



# Posouzení odolnosti jetelovin vůči suchu

Do čeledi Fabaceae je řazeno asi 12 tisíc druhů z 500 rodů. Rozšíření jetelů je kosmopolitní. Nejvyšší diverzita je ale v mírném pásu severní polokoule. Na našem území se jich nachází asi 160 druhů. Jeteloviny jako většina motýlkovětých rostlin vynikají velkým kořenovým systémem zasahujícím do velké hloubky a díky tomu jsou méně závislé na občasném nedostatku srážek (nikoliv na dlouhodobém suchu).

Z hlediska fyziologického lze ale uvést, že mají značně vysokou intenzitu transpirace při porovnání s ostatními plodinami, tedy „plýtvají“ vodou. Hlavně pro své vysoké požadavky na vodu je jetel luční většinou plodinou vlhčích oblastí (vyšších poloh). Štírovníku růžkatému na vysychavých půdách nemůže kon-

## Materiál a metody

### Použitý rostlinný materiál

V pokusu byly použity následující materiály. Jetel luční – diploidní (*Trifolium pratense* L.), odrůda Spurt, Start a novošlechtění DO-12; jetel luční – tetraploidní (*Trifolium pratense* L.), odrůda Sprint, Cyklon, Tempus, Dolly,

Jetel luční pochází z jihovýchodní Eurasie blízko Středozemního moře. Je původní v Evropě, na Blízkém východě, severní Africe a centrální Asii.

Pro pícninařské využití byl zavlečen do zbytku světa. Červený jetel je jedinou z nejdéle kultivovaných pícnin,

### Trojice pokusů

Vliv sucha a standardního prostředí se testoval s omezeným prostorem pro kořeny. Pokusy probíhaly ve stejném prostředí jako v podmínkách sucha a ve standardních podmínkách s tím rozdílem, že odrůdy byly kultivovány v nádobách s výškou 30 cm a posuzoval se vliv velikosti nádob (zejména jejich hloubky) na odrůdy s velkou a malou kořenovou soustavou, tedy mají-li k dispozici velké a malý objem půdy.

Pokus v minirizotronu probíhal za stejných teplotních podmínek. Rostliny byly kultivovány v 60 cm vysokých válcích naplněných pískem s průtočnou hydroponií a se samostatně řízenou teplotou kořenové a nadzemní části, tak aby to odpovídalo přírodním podmínkám, které byly zjišťovány přímo v porostu v době plné vegetace, kdy teplota půdy v hloubce, kde je kořenový systém nejvíce rozvětven, byla vždy o několik stupňů nižší při porovnání se vzduchem. Zálivka probíhala (protékání živného roztoku) každé čtyři hodiny, při simulaci povrchového sucha se zalévalo 1x za 24 hodin a při simulaci sucha, kdy dochází k vysychání do velkých hloubek, se zálivka zastavila úplně až do počátku vadnutí prvních genotypů.

Orientační test na rychlost vadnutí probíhal v klimaboxu při teplotě 20 °C. Oddělené nadzemní části po 24 hodin trvající dostatečné zálivce byly umístěny lodyhami do skleněných válců po uzavření řezné plochy ihned po dekapitaci. Sledovala se rychlost počátku viditelného vadnutí (od počátku sklánění čepelí listů) a doplňkově rychlost úbytku obsahu vody.

## Výsledky hodnocení kořenů v rizotronu

Rod, druh odrůda	Hloubka promíkaní kořenů (cm)	Objem kořenů rostliny (cm <sup>3</sup> )	Sušina nadzemní části rostliny (g)	Sušina kořenů jedné rostliny (g)	Sušina jedné rostliny (g)	Poměr sušiny kořeny/nadzemní část
<i>Trifolium resupinatum</i> L. (Pasat)	40,00	2,00	1,66	0,66	2,32	0,41
<i>Trifolium pratense</i> L. (NSL DO-12)	40,00	5,00	0,35	0,15	0,50	0,42
<i>Trifolium pratense</i> L. (Sprint)	60,00	13,30	1,53	0,35	1,73	0,23
<i>Trifolium pratense</i> L. (Cyklon)	25,00	13,30	0,83	0,25	1,08	0,30
<i>Trifolium pratense</i> L. (Spurt)	55,00	8,12	1,86	0,38	2,08	0,21
<i>Trifolium pratense</i> L. (Vulkan)	65,00	10,80	1,72	0,52	2,24	0,30
<i>Trifolium pratense</i> L. (Blizard)	50,00	2,50	0,33	0,16	0,49	0,48
<i>Lotus corniculatus</i> L. (Lotar)	30,00	5,00	0,25	0,11	0,36	0,44
<i>Trifolium pratense</i> L. (Tempus)	65,00	10,71	0,68	0,32	1,00	0,47
<i>Trifolium pratense</i> L. (Dolly)	65,00	16,00	3,28	1,12	4,40	0,34
<i>Trifolium pratense</i> L. (Ostro)	70,00	11,40	1,18	0,47	1,65	0,39
<i>Trifolium pratense</i> L. (Start)	65,00	15,50	2,82	1,19	4,01	0,42

kurovat žádná jiná jetelovina z důvodu poměru plochy listové, která připadá na kořenový systém. Jetel perský, je mezi leguminózami náročný na teplo a vlhko.

Vzhledem ke stále se zvětšujícím obdobím sucha a zvětšující se variabilitě průběhu počasí v průběhu roku jsme se pokusili porovnat v rámci pokusů s kořeny ostatních plodin tři odlišné typy jetelovin z hlediska jejich reakce na suchu a posoudit možnost selekce. K tomuto hodnocení též přispěla ta skutečnost, že výnosy jetelovin v posledních letech klesají. Výsledky poskytly celkem zajímavé závěry.

Vulkan, Ostro a Blizard. Dále štírovník růžkatý (*Lotus corniculatus* L.), odrůda Lotar a jetel perský (*Trifolium resupinatum* L.) odrůda Pasat.

### Charakteristika druhů

Štírovník růžkatý se z původní oblasti kolem Středozemního moře druhotně rozšířil po celé Evropě, Severní a Jižní Americe, v Austrálii a ve východní Asii. Vyznačuje se nepatrnými nároky na stanoviště. Píce a čerstvé seno obsahuje kyanogenní glykosidy (lotaustralin, lotusin, fasolunatin). Někdy se vyskytují rostliny se zvýšeným obsahem těchto toxinů, které mohou být jedovaté pro hospodářská zvířata.

pravděpodobně druhý po vojtěšce. Spontánní populace rostou na živinami bohatých hlubokých půdách v oblastech s mírnými zimami s dostatkem srážek především na loukách, stráních, na polích nebo okrajích cest.

Jetel perský je původní v oblasti okolo Středozemního moře, zavlečený a pěstovaný i ve střední Evropě, střední Asii, Severní Americe a v západní Austrálii. Testování uvedených druhů a odrůd ve standardním prostředí a v podmínkách sucha probíhalo s mírnými modifikacemi podle stejného postupu, jaký byl publikován v článku týkajícím se trav (Bláha a kol., Úroda 10 a 12/2009).



Štírovník růžkatý, vlevo standard, vpravo sucho

Foto Ladislav Bláha



Jetel, vlevo standard, vpravo sucho

Foto Ladislav Bláha

## Výsledky

### Pokus v rizotronu

Z výsledků pokusů v rizotronu (výška nádob 60 cm, substrát písek) vyplývají značné rozdíly v mohutnosti kořenů a v hloubce jejich pronikání do půdy (tab.). Při testování odolnosti vůči suchu, tj. při hodnocení intenzity poklesu růstu nadzemní části (sušiny za jednotku času) rostlin bylo zjištěno, že genotypy s nejmohutnějším kořenovým systémem byly nejodolnější vůči trvalému suchu, měly tedy nejmenší redukci sušiny nadzemní části ( $r = **0,94$ ). Jinými slovy, redukce nadzemní biomasy v procentech sušiny byla tím nižší, čím větší byl kořenový systém. Lze tedy s vysokou pravděpodobností říci, že velkou roli v odolnosti vůči suchu hrají u námi testovaných genotypů kořeny rostlin. Jde evidentně o čerpání vody z větší hloubky. Rozdíly mezi genotypy jsou poměrně velké, nejsou však pozorovatelné rozdíly u jetele luč-

ního mezi diploidy a tetraploidy – tedy aspoň u tohoto pokusného vzorku.

### Nádobové pokusy

Nádobové pokusy v půdě (výška nádob 30 a 60 cm, substrát půda) potvrdily prakticky stejnou hierarchii mezi odrůdami v měřených parametrech jako z rizotronu, bylo však zjištěno celkově větší větvení kořenů, větší celková mohutnost (přibližně dvojnásobek, což je dáno substrátem). U hloubky pronikání kořenů byly výsledky též téměř shodné, pokud se týká pořadí ( $r = 0,93**$  u nádob s hloubkou 60 cm a  $r = 0,78$  u nádob s hloubkou 30 cm), rozdíly však byly menší, vzhledem k hloubce nádob.

Posouzení kořenového systému v umělém prostředí u jetelovin je tedy možné v nádobových pokusech různého typu. Nutné je uvést, že v umělém substrátu se kořenové hlízky vytvářejí minimálně a že nevhodnější fáze růstu pro hodnocení kořenů jsou do počátku kve-

tení, později je již prokořenění těžko měřitelné. Optimální jsou vysoké válce umožňující měřit hloubku pronikání kořenů za určitý časový úsek růstu od vyklíčení. Pro praktickou selekci je třeba mít větší množství potomstev a odrůd (normální rozdělení pravděpodobnosti, Gausova křivka).

Dále z grafu 1, kde se hodnotí vztah hloubky pronikání kořenů do půdy v nádobovém pokuse (nádoby s větší hloubkou) s poklesem hmotnosti nadzemní části rostlin v podmínkách sucha, vyplývá, že čím menší je pokles hmotnosti sušiny nadzemní části (vyjádřený v procentech hmotnosti sušiny z podmínek sucha ve vztahu ke standardnímu prostředí), tím hlouběji kořeny pronikají ( $r = 0,68*$ ).

### Vliv nádoby

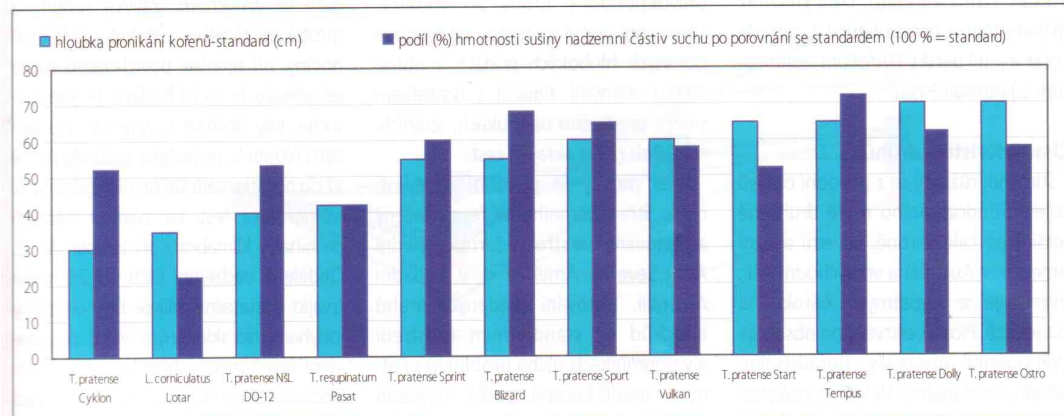
Při použití 60 cm dlouhých novodurových válců s půdou se kořenový systém normálně rozvíjel a u hlouběji pronikajících kořenů byly dosaženy stejné závěry

jako v rizotronu, tedy čím větší kořenový systém, tím větší suchovzdornost. Svědčí to jako o významu kořenů pro suchovzdornost u těchto plodin, dále o nutnosti použít v pokusech vhodné kultivační nádoby, tak pravděpodobně v praktickém pěstování i o důležitosti přípravy půdy tam, kde budou seté jeteloviny.

Navodilo-li se sucho (omezená závlhka) v obou typech nádob, t. j. jak ve válcích, tak v nádobách, bylo jednoznačně zjištěno, že v nádobách o menší hloubce (30 cm) při omezení závlhky se nedostatek vody projevuje i ve spodní části nádob, na rozdíl od vyšších válců, kde v hlubších partiích se obsah vody snižoval pomaleji, jak ukázala měření obsahu vody půdy. Obsah vody v hloubce 30 cm byl u obou variant ale stejný.

Jak dále ukazuje graf 2, kde se hodnotí vliv velikosti kultivační nádoby na diferenci mezi hmotností sušiny nadzemní části rostliny ze standardního prostředí a z podmínek sucha paralelně u obou variant, tj. ve velkých a malých nádobách, byly zjištěny značné rozdíly. Vliv velikosti kultivační nádoby na diferenci mezi hmotností rostliny ze standardního prostředí a z podmínek sucha je u větších odrůd značný. Z výsledků u větších kultivačních nádob lze vyvodit, že čím suchovzdornější je testovaný genotyp, tím menší je rozdíl u hmotnosti nadzemní části z podmínek sucha a ze standardního prostředí ( $r = 0,76*$ ), jak ukazuje varianta z nádob s velkou hloubkou.

Kořeny se totiž mohou rozvinout do větší hloubky. Toto by mělo být velmi důležité zjištění, že v případě hodnocení odolnosti rostlin, které poměrně značně plynou vodou a mají větší koře-



Graf 1 - Pokles hmotnosti sušiny nadzemní části rostlin vyjádřený v procentech hmotnosti sušiny z podmínek sucha ve vztahu ke standardnímu prostředí a hloubka pronikání kořenů do půdy (osa y vyjadřuje dvoji jednotky za účelem porovnání obou údajů)



Porovnání materiálů

Foto Ladislav Bláha



Pohled na pokusy

Foto Ladislav Bláha

nový systém, výsledky silně ovlivní kultivační prostředí (viz nádoby s malou hloubkou). To často nebývá v pokusech bráno na zřetel. Jak se tedy předpokládalo, odrůdy s větší hloubkou pronikání (Dolly, Ostro, Tempus a Start) mají ve velkých nádobách v podmínkách sucha minimální diferencii mezi standardem a suchem u nadzemní biomasy, a naopak odrůdy s malou hloubkou pronikání kořenů do půdy (Cyklon, Lotar, DO-12, Pasat) mají větší redukci nadzemní biomasy podmínkách sucha. V nádobách s malou hloubkou byly však výsledky odlišné (nehodnota pro tento typ testování).

## Diskuse

Z výsledků testů ve skleníku a v laboratorii vyplývá, že v případě, že se nechají v definovaných podmínkách postupně vadnout oddělené zelené části rostlin, pak nejvíce odolný vůči suchu byl štirovník. Jetel perský poměrně značně plytvá vodou, nicméně jeho nároky na

vnější prostředí, tak jak jsou uváděny v literatuře, nebyly tak markantní, což může být dáno i způsobem testování, prostředím atd. Zjištěny byly malé mezi-odrůdové rozdíly u jednotlivých odrůd jetele lučního z hlediska rychlosti ztráty vody a vadnutí, které by pro hodnocení na poli byly však malé, a to vzhledem k rozdílnosti typů půd, jež mohou mít velký vliv, průběhu srážek na jednotlivých lokalitách atd. Evidentně pro selekci na suchu a velikost kořenů by bylo nutné testovat více genotypů.

Při posuzování vlastností kořenů je na místě úvaha, zda by nebylo vhodnější používat k hodnocení ještě ranější fáze růstu než v této práci. Kořeny jetelovin rostou ještě do větších hloubek, než bylo naměřeno v této práci u jetelovin na počátku kvetení a zde v těchto pokusech kořeny dosahovaly již dna nádob. Uvedený postup je možno uplatnit i pro selekci, musí se ale vyjít z velkého množství hodnocených genotypů (normální rozložení pravděpodobnosti).

Jak výsledky ukázaly, všechny zde testované genotypy poměrně značně plytvají vodou a počínají vadnout při postupně se snižující zásobě vody v půdě dříve než ostatní plodiny testované v podobných pokusech, v případě že nemají možnost jejich kořeny pronikat do hloubky (malé nádoby). V prostředí s malým prostorem pro růst kořenů se vyvíjí jiný poměr nadzemní a podzemní části rostlin a dochází ke změně metabolismu.

Výsledky proto z hlediska praktického pěstování pravděpodobně směřují k předpokladu nutnosti dobrého zpracování půd (půdy s hlubším profilem) do hloubky u předchozích plodin na lokalitě, kde bude setý jetel kvůli vývoji kvalitního kořenového systému! Testy s vitalitou semen, s efektivností využití vody atd., nepotvrdily žádný vztah se sledovanými parametry na rozdíl od jiných plodin. Ze získaných výsledků vyplývá, že u jetele lučního nebyl u tohoto typu pokusů s danými

genotypy zjištěn podstatný rozdíl mezi diploidy a tetraploidy. I přes to, že jetele mají hluboký kořenový systém, patří do vyšších poloh díky větší transpiraci a při porovnání například s vojtěškou a štirovníkem je zde značná listová plocha ve vztahu k ploše kořenového systému.

## Závěry

Potvrdil se velký význam velikosti kořenového systému pro odolnost vůči přechodnému suchu u jetelovin.

- Lze předpokládat, že při hodnocení většího počtu genotypů jetele lučního bude možné provádět úspěšný výběr u jetelovin na odolnost vůči suchu i na základě hodnocení kořenové soustavy.

- Při hodnocení odolnosti vůči suchu v pozdějších fázích růstu je nutné u těchto plodin použít odpovídající prostředí pro kořenový systém, zejména hlubší nádoby, protože na rozdíl od jiných plodin zřejmě více ovlivňuje hospodaření s vodou.

- Výsledky též naznačují, nikoliv potvrzují, že půda více do hloubky prokypřená může značně ovlivnit růst, vývoj a odolnost vůči přechodnému nedostatku vody v půdě, a to více než u jiných plodin. ✱

Práce vznikla ve spolupráci s šlechtitelskou stanicí Domoradice a za podpory záměru MZe0002700604 „Udržitelné systémy pěstování zemědělských plodin pro produkci kvalitních a bezpečných potravin, krmiv a surovin“.

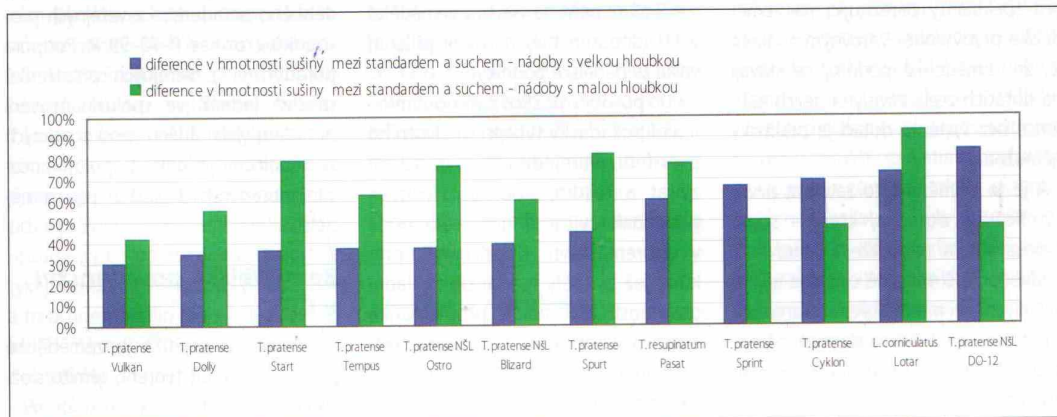
Ing. Ladislav Bláha, CSc.,

Výzkumný ústav rostlinné výroby,

v. v. i., Praha-Ruzyně,

RNDR. Věra Marková,

OSEVA UNI, a. s.,



Graf 2 – Vliv velikosti kultivační nádoby na diferencii mezi hmotností rostliny ze standardního prostředí a z podmínek sucha