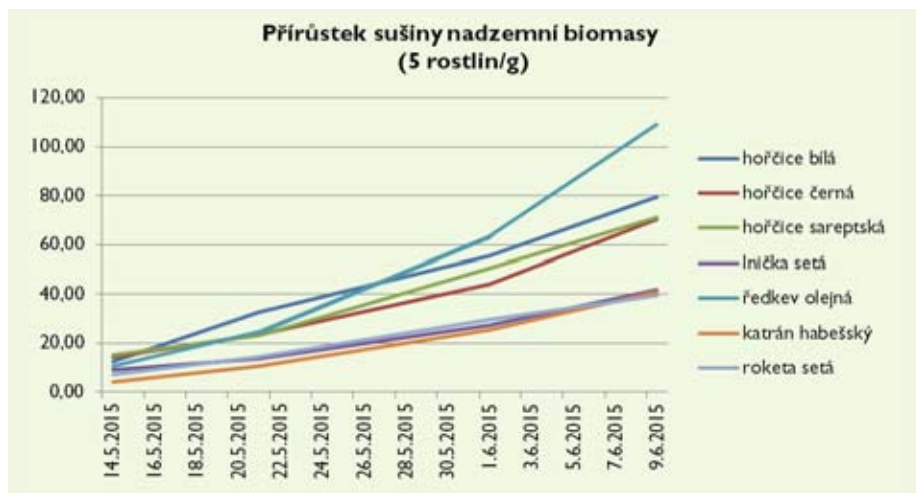
tivu běžně používané hořčice bílé. Zároveň je vhodné podrobně zhodnotit jednotlivé GZ a uživatelům z řad šlechtitelů a výzkumníků nabídnout pestrou paletu vhodných GZ.

Seznam literatury

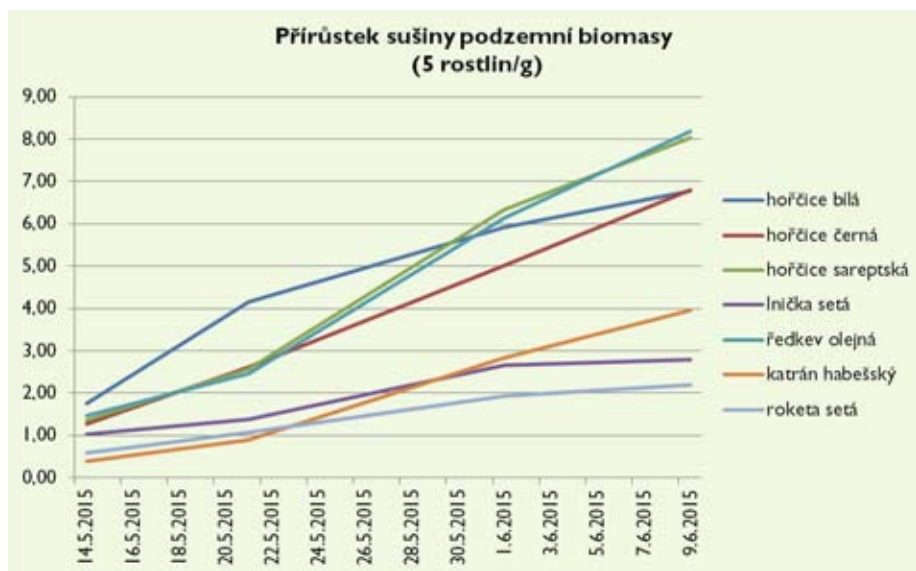
Fábry, A. et al. (1990). Jarní olejnin. Ministerstvo zemědělství a výživy ČR (241 s.)

Zehnálek, P., Kraus, P. (2015). Přehled odrůd hořčice bílé, máku setého, lnu olejného a kmínu kořeného. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský Brno (123 s.)

Graf 1: Přírůstek sušiny nadzemní biomasy



Graf 2: Přírůstek sušiny podzemní biomasy



Vybrané domácí teplomilné druhy čeledi Fabaceae vhodné pro ozeleňování xerothermních oblastí

Ing. Daniela Knotová, Ph.D.; Ing. Jan Pelikán, CSc.

Výzkumný ústav pícninářský, spol. s r.o., Troubsko

knotova@vupt.cz, tel.: 547 138 817

pelikan@vupt.cz, tel.: 547 138 805

Vedle negativního vlivu člověka na přírodu se stále více dostává do popředí nebezpečí důsledků klimatických změn (zvyšování teploty, snižování srážek, častější výkyvy a extrémy počasí). Výsledkem působení těchto faktorů je výrazné zvýšení lability krajinného systému, se všemi jeho důsledky. Nejvíce postižené jsou sušší oblasti, které se podle různých modelů mají v budoucích desetiletích na našem území rozšiřovat. Bude se tedy nutně měnit struktura flóry, zejména nárůstem podílu druhů pocházejících z teplejších oblastí, včetně druhů invazních. V České republice se v přírodě vyskytuje řada druhů čeledi Fabaceae (bobovitě), kterých je možno využívat jako komponent jetelovinotravních společenstev do xerothermních oblastí. Velký význam mají bobovité plodiny v zemědělské výrobě pro svoji předplodinou hodnotu. Nejen že zanechávají velké množství posklizňových zbytků, které jsou zdrojem humusu, ale také jsou ceněny pro svou schopnost poutat vzdušný dusík, který z části zanechávají v půdě pro následnou plodinu. Řada zástupců je charakteristická dlouhými kořeny, pomocí nichž vynášejí živiny ze spodních vrstev půdy a díky sekreční činnosti kořenového systému vytváří drobtovitou strukturu, podporují vsakování vody a tím přispívají k celkovému zlepšení fyzikálních vlastností půd. Další nezanedbatelné funkce jetelovin jsou funkce protierozní

a fytosanitární, kde jeteloviny slouží v osevních postupech jako tzv. přerušovače nejen koloběhu škůdců, ale také přerušují dotaci minerálních hnojiv, pesticidů a herbicidů.

Vojtěška srpovitá – (*Medicago falcata* L.):

Vytrvalý druh vyskytující se na suchých, písčitých, jílovitých a štěrkovitých půdách, zejména bohatých uhlíčitěm vápenatým. U nás je poměrně dosti rozšířená po celém území na pastvinách, mezích a suchých loukách, především na půdách vápenitých. Oproti vojtěšce seté je mnohem skromnější, vytrvalejší a vhodnější jako pastevní plodina, protože při spásání je mnohem odolnější než vojtěška setá (*Medicago sativa* L.).

Tolice dětelová - (*Medicago lupulina* L.):

Jednoletý, dvouletý, výjimečně víceletý druh vhodný pro chudší půdy. Má bohatý kořenový systém a značně rozvětvenou poléhavou lodyhu. V samostatných porostech se na píci nepěstuje. Je vhodnou komponentou lučních a pastevních směsek. Dobře snáší ušlapání. Nejlépe se mu daří na teplých stanovištích s dostatkem vláhy, snáší však i sušší podmínky, ale rostliny na suchu reagují omezením až zastavením růstu. Roste dobře i na chudších půdách dobře zásobených uhlíčitěm vápenatým.



Obr. 1: Tolicce dětelová

Jetel alexandrijský – (*Trifolium alexandrinum* L.):

Jednoletý druh, který planě roste jako původní ve východní oblasti Středozeří a adventivně se nachází ve střední až severní Evropě, u nás například na haldách na Ostravsku. Má dlouhý kulový, téměř nevětvený kořen, lodyhy jsou vzpřímené až poléhavé, duté. Vedle hlavní lodyhy je na rostlině tři až šest lodyh vedlejších. Listy jsou poměrně velké. Habitem i listem se rostlina podobá vojtěšce.

Jetel rolní – (*Trifolium arvense* L.):

Jednoletý druh domácí skoro v celé Evropě, u nás je hojně rozšířený, zvláště na suchých, vysychavých, výhřevných, zásaditých i kyselých, nevápenitých, písčitých i hlinitých půdách. Roste na úhorech, mezích, písčínách a skalních dročinách. Z písčinářského hlediska je nezajímavý, protože má hořkou chuť, způsobenou vysokým obsahem tříslovin a lodyha je tuhá. Mohl by však najít uplatnění na suchých písčitých půdách z hlediska dodání organické hmoty do půdy.



Obr. 2: Jetel rolní

Dětel ladní – (*Trifolium campestre* Schreb.; *Chrysopsis campestris* (Schreb. In Sturm) Desv.):

Jednoletý druh vyskytující se na sušších loukách a pastvinách, mezích a úhorech. U nás je v teplejších krajích dosti hojně rozšířený. Je vhodnou komponentou jetelotravních směsek, kde se udržuje vysemeňováním.



Obr. 3: Dětel ladní

Jetel panonský – (*Trifolium pannonicum* Jacq.):

Vytrvalý druh jetele s hlavním areálem rozšíření v Maďarsku, zasahuje také na naše území, kde se nachází na suchých stepních loukách a křovinách a dále na výslunných stráních, především v oblasti Karpat, na půdách výhřevných, vysychavých, zásaditých, humozních a mělkých. Poskytuje vyrovnané výnosy po dobu sedmi roků a v každém roce dává dvě seče.



Obr. 4: Jetel panonský

Jetel pochybný – (*Trifolium dubium* SIBTH.; *Chrysaspis dubia* (Schreb. In Sturm) Desv.):

Jednoletý až dvouletý druh, rozšířený téměř v celé Evropě. U nás je dosti hojný na celém území, hlavně na suchých loukách od nížin do podhorského pásma. Je vhodnou komponentou jetelotravních směsek, kde se udržuje vysemeňováním.

Jetel prostřední – (*Trifolium medium* L.):

Vytrvalý druh, který je rozšířený téměř v celé Evropě. U nás se vyskytuje hojně na celém území. V přírodě se vyskytuje ve světlých lesích a křovinách, v lesních lemech, na pastvinách, kamenitých a travnatých stráních. Půdy snáší vlhké i sušší, humózní, písčitohlinité i kamenité a hluboké. Je dobrou pícninou v mladém stavu, později stonky rychle dřevnatí. Vytváří podzemní výběžky, kterými se sekundárně množí.



Obr. 5: Jetel prostřední

Úročník bolhoj – (*Anthyllis vulneraria* L.):

Víceletý, velmi mnohotvárný druh. Volně v přírodě se vyskytuje na travnatých stráních, na loukách, pastvinách a ve světlých lesích. Preferuje půdy výhřevné, zásadité, často vápenité, humózní, kamenité i písčitohlinité. Dříve byl poměrně hodně pěstován jako pícnina.

Čičorka pestrá – (*Securigera varia* L.):

Vytrvalý druh, u nás planě roste na loukách, ve světlých lesích, lužních lesích, na mezích a rumišťích na půdách výhřevných, často vápenitých, kamenitých i hlinitých. Je využívána především jako technická plodina ke zpevňování svahů, protože vytváří podzemní výhony, jimiž se druhotně množí.

Vičenec setý (ligrus) – (*Onobrychis viciifolia* Scop.):

Vytrvalý druh u nás se v přírodě hojně vyskytující na výslunných pastvinách, travnatých stráních, náspech a mezích. Půdy preferuje výhřevné, suché, zásadité, bohaté uhlíčitánem vápenatým, hluboké a hlinité. Běžně pěstovaná pícnina, vhodná pro koně, protože nenadýmá.

V rámci Národního programu konzervace a využívání genetických zdrojů rostlin a agro-biodiverzity je kolekce genetických zdrojů jetelovin a ostatních pícnin udržována ve Výzkumném ústavu pícninářském, spol. s r. o., Troubsko. Hlavní testované a hodnocené druhy jsou *Medicago* spp., *Trifolium pratense*, *T. repens* a *Trifolium* spp. a další pícní druhy. Hodnoceny jsou dostupné odrůdy, ekotypy a plané formy. V současné době je v kolekci pracoviště evidováno 3 221 položek s pasportními údaji a z toho je 2 345 položek dostupných. Popisné údaje jsou u 1 631 položek a ve skladu je uloženo 2 337 semenných vzorků.

Fyziologické parametry rostlin pro nové podmínky a jejich hodnocení

Fyziologické parametry a fenotypové charakteristiky suchovzdorné plodiny pro pěstování v našich podmínkách v souvislosti se změnou klimatu

Ing. Jiří Zámečník, CSc.

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

zamecnik@vurv.cz, tel.: 233 022 426

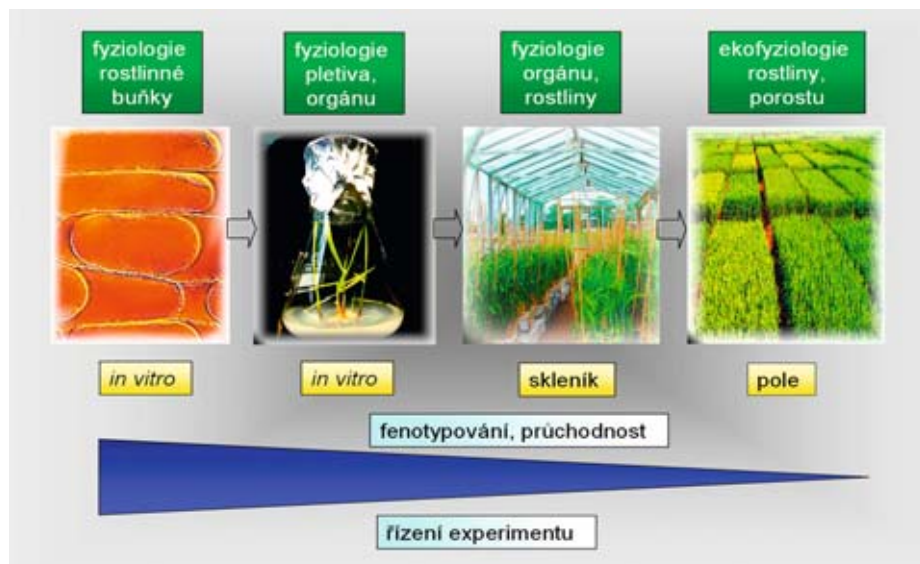
S očekávanými změnami klimatu se dá předpokládat, že se projeví nedostatek vody způsobený nevyrovnaným rozdělením srážek během vegetačního období. Nedostatek vody bude limitní nejen v produkci plodin, ale také může dojít k plošným zaorávkám uhynulých rostlin. Jedním z neefektivnějších opatření v našich podmínkách je pěstovat plastické genotypy tolerující krátkodobé přísušky a plně využívající fotosyntetický aparát při dostatku vody.

Identifikace charakteristik rostlin přispívá k jejich popisu a tím i k lepšímu využití genofondu, což je důležitým krokem v managementu a využití genetických zdrojů rostlin (Bioversity, 2009). Detailní popis vlastností uchovávaného genofondu je nejdůležitějším nástrojem pro výběr genotypu se specifickými vlastnostmi (Bioversity, 2009). Velké množství genetických zdrojů rostlin se nachází v genových bankách, většinou jsou přístupné pro šlechtitele, avšak nemohou být využity v pl-

ném rozsahu kvůli nedostatku fenotypových informací.

Pro popis vlastností skladovaných genetických zdrojů v genových bankách se používají deskriptory, specifické pro plodinu či pro skupinu rostlin. Podle doporučení IBGRI (1978) pod deskriptorem 2.3. Citlivost k abiotickým stresům, je deskriptor 2.3.3 Citlivost k suchu (Drought Susceptibility) s pětibodovou stupnicí. Data reakce plodin na suchu v popisné části informačního systému EVIGEZ¹ uložených genotypů v Genové bance v Ruzyni byly podrobeny analýze. Pro hodnocení reakce rostlin na suchu je připraveno k použití sedm deskriptorů hodnotících suchovzdornost u 19 druhů rostlin (tab. 1). Bohužel z 53 232 položek uložených v genové bance bylo pomocí těchto deskriptorů zhodnoceno jen 701 genotypů což je 1,3 %. Z 1 173 druhů rostlin uložených v genové bance je suchovzdornost zhodnocena jen u šesti z nich což je 0,5 % a to pomocí pěti deskriptorů (tab. 2). V obou

¹⁾ (http://genbank.vurv.cz/genetic/resources/asp2/default_c.htm, přístup 07. 2015)



Obr. 1: Uplatnění různé úrovně fenotypování při fyziologickém hodnocení genotypů na suchovzdornost.

případech je to velmi malé procento zhodnoceného genofondu na reakci k suchu.

Nedostatečné množství popsanych položek je možné zvýšit pomocí fenotypování. Termín fenotyp používaný od 50 let minulého století, se dnes hojně rozšířil jako fenotypování nebo jako fenomika patřící do rodiny -omik, které byly přijaty jako nové vědní kategorie a jsou běžně využívány ve vědecké literatuře. Fenotyp rostliny lze popsat na základě morfologických, biochemických, fyziologických a molekulárních charakteristik. Morfologické, fyziologické a biochemické vlastnosti jsou důležité pro vyšlechtění genotypů s lepším výnosem, kvalitou a tolerancí k biotickým a abiotickým stresům (obr. 1). Klíčové fyziologické charakteristiky reakce rostliny na suchu jsou (i) maximalizace využití vody; (ii) maximalizace produkce v oblastech trpících nedostatečnou zásobeností vodou; (iii) adaptace na prostředí s limitní zásobeností vodou; (iv) produktivita rostlin v suchém prostředí prostřednictvím

efektivního zachycení vody, zvýšené efektivity transpirace, růstu a výnosu; (v) šlechtění odrůd do prostředí s omezenou zásobeností vodou na bázi asistované genomiky a transgenních přístupů (Turner et al., 2014).

Stanovují se kvantitativní parametry projevu genotypu u geneticky víceméně identického materiálu tak, aby se mohly popsat a uložit do popisné části. Bylo prokázáno, že řada vlastností není řízena pouze geneticky, ale fenotypové variace genotypu může zastínit fenotypové rozdíly mezi genotypy v geneticky identickém materiálu. Proto se používá statistické analýzy pro identifikaci fenotypových rozdílů mezi genotypy. Příklady vybraných fyziologických charakteristik vztahujících se k reakci rostlin na suchu používané při fenotypování jsou uvedeny v tabulce 3.

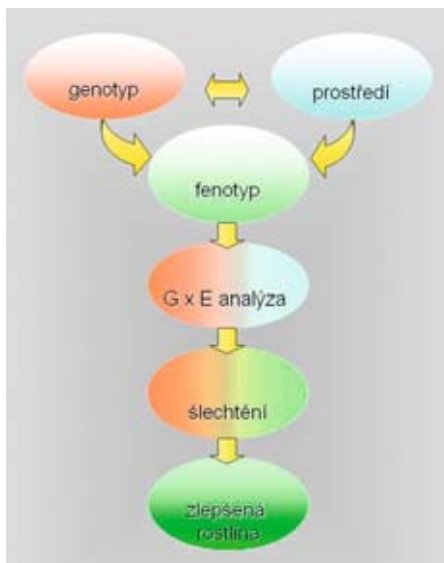
Rozvoj automatického fenotypování rostlin je umožněn díky rozvoji detekčních čidel, systémové technologie, automatizaci a matematické

formalizaci výsledků v algoritmech. Tato nová koncepce popisu vlastností rostlin spojených s výnosem, kvalitou, tolerancí k biotickým a abiotickým stresům umožňuje posoudit řadu rozdílů ve fyziologických parametrech za pomoci automatického měření se zobecněním pomocí matematických modelů. Digitální báze fenotypování rostlin je nová dosud se rozvíjející oblast výzkumu. Výhody digitálního fenotypování je možné spatřovat v jednotné struktuře, nedestruktivním měření, přesném opakovaném měření a přímém uložení dat. Hyperspektrální spektrometrie a zobrazovací technologie se s výhodou používají v nových fenotypovacích platformách v polních i v řízených podmínkách. Důležitou vlastností fenotypovací linky je aby měla vysokou propustnost tak, aby bylo možné změřit co nejvíce parametrů u co možná největšího množství rostlin aby bylo možné maximálně využít nákladnou měřicí techniku (obr. 1). Pomocí digitálního fenotypování se dá měřit řada fyziologických parametrů odrážejících fyziologické funkce spojené se suchovzdorností. Nejčastěji používané vlastnosti digitálního nedestruktivního fenotypování je teplota listů, teplota porostu, fluorescence chlorofylu, vodivost prùdchů, obsah chlorofylu, listová plocha, stárnutí listového pokryvu a vlastnosti kořenové soustavy. Z destruktivního fenotypování je možné jmenovat hlavně vodní potenciál listů a jeho složky, relativní obsah vody a diskriminaci izotopu uhlíku. Teplota rostliny je důležitý parametr, který je detekován pomocí termického zobrazení. Během vodního stresu nedostatečná transpirace se projeví téměř okamžitě na zvýšené teplotě transpirujícího povrchu. Se zavřením prùdchů dochází k poklesu výměny oxidu uhličitého a následně k poklesu fotosyntézy, což ovlivňuje i využití vody.

S digitálním fenotypováním vzniká problém zpracování velkého množství naměřených dat při jejich relativně jednoduchém získávání. Většinou se data zpracovávají on-line pomo-

cí předem ověřených matematických modelů a ukládají se jen zpracovaná data. Získaná data lze porovnat například v databázi Trait TRY (<http://www.try-db.org>, přístup 07. 2015), která obsahuje fenotypové reakce na životní prostředí pro širokou řadu rostlinných vlastností a parametrů.

Dá se předpokládat, že řada držitelů kolekcí má zhodnoceno několikanásobně větší množství genotypů s odolností k suchu, než je uvedeno v informačním systému EVIGEZ. Doplněním dat do popisné části se zhodnotí celá kolekce a najde širší uplatnění mezi uživateli. Je nutné uvažovat i do nedaleké budoucnosti o tom, aby byla fenotypová platforma využita pro rychlejší popis fenotypových vlastností genetických zdrojů. Dobré fenotypování má klíčový význam pro využití genotypů ve šlechtitelském procesu, zejména pro kvantitativní znaky, které jsou hlavními určujícími faktory odolnosti k suchu (Tuberosa, 2012) (obr. 2).



Obr. 2: Interakce genotyp (G) prostředí (E) a jejich vliv na fenotyp. Využití analýzy GxE při šlechtění na zlepšenou rostlinu.

Tab. 1: Navržené deskriptory u 19 druhů plodin, týkající se suchovzdornosti, u řady plodin jsou použity dva deskriptory.

Použitý deskriptor	počet druhů
Sucho - odolnost	19
Zasýchání zrna	5
Citlivost na sucho	1
Půdní nároky - vlhkost	1
Zavlažování - reakce	4
Náchylnost k poškození suchem	1
Přežití rostlin během vegetace	1

Tab. 2: Zhodnocené genotypy podle deskriptorů u šesti rostlinných druhů, u dvou druhů jsou použity dva deskriptory.

Použitý deskriptor	počet druhů
Sucho - odolnost	4
Citlivost na sucho	1
Půdní nároky - vlhkost	1
Zavlažování - reakce	1
Přežití rostlin během vegetace	1

Tab. 3: Vybrané fyziologické charakteristiky vztahující se k reakci rostlin na sucho používané při jejich fenotypovém popisu (upraveno podle Yol et al. 2015).

Charakteristika	Odkaz
Osmotické přizpůsobení	Pierre a Arce (2012)
Diskriminace izotopu uhlíku	Lopes a Mullan (2012)
Relativní obsah vody v listech	Mullan a Pietragalla (2012)
Rolování listů	http://www.lemnatec.com/plant-phenotyping.php
Efektivita využití vody (WUE)	Pierre et al. (2012)
Rezistence k suchu	Phenofab (2012) (http://www.phenofab.com/)
Zotavení se ze sucha	Phenofab (2012) (http://www.phenofab.com/)

Seznam literatury

Bioversity (2009) Coping with climate change: the use of agrobiodiversity by indigenous and rural communities. Bioversity International: Rome.

Přístupné na: <http://www.agrobiodiversityplatform.org/blog/?p=2505>

IBPGR (1978) A Minimum List, International Board for Plant Genetic Resources and Information Sciences/Genetic Resources Program. AGPE: IBPGR/77/20, IBPGR Secretariat Rome

Lopes, M., Mullan, D. (2012) Carbon isotope discrimination. In: Pask A, Pietragalla J, Mullan D, Reynolds M (eds) Physiological breeding II: a field guide to wheat phenotyping. CIMMYT, Mexico, pp 28–30

Mullan D, Pietragalla J (2012) Leaf relative water content. In: Pask A, Pietragalla J, Mullan D, Reynolds M (eds) Physiological breeding II: a field guide to wheat phenotyping. CIMMYT, Mexico, pp 25–27

Pierre CS, Arce VT (2012) Osmotic adjustment. In: Pask A, Pietragalla J, Mullan D, Reynolds M (eds) Physiological breeding II: a field guide to wheat phenotyping. CIMMYT, Mexico, pp 21–24

Pierre CS, Crossa JL, Bonnett D, Yamaguchi-Shinozaki K, Reynolds MP (2012) Phenotyping transgenic wheat for drought resistance. J Exp Bot 63:1799–1808

Tuberosa, R. (2012). Phenotyping for drought tolerance of crops in the genomics era. Frontiers in physiology, 3.

Turner, N. C., Blum, A., Cakir, M., Steduto, P., Tuberosa, R., Young, N. (2014). Strategies to increase the yield and yield stability of crops under drought—are we making progress? Functional Plant Biology, 41(11), 1199–1206.

Yol, E. Toker, C., Uzun B. (2015) Traits for phenotyping. In: Phenomics in Crop Plants: Trends, Options and Limitations Springer India, 11–26.

Klimatická změna a odolnost genofondu obilnin a řepky vůči abiotickým stresům

RNDr. Ilja Tom Prášil, CSc., prasil@vurv.cz, tel.: 233 022 440

Ing. Milan O. Urban, DiS, olinek.vcelar@vurv.cz

Ing. Jana Musilová, musilova@vurv.cz

Mgr. Pavel Vítámvás, PhD., vitamvas@vurv.cz

RNDr. Klára Kosová, PhD., kosova@vurv.cz

Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha-Ruzyně

Klimatická změna může významně zasáhnout do pěstování obilnin a řepky a prověřit jejich odolnost vůči abiotickým stresům. Na našem území se jedná hlavně o působení sucha a horka na porosty v době vegetace, mráz a další nepříznivé faktory v zimní periodě a mrazíky v průběhu jarní či podzimní vegetace. Předpokládá se zvýšený výskyt nepředvídatelných a hlubokých výkyvů počasí od normálu, které se budou střídat s různou frekvencí a v různých fázích roku. Ke zlepšení odolnosti

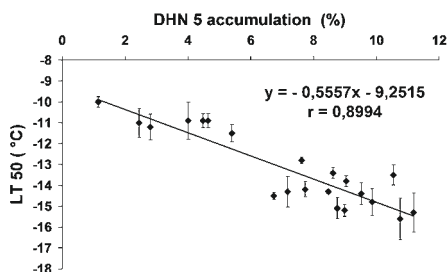
pěstovaných plodin vůči abiotickým stresům je třeba přihlídnout nejen při výběru vhodných odrůd, ale již při jejich šlechtění např. využitím genetických zdrojů - nositelů znaků odolnosti. V současnosti se mohutně rozvíjející oblast molekulárně-genetického výzkumu tzv. „omics“, která pak přináší i nový aspekt pro aplikace a práce s genetickými zdroji – molekulárně-biologické hodnocení genotypů a výběr nových komplexních molekulárních znaků a markerů.



Vzorek	SZ (9 až 1)
Rokycanská sametka	9
Stupická bastard	8
Dobrovická přesívka	7
Židlochovická osinatka	6
Pavlovická 198	6
Postoloprtská přesívka	5
Altgold - špalda	5
G 3116 - jednozrnka	5
Parus – pšenice tvrdá	3

Obr. 1 a tab. 1: Pohled na areál ve VÚRV - Ruzyni, kde probíhá pravidelné hodnocení zimovzdornosti obilnin pomocí bedýnkového provokačního testu v přirozených podmínkách a příklad zjištěných stupňů zimovzdornosti (SZ) z víceletých testů starých a krajových odrůd pšenice seté, pšenice tvrdé, špaldy a jednozrnky (9 = nejodolnější, 1 = nejcitlivější k zimním stresům).

Poškození rostlin mrazem a zimou je u nás obvykle spojeno s působením holomrazů či naopak dlouhotrvající sněhovou pokrývkou, kdy dochází k vyčerpání rostlin a jejich napadení patogeny. K poškození obilnin komplexem patogenů plísni sněžné jsou náchylnější husté a přerostlé rostliny při zvýšené vlhkosti v porostech. Klimatická změna spojená s teplým podzimem navíc neumožní rostlinám včas a plně se otužit a tak již daleko mírnější mrazy mohou způsobit rozsáhlé škody na porostech. V tomto století došlo k rozsáhlému poškození porostů mrazem v zimě 2002/2003 a 2011/2012, dlouhotrvající sněhová pokrývka s druhotným napadením patogeny a poškozením vyčerpaných porostů byla v zimě 2005/2006. Víceleté studie prováděné na souboru původních krajových odrůd pšenice seté, špaldy a jednozrnky ukázaly významné zdroje odolnosti k zimním stresům (obr. 1 a tab. 1). Nové transkriptomické a proteomické studie pak přinášejí i nové molekulární znaky vhodné pro selekci mrazuvzdorných genotypů (obr. 2).



Obr. 2: Korelace mezi dvěma znaky mrazuvzdornosti hodnocenými u souboru 21 odrůd ječmenů: Letální teplota (LT50) rostlin po laboratorním mrazovém testu a akumulace stresových proteinů ze skupiny dehydrinů (DHN5) zjištěných u rostlin před mrazovým testem pomocí jednorozměrné gelové elektroforézy (1-D SDS-PAGE) a imunoblotu za použití specifické primární protilátky (podle Kosová et al., 2008).

Poškození rostlin jarními a podzimními mrazíky je spojeno s krátkodobým působením přizemních mrazů několik stupňů pod nulou. Časné nástupy jarní regenerace ozimů

v důsledku rychlého oteplení, sice urychlí vývoj rostlin na poli, ale sníží jejich citlivost vůči jarním mrazíkům (deaklimace). Druhou skupinou obilnin jsou kukuřice a tzv. **minoritní obilniny**, např. čirok, bér, jejichž uplatnění v praxi je u nás přímo vázáno na délku vegetační doby ohraničené odolností rostlin k nízkým teplotám v době vzházení a zrání. Ve fázi dozrávání semen u těchto minoritních subtropických plodin typu C4 se negativně projeví i vysoké srážky. U všech obilnin, zejména původem z velmi teplých oblastí, je citlivá na nízké teploty hlavně fáze klíčnic a velmi mladých rostlin (obr. 3).

Poškození suchem a/nebo horkem se projevuje zpomalením růstu a vývinu rostlin a negativním dopadem na výnos. Dostatek vody je nezbytný u většiny plodin při vzházení, prodloužením růstu, kvetení a v první fázi tvorby semen (nalévání zrna). Významnou úlohu spojenou s adaptabilitou k suchu hrají délka a hloubka kořenového systému, transport vody v rostlině a regulace ztráty vody z rostlin. K silnému poškození porostů suchem došlo u nás v roce 2000 a 2007 a v kombinaci s mrazovým poškozením v zimě to bylo v průběhu vegetace v roce 2003 a 2012. Možným a rychlým řešením je například hledání genotypů s vysokou



Obr. 3: Rozdílná citlivost vzešlých rostlin tří odrůd čiroku ke krátkodobému tříhodinovému působení mrazu -4 °C. Výsledky testu v laboratoři fenotypování odolnosti plodin k abiotickým stresům VÚRV.

energií klíčení a tedy rychlejším vývojem kořenové soustavy i mezi starými či krajovými odrůdami pšenice i řepky. Suchovzdornost rostlin je komplexní znak, který může popisovat řada dílčích deskriptorů (viz příspěvek Urbana et al. v tomto sborníku). Přímé stanovení suchovzdornosti plodin v polních podmínkách je závislé na mnoha faktorech a je výrazně ovlivněno ročníkem a lokalitou. Proto se ve VÚRV v Ruzyni provádí i simulační nádobové pokusy s pěstováním genotypů pod stříškou a s regulovanou závlahou (obr. 4).



Obr. 4: Část nádobového pokusu se sortimentem pšenic pěstovaných s regulovanou závlahou. Vlevo varianta s omezenou závlahou po kvetení rostlin, vpravo kontrolní varianta.

Shrnutí: Přímá ochrana obilnin či řepky před působením abiotických stresů ovlivněných klimatickou změnou je omezená nebo se nedělá kvůli velkým pracovním a finančním nákladům (např. umělé zavlažování). Hlavní postup spočívá v prevenci - výběru a šlechtění odolných odrůd. Pravidelné hodnocení odolností k abiotickým stresům všech nových odrůd a linií obilnin a řepky různého geografického původu a hledání genetických zdrojů jako nositelů vhodné odolnosti pro šlechtění, např. s využitím starých či krajových odrůd, patří k významným krokům v boji proti negativnímu působení abiotických stresů na pěstované plodiny v současném rozkolísaném klimatu v ČR. Nové transkriptomické a proteomické studie genetických zdrojů obilnin a řepky za účelem popisu a selekce genotypů a znaků odolnosti se intenzivně rozvíjí.

Seznam literatury

Kosová K., Holková L., Prášil I.T., Prášilová P., Bradáčová M., Vítámvás P., Čapková V. (2008): Expression of dehydrin 5 during the development of frost tolerance in barley (*Hordeum vulgare*). Journal of Plant Physiology 165: 1142-1151.

Hodnocení znaků suchovzdornosti u ozimé pšenice

Ing. Milan O. Urban, DiS.

Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha-Ruzyně

olinek.vcelar@vurv.cz, tel.: 233 022 448

RNDr. Ilja T. Prášil, CSc.

Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha-Ruzyně

prasil@vurv.cz, tel.: 233 022 440

Úvod

V kontextu klimatických změn je kromě extrémních výkyvů počasí nejčastěji zmiňován problém spojený s nedostatkem vody. Mezi oblastmi, které byly v minulosti nebo stále jsou velmi zemědělsky produktivní, a kde v současné době hrozí nedostatek závlahové, spodní či povrchové vody, patří zejména západ a střed USA, Argentina, JAR, Mali, Čad, Libye, severní Írán, SV Turecko, SZ Španělska, Portugalsko, jih Francie a západní pobřeží Itálie, Slovinsko, balkánské země, Austrálie apod. (informace dostupné na www.drought.gov/gdm/content/welcome; pro české podmínky www.intersucho.cz). Nepravidelně, ale s větší frekvencí a nepředvídatelnou variabilitou, se očekává výskyt sucha ve střední a východní Evropě. Aktuálně v roce 2015 nastalo v ČR podle hydrologů nejhorší sucho za posledních 12 let a mělo podobný průběh jako v roce 2003. Již teď je jasné, že řešení problematiky sucha bude muset doznat významné změny. Národní program konzervace a využívání genetických zdrojů rostlin, zvířat a mikroorganismů významných pro výživu a zemědělství (NP) má za cíl mimo shromažďování také popis a uchovávání genetických zdrojů. Genetické zdroje tak mohou být díky NP lépe využity a zhodnoceny i vzhledem k jejich reakci na změny klimatu a NP tak svým

posláním může zajistit trvalé rozvíjení agrárního sektoru.

Genetické zdroje pšenice, zejména krajové odrůdy, staré materiály ale i plané příbuzné druhy mohou sloužit jako donory vlastností (genů), mezi které již pragmaticky musíme počítat schopnost rostlin adaptovat se na sucho či mu uniknout raností. Do budoucna mohou genetické zdroje pšenice hrát roli při genových manipulacích či jako zdroj pro minoritní plodiny či ekologické zemědělství – jsou totiž geneticky značně heterogenní. Problém je, jak tyto zdroje najít a účelně šlechtitelsky využít pro tvorbu vhodných odrůd pro změněné klimatické podmínky (obr. 1).



Obr. 1: Variabilita genetických zdrojů pšenice ozimé (Foto: J. Hermuth)

Šlechtitelský proces začíná výběrem vhodných genotypů. Protože tolerance k environmentálním stresům je složitě (polygenně) založený znak, musí být výběr genotypů velmi komplexní. Ne všechny ročníky umožní šlechtitelům selekci odolných rostlin a linií v polních podmínkách např. k střídajícím se formám sucha, intenzitě a době působení sucha, půdnímu profilu; proto někteří šlechtitelé např. ve Francii záměrně vybírají materiály v silných selekčních podmínkách (např. pravidelně prosýchavé substráty). Odolnost genotypu proti abiotickému stresu (míra jeho adaptability) je poté určena na základě procenta přežití rostlin (přežití závisí na intenzitě a trvání stresu) a na základě míry snížení produktivity genotypu (můžeme sledovat např. stabilitu výnosu v různých ročnících). Tento projev můžeme obecně nazvat „prostředím ovlivněná výnosová schopnost genotypu“.

V současné době systém registrace nových odrůd upřednostňuje spíše fenotypovou (morfologickou) homogenitu porostů než fenotypovou plasticitu odrůd, přestože zemědělci dnes vyžadují právě plastické odrůdy (i když jich na trhu moc není). Široce adaptabilní plastické genotypy by měly být schopny rychle (reverzibilně, dostatečně a s minimálními výnosovými depresemi reagovat na sucha a být výnosné i mezi-ročníkově. Současné odrůdy představují obvykle geneticky zcela shodné jedince a společenský požadavek na uniformitu (jež je přírodě vlastně cizí) bude nutno přehodnotit. Kurátoři genových bank data reakce odrůd na sucha sledují jen orientačně a omezeně. Je to dáno tím, že získat informace o adaptabilitě odrůd k suchu je velmi náročné a/nebo naráží na nedostatek informací o tom, které deskriptory jsou v konkrétním agro-ekologicko-klimatickém rámci relevantní (adaptabilitou v tomto kontextu rozumíme schopnost genotypu efektivně se přizpůsobit prostředí). Ani sama definice deskriptoru odolnost k suchu není jednoznačně definována ani obecně ani pro konkrétní

prostředí (stejný genotyp se totiž hypoteticky může chovat jinak v suchých teplých oblastech anebo ve studených vlhkých při stejném výnosu). Konečně ani Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský mezi sledované znaky a vlastnosti nezařazuje informace o suchovzdornosti nově registrovaných nebo doporučovaných genotypů. Vzhledem k tomu, že tato data nejsou k dispozici, je aktuální potřeba metodologicky tento problém zpracovat (standardizovat pro odrůdy, k průběhu počasí, vliv ročníku a korigovat výnosovou depresi) a také ověřit výsledky standardizace v praxi. Kurátoři kolekcí genetických zdrojů si v této souvislosti mohou klást otázku, jak hodnotit schopnost odrůdy reagovat na stres a jak tuto schopnost vyčíslit a vložit do popisných údajů tak, aby údaj snesl srovnání s jinými údaji naměřenými na odrůdách pěstovaných v jiných prostředích, státech apod. Tento přístup (tedy vyhledat znak spojený se „suchovzdorností“) sice vypadá jednoduše, ve skutečnosti ovšem zahrnuje komplexní charakterizaci daného genotypu, zjištění dědivosti (heritabilita vyjadřuje podíl dědičné složky na fenotypovém projevu znaku v součinnosti s reakcí odrůdy na prostředí) konkrétních znaků spojených s adaptabilitou k suchu a popis chování odrůdy před, během či po působení abiotického faktoru navíc v průběhu alespoň dvou makro-fenologických fází (u obilnin např. doba prodlužovacího růstu a nalévání zrna).

Některé současné popisné deskriptory, které na základě publikovaných výsledků mají vztah k reakci plodin na suché podmínky, jsou již uvedeny v publikaci: Klasifikátor genus *Triticum* L., VÚRV, Praha, 1985. Kurátoři genetických sbírek pšenice např. mohou tedy v rámci základního hodnocení genetických zdrojů využít následující deskriptory, které mají více méně kladný vztah k suchovzdornosti genotypů. Sledováním a popisem deskriptorů jako např. tvar trsu rostliny, kořenová soustava, pokryvnost listoví, ojinění listu, osin i klasů (obr. 2), charakter vegetace (jařiny vs. ozimy), rychlost

počátečního růstu, délka vegetační doby, počet dnů mezi metáním a zráním zrn, odolnost k vyzimování, k poléhání a k biotickým faktorům získají kurátoři základní informace o potenciální schopnosti daného genotypu reagovat na sucho. Jak bylo řečeno výše, mezi odborníky není přitom stále zcela jasné, jak projev daných deskriptorů (jaká hodnota, tvar, délka apod.) koreluje či ovlivňuje míru suchovzdornosti. Různé genotypy totiž na sucho 1) reagují jinak (na biochemické či fyziologické úrovni) a také 2) úroveň deskriptorů (jejich projev na stupnici) u stejného genotypu se mění vzhledem ke stanovišti (dědivost znaků kolísá od vysoké po nízkou).



Obr. 2: Rozdílné typy klasů ovlivňují i adaptabilitu genotypů k suchu (Foto: J. Hermuth)

Které nové popisné deskriptory mohou být užitečné při hledání plodin adaptovaných k sušším podmínkám?

Tolerance (rezistence) je komplexem znaků, který kombinuje různé mechanismy adaptace. Komplexními znaky, které vypovídají nejen o vlivu sucha na jednotlivé genotypy, jsou samozřejmě výnos zrna, množství biomasy a kvalita produktu v podmínkách omezeného množství vody (obr. 3). Výnos jako znak má ovšem nižší heritabilitu a je závislý na podmínkách prostředí. Fenotypové projevy rostlin adaptovaných na stres sucha jsou ale (dle dosavadního výzkumu) v rozporu s očekáváním zemědělců: tolerantní genotypy mají pomalejší

růst, nižší produkci biomasy a výborně fungující regulační mechanismy adaptace (např. fotosyntetická aklimace, akumulace dehydrinů apod.). Genetické zdroje se dnes také mohou hodnotit na základě dat získaných díky sofistikovaným přístrojům (např. gazometrická měření, transport asimilátů, tedy vztahy source-sink, aktivita enzymů a stabilita proteinů apod.). Tato data je časově náročné získat a jsou zatížena určitou chybou měření, obsluhy apod. (spíše změříme jednotky genotypů/den) a při jednorázovém užití mají omezení (často měříme jen změny počasí), nehledě k výše zmíněné heterogenitě vstupů i výstupů (mikroklimatická specifika porostů). Tento přístup tedy není vhodný pro selekci a obecnou charakterizaci genotypů, ale pro získání detailních informací o několika vybraných „slibných“ genotypech.



Obr. 3: Poškození klasů pšenice vlivem sucha a horka (Foto: I.T. Prášil)

Pokud bychom chtěli výnos, biomasu či kvalitu produkce prohlásit za popisné deskriptory označující odolné genotypy napříč genetickými databázemi, potom by ovšem tyto musely být založeny na výsledcích získaných ve standardizovaných podmínkách (jak nařizují Standardy 4.6 a 5.7 v *Genebank Standards for Plant Genetic Resources for Food and Agriculture*, FAO 2013), při určitém průběhu počasí a při nedo-

statku vody v přesně definovaných fázích vývoje tak, aby sucho ještě nesetřelo odrůdové rozdíly, ale jeho vliv byl již markantní.

Na základě studia odborné literatury jsme se pokusili o stručný výčet nových „klasifikátorů“, na které by se mohli kurátoři genetických sbírek pšenice soustředit. Navrhujeme znaky, které se prozatím v kolekcích nehodnotí, ale u pšenice ozimé mohou šlechtitelům a do konce pěstitelům poskytnout zajímavá orientační data o fenotypu (vzhled jedince, který odráží reakci genotypu na prostředí) a nejsou přitom časově ani finančně příliš náročné na získání a zpracování. Mezi tyto metody např. patří: stanovení diskriminace uhlíku ^{13}C (sledujeme efektivitu využití vody za různá období růstu), teplota rostlin/listů v zapojeném porostu (souvisí s aktivitou kořenů a vodním režimem rostlin), tzv. integrální listová pokrývnost (změny listové plochy v čase k změnám prostředí), spektrální reflektanční indexy (odrazivost vlnových délek světla od porostů, vzhledem k obsahu vody, proteinů, cukrů, karotenoidů apod.), fluorescence chlorofylu, sledování růstových charakteristik (rychlost růstu), stanovení rozpustných sacharidů ve stoncích/listech (hodnocení rezerv energie u jednotlivých genotypů). Uvedený výčet ovšem zdaleka není konečný a bude se dále vyvíjet např. s rozvojem nedestruktivních fenotypovacích metod studia suchovzdornosti, ověřováním funkčních markerů odolnosti či adaptabilních znaků. Protože jde o znaky s různou dědivostí a různým projevem, je v tomto ohledu nutný další výzkum, který identifikuje nejvhodnější metodu (či kombinace metod) selekce vhodných genotypů.

Závěr

Suchovzdornost rostlin je komplexní znak, který může být sledován řadou dílčích popisných deskriptorů. Popisné deskriptory by měly plnit zásadní popisnou a informační funkci, sumarizovat data z různých geografických oblastí, z různých vědeckých disciplín (fyziologie rostlin, geologie, pedologie, výpočetní technika, modelování, dálkový průzkum apod.) a také integrovat zkušenosti agronomů, pěstitelů a přání konečných spotřebitelů či výrobců potravin. Tato data jsou v současné době k dispozici jen v omezeném množství a komplexně je v ČR nikdo nestuduje anebo nejsou publikována. Stávající systém popisu genetický zdrojů, doplněný o nejnovější poznatky, může významně přispět k využití šlechtitelům a zpřesnit jim hodnocení a výběr šlechtitelských materiálů. Tím práce a informace uložené v databázích budou lépe plnit svůj účel a genetické zdroje se nestanou jen „muzejními položkami“. Při hodnocení genetických zdrojů stojíme tedy před nelehkým úkolem, jak obohatit informace o genetických zdrojích sledovaných v ČR účelně, aplikovatelně a koncepčně z pohledu pravděpodobných změn klimatu. Snahou by mělo být na základě nejnovějších výsledků výzkumu aktualizovat současný význam deskriptorů, využít popisné síly vybraných stávajících deskriptorů a vytvořit skupiny deskriptorů charakterizujících určitou část adaptability k suchu. Tímto můžeme ověřit jejich přínos k odolnosti genotypů vzhledem ke klimatickým změnám. Aktualizované a nově doplněné deskriptory je poté možno využít při prohlédávání různých genetických databází za účelem nalezení odolnějších genotypů.

Potenciál GZR pro šlechtění v souvislosti se změnou klimatu

Potenciál planých druhů tribu *Triticeae* (pšenicovité) pro šlechtění na podmínky měnícího se klimatu.

Ing. Vojtěch Holubec, CSc.

Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i. Praha-Ruzyně

holubec@vurv.cz, tel.: 233 022 497



Obr. 1: *Aegilops cylindrica*

Obilniny mírného pásma jsou strategickými plodinami pro výživu lidstva. Nejvýznamnější pšenice a ječmen spadají do šestice plodin,

které zajišťují energetickou spotřebu člověka ze 70 % (FAO, 2014). Globální ohrožení produkce biotickými a abiotickými faktory by mohlo mít nedozírné následky pro zásobování lidstva potravinami. Pšenice sice patří mezi velmi plastické plodiny, různorodé genotypy jsou přizpůsobeny pěstování prakticky ve všech klimatických pásmech na Zemi. Přesto diskutované globální změny klimatu, zejména výskyty extrémních klimatických výkyvů by mohly produkci ohrozit, pokud by šlechtitelé s těmito faktory nepočítali. Klasické šlechtění využívá geny obsažené v sortimentech pšenice, ve šlechtěných a krajových odrůdách. Mnohem větší zásobárna využitelných genů a vlastností ale existuje v planých ancestrálních druzích a v dalších příbuzných druzích a rodech zahrnutých botanicky do tribu *Triticeae* (pšenicovité). Tribus *Triticeae* je jedním ze 13 tribů subčeledi *Pooideae* (lipnicovité). Zahrnuje přes 350 druhů a 500 taxonů včetně poddruhů (Löve, 1984; Dewey et al., 1984) spadajících do různého počtu rodů (až 38) podle preferované botanické klasifikace.

Kromě obilnin, tribus *Triticeae* zahrnuje důležité trávy. V některých oblastech dominují tyto



Obr. 2-3: Pustinec (*Eremopyrum buonapartis*), klásky a detail klasu, Kazachstan.

trávy ve společenstvech na rozsáhlých územích, zejména v aridní Asii, Americe a Austrálii.

Zde slouží jako důležité pícniny a pokrýv půdy proti erozi. Jedná se zejména o vytrvalé stepní druhy, jednoleté a efemerní druhy, synantropní ruderalní a segetální druhy. Taková diversita stanovišť druhů *Triticeae* dává předpoklad velké diversity vlastností a genů, které mohou být prospěšné pro zlepšování plodin (Holubec et al., 2005). Plané druhy příbuzné nebo ancestrální formy kulturních plodin (Crop Wild relatives, CWR) jsou cennými zdroji pro šlechtění nebo pro přímé zavedení do kultury jako nové plodiny (Guarino et al., 1995). Vět-

šina druhů tribu *Triticeae* má široké rozšíření, ale jsou mezi nimi i druhy vzácné a vyžadující ochranu. V environmentálně dynamickém světě s konstantně se zvyšující populací lidstva a omezenými zdroji musíme ochraňovat genetickou diversitu jak pro potravinové využití, tak pro bezpečnost životního prostředí (Iriondo et al., 2008).

Na extrémních stanovištích druhy *Triticeae* představují jediný rostlinný pokryv. Jednoleté trávy s vysokým podílem druhů *Triticeae*, zejména rody *Heteranthelium*, *Eremopyrum* (pustinec), *Crithodium*, *Taeniatherum*, *Aegilops* (mnohoštět), *Hordeum* (ječmen), *Secale* (žito) a *Dasyphyrum* (kosmáč) (obr. 4-6) jsou často



Obr. 4-6: Kosmáč huňatý (*Dasyphyrum villosum*), Mnohoštět cizí (*Aegilops peregrina*, *Heteranthelium piliferum* Sýrie)

edifikátory polopouštní vegetace na Blízkém východě a ve Střední Asii. Velký podíl stanovišť druhů *Triticeae* jsou sekundární, poškozené a devastované plochy a ruderaly. Při malém úhrnu srážek přepásání dobyt看em v aridních oblastech otevírá niku nástupu jednoletých druhů *Triticeae*, na Blízkém východě zejména *Aegilops crassa* (mnohoštět hustý). Tato sekundární vegetace po vyčerpání půdní zásoby semen může být na mnoho let “konečným” sukcesním stádiem (Holubec a Bocková, 2003).

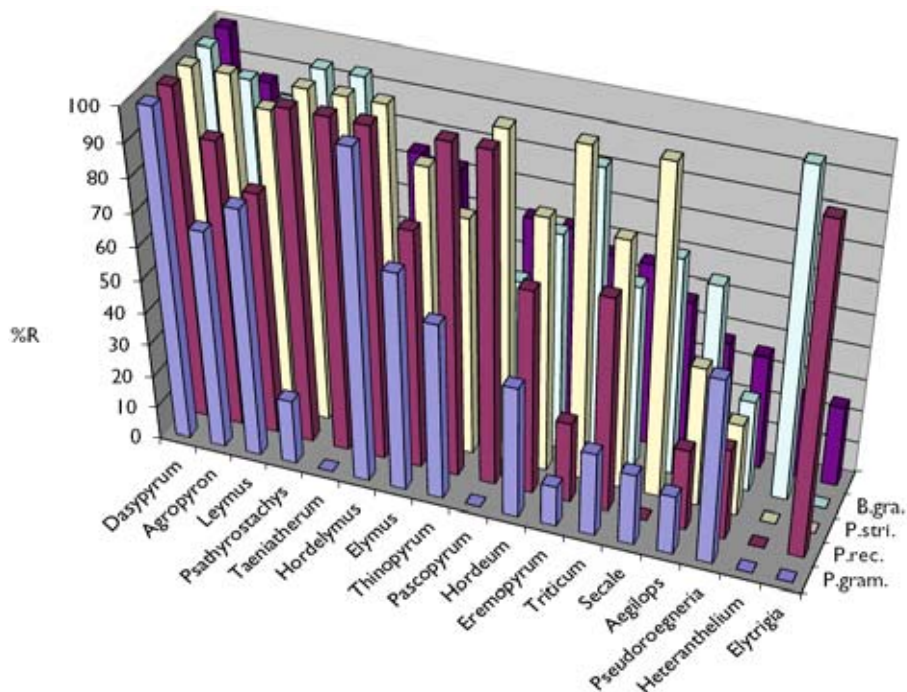
Strategie přežití druhů na extrémních stanovištích je různá: 1. vysoká tolerance vůči suchu, 2. efemerní krátký charakter životního cyklu nebo 3. kombinace předchozích strategií. Tolerance vůči suchu a vysokým teplotám je šlechtitelsky cenný komplex biochemických

a morfologických vlastností s vysokým potenciálem využití ve šlechtění. Naopak efemérnost je cenná jen z hlediska zvýšení ranosti.

V měnícím se klimatu dochází ke zvýšené migraci rostlinných druhů, objevují se zde adventivní druhy z jihovýchodu, objevují se nové druhy rasy patogenů. Tyto nové rasy patogenů je třeba zařadit do hodnocení a do šlechtitelských programů.

V genové bance VÚRV Praha-Ruzyně byla soustředěna kolekce planých druhů tribu *Triticeae* čítající přes 1800 vzorků náležejících do 23 rodů a 133 druhů. Kolekce je postupně doplňována výměnou a expediční činností.

Plané druhy z kolekce byly testovány v průběhu několika let k odolnosti vůči listovým



Graf I: Procento resistantních položek u druhů tribu *Triticeae* vůči rzi travní (P.gram), pšeničné (P.rec), plevové (P.stri) a padlí travnímu (B.gra).

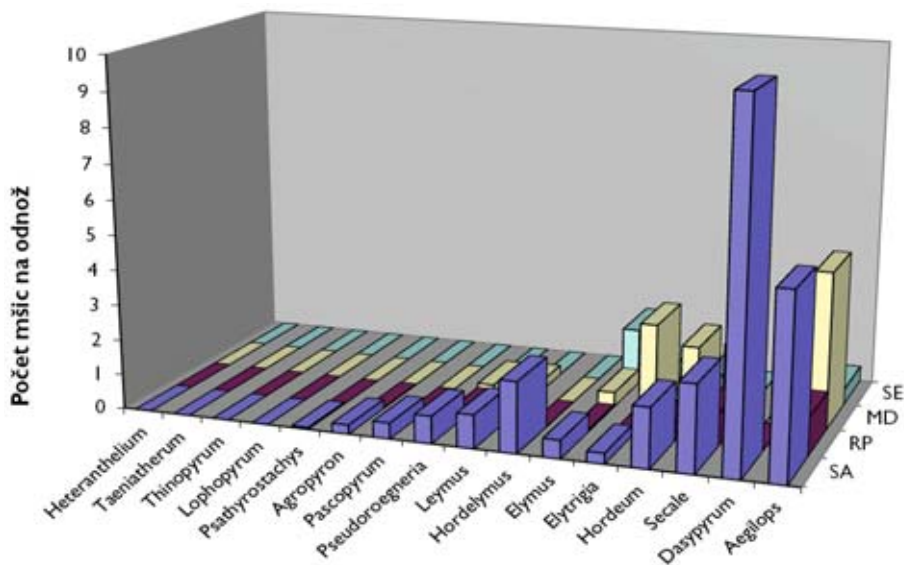
chorobám - padlí travnímu (*Blumeria graminis* (DC.) SPEER f.sp. *tritici* (DC.) MARCHAL), rzi pšeničné (*P.recondita* ROB. ex DESN.), travní (*Puccinia graminis* f.sp. *tritici* ERIKSS. et HENN) a plevové, (*P.striiformis* WESTEND), a vůči obilním mšicím *Metopolophium dirhodum* (WALKER) (MD), *Rhopalosiphum padi* (L.) (RP), *Sitobion avenae* (F.) (SA), *Rungia elegans* (SE). Polní hodnocení výskytu symptomů virových chorob WDV virus zakrslosti pšenice a BYDV virus žluté zakrslosti ječmene bylo prováděno devítibodovou stupnicí.

Výsledky hodnocení ekotypů ze sběrů druhů tribu *Triticeae* na listové choroby jsou sumarizovány za dobu 25 let (graf 1) podle procenta resistantních ekotypů v rámci rodu a druhu. Nejblíže příbuzné rody obilninám *Aegilops* (mnohoštět), *Triticum* (pšenice), *Secale* (žito) se objevují na konci grafu a jejich resistance vůči sledovaným patogenům je nejnižší. Rody *Dasyphyrum* (kosmáč) a *Agropyron* (žitňák) mají nejvyšší podíl resistantních ekotypů. V rámci planých druhů rodu *Triticum* byl nejvyšší stu-

peň resistance ke sledovaným listovým chorobám zaznamenán u položek *T. araraticum* a nejnižší u *Triticum urartu*. Starý kulturní druh *T. monococcum* (pšenice jednozrnka) projevil mimořádnou resistencí vůči všem sledovaným chorobám.

V rámci nejvíce zastoupeného rodu *Aegilops* (mnohoštět) nejresistentnějším druhem k listovým chorobám byl vždy *Ae. speltoides* a *Ae. comosa*. Relativně vysoký stupeň resistance ke rzi pšeničné prokázaly druhy *Ae. crassa*, *Ae. ventricosa*, a *Ae. biuncialis*. Vysoký stupeň resistance ke rzi plevové byl zaznamenán u druhů *Ae. juvenalis*, *Ae. kotschy*, *Ae. columnaris*, *Ae. biuncialis*, *Ae. triuncialis*, *Ae. neglecta* a *Ae. ventricosa*.

Z dalších rodů položky *Secale montanum* (žito horské), *S. anatolicum*, *Eremopyrum distans* (pustinec odlišný) a *E. orientale* (pustinec východní) byly velmi náchylné vůči rzi travní a pšeničné. Ječmenice - *Leymus akmolinsensis*, *L. angustus* a *L. karelinii* byly vysoce náchylné ke rzi pšeničné.



Graf 2: Hodnocení napadení druhů tribu *Triticeae* mšicemi (SA - *Sitobion avenae*; RP - *Rhopalosiphum padi*; MD - *Metopolophium dirhodum*; SE - *Rungia elegans*)

Hodnocení napadení obilními mšicemi bylo prováděno ve spolupráci s odd. entomologie VÚRV (RNDr. H. Havlíčková, CSc.). Do dlouhodobého hodnocení byly zahrnuty rody *Aegilops* a *Triticum* a v posledních letech je



Obr. 7: Ječmen hřivnatý (*Hordeum jubatum*), Sachalin

sledováno polní napadení u dalších jednoletých druhů (žito ječmen, kosmáč, pustinec, *Taeniatherum* a *Heteranthelium*). Nejvyšší napadení mšicí *Metopolophium dirhodum* (kyjatka travní) bylo zaznamenáno na ekotypech *Ae. triumcialis* a *Ae. geniculata* (počet mšic na

odnož, graf 2). Mšice střemchová - *Rhopalosiphum padi* (RP) byla nalezena nejčastěji na ekotypch *Ae. tauschii*. Kyjatka osení - *Sitobion avenae* (SA) byla zaznamenána nejčastěji na ekotypch druhu *Ae. geniculata*.

Plané druhy *Triticeae* jsou významnými genetickými zdroji pro šlechtění obilnin v souvislosti s globálním oteplováním a zvyšující se četností výskytu extrémních klimatických faktorů. Jsou zdrojem genů resistance vůči abiotickým stresům a vůči patogenům, které také migrují nebo mohou migrovat na naše území. Jsou významnou složkou přírodní vegetace na extrémních stanovištích v aridních oblastech na slaných půdách, jako pionýrské druhy v sukcesi i v sekundární vegetaci intenzivně ovlivněné člověkem. Pokud by došlo k významnějšímu oteplení klimatu, lze očekávat migraci zejména jednoletých druhů *Triticeae*. Vytrvalé druhy jsou jedinečným materiálem jako meliorační druhy pro rekultivace krajiny poškozené lidskou činností. Jejich konzervaci a využití je sice věnována velká pozornost, ale ve srovnání s jejich potenciálem jen zanedbatelná.

Seznam literatury

Dewey, D.R.: The genomic system of classification as a guide to intergeneric hybridization with the perennial *Triticeae*. In: J.P.Gustafson: Gene manipulation and plant improvement. Plenum Publishing Corp. New York, 1984: 209-279.

FAO, 2014. <http://www.fao.org/docrep/u8480e/u8480e07.htm>

Guarino, L., Ramanantha Rao, V., Reid, R.: Collecting plant genetic diversity. Technical guidelines. IPGRI Rome, 1995.

Holubec, V., Bocková, R.: Stress and plant adaptation in the natural environment. In: Bláha, L., Bocková, R., Hnilička, F., Hniličková, H., Holubec, V., Molerová, J., Štolcová, J., Zieglerová, J., Plant and stress. VÚRV Praha, 2003: 44- 56.

Holubec, V., Dumaslová, V., Hanzalová, A.: *Triticeae* genebank collection as a source of resistance to fungal diseases. Czech Journal of Genetics and Plant Breeding, 41, 2005: 189-192.

Iriondo, J.M., Maxted, N., Dulloo, M.E.: Conserving plant genetic diversity in protected areas: Population management of crop wild relatives. CABI, Wallingford, 212 pp.

Löve A. 1984. Conspectus of the *Triticeae*. Feddes Repertorium, 95/4, 2008: 225-258.

Genetický potenciál pro zvyšování úrodnosti a plasticity pšenice

Ing. Petr Martinek, CSc.
Agrotest fyto, s.r.o., Kroměříž
martinek@vukrom.cz

Rostoucí lidská civilizace potřebuje růst zemědělské produkce a v souvislosti s tím i stabilitu výnosů. Tato civilizace také rozvíjí často protichůdné činnosti jako například zbrojení, zdravotnictví, vyžaduje růst ekonomiky, HDP, spotřeby, setrvalý udržitelný vývoj apod. Vzhledem k enormnímu vyčerpávání zdrojů a zatěžování prostředí by mělo dojít k preferenci těch činností, které jsou reálně nezbytné pro důstojnou další existenci.

Schopnost tvořit výnos

Z pohledu lidských potřeb lze genetický výnosový potenciál chápat jako možnost genetického a šlechtitelského zlepšování plodiny do podoby idealizovaného genotypu (odrůdy) schopného dosahovat maximálních výnosů v optimálních podmínkách prostředí. Obecně je **výnosový potenciál** pšenice definován jako *výnos odrůdy pěstované v prostředí, na které je adaptována, za optimálních podmínek, bez nedostatku živin, vody, bez výskytu škůdců a chorob, poléhání a plevelů, které jsou pod účinnou kontrolou* (Evans a Fischer, 1999). Logicky pro narůstající počet obyvatel na Zemi je životně důležité vyvíjet odrůdy, které by vyhovovaly výše uvedené definici. Do současné doby dosáhly pěstované odrůdy určité genetické úrovně, která je výsledkem dlouhodobého domestikčního a šlechtitelského procesu. Ta se v ČR realizuje ve značně proměnlivých podmínkách ovlivňovaných přímořským a kontinentálním klimatem za použití konkrétních pěstebních technologií. V současné společnosti je ob-

vyklým cílem vytváření co nejvyššího ekonomického zisku, daného rozdílem tržby a vynaložených nákladů. Odrůdy mají co nejefektivněji dosahovat maximálních výnosů, tedy realizovat co největší část svého výnosového potenciálu při zachování požadované kvality produkce. Protože pracujeme s konkrétními odrůdami v reálných podmínkách, za použití konkrétních pěstitelských postupů a nikoli v ideálním prostředí, je výhodnější hovořit o **potenciálu výnosu**. Ten je definován jako *maximální výnos v reálných podmínkách prostředí, jehož lze dosáhnout například v simulačních modelech (výnosových pokusech) s přijatelnými fyziologickými a pěstitelsko-technologickými podmínkami* (Evans a Fischer, 1999).

Biomasa a sklizňový index

Hospodářský výnos (využitelný výnos) je u pšenice obvykle představován zrnem jako zdrojem výživy lidí a zvířat. Pěstební technologie a odrůdy mají umožnit produkci maxima nadzemní biomasy porostu z jednotky plochy tak, aby současně co největší podíl této biomasy připadal na výnos zrna. Jedná se tedy o maximalizaci sklizňového indexu, který představuje poměr mezi hmotností zrna a hmotností nadzemní biomasy. V současnosti se u běžných odrůd dosahuje hodnot sklizňového indexu v rozmezí 0,3 - 0,5. Podle názoru některých autorů bude možné vyšlechtit odrůdy dosahující sklizňového indexu 0,6 (Austin et al., 1989). Při stejném množství nadzemní biomasy na jednotce plochy a při

stejně hodnotě sklizňového indexu dosahují zapojené porosty stejného výnosu bez ohledu na existenci nepřímé závislosti mezi počtem klasů na jednotce plochy a hmotností zrna klasu. Výnos zrna je tvořen násobkem počtu klasů z jednotky plochy, počtu zrn klasu a průměrnou hmotností jednoho zrna. V podmínkách střední a západní Evropy je pozorován trend zvyšování počtu odrůd tvořících výnos zvýšenou hmotností zrna klasu (klasové typy odrůd) při středním nebo nižším počtu klasů, zatímco četnost odrůd tvořících výnos vysokým počtem klasů (hustotní typy odrůd) s malou produktivitou klasu se snižuje (Bezdičková a Kryštof, 2010). Příčinou tohoto zajímavého trendu je zřejmě nižší odolnost k poléhání hustých porostů s klasy na ohebných tenkých stéblech a zřejmě i snadnější možnost zvyšování hmotnosti zrna klasu v řídkých porostech.

Po vyklíčení rostou rostliny zprvu jako solitéry, s postupujícím dalším růstem vyplňují svůj životní prostor a dostávají se do stavu, kdy se začnou navzájem dotýkat a posléze konkurovat svými orgány. Postupně dojde k zapojení porostu, kdy je dostupný prostor plně vyplněn rostlinami a možnost tvorby biomasy plně závisí na **nosné kapacitě prostředí**, dané především úrodností půdy, kterou můžeme do určité míry ovlivňovat například pěstebními technologiemi. Hmotnost celkové biomasy porostu může však stoupat jen do určitého počtu rostlin (jedinců) na jednotce plochy porostu, při jeho překročení dochází k vnitrodruhovému konkurenci o omezené zdroje výživy a prostor. V podmínkách působení konkurence se další zvyšování počtu rostlin projeví snižováním průměrné hmotnosti biomasy jedince, takže celková hmotnost biomasy z jednotky plochy porostu zůstane nezměněna. Tato závislost byla nazvána **zákon o konstantním konečném výnosu porostu** (Slavíková, 1982; Russell et al., 1989). Tento přírodní zákon rovněž upozorňuje na skutečnost, že představa nekončícího růstu výnosu je mylná.

Lze se setkat i s názory odborníků, že po přechodu k porozumění celého genetického kódu pšenice bude možné konstruovat odrůdy naprosto cíleně podle požadavku člověka a že tato možnost odstartuje období nové zelené revoluce (Folger a Cutler, 2014). V souvislosti s tím je však potřeba si uvědomit, že nový genetický pokrok v této oblasti neumožní vyhnout se fungování platných zákonů termodynamiky.

Pokrok ve šlechtění odrůd

Pokrok, ke kterému došlo v průběhu šlechtění odrůd pšenice, lze studovat na základě porovnání starých a nových odrůd pěstovaných za stejných podmínek. Čím je časově vzdálenější odstup mezi porovnávanými odrůdami, tím jsou obvykle rozdíly mezi nimi zřetelnější. Nové odrůdy se od starých obvykle značně odlišují vyššími výnosy, které jsou doprovázeny řadou fyziologických změn a změn proporcí rostlin (Peng et al., 2011). U řady materiálů došlo ke změnám v odolnosti k biotickým a abiotickým stresovým faktorům prostředí. Například došlo k vyšlechtění odrůd odolných k řadě významných houbových chorob. Současně jako reakce na tuto skutečnost docházelo ke vzniku virulentních patotypů, schopných příslušné odolnosti k chorobám překonávat (Newton et al., 2011). Byly vytvořeny odrůdy s různou úrovní mrazuvzdornosti a různou délkou vegetační doby odpovídající nárokům na pěstební prostředí. Za hlavní příčinu šlechtitelského pokroku ve zvyšování výnosu lze pokládat výrazné zvýšení hmotnosti zrna klasu doprovázené zkrácením délky stébela, což umožnilo zlepšení odolnosti k poléhání a zvýšení počtu a i hmotnosti klasů na jednotku plochy (Foulkes et al., 2011). Zajímavé však je, že se šlechtitelskou činností nepodařilo dosáhnout zásadního zvýšení sušiny nadzemní biomasy porostu (Calderini, et al., 1995; De Vita, et al., 2007), o čemž svědčí obvykle zcela zanedbatelné rozdíly ve výnosu sušiny nadzemní biomasy porostu mezi starými a novými

mi odrůdami. U některých nových odrůd bylo pozorováno prodloužení doby životnosti listů, vzpřímené postavení praporcových listů (a tím lepší využitelnost světla porostem), zatímco výkon a efektivita fotosyntézy na jednotku plochy porostu zůstaly prakticky nezměněny (Reynolds et al., 2012). Vzpřímené postavení listů a současný vzhled rostlin moderních odrůd je výsledkem cíleného šlechtění dle ideotypu architektury porostu (modelu, jak by měla vypadat ideální rostlina pšenice v porostu), který byl vypracován v 80. letech minulého století.

Základním předpokladem pro zvyšování výnosu a jeho stability je schopnost tvořit biomasu porostu. Užitečné by bylo zvýšit výkonnost fotosyntézy například zlepšenou fotosyntetickou fixací CO_2 , kterou katalyzuje u C_3 typů rostlin (tedy i u pšenice) enzym ribulóza-1,5-bisfosfát karboxyláza, zkráceně Rubisco. U pšenice existují rozdíly v obsahu a aktivitě tohoto enzymu, kterých by zřejmě mohlo být šlechtitelsky využito. Zásadní možnost může spočívat v přetvoření C_3 fotosyntetického systému, vyžadujícího energii na fotorespiraci, za energeticky úspornější systém C_4 (Hatch-Slack-Kortschakův cyklus), který fotorespiraci nevyžaduje. Tato přestavba se v současnosti uskutečňuje pomocí transgenoz u rýže a výsledky naznačují, že je doprovázena podstatným nárůstem hmotnosti nadzemní biomasy (Karki et al., 2013; Wang et al., 2015). Využití obdobného postupu jako u rýže se nabízí i u pšenice (Hu et al., 2012). Vzhledem k tomu, že v EU převládá negativní postoj ke GMO, uskutečnění této myšlenky se v Evropě zatím nedá očekávat. Zatím tedy zbývá navazovat na stávající trendy šlechtitelských změn, tedy dál měnit proporce rostlin zvyšováním hodnot sklizňového indexu a usilovat o další zvyšování produktivity klasu optimalizací translokace (přesunu) fotosyntetátů do zrna při zachování odolnosti k poléhání (Reynolds et al., 2012). Rovněž pokračovat ve využití dostupné genetické variability planých

a kulturních forem a i geneticky vzdálenějších botanických druhů pro přenos vhodných genů odolnosti k biotickým a abiotickým stresovým faktorům prostředí.

Výnos a složení zrna

Vývoj odrůd pšenice naznačuje, že vyšší výnos může být dosahován snadněji, pokud v zrně je větší podíl polysacharidů (škrobů) a menší podíl bílkovin. Je to zřejmě i z výsledků UKZÚZ*, kde odrůdy s nejvyšší potravinářskou kvalitou (E a A) mají v průměru vyšší obsah bílkovin v zrně a zároveň poněkud nižší výnosy, zatímco u odrůd s nepotravinářskou kvalitou tomu bývá naopak. Zřejmě to souvisí s rozdílem v množství metabolické energie, kterou rostlina vynakládá na syntézu jednotkového množství bílkovin a jednotkového množství škrobů. Starší odrůdy se obvykle vyznačují vyšším obsahem bílkovin v zrně a nižším výnosem. K pozvolnému trendu snižování obsahu bílkovin v zrně může přispívat vzestup koncentrace CO_2 v atmosféře v souvislosti s trendem globálního oteplování (Nátr, 2000; Tian et al., 2015). Na tyto probíhající změny zřejmě bylo nutné reagovat úpravou normy pro potravinářskou pšenici ČSN 46 1100-2 v ČR již v roce 2001 snížením minimální hodnoty obsahu bílkovin v zrně pro výkup potravinářské pšenice z původních 12,5 % na 11,5 %.

Stabilita výnosů a zkracování stébla

Kromě zvyšování výnosů je cílem rovněž zvyšování jejich stability. Podle statistických údajů FAO, ČSÚ a Centra výzkumu globální změny AV ČR, v. v. i., však v praxi dochází zvláště v poslední době ke snižování stability výnosů. V ČR se to nejvýrazněji projevuje v oblastech jižní Moravy, rovněž však i na střední Moravě, Polabí, Rakovnicku a Litoměřicku. Obecně v oblastech s větší mírou odlesnění, degradace ornice, se srážkovým stínem a vyšší průměrnou denní teplotou, kde je zvýšené nebezpečí vlivu sucha a vymrzání v důsledku holomrazů.

Odrůdy by se měly vyznačovat vyšší plasticitou, tedy zlepšenou schopností vyrovnávat se s krátkodobou proměnlivostí prostředí. Praxe ukazuje, že přímá využitelnost odrůd vyšlechtěných v jiných klimatických podmínkách je malá. Ze zahraničních odrůd se u nás více uplatňují odrůdy z Německa vyšlechtěné pro podmínky podobné jako u nás, méně často se uplatňují například odrůdy z Francie, vyšlechtěné v přímořských podmínkách, i když se jedná o odrůdy s velmi vysokým výnosovým potenciálem. Z oblastí jižního Slovenska a Maďarska pocházejí odrůdy, jež se obvykle lépe vyrovnávají s příšuskem. Ty mohou nacházet uplatnění například na jihu Moravy. Stresy obvykle ovlivňují růst rostlin s rozdílnou intenzitou v různých letech a v různých etapách vývoje rostlin. Proto šlechtění na stabilitu výnosů je dlouhodobou činností, která může být úspěšně prováděna v podmínkách s výskytem stresů. Účelnější samozřejmě je bránit se příčinám globálních změn klimatu, než vynakládat finance na řešení jejich následků. Ukazuje se, že snížení stability výnosů může být rovněž spojováno i s některými morfológickými změnami rostlin, ke kterým došlo vlivem šlechtitelského procesu.

Zajímavé je, že během posledních přibližně 25 let již nebyl nárůst výnosů ve světě tak rychlý jako v předcházejícím období, označovaném jako zelená revoluce (Statistiky FAO). V současném období pozorujeme zpomalení trendu zkracování délky stébla, což lze dokumentovat na malém délkovém rozdílu mezi odrůdami pěstovanými zhruba před 25 lety (tehdy se pěstovaly například odrůdy Slavia, Hana, Viginta, Danubia, Iris, Selekt, Siria, Regina, Zdar, Brea a další) a současnými odrůdami. Tento jev není náhodný. Dnes se ukazuje, že výraznější zkracování délky stébla by vedlo ke zhoršení odolnosti porostů ke klimatickým změnám, doprovázeným abiotickými stresy, mezi něž patří hlavně sucho. To by se projevilo poklesem stability výnosů. Lze se domnívat, že délka stébla současných odrůd zřejmě dosáhla

ekologického limitu. Přestože další zkracování délky stébla je geneticky možné, v současnosti se již ukazuje jako nevýhodné.

Šlechtění na výnosovou stabilitu

Ve světě byla publikována řada šlechtitelských postupů jak tvořit odrůdy s vysokými a současně stabilními výnosy (Reynolds et al., 2012). Jsou obvykle založené na hodnocení výnosů z polních pokusů prováděných v rozdílných prostředích.

Určitá možnost šlechtění na výnosovou stabilitu by mohla spočívat v genetickém ovlivňování počtu zakládáných metamerních orgánů, které představují jeden ze základních mechanismů, jímž rostliny reagují na změny prostředí. Trávy obecně, a tedy i obiloviny, mají vlastní strategii přizpůsobivosti díky své modulární struktuře vytvářených orgánů (Russel et al., 1989). Klasický morfortyp pšenice reaguje na změny dostupnosti zdrojů obvykle pomocí tří úrovní větvení, představujících hierarchické struktury (Nicolis et al., 1977; Porter et al., 1983ab): 1. odnože v odnožovacím uzlu, 2. klásky v klasu, 3. zrna v kláscích. V těchto uzlech rostlina zakládá nadbytečný počet metamerních orgánů. Během růstu rostlina obvykle reaguje na změny prostředí jejich postupnou redukcí. Hierarchická organizace rostlin současně zajišťuje rozmnožování rostlin, a to i v nepříznivých podmínkách, kdy zvýšení apikální dominance v důsledku konkurence mezi rostlinami a i mezi stébly uvnitř rostlin může vést ke snížení výnosu. Na druhé straně vyšší výnos v příznivých podmínkách je obvykle spojován s poklesem apikální dominance a poklesem konkurence. Výzkum v Agrostes fito, s.r.o. Kroměříž byl rovněž zaměřen na studium nadpočetných klásků (supernumerary spikelets) u specifických linií pšenice, kdy na jeden nodus klasového větene připadá více než jeden klásek (Sreenivasulu a Schnurbusch, 2011). Uspořádání nadpočetných klásků může být různé, jednotlivým typům uspořádání klás-

ků se věnovali různí autoři v minulosti, u nás například také Doc. Jiří Foltýn z VÚRV Praha (Foltýn, 1984). Bylo prokázáno, že gen *FRIZZY PANICLE*, jenž obecně u vyšších rostlin způsobuje větvení květenství, u pšenice rovněž vyvolává větvení klasu (Dobrovolskaya et al., 2015). Na rozdíl od klasu běžných odrůd, tento gen umožňuje tvorbu většího počtu klásků vyrůstajících na druhotných větvech klasu a projevuje se nezvyklým morfotypem, označovaným jako větevnatý klas. Klásky mohou vyrůstat v některých případech přímo z jednotlivých nodů klasového větve a potom hovoříme o mnohořadém klasu (obr. 1). Tvorba nadpočetných klásků by zřejmě mohla

představovat další 4. hierarchickou strukturu, o kterou by bylo možné rozšířit stávající výše zmíněné tři úrovně větvení. To by mohlo přispět k vyšší stabilitě výnosů.

Závěr

Problémy dostupnosti životních zdrojů, akcelerace globálních změn klimatu a s tím související vyšší četnost výskytu extrémních projevů počasí nutně ovlivní scénář dalšího vývoje lidské civilizace. Dojde k zvestupu nároků na zemědělství jako hlavní odvětví zabezpečující zdroje potravin a rovněž budou vyhledávány alternativní zdroje potravin.



Obr. 1: Porost pšenice vyznačující se mnohořadým klasem, kdy větší počet klásků vyrůstá přisedle z jednoho nodu klasového větve (viz detail shluku klásků)

*ÚKZÚZ: Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský

Seznam literatury

Austin, R.B., Ford, M.A., Morgan, C.L. 1989: Genetic improvement in the yield of winter wheat: a further evaluation. *J.Agric. Sci.*, 112, 295–301.

Bezdičková, J., Kryštof, Z., 2010: Nový pohled na tvorbu výnosu ozimé pšenice *Agromanuál: Profesionální ochrana rostlin*, 5(4), 44–45.

Calderini, D.F., Dreccer, M.F., Slafer, G.A. 1995: Genetic improvement in wheat yield and associated traits. A re-examination of previous results and the latest trends, *Plant Breeding*, 114(2), 108–112.

De Vita, P., Nicosia, O.L.D., Nigro, F., Platani, C., Riefolo, C., Di Fonzo, N., Cattivelli, L. 2007: Breeding progress in morpho-physiological, agronomical and qualitative traits of durum wheat cultivars released in Italy during the 20th century. *Eur. J. Agron.*, 26(1), 2007: 39–53.

Dobrovoslkaya, O.B., Pont, C., Sibout, R., Martinek, P., Badeva, E., Murat, F., Chosson, A., Watanabe, N., Prat, E., Gautier, N., Gautier, V., Poncet, Ch., Orlov, Yu.L., Krasnikov, A., Berges, H., Salina, E., Laikova, L.I., Salse, J. 2015: *FRIZZY PANICLE* drives supernumerary spikelets in bread wheat. *Plant Physiol.*, 167, 2015, 189–199.

Evans, L.T., Fischer, R.A. 1999: Yield potential its definition, measurement, and significance. *Crop Sci.*, 39(6), 1544–1551.

Folger, T., Cutler, C. 2014: The next green revolution, *National Geographic Magazine*, <http://www.nationalgeographic.com/foodfeatures/green-revolution/>

Foltýn J. 1984: Uspořádání zrn na jednom článku klasového větene pšenice obecné. *Genetika a Šlechtění*, 20(1): 9–14.

Foulkes, M.J., Slafer, G.A., Davies, W.J., Berry, P.M., Sylvester-Bradley, R., Martre, P., Calderini, D.F., Griffiths, S., Reynolds, M.P. 2011: Raising yield potential of wheat. III. Optimizing partitioning to grain while maintaining lodging resistance. *J. Exp. Bot.*, 62, 469–486.

Hu, L., Li, Y., Xu, W.G., Zhang, Q.C., Zhang, L., Qi, X.L., Dong, H.B. 2012: Improvement of the photosynthetic characteristics of transgenic wheat plants by transformation with the maize C4 phosphoenolpyruvate carboxylase gene. *Plant Breed.*, 131(3): 385–391.

Karki, S., Rizal, G., Quick, W. P. 2013: Improvement of photosynthesis in rice (*Oryza sativa* L.) by inserting the C4 pathway. *Rice*, 6(28), DOI: 10.1186/1939-8433-6-28, <http://www.thericejournal.com/content/6/1/28>

Nátr, L. 2000: Koncentrace CO₂ a rostliny (CO₂ concentration and plants). ISV publishing house, Praha, 257p. ISBN 80-85866-62-5.

Newton, A.C., Johnson, S.N., Gregory, P.J. 2011: Implications of climate change for disease, crop yields and food security. *Euphytica*, 179, 3–18.

Nicols, J.S., Protonatorios, E.N., Voulodemos, I. 1977: Control Markov chain models for biological hierarchies. *J. Theor. Biol.*, 68, 563–581.

Peng, J.H., Sun, D., Nevo, E. 2011: Domestication evolution, genetics and genomics in wheat. *Mol. Breed.*, 28, 281–301.

Porter, J.R. 1983a: A modular approach to analysis of plant growth. I. Theory and principles. *New Phytologist*, 94(2), 183–190.

Porter, J.R. 1983b: A modular approach to analysis of plant growth. II. Methods and results. *New Phytologist*, 94(2), 191–200.

Reynolds, M., Foulkes, J., Furbank, R., Griffiths, S., King, J., Murchie, E., Parry, M., Slafer, G. 2012: Achieving yield gains in wheat. *Plant Cell Environ.*, 35(10): 1799–1823, DOI: 10.1111/j.1365-3040.2012.02588.x

Russell, G., Marshall, B., Jarvis, P.G. (EDS) 1989: *Plant canopies: their growth, form and function*, Cambridge University Press, 179p.

Slavíková, J. 1982: *Ekologie rostlin*, Univerzita Karlova, Praha, 247p.

Sreenivasulu, N., Schnurbusch, T. 2011: A genetic playground for enhancing grain number in cereals. *Trends in Plant Science*, 17(2), 91–101.

Tian, Y.L., Zheng, C.Y., Chen, J., Chen, C.Q., Deng, A.X., Song, Z.W., Zhang, B.M., Zhang, W.J. 2015: Climatic warming increases winter wheat yield but reduces grain nitrogen concentration in East China. *Plos One*, 9(4), DOI: 10.1371/journal.pone.0095108

Wang, Y.W., Yu, J., Jiang, X.H., Sun, L.G., Li, K., Wang, P.Y., Wu, M., Chen, G.X., Lv, C.G. 2015: Analysis of thylakoid membrane protein and photosynthesis-related key enzymes in super high-yield hybrid rice LYPJ grown in field condition during senescence stage. *Acta Physiol. Plant.*, 37(2), DOI 10.1007/s11738-014-1746-y

Poděkování: Článek vznikl za přispění projektu QJ1310055 MZe ČR.

Změna klimatu a její dopady na růst, vývoj a výnosy ječmene

Ing. Zdeněk Nesvadba, Ph.D.

Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i. Praha-Ruzyně

nesvadba@vurv.cz

Ječmen je po pšenici, rýži a kukuřici, čtvrtou nejrozšířenější zemědělskou plodinou na světě. Byl jednou z prvních obilnin, kterou si lidská společnost v oblasti Středního východu, známé jako „Úrodný půlměsíc“, domestikovala před cca 10 000 lety. Ječmen hrál významnou roli při vzniku prvního neolitického hospodářství, kdy došlo k přechodu od lovu a sběru k pěstování užitkových rostlin. V současné době je ječmen významnou surovinou pro sladovnícký a pivovarnický průmysl a také důležitou krmnou plodinou. Stal se také základní potravinou v některých oblastech světa pro svoji adaptabilitu při pěstování ve vyšších nadmořských výškách a v podmínkách suchých a zasolených půd (Badr et al., 2000; Baik a Ullrich, 2008). Obnovený zájem o využití ječmene v potravinářství vychází z řady vědeckých studií, které prokázaly celou škálu pozitivních účinků na lidský organismus. Tyto tzv. funkční potraviny, obsahující účinné složky – nutriceutika, lze využít především v humánní, zdravotně-preventivní výživě a jejich konzumací předcházet vzniku civilizačních chorob, tj. zejména chorobám oběhového ústrojí, nádorovým onemocněním, diabetu a prevenci a léčbě nadváhy (Sullivan et al., 2013; Zavřelová, 2014).

Zeměpisné rozšíření ječmene je značné; pěstuje se v různém spektru klimatických podmínek, od subarktického pásma až po subtropické pásmo. Dozrává i ve značných nadmořských výškách, např. v Alpách, na náhorních plošinách And, Pamíru a Tibetu. Víceřadé kul-

tivary se pěstují v teplých a sušších oblastech až k hranici pouští. Největší plochy zaujímá ječmen v mírném klimatickém pásmu, které je vhodné pro pěstování kultivarů pro výrobu sladu (Basařová et al., 2015).

K základním faktorům tvorby výnosu patří počasí. Srážkové a teplotní poměry vytvářejí prostředí k tvorbě výnosu, specifické pro dané podmínky. Jednotlivé klimatické regiony v ČR jsou specifické jak velikostí, tak poměrem srážek a teplot. V rámci jejich působení je jedním z nejdůležitějších faktorů projev sucha, který velmi negativně ovlivňuje nejen výnos ale i kvalitu pěstovaných plodin (Voltr et al., 2014). I malé, relativně omezené výkvy klimatu mohou odstartovat proces větší proměnlivosti výnosů (Středová a Středa, 2015).

Je skutečností, že každý rok je z pohledu chodu meteorologických jevů a průběhu s nimi souvisejících procesů jedinečný a neopakovatelný. Meziroční rozdíly, například mezi obdobími vegetačního klidu, délkou výskytu sněhové pokrývky, úhrny a rozložením srážek či samotného teplotního chodu tvoří variabilitu, která je zcela přirozená a pochopitelná. Mírné odchylky dokáží pěstitelé pružně korigovat včasnými agrotechnickými opatřeními. V okamžiku, kdy však tato variabilita začíná vykazovat určitý prokazatelný trend, nastává čas zamyslet se nad daným vývojem a nad výzkumem jeho příčin a především dopadů (Žalud et al., 2009).



Obr. 1: Ječmen ozimý dvouřadý (*Hordeum vulgare* L. subsp. *distichon* var. *nutans*), odrůda Fabian

V souvislosti se stresujícími účinky na výnos a kvalitu produkce má pro pěstitele největší význam výskyt tzv. agronomického sucha. To je obecně definováno jako stav, kdy je množství vláhy v půdě nižší než je potřeba rostlin a také je často chápáno jako pokles půdní vlhkosti pod bod trvalého vadnutí (tj. cca -1,5 MPa), kdy se zastaví příjem vody a rostliny už nerostou. Stres však nastává již při velmi malých ztrátách vody, kdy turgor klesne jen o 0,1 – 0,2 MPa. To má za následek zavírání průduchů a snížení rychlosti fotosyntézy. Dopady závisí na délce trvání stresu a dalších faktorech (Mužíková et al., 2013).

Výskyt sucha při setí a během vegetativních fází růstu obilnin má vliv na vzcházení porostu a následnou redukci odnoží. Sucho během generativních fází ovlivňuje redukci počtu založených klásků a zrn. Kritickým obdobím je

kvetení, kdy má nedostatek vody horší dopad než v jiných fázích vývoje. Dalším kritickým obdobím je fáze počátku tvorby zrna, kdy se rozhoduje o počtu buněk v endospermu. Ve fázi nalévání zrna narušuje vodní stres proces syntézy a ukládání škrobu a zásobních bílkovin (Haberle et al., 2007). Jamieson et al., (1995) považují za limitní hodnotu využitelné vodní kapacity (VVK) pro ječmen, aniž by došlo k redukci transpirace, vlhkost půdy na úrovni 65 %.

Pokud se týká požadavků na podmínky prostředí je ozimý ječmen ve srovnání s jarním ječmenem méně náročný jednak na intenzitu pěstování, na půdu, předplodinu i klimatické podmínky. Je rovněž suchovzdornější, takže se lépe uplatní i v suchých oblastech, kde spolu se svou raností a dřívější sklizní není tolik poškozován přísuškou a vysokými letními teplotami tak jako jarní ječmen. Požadavky ozimého ječmene na srážky nejsou proto velké. V důsledku rychlého vývoje na jaře a schopnosti využívat zimní vláhu není citlivý na sušší období koncem jara a začátkem léta. Vzhledem k tomu, že jeho růst a vývoj během jarní vegetace je rychlý, neškodí mu obvykle přísušky na konci léta. Pěstování ozimého ječmene však limituje především jistota jeho přezimování. Jeho nižší mrazuvzdornost je způsobena nevýraznou fotoperiodickou reakcí ovlivňující rychlost vývoje. Zvláště citlivý je na prudké rozdíly teplot brzy na jaře. Nevyhovuje mu také dlouhé a chladné jaro, které způsobuje jeho pomalý růst a žloutnutí listů.

Ječmen jarní nemá příliš vyhraněné požadavky na prostředí a z tohoto důvodu jej lze pěstovat ve velmi rozdílných podmínkách. Z hlediska jednotlivých užitkových směrů zaměřených na produkci zrna s určitými parametry je ale nutno přizpůsobit i výběr vhodných agroekologických podmínek. Z tohoto pohledu je nejnáročnější ječmen sladovnický a množitelské plochy. Zvláště nevhodné jsou extrémně suché a teplé regiony, kde je jarní ječmen vystaven nebezpečí zaschnutí porostů s negativními

vlivy jak na výnos zrna, tak na jeho sladovnickou kvalitu. Jarní ječmen je rovněž citlivý na utužení půdy a kyselou půdní reakci, na což reaguje snížením výnosu i zhoršením jakosti (Zimolka et al., 2006).

Vzrůstající lidská populace a zvyšující se globální nároky na potraviny a suroviny v době současných klimatických změn kladou požadavky na agrární komplex – zvyšování zemědělské produkce a její kvality. Zvýšení úrovně CO₂ predikuje celosvětové snížení výnosů plodin jako důsledek celkově vyšších teplot. Vyšší teplota totiž urychluje fenologický vývoj a tím dochází ke zkrácení doby, po kterou je rostlina schopna akumulovat asimiláty. Častější epizody sucha pak v kombinaci s vyššími teplotami znamenají výrazné riziko pro výnosovou úroveň a jeho stabilitu. Častější výskyty sucha budou dány nejen nedostatkem srážek, ale kvůli nárůstu teploty vzduchu i vyšším výparem. Nebude tak dotčené jen množství vody, ale i její kvalita. Proto bude třeba zlepšit zadržování vody v krajině. Vyšší teploty budou spouštěcími mechanismy pro změny v množství srážek, zasolení půd, což bude mít vliv na výskyt a frekvenci chorob a škůdců, které se mohou proměnit v epidemie. Genetická uniformita současných odrůd se díky dekadám šlechtění s elitními materiály stane více zranitelnou a povede k negativním dopadům klimatických změn na produkci. Nová generace šlechtitelských strategií je proto zaměřena na hledání nových zdrojů genetické variability

ty, která může být využita ve šlechtitelských programech. Tak mohou být dosaženy plánované cíle, co se týká produktivity a kvality nových odrůd, zatímco v tom stejném čase budou pozitivně reagovat na změny klimatu (Muñoz-Amatriain et al., 2014).

Garantem kolekcí jarních forem ječmene je Zemědělský výzkumný ústav Kroměříž, s.r.o. (kurátorka kolekce Ing. Marta Zavřelová, Ph.D.). Shromážděná kolekce představuje unikátní sbírku starých krajových odrůd, planých forem a šlechtitelských linií, včetně současných odrůd tuzemského i zahraničního původu. Majoritní zastoupení mají v kolekci šlechtěné odrůdy, následují krajové a primitivní kultivary a plané formy. Kolekce zahrnuje položky ječmene z celého světa, nejrozsáhlejší jsou subkolekce domácího původu, Německa, Ruska, Velké Británie, USA a Etiopie. Aktuální počet položek v řádné kolekci Národního programu je 3088.

Garantem kolekcí ozimých forem ječmene je Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i. (kurátor kolekce Ing. Zdeněk Nesvadba, Ph.D.). V kolekci převládají šlechtěné odrůdy a genetické linie, reprezentované zejména šlechtitelskými materiály. Vzhledem k relativně krátké historii šlechtění a pěstování ozimých ječmenů u nás (na rozdíl od jarního ječmene) je zastoupení historických a starších materiálů relativně nízké. Aktuální počet položek v řádné kolekci NP je 2162.

Seznam literatury

Badr A, Müller K, Schäfer-Pregl R, El Rabey H, Effgen S, 2000: On the origin and domestication history of Barley (*Hordeum vulgare*). Mol. Biol. Evol. 17: 499–510.

Baik B-K, Ullrich SE, 2008: Barley for food: characteristics, improvement, and renewed interest. J. Cereal. Sci. 48: 233–242.

Basařová G a kol., 2015: Sladařství, teorie a praxe výroby sladu. Havlíček Brain Team, 626 s., ISBN 978-80-87109-47-2.

Haberle J, Trčková M, Růžek P, 2008: Příčiny nepříznivého působení sucha a dalších abiotických faktorů na příjem a využití živin obilninami a možnosti jeho omezení. Metodika pro praxi. VÚRV. ISBN 978-80-87011-45-4.

Jamieson PD, Francis GS, Wilson DR, Martin RJ, 1995: Effects of water deficits on evapotranspiration from barley. *Agricultural and Forest Meteorology*, 76: 41-58.

Muñoz-Amatriaín M, Cuesta-Marcos A, Endelman J B, Comadran J, Bonman J M, Bockelman H E, Chao S, Russell J, Waugh R, Hayes P M, Muehlbauer G J, 2014: The USDA barley core collection: genetic diversity, population structure, and potential for genome-wide association studies. *PLoS One*; 9(4): e94688. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3986206/>

Mužíková B, Středa T, Krmelová P, Dvořáčková O, 2013: Výnosy ječmene setého v klimatických podmínkách České republiky, *Kvasný průmysl*, 59(12): 352-357.

Středová H, Středa T, 2015: Agroklimatické podmínky České republiky, jejich vývoj a vliv na rostlinnou produkci. Sborník referátů, Osivo a sadba, 5.2.2015, ČZU Praha, 254 s., ISBN 978-80-213-2544-9.

Sullivan P, Arendt E, Gallagher E, 2013: The increasing use of barley and barley by-products in the production of healthier baked goods. *Trends Food Sci. Technol.* 29: 124–134.

Voltr V, Froněk P, Hruška M, 2014: Souvislost výnosů zemědělských plodin a sucha. In: Rožnovský J, Litschmann T, Středa T, Středová H, (eds.): Extrémy oběhu vody v krajině, Mikulov, 8.-9.4.2014, ISBN 978-80-87577-30-1.

Zimolka J a kol., 2006: Ječmen, formy a užitkové směry v ČR, Profi Press, 200 s., ISBN 80-86726-18-5.

Žalud Z, Trnka M, Dubrovský M, Hlavinka P, Semerádová D, Kocmánková E, 2009: Očekávané dopady změn klimatu na zemědělskou produkci.

http://www.ufa.cas.cz/dub/crop/2009-kukurice_v_praxi-zdenek.pdf

Reakce odrůd bramboru na změny klimatických podmínek

Ing. Jaroslava Domkářová, Ph.D., Ing. Bohumil Vokál, CSc.,

Ing. Vendulka Horáčková, CSc., Ing. Renata Švecová

Výzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod, s.r.o.

domkarova@vubhb.cz, tel.: 569 466 227,

vokal@vubhb.cz, horackova@vubhb.cz, svecova@vubhb.cz

Výše výnosu brambor a jeho kvalita je ovlivňována řadou faktorů. K rozhodujícím patří vše, co souvisí se stanovištěm, na kterém jsou brambory pěstovány a s opatřeními, která volí pěstitel pro dosažení požadované produkce. Výslednicí jsou podmínky vytvořené pro růst a vývoj porostů, které se liší podle požadavků jednotlivých užitkových směrů pěstování. Pěstitel má možnost optimalizovat velké množství rozhodujících faktorů. V některých případech volbou rozhodujících opatření sledujících např. snížení zaplevelení, zvýšení obsahu organické hmoty v půdě, půdní reakci a optimalizaci obsahu přístupných živin v půdě. Bezprostředně v daném pěstitelském roce jsou to především opatření související s volbou odrůdy, hnojením, přípravou sadby, přípravou půdy, sázením a ochranou proti plevelům, chorobám a škůdcům.

I když dokážeme optimalizovat pěstitelský systém, je výsledek významně závislý na průběhu počasí a to především z hlediska průběhu teplot a srážek ve vegetačním období. Hospodaření s vodou může ovlivnit využití závlah, které v ČR přichází v úvahu především při produkci raného konzumu. V případě tohoto užitkového směru pěstování je omezena závislost na průběhu atmosférických srážek a optimalizace obsahu vody v půdě (70 – 80 % polní vodní kapacity) je upravována řízenou závlahou.

Požadavky porostů brambor na průběh teplot a srážek jsou ovlivněny především délkou vegetační doby, která souvisí se zvolenou odrůdou, ale do určité míry i s užitkovým směrem pěstování. Výnos brambor a jeho kvalita poměrně citlivě reagují na teplo a sucho. Výrazné teplotní změny ve vegetaci v kombinaci se střídáním výrazně suchých a vlhkých období se projevují řadou poruch ve vývoji hlíz a negativně ovlivňují jejich kvalitu (Hausvater, Doležal, 2013). Obnovení růstu po období sucha vyvolává tvorbu nových dceřiných hlíz (obr. 1, 2), deformace hlíz (obr. 3) a růstové rozprasky (obr. 4). Rychlý růst také způsobuje abiotickou dutost hlíz (obr. 5), kdy střed hlízy praská a vytváří se dutina. Vnitřní kvalitu velmi poškozuje abiotická sklovitost hlíz (obr. 6), kdy se po obnovení růstu hlízy protahují a asimiláty se přesouvají do vrcholové růstové části. Pupková část je pak sklovitá s vyšším obsahem vody.

Citlivost k suchu je větší u mělce kořenících rostlin, nebo u rostlin s menším kořenovým systémem. Je známou skutečností, že optimální agrotechnika, výživa a ochrana může velmi významně zmírnit nepříznivé působení relativně vysokých teplot a sucha. Přes rozdílnost názorů lze konstatovat, že v průměru je považována za optimální (Rybáček et al., 1988) teplota v průměru celého vegetačního období (IV. – IX.) v rozmezí 12,5 – 13,6 °C (pro růst hlíz je to 17 °C) při úhrnu srážek v rozmezí



Obr. 1: Počátek tvorby dceřiných hlíz s následkem zmlazování



Obr. 2: Tvorba dceřiných hlíz následkem zmlazování



Obr. 3: Deformace hlíz

400 – 450 mm. Pohled na rozložení teplot a srážek v jednotlivých měsících vegetačního období je různý s tím, že z hlediska srážek jsou nejnáročnější období června až srpna s mě-

síčním optimumem kolem 90 mm a průměrnou denní teplotou kolem 18 °C. Průměrné měsíční hodnoty je však nutné, především z hlediska srážek, považovat pouze za orientační, protože podstatný vliv má především jejich množství v jednotlivých dnech.

Při porovnání dlouhodobých skutečných srážkových úhrnů a průměrných teplot za vegetační období s výše uvedenými údaji je nutné k této okolnosti přihlídnout. Pro zjednodušené porovnání jsou využita data získaná za 80. let měření (1935 – 2014) z meteorologické stanice ČHMÚ umístěné v centru bramborářské výrobní oblasti (areál Výzkumného ústavu bramborářského v Havlíčkově Brodě): Je pochopitelné, že v průběhu hodnocených desetiletých období docházelo ke kolísání

Období	Srážky v mm	Teplota v °C
1935 - 1944	476,7	13,3
1945 - 1954	418,4	14,0
1955 - 1964	454,6	13,5
1965 - 1974	417,1	13,1
1975 - 1984	377,3	13,1
1985 - 1994	400,1	13,9
1995 - 2004	457,7	14,4
2005 - 2014	411,7	15,5
1935 - 2014	431,8	13,8

úhrnu srážek a průměrných teplot. I tak je zajímavé, že zjištěné srážkové úhrny ($R^2=0,078$), se v průměru pohybovaly v požadovaném rozmezí, případně v jeho relativní blízkosti. V případě teplot byla situace jiná. Ve sledovaném období byla zaznamenána obecná tendence k vyšším teplotám ($R^2=0,027$) a především poměrně výrazný a jednoznačný nárůst hodnot počínaje obdobím 1965 – 1974 ($13,1\text{ }^{\circ}\text{C}$) k průměru let 2005 – 2014 ($15,5\text{ }^{\circ}\text{C}$). I když v posledních třiceti letech průměrné teploty vegetačních období přesáhly doporučovanou hranici ($13,6\text{ }^{\circ}\text{C}$), a to především v posledním období poměrně výrazně, je zřejmé, že z hlediska výnosů a kvality hlíz rozhodují srážky a především jejich rozdělení.



Obr. 4: Růstové rozprasky hlíz

I z dřívějších poznatků je zřejmé, že vývoj počasí i v bramborářské výrobní oblasti ČR je charakterizován postupným zvyšováním průměrných teplot vegetačních období a relativní stabilitou srážkových úhrnů. Tento dlouhodobý vývoj však nemá negativní vliv na vyšší výnosů a kvalitu brambor. Tyto ukazatele sice meziročně kolísají, ale obecně platí tendence zvyšování jejich úrovně. Důvodů je celá řada (optimalizace agrotechnických, výživářských a fytopatologických opatření), ale k hlavním pravděpodobně patří vlastnosti rozhodujících odrůd bramboru s potenciálem pro vysoký výnos a kvalitu hlíz i v podmínkách s vyšší průměrnou teplotou vegetačního období. Je zřejmé, že vedle cílené práce šlechtitelů, samotné období šlechtění a zkoušení, které předchází registraci odrůdy a je poměrně dlouhé, přispívá k přirozenému výběru odrůd vhodných pro současné ekologické podmínky.

Odrůdy bramboru *Solanum tuberosum* L. subsp. *tuberosum* se šlechtí především jako plodina přizpůsobená podmínkám Severní Evropy a Severní Ameriky. Rezistence brambor na podmínky sucha zatím nebyla jasně identifikována na genetické ani molekulární úrovni. Jedním z vysvětlení akutní citlivosti brambor k suchu je, jak již bylo uvedeno, jejich relativně mělký kořenový systém a neschopnost kořenů brambor pronikat ornici. Šlechtitelským cílem je pak vyvinout odrůdy, které by splňovaly požadavky z hlediska předpokládané změny podnebí v důsledku globálního oteplení, s takovým kořenovým systémem, který by byl schopen lépe využít vodu. Rovněž šlechtění na toleranci k horku je obtížné, protože stres horkem ovlivňuje v rostlině bramboru minimálně tři různé fyziologické procesy: účinnost fotosyntézy a růst natě, iniciaci hlíz a rozdělení produktů fotosyntézy. Šlechtitelé musí tak hodnotit genové zdroje z pohledu dvou nezávislých charakteristik: rezistenci natě proti stresu horkem a schopnost tuberizace v podmínkách vysokých teplot. Bohužel tyto dvě charakteristiky nejsou většinou v korelaci. Mnoho vzorků planých druhů *Solanum* vykazuje toleranci natě k horku (*S. berthaultii*, *S. chacoense*, *S. demissum*, *S. jamesii*, *S. kurtzianum*, *S. papita*, *S. spigazzinii*, *S. stoloniferum* a *S. sulerense*). Vysoká rychlost fotosyntézy u těchto druhů je v korelaci s jejich tolerancí k horku. Nicméně, pouze několik vzorků tolerantních k horku je schopno dobře tuberizovat za vysokých teplot. Podobně se liší schopnost iniciovat tuberizaci při vyšší teplotě i u odrůd *Solanum tuberosum* L.

Pro selekci na znaky potenciálně žádané při změně podnebí je velmi důležitý přístup k dostatečné genetické variabilitě. Velice důležité jsou genové banky bramboru, které zahrnují genetické zdroje obsahující geny pro adaptaci na různé podmínky prostředí od pobřežních planin, přes deštné pralesy a suché pouštní podmínky po chladné oblasti vysokých And. V České republice jsou genetické zdroje bramboru dlouhodobě uchovávány v Genové bance in vitro ve Výzkumném ústavu



Obr. 5: Abiotická dutost hlíz

bramborářském Havlíčkův Brod, s.r.o. V rámci Národního programu konzervace a využívání genetických zdrojů rostlin je zde kultivací tuberizujících rostlin v prostředí in vitro dlouhodobě uchováváno 2497 vzorků – 1284 odrůd *Solanum tuberosum*, 491 tetraploidních kříženců *Solanum tuberosum*, 270 dihaploidů, 188 genotypů od 5 kulturních druhů, 136 genotypů od 23 planých druhů, 10 tetraploidizovaných planých a kulturních druhů, 118 mezidruhových hybridů rodu *Solanum*. Jsou zde mimo jiné uchovávány vzorky planých druhů – potenciální zdroje s tolerancí natě k horku – *S. chacoense*, *S. berthaultii*, *S. spegazzinii*, *S. sucrense*, *S. stoloniferum* a *S. demisum*. Odolnost k suchu, odrůd uchovávaných v evropských genových bankách je uvedena



Obr. 6: Abiotická sklovitost hlíz

v The European Cultivated Potato Database (www.europotato.org).

Kolekce genetických zdrojů bramboru v rámci Národního programu konzervace a využívání GZ

Přestože jsou brambory velice adaptabilní plodina, nejprizpůsobivější jakýmkoliv klimatickým změnám, je významné kontinuální vytváření nových odrůd s využitím dostupných genetických zdrojů. Šlechtění by mělo probíhat v daných regionálních a klimatických podmínkách. Odrůdy bramboru pak zůstanou a stále budou, při pěstování s přizpůsobenou agrotechnikou, strategickou a vyhledávanou potravinou.

Plodina	Záznamů v GRIN Czech
Brambory - odrůdy <i>Solanum tuberosum</i>	1284
Brambory – tetraploidy <i>Solanum tuberosum</i>	491
Ostatní druhy	334
Mezidruhové hybridy	118
Dihaploidy	270

Seznam literatury

Hausvater, E., Doležal, P. Ochrana proti chorobám a škůdcům In: Vokál, B. a kol. *Brambory: šlechtění – pěstování – užití – ekonomika*. Praha: Profi Press, 2013, s. 20-32. ISBN 978-80-86726-54-0.

RYBÁČEK, V. *Brambory*, Praha, SZN, 1988, 358 s.

Variabilita planých chmelů a jejich využití ve šlechtění chmele

Ing. Vladimír Nesvadba, Ph.D.

Chmelařský institut s.r.o., Žatec

nesvadba@chizatec.cz, tel.: +420 415 732 144

Ing. Ivana Pšenáková, Ph.D., Ing. Eva Ůrgeová, Ph.D.

Univerzita sv. Cyrila a Metoda v Trnave

ivana.psenakova@ucm.sk, eva.urgeova@ucm.sk, tel.: +421 033 5921 458

Plané chmele mají velký význam ve šlechtění chmele. Jsou charakteristické širokou genetickou (Patzak et al., 2007) a chemickou (Pšenáková et al., 2010) variabilitou a tím se výrazně rozšiřuje kolekce genetických zdrojů chmele (Nesvadba a Krofta, 2009). Řada planých chmelů byla vyselektována přírodním výběrem a tím získala důležité znaky. Tyto znaky jsou dále využívány pro šlechtění na odolnost k houbovým chorobám, škůdcům a v posledních letech k suchu. Řada současného šlechtitelského materiálu je prošlechtěna a je u něho patrná deprese, kde potomstva vykazují velmi nízkou výkonnost. Plané chmele používané ve šlechtění chmele výrazně rozštěpí potomstvo, které následně vykazuje vysokou vitalitu.

Plané chmele vykazují genetickou, chemickou i fenotypovou variabilitu. Je nutné vybrané plané chmele přenést do polních podmínek, aby se ověřilo, že požadované znaky jsou geneticky založeny a nikoliv ovlivněny prostředím. Velká problematika je u hodnocení odolnosti, protože v přírodě není vysoký infekční tlak jako ve chmelařských oblastech. Chmelařský institut Žatec provádí každý rok expedici sběru planých chmelů. V genofondu jsou plané chmele z Evropy (ČR, Slovensko Švýcarsko, Francie, Belgie, Španělsko atd.), Kavkazu a Severní Ameriky (USA a Kanada). V roce 2008 jsme získali první vzorky planých chmelů

z Asie ze státu Kyrgyzie, v dalších letech z Altaje a Kamčatky.

Plané chmele jsou testovány z finančních prostředků Národního programu konzervace a využívání genetických zdrojů rostlin a biodiversity (MZe 33083/03-300 6.2.1. – MZe ČR). Dále se podařilo získat 2 mezinárodní projekty. V rámci projektu ME832 Průzkum výskytu planých chmelů v oblasti Severní Osetie se provádí stanovení jejich genetické hodnoty s cílem jejich uplatnění jako donorů cílených vlastností ve šlechtitelském procesu českého chmele a stanovení vhodnosti místních podmínek pro pěstování chmele. V letech 2006 až 2010, byly v rámci tohoto projektu prováděny každoročně expedice na sběry planých chmelů. V letech 2012 a 2013 byl proveden podrobný průzkum výskytu planých chmelů na území Slovenska v rámci projektu MOBILITY 7AMB12SK184 „Nové aspekty využití chmele pro zemědělské, agroekologické a fytomedicínské aplikace“ a projektu VEGA 1/0635/13 „Chmel ako významný zdroj fytomedicínsky účinných látok“.

Každý rok se provádí průzkum výskytu planých chmelů. Na jaře se hledají nové lokality a odeberou se listy pro DNA analýzy. V srpnu až říjnu se hodnotí plané chmele (popisy, odolnost) a u nadějných planých chmelů se odebe-

rou chmelové hlávky pro chemické analýzy. Po zpracování výsledků se vyberou perspektivní plané chmele, od kterých se na jaře následného roku odeberou sádky a plané chmele jsou vysazeny do chmelnice. Zde jsou prováděny popisy a odebírány vzorky pro chemické analýzy hlávek. Cílem je ověření znaků, pro které byly plané chmele vybrány. Hodnocení planých chmelů bylo provedeno v letech 2007 a 2014. Celkem bylo hodnoceno 249 planých chmelů.

Každá rostlina planého chmele byla ořezána na malém česacím stroji Wolf. Získané chmelové hlávky byly před analýzami sušeny při konstantní teplotě 55 °C po dobu 8 hodin. Chemické analýzy pro stanovení obsahu i složení chmelových pryskyřic v chmelových hlávkách byly provedeny HPLC metodou – kapalinová chromatografie /EBC 7.7/, (Analytica, 1997). Obsah a složení chmelových silic bylo stanoveno plynovou chromatografií (Krofta, 2003). Získané hodnoty chemických analýz jsou uvedeny ve 100% sušině.

Ve šlechtění chmele jsou využívány plané chmele a to jako výchozí rodičovské kom-

ponenty pro křížení nebo semena z planých chmelů. Křížení chmele je prováděno podle metodiky šlechtění chmele. Získaná semena jsou vyseta do zeminy v únoru. V březnu se vnesou do skleníku a výsadby potomstev do šlechtitelské chmelnice jsou provedeny ve druhé polovině května.

Při hodnocení jednotlivých položek chmelů byla získána řada zajímavých výsledků, cenných jako vstupní informace pro další šlechtitelskou práci. Průměrný obsah alfa kyselin je 2,39 % a beta kyselin 3,43 %. Nejvyšší obsah alfa kyselin má planý chmel z Kavkazu (8,87 %) Plané chmele jsou charakteristické vyšším obsahem beta kyselin. Nejvyšší obsah beta kyselin vykazují plané chmele ze Severní Ameriky (Kanada 8,23 %) a jeden chmel z Holandska. Podíl kohumulonu je charakteristický pro identifikaci původu planého chmele. Evropské a kavkazské plané chmele nemají podíl kohumulonu nad 40 % rel., naopak plané chmele ze Severní Ameriky mají podíl kohumulonu 43 – 63 % rel.

Tab. 1: Variabilita obsahu a složení chmelových pryskyřic

Parametr	Alfa kys. (% hm.)	Beta kys. (% hm.)	Poměr alfa/beta	Kohumulon (% rel.)	Kolupulon (% rel.)
Min.	0,11	0,14	0,11	13,3	31,7
Max.	8,87	8,23	1,99	68,7	84,2
Průměr	2,22	3,41	0,72	35,35	54,22

Nejnižší obsah silic 0,04 % má planý chmel z Kavkazu, naopak nejvyšší obsah (1,03 % hm.) má planý chmel z Kanady (15 planých chmelů ze Severní Ameriky má obsah silic nad 0,6 %). Nejnižší podíl myrcenu má planý chmel z Francie (8,7 % rel.). Nad hranicí 40 % rel. jsou pouze plané chmele ze Severní Ameriky. Evropské plané chmele nemají podíl myrcenu

nad 30 % rel. Vysokou variabilitu podílu karyofylynu vykazují plané chmele z Kavkazu. Kavkaz 93 má nejnižší podíl karyofylynu. Pouze z této oblasti jsou plané chmele s podílem karyofylynu nad 20 % rel. Nejnižší podíl humulenu má planý chmel z USA (0,9 % rel.) a nejvyšší má planý chmel z České republiky (46,6 % rel.). Variabilita není ovlivněna původem. Nejniž-

ší podíly farnesenu vykazují plané chmele ze Severní Ameriky a podíl nad 15 % rel. farnesenu mají pouze plané chmele z České republiky a Kavkazu (Kavkaz No. 34 = 27,4 % rel.).

Širokou variabilitu podílu selinenů zahrnují plané chmele z Kavkazu. Je zajímavé, že plané chmele ze Severní Ameriky nemají podíl selinenů nad 16 % rel.

Tab. 2: Variabilita obsahu a složení chmelových silic

Parametr	Obsah (% hm)	Myrcen (% rel.)	Karyofylen (% rel.)	Humulen (% rel.)	Farnesen (% rel.)	Seleniny (% rel.)
Min.	0,04	6,4	3,0	0,9	< 0,1	< 0,1
Max.	1,26	70,6	45,2	46,6	28,7	23,8
Průměr	0,37	29,71	11,08	13,42	5,38	9,32

Široká variabilita kvantitativních a kvalitativních znaků u planých chmelů se využívá ve šlechtění chmele. Každý rok jsou plané chmele zakomponovány do šlechtitelského programu v České republice. Cílem je získat odolné genotypy k biotickým i abiotickým vlivům. V posledních letech se plané chmele začaly využívat i pro šlechtění nových odrůd se specifickými vůněmi pro speciální piva. Od roku 2005 se plané chmele pravidelně využívají ve šlechtitelském programu Chmelařského institutu s.r.o. Žatec. Byla použita semena z planých chmelů, nalezených při expedicích na Kavkaze a v Belgii. Semena byla získána rovněž ze vzorku hlávek planého chmele z Kyrgyzie. Pro křížení v letech 2009 až 2013 byly použity pyly samčích planých chmelů z Francie, Kanady, Kavkazu, Čuvaše a Altaje. Nejvíce perspektivních genotypů bylo získáno po křížení Kazbek x planý z Kanady. Z tohoto potomstva 410 rostlin bylo vybráno 26 nadějných genotypů se specifickou vůní. Z pohledu šlechtění chmele se jedná o velmi vysoké procento pozitivních výběrů.

Vybrané plané chmele s širokou genetickou variabilitou jsou zařazeny do polní kolekce genetických zdrojů chmele v rámci Národního

programu konzervace a využívání genetických zdrojů rostlin a biodiversity. Každoročně jsou využívány pro šlechtění chmele v České republice. V současné době se připravují další expedice pro sběr planých chmelů, jedná se o nové lokality i o podrobný průzkum lokalit, z kterých se získaly plané chmele s důležitými šlechtitelskými znaky (odolnost a specifické vůně).

Dosažené výsledky chemických analýz poukazují na vysokou variabilitu chemického složení chmelových hlávek z planých chmelů z Evropy, Kavkazu a Severní Ameriky. Je nutné konstatovat, že se jedná o dílčí výsledky, které budou předmětem dalšího výzkumu. Z praktického využití je patrné, že plané chmele se začínají velmi dobře uplatňovat ve šlechtitelském programu.

Poděkování

Tento příspěvek byl zpracován v rámci polní kolekce GZ chmele (MZe 33083/03-300 6.2.1.), kterou financuje MZe. Další vzorky byly získány v rámci projektů MOBILITY ME 832 a 7AMBI2SK184, které podporuje MŠMT a projektu VEGA 1/0635/13 „Chmel jako významný zdroj fyto medicínsky účinných látek“.



Obr. 1: Planý chmel na Kavkaze

Seznam literatury

Analytica EBC, Metod 7.7, 1997: European Brewery Convention, Getränke Fachverlang,

KROFTA, K.: Comparison of quality parameters of Czech and foreign hop varieties. - Plant Soil Environ. 49: 261-268, 2003.

NESVADBA V., PATZAK J., KROFTA K.: Variability of wild hops. Proceedings of Scientific Commission of IHGC, León, Spain, June 21-25, 13-16, 2009.

PATZAK, J., VRBA, L., MATOUŠEK, J.: New STS molecular markers for assessment of genetic diversity and DNA fingerprinting in hop (*Humulus lupulus* L.). Genome 50: 15-25, 2007.

PŠENÁKOVÁ, I., HETEŠOVÁ, L., NEMEČEK, P., FARAGÓ, J., KRAIC, J.: Genotype and seasonal variation in antioxidant activity of hop extracts. Agriculture (Poľnohospodárstvo), 56: 106-113., 2010.

Význam odrůd broskvoní s pozdní dobou kvetení jako donorů šlechtění pro zvýšení adaptability k projevujícím se změnám klimatu

Ing. Ivo Ondrášek, Ph.D.

Mendelova univerzita, Zahradnická fakulta v Lednici, Ústav ovocnictví

ivo.ondrasek@mendelu.cz, tel.: 519 367 242

Národní program konzervace a využívání genetických zdrojů rostlin a agrobiodiverzity plní díky své bohaté rozmanitosti genotypů nezastupitelnou funkci z pohledu soustředění a péče o širokou oblast kulturních rostlin. Díky dlouhodobé tradici, intenzivní zahraniční i domácí spolupráci kurátorů sbírek tvoří v České republice pozoruhodnou kolekci kulturně využívaných rostlin s bohatou zásobou šlechtitelsky zajímavých a využitelných vlastností. Díky takto široké základně genotypů je možné nacházet mezi odrůdami vyhledávané znaky, které mohou být řešením pro měnící se trendy a požadavky na ideální, komerčně využitelné odrůdy. Kvalitní průběh období kvetení a stabilita sklizní jsou jednou z ovocnářsky nejdůležitějších vlastností odrůd, které mohou být cenné i pro moderní, šlechtitelské programy.

Vlastnost středně pozdního až pozdního kvetení je mezi teplomilnými peckovinami vyhledávaným znakem, který se neprojevuje každý rok. V posledních letech má počasí nevyrovnaný ráz a ne zřídka se setkáváme s jarním obdobím, kdy během doby kvetení panují nezvykle vysoké teploty. Výsledkem je velmi krátké období kvetení, během kterého není možné ani v genofondové kolekci broskvoní, která obsahuje téměř 200 odrůd rozdělit odrůdy do skupin podle období začátku kve-

tení ve vztahu ke kontrolní odrůdě Redhaven. Naopak v období, kdy jarní teploty nabývají postupně a plynule zvyšujících hodnot trvá období kvetení mnohem delší dobu, během které je možné sledovat výrazné rozdíly v nástupu fenofáze začátku kvetení (prvních 20 % květů v koruně) mezi hodnocenými odrůdami. V případě pozdně kvetoucích odrůd se jedná o nástup začátku kvetení až 4 dny po klasifikační odrůdě Redhaven. Z pohledu rizika výskytu pozdních jarních mrazíků mohou pozdně kvetoucí odrůdy broskvoní a nektarinek představovat skupinu odrůd s určitou mírou jistoty produkce i v takto klimaticky nepříznivých obdobích. Změny charakteru počasí se netýkají pouze jarního období, ale stále častěji jsme svědky nevyváženého rozvržení srážek i teplot během letního či zimního období. Odrůdy s rychlým procesem výstupu z dormance jsou stále častěji poškozovány nevhodným průběhem zimního i jarního počasí. Je snahou šlechtitelů nadále pracovat a vylepšovat současný sortiment odrůd broskvoní z pohledu potravinářské jistoty a důležitosti tržního segmentu domácí ovocnářské produkce. Možnosti řešení této aktuální problematiky jsou ve znalosti udržovaných a hodnocených genofondových položek a implementaci vhodných donorů do šlechtitelské práce. V poslední době se začíná projevovat hlubší pozornost zaměřená na kvalitu plodů ovoce z obecného

pohledu. V případě, že je možné zkombinovat vlastnost pozdního kvetení s požadovanou mírou kvality plodů, dostáváme odrůdu perspektivní pro produkční pěstování i v méně příznivých letech z důvodu nevyrovnaného průběhu počasí. Odrůd broskvoní s pozdní dobou kvetení a požadovanou mírou kvality plodů je v genofondové kolekci nejmenší počet a je nutné je i nadále intenzivně zapojovat do víceletých hodnocení, propagace mezi profesionální veřejností i šlechtitelských plánů. Tyto odrůdy jsou v následujícím textu hlouběji charakterizovány.

Flamingo

Odrůda broskvoně vzniklá křížením odrůd Cresthaven x Burbank July Elberta na Slovensku (pan Gustav Čejka).



Obr. 1: Odrůda Flamingo se vyznačuje vysokou kvalitou plodů, pozdní dobou kvetení i stálou mírou produkce.

Květy jsou zvonkovitého typu, pozdní doba kvetení je jednou z hlavních výhod odrůdy. Plody středně velké s průměrnou hmotností 180g. Tvar plodu kulovitý a souměrný. Plody s vysokou atraktivitou vzhledu, základní žlutá barva překrytá na 75 % povrchu plodu bordově červeným líčkem. Žlutá dužnina, s pevnou konzistencí a snadno odlučitelnou peckou. Výborné chuťové vlastnosti. I při přeplození si ponechávají plody stále ucházející velikost a kvalitu. Odrůda s vysokou mírou mrazu-

vzdornosti ve dřevě i generativních orgánech. Vhodná i pro okrajové oblasti pěstování broskvoní, avšak nejvyšší jakosti dosahuje v optimálních pěstitelských podmínkách. Období začátku zrání nastává přibližně 15 dní po odrůdě Redhaven. Odrůda se jeví jako velmi slibná pro širší zapojení do komerčních výsadeb. I přes to, že nepatří mezi moderní odrůdy současného broskvového trendu, si заслужuje pozornost díky adaptabilitě k prostředí, pevné konzistenci plodu a vynikající chuti.

Catharina (Frederica)

Odrůda broskvoně vzniklá ze společné šlechtitelské spolupráce mezi Rutgers University (New Jersey, USA) a INRA (Bordeaux, Francie), složitým křížením, kde byly použity odrůdy jako J.H. Hale, Bolivia, Cherryred a Jungermann. V tržním pěstování je od roku 1975.

Středně pozdní doba kvetení. Plody jsou středně velké, téměř kulovité s průměrnou hmotností 140 až 150g. Slupka je žlutá až oranžová, na osluněné straně zpravidla s jasně karmínově červeným líčkem pokrývajícím až 30 % povrchu plodu. Dužina charakteru „cling“, oranžové barvy a vynikající chuti. (Odrůdy typu cling se obecně vyznačují neodlučitelností pecky od dužniny a vhodností pro konzervářský průmysl). Období začátku zrání nastává přibližně 7 dnů po odrůdě Redhaven. Předností odrůdy je vyšší míra mrazuvzdornosti a středně pozdní doba kvetení.

Cresthaven

Odrůda broskvoně amerického původu, vyšlechtěná v roce 1963 v Michiganu (stanice South Haven) křížením odrůd Kalhaven x S.H.309 (S.H.50 x Redhaven). Základní barva žlutá, z větší části překrytá karmínově červeným líčkem. Díky vysoké míře mrazuvzdornosti je spolehlivou odrůdou i do okrajových oblastí pěstování. Květy jsou malé, zvonkovitého typu, středně pozdní doba kvetení. Pra-

videlná a vysoká plodnost, rovnoměrně rozmístěná plodná garnitura, atraktivní a kvalitní plody snášející transport. Při provedení probírky plodů dostáváme plody vysoké kvality. Průměrná hmotnost plodu 200g. Výborná pozdní odrůda s atraktivními plody využitelnými jako stolní i konzervářské ovoce. Dozrává 28 dnů po odrůdě Redhaven. Žlutá dužnina velmi pevné konzistence a vynikající chuti. V rámci skupiny pozdních odrůd patří mezi jednu z nejvyšších.



Obr. 2: Odrůda Cresthaven i přes více než padesátiletou historii světového rozšíření stále patří mezi perspektivní odrůdy s tržní kvalitou plodů a jistou mírou výnosů.

Elberta

Stará odrůda broskvoně amerického původu (Marshallville, stát Georgia, USA), která vznikla jako náhodný semenáč čínské broskve „Chinese Cling“ roku 1870, v komerčním pěstování od roku 1889 a tím se řadí mezi jednu z nejstarších odrůd tržně pěstovaných broskvoní. Ve šlechtitelských programech byla široce využívána jako donor různých vlastností. Od rozšíření v komerčním pěstování se záhy stala jednou z hlavních odrůd amerického sortimentu. Do současnosti patří společně s odrůdou Redhaven mezi základní srovnávací odrůdy pro hodnocení světového sortimentu broskvoní. Květy jsou středně velké, zvonkovitého typu s pozdní dobou kvetení, odolné proti pozdním mrazíkům. Začátek zrání nastá-

vá přibližně 30 dnů po odrůdě Redhaven. Plod středně velký, s průměrnou hmotností 150g. Základní barva žlutá, z více jak poloviny překrytá karmínově červeným líčkem. Pokožka středně silně plstnatá. Žlutomasá, pevná dužnina s charakteristickou, mírně kořenitou příchutí a snadno odlučitelnou peckou. Odrůda dobře snášející manipulaci i transport.



Obr. 3: Odrůda Elberta patří společně s odrůdami Redhaven a Cresthaven mezi jedny z nejpěstovanějších, tržních odrůd Kalifornie. Pozdní doba kvetení a odolnost květů vůči nízkým teplotám je stále šlechtitelsky využívanou vlastností.

Fénix

Odrůda pravé broskve slovenského původu vzniklá křížením odrůd Cresthaven x Luna.

Květy zvonkovitého typu, pozdní doba kvetení. Plody středně velké, kulovitěho tvaru s průměrnou hmotností 110-120g, souměrného tvaru. Základní barva žlutá, překrytá na více než polovinu povrchu plodu tmavě karmínově červeným líčkem. Středně silně plstnatá pokožka. Dužnina žluté barvy spíše měkčí konzistence, s dobrou chutí. Pecka neodlučitelná od dužniny. Období začátku zralosti nastává přibližně 20 dnů před odrůdou Redhaven.

Harko

Odrůda nektarinky kanadského původu vícenásobného křížení odrůd s cílem vyšší míry mrazuvzdornosti.

Květy růžovitého typu se středně pozdní dobou kvetení. Žlutomasá odrůda s peckou relativně snadno odlučitelnou od dužniny a výbornými chuťovými vlastnostmi. Období začátku zrání nastává přibližně týden před odrůdou Redhaven. Plody středně velké s průměrnou hmotností 140g, základní barva světle žlutá celoplošně překrytá tmavě karmínově červeným líčkem. Předností odrůdy je vysoká míra mrazuvzdornosti, díky které může být tato nektarinka úspěšně pěstována i v okrajových oblastech pěstování broskvoní.

Romea

Italská odrůda broskvoně vzniklá výběrem ze samosprášení americké odrůdy Catherina (NJC 83). Doba zrání 5 dnů po odrůdě Redhaven. Odrůda se stabilní plodností i v méně příznivých letech. I při vysoké násadě plodů je dosahována optimální velikost. Doba kvetení středně pozdní, květy růžovitého typu. Plody vyrovnaného, kulovitěho tvaru dosahují průměrné hmotnosti 160g. Základní barva pokožky žlutooranžová, karmínově červené líčko pokrývá ve formě žíhání přibližně polovinu povrchu plodu. Odrůda s mimořádně dobrou chutí a příjemným aroma, s jemně plstnatým



Obr. 4: Odrůda Romea, zástupce typu „cling“ s významem pro zpracovatelský průmysl je z pohledu adaptability k současným změnám klimatu perspektivním řešením, díky vlastnosti pozdního kvetení a vynikající kvality plodů a jisté, každoroční míry produkce.

povrchem pokožky. Dužnina pevné konzistence, oranžově žluté barvy, neodlučitelná od pecky. Jeví se jako perspektivní odrůda pro tržní pěstování, snášenlivá k transportu i uskladnění.

Carson

Odrůda broskvoně amerického původu vzniklá křížením odrůd Maxine x Loadel (Kalifornie). Období zrání nastává v průměru 20 dnů po odrůdě Redhaven. Výhodou je pozdní doba kvetení a pravidelná vysoká míra plodnosti. Květy růžovitého typu. Plody souměrného, kulovitěho tvaru, v průměru dosahují hmotnosti 140g. Základní barva pokožky žluto oranžová, karmínově červené líčko pokrývá přibližně polovinu plodu. Dužnina žluté, pevné konzistence s výbornou chutí, částečně odlučitelná od pecky ve fázi plné zralosti plodů.

Andross

Odrůda broskvoně amerického původu vzniklá mnohonásobným křížením v Kalifornii. Doba zrání v průměru 30 dnů po odrůdě Redhaven. Květy zvonkovitého typu s každoročně vysokou mírou bohatosti. Plody středně velké, pravidelného kulovitěho tvaru v průměru dosahují hmotnosti 150g. Základní barva žluto oranžová s karmínově červeným líčkem. Dužnina sytě žluté barvy s vynikající chutí.

Z ostatních odrůd s pozdní dobou kvetení lze ještě uvést „Čína 43“, Reliance, Efekt, Tavrika, Guglielmina, Ostrakovskij Belij, Nectadiofik a Super Queen.

Využití genetických zdrojů meruněk v podmínkách klimatických změn

prof. Dr. Ing. Boris Krška

Mendelova univerzita v Brně, Zahradnická fakulta

krška@zf.mendelu.cz, tel.: 519 367 241

Doc., Ing. Zdeněk Bauer CSc.

emeritní docent Mendelu Brno

Souhrn

Za šedesátileté období se průměrná roční teplota vzduchu v oblasti Lednice zvýšila o 0,9 °C a průměrná jarní teplota se zvýšila o 1,2 °C. Vzrůstající teplota vzduchu za dané období nezůstala bez vlivu na fenologické projevy ovocných dřevin. Doba prvního květu meruněk (*Prunus armeniaca* L.) se urychlila o 13,7 dní a doba plného květu o 11,7 dnů. Tento posun fenofází znamená větší riziko poškození meruněk v fenofázích plného kvetení, ale i v období plůdků. Problematika výběru pozdně kvetoucích odrůd meruněk s dobrou kvalitou plodů zůstává stále aktuální.

Průměrná doba kvetení meruněk v Lednici byla v posledních 50 letech na stanovišti v Lednici 16.- 17. dubna, přičemž rozdíl v době kvetení mezi nejranějším a nejpozdějším termínem může být 37 dní.

Vzhledem k posunu nástupu fenofází u ovocných dřevin bude do budoucna nutné zaměřit šlechtitelský program u meruněk k výrazněji vyšší úrovni adaptability odrůd.

Klimatické údaje byly převzaty z klimatické stanice ČHMÚ v Lednici (176 m n. m.). Fenologické záznamy o ovocných dřevinách pocházejí z katastru Lednice a fenologická pozorování probíhala v letech 1951 – 2000 podle me-

todiky ČHMÚ. Do fenologického pozorování byla vybrána meruňka (*Prunus armeniaca* L.) – odrůda Maďarská. Vlastní pozorování byla prováděna autory, studenty Mendelovy univerzity v Brně a zahradníkem Janem Hluchým.

Fenologické údaje o kvetení meruňky obecné z různých období hodnocení jsou uvedeny v tabulce 1:

Tab. 1: Posun prvního květu a plného kvetení meruněk

1951 – 2000	1951 - 2010
$D_l = 13,7$ dní $D_p = 11,7$ dní	$D_l = 15,8$ dní $D_p = 13,3$ dní

Z výše uvedených tabulek vyplývá, že nejen do šlechtění, ale i do tržního pěstování je nutné vybírat meruňky s vysokou adaptabilitou zvláště v období dormance květních pupenů a pozdním anebo prodlouženým obdobím kvetení.

Ke genetickým zdrojům s **dlouhou dobou dormance květních pupenů** patří: Henderson, Chuan Zhi Hong, Lebel, LE-498, Oran-zevo-krasny, Stark Early Orange, Vegama, Veharda, Zard, Vynoslivi, Reliable, NJA2, Curtis.

S **pozdním a prodlouženým kvetením**: Early Gold, LE-4377, Machova, Marculesti,

P. brigantia L. x *Olymp*, *Re Umberto*, *Sulmona*, *Stella*, *Pozdně kvetoucí*, *Frostina*, *Farclo*, *Fardao*, *Dolgocvetna*, *Polyus yuznyi*, *Zard*, *Oranzevo-krasnyi*, *Venus*, *Tilton*, *Selena*, *Badami*, *Kamenický*, *Rosa Late*, *Yulskyi*, *Ambrosia* a *Vegama*.

Celkově s **vysokou úrovní dobré adaptability** k podmínkám jižní Moravy lze vybrat tyto položky: *Bergeron*, *Goldrich*, *Marculesti*, *Kecskemete Rose*, *Leala*, *Lejuna*, *Leskora*, *Re Umberto*, *Rose Early*, *Vynosliviy*, *Bergarouge*, *Harrow Star*, *Harlayne*, *Tomcot*, *Bronzoviy*, *Kostinskyi*, *Harglow*, *NS-4*, *Strepet*.

Proto jedním ze šlechtitelských cílů je vyšlechtění později kvetoucích odrůd. V rámci

genofondové kolekce meruněk se jeví odrůda *Vynosliviy* z tohoto pohledu zajímavou, rovněž některé subklony odrůdy *Bergeron* kvetou až o 3 dny později než původní klony.

Na pracovišti Ústavu ovocnictví ZF v Lednici jsou genetické zdroje meruněk uchovávány a soustředěny již od 60. let minulého století. Zaslouhou profesorů Vávry a Vachůna je nyní uchováváno v rámci Národního programu rostlin celkem přes 300 položek GZ meruněk. Tato kolekce slouží nejen k běžné rutině práci s genetickými zdroji ale je i hojně využívána ve šlechtění na adaptabilitu, rezistenci k šarce švestek, prodloužení sklizňového období, délky dormance, mrazuodolnosti apod.

Seznam literatury

Bauer, Z., 2006. Fenologické tendence složek jihomoravského lužního lesa na příkladu habrojilmové jaseniny (*Ulm-Fraxineta* Carpini) za období 1961-2000. Část I. Fenologie dřevin. *Meteorologické zprávy*, roč. 59. č. 3, s. 80-85.

Bauer, Z., Bauerová, J., Palát, M., 2008. Vliv regionálního oteplování na vzrůst proměnlivosti reprodukčního procesu u rostlin a živočichů v lužním lese v letech 1961 – 2000. Část II. Stromy a ptáci. *Meteorologické zprávy*, roč. 61, s. 119 – 126.

Bauer, Z., Bauerová, K., Krška B., 2009. Vliv vývoje klimatu na průběh fenofáze kvetení ovocných dřevin na jižní Moravě v letech 1951 – 2000. *Meteorologické zprávy*, roč. 62, č. 1, str. 107-112.

Lednický, V., 1979. Příspěvek k fenologii ovocných dřevin. *Meteorologické zprávy*, roč. 32, s. 135 – 142.

Použití genetických zdrojů rostlin při adaptaci na klimatické změny v prostředí

Využití potenciálu minoritních plodin z aridních oblastí pro podmínky měnícího se klimatu v České republice

Ing. Dagmar Janovská Ph.D., Ing. Jiří Hermuth
Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i. Praha-Ruzyně

janovska@vurv.cz, tel.: 233 022 406

hermuth@vurv.cz, tel.: 233 022 316

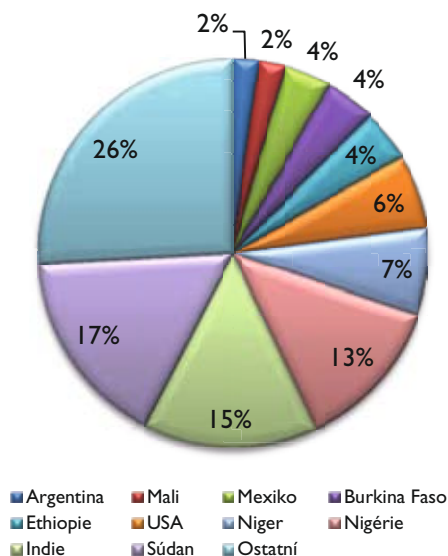
Sucho hraje od nepaměti důležitou roli v zemědělské činnosti člověka. Jedním z nejstarších dochovaných záznamů o suchu v našich zemích patrně pochází z Kosmovy kroniky, kde je zmínka, že v roce 1091 nebylo sněhu ani deště. Sucha s sebou přinášela období neúrody a tím způsobené hladomory. I v současné době jsme závislí na podmínkách prostředí tak, jako v minulosti. S postupujícími změnami podmínek klimatu dochází stále častěji k nedostatku srážek nebo k jejich nerovnoměrné distribuci, kdy srážky выпадаjí v kratším časovém úseku. To způsobuje, že v některých oblastech naší republiky dochází k deficitu vodních srážek a tím způsobené ariditě dané lokality. V roce 2012 sucha poškodila např. v Jihomoravském kraji téměř 100 000 ha zemědělské půdy. V roce 2013 i 2014 byla hlášena sucha na Hané a opět na jižní Moravě. V roce 2015 začalo Ministerstvo zemědělství spolu s Ministerstvem životního prostředí připravovat krizový plán řešící aktuální dopady sucha na zemědělskou výrobu a na životní prostředí. Vzhledem k tomu, že se dá předpokládat

opakování těchto scénářů i v příštích letech, nabízí se otázka, jak se těmto podmínkám přizpůsobit.

Jednou z možností, jak snižovat výnosové i ekonomické ztráty způsobené suchem, je pěstování plodin, které se dokážou těmto podmínkám přizpůsobit (MZe, 2014; Linková, 2012), protože jsou původem z aridních oblastí.

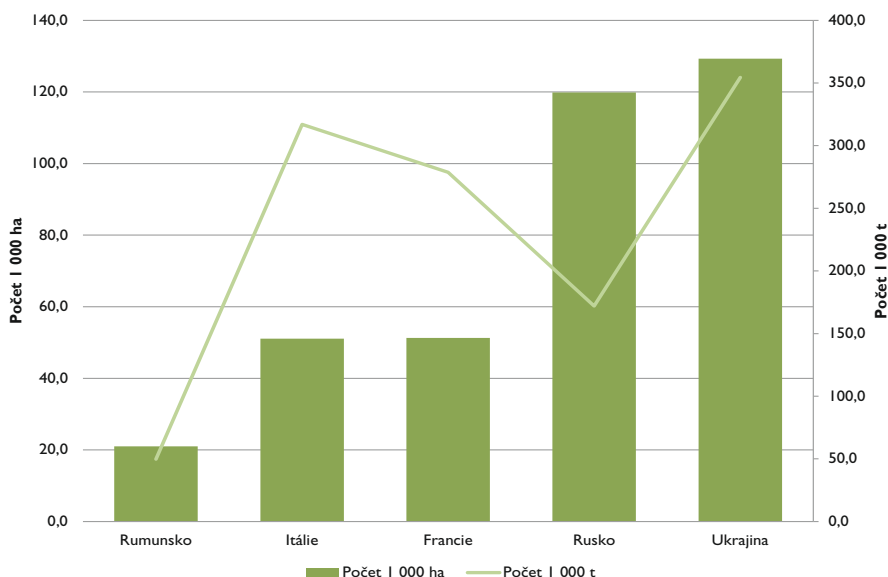
Takovou plodinou je čirok (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.), u kterého některé literární prameny uvádějí až o 1/3 nižší potřebu vody na produkci 1 kg sušiny v průběhu vegetace než v případě kukuřice (Hermuth et al., 2011). Tato tropická tráva, někdy označována jako „velbloud rostlinné říše“ původem patrně z Etiopie, je pátou nejpestovanější obilninou světa. V roce 2013 se celosvětově pěstovala na více než 42 milionech ha s produkcí přes 62 milionů tun (FAO, 2015). Botanicky se řadí do čeledi lipnicovitých (*Poaceae*). Taxonomie druhu je velice nejednotná; pro zemědělskou praxi se nejčastěji používá rozdělení podle Mansfelda

z roku 1952. Ten rozdělil čirok hlavně z pohledu jeho využití na čirok zrnový, cukrový,



Graf 1: Nejvýznamnější producenti čiroku světa (FAO, 2013)

technický a súdanskou travu. Jako potravina se čirok pěstuje v Africe a Asii, kde se zrna využívají k přípravě kaší, melou se na mouku, která se využívá podobně jako mouka kukuřičná. Naklíčená zrna se využívají i k přípravě domácího piva či na výrobu alkoholu. Naproti tomu v Severní Americe, Austrálii a Evropě je čirok pěstován jako krmivo pro dobytek nebo pro využití na výrobu bioplynu (súdanská tráva a její kříženci). Cukrové čiroky obsahují ve šťávě stébla vysoký obsah cukrů, které se lisují a využívají se v přípravě sirupů, lihu apod. Dlouhá a pevná lata technických čiroků se využívá k výrobě typických košťat a kartáčů (Cheng & Dong, 2010; Leder, 2004; Balole & Legwaila, 2006). Čirok je plodina na vodu relativně nenáročná. Vyšší přísun potřebuje pouze v období klíčení. Po vytvoření kořenového systému dokáže velmi dobře s vodou hospodařit. Bylo prokázáno, že v obdobích sucha rostliny čiroku pozastavily svůj růst a opětovně začaly vegetovat až po deštích (Reddy et al., 2006).



Graf 2: Producenti čiroku v Evropě (FAO, 2013)

Pro Českou republiku není širok plodinou neznámou. V zemědělské praxi se začal objevovat již ve 20. letech 20. století. V roce 1953 se širok v Československu pěstoval na 2 500 ha. Pak byl nahrazen dovozovou kukuřicí ze SSSR (Špaldon et al., 1963). V současné době se pěstuje na několika stovkách ha a to zejména pro produkci biomasy pro využití v bioplynových stanicích, kdy se pěstují hlavně hybridy.

Další plodinou, která je známa pro svoji suchovzdornost je bér vlašský (syn.italský, *Setaria italica* (L.) Beauv., lipnicovitě). Bér je původem z Číny, kde se v zemědělské kultuře objevuje již před 7 tis. lety. Dokonce mytický císař Šen-nong (asi 2737 – 2699 př.Kr.) označil bér za jednu z pěti nejdůležitějších plodin Číny



Obr. 1: Bér vlašský

V současné době se bér pěstuje v Asii jako potravina. Zrno se po vyloupání využívá podobně jako jiné druhy prosa na přípravu kaší, mele se z něho mouka, naklíčené obilky se využívají jako slad nebo se ze zkvašené mouky připravuje alkoholický nápoj. Některé prameny uvádějí, že jsou obilky béru léčivé. Využívá se jejich účinků v léčbě horečky, ale i špatného trávení. Některé se používají dokonce k posílení mužnosti. Sušenky připravené z bérové mouky snižovaly hladinu LDL cholesterolu a napomáhaly k udržení hladiny cukrů v krvi diabetických pacientů. Tato vlastnost byla prokázána experimentálně (Thathola et al., 2010; Petr et al., 2008; Austin, 2006). Ve státech jižní Evropy, USA a Austrálii se bér pěstuje jako pícnina nebo se obilky zkrmuji při výživě drůbeže.



Obr. 2: Genetické zdroje široku - Genová banka Praha VÚRV, v.v.i.

V kolekci minoritních obilnin ve VÚRV, v.v.i., které jsou součástí Národního programu, je v současné době přes 200 genotypů široku a 150 genotypů bér. Jedná se o populace, krajové odrůdy nebo sběrové položky. U obou plodin více než 75 % položek je v pracovní kolekci. Obě plodiny se hodnotí podle mezinárodních sad deskriptorů. Největší ztráty jsou u nově získaných vzorků způsobené u obou plodin vyšší citlivostí na délku dne. To znamená, že rostliny začínají vytvářet květenství až v době zkracujícího se dne tzn. v našich podmínkách na začátku září. To ale způsobuje,

že z důvodů časných mrazíků na počátku října a vysoké citlivosti k mrazu, nemají rostliny v našich podmínkách dostatek času dozrát. Nicméně, materiály, které se ukládají do genové banky, jsou takové, které i v našich podmínkách dozrávají. Genotypy uložené v genové bance slouží jako rezerva pro budoucnost, ale je to i zdroj materiálů a vlastností pro šlechtitelské programy. Na pracovišti VURV, v.v.i. vznikly výběrem z genetických zdrojů dvě odrůdy – odrůda čiroku RUZROK a odrůda bérú RUBERIT. Obě odrůdy jsou vhodné pro produkci biomasy, ale mají potenciál i pro potravinářský průmysl a krmivářství, a to zejména do oblastí, kde pěstování kukuřice ohrožuje kvalitu půdy a zvyšuje rizika eroze a vyplavování živin z půdy. Obě plodiny je možné pěstovat v úzkých řádcích (12,5 cm) bez větších problémů. Obě plodiny jsou náročnější na teplotu půdy, než je tomu u kukuřice. Výsev se provádí po odeznění pozdních jarních mrazíků. Tím se dá mezuporostní období využít na

pěstování meziplodiny k zadržení jarní vláhy v půdě. V genetických zdrojích čiroku i bérú je nyní práce zaměřena zejména na nalezení vhodného materiálu pro využití na zrno. Nová odrůda (RUCEREUS), která bude využitelná právě pro produkci zrna, je v současnosti ve zkouškách ÚKZÚZ*. Obilky neobsahují lepek, takže je to vhodná varianta pro bezlepkovou dietu.

Ačkoliv výskyty sucha se patrně nepodaří do budoucna eliminovat, jednou z možností je pěstovat plodiny, které dokážou lépe hospodařit s vodou a vytvoří kvalitní a vysokou produkci, která překoná stávající pěstované plodiny, které již v současné době nedosahují rentabilních parametrů v postižených oblastech suchem. Tím nebude docházet k ekonomickým ztrátám, ani na kvalitě již tak ohrožené půdy.

*Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský

Seznam literatury

Austin, D. (2006): Foxtail Millet (*Setaria: Poaceae*) – abandoned food in two hemispheres. *Economic Botany*, 60(2):143-158

Balole T.V., Legwaila, G.M., 2006. *Sorghum bicolor* (L.) Moench. [Internet] Record from Protabase. Brink, M. & Belay, G. (Editors). PROTA (Plant Resources of Tropical Africa), Wageningen, Netherlands. <<http://database.prota.org/search.htm>>. Accessed 21 November 2009.

FAO., 2015. Production database. Dostupné na URL: <http://faostat.fao.org/default.aspx>. [15-06-20].

Hermuth J., Janovská D., Stehno Z., Prohasková A., 2011. Kvalitativní hodnocení čiroku pro biomasu. „Nové poznatky z genetiky a šlechtění polnohospodářských rostlin“ Piešťany, 8.-9. novembra 2011. Zborník z 18. medzinárodnej vedeckej konferencie.

Cheng R., Dong Z. (2010). Cereals in China. In He Z. and Bonjean P.A. (ed.): Breeding and production of foxtail millet in China. CIMMYT. s 87-95

Leder, I. (2004): Sorghum and millets. In: Füleky, G. (Ed.), *Cultivated Plants, Primarily as Food Sources, Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS)* [online]. Developed under the Auspices of the UNESCO, Eolss Publishers, Oxford, UK. Dostupné na URL <<http://www.eolss.net>> citováno dne [2015-02-25].

Línková, E. (2012) Chybí řešení proti suchu. Agrární komora ČR. Dostupné na URL <<http://www.apic-ak.cz/chybi-reseni-proti-suchu.php>> citováno dne [2015-02-25].

MZe (2014): Český venkov a zemědělství v podmínkách měnícího se klimatu - Pří-
způsobení českého zemědělství a venkova na dopady změny klimatu. Dostupné na URL
<http://www.apic-ak.cz/data_ak/15/a/CZvenkovMeniciPodnebi.pdf>
citováno dne [2015-02-25].

Petr, J., Capouchová, I., Kalinová, J. (2008): Alternativní plodiny, pseudocereálie a produkty
ekologického zemědělství. In: Prugar a kol. (Ed.) Kvalita rostlinných produktů na prahu
3. tisíciletí. VÚPS. Praha. pp. 327

Reddy B.V.S., Ramesh S., Sanjana Reddy P., 2006. Sorghum genetic resources, cytogenetics,
and improvement. In: Singh R.J. & Jauhar P.P. Genetic resources, chromosome engineering, and
crop improvement. Volume 2. Cereals. CRC Taylor & Francis Boca Raton, USA

Špaldon a kol., 1963. Rostlinná výroba I. SZN Praha 1963

Thathola, A., Srivastava, S., Singh, S. (2010): Effect of foxtail millet (*Setaria italica*)
supplementation on serum glucose, serum lipids and glycosylated hemoglobin in type
2 diabetic. Diabetologia Croatica 40-1

Travní druhy pro stresové podmínky sucha a vysokých teplot

Ing. Martin Lošák

OSEVA PRO s.r.o., o.z. Výzkumná stanice travinářská Rožnov – Zubří

losak@oseva.cz. tel.: 571 658 195

Nepříznivému působení abiotických stresových podmínek na travní porosty, konkrétně nedostatku vody a vysokých teplot je možné předcházet využíváním suchovzdorných druhů a odrůd trav. Travní druhy se před nepříznivými podmínkami prostředí způsobenými nedostatkem vody chrání různými způsoby. Častým způsobem obrany rostlin je snížení výparu (zúžením listů, tvarem listové čepele, barvou listů a jejich povrchem, postavením listů a způsobem odnožování), a tím menší spotřeby vody a hospodárnosti se zásobami vody. Taktéž ranost travních druhů nebo odrůd je významným faktorem určujícím odolnost k suchu. Ranější travní genotypy mohou využít pro svůj rozvoj jarní vláhu a po nástupu období sucha mohou dosahovat plného vývoje a lépe odolávají stresu vyvolanému suchem. Suchovzdornost trav podporuje rovněž symbióza s mykorrhizickými houbami, které tímto způsobem zvětšují aktivní povrch kořenového systému. Dlouhodobému suchu odolávají lépe trávy s podzemními výběžky, které jsou schopny z podzemních oddenků regenerovat i po delších obdobích sucha (Salaš et al., 2012).

V národní kolekci genetických zdrojů trav jsou zastoupeny genotypy využitelné ve šlechtění trav na suchovzdornost. Při šlechtění suchovzdorných odrůd jsou využívány a vybírány druhy a jejich ekotypy z výsušných lokalit, kde se dlouhodobým selekčním tlakem prosadily materiály s rezistencí vůči suchu (Našinec, 2008). Při šlechtění na suchovzdornost je používána metoda nepřímé selekce, kdy jsou

genotypy vystaveny suchu, přestože nejsou přímo na reakci k suchu hodnoceny, nebo metoda přímé selekce, která vyžaduje podmínky rovnoměrného a záměrného sucha. Nejčastěji se však obě metody kombinují. Suchovzdornost může způsobit také infekce trávnickových materiálů endofytními houbami, jejichž symbióza s travami zvyšuje odolnost infikovaných rostlin vůči suchu (Chloupek, 2008; Salaš et al., 2012).

V následujícím přehledu jsou uvedeny některé suchovzdorné travní druhy domácí flóry, které jsou vhodné zejména k využití v travních porostech neprodukčního charakteru (Clayton et al., 2011; Hrabě et al., 2009; Kubát et al., 2002; Míka a Řehořek, 2003; Ševčíková, 2010; Ševčíková a Šrámek, 2010). V případě druhů planého původu, které v současnosti nemají vyšlechtěnou odrůdu, může být jejich přímé využití do směsí limitováno nedostatkem osiva dostupného na trhu.

Bojínek tuhý (*Phleum phleoides* (L.) Karsten)

Druh vyskytující se na výslunných suchých stráních, mezích, stepních loukách a v suchých lesích od nížin do pahorkatin. Volně trsnatá, vytrvalá šedavě zelená tráva se vzpřímenými stéblky dlouhými 30-60 cm; listy 5-15 cm dlouhé, 1-5 mm široké, ploché s bílým okrajem. Květenstvím je úzce válcovitý lichoklas, k vrcholu postupně zužující, dlouhý 2-10 cm, 4-7 mm široký a kvetoucí v červnu až červenci. Obilka je asi 1,3 mm dlouhá, hmotnost

tisíce obilek 0,1 g. Je středně raný, dozrává ve druhé polovině července. Je vhodnou komponentou v suchomilných krajinných trávnicích, uplatnění může nalézt zvláště ve svahových partiích. V současné době není k dispozici žádná odrůda bojíнку tuhého.



Obr. 1: Bojíněk tuhý

Bojíněk hlíznatý (*Phleum bertolonii* DC.)

Roste na suchých loukách a pastvinách, úhorech a na okrajích světlych lesů, často na vápenitých a méně úrodných půdách od nížin do podhůří. Řídce trsnatý víceletý až vytrvalý druh s obvykle 10-50 cm dlouhými stébly, která jsou na bázi cibulkatě ztlustlá. Listy jsou 3-12 cm dlouhé, 2-5 mm široké, šedozele až zelené. Květenstvím je úzce válcovitý lichoklas dlouhý 3-10 cm a široký 3-6 mm; kvete v červnu až červenci. Obilka je 1,4-2 mm dlouhá; hmot-



Obr. 2: Bojíněk hlíznatý

nost tisíce obilek je 0,25-0,5 g. Po zasetí vzhází za 10-12 dnů, ve směsích patří ale ke konkurenčně slabším druhům. Dozrává v polovině srpna. Vyznačuje se nízkou produkcí nadzemní biomasy a poměrně dobrou odolností k zatěžování. Je vyšlechtěno několik odrůd pro nezemědělské využití. Používá se do směsí pro krajinné trávnické a trávnické veřejné zeleně na sušších a teplejších stanovištích, kde bývá jeho zastoupení většinou do 10 %.

Kostrava červená (*Festuca rubra* agg.)

Taxonomicky značně složitý komplex několika příbuzných taxonů kostrav se širokou stanovištní amplitudou. Roste od nížin do hor na loukách a pastvinách, v trávnicích, na narušovaných místech. Je velmi vytrvalým druhem, který dorůstá výšky 20-100 cm. Čepele listů jsou 3-40 cm dlouhé, 0,5-2 mm široké, zelené až šedozele barvy. Květenstvím je nafialovělá lata dlouhá 3-17 cm, kvetoucí v květnu až červenci; dozrává od konce června do začátku srpna. Délka obilky je 4-7 mm, hmotnost tisíce obilek 0,7-1,1 g. Po zasetí vzhází za 10-17 dnů, vyznačuje se dobrou konkurenční schopností a za příznivých podmínek může další druhy z porostu vytlačovat. Jedná se o jeden z hlavních trávnickových druhů, který je odolný vůči suchu a zastínění a má nízké nároky na živiny, půdnu a klimatické podmínky. Je méně odolná k sešlapávání, ale vyznačuje se dobrou regenerační schopností. Při větší výšce sečení je nevýhodou tvorba velkého množství stáří. V zemědělské a trávnickářské praxi se rozlišují tři formy podle délky podzemních výběžků odlišně od botanického názvosloví: k. č. trsnatá (*F. rubra* subsp. *commutata*), k. č. krátce výběžkatá (*F. rubra* subsp. *trichophylla*) a k. č. dlouze výběžkatá (*F. rubra* subsp. *rubra*). Je předmětem intenzivního šlechtění. Trsnatá a krátce výběžkatá forma se uplatňuje hlavně v intenzivně ošetřovaných okrasných trávnicích a v krajinných trávnicích v suchých podmínkách. Dlouze výběžkatá forma nalézá uplatnění v komunikačních, parkových a dalších extenzivních trávnicích v sušších a živinami chudých podmínkách.

Kostřava ovčí (*Festuca ovina* L.)

Variabilní a taxonomicky problematický travní druh vyskytující se roztroušeně až hojně ve světlých lesích, lesních lemech, na písčínách a pastvinách od nížin do podhůří. Často roste na stanovištích chudých na živiny, s extrémním nedostatkem vody a při nízké půdní reakci. Velmi vytrvalá, hustě trsnatá tráva nízkého vzrůstu s výškou stébla 20-60 cm s úzkými (0,3-0,9 mm), zelenými až sivými listy, které jsou dlouhé 3-25 cm. Lata bývá 4-12 cm dlouhá, chudá; kvete v květnu až červenci a zraje obvykle od konce června do poloviny července. Obilka je dlouhá 4-6 mm; hmotnost tisíce obilek činí 0,4-0,7 g. Po zasetí vstává pomaleji (16-20 dnů); je nenáročná na živiny v půdě a toleruje i zastínění. Špatně snáší zatěžování, nízké a časté kosení, ale její výhodou je nízká produkce nadzemní hmoty. Svoji suchovzdornost je schopna uplatnit i na mělkých půdách. Šlechtí se pro využití ve směsích určených pro extenzivní krajinné trávníky na sušších a chudých půdách, pro komunikační trávníky a pro rekultivaci písčitých půd.



Obr. 3: Kostřava ovčí

Kostřava rákosovitá (*Festuca arundinacea* Schreber)

Vyskytuje se roztroušeně od nížin do podhůří na vlhkých loukách, v příkopech a okrajích komunikací; v přirozených porostech u nás není příliš rozšířena. Velmi robustní, vytrvalá, krátce výběžkatá tráva, která dosahuje výšky 60-150 cm, často i více. Listové čepele jsou 10-60 cm dlouhé, 3-10 mm široké. Květenstvím je 10-50 cm dlouhá bohatá lata; kvete od června do července; zraje v polovině července. Velikost obilek je 6-9 mm, hmotnost tisíce obilek činí 1,8-2,5 g. Po zasetí vstává za 2-3 týdny. Má širokou ekologickou amplitudu, což je dáno hlavně jejím hlubokým kořenovým systémem, který jí umožňuje získávat vodu z velkých hloubek. Díky tomu má velmi dobrou odolnost vůči extrémním klimatickým podmínkám a je nenáročná na hnojení. Snáší dobře zásaditou půdní reakci, naopak jí nevyhovují půdy kyselé. Díky širokému sortimentu vyšlechtěných odrůd nachází uplatnění v produkčních pícních porostech, stejně jako v trávnících. Využívá se jako doplňkový travní druh při zakládání extenzivních, výše sečených užitkových zatěžovaných trávníků s nízkou úrovní ošetřování a na rekultivovaných výsušných i mokřých plochách. Přirozený habitat kostřavy rákosovité na vlhkých půdách by měl být zohledňován a na základě požadavků ochrany přírody by neměla být vysévána ve volné krajině, zvláště v chráněných oblastech a dalších cenných lokalitách.



Obr. 4: Kostřava rákosovitá

Lipnice smáčkutá (*Poa compressa* L.)

Travní druh hojně rostoucí na kamenitých výslunných stráních, na zdech, podél komunikací, na suchých ruderalních stanovištích s dostatkem světla od nížin do hor. Rostliny jsou vytrvalé, šedozelené až modrozelené barvy, dorůstající nejčastěji 20-50 cm, vytvářející až 50 cm dlouhé podzemní výběžky. Je charakteristická silně smáčklymi stébly a listovými pochvami. Čepele listů mají délku 2-12 cm a jsou široké 1,5-3 mm. Lata je úzká, většinou jednostranná, dlouhá 3-10 cm, kvete v červnu až srpnu a dozrává nejdříve od začátku srpna. Obilky jsou drobné, dlouhé 2-2,5 mm; hmotnost tisíce obilek je 0,15-0,18 g. Vyznačuje se velmi pomalým vývojem po zasetí (3-4 týdny) a počátečním růstem. Má malou konkurenční schopnost, ale je značně odolná vůči suchu, mírné zátěži a listovým chorobám. Vyžaduje dostatek světla, naopak nesnáší nízké (pod 4 cm) a časté sekání. Její výhodou je nízká produkce nadzemní hmoty a schopnost růstu na mělkých, živinami chudých půdách. Okrajově se využívá při šlechtění. Druh vhodný pro extenzivně ošetřované trávníky včetně těch na výsušných stanovištích; význam má i v protierozních směsích, zejména na svažitých pozemcích podél komunikací.

Smělek štíhlý (*Koeleria macrantha* (Ledeb.) Schult.)

Stepní druh vyskytující se roztroušeně na písčinatech a suchých skalnatých stráních a výchozech s neutrální až alkalickou půdní reakcí od nížin do pahorkatin. Hustě trsnatá vytrvalá tráva sivě zelené barvy, která dosahuje nižšího vzrůstu než příbuzný druh smělek jehlancovitý (20-50 cm). Listové čepele jsou 5-20 cm dlouhé a 1-3 mm široké. Květenstvím je lata dlouhá 2-10 cm a široká 0,5-2 cm. Kvete v červnu až červenci, dozrává od počátku července. Obilka je dlouhá 2,5-3 mm; hmotnost tisíce obilek je 0,1-0,3 g. Okrajově je šlechtěn. Je odolný k běžné zátěži, nízkému sečení a je sucho-

vzdorný. Nevýhodou je menší zimovzdornost, výhodou malá produkce nadzemní biomasy. Kromě využití v okrasných trávnících nachází uplatnění v krajinných porostech na výsušných lokalitách a mělkých, alkalických, kamenitých až písčitých půdách s nižší zásobou živin.



Obr. 5: Smělek štíhlý

Sveřep bezbranný (*Bromus inermis* Leysser)

K místům přirozeného výskytu patří suché náspy komunikací, stepní louky, meze, lesní paseky, haldy a rumiště od nížin do pahorkatin, kde se vyskytuje dosti hojně. Netrsnatý, vysoce vytrvalý druh světle zelené až šedozelené barvy s různě dlouhými podzemními výběžky a výškou rostlin 30-120 cm. Listové čepele jsou dlouhé 10-35 cm a široké 6-15 mm. Květenstvím je jednostranná lata, která je dlouhá 10-15 cm a široká 4-10 cm. Kvete v červnu až červenci, dozrává od poloviny července. Obilky jsou dlouhé 10-13 mm, hmotnost tisíce obilek je 3-4 g. Po výsevu vzchází za 4-7 dnů, plného vývoje v porostu dosahuje od 2. roku po zasetí. Je druhem vytvářejícím poměrně velké množství nadzemní biomasy; na zatěžování, zastínění a nízkou seč reaguje ústupem z porostu. Na nadměrně vlhkých půdách je jeho vytrvalost nižší; při dlouhodobém zamokření se z porostu vytrácí velmi rychle. Vyžaduje na živiny bohaté a provzdušněné půdy; snáší i mírné zasolení. V optimálních podmínkách dosahuje vysoké konkurenční schopnosti

a může ve společenstvu začít dominovat; je zimovzdorný a suchovzdorný s dobrou schopností obrůstání po sečích. Jsou vyšlechtěny odrůdy pro zemědělské využití. V extenzivně ošetřovaných travních porostech se uplatňuje na erozi ohrožených stanovištích a na zpevňování svahů, kde využívá svého bohatého kořenového systému, který sahá do hloubek přes 1 m.



Obr. 6: Sveřep bezbranný

Sveřep vzprímený (*Bromus erectus* Huds.)

Druh hojně se vyskytující na suchých i dočasně vlhkých loukách, pastvinách, výslunných

křovinatých stráních na vápenitých půdách od nížin do podhůří. Hustě trsnatá vytrvalá tráva s krátkými podzemními výběžky dorůstající výšky 40-120 cm. Listy jsou šedozelené, dlouhé 5-45 cm a široké u přízemních listů 2-3 mm, u listů na stéble 4-6 mm. Lata je úzká, přímá, stažená, dlouhá 6-25 cm. Kvete v květnu až červnu, zrát začíná od začátku července. Obilka dosahuje délky 8-11 mm, hmotnost tisíce obilek je 3,5-5,5 g. Vzhledem k bohatému kořenovému systému vyniká odolností k suchu a malou náročností na živiny. Je teplomilný, světlomilný, zimovzdorný a dobře snáší i zatěžování (sešlapávání); schopnost obrůstání po sečích je nižší. V minulosti byl okrajově také předmětem šlechtění. Je vhodný do směsí pro extenzivně využívané krajinné trávníky v teplých oblastech na vápenitých půdách a pro zatravňování suchých strání, silničních svahů a železničních náspů.

Genetické zdroje výše uvedených druhů jsou uchovávány v rámci kolekce travin na pracovišti OSEVA PRO s.r.o., Výzkumná stanice travinářská Rožnov – Zubří. Výše uvedené druhy jsou v dostupné části kolekce genetických zdrojů zastoupeny takto: *Phleum phleoides* (7 genetických zdrojů), *Phleum bertolonii* (4), *Festuca rubra* agg. (222), *Festuca ovina* agg. (64), *Festuca arundinacea* (104), *Poa compressa* (12), *Koeleria macrantha* (6), *Bromus inermis* (15), *Bromus erectus* (17). V rámci Národního programu je k 1. 6. 2015 mimo výše uvedené druhy k dispozici dalších celkem 1995 položek GZ travin, a to položek pro pícní, trávníkové, okrasné využití a planých druhů trav.

Seznam literatury

Clayton, W. D. et al. *GrassBase - The Online World Grass Flora*. [online]. <<http://www.kew.org/data/grasses-db.html>>

Hrabě, F. et al. *Trávníky pro zahradu, krajinu a sport*. 1. vyd. Olomouc: Vydavatelství Ing. Petr Baštan, 2009. 335 s. ISBN 978-80-87091-07-4.

Chloupek, O. *Genetická diverzita, šlechtění a semenářství*. 3. vyd. Praha: Academia, 2008. 312 s. ISBN 978-80-200-1566-2.

Kubát, K. et al. *Klíč ke květeně České republiky*. 1. Vyd. Praha: Academia, 2002. 928 s. ISBN 80-200-0836-5.

Míka, V., Řehořek, V. *Sveřepy ve střední Evropě*. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, 2003. 152 s. ISBN 80-86555-39-9.

Našínek, I. Šlechtění suchovzdorných travních odrůd. In *Travníky 2008, sborník vydáný u příležitosti konání odborného semináře ve dnech 26.-27.6.2008 ve Vysočanech na Chomutovsku*. Hrdějovice: Ing. Jana Lepičová - Agentura BONUS, 2008. s. 31-32. ISBN 80-86802-12-4.

Salaš, P. et al. *Opatření vedoucí k zamezení biologické degradace půd a zvýšení biodiverzity v suchých oblastech ČR: uplatněná certifikovaná metodika*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2012. 104 s. ISBN 978-80-7375-585-0.

Ševčíková, M. Pěstované rody a druhy trav. In *Trávy pěstované na semeno*. 1. vyd. Olomouc: Vydavatelství Ing. Petr Baštan, 2010. Kapitola 2, s. 29-87. ISBN 978-80-87091-11-1.

Ševčíková, M., Šrámek, P. Semenářství planých druhů trav. In *Trávy pěstované na semeno*. 1. vyd. Olomouc: Vydavatelství Ing. Petr Baštan, 2010. Kapitola 6, s. 189-205. ISBN 978-80-87091-11-1.

Možnosti introdukce nových druhů čeledi Fabaceae v podmínkách měnícího se klimatu

Mgr. Tomáš Vymyslický

Výzkumný ústav pícninářský, spol. s r. o., Troubsko

vymyslicky@vupt.cz, tel.: 547 138 824

Klimatická změna (zvyšování teploty, snižování srážek v některých oblastech, častější výkyvy a extrémny počasí) stále více působí na přírodní a umělé ekosystémy, včetně těch, sloužících k produkci plodin pro lidskou výživu. Pro oblast České republiky budou největší ohrožení představovat dlouhotrvající období sucha, která mohou postihnout zejména oblast jižní Moravy a část Polabské nížiny. Nejhorší projevy sucha lze očekávat na lehkých písčitých půdách, které zadržují jen velice málo vody. Proto vyvstává otázka možností introdukce nových druhů z čeledi Fabaceae (bobovitě), které by zabezpečily produkci píce, potravních zdrojů pro člověka i ozelenění aridních oblastí. Zároveň se pak bude měnit struktura naší flóry, zejména nárůstem podílu druhů pocházejících z teplejších oblastí, včetně druhů invazních. V tomto příspěvku jsou představeny vybrané druhy čeledi Fabaceae, které by v souvislosti s klimatickou změnou mohly být pro oblast České republiky zajímavé. Tyto druhy jsou studovány a hodnoceny v rámci řešení „Národního programu konzervace a využívání genetických zdrojů rostlin, zvířat a mikroorganismů významných pro výživu a zemědělství“. Zároveň je ale potřeba zdůraznit potřebu předběžné opatrnosti při pěstování těchto druhů, aby se předešlo jejich nekontrolovatelnému šíření do přírodních ekosystémů.

***Trifolium resupinatum* L. (jetel perský)**

Jednoletý jarní, nebo ozimý druh, původní v jižní Evropě a Přední Asii. K nám je ojedinele

zavlekán na cesty a násypy. Druh má ale poměrně široké zemědělské využití. Používá se jako meliorační plodina a pícnina. Patří mezi teplomilné a vlhkomilné plodiny. Jeho charakteristickou zvláštností je pomalý růst na počátku vegetace a teprve od doby vytváření květních poupat a počátku kvetení se růst zrychluje. Je málo náročný na půdu, roste dobře i na půdách těžkých a zasolených. V době kvetení je velice atraktivní pro opylovače. Jedná se o hodnotnou bílkovinnou pícninu. V ČR je registrována odrůda Pasat.



Obr. 1: Jetel perský

***Trifolium nigrescens* VIV.**

Jednoletý druh domácí v oblasti Středozemního moře, často rostoucí na vápenci. Vzhledem

je podobný našemu domácímu druhu *Trifolium hybridum*, ale má bílé květy. Tento ozimý druh na jaře rychle roste, dobře snáší sucha v letním období. Je vhodný i pro suché pastviny. U nás je registrována a právně chráněna odrůda Slatr.

***Trifolium subterraneum* L. (jetel podzemní)**

Jednoletý druh jarního nebo ozimého charakteru, který je domácí v oblasti Středozevního moře a v západní Evropě. Ve sterilním stavu připomíná jednoleté druhy rodu *Medicago* a je význačný geokarpií (plodenství se zavrtávají do půdy). Je důležitou pastevní plodinou v Austrálii a na Novém Zélandu. K nám byl zavlečen při dovozu vlny a byl nalezen zplanělý v okolí Brna, Liberce, Kuřimi. Druh se jeví jako perspektivní pro použití na pastvinách v suchých oblastech s písčitými půdami.

***Lotus ornithopodioides* L. (štírovník jednoletý)**



Obr. 2: Štırovník jednoletý

Tento druh je původní v oblasti Středozevního moře, u nás se planě nevyskytuje. Poskytuje kvalitní píci z 1. seče, do 2. seče už obrůstá hůře. Oproti štırovníku růžkatému (*Lotus corniculatus*) má výhodu v tom, že jeho lusky nepukají a proto poskytuje dobré výnosy semen. U nás je registrována odrůda Junák.

***Vicia lutea* L. (vikev žlutá)**

Jednoletý druh původní v jižní a v západní Evropě, k nám je zavlečána a vyskytuje se ojediněle jako polní plevel, roste na úhorech a podél cest. Preferuje půdy suché, živné, vápenité, výhřevné, písčité i hlinité. V jižních státech Evropy je pěstována jako pícnina. Poskytuje kvalitní zelenou píci. Její potenciál je jako půdopokryvná rostlina a jako pícnina na suchých písčitých půdách.

***Vicia grandiflora* L. (vikev velkokvětá)**

Ozimý druh původní na Balkáně a v jižní Evropě, k nám je zavlečána a roztroušeně se vyskytuje na okrajích polí a podél cest. Preferuje půdy suché, živné, vápenité, výhřevné, písčité i hlinité. Tento druh je nápadný velkými špinavě bílými květy lákajícími opylovače. V jižních státech Evropy je pěstována jako pícnina. Její potenciál je jako půdopokryvná rostlina, jako součást směsi pro opylovače a jako pícnina na suchých písčitých půdách.

***Ornithopus sativus* L. (ptačinocha setá, seradela)**

Jednoletý, bíle kvetoucí druh, původní v jihozápadní Evropě. Nejvíce rozšířená a pěstovaná je na Pyrenejském poloostrově, k nám je ojediněle zavlečána. Dříve se u nás ale pěstovala jako pícnina, na zelené hnojení a místy zplaňovala. Nyní se u nás téměř nepěstuje, ale je to perspektivní druh pro suché oblasti.

***Arachis hypogaea* L. (podzemnice olejná)**

Podzemnice se dá u nás nalézt na zahrádkách jako kuriozita. Je to druh výrazně teplomilný, preferující lehké písčité půdy. Podzemnice pro svůj úspěšný růst vyžaduje dlouhé vegetační období. V současné době je nejvíce pěstována jak v jižní, tak i v severní Americe, ale v souvislosti s klimatickou změnou by stálo za to vyzkoušet její pěstování i v podmínkách jižní Moravy a Polabí, v oblastech s písčitými půdami.



Obr. 3 a 4: Podzemnice olejná

***Lablab purpureus* (L.) Sweet (dlouhatec lablab)**

Dlouhatec lablab je také netradiční minoritní luštěninou. Je to popínavá rostlina podobná fazolu, pocházející z tropické východní Afriky. Pěstuje se v tropech a subtropích celého světa jako luštěnina, zelenina, krmivo nebo zelené hnojení. Zralá semena obsahují jedovaté kyanogenní glykosidy a jedlá jsou až po tepelné úpravě. Zelené lusky se podobně jako u fazolí konzumují jako zelenina. Rostliny jsou cca 80 cm vysoké, kvete fialově. Lusky jsou ve zralosti hnědé, většinou se dvěma semeny. S výsevem je potřeba počkat až po skončení období přizemních mrazků v květnu, sklizeň nastává v říjnu. Lze sklízet jak po desikaci tak lze i vyčkat a sklízet po přemrznutí. Suchovzdorný druh, vhodný pro nejteplejší oblasti – jižní Morava, Polabí. Agrotechnika je u tohoto druhu stejná jako u fazolí.



Obr. 5: Dlouhatec lablab

***Vigna* (vigna)**

Vigna patří mezi rod tropických a subtropických luskovin, který je náročný na teplo. Tropické odrůdy jsou výrazně krátkodenní. Existují ale také odrůdy dlouhodení, plodící v našich podmínkách. Z tohoto rodu se pěstuje několik druhů: *Vigna mungo*, *V. unguiculata*, *V. radiata*, *V. angularis* nebo *V. umbellata*. Tradičně se vigny pěstují hlavně v Asii, ale v poslední době se některé druhy šíří i na naše zahrádky. V Maďarsku ji s úspěchem zkoušejí pěstovat na písčitých půdách, kde dosahuje mnohem lepších výnosů nežli blízký příbuzný fazol. Proto se vigna jeví jako perspektivní plodina v teplých a suchých oblastech s lehkými písčitými půdami.

***Phaseolus lunatus* L. (fazol měsíční, lima boby)**

Fazol měsíční patří mezi další luskoviny, které pocházejí ze subtropických oblastí Střední a Jižní Ameriky, a které se daří pěstovat v teplých a suchých oblastech ČR. Opět, podobně jako vigna, se těší oblibě v Maďarsku, kde je pěstován na zahrádkách a polích v oblastech písčitých půd. V České republice se v současné době téměř nepěstuje, pouze jako hobby plodina na zahrádkách.

Možnosti využití minoritních ovocných dřevin v extrémních podmínkách změněného klimatu

prof. Ing. Vojtěch Řezníček, CSc.

Ústav šlechtění a množení zahradnických rostlin,
Zahradnická fakulta, Mendelova univerzita v Brně
reznicek@mendelu.cz, tel.: 545 136 000

Minoritní ovocné druhy v porovnání s tradičně pěstovanými nabízí řadu pěstitelských a hospodářských možností. Do popředí vystupuje jejich nenáročnost na stanoviště i celoroční agrotechniku. Často se nachází v extrémních podmínkách s nízkou půdní úrodností, v místech postižených vodní i větrnou erozí, na výsušných stanovištích, ale i v podmínkách mrazových kotlin postižených nízkou teplotou a teplotními zvraty. Neopomenutelnou předností je časný vstup do plodnosti a téměř každoroční pravidelná plodnost ovoce vyznačující se vysokou biologickou hodnotou prospěšnou pro zdraví člověka. Ovoce nabízí řadu způsobů převážně konzervářského zpracování. (Dolejší, Kott, Šenk, 1991)

Značné možnosti lze spatřovat v ekologickém uplatnění, při zakládání biocenter, biokoridorů, ve skupinové výsadbě dřevin, solitérních stromů, ale i alejí ve volné krajině. Plní tedy funkci půdoochranou, produkční i estetickou, člení krajinu a tvoří její ráz. Významný je i vliv na klimatické podmínky okolního prostředí.

Výsadby minoritních ovocných druhů byly postupně zakládány na ŠZP v Žabčicích i Mendeleu (Lednice) na pokusných a demonstračních plochách ústavu 554 ZF MENDELU v Brně. Mimo jejich hlavního využití v rámci „genofondu“ slouží pedagogické i vědeckovýzkumné činnosti. Každoroční sledování hodnotí

druhové i odrůdové vlastnosti, mrazuodolnost, fenologii, plodnost i využitelnost plodů. Současně jsou posuzovány pěstitelské nároky zaměřené na celkovou agrotechniku. Z početného souboru druhů, odrůd a ekotypů lze do extrémních podmínek doporučit:

Dřín obecný (*Cornus mas* L.).



Obr. 1: Dřín obecný, odrůda Fruchtal

Je náročným druhem na teplo a světlo, snáší však poklesy teplot, vhodné jsou jižní, jihovýchodní, jihozápadní stanoviště. Lze jej úspěšně pěstovat i ve vyšších polohách. Nevhodná jsou stinná místa a kyselé půdy, vhodná je neutrální až zásaditá reakce. Je pyloidárním druhem, rozkvétá před olistěním, plody se vyznačují vysokou biologickou hodnotou, hodí se pro přímý konzum

i různé zpracovatelské způsoby. Uplatnění nachází v zakládání remízků, živých plotů, ale i solitérů.

Rakytník řešetlákový (*Hippophae rhamnoides* L.).

Řadí se mezi nejméně náročné dřeviny. Dobře roste i na suchých půdách s dostatkem vápníku. Vysoká je jeho mrazuodolnost, vyznačuje se vysokou tvorbou kořenových výmladků, hodí se pro zpevňování písčitých půd vůči erozi. Nesnáší zastíněná stanoviště. Dobrá plodnost je podmíněna zmlazovacím řezem a výsadbou opylovačů, samčích odrůd v poměru k samičím 1 : 2 : 10. Slouží pro živé ploty a stěny, poskytuje dobrý úkryt zvěři a je pro ni okusovou dřevinou. Nachází uplatnění i jako okrasná dřevina.



Obr. 2: Rakytník řešetlákový, odrůda Novost Altaja

Jeřáb obecný (*Sorbus aucuparia* L.).

Jeřáb a jeho variety patří po stránce pěstelských a stanovištních nároků k nejméně náročným; má nejnižší nároky na teplotu, je mrazuodolný. Snáší i extenzivní agrotechniku a částečné zastínění. Velikost plodů, jejich zabarvení jsou rozlišovacími znaky jednotlivých variet. Sklizené plody nachází využití v široké škále konzervářských výrobků. Hodí se do stromořadí, alej i k ohraničení vytvořených kastrů, má ale i využití pro okrasné účely.



Obr. 3: Jeřáb obecný, odrůda Koncentra

Aronie černá (*Sorbus melanocarpa* Michx. Elliot).

Je nenáročným druhem na stanoviště, jeho kvalita rozhoduje o kvalitě sklizně. Vhodná jsou osluněná stanoviště i ve vyšších polohách s dostatkem srážek. Je druhem s vysokým dekorativním efektem, má ozdobné květy, listy i plody. Hodí se pro produkční pěstování s mimořádně časným vstupem do plodnosti. Plody nabízí široké zpracovatelské uplatnění. Vysazuje se do živých plotů, stěn, nejčastěji ve tvaru keřů, kmenné tvary jsou vhodné pro produkční plantáže.



Obr. 4: Aronie černá, odrůda Nero

Růže dužnoplodá (*Rosa pommifera* Herrm.).

Je nejméně náročným druhem, který lze pěstovat v podhorských i horských oblastech, často i v půdách kamenitých, dostatečně osvětlených. Nevhodné jsou těžké, jílové půdy, vhodná je neutrální až alkalická půdní reakce. V době kvetení i sklizně plní funkci estetickou,

sklizené plody poskytují řadu možností zpracování, na sušení, protlaky, marmelády i sirupy. Hodí se do soliterní i skupinové výsadby do živých plotů, kde je potřebné zohlednit trnitost a následně nepříjemnou a obtížnou údržbu.



Obr. 5: Růže dužnoplodá, odrůda Karpatia

Kalina obecná (*Viburnum opulus* L. var. *Edulis*).

Radí se mezi nenáročné druhy, je vysoce mrazuodolná, snáší i mírné zastínění. Velmi dobře roste i na vlhkých a úrodných půdách, kde poskytuje pravidelnou a vysokou sklizeň plodů. Estetickou funkci plní v době kvetení i sklizně zralých plodů, které se snadno uchovávají až do jarních měsíců. Používá se do živých plotů a stěn, disponuje bohatou tvorbou kořenových podrostků, které poskytují dobrý úkryt zvěři.



Obr. 6: Kalina obecná, odrůda Otbornaja

Při výběru či doporučení vhodných druhů byly zohledněny agroekologické podmínky,

hospodářské využití sklizně, ale i estetické požadavky a náročnost ošetřování během časté dlouhotrvající existence výsadby. Pro aleje a stromořadí jsou navrhovány druhy s úzce pyramidálním tvarem koruny. Pro živé ploty a stěny jsou nevhodné choulostivé druhy, brzy od spodu odvětvující, přechovávající škůdce, nebo takové, které se sněhem rozklesnou a keře ztrácejí svůj tvar. Použití trnitých dřevin do živých plotů předpokládá jejich náročnější údržbu.

Součástí genofondu Národního programu tvoří výsadby minoritních ovocných druhů na ŠZP v Žabčicích i Mendelevu (Lednice) a na pokusných a demonstračních plochách ústavu 554 ZF MENDELU v Brně. V kolekci minoritních ovocných dřevin je zařazeno 10 druhů *Cydonia oblonga* Mill., *Lonicera edulis* L., *Mespilus germanica* L., *Morus trnaviensis* Dom., *Chaenomeles japonica* L., *Amelanchier lamarckii* cv. *Balerina* Medic., a zbývající ovocné druhy vhodné pro použití v extrémních podmínkách **dřín obecný** - *Cornus mas* L., **rakytník řešetlákový** - *Hippophae rhamnoides* L., **jeřáb obecný** - *Sorbus aucuparia* L., **aronie černá** - *Sorbus melanocarpa* Michx. Elliot., **růže dužnoplodá** - *Rosa pommifera* Herrm., **kalina obecná** *Viburnum opulus* L. var. *Edulis*. Zahrnuty jsou zástupci domácích i zahraničních odrůd, klonů a ekotypů. Cílem kolekce je jejich plánovitě a cílevědomě rozšiřování o zdroje genetické diversity a donory požadovaných znaků pro potřeby šlechtění a výzkumu. Neméně významné je zachování genetických zdrojů v požadovaném zdravotním stavu, ale i zajištění služeb domácím i zahraničním uživatelům.

Seznam literatury

Dolejší, A., Kott, V., Šenk, L.: Méně známé ovoce, Zemědělské nakladatelství BRÁZDA, Praha, 1991, 149 s. ISBN 80-209-0188-4

Možnosti uplatnění tradiční léčivé rostliny (*Achillea* L., *Asteraceae*) v podmínkách měnícího se klimatu

Ing. Jarmila Neugebauerová, Ph.D.

Zahradnická fakulta Mendelovy univerzity v Brně

neugebj@zf.mendelu.cz, tel.: 519 367 233

V devadesátých letech minulého století byl péčí doc. Ing. Kristiny Petříkové, CSc. založen genofond léčivých rostlin a vytrvalých zelenin na experimentálních plochách Zahradnické fakulty MENDELU se sídlem v Lednici. Polní kolekce rodů chřest (*Asparagus* L.), křen (*Armoracia* L.), reveň (*Rheum* L.), řebříček (*Achillea* L.) a především lékořice (*Glycyrrhiza* L.) se stala nedílnou součástí genofondů dalších významných plodin, typických pro oblast jižní Moravy, révy vinné a teplomilných ovocných dřevin.

ZF MENDELU je účastníkem Národního programu konzervace a využívání genetických zdrojů rostlin a agrobiodiverzity (NP GZR), kurátoři kolekcí se řídí metodickými pokyny pro konzervaci vegetativně množených genetických zdrojů léčivých rostlin a vytrvalých zelenin v polní genové bance. K datu 9. 9. 2015 je v polní kolekci zařazeno celkem 193 položek (včetně pracovní kolekce), její největší část (81 položek) patří řebříčku (*Achillea* L.) L. (viz tab. 1).

Tab. 1: Seznam položek aktivních a pracovních kolekcí

kód	rod	počet položek
A01	<i>Achillea</i> spp.	81
A06	<i>Armoracia</i> spp.	30
H13	<i>Asparagus</i> spp.	16
A44	<i>Glycyrrhiza</i> spp.	22
H75	<i>Rheum</i> spp.	44
celkem		193

Rod *Achillea* L. – řebříček se řadí do čeledi *Asteraceae* Dumort. (hvězdnicovitě), tribu *Anthemideae* Cass. Druhy tohoto rodu jsou vytrvalými bylinami se střídavými, jednou až třikrát peřenosečnými listy a květy uspořádanými do drobných úborů. Jazykovité květy paprsku jsou samičí, plodné. Trubkovité květy

terče jsou oboupohlavné. Barva květů může být bílá nebo žlutá, méně často růžová. Plochem je nažka. Popisem a taxonomií rodu se zabývá Danihelka (2001, 2004) a Danihelka et al. (2012). Rod zahrnuje 115-150 druhů rozšířených v celé Eurasii. Na území ČR se vykytují druhy: *Achillea ptarmica*-řebříček bertrám

(viz. obr. 1), *A. nobilis*-ř. sličný, *A. crithmifolia*-ř. jemnolistý, *A. styriaca*-ř. vratičolistý a v kultuře také jako okrasné *Achillea chrysocoma*-ř. zlatožlutý, *A. filipendulina*-ř. tužebníkovitý, *A. tomentosa*-ř. plstnatý. Nejvýznamější, z hlediska zařazení do genofundu léčivých rostlin na ZF MENDELU, jsou druhy z okruhu *A. millefolium* agg. (*A. asplenifolia*-ř. sleziníkolistý *A. collina*-ř. chlumní, *A. millefolium*-ř. obecný, *A. pannonica*-ř. panonský, *A. pratensis*-ř. luční, *A. setacea*-ř. štětínolistý) a jejich 3 kříženci *A. millefolium* subsp. *millefolium* x *A. pratensis*, *A. millefolium* subsp. *millefolium* x *A. pannonica*, *A. collina* x *A. pratensis*.



Obr. 1: Řebříček bertrám

Mezi druhy, které nalezneme na jižní Moravě patří *A. nobilis* (řebříček sličný), jeho synantropní výskyt byl zaznamenán například v okolí Čejče, je evidován ve stupni ochrany C3. Patří tedy mezi ohrožené taxony, jejichž početnost v poslední době spíše klesá. Ve stejném stupni ochrany je zařazen i *A. styriaca* (řebříček vratičolistý). Z okruhu *A. millefolium* agg. se na jižní Moravě můžeme setkat s druhy xerofylní skupiny: *A. setacea*-řebříček štětínolistý, *A. asplenifolia*-řebříček sleziníkolistý a *A. collina*-řebříček chlumní. *A. setacea* se ve volné přírodě vyskytuje na lokalitách s průměrem ročních srážek pod 550 mm, na mělkých, propustných, živinami chudých a suchých stanovištích. *A. asple-*

nifolia (zařazen do kategorie C1b) roste na vlhčích, slabě zasolených, periodicky zamokřených pastvinách výhradně v termofytiku jižní Moravy. Zařazení do kategorie C1b znamená, že taxon je druhem kriticky ohroženým, vzácným a jeho populace se výrazně zmenšuje. *A. collina* je hojný téměř v celém termofytiku, vyskytuje se na loukách a pastvinách, na okrajích cest a ruderalních místech. Druhy *A. millefolium* agg. jsou morfologicky velmi podobné a ekologicky velmi proměnlivé. Určují se podle zbarvení okrajů zákrovních listenů, podle poměru délky korunní trubky a liguly (zploštělá část jazykovitých květů) apod. Spolehlivé určení je obtížné, ale možné, pokud se sbírají alespoň 4 rostliny z jedné populace i s částí oddenku a v termínu sběru se zaznamená barva liguly, která se může během sušení měnit. Významný je také termín sběru, určení jedinců sbíraných v pozdním létě a na podzim je téměř nemožné (Danihelka, 2004).

Kritérium kvantity a kvality obsahových látek je, kromě morfologických dispozic a pedologicko-ekologických nároků, nejdůležitějším hlediskem pro introdukci dalších taxonů a jejich využití především ve fytoterapii.

Hlavními obsahovými látkami v řebříčku jsou silice, hořčiny, flavonoidy (apigenin, luteolin), betainy (betonicin, cholin, betain aj.), 3-5 % tříslovin, fenolické kyseliny, minerální látky (Mn).

Silice je obsažena v různém množství ve všech nadzemních částech, nejvíce v květech a květenstvích. Složení silice je dáno především geneticky, ekologické podmínky a doba sběru mají podružný vliv. V silici jsou obsaženy především monoterpenoidy (α -pinen, β -pinen, 1,8-cineol, sabinen), seskviterpenoidy, převážně však seskviterpenické laktony (arglanin, hydroperoxyarglanin, tauremisin) a quajanolidy odvozené od achillinu (např. achillicin), matricarinu, achillinu a artabsinu (např. tigloxylartabsin a angeloxylartabsin) jakož i longipinany (např. longipinenon).

Z quajanolidů (proazulenů) vzniká při destilaci chamazulen. Místem syntézy proazulenů jsou sekreční trichomy (žlásky), jsou tvořeny deseti buňkami uspořádanými ve dvou řadách. Stadium sekrece začíná roztržením kutikuly na vrcholu trichomu. Léčivé účinky jsou přičítány obsahu eudesmanolidů a quajanolidů (proazulenů), tj. seskviterpenoidních laktónů. Quajanolidy se destilací mění na chamazulen. Obsah chamazulenu je druhově specifický. Lze konstatovat, že nejvyšší obsah je u druhů *Achillea collina* a *A. asplenifolia*. Rostliny druhů *A. millefolium*, *A. pannonica* a *A. setacea* naopak proazuleniny vesměs neobsahují, protože quajanolidy jsou nahrazeny eudesmanolidy. Eudesmanolidy mají navíc alergenní účinky a proto mohou u citlivých osob vyvolávat kožní alergické reakce. Některé obsahové látky mají i fotosenzibilizující účinky. Izolované flavonoidní aglykony jsou druhově specifické. A proto je lze použít při taxonomické klasifikaci příbuzenského okruhu (Danihelka, 2004).

Řebříček je velmi oblíbená rostlina v lidovém léčitelství. Používá se nať a květy (správněji celá květenství), výjimečně i listy z *Achillea millefolium*-řebříčku obecného (viz obr. 2-4).



Obr. 2: Řebříček obecný - květenství, detail

Řebříček tlumí krvácení a zlepšuje srážlivost krve, má dezinfekční a močopudné účinky, užívá se proti bolestem zažívacího traktu. Podporuje chuť k jídlu a zažívání. Působí proti skle-

rotizaci žilních stěn, proti astmatu. Používá se proti bolesti hlavy, nočních křečích v lýtkách, proti střevním parazitům. Kromě vnitřního užití se aplikuje i zevně na otoky, na špatně se hojící rány, kožní defekty a záněty ústní dutiny. Nejčastěji se řebříček upravuje jako nálev a tinktura. Usušené květy a listy se mohou následně upravit jako prášek. Čerstvá rozmačkaná nať přiložená přímo na ránu urychluje hojení. Řebříček je krajově oblíbeným kořením do mastných jídel, zlepšuje trávení.



Obr. 3: Řebříček obecný - květenství

Řebříček se zpracovává ve farmaceutickém průmyslu. *Millefolii herba*-řebříčková nať je oficiální drogou podle Českého lékopisu 2009. Jsou to celé nebo řezané usušené kvetoucí vrcholky druhu *Achillea millefolium* L. Obsahuje nejméně 2,0 ml silice v kilogramu drogy a nejméně 0,02 % proazulenů, počítáno jako chamazulen, obojí vztaheno na vysušenou drogu. Podle Danihelky (2004) se matečná rostlina uvedená jako *Achillea millefolium* L. v lékopisech pravděpodobně vztahuje na všechny druhy agregátu. Kromě obsahu silice a chamazulenu v droze se podle starších lékopisů hodnotil i obsah hořčin (číslo hořkosti, nejméně 5000, Český lékopis 1997).

V Českém farmaceutickém kodexu (1993) je popsána droga *Millefolii flos*. Je to usušené květenství souborného druhu *Achillea millefolium* agg.-řebříček obecný (Asteraceae). Musí obsahovat nejméně 0,2 (V/m) silice.

Z celého příbuzenského okruhu *A. millefolium* agg. mají rostliny druhu *A. collina* největší obsah proazulenu v silici, a proto se nejlépe hodí ke komerční produkci drogy *Millefolii herba*. V současnosti jsou k dispozici kromě rostlin získaných z přírodních populací také odrůdy 'Proa', původem z Německa a 'Alba', která byla vyselektována na Slovensku (Danihelka, 2004).



Obr. 4: Řebříček obecný - listy

Ojedinelé jsou zakládány kultury *A. collina* na 4–5 let. Pro pěstování jsou vhodná slunná, nezaplevelená stanoviště, půdy lehké, zásadité. Hnojení dusíkem ovlivňuje počet květních lodyh a tím i nepřímo výnos silice. Množí se

z přímých výsevů, dělením trsů a výjimečně i z předpěstované sadby.

Sklízí se na počátku kvetení od VI.–VII., květy se stopkou pod latou do 10 mm, nebo nať se stonky do 0,35 m. Suší se teplotami do 40 °C, sesychací poměr je 7 (*Millefolii flos*-květ) – 4 (*Millefolii herba*-nať): I, od druhého roku sklízíme 2x, pokud se okamžitě po sklizni provede zkrácení nadzemní části těsně nad povrchem půdy, pak druhé kvetení přichází koncem VIII. Výnos *Millefolii flos* je 0,3–0,5 t v prvním roce, v dalších letech 1,5 t.ha⁻¹, *Millefolii herba* 2–5, 5 t.ha⁻¹.

Výše uvedené druhy byly od roku 1996 postupně zařazovány do polní kolekce nově založeného genofondu rodu *Achillea* L. Po přesné identifikaci taxonů a určení počtu chromosomů (Danihelka in Karlová, 2005) bylo v období 1996–1999 do kolekce zařazeno 100 položek (druhů, ekotypů, kříženců). Položky pracovní kolekce byly hodnoceny z hlediska morfologie (výška rostlin; list-šířka a délka spodních listů, šířka a délka středních listů, tvar; vlnatost, listové větvení, tvar listového větvení, rozložení listových úkrojků, množství a tvar úkrojků, terminální úkrojek jeho tvar a špičatost; lodyha-olistění, postavení lodyhy, místo rozvětvení, vlnatost; květenství-průměr květenství, typ chocholíku, barva korunních lístků, zákrovní listeny jejich velikost, odění, tvar a barva). Dalším kritériem pro výběr perspektivních fenotypů bylo hodnocení růstu a vývoje. Od počátku byla pozornost věnována analýze obsahových látek (kvantita a kvalita silice, stanovení obsahu flavonoidů a tříslovin (Špinarová, 2002). Významným posunem v ověřování údajů dříve uvedených v odborné literatuře představuje práce Karlová (2005). Zabývala se variabilitou a heritabilitou kvalitativních znaků především u taxonů ze souborného druhu *Achillea millefolium* agg. a také porovnáním s odrůdou *A. collina* 'Alba'. V rámci souboru hodnocených taxonů byl vytvořen přehled s obsahem účinných látek (flavonoidy, tříslovi-

ny a silice) a po vyhodnocení byly vytipovány perspektivní taxony pro další šlechtitelskou práci (pracovní označení 25/65 a 25/54). Při hodnocení hybridů z volného sprášení, vzniklých křížením *A. collina* z lednické sbírky s jinými řebříčky, bylo zjištěno, že znak azulen-pozitivní se dědí recesivně. Při hodnocení jedinců vzniklých samoopylením se také barva silice měnila v závislosti na obsahu chamazulenu (vysoký obsah proazulenů a tmavě modrá barva silice u *A. collina* a *A. collina* x *A. pratensis* i jejich potomstev; nízký obsah proazulenu a světlá barva silice u *A. pannonica* a nízký obsah proazulenu u světlé silice u jeho potomstva). Kvalitativním hodnocením silice byla zpochybněna některá tvrzení. Různé chemotypy s od-

lišným složením silice nejsou charakteristické jen pro *A. collina*, ale pro celou skupinu druhů *A. millefolium* agg. Karlová (2005). K datu hodnocení 30.10.2014 je v polní kolekci zařazeno 45 položek genofondu rodu *Achillea* L., v systému EVIGEZ je evidováno 94 záznamů.

Další kvantitativní a kvalitativní hodnocení obsahových látek a morfologie potvrdila oprávněnost výběru všech druhů *A. millefolium* agg., především pak *A. collina*, *A. millefolium* a křížence *A. millefolium* x *A. collina*. Tyto taxony jsou suchomilné a ekologicky velmi plastické, vzhledem ke změnám, především teplotním a srážkovým, lze tyto druhy považovat za jedny z nejvýhodnějších pro kultivaci i v budoucnu.

Seznam literatury

Český farmaceutický kodex 1993. Praha: X-GEM, 1993.

Český lékopis 1997 (ČL 97) 3. díl. Praha: Grada Publishing, 1997. p. 2279-2281. ISBN 80- 7169-625-0.

Český lékopis 2009 (ČL 2009) 2. díl. Praha: Grada Publishing, 2009. p. 2632-2633. ISBN 978- 0-247-2994.

Danihelka J. 2001. *Achillea panonica in the Czech Republic, with taxonomic remarks*. Preslia, vol. 73, 2001, p. 213-244. ISSN 0032-7786.

Danihelka J. 2004. *Achillea L. - řebříček*. In Slavík, B., Štěpánková, J. (ed.) Květena České republiky, Praha: Academia, 2004. p. 187-215. ISBN 80-200-1161-7.

Danihelka J., Chrtek J. JR. et Kaplan Z. 2012. *Checklist of vascular plants of the Czech Republic*. Preslia, vol. 84, 2012, p. 647-811. ISSN 0032-7786.

Karlová K. 2005. *Studium variability a dědivosti kvalitativních znaků u řebříčku (Achillea L.)*. Disertační práce. Lednice: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Zahradnická fakulta v Lednici, 2005.

Špinarová Š. 2002. *Průzkum rodu Achillea L. a možnosti jeho kultivace*. Disertační práce. Lednice: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Zahradnická fakulta v Lednici, 2002.

Plodinové zastoupení genetických zdrojů rostlin patřících do Národního programu rostlin ČR

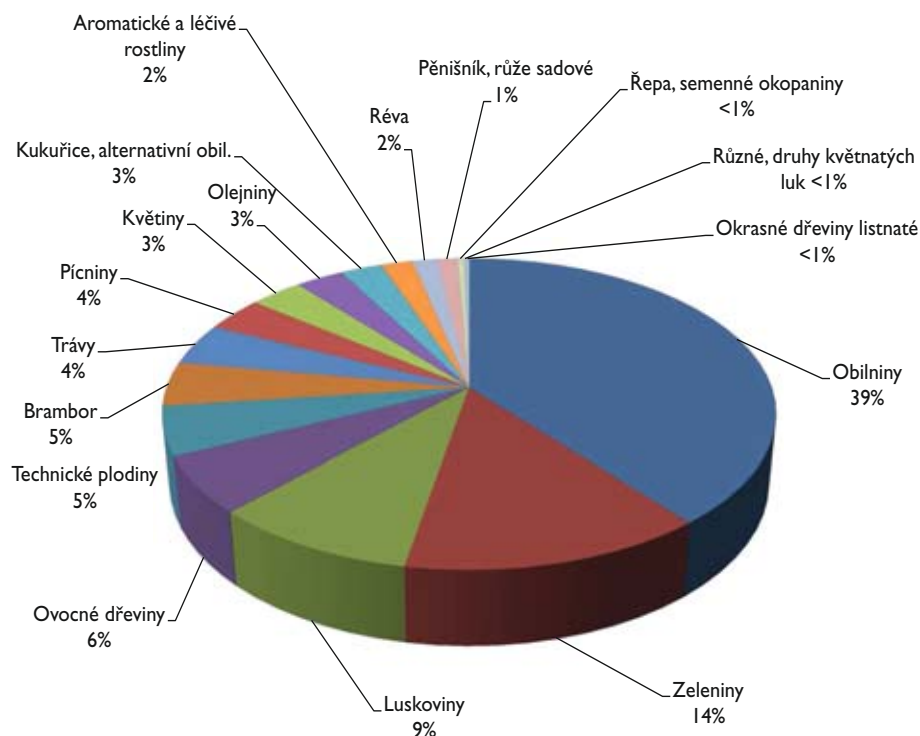
Ing. Ludmila Papoušková, Ph.D.

Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i. Praha-Ruzyně

papouskova@vurv.cz, tel.: 233 022 374

V současné době je v Národním programu rostlin (NPR) evidováno více než 53 tisíc položek genetických zdrojů rostlin (GZR), náležících ke 978 druhů plodin významných pro výživu a zemědělství (obr.1). Všechny tyto

GZR má na starosti 16 pracovišť ze 12 plodinových ústavů rozmístěných po celém území ČR podle vhodných podmínek pěstování pro jednotlivé plodiny (viz tab.1).



Obr.1 Plodinové zastoupení v kolekcích NPR

Práce s GZR podléhá mezinárodním pravidlům a dohodám (dokumenty FAO, International Treaty on Plant Genetic Resources, Convention on Biological Diversity apod.), jejichž součástí je i evidence GZR. Od června letošního roku slouží nejen kurátorům dílčích kolekcí plodin, ale také všem uživatelům GZR, nový dokumentační systém GRIN Czech. Tento dokumentační systém je verze systému GRIN Global vyvinutým v United States Department of Agriculture/Agriculture Research Service, kdy se jedná o zmodernizovanou

světově používanou verzi původního systému USA GRIN (Germplasm Resources Information Network). Systém umožňuje nejen kompatibilitu s dokumentačními systémy v mezinárodním měřítku, ale také usnadňuje uživatelům přístup ke GZR i příslušným informacím o těchto GZR. GRIN Czech má vlastní webovou stránku, kde je možno také provést objednávky GZR, které jsou poskytovány uživatelům za účelem šlechtění, výzkumu a vzdělávání, přímo prostřednictvím této webové stránky: <https://grinczech.vurv.cz/gringlobal/search.aspx>

Tab. I: Přehled kolekcí NPR na jednotlivých pracovištích

Instituce	kolekce NPR	počet GZR
VÚRV Praha-Ruzyně	jarní a ozimá pšenice, ozimý ječmen, slunečnice, řepa, alternativní a maloobjemové plodiny	16 591
ZVÚ Kroměříž	jarní ječmen, oves, žito	5 725
AGRITEC Šumperk	přadné plodiny, luskoviny	5 047
VÚB Havlíčkův Brod	brambory	2 497
CHI Žatec	chmel	355
VÚRV Olomouc	zeleniny, kořeninové, aromatické a léčivé rostliny	10 181
VŠÚO Holovousy	ovocné dřeviny, bobuloviny, jahody	2 329
VÚKOZ Průhonice	okrasné dřeviny a vybrané druhy květin	1 850
VÚP Troubsko	jeteloviny a pícniny	2 345
OSEVA VST Zubří	traviny	2 446
OSEVA VÚO Opava	olejníky	1 409
VÚRV VSV Karlštejn	réva vinná	274
ZF MENDELU	teplomilné a méně známé ovoce, réva vinná, vytrvalé zeleniny, vybrané druhy květin a léčivých rostlin	1 474
BÚ AV Průhonice	kolekce rodu <i>Iris</i> , <i>Paeonia</i> a <i>Hemerocallis</i> (vybrané genetické zdroje domácího původu)	438
AMPELOS Znojmo	evropská réva vinná	286
VÚRV Praha-Ruzyně	kryokonzervace	309

**Vydalo v roce 2015
Ministerstvo zemědělství**

**Těšnov 17, 110 00 Praha 1
www.eagri.cz, info@mze.cz**

ISBN 978-80-7434-249-3