Porovnání sklízečů cukrovky

COMPARISON OF SUGAR BEET HARVESTERS

Petr Šařec, Ondřej Šařec, Jacek Przybyl, Karel Srb – Katedra využití strojů ČZU v Praze

Pěstování cukrové řepy v ČR prochází v posledních několika letech významnými změnami. Ty jsou důsledkem nejen stále se zvyšujících cen jiných lukrativnějších plodin rostlinné výroby (pšenice, řepky, kukuřice), ale také rostoucími náklady na její pěstování. Svůj podíl na současné situaci má také reforma trhu s cukrem v Evropské unii a opatření související s přidáváním bioetanolu do pohonných hmot. Čeští pěstitelé proto musí dlouhodobě dosahovat stabilních výnosů cukrovky o vysoké cukernatosti.

V roce 2007 dosáhli pěstitelé v ČR průměrného výnosu bulev 54,71 t.ha^{-1}. To je jen o málo více než-li v předchozích dvou letech. Cukernatost v tomto roce činila v průměru 16,47 %, tj. ca o 2 % méně, než v letech 2004–2006, kdy se průměrná hodnota cukernatosti pohybovala v rozmezí od 18,41 % do 18,7 %. Tento pokles byl pravděpodobně zapříčiněn atypickým průběhem počasí v průběhu celého vegetačního období. Výnos polarizačního cukru činil 9,1 t.ha^{-1}, což je o 11,6 % více, než v roce 2002 (proti předchozím třem letům však byl o málo nižší). V roce 2008 pak byl v ČR průměrný výnos bulev dokonce 58,31 t.ha^{-1}. Průměrná cukernatost dosáhla 18,04 %, což je hodnota blížící se letům 2004–2006. Průměrný výnos polarizačního cukru v ČR byl 10,52 t.ha^{-1}, což je nejvyšší výnos za posledních pět let (obdobně i výnos bílého cukru, 9,43 t.ha^{-1}, který se v předchozích čtyřech letech pohyboval v rozmezí od 8,02 do 8,84 t.ha^{-1}).

Některé zemědělské podniky mají výnosy srovnatelné s Francií a Německem na velké výměře, např. Agro Slatiny, a. s., dosahovala v roce 2006 a 2007 na ploše více než 400 ha přepočtený výnos v průměru od 68 do 71 t.ha^{-1} a výnos polarizačního cukru přes 11 t.ha^{-1}. Jak ukázaly výsledky odrůdových pokusů prováděných také v podniku Agro Slatiny na Jičínsku, lze v našich podmínkách dosáhnout mnohem lepších výnosů. U více než 30 sledovaných odrůd cukrovky bylo v roce 2007 dosaženo průměrného výnosu bulev 79,99 t.ha^{-1} s průměrnou cukernatostí 17,48 %. Výnos polarizačního cukru byl v průměru 13,99 t.ha^{-1}.

Na těchto výsledcích v ČR se nemalou měrou podílí moderní zemědělská technika, od předseťové přípravy přes kvalitní setí až po úspěšnou a včasnou sklizeň. Nasazení nové sklizňové techniky dopomáhá k nižším sklizňovým ztrátám a k dosažení vyššího výnosu z jednotky plochy.

Sklizeň cukrové řepy

V podmínkách České republiky je nejvhodnější dobou pro sklizeň cukrovky druhá až třetí dekáda měsíce října. Z praktických důvodů se však tento termín nedodržuje. Důvodem je jednak zvýšení využití sklízecí techniky (jednoúčelové stroje) a také se doba sklizně přizpůsobuje poptávce cukrovarů, tj. datu zahájení a ukončení kampaně.

V roce 2007 byl termín zahájení kampaně posunut již na druhou dekádu září (17. 9.) a její konec byl prakticky totožný s koncem roku kalendářního (27. 12.). Budeme-li brát v úvahu všechny zpracovatelské podniky, pak řepná kampaň v ČR trvala 102 dní (v průměru pak 83,4 dní). V roce 2008 byla kampaň zahájena 20. 9. a ukončena na konci roku (1. 1. 2009). Celková doba řepné kampaně tak byla totožná s předchozím rokem, průměrně trvala 85,6 dní.

Při sklizni v ČR se dnes upřednostňuje sklizeň jednofázová, a to s ohledem na menší utužení půdy a nižší náklady (jeden stroj, jeden přejezd). Nejvíce využívanými stroji pro sklizeň cukrovky ve střední Evropě jsou převážně šestiřádkové samojízdné sklízeče, které zaujímají při sklizni více než 90% podíl.

Článek jsme proto zaměřili na posouzení kvality práce jednotlivých sklízečů.

Obr. 1. Šestiřádkový vyorávač cukrové řepy Ropa euro-Tiger

Obdobné zkoušení sklízecí techniky probíhalo v minulých letech také v Polsku a Německu. Výsledky těchto pokusů porovnáváme.

Metody sledování a měření

Objekt sledování

Objektem sledování byly šestiřádkové vyorávače cukrové řepy firem Tim, Kleine, Gilles, Holmer originál, Holmer Hradec Králové a Ropa (obr. 1.) pracující v provozních podmínkách na Moravě a v Čechách.

Charakteristika porostu cukrové řepy

Biologický výnos porostu byl určen z plochy 4 × 10 m^2, přitom byly sledovány další parametry:
- počet jedinců na ploše 1 ha (ks),
- biologický výnos bulev (t.ha^{-1}),
- poměr výnosu bulev k výnosu chrástu,
- výška nadzemní části bulev (cm),
- meziřádková vzdálenost – 45 cm,
- typ půdy,
- vlhkost půdy (%),
- penetrační odpor půdy.

Kvalita práce

Byly sledovány tyto faktory ovlivňující kvalitu práce:
- ztráty bulev za vyorávačem (na povrchu a v půdě),
- poškození kořenů bulev,
- výška sřezu skrojků,
- přilnutá zemina na bulvách.

Testovaná plocha

Odběr vzorků pro stanovení ztrát pro všechny sklízeče byl proveden na ploše 2,7 m (tj. 6 řádků) × 3,7 m, tedy na ploše 10 m^2.

K procentickému zjištění sklizňových ztrát musíme nejdříve zjistit biologický výnos bulev. Při tomto se zároveň zjišťuje počet jedinců na 1 ha A_c. Bulvy na parcele jsou sklizeny, očištěny, spočítány, chrást je odříznut a bulvy jsou zváženy. Do stanovení celkové hmotnosti vzorku nejsou započítány bulvy s menší hmotností, než 100 gramů.

Výnos bulev (t.ha^{-1}) potom je:

$$Qb = \frac{\sum_{i=1}^{n} Qb_i}{n} \quad (1),$$

kde: Qb – biologický výnos bulev (t.ha^{-1}),
Qb_i – výnos bulev na i-té parcele (kg.10 m^{-2}),
n – počet parcel.

Počet rostlin/bulev je (ks.ha^{-1}):

Tab. I. Výsledky testů sklízečů cukrovky – Německo (Kromer) (Solingen)

Typ sklízeče	Prac. rychlost (km.h^{-1})	Ztráty (%)			Znečištění (%)
		na povrchu	v půdě	celkem	
ROPA euro-Tiger	5,9	0,12	2,16	2,28	7,4
GRIMME Maxtron	6,4	0,08	2,07	2,15	5,6
KLEINE SF 10	6,4	0,32	3,46	3,78	6,9
MATROT M 2011 Plus	5,2	0,33	3,42	3,75	5,0
KLEINE SF 20	6,0	0,60	3,87	4,47	5,7
HOLMER Terra Dos T3 Radrodeschar	5,9	0,07	2,71	2,78	9,4
HOLMER Terra Dos T3	6,7	0,05	2,11	2,16	7,4

Podmínky měření: *Měření bylo prováděno při vlhkosti půdy od 21 do 23,5 %, počet jedinců na 1 ha byl 98 380, průměrný výnos 76,95 t.ha^{-1}, průměrná hmotnost bulvy řepy 783 g a průměrná cukernatost 19,1 %.*

$$Nc = \frac{\sum_{i=1}^{n} Nc_i \cdot 10^3}{n} \quad (2),$$

kde: Nc – počet rostlin na 1 ha,
Nc_i – počet rostlin na i-té parcele,
i – počet parcelek.

Tab. II. Výsledky testů sklízečů cukrovky – Polsko (Przybyl)

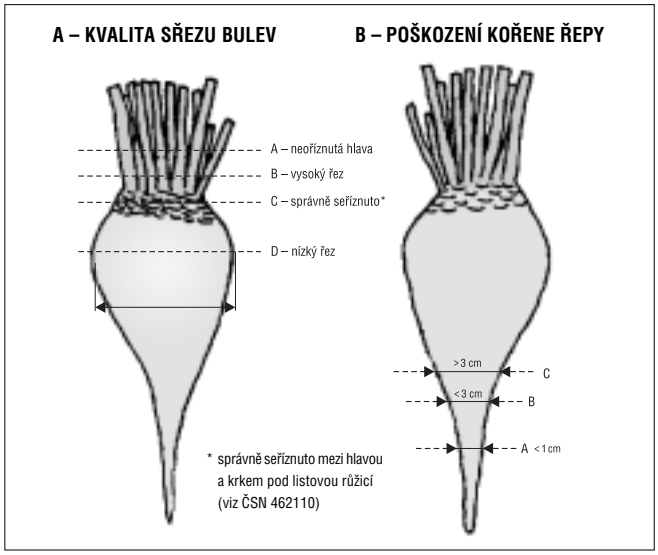
Typ sklízeče	Prac. rychlost (km.h^{-1})	Ztráty (%)			Znečištění (%)
		na povrchu	v půdě	celkem	
GRIMME Maxtron 602	4,8	0,63	2,09	2,72	6,98
HOLMER Terra Dos	8,0	0,58	2,89	3,47	6,45
KLEINE SF 10-2	5,4	1,04	5,03	6,07	5,76
KLEINE SF 20	4,8	0,65	4,15	4,80	5,78
ROPA euro-Tiger	7,1	1,30	2,30	3,60	5,32
M.A.C.E.	4,9	0,68	4,39	5,07	7,80

Podmínky měření: *Půda na parcele, kde byla sklizeň prováděna, měla písčito-hlinité složení (písek 51 %, hlína 36 %, prach 13 %), vlhkost půdy se pohybovala v rozmezí od 2,24 do 6,79 %, počet jedinců na 1 ha byl 99 600, průměrný výnos 75,5 t.ha^{-1} a hmotnost 1 bulvy 758 g.*

Tab. III. Výsledky testů sklízečů cukrovky – Česko (Šařec)

Typ sklízeče	Prac. rychlost (km.h^{-1})	Ztráty (%)			Znečištění (%)
		na povrchu	v půdě	celkem	
TIM 2500	5,5	0,63	2,09	2,72	6,98
HOLMER Terra Dos	7,6	0,58	2,89	3,47	6,45
KLEINE SF 10-2	5,4	1,04	5,03	6,07	5,76
HOLMER HK	4,8	2,1	5,72	7,82	7,60
ROPA euro-Tiger	7,3	1,30	2,30	3,60	5,32
GILLES	4,2	1,8	2,73	4,53	7,6

Obr. 2. Kvalita sřezu bulev a poškození kořene cukrovky



Ztráty bulev za vyorávačem

Ztráty byly zjišťovány sběrem volně ležících bulev a jejich částí (Zc) z povrchu sledovaného úseku pole (10 m^2) a odběrem nevyoraných bulev a úlomků kořenů (Zs) nacházejících se v půdě. U jednotlivých sklízečů byla měření opakována 4–5×. Obě frakce byly zváženy. Celkové sklizňové ztráty – Z (%) jsou:

$$Z = \frac{Zc + Zs}{Qb} \cdot 100 \qquad (3).$$

Podíl zeminy na bulvách

Pro stanovení podílů zeminy na bulvách byly odebrány vzorky 3× 100 bulev ze skládky od každého sklízeče. Bulvy byly zváženy a byla zjištěna jejich hmotnost. Poté bylo provedeno mechanické ruční očištění a opětovně vážení. Rozdílem hmotností bulev před a po očištění byla určena hmotnost zeminy na bulvách. Podíl této zeminy (%) lze jednoduše přepočíst:

$$P_{\%} = \frac{P}{Vz} \cdot 100 \qquad (4),$$

kde: P – hmotnost ulpěné zeminy (kg),
Vz – hmotnost vzorku: bulva + zemina (kg).

Kvalita sřezu a poškození bulev

Ze skládky bylo odebráno 3× 100 bulev a byl hodnocen sřez bulev s následným rozdělením do skupin (obr. 2. A). Dále bylo ze skládky odebráno 3× 100 ks bulev, u kterých byl měřen průměr zalomení kořene bulvy. Bulvy byly tříděny do skupin (obr. 2. B). V Německu a Polsku se kvalita sřezu posuzuje šestistupňovým hodnocením, jak je vidět z tab. IV. a V.

Výsledky a diskuse

Výsledky provedených měření jsou uvedeny v tab. I. až V. U sklízečů testovaných v Německu se pojezdová rychlost příliš neodlišovala a pohybovala se v rozmezí od 5,2 do 6,7 $km.h^{-1}$, které dosahoval sklízeč HOLMER Terra Dos T3. Nejnižší celkové ztráty vykazovaly stroje GRIMME Maxtron a HOLMER Terra Dos T3, a to 2,15 resp. 2,16 %. Nejvyšší podíl ztrát byl zjištěn u stroje KLEINE SF 20, konkrétně 4,47 %. V Polsku vykazoval malé sklizňové ztráty sklízeč GRIMME MAXTRON 620, a to 2,72 %. Nejvyšší ztráty vykázal stroj KLEINE SF 10-2 (obr. 3.), u kterého byla zjištěna hodnota 6,07 %. Znečištění se u všech porovnávaných strojů pohybovalo v rozmezí od 5,32 do 7,8 %. Nejvyšší pracovní rychlosti při sklizni, 7,6 $km.h^{-1}$, dosahoval stroj HOLMER Terra Dos (obr. 4.). Nízké ztráty vykazoval sklízeč TIM 2500, a to 2,72 %. Nejméně znečištěné bulvy, 5,32 %, měl stroj ROPA euro-Tiger. Ostatní porovnávané sklízeče vykazovaly převážně podobné hodnoty sklizňových ztrát. Nejnižší sklizňové ztráty byly dosaženy při měření v Německu. Hodnoty znečištění bulev vykazovaly ve všech zemích shodné výsledky.

Obr. 3. Sklízeč Kleine SF 10

Kvalita sřezu

Kvalitní ořezávání bulev je velice složitý a náročný pracovní proces. Dobrý výsledek závisí nejen na technické dokonalosti ořezávacího mechanizmu, ale také na biologických vlastnostech řepy a stavu porostu obecně (výška nadzemní části bulvy, vyrovnanost bulev, vyosení bulev z řádku, vzdálenosti bulev v řádku). Kvalitní ořezávání bulev závisí také na pracovní rychlosti, seřízení ořezávacího mechanismu a do jisté míry také na obsluze. Při posuzování kvality sřezu v Německu a Polsku (šest stupňů hodnocení) dosáhl nejlepšího výsledku sklízeč ROPA euro-Tiger se 73,2 % správně seříznutých bulev. Při měření v ČR vykazoval nejlepší výsledky stroj KLEINE SF10-2, a to 49,0 % optimálně seříznutých bulev.

Mechanické poškození

Poškození bulev při sklizni je nevyhnutelné. Rozsah poškození ovlivňuje jak nastavení a konstrukce sklízeče, tak i půdní vlastnosti. Při malé vlhkosti (méně než 12 %) a větším penetračním odporu půdy dochází v důsledku vyšší soudržnosti půdy a bulvy a při současném namáhání bulvy na tah ke zlomení kořene. Podle ČSN je přípustné mechanické poškození do průměru 1 cm v místě zalomení. Sledované sklízeče v ČR tuto podmínku splňovaly od 7,4 do 48,2 %. U většiny posuzovaných sklízečů bylo zjištěno největší procentuální zastoupení ve třídě B (poškození do průměru 3 cm), a to kolem 40 %.

Tab. IV. Kvalita sřezu bulev cukrovky – Německo (Solingen)

Typ sklízeče	Výkonnost (t.h^{-1})	Kvalita sřezu bulev (%)					
		sřez chrástu nad 2 cm	sřez chrástu do 2 cm	vysoký sřez	správný sřez	nízký sřez	šikmý sřez
ROPA euro-Tiger	114,4	2,2	1,8	18,2	73,2	4,2	0,4
GRIMME Maxtron	126,6	0,6	3,2	21,0	63,9	10,8	0,4
KLEINE SF 10	124,7	1,0	0,6	38,0	55,0	4,2	1,2
MATROT M 2011 Plus	102,1	3,0	2,0	29,6	50,0	13,0	2,4
KLEINE SF 20	118,1	5,2	2,4	30,0	48,6	11,2	2,6
HOLMER Terra Dos T3 Radrodeschar	111,2	0,4	1,2	19,8	70,4	7,4	0,8
HOLMER Terra Dos T3	128,9	2,4	5,4	29,7	59,9	1,6	1,0

Závěr

Při provozních měřeních samojízdných sklízečů byly jedním ze sledovaných parametrů ztráty na povrchu a nevyoráním. Jejich součet udává ztráty celkové. Při porovnání s obdobným měřením v Polsku a Německu bylo nejmenších celkových ztrát dosaženo v Německu. Výsledky z Polska i Česka jsou srovnatelné. Dalšími důležitými ukazateli práce sklízeče je kvalita sřezu bulev a jejich poškození. Nejlepšího seříznutí bulev při 6 stupňovém hodnocení (Německo, Polsko) dosáhl stroj ROPA euro-Tiger. V českých podmínkách vykazoval nejlepší kvalitu sřezu sklízeč KLEINE SF10-2. Nejmenší mechanické poškození bulev bylo zjištěno u stroje TIM 2500. Znečištění bulev se u všech sledovaných sklízečů příliš nelišilo a pohybovalo se v hodnotách od 5 do 9,4%

Souhrn

V článku jsou prezentovány výsledky měření sklízečů cukrové řepy provedených v Česku roku 2007. Při těchto měřeních byla sledována pracovní rychlost sklízeče, ztráty, znečištění bulev, kvalita sřezu a mechanické poškození bulev. Tyto výsledky jsou porovnány s obdobným měřením prováděným v minulých letech v Německu a v Polsku. I přes to, že měření nebyla realizována ve stejném roce za stejných podmínek, jsou dosažené výsledky sklizňových ztrát a znečištění bulev pro všechny tři země obdobné. Kvalita sřezu a mechanické poškození bulev velice závisí na půdních podmínkách při sklizni a na kvalitě a vyrovnanosti porostu. Na tyto sledované parametry má také vliv pracovní rychlost, seřízení a stav ořezávacího mechanizmu a v neposlední řadě také obsluha. Nejlepší kvality sřezu dosahovaly sklízeče při měření v Německu, a to od 50 do 70 % správně seříznutých bulev. Oproti tomu sklízeče v České republice a v Polsku vykazovaly hodnoty správného seříznutí bulev mezi 35 až 50 %.

Klíčová slova: cukrovka, sklízeče cukrovky, sklizňové ztráty, seříznutí bulev, mechanické poškození, kvalita práce.

Zpracováno v rámci řešení výzkumného záměru MŠMT č. MSM 6046070905 a v rámci projektu NAZV QH72257.

Tab. V. Kvalita sřezu bulev – Polsko (Przybyl)

Typ sklízeče	Výkonnost (t.h^{-1})	Kvalita sřezu bulev (%)					
		sřez chrástu nad 2 cm	sřez chrástu do 2 cm	vysoký sřez	správný sřez	nízký sřez	šikmý sřez
GRIMME Maxtron 602	49,35	5,2	11,8	28,0	41,4	10,6	3,0
HOLMER Terra Dos	82,08	6,2	7,0	28,6	44,2	12,6	1,4
KLEINE SF 10-2	54,89	5,4	9,6	17,8	49,0	11,2	7,0
KLEINE SF 20	48,73	3,4	2,8	25,4	44,0	22,8	1,6
ROPA euro-Tiger	72,43	6,6	4,4	28,4	42,2	17,4	1,0
M.A.C.E.	49,80	19,0	16,6	20,2	29,8	9,0	5,4

Tab. VI. Kvalita sřezu a poškození bulev – Česko (Šařec)

Typ sklízeče	Výkonnost (t.h^{-1})	Kvalita sřezu bulev (%)				Mech. poškození (%)		
		A	B	C	D	A	B	C
TIM 2500	56,34	5,2	22,8	45,4	26,6	48,2	31,4	20,4
HOLMER Terra Dos	110,56	6,2	19,0	44,2	30,6	29,4	40,0	30,6
KLEINE SF 10-2	78,68	5,4	21,6	49,0	24,0	7,4	40,6	52,0
HOLMER HK	70,20	8,3	25,0	35,0	31,7	12,0	34,0	54,0
ROPA euro-Tiger	106,03	6,6	18,4	44,2	30,8	39,6	36,0	24,4
GILLES	61,42	7,4	23,3	37,0	32,6	14,0	41,0	45,0

Literatura

1. Kromer K.-H., Thelen M.: Testmethode für Ertemaschinen and Reinigungslader. *Zukerrübe*, 46, 1997 (1), s. 30–35.
2. Przybyl J.: Technika w uprawie buraka cukrowego. *Burak cukrowy*, 1998, s. 32.
3. Šařec O., Černý J., Šařec P.: Sugar Beet Harvesters – Comparison of Quality. In *Trends in Agricultural Engineering*, Prague 1999, s. 299–303.
4. Dobek T., Šařec O.: Wstempna ocena maszyn do zbioru buraka cukrowego. In *Zeszyty naukowe AR*, Szczecin, 1998, s. 11–14.
5. Šařec O., Šařec P.: Porovnání sklízečů cukrovky. *Listy cukrov. řepař.*, 116, 2000 (5/6), s. 148–151.
6. Šařec O., Šařec P.: Technika pro sklizeň cukrové řepy. In *V. Celoslovenská vedecká repárska konferencia*, Nitra, 2003, s. 245–250.
7. Gebler J.: Zpráva o cukrovarnické kampani 2007/08 v České republice. *Listy cukrov. řepař.*, 124, 2008 (4), s. 132–136.
8. Gebler J., Kožnarová V.: Zpráva o cukrovarnické kampani 2008/09 v České republice. *Listy cukrov. řepař.*, 125, 2009 (4), s. 134–140.
9. Srb K., Šařec O., Šařec P.: Yields and Harvest losses of sugar-beet varieties in the years 2005 and 2006. In *XVII Konferencja naukowa studentów*, Warszawa 2008, s. 179–188.

Šařec P., Šařec O., Przybyl J., Srb K.: Comparison of sugar-beet harvesters

The article presents the results of field measurements that were carried out in the Czech Republic in the year 2007 and that were focused on the work of sugar-beet harvesters. Within those measurements, harvesting speed, harvest losses, gross to net weight ratio, quality of cutting and degree of beet mechanical damage were measured. These results were then compared with similar measurements carried out in the past years in Germany and in Poland. Even though the measurements were not made in the same year and under the same conditions, harvest losses and gross to net weight ratios attained in all the three countries were similar. The quality of cutting and degree of beet mechanical damage depends strongly on the soil conditions during harvest and on the quality and evenness of the crop cover. Harvesting speed, the adjustment and condition of the cutting mechanism and last, but not the least, the ability of the crew, influence the two latter mentioned indicators. The finest quality of cutting was achieved by the harvesters within the measurements in Germany, i. e. from 50 to 70 % of correctly cut beets compared to 35 to 50 % attained by the harvesters in the Czech Republic and in Poland.

Key words: sugar beet, harvester, harvest losses, beet cutting, mechanical damage, quality of work.

Kontaktní adresa – Contact address:

doc. Ing. Petr Šařec, Ph. D., Česká zemědělská univerzita, Technická fakulta, Katedra využití strojů, Kamýcká 129, 165 21 Praha 6 Suchdol, Česká republika, e-mail: psarec@tf.czu.cz

Obr. 4. Šestiřádkový sklízeč cukrovky Holmer Terra Dos T3