

## REAKCJA OZIMYCH ODMIAN LNIANKI SIEWNEJ (*CAMELINA SATIVA* (L.) CRANTZ) NA ZRÓŻNICOWANĄ ILOŚĆ WYSIEWU NASION

MAGDALENA CZARNIK<sup>1</sup>, WACŁAW JARECKI, DOROTA BOBRECKA-JAMRO

*Katedra Produkcji Roślinnej, Uniwersytet Rzeszowski, ul. A. Zelwerowicza 4, 35-601 Rzeszów*

**Synopsis.** Doświadczenie polowe przeprowadzono w Stacji Doświadczalnej Oceny Odmian w Przecławiu w sezonach 2012/2013–2014/2015. Czynnikiem doświadczenia były: ilość wysiewu nasion (200, 300, 400 szt.·m<sup>2</sup>) oraz ozime odmiany lnianki siewnej (Maczuga, Luna, Przybrodzka). Doświadczenie założono na madzie wytworzonej z pyłu ilastego. Zwiększenie ilości wysiewu nasion z 200 do 400 szt.·m<sup>2</sup> skutkowało istotnym zmniejszeniem liczby rozgałęzień na roślinie. Wysiew 300 i 400 nasion·m<sup>2</sup> wpłynął istotnie na zwiększenie wylegania roślin, zmniejszenie liczby łuszczynek na roślinie i wzrost plonu nasion, w porównaniu do normy 200 nasion·m<sup>2</sup>. Uzyskana zwyżka plonu nasion wyniosła odpowiednio 0,61 i 0,54 t·ha<sup>-1</sup>. Średnio nasiona lnianki ozimej zawierały 28,3% białka ogólnego i 33,6% tłuszczu surowego. Wysiew 400 nasion·m<sup>2</sup> wpłynął na zmniejszenie koncentracji białka ogólnego w nasionach w porównaniu do niższych ilości siewu. Badane odmiany plonowały na jednakowym statystycznie poziomie. Różniły się natomiast wysokością roślin, stopniem wylegania, liczbą łuszczynek na roślinie, liczbą nasion w łuszczyńce oraz składem chemicznym nasion.

**Słowa kluczowe:** *Camelina sativa* L., ilość wysiewu nasion, struktura plonu, plon, skład chemiczny nasion

### WSTĘP

Lnianka siewna (*Camelina sativa* L.) należy do rodziny kapustowatych (*Brassicaceae*). Według Wojtkowiaka i in. [2009] początki jej uprawy w Polsce sięgają czasów kultury łużyckiej. W poszczególnych rejonach kraju występuje pod różnymi nazwami, m.in.: judra, rydz, rydzyk, ryzyk, lennica [Sazońska 2010]. W ostatnich latach rozpoczęto liczne prace badawcze [Łuczkiwicz i in. 2006, Tańska i in. 2013, Wojtkowiak i in. 2009] nad tą cenną rośliną oleistą. Do zalet lnianki siewnej obok składu chemicznego nasion [Masłowski i in. 2013, Waraich i in. 2013], zalicza się stosunkowo małe wymagania siedliskowe oraz agrotechniczne [Martinelli i Galasso 2011, Sazońska 2010, Wysocki i in. 2013]. Jiang i Caldwell [2016] potwierdzili jednak korzystną reakcję niektórych odmian lnianki siewnej na wyższe dawki azotu.

W uprawie znajdują się zarówno formy ozime jak i jare tego gatunku, przy czym formy ozime plonują wyżej od jarych [Mosio-Mosiewski i in. 2015].

Nasiona lnianki siewnej mogą być stosowane w mieszankach paszowych dla zwierząt [Jaśkiewicz i Matyka 2001, Waraich i in. 2013]. Natomiast olej z nasion lnianki przydatny jest zarówno do celów spożywczych [Mińkowski i in. 2010] jak i przemysłowych, w tym na biopaliwo [Karcauskiene i in. 2014, Moser 2010, Mosio-Mosiewski i in. 2010]. Obecnie lnianka siewna uznawana jest za roślinę alternatywną [Martinelli i Galasso 2011], ze względu na swoje

<sup>1</sup> Adres do korespondencji – *Corresponding address*: mkuch@ur.edu.pl

cenne właściwości biologiczne i użytkowe. Dodatkowo rośliny o mniejszym znaczeniu gospodarczym, odgrywają ważną rolę w zachowywaniu bioróżnorodności pól uprawnych. Stąd zasadność prowadzenia badań nad udoskonalaniem cech genetycznych lnianki siewnej [Vollmann i in. 2007] oraz optymalizacją jej agrotechniki. Agegnehu i Honermeier [1997] oraz Koncius i Karcauskiene [2010] zwracają uwagę na konieczność zastosowania optymalnej ilości wysiewu nasion lnianki, co wpływa na pokrój roślin oraz wielkość plonu nasion.

Celem badań było określenie reakcji wybranych ozimych odmian lnianki siewnej na zróżnicowaną ilość wysiewu nasion. W hipotezie założono, że zróżnicowanie ilości wysiewu nasion zmodyfikuje badane parametry oraz wielkość i jakość plonu nasion.

## MATERIAŁ I METODY

W sezonach 2012/2013–2014/2015 przeprowadzono ściśle doświadczenie polowe w Stacji Doświadczalnej Oceny Odmian w Przeclawiu (50°11' N, 21°29' E). Był to eksperyment dwuczynnikowy (split-plot), przeprowadzony w trzech powtórzeniach. Pierwszym badanym czynnikiem (A) były trzy ilości wysiewu nasion: 200, 300 i 400 szt. · m<sup>-2</sup>, zaś drugim czynnikiem (B) trzy ozime odmiany lnianki siewnej: Maczuga, Luna i Przybrodzka.

Doświadczenie przeprowadzono na madzcie wytworzonej z pyłu ilastego. Była to gleba średnia, należąca do kompleksu pszennego dobrego, klasy bonitacyjnej IIIa. Odczyn gleby był obojętny (pH w zakresie 7,00 do 7,11). Zasobność gleby w przyswajalny fosfor była wysoka lub bardzo wysoka, w potas wysoka, zaś w magnez bardzo wysoka (tab. 1). Analizę próbek glebowych wykonano w Okręgowej Stacji Chemiczno-Rolniczej w Rzeszowie, wg polskich norm.

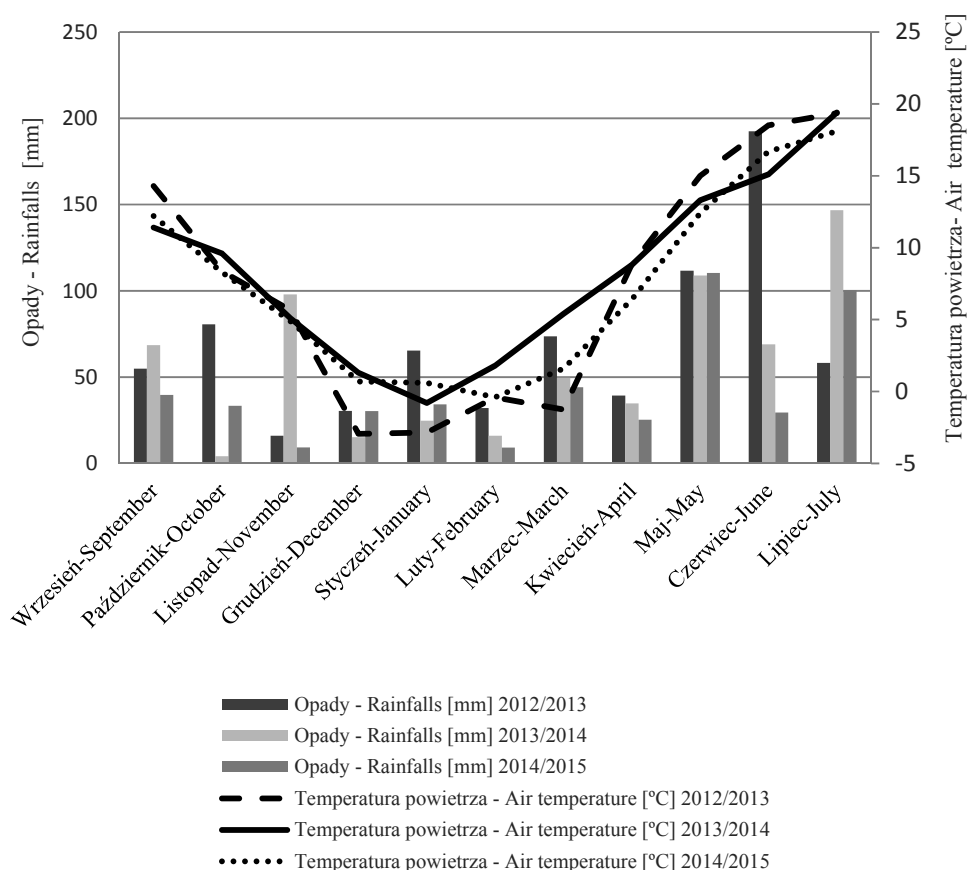
Tabela 1. Chemiczne właściwości gleby  
Table 1. Chemical soil properties

Rok – Year	pH <sub>KCl</sub>	Zawartość przyswajalnych składników Content of available nutrients (mg · 100g <sup>-1</sup> gleby–soil)		
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Mg
2012	7,11	28,5	20,2	16,1
2013	7,00	19,7	24,0	20,0
2014	7,08	15,2	21,5	13,3

Nasiona lnianki siewnej pochodziły z Katedry Genetyki i Hodowli Roślin Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. Odmiany Przybrodzka, Maczuga i Luna doskonale są dostosowane do warunków klimatycznych Polski oraz mają wysoki potencjał plonowania. Przedplonem corocznie był owies. Powierzchnia poletek do siewu wynosiła 7,5 m<sup>2</sup>, zaś do zbioru 5 m<sup>2</sup>. Rozstawa rzędów wynosiła 15 cm, zaś głębokość siewu 1–1,5 cm. Siew zaprawionych nasion przeprowadzono w dniach: 17.09. 2012 r., 12.09. 2013 r. i 8.09. 2014 r. Pod orkę siewną zastosowano superfosfat potrójny granulowany (40 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> kg · ha<sup>-1</sup>) oraz sól potasową (60 K<sub>2</sub>O kg · ha<sup>-1</sup>). Do nawożenia azotem (100 N kg · ha<sup>-1</sup>) użyto saletry amonowej. Z zabiegów pielęgnacyjnych zastosowano bezpośrednio po siewie herbicyd Butisan 400 SC – metazachlor (2,5 dm<sup>3</sup> · ha<sup>-1</sup>). Zachwaszczenie wtórne usunięto ręcznie.

Po wschodach, po ruszeniu wegetacji na wiosnę oraz przed zbiorem policzono obsadę roślin na 1m<sup>2</sup>. W fazie dojrzałości technicznej z każdego poletka pobrano 20 roślin do pomiarów biometrycznych i określenia elementów struktury plonu. Wyleganie roślin oceniono przed zbiorem w skali 1–9°. Zbiór nasion corocznie przeprowadzono kombajnem poletkowym w pierwszej dekadzie lipca (8.07.2013 r., 2.07.2014 r. i 7.07.2015 r.). Plon nasion przeliczono na 1 ha przy wilgotności 15%. Wielkość plonu skorygowano o brakujące rośliny pobrane do pomiarów biometrycznych. Skład chemiczny nasion oznaczono metodą spektroskopii w bliskiej podczerwieni na aparacie Spektrometr FT; NIR MPA firmy Bruker.

Warunki pogodowe, podane według notowań Stacji Doświadczalnej Oceny Odmian w Przelawiu, były zróżnicowane w latach badań. Najwyższe opady odnotowano w czerwcu 2013 r. oraz lipcu 2014 r. W sezonie wegetacyjnym 2014/2015 opady były najniższe, zwłaszcza w okresie wiosenno-letnim. W okresie spoczynku zimowego najniższe temperatury wystąpiły na przełomie lat 2012/2013. W sezonie tym odnotowano jednak najwyższe temperatury miesięczne w okresie od kwietnia do lipca (rys. 1).



Rys. 1. Warunki pogodowe  
Fig. 1. Weather conditions

Istotność różnic pomiędzy wartościami cech stwierdzono na podstawie półprzedziałów ufności Tukeya, przy poziomie  $\alpha=0,05$ . Obliczenia wykonano programem statystycznym FR-ANALWAR-5FR.

## WYNIKI I DYSKUSJA

Obsada roślin po wschodach, zgodnie z oczekiwaniami, była istotnie wyższa na obiektach, na których zastosowano wyższe ilości wysiewu nasion (tab. 2). Uzyskana różnica pomiędzy najniższą a najwyższą obsadą roślin po wschodach wyniosła 188 szt. $\cdot$ m<sup>-2</sup>. Po ruszeniu vegetacji na wiosnę ubytki roślin wyniosły średnio 13 szt. $\cdot$ m<sup>-2</sup> w porównaniu do średniej obsady roślin po wschodach. Obsada roślin przed zbiorem wahała się od 176 do 350 szt. $\cdot$ m<sup>-2</sup> odpowiednio przy najniższej i najwyższej ilości wysiewu nasion. Nie uzyskano zróżnicowania obsady roślin pomiędzy badanymi odmianami. Łuczkiwicz i Błaszczuk [1998] wykazali, że ozima forma lnianki siewnej odznacza się dobrą zimotrwałością. Dotyczyło to zarówno roślin kontrolnych

Tabela 2. Obsada roślin lnianki siewnej (szt. $\cdot$ m<sup>-2</sup>) w zależności od ilości wysiewu nasion i odmiany (średnia z lat 2013–2015)

Table 2. Plant density of false flax (psc. $\cdot$ m<sup>-2</sup>) depending on the amount of sowing seeds and cultivar (mean of years 2013–2015)

Ilość wysiewu nasion Density sowing seeds (szt.-psc. $\cdot$ m <sup>-2</sup> ) (A)	Odmiana – Cultivar (B)			Średnio – Mean
	Maczuga	Luna	Przybrodzka	
Po wschodach – After emergence				
200	193	191	186	190
300	286	283	283	284
400	381	379	375	378
Średnio – Mean	287	284	281	–
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub> : A – 88; B – r.n.; AxB – r.n.				
Po ruszeniu vegetacji na wiosnę – After start of vegetation in the spring				
200	183	180	178	180
300	274	270	272	272
400	362	359	357	359
Średnio – Mean	273	270	269	–
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub> : A – 80; B – r.n.; AxB – r.n.				
Przed zbiorem – Before harvest				
200	175	174	180	176
300	268	263	268	266
400	351	347	352	350
Średnio – Mean	265	261	267	–
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub> : A – 76; B – r.n.; AxB – r.n.				

r.n. – różnica nieistotna/no significant difference

jak i nowej linii mutacyjnej. Agegnehu i Honermeier [1997], uzyskali znacznie niższą obsadę roślin lnianki (302 szt.·m<sup>-2</sup>) od oczekiwanej, zwłaszcza gdy zastosowali najwyższą ilość wysiewu nasion (800 szt.·m<sup>-2</sup>). Wynikało to z niekorzystnego układu warunków pogodowych oraz konkurencji pomiędzy roślinami.

Zróźnicowanie ilości wysiewu nasion nie wywarło istotnego wpływu na wysokość roślin. Średnia wysokość roślin wynosiła 90 cm. Najniższe rośliny wykształciła odmiana Przybrodzka zaś istotnie wyższe odmiana Luna. Łuczkiwicz i Błaszczuk [1998] podają, że wysokość roślin lnianki ozimej jest cechą przede wszystkim uwarunkowaną genetycznie. Park i in. [2015] wykazali, że wzrost ilości wysiewu nasion lnianki istotnie obniżył wysokość roślin.

Wysiew 400 nasion·m<sup>-2</sup> skutkowało istotnym zmniejszeniem liczby rozgałęzień I rzędu na pojedynczej roślinie w porównaniu do wysiewu 200 nasion·m<sup>-2</sup>. Agegnehu i Honermeier [1997], stosując różne ilości wysiewu nasion lnianki wykazali, że wraz ze wzrostem obsady roślin zmniejsza się liczba rozgałęzień na roślinie. Koncius i Karcauskiene [2010] nie uzyskali takiej istotnej statystycznie zależności.

Wykazano, że wzrost ilości wysiewu z 200 do 300 i 400 szt.·m<sup>-2</sup> wpłynął na zwiększenie wylegania roślin. Odmiana Luna odznaczyła się większym wyleganiem roślin przed zbiorem w porównaniu do odmiany Przybrodzka (tab. 3). Łuczkiwicz i Błaszczuk [1998] uważają, że

Tabela 3. Wybrane pomiary biometryczne i wyleganie roślin lnianki siewnej (średnia z lat 2013–2015)  
Table 3. Selected biometric measurements and lodging false flax plants (mean of years 2013–2015)

Ilość wysiewu nasion Density sowing seeds (szt.·psc.·m <sup>-2</sup> ) (A)	Odmiana – Cultivar (B)			Średnio – Mean
	Maczuga	Luna	Przybrodzka	
Wysokość roślin – Plant height (cm)				
200	89,0	102,1	85,3	92,1
300	87,5	102,0	79,7	89,7
400	86,7	97,9	79,6	88,1
Średnio – Mean	87,7	100,7	81,5	–
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub> : A – r.n.; B – 15,4; AxB – r.n.				
Liczba rozgałęzień na roślinie – Number of branches per plant				
200	13,2	9,1	10,7	11,0
300	8,1	7,9	9,2	8,4
400	7,0	7,6	7,5	7,4
Średnio – Mean	9,4	8,2	9,1	–
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub> : A – 3,0; B – r.n.; AxB – r.n.				
Wyleganie – Lodging (1–9°)				
200	6,5	5,2	7,2	6,3
300	5,6	4,9	6,3	5,6
400	5,7	4,8	6,5	5,7
Średnio – Mean	5,9	5,0	6,7	–
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub> : A – 0,5; B – 1,26; AxB – r.n.				

r.n. – różnica nieistotna/no significant difference

cechą szczególnie korzystną u wyhodowanych linii mutacyjnych lnianki jest niska wysokość roślin co zwiększa ich odporność na wyleganie. Gesch i Cermak [2011] odnotowali małe wyleganie roślin lnianki, przy czym było to uzależnione od systemu uprawy oraz lat badań.

Zwiększenie ilości wysiewu nasion do 300 i 400 szt.·m<sup>-2</sup> wpłynęło na istotne zmniejszenie liczby łuszczynek na roślinie, nie zmodyfikowało zaś liczby nasion w łuszczyńce oraz MTN. Rośliny odmiany Luna i Przybrodzka zawiązały istotnie mniej łuszczynek na roślinie w porównaniu do odmiany Maczuga. Odmiana Luna odznaczyła się większą liczbą nasion w łuszczyńce w porównaniu do Maczuga (tab. 4). Nie potwierdzono odmianowego zróżnicowania dorodności

Tabela 4. Elementy struktury plonu i plon lnianki siewnej (średnia z lat 2013–2015)

Table 4. Yield components and yield of false flax (mean of years 2013–2015)

Ilość wysiewu nasion Density sowing seeds (szt.·psc.·m <sup>-2</sup> ) (A)	Odmiana – Cultivar (B)			Średnio – Mean
	Maczuga	Luna	Przybrodzka	
Liczba łuszczynek na roślinie – Number of silicles per plant				
200	130	123	131	128
300	122	118	112	117
400	101	87	85	91
Średnio – Mean	118	109	109	–
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub> : A – 10; B – 6; AxB – r.n.				
Liczba nasion w łuszczyńce – Number of seeds per silicle				
200	7,8	8,4	7,9	8,0
300	7,4	8,1	7,7	7,7
400	7,1	7,7	7,8	7,5
Średnio – Mean	7,4	8,1	7,8	–
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub> : A – r.n.; B – 0,6; AxB – r.n.				
MTN – 1000 seeds weight (g)				
200	1,07	1,09	1,19	1,12
300	1,08	1,10	1,12	1,10
400	1,05	1,08	1,11	1,08
Średnio – Mean	1,07	1,09	1,14	–
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub> : A – r.n.; B – r.n.; AxB – r.n.				
Plon nasion – Seed yield (t·ha <sup>-1</sup> )				
200	1,86	1,91	2,15	1,97
300	2,55	2,69	2,50	2,58
400	2,58	2,43	2,51	2,51
Średnio – Mean	2,33	2,34	2,39	–
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub> : A – 0,49; B – r.n.; AxB – r.n.				

r.n. – różnica nieistotna/no significant difference

nasion. Agegnehu i Honermeier [1997] oraz Urbaniak i in. [2008b] wykazali, że zwiększanie ilości wysiewu nasion lnianki jarej wpływa na zmniejszenie liczby łuszczynek na roślinie oraz liczby nasion w łuszczyńce. W badaniach Łuczkiwicz i Błaszczyka [1998] wykazano duże zróżnicowanie liczby łuszczynek pomiędzy roślinami zmutowanymi a kontrolnymi, zaś nieduże dotyczące liczby nasion w łuszczyńce i MTN. Sazońska [2010] podaje, że łuszczyńki lnianki siewnej zawierają od 8 do 10 rdzawo-żółtych, bardzo drobnych nasion.

Wysiew 300 i 400 szt.·m<sup>-2</sup> nasion wpłynął na istotny wzrost plonu nasion w porównaniu do siewu najrzadszego, tj.: 200 szt.·m<sup>-2</sup>. Uzyskane różnice wyniosły odpowiednio 0,61 i 0,54 t·ha<sup>-1</sup> nasion, tj. 31,0 i 27,4%. Badane odmiany plonowały na jednakowym statystycznie poziomie (tab. 4). Średni plon nasion w przeprowadzonym doświadczeniu wyniósł 2,35 t·ha<sup>-1</sup>. Według Sazońskiej [2010] plony lnianki ozimej wahają się od 1 do 2,5 t·ha<sup>-1</sup>, a według Mosera [2010] od 0,9 do 2,24 t·ha<sup>-1</sup>. Mosio-Mosiewski i in. [2015] podają, że wysoko plonującą odmianą jest Luna, która w doświadczeniach plonuje na poziomie 2,6 t·ha<sup>-1</sup>. Urbaniak i in. [2008a] wykazali, że plon lnianki siewnej jest istotnie zróżnicowany pomiędzy odmianami. Udowodnili także, że najwyższy plon nasion forma jara wydaje po zastosowaniu wysiewu 600 nasion·m<sup>-2</sup> [Urbaniak i in. 2008b]. W badaniach Park i in. [2015] lnianka plonowała istotnie wyżej przy niższej ilości wysiewu nasion w porównaniu do normy wyższej.

Zwiększenie ilości wysiewu nasion do 400 szt.·m<sup>-2</sup> wpłynęło na zmniejszenie zawartości białka ogólnego w nasionach w odniesieniu do niższych ilości siewu. Średnio nasiona lnianki ozimej zawierały 28,3% białka ogólnego. Większą koncentracją białka ogólnego w nasionach odznaczyły się odmiany Maczuga i Przybrodzka w porównaniu do Luna. Średnia zawartość tłuszczu w nasionach wyniosła 33,6% (tab. 5). Istotnie więcej omawianego składnika oznaczono w nasionach odmiany Luna w porównaniu do Maczuga i Przybrodzka.

Tabela 5. Skład chemiczny nasion lnianki siewnej (% s.m.) (średnia z lat 2013–2015)

Table 5. Chemical composition of false flax seeds (% DM) (mean of years 2013–2015)

Ilość wysiewu nasion Density sowing seeds (szt.–psc.·m <sup>-2</sup> ) (A)	Odmiana – Cultivar (B)			Średnio – Mean
	Maczuga	Luna	Przybrodzka	
Białko ogólne – Total protein				
200	29,2	28,3	28,7	28,7
300	28,9	27,6	28,6	28,4
400	28,5	27,0	28,0	27,8
Średnio – Mean	28,9	27,6	28,4	–
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub> : A – 0,5; B – 0,8; AxB – r.n.				
Tłuszcz surowy – Crude fat				
200	33,2	34,1	33,6	33,6
300	33,2	35,2	33,0	33,8
400	33,0	34,0	32,8	33,3
Średnio – Mean	33,1	34,4	33,1	–
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub> : A – r.n.; B – 1,1; AxB – r.n.				

r.n. – różnica nieistotna/no significant difference

Jak podaje Moser [2010] nasiona lnianki zawierają 35–45% tłuszczu. Karcauskiene i in. [2014] oznaczyli w nasionach lnianki od 37,4 do 38,9% tłuszczu oraz od 22,98 do 26,97% białka. Zubr [2003] konkluduje, że o jakości nasion lnianki decydują przede wszystkim cechy genetyczne odmiany ale również warunki siedliskowe jej uprawy.

## WNIOSKI

1. Zwiększenie ilości wysiewu nasion wpłynęło na wzrost obsady roślin na 1 m<sup>2</sup>. Wysianie 400 nasion·m<sup>-2</sup> skutkowało zmniejszeniem liczby rozgałęzień I rzędu na roślinie. Zastosowanie normy 300 i 400 nasion·m<sup>-2</sup> spowodowało wzrost wylegania roślin oraz spadek liczby łuszczynek na roślinie w porównaniu do wysiewu 200 nasion·m<sup>-2</sup>.
2. Najwyższe plony uzyskano z wysiewu 300 i 400 nasion·m<sup>-2</sup>. Badane odmiany plonowały na jednakowym statystycznie poziomie.
3. Wysianie 400 nasion·m<sup>-2</sup> wpłynęło na spadek zawartości białka ogólnego w nasionach.
4. Odmiana Maczuga wykształciła najwięcej łuszczynek na roślinie, jednak zawierały one najmniej nasion. Odmiana Luna charakteryzowała się wysokimi roślinami podatnymi na wyleganie, największą liczbą nasion w łuszczyńce oraz wysoką zawartością tłuszczu a niską białka w nasionach. Rośliny odmiany Przybrodzka były najniższe oraz w najmniejszym stopniu wyległy.

## PIŚMIENNICTWO

- Agegnehu M., Honermeier B. 1997. Effects of seeding rates and nitrogen fertilization on seed yield, seed quality and yield components of false flax (*Camelina sativa* Crtz.). *Die Bodenkultur* 48(1): 15–21.
- Gesch R.W., Cermak S.C. 2011. Sowing date and tillage effects on fall-seeded camelina in the northern Corn Belt. *Agron. J.* 103: 980–987.
- Jaśkiewicz T., Matyka S. 2001. Lnianka (*Camelina sativa*) w mieszankach paszowych dla kurcząt brojlerów. *Rośl. Oleiste/Oilseed Crops*. 22(2): 623–629.
- Jiang Y., Caldwell C.D. 2016. Effect of nitrogen fertilization on camelina seed yield, yield components, and downy mildew infection. *Can. J. Plant Sci.* 96: 17–26.
- Karcauskiene D., Sendzikiene E., Makareviciene V., Zaleckas E., Repsiene R., Ambrazaitiene D. 2014. False flax (*Camelina sativa* L.) as an alternative source for biodiesel production. *Zemdirbyste/Agriculture* 101(2): 161–168.
- Koncius D., Karcauskiene D. 2010. The effect of nitrogen fertilizers, sowing time and seed rate on the productivity of *Camelina sativa*. *Zemdirbyste/Agriculture* 97(4): 37–46.
- Łuczkiwicz T., Błaszczuk L. 1998. Karłowy mutant lnianki ozimej *Camelina sativa* L. *Rośl. Oleiste/Oilseed Crops*. 19(2): 615–620.
- Łuczkiwicz T., Nawracała J., Strybe M., Satkiewicz K. 2006. Analiza genetyczna kilku cech ilościowych związanych z regeneracją lnianki siewnej (*Camelina sativa* L.) w warunkach kultur *in vitro*. *Biul. IHAR* 242: 261–266.
- Martinelli T., Galasso I. 2011. Phenological growth stages of camelina sativa according to the extended BBCH scale. *Ann. Appl. Biol.* 158: 87–94.
- Masłowski A., Andrejko D., Ślaska-Grzywna B., Sagan A., Szmigielski M., Mazur J., Rydzak L., Sobczak P. 2013. Wpływ temperatury i czasu przechowywania na wybrane cechy jakościowe oleju rzepakowego, lnianego i lniankowego. *Inż. Rol.* 17(1): 115–124.
- Mińkowski K., Grześkiewicz S., Jerzewska M., Ropelewska M. 2010. Charakterystyka składu chemicznego olejów roślinnych o wysokiej zawartości kwasów linolenowych. *Żywność Nauka Technol. Jakość* 6: 146–157.



- Moser B.R. 2010. Camelina (*Camelina sativa* L.) oil as a biofuels feedstock: golden opportunity or false hope?. *Lipid Tech.* 22(12): 270–273.
- Mosio-Mosiewski J., Luczkiewicz T., Warzała M., Nawracała J., Nosal H., Kurasiak-Popowska D. 2015. Study on utilization of Camelina seed for production of biodiesel fuel. *Przem. Chem.* 94: 369–373.
- Mosio-Mosiewski J., Warzała M., Nosal H. 2010. Olej lniankowy jako nowe źródło surowca do wytwarzania biodiesla. *Przem. Chem.* 89(4): 490–494.
- Park M-W., Choi Ch-W., Wu M-G., Lee S-H. 2015. The effect of *Camelina sativa* (L.) cv. Crantz seed yield according to seeding rate and chemical fertilization. *Korean J. Crop Sci.* 60: 85–90.
- Szańska B. 2010. Uprawa wybranych starych gatunków roślin uprawnych. Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie, oddział w Radomiu. 9–12.
- Tańska M., Rotkiewicz D., Ambrosewicz-Walacik M. 2013. Wpływ warunków ogrzewania nasion lnu i lnianki na jakość olejów przeznaczonych do produkcji biodiesla. *Nauka Przyr. Technol.* 7(4), #57.
- Urbaniak S.D., Caldwell C.D., Zheljazkov V.D., Lada R., Luan L. 2008a. The effect of cultivar and applied nitrogen on the performance of *Camelina sativa* L. in the Maritime Provinces of Canada. *Can. J. Plant Sci.* 88: 111–119.
- Urbaniak S.D., Caldwell C.D., Zheljazkov V.D., Lada R., Luan L. 2008b. The effect of seeding rate, seeding date and seeder type on the performance of *Camelina sativa* L. in the Maritime Provinces of Canada. *Can. J. Plant Sci.* 88: 501–508.
- Vollmann J., Moritz T., Karg C., Baumgartner S., Wagentrust H. 2007. Agronomic evaluation of camelina genotypes selected for seed quality characteristics. *Ind. Crop. Prod.* 26: 270–277.
- Waraich E.A., Ahmed Z., Ahmad R., Ashraf M.Y., Saifullah, Naeem M.S., Rengel Z. 2013. *Camelina sativa*, a climate proof crop, has high nutritive value and multiple-uses: a review. *Aust. J. Crop. Sci.* 7: 1551–1559.
- Wojtkowiak R., Frąckowiak P., Glazar K., Zembrowski K. 2009. Production costs in a novel method of manufacture of the methyl esters from False flax (*Camelina sativa* L.) oil for feed the piston compression-ignition engines. *J. Res. Appl. Agric. Eng.* 54(4): 164–170.
- Wysocki D.J., Chastain T.G., Schillinger W.F., Guy S.O., Karow R.S. 2013. Camelina: seed yield response to applied nitrogen and sulfur. *Field Crops Res.* 145: 60–66.
- Zubr J. 2003. Qualitative variation of *Camelina sativa* seed from different locations. *Ind. Crops Prod.* 17: 161–169.

M. CZARNIK, W. JARECKI, D. BOBRECKA-JAMRO

## REACTION OF WINTER VARIETIES OF CAMELINA (*CAMELINA SATIVA* (L.) CRANTZ) TO SOWING DENSITY

### Summary

The field research was carried out in the Experimental Station Variety Examination in Przecław in the seasons 2012/2013–2014/2015. The evaluated factors were as follows: plant density (200, 300, 400 pcs·m<sup>-2</sup>) and winter varieties of camelina (Maczuga, Luna, Przybrodzka). The experiment was established on alluvial soils created from silt loam. Increasing the amount of sowing seeds from 200 to 400 pieces·m<sup>-2</sup> resulted in a significant decrease in the number of branches per plant. Sowing 300 and 400 seeds m<sup>-2</sup> affected significantly the increase of lodging of plants, reduction number of silicles per plant and growth seed yield compared to standard 200 seeds·m<sup>-2</sup>. The increase seed yield amounted to 0.61 and 0.54 t·ha<sup>-1</sup>. On average, Winter form of camelina seeds contained 28.3% protein and 33.6% crude fat. Sowing seeds 400·m<sup>-2</sup> resulted in a decrease of total protein concentration in the seeds comparing to lower standards sowing. The examined varieties yielded statistically at the same level, however they differed in plant height, a degree of lodging, a number of silicles per plant, a number of seeds per silicle and chemical composition of seeds.

**Key words:** *Camelina sativa* L., sowing density, yield components, yield, chemical composition of seeds

Zaakceptowano do druku – *Accepted for print*: 10.10.2016

Do cytowania – *For citation*

Czarnik M., Jarecki W., Bobrecka-Jamro D. 2017. Reakcja ozimych odmian lnianki siewnej (*Camelina sativa* (L.) Crantz) na zróżnicowaną ilość wysiewu nasion. *Fragm. Agron.* 34(1): 30–39.