

WPLYW GĘSTOŚCI SIEWU I WARUNKÓW SIEDLISKOWYCH NA PLON NASION ORAZ CECHY MORFOLOGICZNE I ELEMENTY STRUKTURY PLONU ŻÓLTO I BRĄZOWONASIENNYCH ODMIAN LNU OLEISTEGO (*LINUM USITATISSIMUM* L.)

FRANCISZEK WIELEBSKI¹, MAREK WÓJTOWICZ¹, STANISŁAW SPASIBIONEK²

¹Samodzielna Pracownia Technologii Produkcji Roślin Oleistych, ²Pracownia Genetyki i Hodowli
Jakościowej, Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – Państwowy Instytut Badawczy,
Oddział w Poznaniu, ul. Strzeszyńska 36, 60-479 Poznań

Synopsis. Badano reakcję dwóch odmian lnu oleistego (brązowonasiennej – Bukoz oraz żółtonasiennej – Jantarol) na pięć gęstości siewu (400, 550, 700, 850 i 1000 nasion·m⁻²). Doświadczenia polowe w układzie losowanych podbloków i w czterech powtórzeniach prowadzono w Łagiewnikach (51°46' N, 17°14' E) w latach 2011–2012. Przeprowadzone badania wykazały, że w warunkach przesuszenia gleby oraz niedoborów opadów jakie wystąpiły po siewie w obu latach badań, gorsze wschody i mniejszy odsetek roślin wschodzących obserwowano u żółtonasiennej odmiany Jantarol. Badane gęstości siewu tylko nieznacznie różnicowały wielkość plonu nasion i słomy. Nie wykazano również istotnego współdziałania badanych odmian z gęstością siewu zarówno w plonie nasion jak i plonie słomy. Niezależnie od gęstości siewu odmiana Jantarol względem odmiany Bukoz charakteryzowała się prawie o połowę (40%) niższym plonem nasion, natomiast nieistotnie różniła się plonem słomy. Zróżnicowana obsada roślin w istotny sposób modyfikowała pokrój roślin przed zbiorem (wysokość roślin i liczbę rozgałęzień) a z elementów struktury plonu tylko liczbę torebek na roślinie. Na pokrój roślin oraz plon nasion i jego komponenty istotny wpływ miało siedlisko, zwłaszcza warunki wilgotnościowo-termiczne. Badane odmiany lnu oleistego wykazały duże zdolności kompensacyjne. Liczba roślin na jednostce powierzchni była równoważona głównie przez liczbę rozgałęzień i torebek na roślinie.

Słowa kluczowe: len oleisty, gęstość siewu, plon i komponenty plonu, cechy morfologiczne, warunki siedliska

WSTĘP

Len (*Linum usitatissimum* L.) jest gatunkiem roślin uprawianym od tysięcy lat, w obrębie którego wyróżnia się dwa typy użytkowe: oleisty i włóknisty. Na świecie uprawiana jest głównie oleista forma lnu, której światowa produkcja w 2013 roku wynosiła 2,31 mln t nasion. Największym producentem nasion lnu na świecie jest Kanada. Dużo lnu oleistego uprawia się także w Chinach, USA, Rosji, Indiach i Etiopii [FAOSTAT 2015]. W Polsce na większą skalę uprawiana była głównie forma włóknista, której przeciętna powierzchnia uprawy w latach 1960–1984 wynosiła około 91 tys. ha [Mrozińska 1990]. Głównym surowcem była nieodziarniona słoma oraz pozyskiwane z niej włókno z przeznaczeniem dla przemysłu tekstylnego. Oleista forma lnu nigdy nie zajmowała w Polsce znaczącej powierzchni uprawy, a na większą skalę len oleisty uprawiano w Polsce jedynie w okresie międzywojennym, głównie na Kujawach [Wałkowski 1998]. Ekspansja włókien sztucznych oraz globalne i głębokie zmiany technologii

¹ Adres do korespondencji – *Corresponding address:* fwiel@nico.ihar.poznan.pl

produkcji i kierunków wykorzystania włókien naturalnych doprowadziły do załamania krajowego przemysłu lniarskiego [Bocianowski i in. 2013]. W efekcie nastąpiło znaczne ograniczenie uprawy lnu włóknistego i wzrost zainteresowania oleistą formą tej rośliny gdzie podstawowym surowcem są nasiona.

Obecnie powierzchnia uprawy lnu w Polsce jest niewielka. Z danych FAOSTAT [2015] wynika, że łączna powierzchnia lnu włóknistego i oleistego w roku 2013 wynosiła 1470 ha. W ostatnich latach powierzchnia uprawy lnu oleistego w krajach UE powoli wzrasta ze względu na wielorakość zastosowań i nowe technologie wykorzystania surowców pochodzących z roślin włóknistych oraz z uwagi na prozdrowotne wykorzystanie nasion i ich przetworów [Antonkiewicz i Zając 2003, Jelińska 2005, Muśnicki 2003]. Prace hodowlane z lnem oleistym doprowadziły do wyhodowania nowych wysokoplennych odmian zarówno o brązowych jak i żółtych nasionach charakteryzujących się korzystnymi cechami wartości gospodarczej [Piotrowska i Furowicz 1998]. W celu zwiększenia opłacalności uprawy, obserwuje się tendencje do hodowli tzw. odmian dwucelowych (*dual purpose varieties*), łączących w sobie wysoki plon włókna i nasion [Bocianowski i in. 2013]. Wymaganiem nowych odmian powinna sprostać odpowiednia technologia ich uprawy. Poziom plonowania lnu oleistego w Polsce jak i w innych krajach Europy jest stosunkowo niski i bardzo zmienny w latach co podkreśla wielu autorów [Diepenbrock i in. 1995, Zając i in. 2010, Zubal 2001]. Uzyskanie zatem możliwie dużego i stabilnego plonu jest w chwili obecnej jednym z podstawowych kryteriów gwarantujących osiągnięcie odpowiedniego efektu ekonomicznego co skutecznie pozwoli na zwiększenie uprawy tego gatunku w naszym kraju. Dla tego celu konieczne jest zatem doprecyzowanie poszczególnych elementów agrotechniki lnu oleistego, z których obok czynnika odmianowego szczególnie ważną rolę odgrywa optymalna ilość wysiewu. Zmiana w obsadzie roślin na jednostce powierzchni pociąga za sobą zróżnicowanie cech morfologicznych roślin i elementów składowych plonu nasion [Casa i in. 1999, Zając 2004, Zając i Kulig 2001]. Poznanie współzależności między plonem a elementami strukturalnymi pozwoli na określenie właściwej obsady roślin zapewniającej uzyskanie wysokiego plonu.

Celem podjętych badań było określenie wpływu zróżnicowanej gęstości siewu na plon nasion i słomy oraz cechy strukturalne i morfologiczne roślin a także zdolności kompensacyjnych odmian lnu oleistego o brązowych i żółtych nasionach.

MATERIAŁ I METODY

Przedmiotem badań była reakcja dwóch odmian lnu oleistego (brązowonasionnej- Bukoz, oraz żółtonasionnej – Jantarol) na pięć gęstości siewu (400, 550, 700, 850 i 1000 nasion·m⁻²). Ścisłe doświadczenie polowe w układzie losowanych podbloków i w czterech powtórzeniach realizowane było na polach Gospodarstwa Łagiewniki (51°46' N, 17°14' E) należącego do Spółki Hodowla Roślin Smolice, w latach 2011–2012. Przedplonem była pszenica ozima w pierwszym i groch w drugim roku badań. Przedsięwzięcie zastosowano nawożenie P₂O₅ i K₂O w ilości odpowiednio 60 i 90 kg·ha⁻¹. Azot stosowano w saletrze amonowej w dawce 60 kg N·ha⁻¹ (40 przed siewem i 20 w fazie jodełki, BBCH15). Len wysiano 6 (2011) i 4 (2012) kwietnia w ilości zgodnej ze schematem doświadczenia. Po wschodach i przed zbiorem we wybranych miejscach określono liczbę roślin na jednostce powierzchni (1,0 m²). W fazie dojrzałości żółtej z każdego poletka pobrano dziesięć roślin celem określenia ich pokroju (wysokość roślin, liczba rozgałęzień) i elementów struktury plonu nasion (liczba torebek na roślinie, liczba nasion w torebce). W tej fazie wykonano desykcję roślin stosując Reglone w dawce 2,5 dm³·ha⁻¹. Przed zbiorem z każdego poletka pobrano rośliny z powierzchni 0,5 m² i po oddzieleniu nasion określono plon

słomy. Zbiór kombajnem przeprowadzono odpowiednio 1 września (2011) i 24 sierpnia (2012). Masę 1000 nasion określono w czterech próbach po 100 nasion. Powierzchnia poletka do zbioru wynosiła 10 m².

Układ głównych parametrów pogody w okresie wegetacji lnu w Łagiewnikach przedstawiono w tabeli 1. Warunki termiczne i wilgotnościowe zwłaszcza w okresie wczesnej wiosny znacząco odbiegały od średnich z wielolecia. Przy temperaturach wyższych od średnich wieloletnich znacznie niższe od normy miesięczne sumy opadów notowano w kwietniu i w maju obu lat badań. Niższe od normy opady notowano także w czerwcu (o 14%) i sierpniu (o 3,5%) w pierwszym roku badań oraz w lipcu (o 13%) drugiego roku badań. Wyższe natomiast od normy sumy opadów notowano w lipcu (o 14%) w pierwszym roku oraz w czerwcu (o 50%) i sierpniu (o 39%) w drugim roku badań.

Zbrane dane poddano analizie wariancji za pomocą pakietu statystycznego STATISTICA. Istotność różnic określono testem Tukeya na poziomie ufności $p=0,05$ i wyrażono literowo.

Tabela 1. Rozkład opadów i temperatury powietrza w miesiącach wegetacji lnu oleistego na tle wielolecia

Table 1. The range of rainfall and air temperature in vegetation period of linseed comparing to long-term data

Lata – Years	Miesiące – Months					
	III	IV	V	VI	VII	VIII
Temperatura – Temperature (°C)						
2011	3,9	11,4	14,5	19,3	18,3	19,2
2012	5,8	9,3	15,7	16,8	19,8	19,4
1957–2011	3,2	8,3	13,6	16,8	18,4	17,9
Opady – Rainfalls (mm)						
2011	17,7	12,3	20,9	56,7	94,2	66,3
2012	14,0	16,3	19,5	99,0	71,8	95,2
1957–2011	33,3	31,6	54,8	66,0	82,4	68,7

WYNIKI I DYKUSJA

Wschody i zagęszczenie roślin w trakcie wegetacji lnu oleistego przedstawia tabela 2. Ciepłszy i o połowę mniejszymi niż przeciętnie opadami marzec oraz brak lub niewielka ilość opadów po siewie w obu latach badań znacznie utrudniała kiełkowanie i wschody niezależnie od ilości wysianych nasion na m². Nasiona odmiany Jantarol mimo że charakteryzowały się tylko nieznacznie mniejszą zdolnością kiełkowania, wschodziły znacznie gorzej od nasion odmiany Bukoz, przez co liczba roślin po wschodach na jednostce powierzchni u tej odmiany zdecydowanie odbiegała od ilości wysianych nasion (od 400 do 1000 nasion·m⁻²) i wahała się odpowiednio od 141 do 302 roślin·m⁻². Znacznie lepsze wschody (82%) i zbliżoną do wysianych nasion obsadę roślin po wschodach (od 331 do 806) obserwowano u odmiany Bukoz. W trakcie wegetacji u obu odmian wystąpiły tylko nieznaczne zmiany w obsadzie i liczba roślin

przed zbiorem była bardzo zbliżona do tej po wschodach (tab. 2). Obsady roślin na jednostce powierzchni znacznie mniejsze od faktycznej liczby wysianych nasion, otrzymywali również inni autorzy. Tylko połowa nasion weszła w badaniach prowadzonych we Francji przez Flenet i in. [2006], którzy wykazali, że trudności w utrzymaniu właściwej obsady roślin wynikają z niskiej i niezależnej od odmiany polowej zdolności wschodów nasion formy oleistej lnu. Nasiona o jasnej barwie jak wykazano u rzepaku żółtonasiennego posiadają znacznie cieńszą okrywę nasienną, z czym związane jest pogorszenie odporności na patogeny i cechy mechaniczne nasion [Hernacki i in. 2009]. Zubal [2001] uważa zaś, że obsadę roślin silnie korygują warunki siedliska, natomiast siła oddziaływania ilości wysiewu na zagęszczenie ładu jest mała.

Tabela 2. Wpływ badanych czynników na wschody i obsadę roślin badanych odmian lnu oleistego
 Table 2. Effect of estimated factors on the percentage of emergence and plant population of linseed cultivars

Czynniki Factors	% wschodów % emergence			Liczba roślin na m ² – Number of plants per m ²					
				po wschodach after emergence			przed zbiorem before harvest		
	Jantarol	Bukoz	Średnio Mean	Jantarol	Bukoz	Średnio Mean	Jantarol	Bukoz	Średnio Mean
Lata – Years									
2011	33,4 a	71,6 b	52,5	229 a	501 b	365	226 a	496 b	361
2012	31,2 a	92,0 a	61,6	214 a	641 a	428	213 a	634 a	423
NIR _{0,05} –LSD _{0,05}	9,4		r.n.	58		r.n.	57		r.n.
Gęstość siewu (nasion·m ⁻²) – sowing density (seeds·m ⁻²)									
400	35,2	82,8	59,0	141 c	331 e	236 e	139 c	329 e	234 e
550	35,5	80,7	58,1	195 bc	444 d	320 d	194 bc	441 d	317 d
700	29,4	85,2	57,3	206 bc	596 c	401 c	204 bc	586 c	395 c
850	31,1	79,8	55,4	264 ab	678 b	471 b	261 ab	672 b	467 b
1000	30,2	80,6	55,4	302 a	806 a	554 a	298 a	796 a	547 a
NIR _{0,05} –LSD _{0,05}	r.n.		r.n.	79		49	79		49
Średnio odmiana Mean cultivar	32,3 b	81,8 a	–	222 b	571 a	–	219 b	565 a	–
NIR _{0,05} –LSD _{0,05}	6,7		–	41		–	41		–

r.n. – różnica nieistotna – no significant differences

Wartości oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie – The values marked on the same letters are no significantly different

Na wzrost i rozwój roślin lnu a zwłaszcza fazę kwitnienia, w większym stopniu wpływały warunki hydro-termiczne (lata) i odmiana niż badane gęstości siewu. Szybki wzrost i rozwój roślin lnu w obu latach badań dość długo hamował znaczący niedobór opadów w kwietniu i maju, który zwłaszcza w pierwszym roku również nieco przyspieszył i wyraźnie skrócił fazę ich kwitnienia. W drugim roku badań (2012), o połowę wyższe od normy opady w czerwcu zdecydowanie wydłużyły fazę kwitnienia, a deszcze w pierwszej dekadzie lipca spowodowały

nawet powtórne kwitnienie obu odmian lnu, co w efekcie przyczyniło się do nierównomiernego dojrzewania nasion. Zróżnicowana obsada roślin nieznacznie ale istotnie wpływała na termin rozpoczęcia i długość kwitnienia. Rośliny rosnące w większym zagęszczeniu istotnie wcześniej rozpoczynały kwitnienie oraz dłużej ono trwało. Istotne różnice w kwitnieniu wystąpiły także między odmianami. Wcześniej rozpoczynała i kończyła kwitnienie oraz trwało krócej u odmiany Bukoz (tab. 3). Badania Zająca i in. [2001] wykazały, że terminy osiągnięcia poszczególnych faz rozwojowych korespondowały z powierzchnią liści pędu głównego i zbiorczą powierzchnią liści łanu lnu. Autorzy Ci stwierdzili, że mniejsza ilość wysiewu prowadziła do wykształcenia przez pędy istotnie większej powierzchni liści w porównaniu do bardziej zagęszczonego łanu. Wielkość powierzchni liści decyduje tymczasem o ilości absorbowanej energii promieniowania fotosyntetycznie czynnego, co ma istotne znaczenie dla tempa wzrostu i rozwoju roślin.

Badane w doświadczeniu ilości wysiewu modyfikowały pokrój roślin przed zbiorem. Wraz ze wzrostem zagęszczenia zbierane rośliny obu odmian były istotnie niższe i tworzyły istotnie mniej rozgałęzień (tab. 3). Z elementów struktury plonu zróżnicowana obsada roślin w istotny sposób modyfikowała tylko liczbę torebek na roślinie. Rośliny rosnące w większym zagęsz-

Tabela 3. Wpływ badanych czynników na termin i czas kwitnienia oraz pokrój roślin lnu przed zbiorem

Table 3. Effect of estimated factors on time of flowering and morphological features of linseed before harvesting

Czynniki Factors	*Początek kwitnienia Beginning of flowering	*Koniec kwitnienia End of flowering	Liczba dni kwitnienia Number of days of flowering	Wysokość roślin Height of plants (cm)	Liczba rozgałęzień Number of branches
Lata – Years					
2011	154 b	168 b	14 b	45,0 b	4,0 b
2012	156 a	190 a	34 a	63,5 a	6,8 a
NIR _{0,05} –LSD _{0,05}	0,4	0,4	0,7	4,2	1,6
Gęstość siewu – Sowing density [nasion – seeds m ⁻²]					
400	155 a	179	24 b	57,4 a	6,8 a
550	155 a	179	24 b	54,3 ab	5,2 b
700	154 b	179	25 a	53,6 ab	5,6 ab
850	154 b	179	25 a	53,5 ab	4,9 b
1000	154 b	179	25 a	52,2 b	4,5 b
NIR _{0,05} –LSD _{0,05}	0,3	r.n.	0,3	4,3	1,4
Odmiana – Cultivar					
Jantarol	158 b	183 b	25 b	59,7 b	6,7 b
Bukoz	152 a	175 a	23 a	48,7 a	4,1 a
NIR _{0,05} –LSD _{0,05}	0,1	0,2	0,2	1,2	0,6

* Liczba dni od 1 stycznia – days from 1 January

r.n. – różnica nieistotna – no significant differences

Wartości oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie – The values marked on the same letters are no significantly different

czeniu tworzyły istotnie mniej torebek na pojedynczej roślinie, nieistotnie natomiast różniły się liczbą torebek na jednostce powierzchni i liczbą nasion w torebce oraz masą 1000 nasion i masą nasion w torebce (tab. 4). W pracach innych autorów [Casa i in. 1999, Zając i Kulig 2001] odnoszących się do elementów struktury plonu, wartości tych cech również nie podlegały istotnym zmianom w wyniku oddziaływania czynników doświadczalnych, co jak twierdzą Ci ostatni dowodzi ich dużej zmienności i zarazem dużej plastyczności tego gatunku na czynniki zewnętrzne. Badania przeprowadzone przez Zająca i Kuliga [2001] wykazały, że liczba torebek na pędzie lnu była cechą stabilną i podobnie jak liczbę nasion w torebce nie różnicowały istotnie badane ilości wysiewu nasion (600, 900 i 1200 nasion·m⁻²). Również wysokość roślin i wykształcanie bocznych rozgałęzień nie zależało od ilości wysiewu.

Tabela 4. Wpływ badanych czynników na elementy plonu lnu oleistego
Table 4. Effect of estimated factors on yield components of linseed cultivars

Czynniki Factors	Liczba torebek na roślinie No. capsules per plant	Liczba torebek na m ² No. of capsules per m ²	Liczba nasion w torebce No. of seeds in the capsules	Masa 1000 nasion (g) Weight of 1000 seeds (g)	Masa nasion w torebce (mg) Weight of seeds in capsules (mg)
Lata – Years					
2011	15,6 b	4810 b	9,23 a	7,43 a	68,7 a
2012	39,6 a	11823 a	8,75 b	7,22 b	63,3 b
NIR _{0,05} –LSD _{0,05}	21,6	2578	0,41	0,15	4,0
Gęstość siewu (nasion m ⁻²) – Sowing density (seeds m ⁻²)					
400	35,7 a	7457	8,93	7,44	66,6
550	28,6 ab	7509	9,07	7,38	67,0
700	28,0 ab	8335	8,98	7,33	65,9
850	24,3 b	9215	9,03	7,26	65,7
1000	21,3 b	9174	8,94	7,21	64,6
NIR _{0,05} –LSD _{0,05}	8,9	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
Odmiana – Cultivar					
Jantarol	39,1 a	8134	9,30 a	7,64 a	71,0 a
Bukoz	16,5 b	8542	8,68 b	7,02 b	60,9 b
NIR _{0,05} –LSD _{0,05}	3,3	r.n.	0,2	0,2	2,1

r.n. – różnica nieistotna – no significant differences

Wartości oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie – The values marked on the same letters are no significantly different

Badane odmiany istotnie różniły się pokrojem roślin i komponentami plonu. Niezależnie od ilości wysiewu, rośliny odmiany Jantarol były przed zbiorem istotnie wyższe, istotnie więcej tworzyły rozgałęzień i torebek oraz nasion w torebce, które charakteryzowała istotnie większa masa 1000 nasion i większa masa nasion w torebce (tab. 4). Wyższe wartości tych cech u tej odmiany były głównie efektem znacznie mniejszej względem odmiany Bukoz przeciętnej obsady roślin przed zbiorem (odpowiednio 219 i 565 szt.·m⁻²).

Przeprowadzona analiza wariancji wykazała, że badane gęstości siewu tylko nieistotnie różnicowały średnie plony nasion i słomy lnu oleistego. Nie wykazano również istotnego współdziałania badanych odmian z gęstością siewu zarówno w plonie nasion jak i plonie słomy (tab. 5). Można jednak zauważyć, że odmianie Bukoz, której obsada roślin przed zbiorem

Tabela 5. Wpływ badanych czynników na plon nasion i słomy lnu oleistego
Table 5. Effect of estimated factors on yield seeds and straw of linseed

Czynniki Factors	Plon nasion (t·ha ⁻¹) Yield seeds (t·ha ⁻¹)			Plon słomy (t·ha ⁻¹) Yield straw (t·ha ⁻¹)		
	Jantarol	Bukoz	średnio mean	Jantarol	Bukoz	średnio mean
Lata – Years						
2011	1,59 a	1,86 b	1,72 b	2,40 b	2,13 b	2,27 b
2012	1,72 a	3,40 a	2,56 a	2,85 a	3,25 a	3,05 a
NIR _{0,05} –LSD _{0,05}	0,22		0,07	0,26		0,46
Gęstość siewu – Sowing density (nasion – seeds·m ⁻²)						
400	1,54	2,69	2,11	2,41	2,75	2,58
550	1,63	2,69	2,16	2,58	2,78	2,68
700	1,64	2,80	2,22	2,47	2,90	2,69
850	1,68	2,54	2,11	2,38	2,75	2,56
1000	1,77	2,45	2,11	2,73	2,82	2,78
NIR _{0,05} –LSD _{0,05}	r.n.		r.n.	r.n.		r.n.
Odmiana – Cultivar	1,65 b	2,63 a	–	2,62	2,69	–
NIR _{0,05} –LSD _{0,05}	0,16		–	r.n.		–

r.n. – różnica nieistotna – no significant differences

Wartości oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie – The values marked on the same letters are no significantly different

była zbliżona do ilości wysianych nasion, najwyższe plony nasion i słomy gwarantowała liczba około 550 roślin·m⁻², którą otrzymano wysiewając 700 nasion·m⁻². Zwiększenie ilości wysiewu do 850 lub 1000 nasion·m⁻² powodowało u tej odmiany nieistotne obniżenie plonu nasion oraz plonu słomy. Natomiast u odmiany Jantarol, która charakteryzowała się zdecydowanie mniejszą od zakładanej obsadą roślin, niewielki wzrost plonu nasion obserwowano do najwyższej ilości wysiewu (1000 nasion·m⁻²). Odmiana ta względem odmiany Bukoz charakteryzowała się jednak prawie o połowę (40%) niższym plonem nasion, natomiast tylko nieistotnie różniła się plonem słomy. Zajac [2004] twierdzi, że zbyt mała obsada roślin niekorzystnie wpływa na plon nasion, mimo że odmiany tego gatunku przy małej obsadzie dążą do kompensacji poprzez tworzenie rozgałęzień i zwiększając komponenty plonu. Jego badania [Zajac 2005] wykazały, że wysiew 300 nasion·m⁻² dał plon istotnie niższy (o 7,4%) w stosunku do plonu uzyskanego po wysianiu 600 nasion·m⁻². Diepenbrock i in. [1995] na podstawie wielu doświadczeń wykazali, że najlepsze efekty produkcyjne dawał wysiew 400–600 nasion·m⁻². Zajac i Kulig [2001]

stwierdzają, że brak istotnego zróżnicowania plonu nasion, jaki uzyskali w obrębie badanych gęstości siewu (600, 900 i 1200 nasion·m⁻²), przemawia za stosowaniem mniejszej ilości siewu nasion lnu. Jednocześnie uważają oni, że brak jest uzasadnienia by stosować ilości siewu lnu, poniżej 600 sztuk kielkujących nasion na 1 m². Przestrzegają oni również by nie stosować norm zbyt wysokich (powyżej 1000 nasion·m⁻²) gdyż znacznie zwiększają ryzyko wylegania roślin. Aby zminimalizować skłonność do wylegania roślin lnu oleistego Turner [1991] uważa że, optymalne zagęszczenie powinno wynosić 400 sztuk·m⁻².

Na pokrój roślin oraz wielkość plonu nasion i jego cechy składowe istotny wpływ miały lata badań, zwłaszcza warunki hydro-termiczne w okresie wegetacji. Niekorzystne warunki pogodowe w fazie intensywnego wzrostu lnu (niedobór opadów) w pierwszym roku badań (2011) sprawiły, że badane odmiany plonowały istotnie gorzej a pojedyncze rośliny obu genotypów były przed zbiorem zdecydowanie niższe oraz tworzyły o połowę mniej rozgałęzień i torebek od roślin zebranych w drugim roku badań kiedy to warunki wilgotnościowe były znacznie bardziej korzystne. Mniejszą liczbę torebek rośliny częściowo kompensowały poprzez istotne zwiększenie pozostałych elementów struktury plonu: liczbę nasion w torebce, masę 1000 nasion oraz masę nasion w torebce (tab. 3–5). Również wieloletnie badania Casy i in [1999] wykazały duże zdolności adaptacyjne lnu oleistego do warunków uprawy, które sprawiły, że dochodziło do częściowej kompensacji pomiędzy poszczególnymi składnikami struktury plonu. Na silny wpływ czynników siedliska związany z różnym przebiegiem pogody, w kształtowaniu wysokości plonu jak i wartości poszczególnych składników struktury plonu nasion lnu oleistego wskazują inne badania [Grant i in. 1999, Wielebski 2012, Zajac i in. 2002]. Ci ostatni podobnie jak Grant i in. [1999] twierdzą, że warunki glebowo-klimatyczne mają silny wpływ na rozwój roślin, zwłaszcza indeks liści, co determinuje zmienne plonowanie lnu oleistego w latach. Diepenbrock i in. [1995] na podstawie licznych doświadczeń stwierdzają, że dzięki dużej plastyczności w rozwoju, plonowanie lnu oleistego w większym stopniu kształtowane jest przez warunki siedliska niż ilość wysiewu.

WNIOSKI

1. Czynniki doświadczenia (ilość wysiewu i odmiana) oraz warunki hydrotermiczne istotnie kształtowały obsadę roślin na jednostce powierzchni. W warunkach przesuszenia gleby oraz niedoborów opadów jakie wystąpiły po siewie w obu latach badań, gorsze wschody i mniejszy odsetek roślin wschodzących obserwowano u żółtonasiennej odmiany Jantarol.
2. Zróżnicowana obsada roślin w istotny sposób modyfikowała pokrój roślin przed zbiorem (wysokość roślin i liczbę rozgałęzień) a z elementów struktury plonu tylko liczbę torebek na roślinie.
3. Badane ilości wysiewu nasion nie wpłynęły istotnie na wielkość plonu nasion i słomy; nie wykazano również istotnego współdziałania badanych odmian z gęstością siewu.
4. Pokrój roślin oraz plon nasion i jego komponenty istotnie kształtowały czynniki siedliska, zwłaszcza warunki wilgotnościowo-termiczne w okresie wegetacji.
5. Badane odmiany lnu oleistego wykazały duże zdolności kompensacyjne; liczba roślin na jednostce powierzchni była równoważona głównie przez liczbę rozgałęzień i torebek na roślinie.

PIŚMIENNICTWO

- Antonkiewicz J., Zajac T. 2003. Zawartość wybranych pierwiastków w lnie oleistym (*Linum usitatissimum* L.) w zależności od stadium rozwojowego i części roślin. *Chemia Inż. Ekol.* 10(9): 849–855.
- Bocianowski J., Silska G., Praczyk M. 2013. Analiza współzależności między plonem nasion a cechami ilościowymi lnu oleistego (*Linum usitatissimum* L.). *Rośl. Oleiste/Oilseed Crops* 34(2): 267–278.
- Casa R., Russell G., Lo Cascio B., Rossini F. 1999. Environmental effects on linseed (*Linum usitatissimum* L.) yield and growth of flax at different stand densities. *Europ. J. Agron.* 11: 267–278.
- Diepenbrock W., Leon J., Clasen K. 1995. Yielding ability and yield stability of linseed in Central Europe. *Agron. J.* 87: 84–88.
- FAOSTAT 2015 (www.faostat.fao.org.)
- Flenet F., Guerif M., Boiffin J., Dorvillez D., Champoliver L. 2006. The critical N dilution curve for linseed (*Linum usitatissimum* L.) is different from other C3 species. *Europ. J. Agron.* 24: 367–373.
- Grant C.A., Dribnenki J.C.P., Bailey L.D. 1999. A comparison of the yield response of solin (cv. Linola 947) and flax (cvs. McGregor and Vimy) to application of nitrogen, phosphorus, and Provide (*Penicillium bilaji*). *Can. J. Plant Sci.* 79: 527–533.
- Hernacki B., Bartkowiak-Broda I., Piotrowska A., Cegielska-Taras T. 2009. Rozważania nad mapowaniem genetycznym QTL odpowiedzialnym za cechę żółtonasienności rzepaku ozimego (*Brassica napus* L.). *Biul. IHAR* 253: 221–229.
- Jelińska M. 2005. Kwasy tłuszczowe – czynniki modyfikujące procesy nowotworowe. *Biul. Wydz. Farm. AM, Warszawa*, 1: 1–14.
- Mrozińska J. 1990. Kształtowanie się krajowej bazy włókien naturalnych na tle sytuacji na rynkach światowych. *Natural Fibres* 34.
- Muśnicki Cz. 2003. Len oleisty. Szczegółowa uprawa roślin. Jasińska Z., Kotecki A. (red.). *Wyd. AR Wrocław*, T. 2: 493–495.
- Piotrowska A., Furowicz B. 1998. Postęp w hodowli jasnosiennego lnu oleistego. *Rośl. Oleiste/Oilseed Crops* 19(2): 641–643.
- Turner J.A. 1991. Linseed plant populations relative to cultivar and fertility. *Asp. Appl. Biol. - Production and Protection of Linseed* 28: 41–48.
- Wałkowski T., Ladek A., Piotrowska A. 1998. Len oleisty. *Wyd. IHAR Poznań*, ss. 36.
- Wielebski F. 2012. Zawartość substancji szkodliwych w nasionach i słomie lnu oleistego (*Linum usitatissimum* L.) uprawianego w bezpośrednim sąsiedztwie szlaków komunikacyjnych. *Rośl. Oleiste/Oilseed Crops* 23(1): 113–126.
- Zajac T. 2004. Analiza rozgałęziania się roślin lnu oleistego (*Linum usitatissimum* L.) z uwzględnieniem wkładu tego procesu w zmienność i współzależność cech. *Acta Agrobot.* 57(1–2): 187–205.
- Zajac T. 2005. Powierzchnia asymilacyjna i plonowanie odmian lnu oleistego w zależności od gęstości siewu i nawożenia mineralnego. *Acta Agr. Silv., ser. Agraria* 45: 65–76.
- Zajac T., Borowiec F., Micek P. 2001. Porównanie produktywności, składu chemicznego i profilu kwasów tłuszczowych żółtych i brązowych nasion lnu oleistego. *Rośl. Oleiste/Oilseed Crops* 22(2): 441–454.
- Zajac T., Klima K., Borowiec F., Witkiewicz R., Barteczko J. 2002. Plonowanie odmian lnu oleistego w różnych warunkach siedliska. *Rośl. Oleiste/Oilseed Crops* 22(2): 275–286.
- Zajac T., Kulig B. 2001. Oszacowanie wpływu wybranych czynników agrotechnicznych na plonowanie lnu oleistego w doświadczeniu 3⁴. *Rośl. Oleiste/Oilseed Crops* 22(2): 597–608.
- Zajac T., Oleksy A., Kulig B., Klimek A. 2010. Uwarunkowania plonowania formy oleistej lnu zwyczajnego (*Linum usitatissimum* L.) oraz jej znaczenie żywieniowe i lecznicze. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 9(2): 47–63.
- Zubal P. 2001. Vplyv terminu sejby, vysevku a vyzivy na urodu lanu siateho olejneho (*Linum usitatissimum* L.). *Ved. Prace Vys. Ust. Rastl. Vyr. Piestany* 30: 33–38.

F. WIELEBSKI, M. WÓJTOWICZ, S. SPASIBIONEK

**EFFECT OF SOWING DENSITY AND HABITAT CONDITIONS ON SEED YIELD,
MORPHOLOGICAL PLANT CHARACTER AND YIELD STRUCTURE OF YELLOW AND
BROWN LINSEED CULTIVARS (*LINUM USITATISSIMUM* L.).**

Summary

The response of two linseed varieties (brown seeded – Bukoz and yellow seeded – Jantarol) to five sowing density (400, 550, 700, 850, and 1000 seeds·m⁻²) was investigated. The field trials in a design of split-plot and four replications were carried out in Łagiewniki (51°46' N, 17°14' E) in years 2011–2012. The study showed that in the conditions of drying soil and precipitation deficiency after sowing in both years of the investigations, lower field germination and a smaller percentage of emerging plants of yellow seeded variety Jantarol was observed in. Sowing density only insignificantly differentiated average yields of seeds and straw of linseed. There was no significant interaction between the tested varieties and sowing density in seed yield and straw yield. Irrespective of the sowing density, Jantarol variety was characterized by lower seed yield (40%) in comparison with variety Bukoz, while not significantly differed in yield of straw. Plant density significantly modified the plant habit before harvest (plant height and number of branches), and among the yield components only the number of capsules per plant. Significant impact on the habit of plants, seed yield and its components were influenced by the habitat conditions, in particular by the hydro-thermal conditions. Tested variety of linseed have shown a big abilities to the compensation. The number of plants per area unit was mostly compensated by the number of branches and capsules per plant.

Key words: linseed, sowing density, yield and yield components, morphological traits, habitat conditions

Zaakceptowano do druku – *Accepted for print*: 30.05.2016

Do cytowania – *For citation*

Wielebski F., Wójtowicz M., Spasibionek S. 2016. Wpływ gęstości siewu i warunków siedliskowych na plon nasion oraz cechy morfologiczne i elementy struktury plonu żółto i brązowonasiennych odmian lnu oleistego (*Linum usitatissimum* L.). *Fragm. Agron.* 33(3): 124–133.