

WARTOŚĆ ENERGETYCZNA NASION RZEPAKU OZIMEGO W ZALEŻNOŚCI OD SYSTEMU NASTĘPSTWA ROŚLIN, POZIOMU OCHRONY I ODMIANY

JAN ADAMIAK, EWA ADAMIAK

Katedra Systemów Rolniczych, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

jan.adamiak@uwm.edu.pl

Synopsis. Praca przedstawia 3-letnie (2006–2008) wyniki badań nad wpływem systemu następstwa roślin, poziomu ochrony i odmiany na produktywność oraz wartość energetyczną plonu nasion rzepaku ozimego. Porównaniem objęto rzepak ozimy uprawiany w 6-półowym płodozmianie po grochu siewnym i w 39–41-letniej monokulturze. W ocenianych systemach następstwa roślin uwzględniono trzy poziomy chemicznej ochrony łąnu: O – bez ochrony, H – ochrona przed chwastami, HF – ochrona przed chwastami i chorobami oraz dwie odmiany rzepaku ozimego: Kaszub i Californium. Stwierdzono istotny wpływ systemu następstwa roślin i odmiany na plon nasion, wartość energetyczną nasion i wartość energii skumulowanej w plonie nasion rzepaku ozimego. Uprawa rzepaku ozimego w wieloletniej monokulturze obniżyła wartości tych wskaźników o 2,5–12,8%. W obu systemach następstwa roślin istotnie większym plonowaniem oraz większą wartością energetyczną nasion i plonu charakteryzowała się odmiana Kaszub.

Słowa kluczowe – *key words*: wartość energetyczna – *energetic value*, rzepak ozimy – *winter rape*, płodozmian – *crop rotation*, monokultura – *monoculture*, poziom ochrony – *level of protection*, odmiana – *cultivar*

WSTĘP

W niedalekiej przyszłości (po 2020 roku) Polska będzie zmuszona ponad 20% całkowitego zapotrzebowania na energię pokrywać ze źródeł odnawialnych [Żmuda 2003]. Jednym z takich źródeł jest uprawa roślin na cele energetyczne, w tym także na proekologiczne paliwa (bioetanol, biometanol) [Budzyński i Bielski 2004, Jankowski 2007, Jankowski i Budzyński 2003]. W Europie główną rośliną wykorzystywaną do produkcji biopaliw jest rzepak. Wyznaczony Dyrektywą 2003/30/EC wzrost popytu na biopaliwa spowoduje w przyszłości zwiększone zapotrzebowanie na nasiona rzepaku [Budzyński i Bielski 2004, Żmuda 2003]. W niektórych rejonach Polski ten wzrost zapotrzebowania może skutkować częstszą uprawą rzepaku na polu, a nawet uprawą w monokulturze. Poglądy na temat reakcji rzepaku ozimego na siew po sobie nie są jednoznaczne [Adamiak i Adamiak 2006, Blecharczyk 1994, Dzieńka 1976, Niewiadomski i Zawisłak 1979, Urbanowski i Rejs 1997].

Celem badań była ocena wpływu systemu następstwa roślin i poziomu ochrony na plonowanie wybranych odmian rzepaku ozimego, wartość energetyczną ich nasion oraz energii skumulowanej w plonie.

MATERIAŁ I METODY

Badania prowadzono w ściśłym, statycznym doświadczeniu polowym w Zakładzie Produkcyjno-Doświadczalnym w Bałcynach (53°36' N, 19°51' E) w latach 2006–2008, założonym na glebie płowej pylastej średniej, klasy bonitacyjnej IIIa–IVa, kompleksu pszennego dobrego. Schemat badań uwzględniał:

- I – system następstwa roślin:
 - a) uprawa w 6-polowym płodozmianie: burak cukrowy – kukurydza – jęczmień jary – groch siewny – rzepak ozimy – pszenica ozima,
 - b) uprawa rzepaku ozimego w 39–41-letniej monokulturze.
- II – chemiczna ochrona rzepaku:
 - O – bez ochrony (obiekt kontrolny),
 - H – ochrona przed chwastami,
 - HF – ochrona przed chwastami i chorobami.
- III – odmiana rzepaku ozimego:
 - a) Kaszub – odmiana mieszańcowa (F₁),
 - b) Californium – odmiana populacyjna.

Chwasty niszczone w fazie 2–4 liści rzepaku (BBCH 12–14) herbicydem Butisan Star 416 SC, stosowanym w dawce 3,0 dm³·ha⁻¹. Przeciwko chorobom stosowano: jesienią w fazie 16–18 BBCH Alert 375 SC w dawce – 1,0 dm³·ha⁻¹ oraz wiosną w fazie 57–60 BBCH Pictor 400 SC – 0,5 dm³·ha⁻¹ (2006 r.) lub Amistar 250 SC – 1,0 dm³·ha⁻¹ (2007, 2008 r.). Szkodniki (słodyszek, chowacz) zwalczano niezależnie od czynników doświadczenia, po ich wystąpieniu. Rzekpak ozimy zbierano dwuetapowo pod koniec czerwca lub na początku lipca. Oczyszczony plon nasion z każdego poletka, po skorygowaniu do wilgotności 13%, przeliczono na powierzchnię 1 ha. W laboratorium oznaczono wartość energetyczną w suchej masie nasion (MJ·kg⁻¹) metodą spalania w bombie kalorymetrycznej i obliczono ilość energii skumulowanej w plonie nasion z 1 ha (GJ·ha⁻¹).

WYNIKI I DYKUSJA

Stanowisko istotnie różnicowało plonowanie rzepaku ozimego (tab. 1). W płodozmianie, w stanowisku po grochu siewnym, plon nasion rzepaku ozimego wyniósł 4,04 t·ha⁻¹. Uprawa w 39–41-letniej monokulturze obniżyła produktywność rzepaku ozimego średnio o 11,4% (o 0,46 t·ha⁻¹). Podobnego rzędu spadek plonu (13,9%) w 32–37-letniej monokulturze uzyskali Adamiak i Adamiak [2006]. O znacznie większej obniżce (30,7%) w krótszej, 13–18-letniej uprawie rzepaku po sobie, donoszą Urbanowski i Rejs [1997]. Także Budzyński [2009], przedstawiając wartość przedplonową roślin uprawnych dla rzepaku ozimego, twierdzi, że uprawa rzepaku po sobie może skutkować znaczną utratą plonu, zaś najlepszym przedplonem jest groch. Należy zauważyć, że są też prace, które informują o stosunkowo wysokiej tolerancji tego gatunku na krótkotrwałą monokulturę. W badaniach Bleharczyka [1994] uprawa rzepaku w 5-letnim okresie po sobie nie powodowała zmniejszenia plonu nasion. Z kolei Dzienia [1976] w 7-letnim okresie badań wykazał, że monokultura nie tylko nie obniżyła plonu rzepaku ale wręcz odwrotnie spowodowała jego wzrost o 10%. O jeszcze większym, bo 17% wzroście plonowania rzepaku w 10-letniej monokulturze, w relacji do płodozmiannu, pisali Niewiadomski i Zawiaślak [1979].

Największą obniżkę plonu stwierdzono na obiekcie bez ochrony (o 18,6%). Zastosowanie ochrony przeciwko chwastom zmniejszyło spadek plonu do 8,2%, a łącznej ochrony przeciwko chwastom i chorobom do 7,6%. Zawiaślak i in. [1997] donoszą o odwrotnych zależnościach.

Tabela 1. Plony nasion rzepaku ozimego w t·ha⁻¹
 Table 1. Winter rape seed yields in t·ha⁻¹

Poziom ochrony <i>Level of protection</i>	Płodozmian <i>Crop rotation</i>			Monokultura <i>Monoculture</i>			Średnio dla ochrony <i>Mean for protection</i>
	Kaszub	Californium	średnio <i>mean</i>	Kaszub	Californium	średnio <i>mean</i>	
O*	4,37	3,81	4,09	4,00	2,66	3,33	3,71
H	4,26	3,77	4,02	3,88	3,50	3,69	3,86
HF	4,26	3,76	4,01	3,96	3,45	3,71	3,86
Średnio <i>Mean</i>	4,30	3,78	4,04	3,95	3,20	3,58	–
Średnio dla odmian – <i>Mean for cultivars</i> : Kaszub – 4,13; Californium – 3,49							

O* – bez ochrony – *no protection*, H – ochrona przed chwastami – *protection against weeds*,

HF – ochrona przed chwastami i chorobami – *protection against weeds and diseases*

NIR_{0,05}–LSD_{0,05} dla – *for*: następstwa roślin (I) – *crop sequence* – 0,48; poziomów ochrony – *levels of protection* (II) – r.n.; odmian – *cultivars* (III) – 0,23; interakcja – *interaction*: I x II – 0,33; II x III – 0,35; pozostałe – *others* – r.n.

r.n. – różnica nieistotna – *non significant differences*

W ich badaniach intensyfikowanie ochrony powiększało różnice w plonach rzepaku między monokulturą a płodozmianem. Zmniejszające się różnice w plonach między stanowiskami pod wpływem ochrony są wynikiem różnej efektywności plonochronnej zastosowanych środków ochrony roślin. W płodozmianie w miarę intensyfikowania ochrony zarysowała się tendencja spadku plonowania, natomiast w monokulturze odwrotnie istotny wzrost plonu nasion. W sumie, niezależnie od systemu następstwa roślin, poziom chemicznej ochrony łąnu nie miał istotnego wpływu na plonowanie rzepaku ozimego. O podobnych zależnościach informowali wcześniej Zawislak i in. [1997] oraz Adamiak i Adamiak [2006]. Odmienne zdanie prezentują Frank i in. [1989] oraz Jankowski [2007]; w ich badaniach chemiczna ochrona przed chwastami była czynnikiem istotnie zwiększającym plony nasion rzepaku ozimego.

Poza doborem stanowiska w płodozmianie i ochroną istotny wpływ na plonowanie rzepaku ozimego ma odmiana [Adamiak i Adamiak 2006, Franek i in. 1989, Jankowski 2007]. W omawianym eksperymencie w obu systemach następstwa roślin istotnie wyżej plonował mieszaniec odmianowy Kaszub, a różnice między odmianami bardziej zaznaczyły się w monokulturze niż płodozmianie. Odmiana Kaszub okazała się bowiem mniej wrażliwa na uprawę w monokulturze niż Californium. W porównaniu do płodozmianu obniżyła ona wydajność nasion w monokulturze o 8,1%, podczas gdy odmiana Californium o 15,3%. Jednocześnie inaczej niż odmiana Californium zareagowała na stosowanie chemicznej ochrony. W obu stanowiskach uprawy zastosowanie środków ochrony roślin obniżyło nieistotnie jej plony. W uprawie odmiany Californium aplikowanie chemicznej ochrony średnio istotnie podniosło jej produktywność, przy czym wzrost plonu miał miejsce tylko w monokulturze.

System następstwa roślin istotnie różnicował wartość energetyczną nasion rzepaku ozimego (tab. 2). Średnio większą wartością energetyczną charakteryzowały się nasiona rzepaku ozimego uprawianego po grochu w płodozmianie (27,5 MJ·kg⁻¹) niż w monokulturze

Tabela 2. Wartość energetyczna nasion rzepaku ozimego, MJ·kg⁻¹Table 2. Energetic value of winter rape seeds, MJ·kg⁻¹

Poziom ochrony <i>Level of protection</i>	Płodozmian <i>Crop rotation</i>			Monokultura <i>Monoculture</i>			Średnio dla ochrony <i>Mean for protection</i>
	Kaszub	Califor- nium	średnio <i>mean</i>	Kaszub	Califor- nium	średnio <i>mean</i>	
O*	28,0	27,8	27,9	27,1	26,7	26,9	27,4
H	28,0	27,3	27,7	27,1	26,8	27,0	27,3
HF	27,3	26,6	27,0	27,5	27,1	27,3	27,1
Średnio <i>Mean</i>	27,8	27,2	27,5	27,2	26,9	27,1	–
Średnio dla odmian – <i>Mean for cultivars</i> : Kaszub – 27,4; Californium – 27,1							

O* – objaśnienia jak w tabeli 1 – *explanations see Table 1*

NIR_{0,05}–LSD_{0,05} dla – *for*: następstwa roślin – *crop sequence* (I) – 0,4 MJ; poziomów ochrony – *levels of protection* (II) – r.n.; odmian – *cultivars* (III) – 0,3; interakcja – *interaction*: I x II – 0,5; I x III – 0,4; pozostałe – *others* – r.n.

r.n. – różnica nieistotna – *non significant differences*

(27,1 MJ·kg⁻¹). Na różnice między stanowiskami uprawy wpływ miał poziom ochrony łąnu. Na obiekcie bez ochrony chemicznej w monokulturze wartość energetyczna nasion rzepaku była niższa o 1,0 MJ·kg⁻¹. Wprowadzenie ochrony przeciwko chwastom zmniejszyło tę różnicę do 0,7 MJ·kg⁻¹, natomiast kompleksowa ochrona herbicydowo-fungicydowa pozwoliła uzyskać o 0,3 MJ·kg⁻¹ większą wartość energetyczną nasion w monokulturze niż w płodozmianie. Takie wyniki są skutkiem odmiennego działania chemicznej ochrony w poszczególnych stanowiskach uprawy rzepaku ozimego. W płodozmianie wraz intensyfikowaniem chemicznej ochrony wartość energetyczna nasion malała, podczas gdy w monokulturze wzrastała. W sumie, niezależnie od systemu następstwa roślin, zastosowanie chemicznej ochrony nie miało istotnego wpływu na wartość energetyczną nasion rzepaku ozimego. Również w badaniach Jankowskiego [2007] zastosowanie herbicydów, bez względu na termin aplikacji, nie różnicowało wartości energetycznej nasion rzepaku.

Z porównywanych odmian rzepaku, Kaszub posiadała istotnie większą wartość energetyczną nasion (27,5 MJ·kg⁻¹) niż Californium (27,1 MJ·kg⁻¹), przy czym przewaga tej pierwszej odmiany bardziej zaznaczyła się w płodozmianie (istotnie) niż w monokulturze. Jednocześnie odmiana Kaszub zareagowała większym obniżeniem wartości energetycznej nasion na uprawę w monokulturze (o 0,6 MJ·kg⁻¹) niż Californium (o 0,3 MJ·kg⁻¹). Natomiast obie odmiany w podobny sposób zareagowały na stosowanie chemicznej ochrony. W stanowisku po grochu intensyfikowanie ochrony obniżyło wartość energetyczną nasion obu odmian, w tym bardziej u odmiany Californium, natomiast w monokulturze zwiększyło, zwłaszcza zastosowanie pełnej ochrony.

Ilość energii pozyskana z hektara uprawy rzepaku ozimego zależy głównie od wielkości plonu [Budzyński i Bielski 2004, Jankowski i Budzyński 2003]. W niniejszych badaniach o końcowej wydajności energii decydowała też wartość energetyczna nasion, w efekcie różnice były większe niż w plonach nasion. I tak skumulowana energia w plonie nasion rzepaku w stanowisku po grochu była średnio o 14,1% większa niż w monokulturze (tab. 3). O różnicach energii

Tabela 3. Energia skumulowana w plonie nasion rzepaku ozimego, GJ·ha⁻¹Table 3. Energy cumulated in the yield of winter rape seeds, GJ·ha⁻¹

Poziom ochrony <i>Level of protection</i>	Płodozmian <i>Crop rotation</i>			Monokultura <i>Monoculture</i>			Średnio dla ochrony <i>Mean for protection</i>
	Kaszub	Califor- nium	średnio <i>mean</i>	Kaszub	Califor- nium	średnio <i>mean</i>	
O	107	92	100	94	62	78	102
H	104	90	97	92	82	87	106
HF	101	87	94	95	81	88	105
Średnio <i>Mean</i>	104	90	97	94	75	85	–
Średnio dla odmian – <i>Mean for cultivars</i> : Kaszub – 99; Californium – 83							

O* – objaśnienia jak w tabeli 1 – *explanations see Table 1*

NIR_{0,05}–LSD_{0,05} dla – *for*: następstwa roślin – *crop sequence* (I) – 6,8; poziomów ochrony – *levels of protection* (II) – r.n.; odmian – *cultivars* (III) – 4,3; interakcja – *interaction*: I x II – 6,8; I x III – r.n.; II x III – 7,4; I x II x III – 10,5

r.n. – różnica nieistotna – *non significant differences*

pozyskanej w plonie nasion między systemami następstwa roślin decydował poziom chemicznej ochrony. W płodozmianie największą wydajność energii z hektara uzyskano na obiekcie bez ochrony, jako wynik największego plonu nasion i największej wartości energetycznej nasion. Na analogicznym obiekcie monokultury wydajność energii był najmniejsza, o 22% mniejsza niż w płodozmianie. O tak dużej różnicy zadecydowały niski plon nasion rzepaku w monokulturze i dużo mniejsza wartość energetyczna nasion niż w płodozmianie. Zastosowanie herbicydu w płodozmianie, obniżając głównie wartość energetyczną nasion, mniej plon rzepaku, zmniejszyło istotnie wydajność energii. Odwrotnie w monokulturze, aplikacja herbicydu zwiększyła energię skumulowaną w plonie nasion, dzięki istotnemu podniesieniu produktywności rzepaku. W efekcie różnica między stanowiskami zmalała do 10,3%. Uintensywnienie ochrony poprzez zastosowanie fungicydów w płodozmianie spowodowało dalszy, nieistotny spadek energii skumulowanej w plonie nasion rzepaku, a główną przyczyną tej obniżki była niska wartość energetyczna nasion. Na tym obiekcie w monokulturze energia uzyskana w plonie nasion okazała się największa, tylko o 6,4% mniejsza niż w płodozmianie. Wynikała zarówno z wysokiego plonu nasion rzepaku, jak i największej wartości energetycznej nasion w tym stanowisku. W sumie, niezależnie od systemu następstwa roślin, ochrona chemiczna nie miała istotnego wpływu na wydajność energii z hektara. Przeciwnie do uzyskanych wyników przedstawili wcześniej Zawiślak i in. [1997]. W ich badaniach zastosowanie samego herbicydu oraz łączna jego aplikacja z fungicydami zwiększyła wartość energetyczną plonu rzepaku. Także w badaniach Jankowskiego [2007] zastosowanie herbicydów, w porównaniu do obiektu bez regulacji zachwaszczenia, zwiększyło istotnie ilość energii skumulowanej w plonie.

Z badanych odmian istotnie więcej energii w plonie nasion skumulowała Kaszub – 99 GJ·ha⁻¹, to jest o 19,3% więcej niż odmiana Californium. O takiej różnicy zadecydowały większa wydajność nasion tej odmiany z jednostki powierzchni oraz większa wartość energetyczna nasion. W płodozmianie różnica na korzyść odmiany Kaszub sięgała 15,6%. Monokultura zwiększyła tę różnicę do 25,3%. Także poziom ochrony różnicował ilość energii skumulowanej w plonie

odmian. Niezależnie od stanowiska, największą różnicę na rzecz odmiany Kaszub, wynoszącą 30,5%, stwierdzono na obiekcie bez ochrony. Zastosowanie herbicydu zmniejszyło ją do 14,0%, a łączna aplikacja herbicydu z fungicydami do 16,7%. Różnice wynikały z odmiennego działania zastosowanych środków ochrony w łańcach obu odmian. W odmianie Kaszub wprowadzenie ochrony nieznacznie obniżyło wolumen energii skumulowanej, natomiast w odmianie Californium istotnie zwiększyło, przy czym ten wzrost miał miejsce tylko w monokulturze.

WNIOSKI

1. Większym plonowaniem oraz wartością energetyczną nasion i wydajnością energii charakteryzował się rzepak uprawiany w 6-polowym płodozmianie po grochu siewnym niż w 39–41-letniej monokulturze.
2. Intensyfikowanie chemicznej ochrony ładu nie miało istotnego wpływu na plonowanie rzepaku ozimego i wartość energetyczną jego nasion i plonu. Działanie tego czynnika było uwarunkowane następstwem roślin, negatywne w płodozmianie i pozytywne w monokulturze.
3. Odmiana mieszańcowa Kaszub, dzięki wyższemu plonowaniu i większej wartości energetycznej nasion, zgromadziła w plonie nasion istotnie więcej energii niż odmiana populacyjna Californium; różnice na jej korzyść bardziej uwidoczniły się w monokulturze niż w płodozmianie.

PIŚMIENNICTWO

- Adamiak J., Adamiak E. 2006. The response of winter rape to cultivation in multiyear monoculture. Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss. 18: 100–101.
- Blecharczyk A. 1994. Wpływ nawożenia na plonowanie oraz skład chemiczny nasion i słomy rzepaku uprawianego w monokulturze i zmianowaniu. Roczn. Nauk AR Poznań 260, Rol. 44: 3–10.
- Budzyński W. 2009. Jesienne czynniki plonotwórcze. W „Technologia produkcji surowca. Cz. I. Od wyboru odmiany do ochrony w stadium rozety.” Wyd. PSPO Warszawa 3: 42–66.
- Budzyński W., Bielski S. 2004. Surowce energetyczne pochodzenia rolniczego. Cz. I. Biokomponenty paliw płynnych. Acta Sci. Pol., Agricultura 3(2): 5–14.
- Dzienia S. 1976. Uprawa rzepaku ozimego w zmianowaniach i monokulturze. Zesz. Nauk. AR Szczecin 53, Rol. 14: 49–57.
- Franek M., Rola J., Szymczak J., Grajeta H. 1989. Wpływ herbicydów na plonowanie i jakość nasion różnych odmian rzepaku ozimego. Zesz. Probl. IHAR – Rośl. Oleiste 1: 262–269.
- Jankowski K. 2007. Siedliskowe i agrotechniczno-ekonomiczne uwarunkowania produkcji nasion rzepaku ozimego na cele spożywcze i energetyczne. Rozpr. Monogr. 131, UW-M Olsztyn: ss.174.
- Jankowski K., Budzyński W. 2003. Energy potential oilseed crops. EJPAU, Ser. Agronomy 6(2): #03.
- Niewiadomski W., Zawiaślak K. 1979. Tolerancja rzepaku ozimego na uproszczenie zmianowania w świetle 10-letnich badań ścisłych. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 229: 7–14.
- Urbanowski S., Rejs T. 1997. Plonowanie rzepaku ozimego (*Brassica napus* ssp. *oleifera* (Metzg.)) w płodozmianie i w wieloletniej monokulturze. Acta Acad. Agricul. Olst. 536, Agricultura 64: 253–260.
- Zawiaślak K., Rzeszutek J., Tawfik S., Rychcik B. 1997. Agrotechniczna i ekonomiczna ocena uprawy rzepaku ozimego w systemie płodozmianowym i w monokulturze. Roczn. Nauk Rol., Ser. G 87(2): 99–112.
- Żmuda K. 2003. Możliwości wykorzystania surowców rolniczych do celów energetycznych. Wieś Jutra 9: 5–9.

J. ADAMIAK, E. ADAMIAK

THE ENERGETIC VALUE OF WINTER RAPE SEEDS DEPENDING ON THE CROPPING SYSTEM, PROTECTION LEVEL AND CULTIVAR

Summary

The effect of the cropping systems, protection level and cultivar on the crop yield and energetic value of winter rape seeds was estimated in a 3-year investigation (2006–2008) at the Production and Experimental Establishment in Balcyny on lessives type, dusty, medium to light soil, quality class IIIa–IVa, good wheat complex. Winter rape grown in a six-course crop rotation after peas and 39–41-year monoculture under the conditions of three levels of chemical protection: O – no protection, H – protection against weeds, and HF – protection against weeds and diseases, was subject to comparison. The comparison included two winter rape cultivars: Kaszub and Californium.

It has been found out that winter rape cultivated in crop rotation after pea was characterized by a significantly better crop yield and higher energetic value of seeds than that in monoculture. The effect of the level of chemical protection was dependent on the cropping systems. In the crop rotation, the rape productivity and energetic value of its seeds decreased with the protection intensification, while in the monoculture, the intensification of the protection increased the crop yield and energetic value of winter rape seeds. In sum, the application of chemical protection did not have a significant effect on winter rape yielding and the energetic value of its seeds irrespective of the cropping systems. Kaszub was the cultivar which was characterized by higher productivity and a higher energetic value of seeds both in crop rotation and monoculture. At the same time Kaszub cultivar responded to the application of chemical protection differently than Californium. In both cropping systems, the application of chemical means of protection decreased its yield and the energetic value of seeds as well as the volume of energy cumulated in the seed yield. The use of chemical protection in Californium cultivar increased on average its productivity and total energy yield, at the same time lowering insignificantly the seeds' energetic value.