

MALT QUALITY AND THE BARLEY LINES TOLERANCE TO STRESS INFLUENCED BY ROOT SIZE SYSTEM

SLADOVÁ KVALITA A TOLERANCE LINIÍ JEČMENE KE STRESU OVLIVNĚNÁ VELIKOSTÍ KOŘENOVÉHO SYSTÉMU

Dostál V., Chloupek O.

Ústav pěstování, šlechtění rostlin a rostlinolékařství, Agronomická fakulta, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika.

E-mail: dostalvita@seznam.cz, chloupek@mendelu.cz

ABSTRACT

The objective of this work was to monitor malt quality of 10 registered varieties and 9 dihaploid barley lines in connection to the root size system (RSS). The root size system was estimated according to the size of its electrical capacity that is measured in relation to the surrounding substrate. The measuring was conducted during the stem elongation, blossoming and seed filling phases in two locations (Zelesice and Hrubcice). RSS in field conditions was influenced mainly by its environment, however, also by genetic factors. A relation between RSS and the gene of partial dwarfishness *sdw 1* was established. The lines that had this gene also had a higher RSS, however, improvement of the general resistance to the (*mlo* gene) can lower RSS. The root size system also influenced the malt quality and yield stability. Improvements leading to a higher RSS may advance nutriment and water accessibility, which is a relevant issue in the view of current environmental problems such as global warming.

Key words: barley, root size system (RSS), malt quality, yield stability

ABSTRAKT

Cílem této práce bylo sledování sladové kvality 10 registrovaných odrůd a 9 dihaploidních linií ječmene v souvislosti s velikostí kořenového systému (VKS). Velikost kořenového systému se hodnotila podle velikosti jeho elektrické kapacity, kterou měříme ve vztahu k obklopujícímu substrátu. Měření bylo provedeno v době sloupkování, kvetení a plnění zrn na dvou lokalitách (Želešice a Hrubčice). VKS v polních podmínkách byla ovlivňována především prostředím, ale i geneticky. Byl zjištěn vztah VKS s genem polozakrslosti *sdw 1*. U linií s tímto genem byla vyšší VKS, ale šlechtění na obecnou rezistenci vůči padlí travnímu (gen *mlo*) může zmenšovat VKS. Velikost kořenového systému měla vliv i na sladovou kvalitu a stabilitu výnosu. Šlechtění na větší VKS by mohlo vést k vyšší dostupnosti živin a vody, což je aktuální zejména při současném globálním oteplování.

Klíčová slova: ječmen, velikost kořenového systému, sladová kvalita, stabilita výnosu

ÚVOD

Rostliny jsou schopny přijímat vodu z hlubších vrstev, je-li tam dostupná. Sucho tedy stimuluje růst kořenů v rámci genetických předpokladů. Price (2002) identifikoval devět lokusů kvantitativních znaků (QTL) u rýže pro toleranci k suchu v blízkosti QTL pro růst kořenů.

Chloupek et al. (2006) identifikovali pět lokusů QTL pro velikost kořenového systému (VKS) u ječmene rostoucího v půdě. VKS tedy souvisí nejen s tolerancí k suchu, ale i s příjmem živin. Cílem projektu bylo zhodnotit stabilitu výnosu a sladovou kvalitu odrůd ječmene s různou VKS.

Odrůdy sladovnického ječmene se hodnotí (Psota et al., 1995) podle Ukazatele sladovnické jakosti (USJ). Hodnotí se obsah bílkovin v obilce, obsah extraktu v sušině sladu, relativní extrakt při 45°C, Kolbachovo číslo, diastatická mohutnost, dosažitelný stupeň prokvašení, friabilita (křehkost) a obsah β -glukanů.

Předpokládáme, že odrůdy s větším kořenovým systémem budou tolerantnější ke stresům (sucho, vyšší teplota) a budou mít vyšší sladovou kvalitu. To by bylo přínosem pro sladovnický a pivovarnický průmysl a pro šlechtění odrůd pro české pivo.

MATERIÁL A METODIKA

VKS byla hodnocena podle jeho elektrické kapacity (Chloupek 1972, 1977). Hodnoty elektrické kapacity lze srovnávat jenom u rostlin stejného druhu, rostoucí ve stejném substrátu a hodnocené v určité, stejné době. Pro měření elektrické kapacity při měřicí frekvenci 1 kHz, byl použit LCR metr ECL-131D.

Na každé lokalitě se pěstovalo 10 registrovaných odrůd (Annabell, Diplom, Jersey, Kompakt, Malz, Nordus, Prestige, Saloon, Scarlett, Tolar) a devět dihaploidních linií ve 4 opakováních, ve sponu 10x10 cm, po 12 rostlinách v řádku, ze kterých se měřily středové rostliny. Jedna svorka měřícího přístroje je připevněna na bazální části rostliny ve stejné výšce blízko půdy, ale bez kontaktu s ní. Druhá svorka, která vede měřicí proud o frekvenci 1 kHz do půdy, se uzemní uprostřed sponu.

Hodnotili jsme VKS na dvou lokalitách v roce 2005 a 2006 u deseti a dvaceti odrůd. Získané výsledky byly srovnány s výsledky ze Státních odrůdových pokusů, včetně sladové hodnoty. Ta byla hodnocena i u devíti dihaploidních (DH) linií, které byly identifikovány v minulosti (Chloupek et al. 2006). Sladovou kvalitu hodnotil Sladařský ústav v Brně.

Adaptabilita byla hodnocena ze státních odrůdových pokusů. K hodnocení adaptability se použila regresní analýza. Zhodnotil se tak výnos v jednotlivých prostředích a ročníku.. Prostředí s vyšší průměrným výnosem všech zkoušených odrůd se považují za úrodná, prostředí s nízkým výnosem za neúrodná.

Obr. 1 Měření velikosti kořenového systému podle jeho elektrické kapacity (metoda Chloupek 1972, 1977)

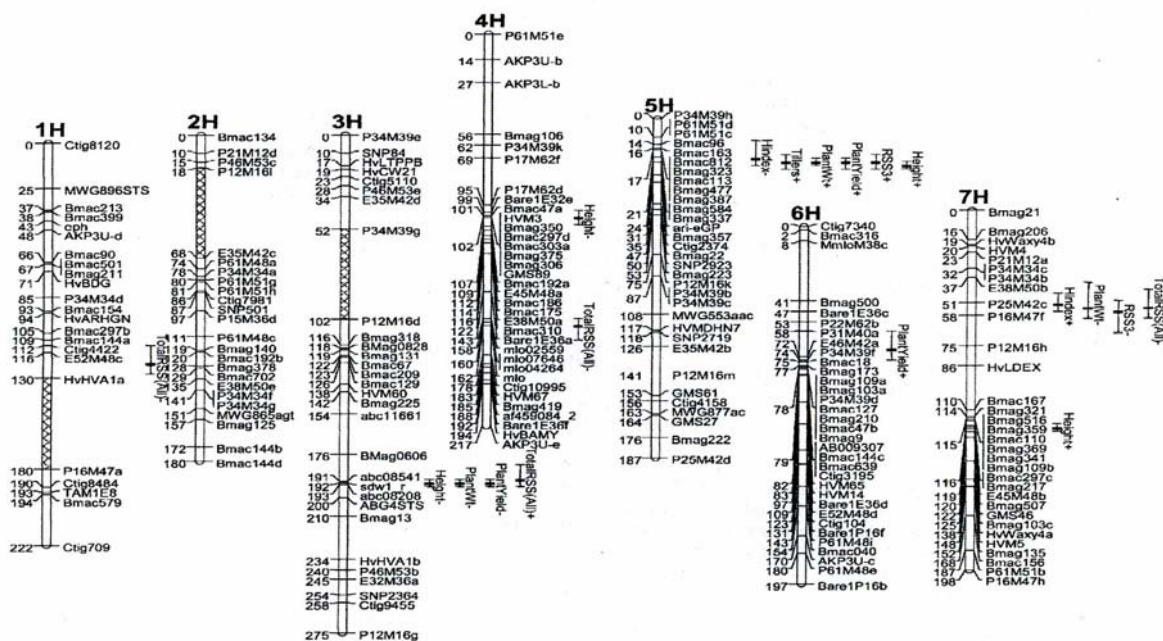


VÝSLEDKY A DISKUZE

Výsledky genetické analýzy dihaploidů ukázaly, že většina hospodářských znaků je u rostlin řízena mnoha geny malého účinku, které jsou umístěny na tzv. QTL (quantitative trait loci), tj. na částech chromozomů s kvantitativními geny.

Na třetím chromozomu byly v jednom lokusu geny pro větší celkovou VKS ve vazbě s genem polozakrslosti *sdw 1*. Na čtvrtém byl jeden lokus pro menší celkovou VKS, v těsné blízkosti s genem obecné rezistence vůči padlí travnímu mlo. U pátého a sedmého chromozomu byly také v jednom lokusu geny pro větší kořenový systém. Na šestém chromozomu byl lokus pro vyšší výnos.

Obr. 2 QTL map of Derkado x B83-12/21/5 population (Chloupek, Forster, Thomas 2006)



Analýza variance prokázala, že ve všech termínech byly lokality, odrůdy a interakce odrůd s lokalitou (s jednou výjimkou) vysoce statisticky významné. Podíl lokality na celkové proměnlivosti (100%) byl převažující (42 – 81%). Vliv odrůd činil 7,9 – 11,6%, nevysvětlená proměnlivost 2,2 – 5,9%.

Sedm z deseti hodnocených odrůd v roce 2005 byly v oficiálních odrůdových pokusech (za rok 2006 nejsou dosud k dispozici). U sedmi odrůd se prokázalo, že odrůdy s větší VKS měly statisticky významně:

- Menší zrno ve variantě s fungicidy.
- Víc klasů na stejné ploše ve variantě s fungicidy.
- Nižší odolnost k *Rhynchosporiové* skvrnitosti ve variantě bez fungicidů.
- Stabilnější výnosy ve 48 prostředích, tj. negativně koreloval výnos s adaptabilitou ($r = -0.817^*$) ve variantě s fungicidy (Tab. I).
- Vyšší výnos na lokalitách s nejmenší nadmořskou výškou, tj. na nejteplejších lokalitách ($r = 0.793^*$).

Tab. 1 VKS ve variantě s fungicidy (Hrubčice, 2005) a výnosová adaptabilita ve 48 a 92 prostředích oficiálních odrůdových pokusů v roce 2005 a 2001-2005

Odrůda	VKS (nF)	Adaptabilita 2005	Adaptabilita 2001-2005
Diplom	4.71	0.976	1.002
<i>Jersey</i>	4.47	0.896	0.963
<i>Malz</i>	4.06	1.055	0.978
<i>Tolar</i>	3.82	0.953	1.016
<i>Kompakt</i>	3.68	1.012	1.084
<i>Prestige</i>	3.31	1.056	1.058
<i>Saloon</i>	3.13	1.056	-

Adaptabilita byla vyjádřena jako regresní koeficient mezi výnosem konkrétní odrůdy a průměrným výnosem sedmi, respektive šesti odrůd v 48 a 92 prostředích. Čím vyšší adaptabilita, tím vyšší ohlas na fertilitu prostředí, tj. Vyšší adaptabilita = menší stabilita výnosu. U devíti DH-linií jsme hodnotili i sladovou kvalitu (Tab. 2).

Tab. 2 Sladová kvalita DH-linií s různou VKS (průměrná hodnota pěti DH-linií s malou a čtyř s velkou VKS)

	Průměrná hodnota		Významnost rozdílu
	Linie s velkou VKS	Linie s malou VKS	
Extrakt (%)	80.6	79.6	**
Relativní extrakt při 45°C (%)	37.5	41.3	**
Kolbachovo číslo (%)	42.7	46.1	***
Diastatická mohutnost (jWK)	292	357	**
Dosažitelný stupeň prokvašení (%)	76.6	78.1	*
β-glukany (mg/l)	240	147	*
Rozpustný dusík ve sladu (mg/l)	772	864	*
Rozpustný dusík ve sladu (%)	0.77	0.86	*
Glycidic extract of malt (%)	75.8	74.2	**
Ukazatel sladové jakosti (9-1)	2.58	3.24	**

Z tabulky je zřejmé, že linie s velkou VKS měly vyšší podíl extraktu o 0,98% a vyšší cukerný extrakt ze sladu o 1,55%, avšak nižší relativní extrakt o 3,80%, nižší Kolbachovo číslo o 3,44%, nižší diastatickou mohutnost o 64,9%, nižší dosažitelný stupeň prokvašení o 1,45%, vyšší obsah β-glukanů o 93,9 mg/l a menší obsah dusíku ve sladu o 92,5 mg/l. Tyto

hodnoty se projevily v nižší hodnotě Ukazatele sladové jakosti o 0,66 bodu, nezávisle na genetickém pozadí, které je u všech identických dihaploidních linií stejné.

ZÁVĚR

Velikost kořenového systému byla ovlivněna především prostředím (42-81%), ale i odrůdou (7,9-11,2%). Linie u kterých se vyskytuje gen polozakrslosti *sdw 1* mají větší kořenový systém, zatím co odrůdy, které se vyznačují obecnou rezistencí vůči padlí travnímu gen *mlo* mají kořenový systém menší, což prokázaly pokusy z roku 2005, kdy odrůdy s genem *mlo* měly menší VKS. Velikost kořenového systému má vliv i na výnosotvorné prvky, jako je velikost zrna a počet klasů na jednotku plochy. Sladová kvalita u dihaploidních linií (DH) byla také ovlivněna větší VKS. Hodnota ukazatele sladové jakosti klesla o 0,66 bodu.

VKS ovlivnila také adaptabilitu odrůd sladovnického ječmene. Byla zjištěna negativní korelace výnosu s adaptabilitou ($r = -0,817$) ve variantě s fungicidy. Čím vyšší adaptabilita, tím vyšší ohlas na fertilitu prostředí, tj. vyšší adaptabilita = menší stabilita výnosu.

Kořenový systém je důležitým orgánem rostlin pro příjem vody a živin. Při pěstování v sušších podmínkách může velikost kořenů ovlivňovat množství a kvalitu produkce. Větší velikost kořenového systému vede k lepšímu využití živin a vody, vzhledem k současnému globálnímu oteplování.

Poděkování:

Autoři děkují Dr. B. P. Forsterovi, Scottish Crop Research Institute, Dundee, za osivo dihaploidních linií. Výzkum byl podpořen IGA MZLU (Doleželová) a MŠMT (chemické rozborů z Výzkumného centra 1M6215648902).

LITERATURA

Chloupek O 1972. The relationship between electric capacitance and some other parameters of plant roots. Biol. Plant. 14, 227-230.

Chloupek O 1977. Evaluation of the size of a plant's root system using its electrical capacitance. Plant Soil 48, 525-532.

Chloupek O, Forster BP, Thomas WTB 2006. The effect of semi-dwarf genes on root system size in field grown barley. Theor. Appl. Genet. 112, 779-786.

Chloupek O, Doleželová M, Psota V 2006. Root system size of barley as measured by its electrical capacitance in field. In proceedings: Plant Nutrition meets Plant Breeding. University of Hohenheim, Stuttgart, 2 p.

Price A 2002. QTLs for root growth and drought resistance in rice. In: Molecular techniques in crop improvement (eds Jain S. M., Brar D. S., Ahloowalia B. S.), p. 563-577. Springer.