

SPALNÉ TEPLA A VÝHŘEVNOST SEMEN VYBRANÝCH ODRŮD ŘEPKY OLEJNÉ

Calorific Value of Selected Varieties of Oilseed Rape

Josef PECEN, Zdeněk PIKSA, Petra ZABLOUDILOVÁ

Česká zemědělská univerzita v Praze

Summary: The report deals with determination of the value of heating effect and combustion heat for eight different varieties of oilseed rape grown in 2010 at nine various spots in the Czech Republic, which was the main objective. The difference in the stated values of these quantities depending on the spot (where the oilseed rape was grown) was not statistically confirmed on the level of significance $\alpha=0,05$. The ascertained differences oscillate slightly above the level of stated parameters measuring uncertainty level. Also, at the stated level of significance, the differences between individual varieties of oilseed rape and individual spots concerning the oiliness or the weight of a thousand seeds were insignificant. Therefore, with regard to the uncertainty of stated quantities measuring, the data cannot be used for unequivocal confirmation or refutation of the influence of the spot on the stated qualities of the oilseed rape seeds. The same conclusions also apply to the relationship between the spot and variety of the oilseed rape and the amount of ash (stipulated gravimetrically) and calculated from burning a sample of rape while determining the rape seeds combustion heat and heating effect. The uncertainty of measuring is even higher.

Keywords: winter rapeseed, oil content, TSW, heat of combustion, calorific value, ash

Souhrn: Příspěvek se zabývá stanovením výhřevnosti a spalného tepla semen osmi odrůd řepky olejné, pěstovaných v roce 2010 na devíti různých stanovištích v České republice, což byl hlavní cíl. Rozdíl v uváděných hodnotách těchto veličin, v závislosti na stanovišti (místě pěstování řepky olejné), nebyl statisticky potvrzen na hladině významnosti $\alpha=0,05$. Zjištěné rozdíly se většinou pohybují těsně nad hranicí nejistoty měření uvedených parametrů. Stejně tak nebyly na uvedené hladině významnosti potvrzeny signifikantní rozdíly mezi odrůdami řepky a jednotlivými stanovišti v případě olejnatosti semen a hmotnosti jednoho tisíce semen (HTS). Proto, s ohledem na nejistoty měření uvedených vlastností, nejde tyto údaje samostatně použít k jednoznačnému potvrzení nebo vyvrácení vlivu stanoviště na uvedené vlastnosti semen řepky olejné. Stejně závěry platí i pro vztah stanoviště a odrůdy řepky pro množství popela (stanoveného gravimetricky) vypočteného ze spálení vzorku řepky při stanovování spalného tepla a výhřevnosti semen řepky. Zde je nejistota výsledku měření větší.

Klíčová slova: řepka ozimá, olejnatost, HTS, spalné teplo, výhřevnost, popel

Úvod

Pěstování olejnin ve velkém rozsahu je v zemědělské výrobě již samozřejmostí a jejich použití pro potravinářské i nepotravinářské účely také (Jevič, 2009). Plocha osetá olejninami tvoří v současné době asi 20 % z celkem obhospodařované půdy. Z hlediska kvantity vede tento seznam pěstovaných olejnin řepka olejná, v poslední době s průměrným výnosem semen kolem 4 t/h. Řepkový olej se svými 22 % bílkovin je nejen výbornou potravinou, ale i cenným energetickým zdrojem. Proto je pochopitelná snaha o dosažení větší hodnoty olejnatosti semen u pěstovaných odrůd řepky olejné. To přináší i větší energetický zisk při použití semen řepky jako zdroje tepelné energie. Spalné teplo i výhřevnost řepkového oleje je větší než zbylých částí semen nebo dokonce ostatních částí rostliny, které se také používají jako zdroj tepla (Hutla, Jevič, 2012), také upravené ve formě briket nebo pelet. Přímé spalování semen řepky, bez další úpravy, se prakticky realizuje v případě znehodnoceného nebo jinak poškozeného semene, které dále nejde použít pro zpracování jak pro potravinářské, tak nepotravinářské účely. Stejný

postup platí i pro části semen řepky po extrakci oleje. Přímé spalování je tedy poslední možností, jak přímo využít energii v látce obsažené.

Na hodnotu spalného tepla nebo výhřevnosti uvedených semen řepky má zásadní vliv jejich olejnatost (% v sušině), která se pohybuje zhruba v intervalu 40 – 47 %. Samozřejmě, že olejnatost semen ovlivňují i další faktory (genetická dispozice odrůdy, vlastnosti stanoviště, klimatické podmínky pěstování řepky apod.). Je zde tedy logické spojení mezi hodnotou spalného tepla (výhřevností) semen řepky a jejich olejnatostí. Vzhledem k tomu, že hodnotu spalného tepla lze celkem dobře exaktně určovat, byl uskutečněn pokus o stanovení míry vlivu odrůdy, případně i stanoviště pěstování řepky na hodnotu spalného tepla. Pokus byl uskutečněn s vědomím, že pokud se bezpečně prokáže tato souvislost, mohla by být tato skutečnost využita jako jeden z dalších, snad objektivních, nástrojů pro hodnocení kvality semen řepky.

Materiál a metoda

Pro pokus byl vybrán soubor osmi obvykle pěstovaných odrůd řepky olejné (jejich výčet a přesné názvy jsou v tabulce), které byly pěstovány na devíti rozdílných stanovištích v rámci České republiky v roce 2010. Vzorky semen sklizených obvyklým způsobem, byly ponechány měsíc po sklizni v laboratorních pod-

mínkách ($20,8 \pm 0,7$ °C, $45,2 \pm 5,6$ %), a poté byla zjišťována jejich vlhkost, výhřevnost, spalné teplo a procento popela. Vlhkost byla zjišťována gravimetricky vždy s trojím opakováním. V tabulce je uváděna průměrná hodnota. Výhřevnost a spalné teplo byly měřeny v laboratoři ITS poloautomatickým adiabatic-

kým kalorimetrem MS 10 A firmy Laget, s.r.o., který pracuje s chybou menší jak 1,2 %. Procento popela (nеспalovaných zbytků) bylo vypočteno z rozdílu hmotnosti spalovaných vzorků před a po spálení. Hmotnost vzorků byla vždy zjišťována s přesností 0,1 mg. Chemický rozbor popela nebyl realizován. Výhřevnost a spalné teplo byly měřeny pro každou odrůdu řepky a

stanoviště tři až pětkrát a v tabulce č. 1 je vždy uváděna střední hodnota (aritmetický průměr) z těchto opakovaných měření. Větší počet měření se prováděl v případě, že rozdíl mezi dosud naměřenou maximální a minimální hodnotou byl u výhřevnosti nebo spalného tepla větší než 0,4 MJ/kg, tj. asi 1,3 % měřené hodnoty, což je o 0,1 % víc než je chyba kalorimetru.

Výsledky a diskuse

Veškeré naměřené hodnoty byly statisticky zpracovány. Tabulka uvádí v přehledné formě zjištěné hodnoty sledovaných parametrů. Průměrné hodnoty spalného tepla a výhřevnosti uvedené ve sloupci 12 tabulky jsou na první pohled vyrovnané pro všechny porovnávané odrůdy řepky olejné. To je způsobeno jak formou zpracování naměřených údajů (snahou o reprezentaci naměřených údajů střední hodnotou), tak i skutečně existujícími menšími rozdíly těchto parametrů mezi jednotlivými odrůdami řepky. Stejná situace je i při porovnávání HTS a olejnatosti semen, kde interval naměřených hodnot pro uváděné odrůdy řepky je relativně úzký. Ani rozdíl mezi maximální a minimální naměřenou hodnotou těchto parametrů (sloupce 14 - 16 v tabulce) není statisticky významný na uvedené hladině významnosti $\alpha=0,05$. Proto nelze s jistotou potvrdit závislost mezi naměřenou hodnotou spalného tepla a výhřevnosti pro danou odrůdu a jejím stanovištěm. Při podrobnější analýze zjištěných údajů jsou u řepky pěstované na stanovištích Hrotovice, Petrovice, Chrástany a částečně i na stanovišti Nové Město patrné poněkud vyšší hodnoty spalného tepla a výhřevnosti než je tomu na ostatních stanovištích. To by mohlo poukazovat na určitý vztah mezi výhřevností a spalným teplem a místem pěstování dané odrůdy řepky. Pro jeho potvrzení by ale bylo nutné provést porovnání s dalšími charakteristikami semen zkoumaných odrůd řepky ve vztahu k příslušnému stanovišti.

Na základě těchto výsledků, které jsou v souladu se zjištěním i jiných autorů, lze konstatovat, že stanovení jednoho nebo dvou parametrů odrůd semen řepky nestačí ke spolehlivému odlišení jednotlivých odrůd řepky a zejména ne k určení vztahu mezi odrůdou řepky a jejím stanovištěm. To je vztah mnohem komplikovanější a ovlivnitelný mnoha faktory. Tuto situaci lze přirovnat např. ke vztahu mezi hodnotou olejnatosti semen jednotlivých odrůd řepky a výhřevností paliva z něj vyrobeného. Tato výhřevnost je udávána jednou hodnotou s příslušnou nejistotou či chybou (Bauer, 2009) a hodnoty olejnatosti semen jednotlivých odrůd řepky představují na vstupu zpracování interval.

Použití uváděné hodnoty popela je pro uvedený účel ještě problematictější, protože naměřené údaje jsou zatíženy větší chybou, způsobenou především malou hmotností spalovaného vzorku a sloučením naměřených hodnot z měření spalného tepla a výhřevnosti.

Uváděné hodnoty spalného tepla a výhřevnosti jsou v souladu s údaji uváděnými i jinými autory a mohou tedy posloužit pro cílený výběr vlastností odrůd, či pro podrobnější charakteristiku odrůdy řepky. Rozlišení jednotlivých odrůd řepky a určení vlivu stanoviště na vlastnosti semen řepky, nejde spolehlivě určit tímto způsobem, tj. využitím rozdílů ve fyzikálních vlastnostech semen řepky. To dokáže lépe jejich chemická analýza.

Tabulka: Výsledky měření spalného tepla a výhřevnosti osmi odrůd řepky olejné

Odrůda řepky	Zjišťovaný parametr	Stanoviště										Aritmet. průměr	Směrodatná odchylka souboru	Hodnota zjišťovaného parametru		
		Hrotovice	Humburky	Chrástany	Kelč	Nové Město	OPT CU	Petrovice	Rostěnice	Vstíš	Max			Min	Rozdíl	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Californium	Vlhkost (%)	6,42	4,22	5,93	4,90	5,34	5,72	5,69	5,36	5,51	5,46	0,63	6,43	4,23	2,20	
	Výhřevnost (MJ/kg)	28,05	29,58	28,23	27,71	27,41	27,87	29,73	28,01	27,84	28,27	0,82	29,73	27,41	2,32	
	Spalné teplo (MJ/kg)	30,47	30,39	26,55	29,17	29,42	29,62	31,46	29,56	29,57	29,58	1,34	31,46	26,55	4,91	
	Popel (%)	6,62	2,76	2,40	3,98	3,88	4,00	3,32	4,16	4,25	3,93	1,19	6,62	2,40	4,22	
NK Speed	Vlhkost (%)	5,85	4,76	4,80	4,59	6,25	6,14	6,06	5,09	5,47	5,45	0,65	6,06	4,76	1,30	
	Výhřevnost (MJ/kg)	28,32	29,54	28,20	28,18	28,71	28,71	28,48	28,43	28,17	28,53	0,43	29,54	28,17	1,37	
	Spalné teplo (MJ/kg)	30,74	30,86	29,31	29,34	30,51	30,73	30,58	29,90	28,82	30,20	0,90	30,86	28,82	2,04	
	Popel (%)	3,72	3,38	4,08	3,43	3,42	3,90	3,27	2,43	3,80	3,49	0,48	4,08	2,43	1,65	
Jesper	Vlhkost (%)	5,73	3,49	5,17	4,68	6,07	6,30	5,94	5,38	5,34	5,34	0,86	6,30	3,49	2,81	
	Výhřevnost (MJ/kg)	29,83	29,51	28,27	28,21	29,25	29,02	29,88	28,17	27,25	28,84	0,90	29,88	27,25	2,63	
	Spalné teplo (MJ/kg)	31,43	30,36	29,78	29,66	30,19	30,74	31,19	29,94	28,82	30,24	0,81	31,43	28,82	2,61	
	Popel (%)	3,17	2,66	4,25	3,30	4,85	4,55	4,13	2,70	2,94	3,60	0,83	4,85	2,66	2,19	
Ontario	Vlhkost (%)	6,03	4,14	6,51	4,86	5,91	6,35	5,53	5,32	5,89	5,62	0,75	6,51	4,14	2,37	
	Výhřevnost (MJ/kg)	28,35	27,89	27,80	28,19	29,35	28,23	29,48	28,44	27,99	28,42	0,61	28,44	27,89	0,55	
	Spalné teplo (MJ/kg)	31,20	30,15	29,55	29,27	30,75	29,70	31,32	29,94	30,57	30,27	0,73	31,31	29,27	2,04	
	Popel (%)	2,09	3,58	3,06	2,45	4,07	3,91	4,22	2,96	4,09	3,38	0,78	4,22	2,45	1,77	

Tabulka: Výsledky měření spalného tepla a výhřevnosti osmi odrůd řepky olejné – pokračování

Odrůda řepky	Zjišťovaný parametr	Stanoviště									Aritmet. průměr	Směrodatná odchylka souboru	Hodnota zjišťovaného parametru		
		Hrotovice	Humburky	Chrástany	Kelč	Nové Město	OPT CU	Petrovice	Rostěnice	Vstíš			Max	Min	Rozdíl
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Labrador	Vlhkost (%)	5,87	3,37	5,45	4,75	7,02	6,09	6,32	5,25	6,01	5,57	1,05	7,03	3,37	3,65
	Výhřevnost (MJ/kg)	29,98	29,84	28,03	28,22	28,75	29,47	29,92	27,93	27,27	28,83	1,01	29,93	27,93	2,00
	Spalné teplo (MJ/kg)	30,58	30,22	29,49	29,56	29,89	30,86	31,43	29,45	28,99	30,05	0,78	31,43	28,99	2,43
	Popel (%)	3,02	3,21	5,69	3,51	4,59	4,35	4,10	4,07	5,30	4,21	0,90	5,69	3,02	2,67
Exagone	Vlhkost (%)	5,72	3,35	5,43	4,74	5,98	4,21	6,16	5,32	5,41	5,37	0,88	6,21	3,35	2,86
	Výhřevnost (MJ/kg)	29,81	30,52	28,26	28,43	28,86	28,51	29,08	28,32	28,19	28,88	0,80	30,52	28,19	2,32
	Spalné teplo (MJ/kg)	30,87	31,00	29,14	29,46	30,55	30,17	30,99	29,55	29,07	30,09	0,80	31,00	29,07	1,93
	Popel (%)	3,81	3,54	3,45	3,17	3,39	3,29	4,25	7,77	3,67	4,04	1,43	7,77	3,17	4,61
Vectra	Vlhkost (%)	5,74	3,63	4,80	4,95	6,38	5,63	6,14	4,95	5,24	5,25	0,81	6,38	3,63	2,75
	Výhřevnost (MJ/kg)	28,99	29,67	27,92	28,02	28,63	28,49	29,68	28,43	27,94	28,64	0,68	29,68	27,92	1,75
	Spalné teplo (MJ/kg)	30,90	30,40	29,25	29,19	30,27	30,81	31,58	29,78	28,77	30,11	0,93	31,58	28,77	2,81
	Popel (%)	3,35	3,59	4,83	4,03	4,67	5,29	4,59	3,82	4,31	4,27	0,63	5,29	3,35	1,94
Rohan	Vlhkost (%)	5,41	4,48	5,36	4,74	5,77	5,91	6,27	5,21	5,29	5,38	0,56	6,27	4,74	1,53
	Výhřevnost (MJ/kg)	29,47	30,32	28,54	28,38	29,44	29,20	28,71	28,29	27,82	28,91	0,77	30,32	27,77	2,55
	Spalné teplo (MJ/kg)	30,46	31,04	30,32	29,61	30,91	31,19	31,58	29,77	29,69	30,51	0,72	31,58	29,62	1,97
	Popel (%)	8,85	3,64	3,29	3,23	4,09	4,14	4,96	2,51	4,10	4,31	1,83	8,85	2,51	6,34

Poznámky k tabulce výsledků:

- Spalné teplo** je množství tepla uvolněné úplným spálením paliva v kalorimetrické tlakové nádobě v prostředí stlačeného kyslíku a vztažené na jednotku jeho hmotnosti. Plynny kyslík, oxid uhličitý, kapalná voda, kyselina siřičitá nebo dusičná a **popel** jsou zbylými produkty spalování a obvykle tvoří několik procent původní hmotnosti spalovaného vzorku paliva.
- Výhřevnost** je spalné teplo zmenšené o výparné teplo vody vzniklé z paliva během hoření vzorku.
- Procentický podíl **popela** je v tabulce uveden jako průměrná hodnota z množství popela při stanovení **výhřevnosti a spalného tepla vzorku řepky**. Tyto dvě hodnoty se od sebe liší jen málo.

Závěry

Na základě uvedených výsledků z experimentálních měření lze konstatovat následující:

- Zjištěné hodnoty spalného tepla a výhřevnosti semen vybraných odrůd řepky olejné neprokázaly jejich výrazné ovlivnění stanovištěm a jeho podmínkami.
- Nebyla nalezena souvislost mezi množstvím popela, odrůdou řepky olejné a jejím stanovištěm.
- Střední hodnoty spalného tepla a výhřevnosti semen uvedených odrůd řepky olejné tvoří úzký interval hodnot.

Použitá literatura

- BAUER, F.**, 2009. Result of measurement of traktor Rapeseed oil and Diesel motor. 11-12.12.2009, ČZU Praha, Zemědělská společnost při ČZU v Praze, s. 7-10. ISBN 978-80-213-2012-3.
- HUTLA, P., JEVIČ, P.** 2012. Topné brikety z kombinovaných rostlinných materiálů. Biom.cz [online]. 2012-10-15 [cit. 2012-11-01]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/vlastnosti-topnych-briket-z-kombinovanych-rostlinnych-materialu>>. ISSN: 1801-2655.
- JEVIČ, P.**, 2008. Nepotravinářské využití olejnin. Studie MZe ČR, Praha 2008.
- PECEN, J., ZABLOUDILOVÁ, P.**, 2009. Vybrané způsoby kontroly kvality uskladnění řepky v průběhu jejího skladování. Prosperující olejny, 11-12.12. 2009, ČZU Praha, Zemědělská společnost při ČZU v Praze, s. 67-71. ISBN 978-80-213-2012-3.
- SZWED, G., PECEN, J., GRUNDAS, S., ZABLOUDILOVÁ, P.**, 2011. Vliv skladovacích podmínek semen řepky na změny modulu stlačitelnosti a deformaci semen. Prosperující olejny, 8-9.12.2011, ČZU Praha, Zemědělská společnost při ČZU v Praze, s. 78-81. ISBN 978-80-213-2218-9.

Kontaktní adresa

Doc. Ing. Josef Pecen, CSc.; ČZU v Praze, Institut tropů a subtropů, Kamýčká 129, 165 21 Praha 6, e-mail: pecen@its.czu.cz, tel: 224384287

Příspěvek vznikl s finanční podporou grantového projektu IGA ČZU č. 51130/1312/3103 "Použití digestátu a separátu z bioplynových stanic k energetickým účelům" a grantu NAZV QH 81147 „Sřítet plodin v globální soutěži a řešení rizik pro ozimou řepku“.