

# ROOT SYSTEM AS A FACTOR OF OILSEED RAPE YIELD FORMATION

Středa T., Dostál V., Ullmannová K.

Department of Crop Science, Breeding and Plant Medicine, Faculty of Agronomy, Mendel University of Agriculture and Forestry in Brno, Zemedelska 1, 613 00 Brno, Czech Republic

E-mail: streda@mendelu.cz

---

## ABSTRACT

During the vegetation the crops are influenced by numerous of the factors which may cause a stress. In recent years, the main stress factor is a lack of water in the soil. To elimination the water scarcity in the soil the plants need to have a sufficiently developed root system that is able to receive the optimal amount of water and nutrients. Abroad, the root system is studied in detail and is the main aim of breeding programs, particularly in relation with predicted climate change. In the experiments at Department of Crop Science, Breeding and Plant Medicine of MUAF in Brno the size of the root system through its electrical capacity in relation to the yield and quality of winter rape and cereals varieties is evaluated. The experiments with nine varieties were established in 2008 in Opava. The size of the root system was measured three times during the growing period with the apparatus LCR Meter ELC 131 D. The differences in the size of the root system between varieties in single terms of measurement were found. In the experimental year negative correlation between the root system size and yield of winter rape were found. This influence could be explained by the fact that the water stress did not occur during the vegetation. The varieties with bigger root system consumed more nutrients for root creation, without its using to obtain water and nutrients. The assimilates invested in the roots could not be used to create an yield.

**Key words:** root system size, oilseed rape, yield, electric capacity

**Acknowledgments:** This paper was supported by project MEB060811 “Root System as a Factor of Yield Formation and Quality of Barley and Oilseed Rape”.

## ÚVOD

Velký kořenový systém je zpravidla předpokladem pro rychlý počáteční růst rostlin a stabilní výnos. Délka kořenů, jejich plocha, průměr a kořenové vlášení jsou důležitými indikátory pro příjem vody a živin. Velikost kořenového systému plodin je ovlivňována řadou faktorů jako je odrůda, půda a její vlhkost a teplota, obsah živin v půdě a technologie zpracování půdy. Výkonnost kořenového systému řepky olejné (*Brassica napus* L. subsp. *napus*) je vyšší než u většiny ostatních plodin. Ve srovnání s pšenicí je stejná povrchová jednotka kořene více než třikrát výkonnější. Kořen řepky je tak výrazně určujícím faktorem při tvorbě výnosu. To potvrzují například Toorchi et al. (2005), kteří zjistili u odrůd řepky s největší délkou, objemem a tloušťkou kořenů nejvyšší hodnoty výšky rostlin, celkové hmotnosti sušiny biomasy a počtu šesulí. V suchém prostředí řepka zvyšuje poměr biomasy kořenů k nadzemní biomase. Řepka vytváří křivkový kořen, který je z naprosté většiny dislokován v ornici. Více než 90 % kořenové biomasy se nachází v hloubce do 23 cm, přibližně 5 % v hloubce 23 – 30 cm a zbytek proniká hlouběji. Maximální hloubka zakořenění je udávána v rozmezí 110 – 312 cm. Množství kořenových zbytků zanechaných řepkou v půdě je udáváno v rozmezí 1520 – 4780 kg sušiny na 1 ha (Baranyk et al., 2005). Jako nutnost pro úspěšné přezimování, rychlou jarní regeneraci a vysoký výnos uvádí Vašák et al. (1998) hmotnost kořenů na podzim převyšující 200 – 300 g.m<sup>-2</sup>. U polotrasplších hybridů řepky je kořenový systém stejně mohutný jako u tradičních hybridů. I když je množství nadzemní biomasy o cca 25 % nižší, vytváří polotrasplší hybridy výnosy srovnatelné s hybridy tradičními.

Konvenční zpracování půdy podporuje růst kořenů do hloubky a je předpokladem pro stabilizaci výnosů řepky v praxi. Minimalizační zpracování významně ovlivňuje vlhkost půdy a v obdobích, kdy je vlhčí počasí, řepka omezuje růst a její kořenový systém je málo rozvinutý a nedochází k prokořenování do hlubších vrstev půdního profilu (Vašák et al. 2001). Při bezorebném systému jsou tak preferovány hybridy se silně vyvinutým kořenovým systémem. Růžek et al. (2006) zjistili u řepky vyšší prokořenění u minimalizační varianty ve vrstvě 0 – 10 cm než po orbě. V půdních vrstvách 10 – 20 cm a 20 – 30 cm bylo vyšší prokořenění po orbě. V hloubce 30 – 60 cm nebyly zjištěny prokořenění žádné rozdílly.

Intenzita hnojení je další důležitý faktor působící na kořenový systém. Foehse (1983) uvádí, že hustota kořenových vlásků je ovlivněna přítomností fosforu a dusíku u mnoha rostlin. Pokud mají rostliny dostatečně vyvinuté kořeny, jsou schopny odčerpat živiny z půdy a nedochází k vyplavování např. dusíku z půdy.

Lze předpokládat, že význam kořenů jako osvojecího aparátu poroste v budoucnu s rostoucí teplotou prostředí a současnou změnou distribuce srážek v průběhu roku, tak jak předpokládají klimatické modely. Na Ústavu pěstování, šlechtění rostlin a rostlinolékařství Mendelovy zemědělské a lesnické univerzity v Brně je ve spolupráci se šlechtitelskými podniky využívána jako sekundární selekční kritérium velikost kořenového systému. Kořenový systém je hodnocen na základě měření jeho elektrické kapacity. Jednoduchá, levná, nedestruktivní metoda umožňuje změřit velikost kořenů u tisíců jedinců během jednoho dne in situ, tj. v místě růstu rostlin. Z tohoto pohledu se jedná o ideální metodu pro hodnocení meziodrůdových rozdílů ve velikosti kořenového systému v případné vazbě na kvantitativní a kvalitativní znaky. Na rostlinu je upevněna elektroda (kleště) a druhá elektroda je zasunuta do půdy. V obvodu, kde prochází střídavý proud o frekvenci 1 kHz mezi kořenovým systémem a půdou se měří paralelní kapacita (Cp). Jednu desku představuje povrch kořenového

systému a druhou tvoří substrát, v němž kořeny rostou. Proud musí být uveden na bázi stonku jedné rostliny (Chloupek, 1977; Dalton, 1995). Hodnocena je tak pouze živá část kořene, která vykazuje určitou elektrickou aktivitu na membránách mezi buňkami, protože dochází k polarizaci živých membrán nebo živých buněk. Proto největší kapacitu mají mladé kořeny a kořenové vlásky, které nemají suberinizované buněčné stěny. Kořeny jsou v těsném kontaktu s půdou nebo substrátem a jejich povrch má vysoký obsah vody. Starší kořeny, které mají suberinizované buněčné stěny mají větší vzdálenost mezi „deskami“, proto je měřena menší elektrická kapacita.

## MATERIÁL A METODIKA

Pokusy s odrůdami řepky ozimé byly založeny v roce 2008 u Opavy v řepařské výrobní oblasti, na středně těžké hlinité půdě v nadmořské výšce 273 m n. m. Bylo hodnoceno devět odrůd ve třech opakováních. Sledované odrůdy byly pěstovány v odrůdových pokusech v systému s nižší intenzitou vstupů (bez fungicidního ošetření). Elektrická kapacita kořenového systému řepky byla měřena přístrojem LCR METER ELC 131D při měřící frekvenci 1 kHz v jednotkách kapacity nF (nanofarady). Na rostlinu řepky se upevnily kleště asi 2 cm nad povrchem půdy a druhá elektroda byla zasunuta do půdy v blízkosti rostliny asi 5 cm. Rostliny řepky ozimé byly měřeny třikrát během vegetace. První měření bylo na podzim ve fázi listové růžice (17. 11. 2008), druhé měření během butonizace (10. 4. 2009) a třetí v plném květu (6. 5. 2009).

*Obr. 1 Pokusy s ozimou řepkou, Opava*



*Obr. 2 LCR METER ELC 131D*



## VÝSLEDKY A DISKUZE

Z výsledků měření byly zjištěny odrůdové rozdíly ve velikosti kořenového systému (VKS) ve všech třech termínech měření (Tab. 1). V prvním termínu měření bylo rozpětí hodnot elektrické kapacity kořenového systému 1,639 – 2,070 nF. Nejmenší kořenový systém byl u odrůdy Merano (1,693 nF), odrůda CWH 086D měla kořenový systém největší (2,070 nF). Na podzim nebyly zjištěny významné rozdíly mezi odrůdami. V butonizaci byly zjištěny vyšší hodnoty elektrické kapacity kořenového systému řepky v rozsahu 2,299 – 2,962 nF. Rostliny na počátku jarního období intenzivně přijímají vodu a živiny, proto byly zjištěny vyšší hodnoty el. kapacity kořenů. Nejmenší kořenový systém měla odrůda WRH 302 a odrůda Merano, která měla nejmenší kořenový i na podzim, největší kořeny měla odrůda Cadeli. Ve třetím termínu měření byly průměrné hodnoty el. kapacity kořenů podobné jako

v ostatních termínech. Odrůda Merano (1,880 nF) měla znovu nejmenší kořenový systém, největší kořeny měla odrůda X06W176C (2,757 nF).

Tab. 1 Srovnání elektrické kapacity kořenového systému (nF) u 9 odrůd řepky ozimé na lokalitě Opava v roce 2009. Fisherův LSD test; hodnoty označené stejnými písmeny nejsou statisticky významné ( $P = 0,05$ ).

Odrůda	1 měření	2 měření	3 měření
<b>Merano</b>	1,693 <sup>a</sup>	2,416 <sup>ab</sup>	1,880 <sup>a</sup>
<b>NSA 06/137</b>	1,819 <sup>ab</sup>	2,735 <sup>cd</sup>	2,365 <sup>d</sup>
<b>RNX1628</b>	1,941 <sup>bc</sup>	2,601 <sup>bc</sup>	1,978 <sup>ab</sup>
<b>Mickey</b>	1,985 <sup>c</sup>	2,726 <sup>cd</sup>	2,472 <sup>de</sup>
<b>Cadeli</b>	2,025 <sup>c</sup>	2,962 <sup>d</sup>	2,249 <sup>bcd</sup>
<b>WRH 302</b>	2,033 <sup>c</sup>	2,299 <sup>a</sup>	2,018 <sup>abc</sup>
<b>X06W176C</b>	2,039 <sup>c</sup>	2,596 <sup>bc</sup>	2,757 <sup>e</sup>
<b>SW 05020 A</b>	2,067 <sup>c</sup>	2,479 <sup>ab</sup>	2,287 <sup>cd</sup>
<b>CWH 086D</b>	2,070 <sup>c</sup>	2,596 <sup>bc</sup>	2,306 <sup>cd</sup>
<b>Variabilita (nF)</b>	1,693 – 2,070	2,299 – 2,962	1,880 – 2,757

Byly zjištěny průkazné korelace mezi termíny měření. Mezi prvním a druhým termínem byla korelace statisticky nevýznamná  $r = 0,106$ . První a třetí termín byl statisticky významně korelován  $r = 0,455^*$  (21 % z celkové proměnlivosti), mezi druhým a třetím termínem byla zjištěna významná korelace  $r = 0,412^*$  (17 % proměnlivosti).

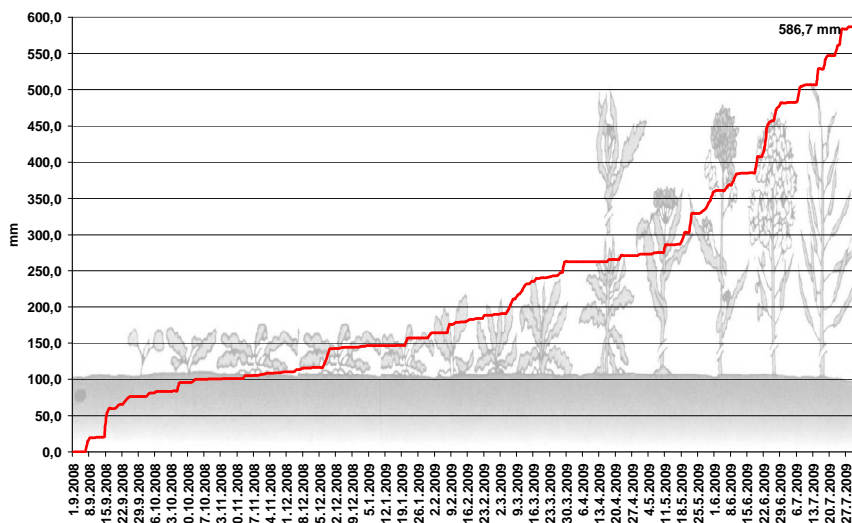
V tabulce 2 jsou odrůdy řepky rozděleny do tří skupin podle průměrných hodnot elektrické kapacity kořenů ve vztahu k výnosu. První skupina s nízkou, druhá se střední a třetí skupina s velkou el. kapacitou kořenů. Z tabulky je patrné, že odrůdy malým a středním kořenem dosáhly vyššího výnosu než odrůdy s velkými kořeny (4,89; 4,78 a 4,57 t.ha<sup>-1</sup>). Důvodem je zřejmě relativní dostatek srážek na lokalitě v hospodářském roce 2008/2009 (Graf 1). Dubnový a květnový přísušek (během čtyřiceti dnů spadlo 13 mm srážek) byl vyrovnán výrazně nadnormálními srážkami od druhé dekády května do konce vegetace. Předčasně rozkvetlé a málo větvicí rostliny řepky tak vykompenzovaly nízkou úroveň ostatních výnosových prvků rekordními hodnotami HTS a dubnová epizoda sucha se tak na výnosu semen řepky v oblasti neprojevila.

Zjištěn byl negativní vztah elektrické kapacity kořenů a výnosu řepky, což naznačují i korelační koeficienty pro jednotlivé termíny měření -0,175; -0,183 a -0,085. Koeficienty jsou velmi nízké a nejsou statisticky průkazné. Z dosažených (jednoletých) výsledků lze usuzovat, že na úrodnějších půdách anebo v období, kdy rostliny nejsou stresovány suchem je velký kořenový systém nevýhodou a spotřebovává asimiláty, které mohou být využity pro tvorbu výnosu.

Tab. 2 Rozsah elektrické kapacity kořenového systému ve vztahu k výnosu řepky ozimé.

El.kap.koř.	Odrůda	Průměrný výnos
2,00 – 2,17	Merano	4,89
	WRH 302	
	RNX1628	
2,18 – 2,32	SW 05020 A	4,78
	NSA 06/137	
	CWH 086D	
2,33 – 2,46	Mickey	4,57
	Cadeli	
	X06W176C	

Graf 1 Kumulovaný průběh srážek během vegetace řepky olejné v roce 2008/2009 – Opava Otice



## ZÁVĚR

Kořenový systém aktivně ovlivňuje příjem vody a živin a má značný význam pro růst rostlin. S ohledem na zvyšující se počet epizod sucha roste význam kořenů jako výnosotvorného faktoru. V příspěvku jsou uvedeny výsledky pokusů s řepkou olejnou z roku 2009. Byla sledována velikost kořenového systému u devíti odrůd řepky ozimé v polních podmínkách, tedy v přirozeném prostředí pro rostliny. Zjištěny byly odrůdové rozdíly ve velikosti kořenového systému ve všech třech termínech měření. Nejmenší kořenový systém měla odrůda Merano v prvním a třetím termínu (1,693 a 1,880 nF). Největší kořeny měly odrůdy CWH 086D (2,070 nF), Cadeli (2,962 nF) a odrůda NSA 06/137 (2,365 nF) pro jednotlivé termíny měření. Hodnocen byl i vztah velikosti kořenů s výnosem. Z výsledků je patrné, že odrůdy s většími kořeny měly nižší výnos. Toto zjištění lze vysvětlit vyšší úrodností lokality a tím, že rostliny nebyly ovlivněny stresovým faktorem – suchem, což dokládají i meteorologické údaje. V případě výskytu výraznějšího vláhového deficitu lze však zřejmě očekávat opačnou, tj. pozitivní korelaci ve vztahu velikost kořenového systému a výnos semen.

## LITERATURA

Dalton F. N. (1995): In-situ root extent measurement by electrical capacitance methods, *Plant Soil*, 173, 157-165.

Foehse D., Jungk A. (1983): Influence of phosphate and nitrate supply on root hair formation of rape, spinach and tomato plants, *Plant and Soil*, 74, 359-368.

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

Růžek P. et al. (2006): Výživa a hnojení řepky ozimé při různých technologiích zpracování půdy. Sborník z konference „Prosperující olejniný“, Praha 13.-14.12. 2006, ČZU v Praze. S. 51-54. ISBN 80-213-1581-4.

Toorchi M. et al. (2005): Association of root morphological characters with resistance to water deficit in some rapeseed genotypes (*Brassica napus* L.). *Agricultural Science (Tabriz)*. 15: 3, 15-25.

Vašák J, Nerad D., Fogl J., Hyklová I. (2001): Sucho, vzcházení řepky, plevele. Sborník - Agricultura-Sciencia- Prosperitas - Intenzivní olejniný, Česká zemědělská univerzita v Praze, s. 64-68, ISBN 80-213-0847-8.

Vašák J. et al. (1998): Variantní pěstitelské technologie řepky ozimé (*Brassica napus* L.). In: Zamyšlení nad rostlinnou výrobou 1998. Sborník referátů. Praha, ČZU, katedra rostlinné výroby 1998, s. 75-79.