

# VÝNOSY ODRŮD SÓJI PĚSTOVANÝCH V PODMÍNKÁCH JIHOZÁPADNÍHO POLSKA

*Comparison of yielding soybean varieties grown in the south-western Polish conditions*

Bogdan KULIG, Andrzej LEPIARCZYK, Andrzej OLEKSY

*University of Agriculture in Krakow, Polsko*

**Summary:** In 2012-2014, a study was conducted in order to assess yields and changes in yield components and some morphological features of plants of selected soybean varieties grown in southwestern Poland. In the research were tested followed soybean varieties; two Polish varieties - Aldana, Augusta and four of EU catalog - Alligator, ES Senator, Lissabon and Merlin. Changing weather conditions significantly differentiated seed yield. Depending on the growing season and varieties of soybeans yielded in the range of 2.67 to 4.26 t ha<sup>-1</sup>. Also, plant density per unit area, number of seeds per pod, weight of 1000 seeds and plant height and seat height of the first pod significantly differentiated weather years of research. The size of seed yield was in the high degree depended on the variety. The higher yield of seeds was obtained from varieties with EU catalog (Alligator, ES Senator, Lissabon, Merlin) than domestic varieties (Aldana, Augusta).

**Key words:** *soybean, cultivars, seeds yield, yield components, morphological traits*

**Souhrn:** V letech 2012-2014 byly na hnědozemích realizovány pokusy, jejichž cílem bylo zhodnocení výnosu, výnosotvorných prvků a vybraných morfologických vlastností rostlin sóji u odrůd domácích i zahraničních pěstovaných v jihozápadním Polsku. Bylo sledováno 6 odrůd: 2 polské - Aldana, Augusta a 4 z katalogu EU - Alligator, ES Senator, Lissabon a Merlin. Výnos semen významně ovlivnily proměnné povětrnostní podmínky. V závislosti od vegetační doby a odrůdy sója dosahovala výnosu od 2,67 do 4,26 t·ha<sup>-1</sup>. Povětrnostní podmínky v pokusných letech také významně ovlivňovaly počet rostlin na jednotce plochy, počet semen v lusku, HTS, výšku rostlin a výšku nasazení prvního lusku. Výše výnosu semen byla závislá na odrůdě. Vyšších výnosů než u domácích odrůd (Aldana, Augusta) dosahovaly odrůdy z katalogu EU (Alligator, ES Senator, Lissabon, Merlin).

**Klíčová slova:** *sója, odrůdy, výnos semen, prvky výnosu, morfologické vlastnosti*

## Úvod

Sója je v současnosti nejvýznamnějším zdrojem bílkovin pro lidi i zvířata (Fenta et al. 2014). Zásadní a žádanou změnou v pásmu mírného klimatu bude navýšení podílu sóji ve struktuře osevu (Vollmann et al. 2000). Nárůst plochy pěstování bobovitých rostlin v Polsku, zejména sóji přispívá k lepší domácí bilanci bílkovin, a také ke zvětšení ploch dobrých předplodin pro obiloviny (Pyziak 2013; Szukała 2014). Oteplení klimatu příznivě působí na rozvoj a produkci porostů teplomilných rostlin (Starkel a Kundzewicz 2008). Vzniklá situace může působit na vyšší výnos teplomilných rostlin (vinná réva, sója, kukuřice) o 20-60 % (Kozyra a Górski 2004; Szwejkowski et al. 2008). Neustále pokračující nárůst teploty vzduchu v Polsku umožňuje zavedení pěstování sóji ve větší míře. Usku-

tečně polní pokusy v Polsku dodaly vědecké odůvodnění k pěstování ranných „000“ a „00“ odrůd sóji, jejichž vegetační doba činí 120-130 dní (Nawracała 2008; Pyziak 2013). Uvedení nových odrůd sóji s krátkou vegetační dobou na polský trh semenářskými firmami Agro Youmis, Saatbau, Euralis a dalšími, je důkazem rozumné politiky těchto firem beroucí v úvahu vliv klimatických změn, jehož projevem je prodloužení vegetační doby přibližně o 11 dní během posledních 20 let (Skowera a Kopeć 2008).

Cílem realizovaných pokusů bylo zhodnocení výnosu, tvorby výnosotvorných prvků a vybraných morfologických vlastností u domácích i zahraničních odrůd sóji pěstovaných v jihozápadním Polsku.

## Materiál a metody

Polní pokusy byly realizovány v letech 2012-2014 v SDOO v Głubczycach na hnědozemí tvořené spraší zařazené do pšenického subtypu (velmi dobrý komplex půdní úrodnosti). Jednofaktorové polní pokusy byly realizovány metodou náhodných dílčích bloků ve čtyřech opakováních, na parcelkách o výměře 16,5 m<sup>2</sup> k setí a 15 m<sup>2</sup> ke sklizni. Bylo sledováno 6 odrůd sóji; 2 polské – Aldana a Augusta a 4 z katalogu EU – Alligator, ES Senator, Lissabon a Merlin. V těchto pokusech byl použit inokulant Hi Stick Sója firmy Saatbau obsahující bakterie *Bradyrhizobium japonicum*, aplikovaný technologií FIX FERTIG. Termíny setí, sklizně a základní agrotechnická data jsou uvedena v tabulce 1. Před sklizní ve fázi plné zralosti (BBCH 89) byl zjišťován počet rostlin, dále bylo odebráno 10 náhodně vybraných rostlin z každé parcelky,

na kterých byla následně provedena jednotlivá biometrická měření. Také byly popsány vlastnosti jako výška rostlin, výška nasazení prvního lusku, počet lusků na rostlině a počet semen v lusku. Hmotnost tisíce semen byla zjištěna ze vzorků kombajnové sklizně a uvedena po přepočtu na normativní vlhkost 14 %. Sklizeň semen byla provedena kombajnem ve fázi plné zralosti, přesné termíny sklizně jsou uvedeny v tabulce 1. Po sklizni byla elektronickým vlhkoměrem stanovena vlhkost semen. Výnos semen byl přepočtený na normativní vlhkost 14 %. Získaná data byla podrobena statistické analýze s využitím programu Statistica® (data analysis software system), version 10, a existence rozdílů hodnocena Tukey testem na hladině významnosti  $\alpha \leq 0,05$ .

**Tabulka 1. Specifikace základních zemědělských dat spojených s pěstováním sóji**

Specifikace	Rok		
	2012	2013	2014
Třída půdy	II	IIIa	II
pH	6,6	6,7	6,8
Předplodina	ozimá pšenice	ozimá řepka	ozimá pšenice
Termín setí	27.04.	7.05.	28.04.
Hustota setí (ks·m <sup>-2</sup> )	80	70	70
Rozteč řádků (cm)	30	30	30
Sklizeň	10.09.	7.10.	30.09. – (Aldana, Augusta, Merlin), 7.10. – (Lissabon), 10.10. – (Aligator, ES Senator)
	Hnojení (kg·ha <sup>-1</sup> )		
N	40	30	45
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	100	105	100
K <sub>2</sub> O	150	160	150
Herbicidy	Linuron 900 g·ha <sup>-1</sup>	Linuron 900 g·ha <sup>-1</sup>	Chlomezon 90 g·ha <sup>-1</sup> + linuron 500 g·ha <sup>-1</sup>
Počet dní od výsevu do sklizně	166	153	155 – (Aldana, Augusta, Merlin) 162 – (Lissabon), 165 – (Aligator, ES Senator)

Průběh meteorologických podmínek v jednotlivých letech se během vegetační doby sóji odchyloval od normálu v místě pokusu (tab. 2). V prvním roce pokusu (2012) byly teplejší měsíce květen a září, s teplotou vyšší než normál přibližně o 0,9 a 1,4°C, zbylé měsíce se vyznačovaly nepatrně vyšší teplotou vzduchu oproti normálu. Suma srážek za vegetační období sóji byla nejmenší v tříletém období a měsíční úhrny srážek nepřekročily normál. Relativně suchý byl květen, v kterém srážky představovaly okolo 38 % normálu. Následné vegetační období (rok 2013) se vyznačovalo nejnižší sumou teplot za vegetační období

(2504°C). Nižší oproti normálu byly květen, červen a září, naopak srpen byl velmi teplý s teplotou o 2,3 °C vyšší oproti normálu. V květnu a červnu překračovala suma srážek normál přibližně o 58 a 70 mm, naproti tomu v dalších měsících (červenec a srpen) byly srážky velmi nízké odpovídající 13 i 24 % normálu. Poslední pokusný rok (2014) byl vlhký, vyznačoval se nejvyšší sumou srážek od května do září a v jednotlivých měsících vegetačního období sóji srážky převyšovaly normál. Teplota vzduchu byla v červenci a září větší než normál, ale v květnu, červnu a srpnu byla průměrná měsíční teplota vzduchu nižší než normál.

**Tabulka 2. Povětrnostní podmínky v letech 2012-2014**

Měsíc	Teplota °C				Srážky mm			
	2012	2013	2014	normál	2012	2013	2014	normál
Květen	14,8	12,9	13,1	13,9	29,3 (10)*	134,1 (17)	127,8 (19)	76,4
Červen	17,4	16,3	16,6	17,1	55,3 (18)	143,1 (16)	96,1 (10)	73,4
Červenec	19,9	19,7	20,7	19,6	97,5 (15)	15,7 (6)	129,7 (15)	116,1
Srpen	19,0	20,8	17,5	18,5	66,6 (12)	28,2 (4)	119,9 (22)	70,4
Září	14,2	12,0	15	12,8	49,5 (11)	94 (19)	108,4 (16)	67,8
Σ	2613	2504	2538	2505	298,2 (66)	415,1 (62)	581,9 (82)	404,1

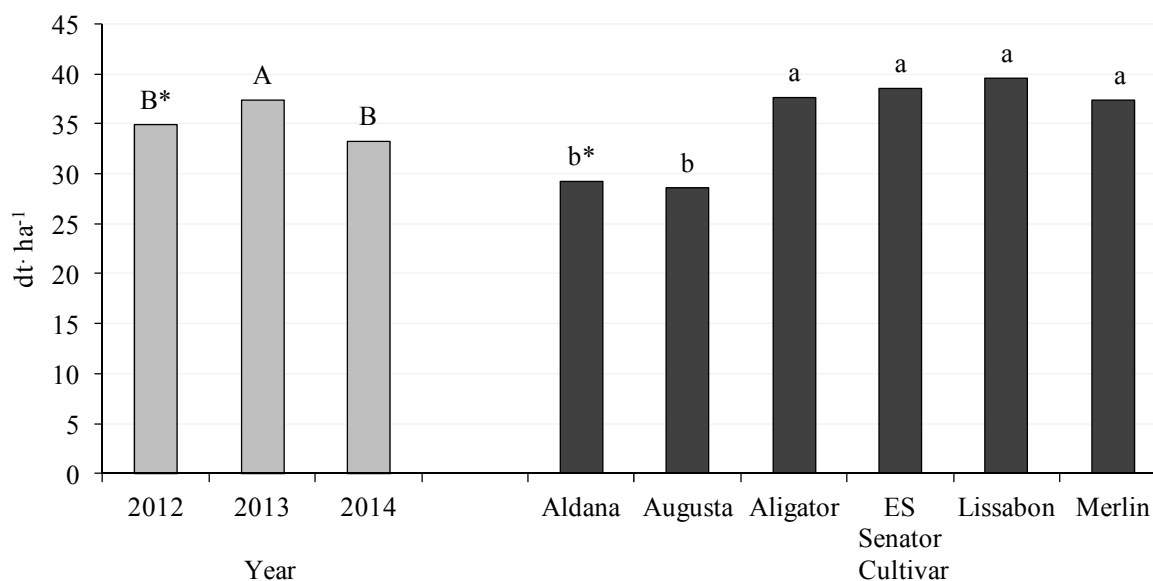
\* v závorce uvedený počet deštivých dnů

## Výsledky pokusů a diskuze

Proměnlivé povětrnostní podmínky výrazně diferencovaly výnos semen v jednotlivých letech pokusů (graf 1). Nejnižší výnosy byly získány v roce 2014 (3,32 t·ha<sup>-1</sup>) a trochu vyšší (3,49 t·ha<sup>-1</sup>) v roce 2012. Nejvýnosnější byla sója v druhém pokusném roce (3,73 t·ha<sup>-1</sup>), který se vyznačoval velmi vysokými srážkami v květnu a červnu, tedy v počátečním období růstu a rozvoje sóji, a také velmi nízkými srážkami v červenci a srpnu při současně vyšší teplotě vzduchu v srpnu oproti tříletému průměru. Vyšší vliv klimatických podmínek na výnos sóji potvrdili svým výzku-

mem Bury a Nawracała [2004] a Śliwa a kol. [2015], kteří zdůraznili náležitý význam uspořádání povětrnostních podmínek pro využití výnosotvorného potenciálu sóji. Výnos semen sóji byl významně podmíněn odrůdovým faktorem. Nejvyšším výnosem se vyznačovala odrůda Lissabon (3,96 t·ha<sup>-1</sup>), o něco nižším výnosem se vyznačovaly odrůdy ES Senator, Aligator a Merlin. Nejnižší výnos měly odrůdy Aldana a Augusta, které měly výnos přibližně o 1,0 t·ha<sup>-1</sup> nižší než odrůdy z katalogu EU a činil 2,92 a 2,86 t·ha<sup>-1</sup>.

**Graf 1. Výnos semen sóji (dt·ha<sup>-1</sup>) v závislosti na vegetačním období a odrůdě (průměr 3 let)**  
**Yield of soybean seeds (dt ha<sup>-1</sup>) as depended of vegetation period and variety (mean from three years)**



\*Průměry označené stejnými písmeny se významně neliší na hladině  $\alpha \leq 0,05$

\*The means marked by the same letters not differ significantly on the level  $\alpha \leq 0,005$

**Tabulka 3. Tvorba prvků výnosu v závislosti na vegetačním období a odrůdě**  
**The forming of yield structure elements as depended of vegetation period and variety**

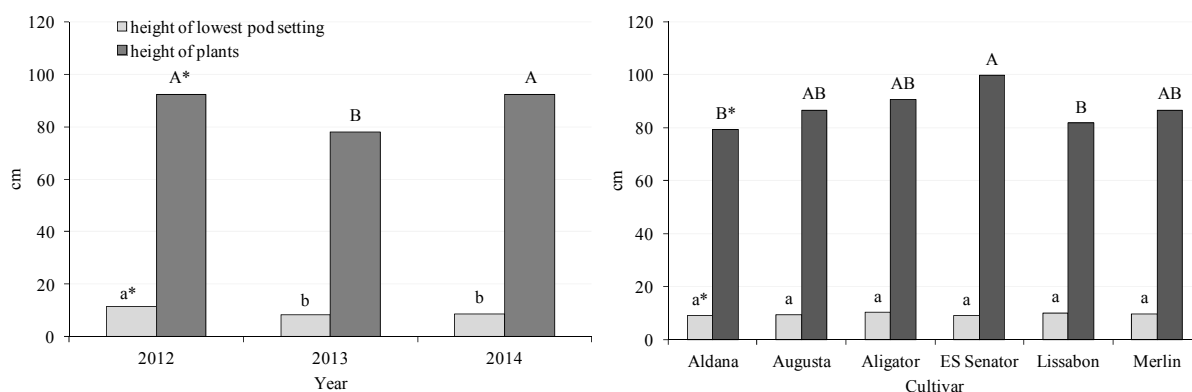
Rok Odrůda	Počet rostlin (ks·m <sup>-2</sup> )	Počet lusků na rostlině (ks)	Počet semen v luskou (ks)	Hmotnost 1000 semen (g)
2012	56,8	31,3	1,4	167,0
2013	39,8	31,0	1,9	175,9
2014	39,5	35,0	1,5	175,1
LSD $_{\alpha \leq 0,05}$	8,47	r.n.	0,32	6,94
Aldana	50,3	29,0	1,3	179,5
Augusta	47,0	29,3	1,7	140,6
Aligator	45,7	33,7	1,4	191,8
ES Senator	43,3	26,3	2,0	188,8
Lissabon	39,7	38,3	1,6	177,1
Merlin	46,3	38,0	1,5	158,1
LSD $_{\alpha \leq 0,05}$	r.n.	r.n.	0,57	12,44

Především průběh povětrnostních podmínek v jednotlivých pokusných letech významně ovlivňoval počet rostlin před sklizní (tab. 3). Počet rostlin se na jednotce plochy před sklizní nezávisle na odrůdách pohyboval v rozmezí od 39,5 do 56,8 ks·m<sup>-2</sup> a byl vzhledem k vysetému množství výrazně nižší (vyseto 80 ks·m<sup>-2</sup> v prvním roce a 70 ks·m<sup>-2</sup> v následujících letech). Nejvíce rostlin na 1 m<sup>2</sup> bylo spočítáno v prvním pokusném roce, ve kterém byla použita o 10 ks·m<sup>-2</sup> vyšší hustota setí, významně méně pak v následujících letech. Charakteristickou vlastností bobovitých rostlin jsou často se vyskytující větší odchylky mezi deklarovanou a skutečnou schopností klíčení v polních podmínkách odrážející se na počtu rostlin. Prusiňski (1997) uvádí, že je to výsledkem poškození zárodku vyplývajícího z velmi rychlého příjmu vody suchými semeny vysetými do chladné a vlhké půdy (stres z chladné vody). Z pěstovaných odrůd nejvyššího počtu rostlin dosahovala odrůda Aldana a nejnižšího odrůda Lissabon.

Počet vyvinutých lusků na rostlině byl nezávislý od průběhu počasí a odrůdy. Porovnávané odrůdy sóji nezávisle na vegetačním období tvořily průměrně od 26 do 36 lusků na rostlině. Mimo nepodstatné rozdíly nebyly u tohoto znaku mezi odrůdami statisticky průkazné rozdíly. Nejvyšším počet lusků na rostlině se vyznačovaly odrůdy Lissabon a Merlin a nejnižším pak odrůda ES Senator, která se vyznačovala nejvyšším průměrným počtem semen v luskou. Rok 2014 byl příznivým pro tvorbu většího počtu lusků na rostlině, který byl ve srovnání s předchozími pokusnými lety vyšší průměrně o 4 lusky.

HTS je většinou podmíněna geneticky, ale obvykle je modifikována podmínkami prostředí. Nejvyšší HTS se sója vyznačovala v letech 2013 a 2014, podstatně nižší pak v roce 2012. Z pěstovaných odrůd měla největší semena odrůda Aligator. Nejmenší HTS se oproti ostatním sledovaným odrůdám vyznačovala odrůda Augusta.

**Graf 2. Výška nasazení prvního lusku a výška rostlin v závislosti na ročníku a odrůdě (průměr 3 let)**  
**Height of lowest pod setting and plant height, depended of vegetation period and variety (mean from three years)**



\*Průměry označené stejnými písmeny se významně neliší na hladině  $\alpha \leq 0,05$

\*The means marked by the same letters not differ significantly on the level  $\alpha \leq 0,005$

Z uváděných morfologických vlastností rostlin byla pouze celková výška rostlin závislá na vegetační době a odrůdě, naproti tomu výška nasazení prvního lusku je ovlivněna pouze pokusným rokem (graf 2). Nejvyšší rostliny tvořila sója v roce 2012 a 2014, kdy bylo nejdelší vegetační období sóji, podstatně nižší pak v roce 2013 s nejkratší vegetačním obdobím. Tuto závislost potvrzují výsledky výzkumu Osińskiej a Lau-daňského [2002], kteří poukazují na jistou spojitost délky období vegetace s výškou rostlin a výškou nasazení prvních lusků na rostlině. Nejvýše, průměrně ve

výšce 11,5 cm, vytvářely rostliny sóji první lusk v roce 2012. V ostatních pokusných letech výška nasazení prvního lusku byla průměrně 8,5 cm a významně se lišila ve srovnání s prvním rokem pokusu. V průměru, byly pouze rostliny odrůd Aldana a Lissabon významně nižší. Nejvyšší rostliny měla odrůda ES Senator. Přibližně podobnou výškou rostlin se vyznačovaly odrůdy Augusta, Aligator a Merlin. Porovnávané odrůdy sóji v průměru tří let tvořily první lusky ve výšce v rozmezí od 9 do 10,3 cm a rozdíly nebyly statisticky průkazné.

## Závěr

Výnos semen sóji se utvářel v závislosti od vegetačního období a odrůdy v rozsahu od 2,67 do 4,26 t·ha<sup>-1</sup>. Hladina získaných výnosů semen byla závislá od odrůdy. Ve sledovaném období dosahovaly odrůdy z katalogu EU (Aligator, ES Senator, Lissabon, Merlin) lepšího výnosu než domácí (Aldana, Augusta).

Výnos semen sóji, počet rostlin na jednotce plochy, počet semen v lusku, HTS, výšku rostlin a výšku nasazení prvního lusku významně ovlivňovaly povětrnostní podmínky pokusných let.

Počet lusků na rostlině sóji se významně nelišil mezi vegetačními obdobími a odrůdami, což napovídá tomu, že tato vlastnost nepodléhala povětrnostním podmínkám a odrůdovému vlivu.

## Použitá literatura

\*\*\* Literatura je k dispozici u autora \*\*\*

## Kontaktní adresa

Prof. dr hab. Bogdan Kulig, Institute of Plant Production, University of Agriculture in Krakow, Mickiewicza 21, 31-120 Krakow, Poland, tel. 12-662-43-82, mobile: 606-458-665, e-mail: rrbkulig@cyf-kr.edu.pl; b.kulig@ur.krakow.pl

Z polštiny přeložil Ing. Petr Pšenička, Ph.D.