

Využitie slamy ako organického hnojiva pri pestovaní repy cukrovej v zraniteľných oblastiach

USING STRAW AS ORGANIC MANURE IN GROWING OF SUGAR BEET IN VULNERABLE ZONES

Eva Hanáčková¹, Karol Kováč¹, Štefan Žák², Milan Macák¹¹Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre²Slovenské centrum poľnohospodárskeho výskumu – VÚRV, Piešťany

Repa cukrová patrí medzi plodiny s vysokými nárokmi na výživu, ktorá v interakcii s priebehom počasia v danom roku zasahuje do všetkých fyziologických a biochemických procesov, ktoré formujú úrodu a kvalitatívne parametre buliev repy cukrovej (4, 5). Podľa viacerých literárnych prameňov sa na tvorbe úrody vylivá a hnojenie podieľa 30 %, poveternostné podmienky 15 - 20 %, pôda a jej spracovanie 10 - 15 %, ochrana 20 %, odroda a osivo 20 %. Repa cukrová potrebuje živiny hlavne v prvej polovici vegetácie. Počas 90 dní spotrebuje 71 % dusíka, 61 % fosforu a 85 % draslíka z celkovej potreby základných živín (7).

Nezastupiteľnú úlohu vo výžive repy cukrovej má dusík, ktorého podstatnú časť repa prijme z pôdy a z aplikovaných hnojív. Za základ organického hnojenia sa pokladá hnojenie maštaľným hnojom, ktorý pozitívne vplýva nielen na biologickú aktivitu pôdy, jej fyzikálne a agrochemické vlastnosti, ale zároveň je zdrojom pomaly uvoľňujúcich živín, najmä dusíka. Optimálny termín zaorania maštaľného hnoja do pôdy má vplyv na priebeh mineralizácie organickej hmoty, čo sa prejaví v tvorbe pohotových živín potrebných pre dobrý štart repy. Pri neskorom zaoraní hnoja sa mineralizácia posúva do neskorších jarých až letných mesiacov (júl, august) pestovateľského roku, čo má za následok zhoršenie kvalitatívnych vlastností repy cukrovej.

V poslednom období sa pri pestovaní repy odporúča priame hnojenie maštaľným hnojom nahradiť inými zdrojmi organickej hmoty, akými sú pozberové zvyšky rastlín, slama obilnín, skrojky, ktoré kryjú 50 - 60 % organickej hmoty v pôde. Základnou podmienkou úspechu hnojenia slamou je rovnomerné rozho-

denie nakrátko rezanej slamy (do 10 mm) po strnisku a jej dôkladné zapracovanie podmietkou a nasledujúcou orbou do pôdy. Slama v porovnaní s hnojom predstavuje chudobný materiál na fosfor a dusík s vysokým podielom ľahko rozložiteľných uhlíkatých zlúčenín. Imobilizácii dusíka možno predísť úpravou pomeru C : N.

Materiál a metóda

Poľný stacionárny pokus s repou cukrovou, odroda Intera, bol založený v rokoch 1998 až 2002 v Borovciach neďaleko Piešťan na hlinitej hnedozemnej černoze so slabo kyslou pôdnou reakciou, s dobrým obsahom prístupného fosforu a stredným obsahom prístupného draslíka. Cieľom bolo posúdiť vplyv zaoranej pšeničnej slamy na produkciu a kvalitu repy a porovnať tieto parametre s výsledkami dosiahnutými pri hnojení repy klasickým zdrojom organických látok a živín – maštaľným hnojom. Lokalita sa nachádza v kukurično-jačmennej výrobnjej oblasti, v nadmorskej výške 167 m n. m., v extrémne suchej klimatickej oblasti. Agroklimatická charakteristika stanovišťa je uvedená v tab. I. Predplodinou repy cukrovej bola pšenica letná forma ozimná. V príspevku sú hodnotené štyri varianty hnojenia:

1. S + PK – zaoranie slamy predplodiny + hnojenie P a K,
2. S + NPK – zaoranie slamy predplodiny + hnojenie NPK hnojivami s dávkou N 60 kg.ha⁻¹ a kompenzačná dávka N (10 kg N na 1 t slamy),
3. MH – hnojenie maštaľným hnojom v dávke 40 t.ha⁻¹,
4. MH + NPK – hnojenie maštaľným hnojom (40 t.ha⁻¹) + NPK hnojivá s dávkou dusíka 60 kg.ha⁻¹ N

Na všetkých variantoch hnojenia sa aplikovalo 35 kg.ha⁻¹ P a 166 kg.ha⁻¹ K s výnimkou variantu MH, na ktorom sa aplikoval len maštaľný hnoj.

V technologickej zrelosti repy cukrovej boli z jednotlivých variantov odobrané vzorky buliev repy v štyroch opakovaníach. Na automatickej linke VENEMA (Selekt Bučany, a. s.) boli analyzované kvalitatívne parametre buliev. V rámci chemických analýz boli stanovené parametre: cukornatosť (polarimetricky), obsah K, Na a α -aminodusíka v mmol.100 g⁻¹ repy (spektrofotometricky).

Pri výpočtoch technologických ukazovateľov sme použili vzťahy podľa Reinefelda:

Tab. I. Poveternostné podmienky v pokusných rokoch 1998 až 2002 v lokalite Borovce

Mesiac	n 30 (1950–1980)		1998		1999		2000		2001		2002		
	°C	mm	°C	mm	°C	mm	°C	mm	°C	mm	°C	mm	
Jar	IV.	9,4	43	12,0	35,0	11,6	48,3	12,8	9,7	7,7	31,8	11,1	27,8
	V.	14,1	54	15,2	19,1	15,8	27,4	15,8	35,9	15,4	30,1	18,7	50,4
	VI.	17,7	80	19,5	46,1	18,4	118,4	18,2	39,1	15,4	43,0	19,9	95,3
Leto	VII.	18,9	76	20,7	38,5	21,2	87,0	16,9	69,1	19,2	119,0	22,8	67,6
	VIII.	18,4	68	20,1	22,1	18,9	36,3	20,6	20,8	20,1	10,0	22,4	71,7
	IX.	14,5	38	15,3	167,4	18,7	36,6	13,6	42,9	11,9	115,0	15,6	34,5
Priem. IV.–IX.	15,5		17,1		17,4		16,3		15,0		18,4		
Σ IV.–IX.		359		328,2		354		217,5		348,9		347,3	

Tab. II. Úroda buliev repy cukrovej

Variant		1998	1999	2000	2001	2002	Priemer
		Úroda buliev (t.ha ⁻¹)					
Slama + PK	(a)	55,75	71,25	47,90	66,21	73,52	62,93
Slama + NPK	(b)	59,35	72,92	50,76	70,65	71,76	65,09
MH	(c)	59,75	76,36	42,41	66,11	66,02	62,13
MH + NPK	(d)	71,33	81,28	44,84	71,85	83,33	70,53
Priemer		61,55	75,45	46,48	68,71	73,66	65,17
Hd _{0,05} = 3,64 Hd _{0,01} = 4,88		d: a, b, c ⁺					

Tab. III. Analytické parametre kvality buliev repy cukrovej v rokoch 1998 až 2002

Variant		1998	1999	2000	2001	2002	Priemer
		cukornatosť (%)					
Slama + PK	(a)	13,91	16,72	17,03	15,60	16,72	16,00
Slama + NPK	(b)	13,96	15,80	16,27	14,78	16,20	15,40
MH	(c)	13,49	14,48	16,45	14,70	15,66	14,96
MH + NPK	(d)	13,69	14,51	16,16	14,75	15,14	14,85
Priemer		13,76	15,38	16,48	14,96	15,93	15,30
Hd _{0,05} = 0,23 Hd _{0,01} = 0,30		a: b, c, d ⁺ b: c, d ⁺					
draslík (mmol.100 g ⁻¹ repy)							
Slama + PK	(a)	5,58	5,88	6,61	4,90	4,79	5,55
Slama + NPK	(b)	5,42	5,49	7,06	5,07	4,50	5,51
MH	(c)	5,20	6,46	5,19	4,50	4,25	5,12
MH + NPK	(d)	6,00	5,49	6,79	4,64	5,83	5,75
Priemer		5,55	5,83	6,41	4,78	4,84	5,48
Hd _{0,05} = 0,31 Hd _{0,01} = 0,41		a: c ⁺ b: c ⁺ c: d ⁺					
sodík (mmol.100 g ⁻¹ repy)							
Slama + PK	(a)	1,48	0,90	0,47	0,69	1,42	0,99
Slama + NPK	(b)	1,36	0,70	0,62	0,73	1,39	0,96
MH	(c)	1,36	1,31	0,64	0,94	1,79	1,21
MH + NPK	(d)	1,01	1,32	0,76	0,83	1,74	1,13
Priemer		1,30	1,06	0,62	0,80	1,59	1,07
Hd _{0,05} = 0,14 Hd _{0,01} = 0,19		c: a, b ⁺ d: b ⁺					
α-aminodusík (mmol.100 g ⁻¹ repy)							
Slama + PK	(a)	6,18	5,21	3,02	4,38	4,88	4,73
Slama + NPK	(b)	5,96	6,41	4,15	4,12	5,33	5,19
MH	(c)	6,26	7,68	4,32	4,27	5,01	5,51
MH + NPK	(d)	7,00	7,88	6,24	2,58	7,10	6,16
Priemer		6,35	6,89	4,43	3,84	5,58	5,40
Hd _{0,05} = 0,58 Hd _{0,01} = 0,78		a: c ⁺ a: d ⁺ b: d ⁺ c: d ⁺					

$$BZ = Dg - 0,343 W_{K+Na} - 0,094 W_N - 0,29 \quad (\%),$$

$$PrR = UR \cdot BZ/100 \quad (t.ha^{-1}),$$

$$CM = 0,343 W_{K+Na} + 0,094 W_N - 0,31 \quad (\%),$$

$$KA = (W_{K+Na})/W_N$$

- BZ – výťažnosť rafinády,
 Dg – cukornatosť (%),
 PrR – produkcia rafinády (t.ha⁻¹),
 UR – úroda buliev repy (t.ha⁻¹),
 CM – straty cukru v melase,
 KA – koeficient alkality,
 W_{K+Na} – obsah K a Na v buľvách cukrovej repy (mmol.100 g⁻¹),
 W_N – obsah α-aminodusíka v buľvách (mmol.100 g⁻¹).

Výsledky a diskusia

Rozdiely v úrode buliev v sledovaných rokoch 1998 až 2002 vykazujú štatisticky vysokopreukaznú závislosť od priebehu poveternostných podmienok. V roku 2000 s najnižším úhrnom zrážok za vegetáciu (217,5 mm) sa dosiahla najnižšia úroda (46,48 t.ha⁻¹), najvyššia úroda 75,45 t.ha⁻¹ sa dosiahla v zrážkovo normálnom roku 1999 (354 mm). Tvorba úrody repy cukrovej je významne ovplyvňovaná zosúladením požiadaviek na teplotné a vlhové zabezpečenie v priebehu vegetácie. Repa vyžaduje dostatok zrážok v rastovej fáze klíčenia a vzchádzania, výdatnejší úhrn zrážok v období tvorby asimilačného aparátu s maximom v období narašania buliev, tj. v júli a v auguste (5, 8). Teplotný režim v období od apríla do júna má vysoký vplyv na tvorbu listov, kým teploty v období júl až september ovplyvňujú dynamiku rastu koreňa (6).

Dosiahnutá úroda buliev repy bola ovplyvnená hnojením. V priemere rokov 1998 až 2002 sa dosiahla najvyššia úroda (70,53 t.ha⁻¹) na variante hnojenom maštalným hnojom a priemyselnými hnojivami. Zistené rozdiely v úrode boli vysokopreukazné v porovnaní s úrodou dosiahnutou na variante hnojenom len maštalným hnojom v dávke 40 t.ha⁻¹ a variantmi hnojenými slamou.

V sledovanom období **cukornatosť** bola vysokopreukazne ovplyvnená priebehom poveternostných podmienok, hnojením a interakciou oboch faktorov. Cukornatosť v priemere variantov hnojenia sa v jednotlivých rokoch pohybovala od 13,76 % (1998) do 16,48 % (2000). V priemere za varianty hnojenia a pokusné roky cukornatosť buliev repy predstavovala hodnotu 15,30 %. Zaoraním slamy predplodiny a aplikáciou P a K hnojív sa dosiahla v priemere rokov 1998 až 2002 najvyššia cukornatosť 16 %. Vysokopreukazne nižšia cukornatosť bola stanovená na variante slama + NPK (15,40 %) s dávkou dusíka v priemere za pokusné roky 126 kg.ha⁻¹ a na variantoch hnojených maštalným hnojom (14,96 %, 14,85 %), resp. preukazne nižšia na variantoch hnojených maštalným hnojom v porovnaní s variantom slama + NPK. Z výsledkov vyplýva, že s dávkou dusíka sa zvyšovala úroda buliev a digestia klesala. Na variante MH vstup dusíka dosiahol hodnotu 168 kg.ha⁻¹, na variante MH + NPK 228 kg.ha⁻¹ dusíka. K podobným záverom dospeli aj BAIER ET AL. (1) a BÍŽIK (2).

Výťažnosť rafinády bola vysokopreukazne ovplyvnená poveternostnými podmienkami ročníka, hnojením a interakciou oboch faktorov. Výťažnosť rafinády úzko súvisí s cukornatosťou. Najvyššia výťažnosť rafinády (13,36 %) sa dosiahla v roku 2000, keď bola dosiahnutá aj najvyššia cukornatosť (16,48 %). Naopak, v roku 1998 bola výťažnosť rafinády (10,77 %) a cukornatosť najnižšia (13,76 %). Najvyššia výťažnosť rafinády (v priemere pokusných rokov vysokopreukazne vyššia v porovnaní s ostatnými variantmi hnojenia) bola vypočítaná na variante slama + PK (13,02 %).

Z praktického pestovateľského hľadiska možno pokladať **úrodu rafinády** za najdôležitejší ukazovateľ efektívnosti pestovania cukrovej repy, pretože syntetizuje kvalitatívne (cukornatosť, obsah Na, K a α-aminodusíka) a kvantitatívne (úroda) parametre. Priemerná úroda rafinády v pokusných rokoch bola 7,94 t.ha⁻¹, v jednotlivých rokoch sa pohybovala od 6,19 t.ha⁻¹ (2000) do

9,25 t.ha⁻¹ (2002). Štatisticky vysokopreukazný vplyv poveternostných podmienok v jednotlivých rokoch sa prejavil na hodnotách úrody rafinády hlavne pribúdaním veľkosti úrody buliev.

Hnojenie malo štatisticky významný vplyv na úrodu rafinády. Najvyššia úroda rafinády (8,21 t.ha⁻¹) sa dosiahla na variante slama + PK, na ktorom sa dosiahla najvyššia cukornatosť (16 %) a výťažnosť rafinády (13,02 %) a najnižší obsah α -aminodusíka (4,73 mmol.100 g⁻¹ repy) a nízke straty cukru v melase (2,38 %) Koeficient alkality (1,47) sa zo sledovaných variantov hnojenia najviac približoval optimálnej hodnote 1,8.

Dusík z maštalného hnoja a aplikovaný vo forme priemyselných hnojív v celkovej dávke 228 kg.ha⁻¹ N sa vysokopreukazne prejavil na zvýšení obsahu α -aminodusíka (6,46 mmol.100 g⁻¹ repy) v porovnaní s variantmi hnojenými slamou, preukazne s variantom hnojeným len maštalným hnojom. Obsah melasotvorných látok dosiahol najvyššiu hodnotu (13,04 mmol.100 g⁻¹ repy), čo je v porovnaní s variantom slama + PK hodnota vyššia o 15,6 %. Strata cukru v melase bola 2,63 %. Koeficient alkality (1,17) bol nižší ako na variantoch hnojených slamou.

Pri formovaní kvality repy cukrovej sa významne uplatňuje kationová zložka výživy. BÍZIK (3) uvádza, že z hľadiska digestie je dôležitý podiel K : Na. Pre vyššiu cukornatosť obsah draslíka má byť 5× až 6× vyšší ako sodík. Túto požiadavku spĺňajú varianty hnojené slamou (5,61, resp. 5,44 na variante. S + NPK).

Záver

Úroda buliev repy cukrovej a jej kvalitatívne parametre boli štatisticky významne ovplyvnené priebehom poveternostných podmienok, hnojením a interakciou oboch faktorov. Výsledky poukázali na možnosť využitia slamy bez jej doplnkového hnojenia dusíkom pri pestovaní repy cukrovej v oblastiach s ochranným režimom zdrojov podzemných vôd, na pôdach s vysokou mineralizačnou schopnosťou a následnou tvorbou dusičnanov, ako aj na hospodárstvach bez živočíšnej výroby. V priemere piatich pokusných rokov bola dosiahnutá úroda buliev repy na variante so zaoranou pšeničnou slamou a aplikovanými fosforečnými a draselnými hnojivami v porovnaní s variantom hnojeným maštalným hnojom a priemyselnými hnojivami nižšia o 12,1 %, avšak technologická kvalita buliev bola štatisticky významne vyššia.

Literatúra

- BAIER J. ET AL.: Diagnostika výživy dusíkom a draslíkom u cukrovky ve vztahu ke kvalitě. *Rostl. výr.*, 38, 1992 (3/4), s. 289–295.
- BÍZIK J.: *Podmienky optimalizácie výživy rastlín dusíkom*. Bratislava: VEDA SAV, 1989, 192 s. ISBN 80-224-0041-6.
- BÍZIK J.: Obsah a pomer kationov v rastlinách cukrovej repy ako indikátor cukornatosti. *Rostl. výr.*, 39, 1993 (12), s. 1103–1109.
- ČERNÝ I., ONDRIŠÍK P.: Variabilita úrody a digestie repy cukrovej vplyvom ročníka a aplikácie Atoniku. *Journal of Central European Agriculture*, 4, 2003 (4), s. 411–417.
- ČERNÝ I., LIŠKA E.: Vplyv teplotných a vlhových podmienok stanovišťa na tvorbu úrod cukrovej repy. *Agriculture (Poľnohospodárstvo)*, 52, 2006 (2), s. 87–95.
- GUBANOV J. V.: Vlijanie temperaturnovo režima na rast i urožajnosť. *Sachar. Svekla*, 41, 1996 (5), s. 26–29.
- KARABÍNOVÁ M., KRIVOSUDSKÁ E.: Hnojenie ako jeden z určujúcich faktorov úrody cukrovej repy. *Agrochémia*, 4 (40), 2000 (3), s. 12–18.
- KOCH H. J., WENDENBURG C.: Optimierung der Stickstoffdüngung. *Zuckerrübe*, 45, 1996 (3), s. 132–135.

Tab. IV. Vypočítané parametre technologickej kvality buliev repy cukrovej v pokusných rokoch 1998 až 2002

Variant	1998	1999	2000	2001	2002	Priemer
výťažnosť rafinády (%)						
Slama + PK (a)	10,65	13,61	14,03	12,98	13,84	13,02
Slama + NPK (b)	11,18	12,91	12,96	12,11	13,39	12,51
MH (c)	10,91	10,81	13,75	12,14	12,83	12,09
MH + NPK (d)	10,35	11,90	12,69	12,34	11,82	11,82
Priemer	10,77	12,31	13,36	12,39	12,97	12,36
Hd _{0,05} = 0,31 Hd _{0,01} = 0,42						a: b, c, d** b: c* b: d**
produkcia rafinády (t.ha ⁻¹)						
Slama + PK (a)	5,96	9,70	6,62	8,60	10,17	8,21
Slama + NPK (b)	6,62	9,41	6,61	8,53	9,60	8,15
MH (c)	6,52	8,26	5,85	8,03	8,47	7,43
MH + NPK (d)	7,38	9,06	5,69	8,87	8,75	7,95
Priemer	6,62	9,11	6,19	8,51	9,25	7,94
Hd _{0,05} = 0,46 Hd _{0,01} = 0,62						a: c** b: c** c: d*

Tab. V. Vypočítané parametre technologickej kvality buliev repy cukrovej (priemer 5 rokov)

Variant	Melasotvorné látky (%)	Straty cukru v melase (%)	Koeficient alkality	Pomer K : Na
Slama + PK	11,28	2,38	1,47	5,61
Slama + NPK	11,66	2,46	1,30	5,44
MH	11,84	2,38	1,18	4,23
MH + NPK	13,04	2,63	1,25	5,09
Priemer	11,95	2,46	1,30	5,09

Hanáčková E., Kováč K., Žák Š., Macák, M.: Using straw as organic manure in growing sugar beet in vulnerable zones

A field stationary experiment with sugar beet variety Intera was carried out during 1998 - 2002 at the Research Farm Borovce, RIPP Piešťany. The yield of sugar beet bulb and quality parameters (digestion, extraction and refine sugar production) and molasses forming components (α -amino nitrogen, Na, K) were significantly influenced by weather conditions, fertilization and their interaction. The results pointed out the possibility of straw management fertilization without addition nitrogen input by growing sugar beet in water protected area, water vulnerable zone. The suggested management is also suitable for growing sugar beet on rich soil with high level of mineralization and production of nitrate and also in farms without livestock production. In five year average results, the yield of sugar beet on straw treatments including phosphorus, potassium fertilization with comparison to farm yard manure including mineral fertilization treatments was 12,1 % less but on the other hand the technological quality of sugar beet bulb (digestion, extraction and refine sugar production and molasses forming components) were significantly higher.

Kontaktní adresa – Contact address:

Ing. Eva Hanáčková, PhD., Slovenská poľnohospodárska univerzita, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika, e-mail: eva.hanackova@uniag.sk