

VÝZNAM JARNÍCH OLEJNATÝCH ROSTLIN, PRODUKTIVITA, ENERGETICKÝ POTENCIÁL, PŘEDPLODINOVÁ HODNOTA

The significance of spring oilseed crops productivity, energetic potential, forecrop value

Łukasz KIJEWski

Warmińsko-mazurská universita v Olsztynie

Summary: The study presents the results of research performed at the Department of Agrotechnology and Crop Management of the University of Warmia and Mazury in Olsztyn in 1997-2009 on yielding, energetic potential and the forecrop value of spring oilseed crops from the Brassicaceae family: spring rape, white mustard, Indian mustard, crambe and spring false flax). Under Polish agroecological conditions, among spring oilseed crops of the Brassicaceae, it is white mustard that yields best (about 2.0 t of seeds out of 1 ha). With its yielding potential it exceeds false flax and spring rape by 19-30%, and crambe and Indian mustard by 79-88%. The biggest volume of energy accumulated from 1 hectare can be obtained from biomass (seeds and straw) of spring rape and white mustard (101-114 GJ, therein energy necessary to produce biofuel: about 20-25 GJ). The energetic value of the seed and straw from false flax, Indian mustard and crambe yield amounts to about 55-71% of the energetic value obtained from the yield of spring rape biomass. It results from considering all elements of the energy balance of spring oilseed crops that high values of the energy efficiency coefficient, comparable to winter rape, can be achieved by growing spring rape, white mustard and false flax for energetic purposes. Cruciferous plants carry considerable amounts of macroelements (113-235 kg NPK ha⁻¹) and microelements (0,7-1,4 kg CuZnMn ha⁻¹) into soil, in form of post-harvest residues. Winter wheat grown after oil spring cruciferous plants collected for their seeds yields higher than after grains (e.g. oat). Sowing winter wheat after Indian mustard and spring rape will cause significant increase (by 9-11%) in crops, comparing to wheat grown after grains.

Key words: spring rape, white mustard, Indian mustard, crambe, false flax, seed yield, oil yield, protein yield, energetic efficiency of production

Souhrn: Výsledky výzkumu na Katedře agrotechnologie a řízení rostlinné výroby Warmińsko-mazurské university v Olsztynie v období 1997-2009 se týkají výnosů, energetického potenciálu a předplodinové hodnoty jarních olejnatých rostlin z čeledi brukvovitých Brassicaceae (řepka jarní, hořčice bílá, hořčice sareptská, katrán habešský a lnička jarní). Výzkum dokazuje, že v polských agroekologických podmínkách nejspolehlivější olejninou z čeledi brukvovitých Brassicaceae co se týče výnosů je hořčice bílá (cca 2,0 t semen z 1 ha). Její výnosový potenciál je o 19-30% vyšší než u lničky jarní a o 79-88% vyšší než v případě katránu habešského a hořčice sareptské. Největší objem kumulované energie z 1 hektaru je možné dosáhnout z celkové biomasy (semena a sláma) řepky jarní a hořčice bílé (101-114 GJ, v uživatelské energii na výrobu biopaliv cca 20-25 GJ). Energetická hodnota celkového výnosu semen a slámy lničky jarní, hořčice sareptské a katránu habešského činí cca 55-71% energetické hodnoty biomasy řepky jarní. Po analýze všech složek energetické bilance pěstování jarních olejnin se ukázalo, že vysoké hodnoty součinitele energetické efektivity, srovnatelné s řepkou ozimou, je možné dosáhnout pěstováním pro energetické účely řepky jarní, hořčice bílé a lničky jarní. Posklizňové zbytky brukvovitých rostlin obohacují půdu značným množstvím makroprvků (113-235 kg NPK ha⁻¹) a mikroprvků (0,7-1,4 kg CuZnMn ha⁻¹). Pšenice ozimá pěstovaná na zrno po jarních brukvovitých olejninách dosahuje větších výnosů než pěstovaná po obilninách (např. oves). Výsevy ozimé pšenice po hořčici sareptské jako předplodině a jarní řepce mohou mít za následek významný růst, až 9-11% výnosu ve srovnání s pšenicí pěstovanou jako následná plodina po obilninách.

Klíčová slova: jarní řepka, hořčice bílá, hořčice sareptská, katrán (*Crambe abyssinica*), lnička jarní, výnos semen, obsah hrubého tuku, výnos bílkovin, energetická efektivity výroby

Úvod

Mezi hlavní olejnaté rostliny na polském trhu patří bezpochyby řepka ozimá. Možnost zvětšení podílu řepky ozimé ve státní struktuře plodin je omezená kvalitou půdy a klimatickými podmínkami (hlavně teplotní podmínky v období zimního odpočinku) a nepříznivou agrární strukturou. Stále větší poptávka na rostlinné tuky potravinářského, oleochemického a

petrochemického průmyslu, vynucuje hledání alternativních rostlin, které mohou uspokojit zvětšující se poptávku po semenech olejnatých rostlin. V polských agroekologických podmínkách největší význam mají olejnaté rostliny z čeledi Brassicaceae, tj. řepka olejka jarní, hořčice bílá, hořčice sareptská, lnička jarní a katrán habešský (Dembiński a kol., 1962).

Produktivita jarních olejnatých rostlin

Ve světové produkci semen řepky dominuje jarní forma. Řepka ozimá se pěstuje hlavně v Evropě. Na evropské pevnině je jarní forma výhradně alternativní ve vztahu k ozimé v případě, kdy letní a podzimní podmínky znemožní setbu řepky ozimé v agrotechnicky optimálním termínu, nebo kdy je nutné na jaře doplnit výsev částečně zničený vymrznutím. Obě formy řepky se příliš morfologicky neliší (pouze jednotlivé orgány řepky jarní jsou o něco choulostivější než u řepky ozimé). Složení mastných kyselin semen řepky ozimé a jarní a jejich fyzické a chemické vlastnosti jsou si podobné. Konsumpční, palivová a technická

hodnota oleje řepky jarní je rovněž srovnatelná s formou ozimou a obsah fyтину a glukosinolátů v semeni ze správně vedeného porostu řepky jarní může být lepší než v případě řepky ozimé (Budzyński a Ojczyk, 1996).

Semena hořčice bílé a sareptské, kromě poměrně vysokého obsahu tuku (25-27 % - hořčice bílá, 34 % - hořčice sareptská) obsahují rovněž značné (27-35 % - hořčice bílá, 28 % - hořčice sareptská) množství bílkovin o vhodném složení aminokyselin (vhodnějším než složení bílkovin řepky a sóji). Bohužel ve struktuře mastných kyselin dominuje kyselina eruková (asi 40

%, v důsledku čehož je vyloučená z trhu jedlých olejů. Na druhé straně, faktorem, který omezuje využití bílkovin, jako krmiva jsou glukosinoláty – látky s obsahem síry, charakteristické pro čeleď *Brassicaceae*. Celá

semena a odtučněný prášek (hořčičný prášek) se používá hlavně k výrobě hořčice a jako koření v masném průmyslu (Sawicka a Kotiuk, 2007).

Tabulka 1. Srovnání složení hlavních mastných kyselin v různých druzích oleje (Niewiadomski, 1984, Krzymanski, 2009).

Olej	Obsah mastných kyselin (%)						
	Palmitová	Stearová	Olejová	Linolová	Linolenová	Eikosenová	Eruková
Řepkový olej (tradiční typ)	4,5	1,3	14	12,2	9	7	52
Řepkový olej (typ „00“)	5,0	1,3	62,7	20	10	1,2	<1
Řepkový olej (vícenenasycený typ)	5	1,5	78	7	7	1,4	<1
Hořčice bílá (hořčičný, tradiční typ)	2,7	1	26	10,8	9,2	10,6	39,7
Hořčice bílá (hořčičný, bezerukový typ)	3,3	2,1	65	13	13	2,5	1
Hořčice sareptská (hořčičný)	4	1,5	15,5	20	13	9	37
Katrán	2,2	0,5	16,5	9,3	5,2	2,7	62,5
Lnička	5,3	2	18,7	17	36,1	17,6	2,5

Semena katránu obsahují až 36 % tuku. Olejnatost semen bez vnější vrstvy semene dosahuje až 50 %. Semena katránu (krambe habešská) obsahují olej s nejvyšším obsahem kyseliny erukové (více než 60 %). Hlavními přednostmi vysokoerukového oleje z katránu jsou jeho mazací schopnosti, vysoká teplota vzplanutí, dobrá oxidační trvanlivost, jednoduchá biodegradace. Současně se kyselina eruková používá hlavně v pracích a čistících prostředcích a ve výrobě polymerických přísad. Nemodifikovaný olej z katránu je lehce biodegradatelný a je alternativou pro minerální olej. Pokrutiny získávané jako vedlejší produkt po odtučnění semen obsahují 49-55 % bílkovin o velmi dobrém složení co se týče aminokyselin. Využití je omezené poměrně velkým obsahem (asi 60 $\mu\text{mol/g}$) glukosinolátů (Kulig, 1997).

Lnička setá jarní patří k nejstarším druhům olejnin pěstovaných v Polsku. Ještě v XIX. století patřila k významným zdrojům jedlého oleje. Semena lničky obsahují v průměru 40 % tuku, cca 90 % patří ke kyselinám skupiny EFA, z toho jsou v průměru 35 % mononenasyčené mastné kyseliny (MUFA) a cca 55 % polynenasycené mastné kyseliny (PUFA). Olej z lničky obsahuje hodně tokoferolů. Současně se lničkový olej používá hlavně v kosmetickém průmyslu k výrobě barev, fermeže, tělových krémů, kosmetických koupelových přípravků (pěny, mýdla), mycích a čistících prostředků. Pokrutiny a šrot obsahují až 35 % proteinu, ale pro nepříjemnou, ostrou chuť a mýdlovou vůni je

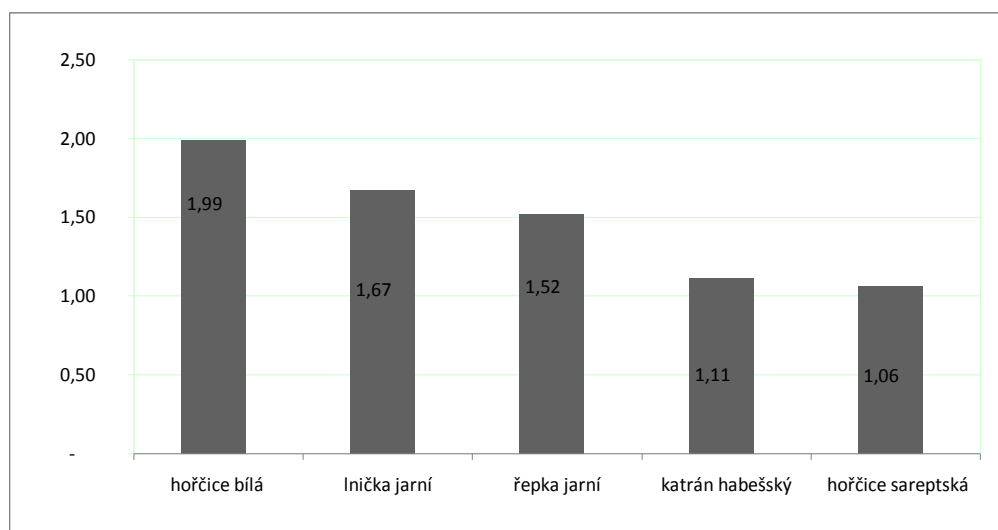
jejich využití ve výrobě krmiva značně omezené (Mušnicki, 2007).

Jednoleté jarní olejnaté rostliny se vyznačují menším výnosem a větší variabilitou výnosů v jednotlivých letech ve srovnání s řepkou ozimou. V polských agroekologických podmínkách nejvyšších výnosů dosahuje hořčice bílá. Její výnosový potenciál je vyšší než u jarní formy řepky. Průměrné výnosy (1997-2009) semen řepky bílé získané v podmínkách severovýchodu Polska dosahovaly cca 2 t.ha⁻¹. Zbývající druhy olejnatých rostlin dosáhly úrovně 84 % (lnička setá jarní), 77 % (řepka jarní), 56 % (katrán habešský) a 53 % (hořčice sareptská) výnosu semen hořčice bílé (obr. 1).

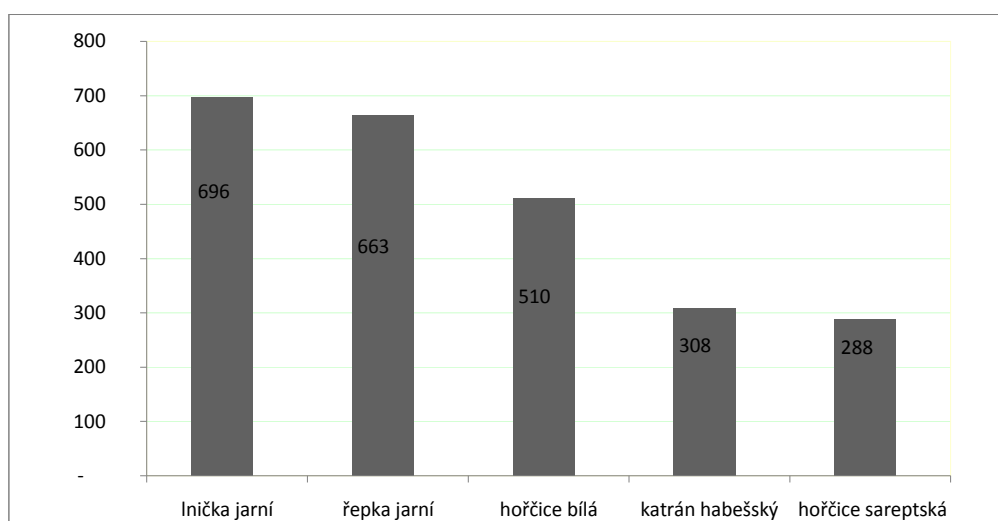
V našich výzkumech jsme největší produktivitu tuků z jednotky plochy zjistili v případě lničky jarní a řepky jarní a to 696-663 kg.ha⁻¹. Výnos oleje dosažený z 1 hektaru u zbývajících druhů dosahoval od 73 % (hořčice bílá) do 41-44 % (katrán habešský, hořčice sareptská) výnosu tuku lničky a jarní řepky (obr. č. 2).

Největší biologický výnos bílkovin u jarních olejnin byl dosažen v případě hořčice bílé 591 kg ha⁻¹. Objem výnosu bílkovin v případě lničky byl o cca 26 % nižší než v případě hořčice bílé. Nejnižší výnos bílkovin (228-185 kg.ha⁻¹) jsme zjistili u porostů hořčice sareptské a katránu habešského (obr. č. 3).

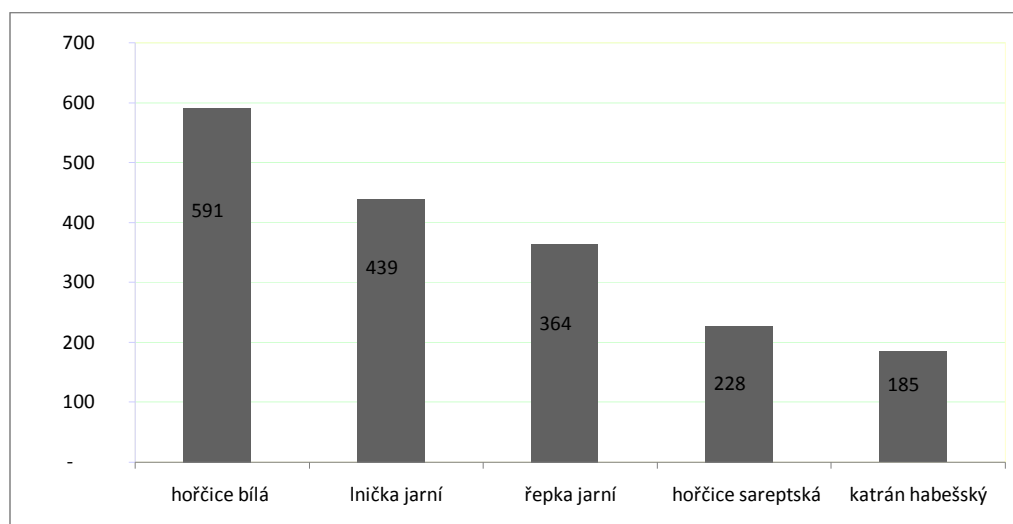
Obr. 1. Výnosy semen jarních olejnatých rostlin (Szczepiot a Ojczyk 2002, Jankowski a Budzyński, 2003, nepublikované výzkumy 2006-2009).



Obr. 2. Výnos tuku jarních olejnin (kg.ha⁻¹) (Jankowski a Budzyński 2003, vlastní výzkum dosud nepublikovaný 2006-2009).



Obr. 3. Výnos bílkovin jarních olejnin (kg.ha⁻¹) (Jankowski a Budzyński, 2003, vlastní výzkum 2006-2009).



Energetická efektivita pěstování jarních olejnin

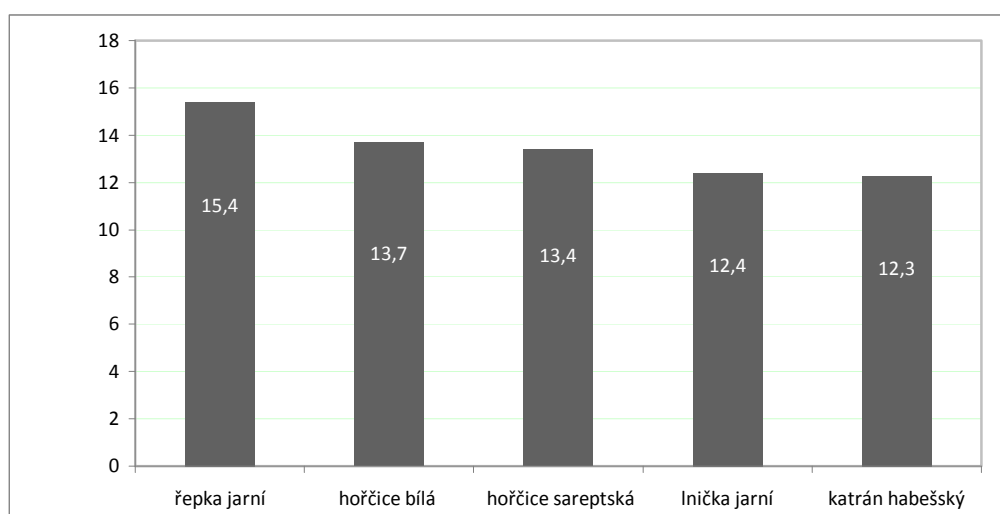
Z výzkumu, který byl realizován Katedrou agro-technologie a řízení rostlinné výroby vyplývá, že nejnáročnější plodinou z hlediska energetické náročnosti co se týče olejnin je pěstování řepky jarní. Vynaložení kumulované energie na pěstování 1 ha řepky dosahovalo cca 15,4 GJ. Převyšuje značně (o 12-25 %) hodnoty kumulované energie vynaložené na pěstování hořčice, lničky jarní a katránu habešského (obr. č. 4).

Největší výnos kumulované energie (101-114 GJ.ha⁻¹) byl dosažen z biomasy (semena a sláma) řepky jarní a hořčice bílé. Hodnota energie obsažená ve výnosu biomasy zbývajících olejnatých rostlin dosahovala 68-71 % (lnička jarní, hořčice sareptská) a 55 %

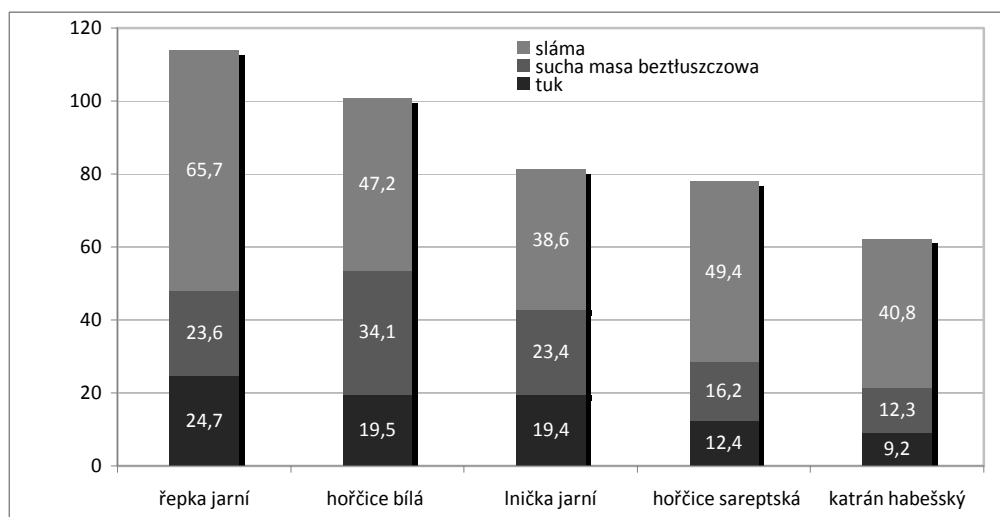
(katrán habešský) energetické hodnoty výnosu jarní řepky a hořčice bílé (obr. č. 5).

Ukazatel energetické efektivity v poměru pouze k výnosu semen dosáhl nejefektivnější hodnoty u hořčice bílé (3,9). Druhou skupinu tvoří lnička jarní (3,5) a řepka jarní (3,1) a třetí – s menší energetickou efektivitou – hořčice sareptská a katrán habešský (2,1-1,7). Po zohlednění možnosti energetického využití slámy olejnin podstatně roste faktor energetické účinnosti (7,4-6,4 hořčice bílá, řepka, lnička; 5,1-5,8 katrán habešský, hořčice sareptská), a diversifikace jeho hodnoty mezi jednotlivými druhy se podstatně zmenšuje (obr. č. 6).

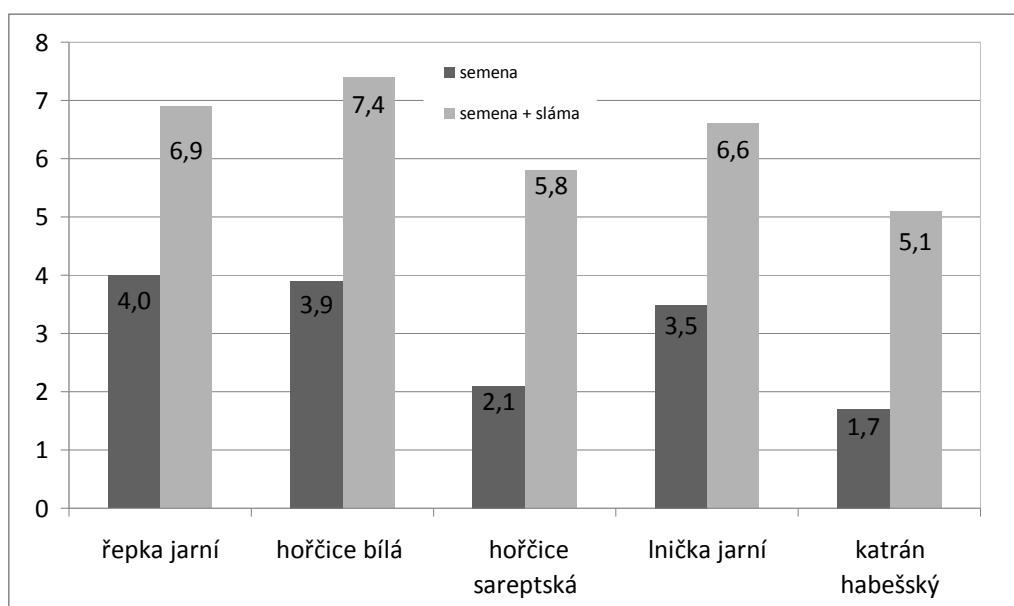
Obr. 4. Vynaložená kumulovaná energie na pěstování 1 ha olejnatých rostlin (Jankowski a Budzyński, 2003).



Obr. 5. Energetická hodnota výnosu jarních olejnin (Jankowski a Budzyński, 2003).



Obr. 6. Ukazatele energetické efektivnosti pěstování jarních olejnin (Jankowski a Budzyński, 2003).



Hodnocení využití jednoletých olejnin jako předplodin

Jarní formy olejnatých rostlin, patří k nejlepším obilným předplodinám, hlavně ozimé pšenice. Jejich výhodou je to, že mají schopnost podobně jako brukvovité rostliny vytvářet v biochemickém procesu fotosyntézy biologicky aktivní látky – glukosinoláty. Spolu s hydrolytickým enzymem (mirozináza) fungují jako dvousložkový obranný systém proti škůdcům a patogenům. Mohou rovněž vyvolávat allelopatické reakce v rostlinném společenství (Krzymański, 1995). Význam glukosinolátů systému rostlina-půdní organismy může být různý, zvláště když půda obsahuje části rostlin, které jsou největší nosiče GSL (sláma a části rostlin neobsahující tuky). Po zapravení semletých pokrutin do půdy jako atraktanta pro užitečné druhy hmyzu, je zřejmý výsledek omezení zaplevelenosti v porostech pěstovaných rostlin. Produkty hydrolyzy glukosinolátů působí toxicky na řadu plísni a patogen-

ních hub, bakterií, virů, hmyzu a rostlin (Majchrzak a kol., 2004).

Atraktivnost olejnin pro obilniny spočívá rovněž v tom, že se rychle rozkládají rostlinné zbytky po sklizni. Poměr C:N umožňuje rychlý rozpad organické hmoty pomocí půdních mikroorganismů. Dynamika tohoto procesu eliminuje inhibiční vliv produktů rozkladu na vzházení a počáteční vývoj rostlin, který je evidentní i v případě pěstování obilnin po vojtěšce (Rimovsky, Nowak, 1995).

Posklizňové zbytky jarních olejnin nejen obohacují půdu humusem, ale jsou cennou zásobou makro a mikroprvků (tabulka č. 2). Příznivý vliv posklizňových zbytků jarních olejnin se může vyčíslit na cca 0,25-0,70 t.ha⁻¹ zrna pšenice – pokud na tolik stoupne výnos ozimé pšenice pěstované po olejninách (tabulka č. 2).

Tabulka 2. Hmotnost makro a mikroprvků v posklizňových zbytcích a výnosy pšenice ozimé pěstované po olejninách jako předplodině (Szczepiot i Ojczyk 2002, dosud nepublikované výsledky 2006-2009).

Ukazatel	Předplodina			
	Kontrolní vzorek (oves)	Řepka jarní	Hořčice sareptská	Hořčice bílá
Hmotnost posklizňových zbytků (t.ha ⁻¹)	4,12	5,47	2,55	2,75
Hmotnost makroprvků (kg.ha ⁻¹), v tom:	169,0	234,7	113,3	125,4
N	36,7	53,6	30,6	34,9
P	23,9	47,6	15,6	12,9
K	108,4	133,5	67,1	77,6
Hmotnost mikroprvků (kg.ha ⁻¹), v tom:	0,941	1,370	0,683	0,779
Cu	0,126	0,183	0,137	0,135
Mn	0,354	0,377	0,232	0,341
Zn	0,461	0,810	0,314	0,303
Výnos rostliny pěstované po předplodině – pšenice ozimá (t.ha ⁻¹)	6,17	6,87	6,75	6,42

Závěr

Tento článek je věnován srovnání efektivnosti (měření výnosu semen), energetického potenciálu (obsahem hrubého tuku a energetické hodnoty oleje, slámy, odtučněných zbytků semen) a předplodinové hodnoty (hnojení) jarních olejnin.

V polských agroekologických podmínkách nejlepších výnosů ze všech olejnatých rostlin, které patří do čeledi brukvovitých, dosahuje hořčice bílá (asi 2,0 t semen z 1 ha). Její výnosový potenciál je o 19-30 % větší než u lničky jarní a řepky jarní a o 79-88 % větší než u katránu habešského a hořčice sarepské.

Největších výnosů kumulované energie z jednoho hektaru je možné dosáhnout z biomasy (semena a sláma) řepky jarní a hořčice bílé (101-114 GJ, z toho je užitečné energie pro výrobu energetických surovin cca 20-25 GJ). Energetická hodnota výnosu semen a slámy lničky jarní, hořčice sarepské a

katránu habešského dosahuje zhruba 55-71% energetické hodnoty biomasy řepky jarní. Po zohlednění všech prvků energetických parametrů pěstování jarních olejnatých rostlin je závěr takový, že vysoké hodnoty součinitele energetické efektivnosti, srovnatelné s řepkou ozimou, je možné dosáhnout pěstováním řepky jarní, hořčice bílé a lničky jarní jako energetických surovin.

Brukvovité rostliny zanechávají v posklizňových zbytcích značné množství makroprvků (113-235 kg NPK.ha⁻¹) a mikroprvků (0,7-1,4 kg CuZnMn.ha⁻¹). Pšenice ozimá pěstovaná po olejnatých jarních brukvovitých rostlinách pěstovaných na semeno, dosahuje výnosy vyšší než pěstovaná po obilninách (např. oves). Setí pšenice ozimé po hořčici sarepské a řepce jarní může mít za následek podstatné zvýšení výnosu dosahující až 9-11 %, ve srovnání s pšenicí, která je pěstovaná po obilninách.

Použitá literatura

- Budzyński W., Ojczyk T. 1996. Rzepak produkcja surowca olejarskiego. ART Olsztyn
- Dembiński F., Horodyski A., Jaruszewska H. 1962. Porównanie 17 gatunków jarych roślin oleistych. Pam. Puł., 8: 3-78
- Jankowski K., Budzyński W. 2003. Energy potential oilseed crops. Elec. J. Polish Agric. Univ., Agronomy, 6 (2) [www.ejapu.media.pl].
- Krzymański J. 1995. Biosynteza i fizjologiczne funkcje glukozynolanów w roślinie. Rośliny Oleiste - Oilseed Crops, XVI, 1: 113-126.
- Kulig B. 1997. Wpływ ilości wysiewu oraz nawożenia azotem na plonowanie katranu abisyńskiego. Rośliny Oleiste - Oilseed Crops, XVIII, 2: 235-242.
- Majchrzak B., Ciska E., Waleryś Z. 2004. Glukozynolany ekstrahowane z nasion jarych roślin krzyżowych i ich wpływ na wzrost grzybów patogenicznych. Progress in Plant Protection/ Postępy w Ochronie Roślin 44 (2): 933-936.
- Muśnicki Cz., Toboła P., Muśnicka B. 1997. Produkcyjność alternatywnych roślin oleistych w warunkach Wielkopolski oraz zmienność ich plonowania. Rośliny Oleiste - Oilseed Crops, XVIII, 2: 269-277.
- Muśnicki Cz. 2007. Lepszy rydz niż nic. Nasz rzepak 1(13) 24-25.
- Niewiadomski H. 1984. Surowce tłuszczowe. WNT, Warszawa.
- Rimovsky J., Nowak W., 1995 Resztki poźniwne roślin uprawnych i ich wpływ na bilans masy organicznej w glebie. Acta Acad. Agricult. Techn. Ols., 44, 163-170.
- Sawicka B., Kotiuk E. 2007. Gorczyce jako rośliny wielofunkcyjne Acta Scientiarum Polonorum, Agricultura 6(2) 2007, 17-27.
- Toboła P., Muśnicki Cz. 1999. Zmienność plonowania jarych roślin oleistych z rodziny krzyżowych. Rośliny Oleiste - Oilseed Crops, XX, 1: 93-100.

Kontaktní adresa

mgr inž. Łukasz Kijewski, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Katedra Agrotechnologii i Zarządzania Produkcją Roślinną, ul. Oczapowskiego 8/104, 10-728 Olsztyn, tel.(089) 523 34 29

Autor obdržel stipendium spolufinancované Evropskou unií v rámci Evropského sociálního fondu