

## Porovnání několika druhů energetických travin pro produkci lisovaných biopaliv

Comparison of several kinds of energy grasses for biofuel production pressed

GERNTOVÁ I., HUTLA, P., ANDERT D.

Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i., Drnovská 507, Praha 6 – Ruzyně

### Abstrakt

Nepotravinářské využití zemědělské půdy a její konzervace travními porosty je v současné době rozšířeným tématem. Využití této plochy je možné i pěstováním energetických plodin, mezi které se řadí i trávy. Využití trav závisí na době jejich sklizně. Rozhodujícím parametrem travní hmoty pro úpravu a spalování je obsahu vody. Pelety trav dosahují až 98 % mechanické odolnosti. Nejvyšší výhřevnost 15,76 MJ.kg<sup>-1</sup> dosahovaly pelety u *Phalaris arundinacea* L. Spalování travních briket a pelet je doplňujícím energetickým zdrojem.

**Klíčová slova:** trávy, sláma, pelety, brikety, spalování,

### Abstract

Non-food use of arable soil and its utilization as grassland is currently a widespread issue. This area can be used for energy crop production as well, among which the grass could be involved. The use of grasses depends on the time of their harvest. The water content is the decisive parameter for the grass mass for treatment and combustion. Pellet pellets achieve up to 98% mechanical resistance. The highest calorific value of 15,76 MJ.kg<sup>-1</sup> was obtained by pellets at *Phalaris arundinacea* L. Combustion of grass briquettes and pellets is a complementary energy source.

**Keywords:** grass, straw, pellets, briquettes, combustion,

### Úvod

Trvalé travní porosty, mezi které patří louky a pastviny, zaujímají v ČR téměř 28 % zemědělské půdy. Jejich zastoupení a hospodářský význam stoupá s nadmořskou výškou. V kukuřičné a řepařské výrobní oblasti se omezují téměř výhradně na plochy, které jsou podmáčené, svažité nebo kamenité. Jejich podíl v zemědělských podnicích v těchto oblastech na celkové výměře zemědělské půdy nepřesáhne obvykle 5 % a jako zdroj píce mají menší význam. V bramborářské výrobní oblasti zaujímají 20 až 30 % a v horské oblasti již 30 až 70 % (často i více) zemědělské půdy a jsou hlavním zdrojem píce. Podíl luk na trvalých travních porostech se pohybuje kolem 70%.

Odpadají u nich náklady na zpracování půdy a zakládání porostů. Převážnou část nákladů tvoří náklady na sklizeň a ošetření porostů. Trvalé travní porosty mají kromě produkční funkce značný význam z hlediska ekologického, tvorby a ochrany krajiny a životního prostředí. Zajišťují ochranu půdy před erozí na svažitých pozemcích a v zaplavovaných územích kolem vodních toků.

Výnosy trvalých travních porostů se v celostátním průměru pohybují mezi 3,0 až 3,6 t/ha v přepočtu na seno (Syrový a kol., 2004).

V minulých letech došlo k nárůstu půdy, která není využita pro produkci zemědělských plodin, určených pro výrobu potravin. V případech, kdy je půda uvedena do klidu zatravněním, nebo není využit potenciál trvalých travních porostů, z důvodu nižších stavů skotu, narůstá množství trávy, kterou lze energeticky využít.

Obhospodařování travních porostů sečením a hnojením významně ovlivňuje produkci travní hmoty. Obsah sušiny ve sklizené travní hmotě určuje její vhodné využití (Hrabě a Buchgraber, 2004).

Využitím travin jako zdrojem energie zabývala řada autorů. Rozdělení použití biomasy závisí na obsahu vody (Pastorek, Z. a kol., 2004). Travní hmota s obsahem vody do 50 % je po vysušení a lisování vhodná pro spalování (Andert, Frydrych, Čech, 2007). Fytomasa trav s vyšším obsahem vody než 50 %, resp. nižším obsahem sušiny než 50 % umožňuje konzervaci silážováním, Čerstvou travní hmotu a konzervovanou lze využít anaerobní fermentací pro produkci bioplynu (Frydrych a kol., 2012, 2013).

Nejvyšší potenciál produkce energie z fytomasy travních porostů je v oblastech s jejich vysokým zastoupením v zemědělském půdním fondu, což je v ČR především ve vyšších nadmořských výškách a v marginálních oblastech (LFA). Z tohoto důvodu tato produkce nepředstavuje přímou konkurenci k pěstování tržních plodin na orné půdě, ale naopak představuje vhodnou alternativu pro udržení správného využívání travních porostů.

## **Materiál a metodika**

Z energetických trav byly vybrány následující druhy:

- chrastice rákosovitá (*Phalaris arundinacea* L.)
- kostřava luční (*Festuca arundinacea* (Schreb.)
- srha říznačka (*Dactylis glomerata* L.)
- ovsík vyvýšený (*Arrhenatherum elatius* L.)

Z těchto druhů energetických rostlin jsou vytvořena tuhá lisovaná biopaliva. Ve svých vlastnostech jsou porovnávána s peletami a briketami vytvořenými z pšeničné slámy a s peletami a briketami dřevními. Pro názornost je rovněž provedeno srovnání energetických parametrů s hnědým uhlím.

Topné pelety byly vytvořeny ze sklizených energetických travin a z pšeničné slámy na peletovací lince MGL 200 (výrobce KOVO Novák Citonice). Před lisováním byl materiál dezintegrován na řezacím šrotovníku RS 650 (výrobce KOVO Novák Citonice) a následně rozdrcen v kladívkovém šrotovníku ŠV 15 (výrobce STOZA s.r.o., Lány u Dašic). Pro drcení bylo použito síto s průměrem ok 6 mm. Vyrobené pelety mají průměr 6 mm. Z každého materiálu bylo nalisováno 50 kg pelet.

Z použitých materiálů byly nalisovány válcové brikety o průměru 65 mm. Pro lisování byl použit briketovací lis HLS 50 (výrobce Briklis, spol. s r. o., Malšice u Tábora). Před lisováním byly stébelnaté materiály nadrceny ve šrotovníku RS 650. Od každého materiálu bylo vyrobeno 50 kg briket.

Dřevní pelety a brikety byly získány od jejich výrobce BIOMAC s. r. o., Uničov.

Palivoenergetické vlastnosti byly zjišťovány ze vzorků briket, u pelet předpokládáme vlastnosti shodné, neboť se jedná o stejné vstupní materiály.

Palivoenergetické vlastnosti byly zjišťovány v souladu s platnými technickými standardy. Jedná se o obsah popele v sušině (dle ČSN EN 14775), prchavé hořlaviny (dle ČSN EN 15148), obsahu síry a chlóru (dle ČSN EN ISO 16994), obsahu elementárních prvků (dle ČSN EN 15104), spalného tepla a výhřevnosti (dle ČSN EN 14918), stanovení teploty tání popele (dle ČSN P CEN/TS 15370-1).

U pelet byly zjišťovány mechanické vlastnosti, tj. mechanická odolnost (dle ČSN EN 15210-1) a sypná hmotnost (dle ČSN EN 15103). Mechanickou odolností se měří odolnost slisovaných paliv vůči nárazům a odrolu v důsledku manipulace a přepravy.

U briket byla zjišťována jejich mechanická pevnost. K tomuto účelu byl použit univerzální trhací stroj ZDM-5. Briketa je vložena mezi dvě rovnoběžné desky tak, že její osa je s těmito deskami rovnoběžná. Desky jsou k sobě přitlačovány, přičemž je zjištěna síla potřebná k destrukci brikety.

Dále byla zjišťována hustota briket jednoduchým výpočtem z jejich hmotnosti a objemu (dle ČSN EN 15150).

U pelet a briket byl stanoven obsah vody (dle ČSN EN 14774-2).

Palivoenergetické parametry uvedených biopaliv byly dále srovnávány s parametry hnědého uhlí. Tyto hodnoty byly zjištěny z katalogu hnědého uhlí společnosti Severočeské doly, a. s., která je předním dodavatelem hnědého uhlí pro lokální topeniště v ČR.

Cílem práce je zjištění mechanických a energetických vlastností lisovaných tuhých biopaliv, vytvořených z energetických trav ve srovnání s obdobnými palivy, vytvořenými ze dřeva nebo pšeničné slámy a současně ve srovnání s energetickými vlastnostmi hnědého uhlí.

## **Výsledky a diskuse**

Naměřené hodnoty palivoenergetických parametrů a obsah některých prvků v rostlinných materiálech, sklizených v říjnu, uvádíme v tabulce 1.

Tab. 1: Palivoenergetické parametry vybraných rostlinných materiálů v porovnání s hnědým uhlím, v bezvodém stavu

Parametr	Jednotky	chrastice rákosovitá	kostřava luční	srha říznačka	ovsík vyvýšený	pšeničná sláma	dřevěné piliny	hnědé uhlí
Prchavá hořlavina	% <sub>hm</sub>	75,67	76,37	76,46	76,22	75,40	81,36	44,25
Neprchavá hořlavina	% <sub>hm</sub>	16,44	16,60	16,62	16,57	16,40	17,69	46,1
popel	% <sub>hm</sub>	7,92	7,03	6,92	7,21	8,20	0,95	9,7
C	% <sub>hm</sub>	46,04	46,63	46,72	46,58	46,08	42,72	69
H	% <sub>hm</sub>	5,70	5,85	5,86	5,85	5,78	6,24	5,24
N	% <sub>hm</sub>	1,12	1,19	1,7	1,20	0,82	0,3	-
S	% <sub>hm</sub>	0,12	0,21	0,18	0,17	0,12	0,07	1,08
O	% <sub>hm</sub>	38,87	38,91	38,3	38,7	38,3	42,70	14,98
Cl	% <sub>hm</sub>	0,83	0,14	0,32	0,29	0,7	0,02	-
Spalné teplo	MJ/kg	18,23	18,41	18,43	18,37	18,18	20,10	27,45
Výhřevnost	MJ/kg	17,10	17,14	17,16	17,10	16,92	18,74	26,31
Popel:								
teplota DT	°C	1180	1110	1120	1160	690	> 1300	1450
teplota HT	°C	1190	1160	1130	1180	720	> 1300	1470
teplota FT	°C	1200	1190	1150	1235	750	> 1300	1475

Pozn.: Popel -DT teplota měknutí, HT teplota tavení, FT teplota tečení

Z naměřených hodnot palivoenergetických parametrů (tabulka 1) je zřejmá značná podobnost ve výsledcích parametrů u druhů energetických trav. Byly naměřeny obdobné hodnoty obsahu popele, z čehož vyplývají i podobné hodnoty spalného tepla a výhřevnosti. Rovněž teploty tání popele jsou podobné. Tyto však mohou záviset na době sklizně trav a z toho vyplývajícího složení popelů, jak bylo popsáno v odborné literatuře (Hutla a kol., 2012). Těmto materiálům se svými vlastnostmi blíží pšeničná sláma, u níž je však teplota tání popela výrazně nižší (690 °C). Vyšší kvality dosahují dřevní paliva, což je dáno nízkým obsahem popela (0,97 %) a jeho vysokou teplotou tavení > 1300 °C.

Pro topné pelety byly zjištěny následující mechanické parametry (tab. 2).

Tab. 2: Mechanické a energetické parametry topných pelet

Parametr	Jednotky	chrastice rákosovitá	kostřava luční	srha říznačka	ovsík vyvýšený	pšeničná sláma	dřevěné piliny	hnědé uhlí
Mechanická odolnost	%	97,1	98,0	96,7	97,0	89,1	93,0	-
Sypná hmotnost	kg.m <sup>-3</sup>	590	540	550	530	490	680	-
Obsah vody	%	6,8	7,2	6,9	7,5	8,9	5,6	29
Výhřevnost	MJ.kg <sup>-1</sup>	15,76	15,72	15,01	15,61	15,20	17,55	17,6

Pro topné brikety byly zjištěny následující mechanické a energetické parametry (tab. 3).

Tab. 3: Mechanické a energetické parametry topných briket

Parametr	Jednotky	chrastice rákosovitá	košťava luční	srha říznačka	ovsík vyvýšený	pšeničná sláma	dřevěné piliny	hnědé uhlí
Destrukční síla	N.mm <sup>-1</sup>	39	26	35	27	16	19	-
Hustota	kg.m <sup>-3</sup>	750	730	760	710	860	920	-
Obsah vody	%	11,8	12,3	11,3	9,7	12,1	8,1	29
Výhřevnost	MJ.kg <sup>-1</sup>	14,92	14,74	14,85	15,21	14,38	17,03	17,6

V tabulce 2 a 3 uvedené mechanické vlastnosti a obsah vody v peletách a briketách rovněž ukazují na podobné vlastnosti těchto lisovaných biopaliv z energetických trav. Pelety z travin vykazují o cca 10 % vyšší mechanickou odolnost oproti peletám z pšeničné slámy a cca o 5 % než u pelet z dřevních pilin. Brikety z energetických trav odolají dvojnásobné destrukční síle než brikety z pšeničné slámy (16 N.mm<sup>-1</sup>) a dřevních pilin (19 N.mm<sup>-1</sup>).

Výhřevnost těchto paliv z energetických trav je opět značně shodná. Ve stejných hodnotách 14 – 15 MJ.kg<sup>-1</sup> se nacházejí výsledky výhřevnosti pšeničné slámy. Tvarovaná paliva z dřevních pilin vykazují výhřevnost řádově o 1MJ.kg<sup>-1</sup> vyšší. Tento rozdíl je patrný též při srovnání hnědým uhlím.

### Závěr

Lisovaná biopaliva z energetických trav mají navzájem velmi podobné vlastnosti. Pevnostní parametry, tj. mechanická odolnost resp. destrukční síla, jsou vyšší než u paliv ze slámy a dřevěných pilin. Nezávisí na použitém druhu energetické trávy. Výběr materiálu by tedy měl být na základě pěstitelských kritérií. Oproti dřevním palivům jsou biopaliva z energetických trav v souladu s předpoklady méně kvalitní.

Nejvyšší mechanickou odolnost pelet 98 % vykazovaly pelety z košťavy luční, což je o 8,9 % více než u pelet z pšeničné slámy a o 5 % více než u pelet z dřevěných pilin. Stébelnaté materiály se při spalování vyznačují nízkým bodem měknutí popela. Přidáním vhodných komponentů (např. škrobu, dřevních pilin) dochází ke zvýšení teplotního bodu měknutí popela, následně jeho taní a tečení. Výhřevnost tvarovaných paliv z energetických trav vykazuje 1 MJ.kg<sup>-1</sup> nižší hodnoty než tvarovaná paliva z dřevních pilin.

### Poděkování

Článek vznikl v rámci institucionální podpory na dlouhodobý koncepční rozvoj VÚZT, v.v.i. RO0618.

### Literatura

- Andert, D., Frydrych, J., Čech, B. (2007). Zkušenosti ze spalování alternativních peletek. [Experiences of alternative pellets combustion]. *Agritech Science*, [online], 2007, [www.agritech.cz](http://www.agritech.cz), č. 1, článek 2, s. 1-5. ISSN 1802-8942
- Andert, D. Gerndtová, I., Frydrych, J. (2010). Využití trav při spalování. [Grass utilization for energy purposes]. *Agritech Science*, [online], 2010, roč. 4,

- č. 3, článek 9, s. 1-4. Dostupný z WWW: <[www.agritech.cz](http://www.agritech.cz)>. ISSN 1802-8942
- Frydrych, J., Machač, R., Volková, P., Andert, D., Gerndtová, I., Juchaelková, D., Zajonc, O. Zajonc.(2012). Výzkum využití travních porostů na produkci bioplynu. [Research into the Use of Grassland for Biogas Production]. *AgritechScience* [online], 2012, roč. 6, č. 3, s. 1-6. [cit. 2013-01-23]. ISSN 1802-8942. Dostupné z: <http://www.agritech.cz/clanky/2012-3-11.pdf>
- Frydrych, J., (2013). Energetické využití trav se zaměřením na produkci bioplynu. In: *Pícninářské listy. Ročník XIX, 2013*, s. 20 – 23. ISBN 978-80-87091-39-5
- Hutla, P., Jevič, P., Stražil, Z., Kočica, J. (2012): Impact of different harvest timex on ash fusibility of energy grasses. *Research in Agricultural Engineering. Volume 58:9-15*. ISSN 1212-9151.
- Hrabě, F., Buchgraber, K. (2004). *Pícninářství – travní porosty*. MZLU v Brně. Brno. s. 151. ISBN: 8071578169.
- Pastorek, Z., Kára, J., Jevič, P. (2004): *Biomasa obnovitelný zdroj energie*. FCC PUBLIC, 288 s., ISBN 8086534-06-5
- Syrový, O. a kol. (2014). *Minimální potřeba energií pro zajištění základních funkcí zemědělství v krizové situaci a možnosti jejich zajištění z vlastních energetických zdrojů resortů*. Certifikovaná metodika. VÚZT, v. v. i.. Praha. s. 23. ISBN: 978-80-86884-84-4.