

# Srovnání odolnosti rozdílných typů porostů jarního ječmene k poléhání metodou měření odporové síly stébel

(Evaluation of spring barley stands resistance to lodging by measuring resisting force of stem)

Svobodová, I., Míša, P., Matušinsky, P., Krofta, S.  
Agrotest fyto, s.r.o., Havlíčkova 27887, Kroměříž

**Souhrn:** V maloparcelkových polních pokusech s kombinacemi výsevků (2.5, 3.5 a 4.5 MKS.ha<sup>-1</sup>) a rozdílného hnojením dusíkem (0, 45 a 90 kg N.ha<sup>-1</sup>) byly simulovány varianty porostu s rozdílnou strukturou a tím i rozdílnou odolností vůči poléhání. Pomocí prototypu přístroje s vestavěným citlivým siloměrem byla v mléčné zralosti (BBCH 75) měřena odporová síla stébel proti bočnímu tlaku při sklonu 30°. Byl vypočítán korelační koeficient mezi odporovou silou jednoho stébela a znaky charakterizujícími strukturu porostu. Významný záporný korelační koeficient byl zjištěn u parametrů výška stébel, počet stébel, čerstvá hmotnost a index poléhání. Významný kladný korelační koeficient byl vypočten u procenta sušiny. U hmotnosti sušiny a výnosu zrna korelační koeficient nedosahoval významné hodnoty.

**Klíčová slova:** ječmen jarní; index poléhání; hustota výsevku; dávka dusíkatého hnojení

**Abstract:** In small plot field trials with combinations seeding rates (2.5, 3.5, 4.5 MKS.ha<sup>-1</sup>) and different nitrogen fertilization (0, 45, 90 kg N.ha<sup>-1</sup>) were simulated different variants of the stand structure and thus different resistance to lodging. Using a prototype instrument with a built-in sensitive system was measured resisting force stems against pressure at slope of 30° in BBCH 75. It were calculated the correlation coefficients between resisting force of one stem and features characterizing the structure of the vegetation. A significant negative correlation coefficient was found for the parameters height of stems, the number of stems, the fresh weight and the index lodging. A significant positive correlation coefficient was calculated for the parameter percentage of dry matter. However, dry weight and grain yield the correlation coefficient was not significant.

**Key Words:** Spring barley; lodging index; seed rate density; dose of nitrogen fertilization

## Úvod

Poléhání u obilnin může být v některých ročnících velkým problémem. U polehlého porostu bývá zaznamenán vyšší výskyt houbových chorob, snížená hmotnost zrna a jeho kvalita. Mezi další negativní dopady patří vyšší nebezpečí porůstání zrna a obtížná sklizeň se zvýšeným rizikem podrůstání u jarních ječmenů. To celkově snižuje výnos a jeho kvalitu. Prevencí je pěstování nepolehavých odrůd, přiměřené výsevky, nepřehnojování dusíkem a používání regulátorů růstu. Ke zvýšení nebezpečí poléhání přispívá vlhké počasí v době sloupkování. Rychlý nárůst zelené hmoty vede k tomu, že porosty jsou husté, vysoké a stébela nepevněná, křehká. Také kořenový systém je v takových podmínkách slabý a rostliny se v rozmožklé půdě při větru snadno vyvracejí (kořenové poléhání). Proto je důležitým faktorem ovlivňujícím odolnost proti poléhání struktura porostu. Morfologickými, fyzikálními a chemickými vlastnostmi stébel v souvislosti s odolností odrůd pšenice a ječmene vůči poléhání se zabývala řada autorů (Zuber 1999, Jeżowski 2003, Berry 2003, 2006). Různými metodami bylo uměle vyvoláno poléhání, například tahem určité zátěže přes pozemek (Navabi 2006) nebo pomocí aerodynamického tunelu (Sterling 2003). Byly vyvíjeny přístroje, kterými byla měřena odolnost stébel vůči bočnímu tlaku napodobujícímu nápor deště a větru. Jeden z těchto přístrojů vyvinutý Berryem et al. (2003) se stal předlohou i pro konstrukci prototypu použitého v našem experimentu.

Cílem pokusu bylo zjistit, zda existuje souvislost mezi naměřenou odolností stébel vůči uměle vytvořenému tlaku a odolností stébel k poléhání vyjádřenými jak indexem poléhání, tak některými charakteristikami struktury porostu.

## Materiál a metody

Na lokalitě Kroměříž byl v roce 2014 založen polní pokus s jarním ječmenem zahrnující varianty odrážející standardní používané pěstitelské postupy, varianty vytvářející provokační podmínky z hlediska poléhání (vyšší výsevek, vyšší dávka dusíku) a varianty s menší pravděpodobností poléhání (nižší výsevek, bez hno-

jení dusíkem) s odstupňovanými úrovněmi jednotlivých faktorů. V maloparcelkovém polním pokusu o velikosti parcel 10 m<sup>2</sup> byla pěstována odrůda jarního ječmene Bojos, která je méně odolná proti poléhání. Předplodinou byla pšenice ozimá. Zvoleny byly výsevky 2.5, 3.5 a 4.5 MKS.ha<sup>-1</sup>. Každý výsevek zahrnoval tři úrovně hnojení dusíkem: 0 kg dusíku.ha<sup>-1</sup>, 45 kg dusíku.ha<sup>-1</sup> a 95 kg dusíku.ha<sup>-1</sup>. Celkem tyto kombinace vytvořily devět variant. Hnojení bylo provedeno ledkem amonným s vápencem (LAV) před setím. Kombinací stupňovaných výsevků a dávek dusíku byly vytvářeny podmínky pro založení různých morfologických a anatomických typů stébel (rozdílných typů stébel z hlediska výšky a pevnosti stébela), kořenů (průměr kořenů, délka, rozložení svazku kořenů v půdě) a hustoty porostu v jednotlivých variantách.

Kromě mechanických rozborů vzorků odnoží odebraných v BBCH 39 byl pro stanovení odolnosti rostlin k poléhání zkonstruován přístroj na měření odolnosti stébel vůči uměle vyvolanému tlaku napodobujícímu tlak na rostliny vyvolaný větrem, deštěm nebo nejčastěji jejich spolupůsobením. Podkladem pro konstrukci přístroje byly údaje uvedené v článku „Methods for Rapidly Measuring the Lodging Resistance of Wheat Cultivars“ autorů Berry et al. z časopisu J. Agronomy & Crop Science 189, 390-401 (2003). Autoři článku sestrojili přístroj k měření úrovně odolnosti stébel vůči poléhání na základě měření síly nutné k vychýlení stébel do určitého úhlu (odporové síly stébel vůči bočnímu tlaku přístroje) ve fázi mléčné zralosti. Přístroj navržený na našem pracovišti se skládá z hliníkové konstrukce s měřítkem výšky, snímače z uhlíkových vláken, úhloměru se zarážkou a digitálního siloměru. Snímač z uhlíkových vláken má podélný tvar o délce 70 cm a je směřován vodorovně. Před samotným měřením se stébela z řádků před a za měřeným řádkem odstraní nebo zalomí, aby na ně stébela ohýbaná přístrojem při měření nenarážela. Na úhloměru se nastaví zarážka na zvolený úhel (15, 30, 45, 60 nebo 75°). Podle výšky stébel v řádku se určí výška měření. Na svislé straně konstrukce s měřítkem se nastaví snímač se siloměrem tak, aby tlak snímače působil ve středu stébel

v řádku. Přístroj se postaví stojanem na zem vedle jedné strany izolovaného řádku tak, aby snímač byl s měřeným řádkem rovnoběžný. Kovová šipka na přední straně podstavce se musí špičkou dotýkat stébla v řádku. Celá soustava se vykloní do zvoleného úhlu a zůstane opřená o zarážku. Na siloměru se odečte naměřená hodnota v Newtonech. Měření na stejných stéblech lze provést jen jednou, protože stébla jsou při prvním měření mechanicky narušena a výsledek by byl při opakovaném měření zkreslený.

V našem pokusu byl u odebraného vzorku stébel určen jejich počet, čerstvá hmotnost a hmotnost sušiny. Dále byla stanovena čerstvá hmotnost a hmotnost sušiny jednoho stébla, čerstvá hmotnost a hmotnost sušiny připadající na jeden cm délky stébla, procento sušiny a průměrná odporová síla na jedno stéblo. Po polehnutí a dále před sklizní byl vyhodnocen index poléhání podle metodiky EPPO PP 1/144 (3) a při sklizni výnos zrna. Index polehnutí je součet ploch polehlých v určitých úhlech dělený 100. Dosahuje hodnot od 0 (nepolehlý porost) po 90 (zcela polehlý porost). Byl vypočten korelační koeficient mezi naměřenou odporovou silou stébel z celého vzorku a odporovou silou připadající na jedno stéblo a ostatními hodnocenými znaky.

doprovázenými větrem. Měření přístrojem bylo provedeno 13. 6. 2014 ve fázi mléčné zralosti (BBCH 75). Úhel sklonu stébel byl nastaven na 30°. Naměřené hodnoty jsou uvedeny v tabulce 1.

Index poléhání ovlivňovala více dávka dusíku než výše výsevu. Se zvyšující se dávkou dusíku docházelo ke zvýšení počtu stébel i čerstvé hmotnosti a hmotnosti sušiny. Výše výsevu vzhledem ke kompenzačním vlastnostem porostu neovlivňovala výrazně počet stébel ani čerstvou hmotnost a hmotnost sušiny. Odporová síla stébel klesala s rostoucím výsevku a dávkou dusíku. Korelační koeficient se počítal mezi odporovou silou měřeného vzorku stébel (70 cm řádku) a dále odporovou silou jednoho stébla a znaků charakterizujících strukturu porostu. U odporové síly celého měřeného vzorku byl významný záporný korelační koeficient zjištěn u parametrů výška stébel, čerstvá hmotnost jednoho stébla a index poléhání po prvním poléhání a před sklizní. V případě korelace s odporovou silou jednoho stébla byl významný kromě výše uvedených znaků i záporný korelační koeficient u počtu stébel a čerstvé hmotnosti celého vzorku. Významných kladných hodnot dosahoval korelační koeficient u korelací s odporovou silou celého vzorku i jednoho stébla

Výsevek MKS.ha <sup>-1</sup>	Dávka dusíku kg.ha <sup>-1</sup>	Odpor. síla stébel N	Odpor. síla 1 stébla N	Výška stébel cm	Čerstvá hmotnost		Hmotnost sušiny		%	Index polehnutí	Výnos zrna t.ha <sup>-1</sup>
					stéblo g	stéblo/ výška mg.cm <sup>-1</sup>	stéblo g	stéblo/ výška mg.cm <sup>-1</sup>			
2,5	0	4,7	0,056	74	4,47	60,40	1,21	16,37	27,10	5,38	6,82
	45	4,1	0,050	77	4,61	59,85	1,21	15,67	26,19	25,75	7,15
	90	2,1	0,021	88	4,91	55,82	1,17	13,34	23,90	51,00	7,77
3,5	0	3,7	0,050	82	4,62	56,33	1,29	15,74	27,95	9,38	6,31
	45	2,2	0,023	90	4,49	49,94	1,16	12,91	25,85	41,00	6,56
	90	0,8	0,010	94	4,91	52,22	1,18	12,54	24,01	51,25	6,57
4,5	0	4,0	0,047	82	4,45	54,25	1,22	14,83	27,34	25,50	6,22
	45	2,8	0,032	91	4,92	54,04	1,28	14,04	25,97	49,13	6,08
	90	2,8	0,028	92	5,02	54,61	1,22	13,22	24,20	54,50	6,34
Korelační koeficient	Celý vzorek	-	<b>0,981</b>	<b>-0,894</b>	<b>-0,628</b>	<b>0,745</b>	0,430	<b>0,925</b>	<b>0,783</b>	<b>-0,811</b>	-0,078
	Jedno stéblo	<b>0,981</b>	-	<b>-0,910</b>	<b>-0,661</b>	<b>0,742</b>	<b>0,505</b>	<b>0,969</b>	<b>0,856</b>	<b>-0,886</b>	-0,119

Tab. 1: Korelační koeficienty mezi odporovou silou stébel a vybranými znaky struktury porostu

### Výsledky a diskuze

Vegetační ročník 2013/14 byl mírně teplejší a sušší ve srovnání s dlouhodobým průměrem (graf 1). Od října do dubna ročníku 2013/14 byly teploty nadprůměrné. Květen a červen byly teplotně průměrné, ale červenec byl opět silně teplý. Nízké teploty byly až v srpnu. Září roku 2013 bylo vlhké, po většinu následujících měsíců do srpna 2014 (včetně) byly srážky normální. Nedostatek srážek byl v prosinci 2013 a dále v březnu a dubnu 2014, kdy srážkové úhrny dosahovaly 16 a 38 % dlouhodobého normálu.

Setí proběhlo 5. března. Vysoké teploty a nízké srážky v březnu zpomalovaly vzházení. Deštivé a chladné počasí v květnu během období sloupkování podporovalo rychlý nárůst rostlinné hmoty s nepřilíh pevnými stěny stébel a snižovalo redukci odnoží. Počet produktivních stébel byl vysoký. Tvorba zrna probíhala zpočátku za teplotně a srážkově příznivých podmínek a i přes suché a horké počasí ve druhé dekádě června se hmotnost zrn a tím i výnos udržely na celkem dobré úrovni. K poléhání došlo 29. 6. 2014 při bouřkách se silnými přivalovými srážkami

la u parametrů centimetrového úseku čerstvého a suchého stébla a procenta sušiny. U hmotnosti sušiny celého vzorku a výnosu zrna korelační koeficient významný nebyl.

Vysoké procento sušiny ve stéblech svědčí o pevnosti stébla. Podle údajů z literatury vychází u znaků spojených s čerstvou hmotností významnější korelace k odolnosti proti poléhání než u znaků spojených se sušinou (Zuber 1999).

### Závěr

Pomocí nově vyvinutého prototypu přístroje byla měřena hodnota síly nutná k vychýlení stébel do úhlu 30° (odporová síla) u rozdílných typů porostu a byly hodnoceny znaky charakterizující strukturu těchto porostů. Byly stanoveny korelační koeficienty mezi naměřenými hodnotami odporové síly a znaky charakterizujícími strukturu těchto porostů. Hodnoty odporové síly stébel naměřené uvedeným přístrojem v BBCH 75 vykazují významnou korelaci s indexem poléhání. Náchylnost k poléhání závisí silně na ročníku a to jak jeho vlivem na strukturu porostu (teploty



Obr. 2: Prototyp přístroje na měření síly nutné k vychýlení stébel (odporové síly)

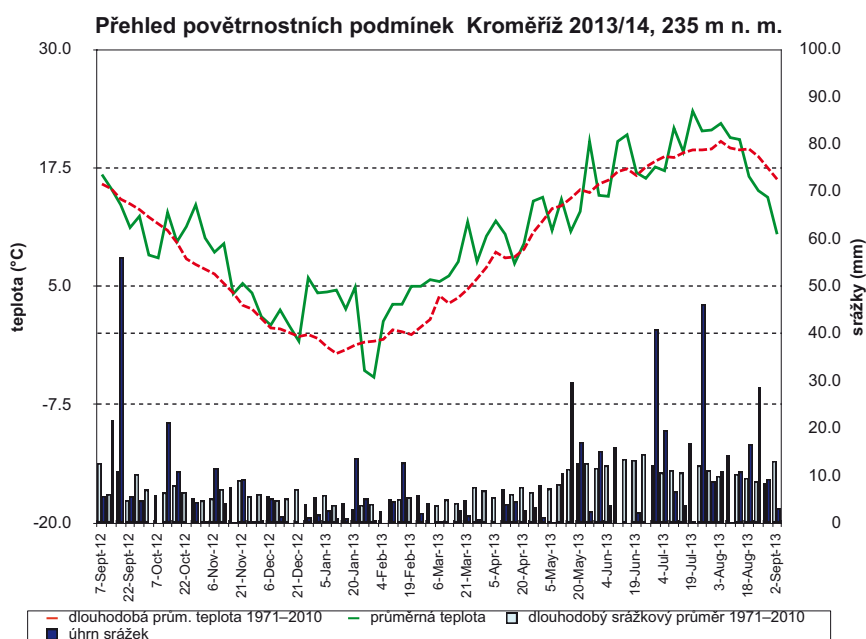


Obr. 1: Měření s prototypem přístroje v porostu

a srážky během vegetace), tak přítomností jevů vyvolávajících přímo poléhání (vítr, silný déšť). Naměřené hodnoty odporové síly se tak mohou v jednotlivých ročních lišit, stejně tak i indexy poléhání. Hodnoty odporové síly by měly sloužit ke srovnávání vlivu pěstebních technologií na poléhání, ale i odolnosti různých odrůd obilovin k poléhání. Použití této metody v ranějších fázích vývoje, kdy lze ještě aplikovat regulátor růstu (BBCH 39-45), by mohlo napomoci při rozhodování o jeho použití, případně velikosti dávky.

#### Poděkování.

Tato publikace vznikla v rámci projektů QJ1210008 a s využitím institucionální podpory na dlouhodobý koncepční rozvoj výzkumné organizace RO0211. (Recenzováno)



Graf 1: Graf znázorňující průměrné denní teploty a sumu srážek v pětidenních intervalech ve vegetačním ročníku 2013/14

#### Literatura

- BERRY, P.M. et al., 2003: Methods for rapidly measuring the lodging resistance of wheat cultivars. *J. Agron. Crop Sci.*, 189, 6, s.390-401
- BERRY, P.M. et al., 2006: Development of a model of lodging for barley. *J Agron Crop Sci*, 192, 2, s. 151-158 DOI: 10.1111/j.1439-037X.2006.00194.x
- JEŽOVSKI, S. et al., 2003: Genotype-environment interaction of barley DH lines in terms of morphological and physical traits of the stem and the degree of lodging. *Institute of Plant Genetics, Polish Academy of Sciences, Strzeszyńska 34, 60-479 Poznań, Poland vol. 17, 2, s. 57-60*
- NAVABI, A. et al., 2006: The relationship between lodging and plant height in a diverse wheat population. *Can. J. Plant Sci.*, 86, s.723-726
- STERLING, M. et al, 2003: An experimental investigation of the lodging of wheat *Agricultural and Forest Meteorology* 119 (3), 149-165
- ZUBER, U. et al, 1999: Morphological Traits Associated with Lodging Resistance of Spring Wheat (*Triticum aestivum* L.). *J. Agron. Crop Sci.*, 182, 1, s. 17-24
- Kontaktní adresa:svobodova@vukrom.cz