

COMPARISON OF THE LEAF AREA INDEX AND THE ROOT SYSTEM SIZE IN SELECTED VARIETIES OF SPRING BARLEY

Kovárník J., Cerkal R.

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

E-mail: jaromir.kovarnik@mendelu.cz

ABSTRACT

The aim of this work was to evaluate the impact of the leaf area index (LAI) and the root size system (RSS) on the grain yield [$t \cdot ha^{-1}$] of selected spring barley varieties (Aksamit, Bojos, Jersey, Prestige, Radegast, and Sebastian). The field trial was carried out in 2011 on the Žabčice locality ($49^{\circ}01' N$ and $16^{\circ}37' E$, the altitude 179 m). In the experiment, the impact of foliar application of sulphur (S) and zinc (Zn; both in growth stages DC 30 and 55; S – Dolosul $8 kg \cdot ha^{-1}$, Zn – Zinran $1 kg \cdot ha^{-1}$) on the growth of plants – the leaf and root apparatuses development – was studied. LAI [$m^2 \cdot m^{-2}$] was measured by means of the SunScan Canopy Analyser SS1-UM-2.0 (in stages DC 33, 55, 69, and 75), RSS as the electrical capacitance [nF] by the LCR METER 131D (in stages DC 30 and 55). The highest LAI values were achieved by the Radegast variety (in DC 55, 69, as well as 75), the highest average RSS was found in the Aksamit variety ($6.76 nF$ in DC 55), the highest grain yield was provided by the Sebastian variety ($8.1 t \cdot ha^{-1}$). LAI measured in stages DC 55–75 correlated positively with the height of the plants (cm) before the harvest ($r = 0.290^{**}$ to 0.379^{***}). To achieve a high grain yield, it was found that LAI in the DC 69 stage ($r = 0.289^{**}$) was decisive; the effect of RSS on the yield was not proven (r up to 0.132). A relationship between LAI and RSS was found at the beginning of stem elongation ($r = 0.401^{***}$). Foliar application of S and Zn did not promote the growth of the root system, nor did it impact the height of the plants (77 – 79.9 cm) and the grain yield (7.53 – $7.90 t \cdot ha^{-1}$).

Key words: root electric capacity, LAI, grain yield, plant height, measurement

Acknowledgement: This work was carried out with the support of the „Research Centre for Study of Extract Compounds of Barley and Hop” No. VC 1M0570.

ÚVOD

Listový aparát je pro rostliny důležitý, probíhají v něm složité procesy fotosyntézy. Na tvorbě výnosu zrna se podílí nejvíce praporcový list a zelené části klasu s osinami, které tvoří dohromady až 90 % obsahu asimilátů v obilce. Zbýlých 10 % asimilátů je transportováno ze spodních partií rostliny (PETR et al. 1980). Kořenový systém má za úkol zásobovat rostlinu vodou a živinami z půdního prostředí. Poměr nadzemních a podzemních částí je geneticky determinován, do jeho utváření ale významně zasahují podmínky prostředí. Z hlediska výnosotvorného procesu je rozhodující dynamika tvorby obou částí rostliny v průběhu vegetace. Pro ječmen jarní je typická mělká kořenová soustava s poměrně rychlým nárůstem objemu sušiny až do fáze metání. Tak je zajištěn dostatečný potenciál pro příjem všech zdrojů a rozvoj nadzemních částí rostlin, které se později podílejí na tvorbě asimilátů transportovaných do zrna. O výnosu zrna rozhoduje aktivita a délka trvání tohoto aparátu. Veškerá pěstitelská opatření směřující k podpoře tvorby kořenového systému a udržení velikosti a aktivity listového aparátu jsou proto žádoucí.

Cílem této práce bylo: a) zhodnotit velikost listového aparátu (LAI) a kořenového systému (VKS) a dynamiku jejich tvorby u šesti odrůd ječmene jarního, b) zjistit vztahy mezi velikostí LAI, VKS, výškou rostlin a výnosem zrna, c) zhodnotit vliv aplikace S a Zn na LAI, VKS a výnos zrna.

MATERIÁL A METODIKA

Blokový pokus s ječmenem jarním (odrůdy Aksamit, Bojos, Jersey, Prestige, Radegast a Sebastian) byl realizován v roce 2011 na lokalitě Žabčice (49°01' s. š. a 16°37' v. d., 179 m). V pokusu byl sledován vliv foliární aplikace síry a zinku (v DC 31 – S1, Zn1 a 55 – S2, Zn 2, Zn formou Zinranu v dávce 1 kg · ha⁻¹ a Dolosulu v dávce 8 kg · ha⁻¹) na velikost listového aparátu (LAI, m² · m⁻² půdy) a kořenového systému [nF], výšku rostlin [cm] a výnos zrna [t · ha⁻¹, 14vlhkost].

Měření velikosti kořenového systému rostlin (VKS) probíhalo pomocí LCR METER 131D. Metoda je založena na principu měření elektrické kapacity kořenů. V obvodu prochází střídavý proud o frekvenci 1 kHz. Měřením je zjišťována paralelní kapacita mezi substrátem a kořenovým systémem. (CHLOUPEK et al. 2007). Měření listové pokryvnosti (LAI, m² · m⁻²) probíhalo pomocí SunScan Canopy Analyseru SS1-UM-2,0. LAI byla měřena ve čtyřech (DC 33, 55, 69 a 75) a velikost kořenového systému ve dvou termínech (DC 30 a 55)

Výsledky byly zpracovány programem StatSoft STATISTICA 9 pomocí analýzy variance. Vztahy mezi znaky jsou vyjádřeny Pearsonovým korelačním koeficientem (r).

VÝSLEDKY A DISKUZE

Průměrně nejvyšší rostliny před sklizní měla odrůda Radegast (83 cm), která také dosahovala nejvyšších hodnot LAI (termínech DC 55, DC 69 a DC 75). Nejvyššího výnosu dosáhla odrůda

Sebastian ($8,10 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) i při nižších hodnotách LAI. Vysoký výnos poskytla také odrůda Radegast, která zároveň vykazovala nejvyšší hodnoty LAI (zjištěné v termínech DC 55, 69 i 75). Dále následovaly Bojos, Jersey, Aksamit a nejnižšího výnosu dosáhla odrůda Prestige. Největší kořenová kapacita byla naměřena u odrůdy Aksamit ($6,76 \text{ nF}$), která však nedosahovala vysokého výnosu.

Tab. 1: Průměrné hodnoty znaků sledovaných u ječmene jarního.

	LAI 1 (DC 33)	LAI 2 (DC 55)	LAI 3 (DC 69)	LAI 4 (DC 75)	Výška rostliny [cm]	Výnos [$\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$]	VKS (DC 30)	VKS (DC 55)
Aksamit	5,36a	5,62ab	5,34ab	4,49ab	79,20b	7,47bc	1,85a	6,76a
Bojos	5,45a	5,73ab	5,24ab	4,24ab	80,73ab	7,90ab	1,69a	6,43a
Jersey	5,16a	5,63ab	5,15bc	4,41ab	81,40ab	7,57abc	1,69a	5,76a
Prestige	5,15a	4,85c	4,65c	4,11b	78,13bb	7,29c	1,53a	5,74a
Radegast	5,26a	6,20c	5,79a	4,71a	83,00a	8,03ab	1,60a	6,08a
Sebastian	5,28a	5,21bc	4,90bc	3,99b	68,73c	8,10a	1,70a	5,73a
Kontrola	5,18ab	5,63a	5,35a	4,42ab	79,28a	7,90a	1,64a	5,91a
Zn1	5,16ab	5,81a	5,26a	4,61a	77a	7,63a	1,82a	5,51a
Zn2	5,84a	5,34a	5,23a	4,37ab	78,44a	7,68a	1,61a	6,06a
S1	5,31ab	5,59a	5,03a	4,26ab	78,06a	7,53a	1,6a	6,2a
S2	4,9b	5,32a	5,02a	3,97b	79,89a	7,89a	1,71a	6,74a
Průměr	5,28	5,54	5,18	4,33	78,53	7,73	1,68	6,08

* mezi průměry, které jsou označeny stejnými písmeny, nejsou průkazné rozdíly na hladině významnosti $p < 0,05$

Ve velikosti listové pokrývnosti měřené v termínu DC 55 byly statisticky průkazné rozdíly mezi odrůdami Prestige a Radegast. V měření LAI ve fázi DC 69 byly statistické rozdíly opět mezi odrůdami Prestige a Radegast. Statisticky průkazné rozdíly ve fázi DC 75 byly mezi skupinou odrůd (Prestige a Sebastian) a odrůdou Radegast. Při hodnocení parametru výšky rostlin byly nalezeny tři odrůdy, které se od sebe statisticky průkazně lišily, Prestige, Radegast a Sebastian. Statisticky průkazné rozdíly byly nalezeny mezi výnosem odrůdy Prestige ($7,29 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) a odrůdy Sebastian ($8,10 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$), která dosáhla nejvyššího výnosu přepočteného na 14% vlhkosti. V parametrech velikosti kořenové kapacity nebyly nalezeny statisticky průkazné rozdíly mezi odrůdami.

Rozdíly v přihnojení jednotlivých variant se projeví u parametru velikosti listové plochy a to v termínu měření LAI (DC 33 a DC 75). Velikost LAI měřená v DC 33 byla statisticky odlišná u variant, kde byla aplikována síra (S2) a zinek (Zn2). Porosty přihnojené Zn vykazovaly větší LAI ($5,84 \text{ m}^2\cdot\text{m}^{-2}$) než porosty na které byla aplikována síra (LAI $4,9 \text{ m}^2\cdot\text{m}^{-2}$). V termínu měření listové pokrývnosti (DC 75) je patrný stejný rozdíl mezi variantami přihnojenými zinkem (Zn2) a sírou (S2). Kdy varianta po aplikaci zinkem vykazovala větší hodnotu listové pokrývnosti ($4,61 \text{ m}^2\cdot\text{m}^{-2}$) než varianty s aplikací síry ($3,97 \text{ m}^2\cdot\text{m}^{-2}$).

Tab. 2: Korelace mezi jednotlivými parametry

	VKS v DC 55	VKS v DC 30	výnos zrna	výška rostliny	LAI 4 (DC 75)	LAI 3 (DC 69)	LAI 2 (DC 55)
LAI 1 (DC 33)	0,082	0,401***	0,247*	0,011	0,166	0,070	-0,130
LAI 2 (DC 55)	-0,135	-0,255*	0,223*	0,290**	0,468***	0,781***	
LAI 3 (DC 69)	-0,156	-0,145	0,289**	0,379***	0,622***		
LAI 4 (DC 75)	0,046	0,108	0,143	0,336**			
výška rostliny	0,206	0,043	0,118				
výnos zrna	0,132	0,049					
VKS v DC 30	0,176						

* $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$

Hodnoty LAI naměřené v DC 33 korelovaly s velikostí kořenové kapacity v růstové fázi DC 30. To dokládá, že rostliny ranějších fází vývoje musí přijmout velké množství živin (40-60 % z celkového množství živin) potřebných pro růst rostliny.

Hodnoty listové pokrývnosti zjištěné v jednotlivých termínech měření LAI spolu korelují. Porosty s dobře založeným fotosyntetickým aparátem mají větší šanci na dosažení větších hodnot LAI i v pozdějších růstových fázích. Naproti tomu rostliny s menší listovou pokrývností v ranějších růstových stádiích zpravidla po zbytek vegetační doby nedosahují tak velkých hodnot listové pokrývnosti a také výnosu.

Při měření LAI v termínech (DC 69 a DC 75) byly zjištěny korelace s výškou rostlin před sklizní. Vyšší jedinci dosahují vyšších hodnot LAI. Tohoto závěru bylo dosaženo i v pokusu (CHAKRABORTY et al. 2010).

Velikost listové pokrývnosti měřená ve fázi DC 69 korelovala s výnosem sklizeného zrna. Velikost listového aparátu v období tvorby zrna je důležitá pro vývoj obilky, utváření a ukládání zásobních látek (škrobu) do obilky. (MONTEITH, MOSS 1977) Tato korelace souvisí s důležitou úlohou Praporcového listu na utváření a vyživování obilky. Obdobný vliv byl pozorován i v jiných pokusech (TIAN et al. 2011), (CHAKRABORTY et al. 2010).

ZÁVĚR

Pokus potvrdil, že velikost listové pokrývnosti pozitivně působí na množství sklizeného zrna. Dále se potvrdilo že, velký a vyvinutý asimilační aparát rostlin souvisí s výškou rostliny. Vyšší rostliny mají větší listovou pokrývnost a dosahují větších hodnot LAI. Z výsledků měření velikosti kořenové kapacity vyplývá, že velký kořenový systém rostlin ječmene nezaručuje vysoký výnos zrna.

LITERATURA

CHAKRABORTY, Debashis, et al. Synthetic and organic mulching and nitrogen effect on winter wheat (*Triticum aestivum* L.) in a semi-arid environment. *Agricultural Water Management*. 2010, 97, issue 5, pg. 738-748. ISSN 0378-3774.

CHLOUPEK, O., STŘEDA T., DOSTÁL V., 2007: Kvalita odrůd pšenice vzhledem k velikosti kořenového systému. *Úroda* 55, č.11, s. 12 – 15. ISSN 0139-6013

MONTEITH, J. L.; MOSS, C. J. . Climate and the Efficiency of Crop Production in Britain [and Discussion]. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences* . Nov. 25, 1977, Vol. 281, No. 980,. ISSN 1471-2970.

PETR, J., et al. *Tvorba výnosu hlavních polních plodin*. vyd. 1. Praha : Státní zemědělské nakladatelství, 1980. 448 s. ISBN 07-069-80-04/11.

TIAN, Z., et al. Effects of genetic improvements on grain yield and agronomic traits of winter wheat in the Yangtze River Basin of China. *Field Crops Research* . 2011, vol. 124, issue 3, pg 417 - 425. ISSN 03784290.