

WPLYW TERMINU I GĘSTOŚCI SIEWU ORAZ WARUNKÓW POGODOWYCH NA PLONOWANIE MORFOTYPÓW RZEPAKU OZIMEGO O TRADYCYJNYM I PÓŁKARŁOWYM TYPIE WZROSTU

FRANCISZEK WIELEBSKI¹, MAREK WÓJTOWICZ

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

Synopsis. Podstawę badań stanowiło ściśle doświadczenie polowe prowadzone w latach 2013–2015 na polach Gospodarstwa Łagiewniki (51°46' N, 17°14' E) należące do Spółki Hodowla Roślin Smolice. W doświadczeniu badano wpływ terminu siewu (wczesny, zalecany, opóźniony, późny) oraz gęstości siewu (40; 80 i 120 nasion·m⁻²) na plon nasion i komponenty plonu morfotypów rzepaku ozimego o tradycyjnym (odmiana populacyjna Starter i mieszańcowa zrestorowana F₁ Poznaniak) i półkarłowym (mieszańcowa zrestorowana F₁ PR45D03) typie wzrostu. Obsada około 26 roślin na jednostce powierzchni przed zbiorem jaką uzyskano po wysiewie 40 nasion·m² nie gwarantowała badanym odmianom najwyższych plonów jakie zapewniała ilość około 50 i 65 roślin, którą otrzymano wysiewając odpowiednio 80 i 120 kielkujących nasion m². Nie wykazano w plonie istotnych zależności między gęstością siewu i odmianami. W sprzyjających warunkach pogodowych w czasie formowania rozety (długa i ciepła jesień) i zimowania jakie wystąpiły we wszystkich latach badań, oddziaływanie terminu siewu na plon nasion zależało od ilości i rozkładu opadów w okresie wiosenno-letniej wegetacji. W warunkach dobrego zaopatrzenia roślin w wodę (lata 2013 i 2014), opóźnienie terminu siewu (o 7 i 14 dni) tylko nieistotnie różnicowało plon nasion badanych odmian względem terminu optymalnego, natomiast istotnie zwiększało masę plonu w stosunku do terminu najwcześniejszego. W przypadku wystąpienia dużych niedoborów opadów wiosną (2015 rok) najlepiej plonowały rzepaki siane w terminie najwcześniejszym. Odmiana PR45D03 o półkarłowym typie wzrostu korzystnie reagowała plonem nasion na wcześniejszy termin siewu natomiast odmiany o standardowym typie wzrostu (bardzo wczesna odmiana populacyjna Starter i mieszańcowa zrestorowana Poznaniak) dobrze tolerowały opóźnienie terminu siewu. Opóźnianie terminu siewu prowadziło do spadku liczby rozgałęzień bocznych na roślinie i masy 1000 nasion oraz wzrostu wylegania roślin, natomiast nieistotnie tylko różnicowało wysokość roślin a z komponentów plonu liczbę łuszczyń na roślinie i liczbę nasion w łuszczyźnie. Wartości tych cech (oprócz liczby nasion w łuszczyźnie) istotnie zmniejszyły się również wraz ze wzrostem zagęszczenia roślin na jednostce powierzchni.

Słowa kluczowe: rzepak ozimy, odmiana, termin siewu, gęstość siewu, komponenty plonu, plon

WSTĘP

Termin siewu jest jednym z czynników decydujących o zimotrwałości i najważniejszym beznakładowym czynnikiem plonowania [Muśnicki i Budzyński 2005]. Podobnie ilość siewu w znaczący sposób wpływa na rozwój i morfologię roślin rzepaku oraz kształtuje plon i elementy składowe plonu nasion rzepaku [Budzyński in. 1985a, Zając i in. 1997]. W wyniku dużego

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

postępu hodowlanego do uprawy wchodzą coraz to nowe zróżnicowane morfologicznie kreacje hodowlane rzepaku wymagające określenia ich reakcji rozwojowo-produkcyjnej na termin i gęstość siewu. Wyniki badań doświadczalnych i produkcyjnych wskazują na większą dynamikę wzrostu i znacznie większy potencjał plonotwórczy odmian mieszańcowych rzepaku w porównaniu do populacyjnych [Bartkowiak-Broda 2005]. Dużym zainteresowaniem cieszą się odmiany półkarłowe aktualnie wdrażane do uprawy. Ich reakcja jest dotychczas stosunkowo słabo rozpoznana. Duża zmienność cech morfologicznych nowych odmian wymaga ciągłego doskonalenia elementów agrotechniki, również wobec zmieniającej się sytuacji agroklimatycznej wywołanej przez globalne ocieplenie. Weryfikacji badawczej wymagają pytania co do znaczenia bardzo wczesnych jak i opóźnionych terminów siewu co często motywowane jest dłuższą jesienną wegetacją roślin jako następstwa ocieplania klimatu. Rzepak dla wykształcenia prawidłowej rozety potrzebuje sumy średniodobowych temperatur powietrza na poziomie ok. 800–850°C [Muśnicki 2005]. Rozeta o właściwym pokroju mająca przed zimą 8–9 liści osadzonych na krótkim hipokotylu jest odporna na wymarzenie, a także warunkuje wysoki poziom plonowania rzepaku, bowiem już jesienią w kątach liści tworzą się zawiązki rozgałęzień i kwiatów [Budzyński 2010]. Dotychczasowe badania nie potwierdziły możliwości znacznego opóźnienia terminu siewu jako następstwa lepszego rozwoju roślin rzepaku w warunkach wydłużającej się jesiennej wegetacji [Jankowski i Budzyński 2007, Ratajczak i in. 2017].

Celem badań było określenie wpływu terminu i gęstości siewu na plonowanie i komponenty plonu trzech zróżnicowanych morfologicznie typów odmian rzepaku ozimego (odmiana populacyjna, mieszańcowa o tradycyjnym i półkarłowym typie wzrostu).

MATERIAŁ I METODY

Trzyczynnikowe doświadczenia polowe prowadzono w latach 2013–2015 w Gospodarstwie Łagiewniki (51°46' N, 17°14' E) należącym do Spółki Hodowla Roślin Smolice. Zakładano je w układzie losowanych podbloków, w których badano w kolejności:

czynnik I – termin siewu: wczesny – 20 sierpnia; zalecany – 27 sierpnia; opóźniony – 3 września; późny – 10 września

czynnik II – gęstość siewu (liczba nasion na 1 m²): 40, 80, 120

czynnik III – odmiana o typie wzrostu:

– tradycyjnym: populacyjna Starter i mieszańcowa zrestorowana F₁ Poznaniak (Hodowla Roślin Strzelce)

– półkarłowym: mieszańcowa zrestorowana F₁ PR45D03 (Hodowca firma Pioneer)

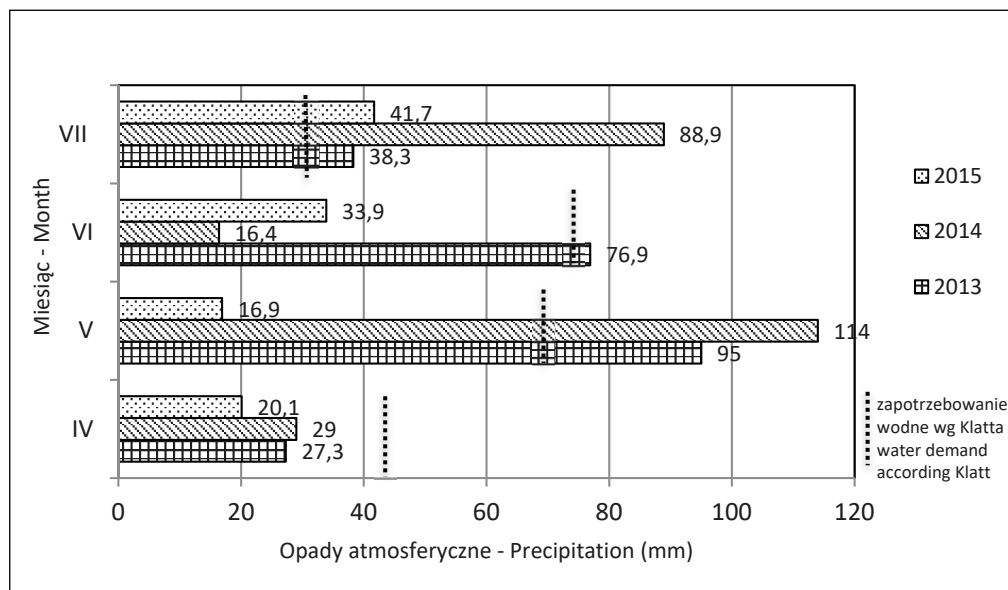
Doświadczenie zlokalizowano na glebie brunatnej właściwej, kompleksu pszennego dobrego, klasy bonitacyjnej IIIa. Gleba charakteryzowała się obojętnym odczynem, bardzo wysoką bądź wysoką zasobnością w przyswajalne formy fosforu i potasu oraz wysoką w magnez. Przedplonem w pierwszym roku badań (2013) był jęczmień jary, natomiast w dwóch pozostałych latach (2014 i 2015) była pszenica ozima. Przedsięwzięcie zastosowano nawożenie w ilości 20–60–90 kg·ha⁻¹ NPK w formie polifoski. Nasiona badanych odmian w tygodniowych odstępach i w rozstawie 30 cm wysiano na poletkach o powierzchni 13,2 (do zbioru 9,6) m² w terminie i ilości zgodnej ze schematem doświadczenia. Do posiewnego zwalczania chwastów zastosowano Butisan Star 3 l·ha⁻¹. Wiosną azot stosowano w saletrze amonowej w dwóch częściach: 100 kg·ha⁻¹ N – ruszenie wegetacji (BBCH 20) i 60 kg·ha⁻¹ N – początek pąkowania (BBCH 50). Wraz z pierwszą dawką azotu zastosowano 45 kg·ha⁻¹ S w formie siarczanu amonu.

Szkodniki zwalczano stosując Fastac 0,12 l·ha⁻¹ (BBCH 21), Karate 0,2 l·ha⁻¹ (BBCH 51), Mospilan 0,12 l·ha⁻¹ (BBCH 55). W celu przyspieszenia dojrzewania dokonano oprysk prepara-

tem Roundup 2 l·ha⁻¹ (BBCH 87). Zbiór kombajnem przeprowadzono w połowie lub pod koniec drugiej dekady lipca.

Zagęszczenie roślin rzepaku na jednostce powierzchni określono z każdego poletka: jesienią przed zahamowaniem wegetacji oraz wiosną – po ruszeniu wegetacji i bezpośrednio przed zbiorem. Przed zbiorem z dwóch losowych miejsc każdego poletka wybrano 5 kolejnych roślin w celu określenia ich wysokości, liczby rozgałęzień i liczby łuszczyń na roślinie. Liczbę nasion w łuszczyńce określono na 25 losowo wybranych łuszczyńcach z górnej, środkowej i dolnej partii gron owoconośnych. Masę 1000 nasion określono w czterech próbach po 100 nasion. Zebrane dane poddano analizie statystycznej za pomocą pakietu STATISTICA. Istotność różnic określono testem Tukeya na poziomie istotności $p = 0,05$.

Przebieg pogody wiosną w poszczególnych latach badań znacznie odbiegał od średnich z wielolecia. W pierwszych dwóch latach badań (2013, 2014) notowano opady w okresie od kwietnia do lipca na poziomie około 240 mm, czyli w pełni pokrywające potrzeby wodne rzepaku określone przez Klatta (rys. 1). W ostatnim cyklu badań (2015) suma opadów wynosiła zaledwie 113 mm a duże niedobory (od 55% w kwietniu i czerwcu do 75% w maju) wystąpiły (za wyjątkiem lipca) we wszystkich miesiącach wiosennego rozwoju rzepaku. Początek wiosny każdego roku charakteryzował się niedoborem opadów w kwietniu (od 36 – 55%). Rozkład opadów w pozostałych miesiącach wiosennej wegetacji był bardzo zróżnicowany. Pełne pokrycie potrzeb wodnych we wszystkich stadiach rozwojowych rzepaku ozimego wystąpiło tylko w pierwszym roku badań. W drugim cyklu badań przy znacznie przekroczonych opadach w maju (o 163%) duży niedobór opadów notowano w czerwcu (prawie 80%) (rys. 1)



Rys. 1. Warunki wilgotnościowe w okresie wiosennej wegetacji (2013–2015)
 Fig. 1. Water conditions during spring vegetation period (2013–2015)

Warunki termiczne we wszystkich latach znacząco odbiegały od średnich z wielolecia (tab. 1). W pierwszym cyklu badań po długiej zimie i wyjątkowo chłodnym marcu (średnia

Tabela 1. Warunki termiczne w okresie wegetacji rzepaku
 Table 1. Thermal conditions during vegetation period of winter rape

Miesiące/Months	Temperatura/Temperatures (°C)			
	2012/2013	2013/ 2014	2014/ 2015	1957–2015
VIII	19,4	19,2	17,8	17,9
IX	14,5	12,6	15,4	13,6
X	8,3	10,4	10,4	8,9
XI	5,4	4,8	5,9	3,9
XII	-1,5	2,4	1,6	0,1
I	-2,3	-0,7	1,6	-1,4
II	-0,3	3,5	1,1	-0,3
III	-2,1	6,6	4,9	3,2
IV	8,3	10,2	7,9	8,3
V	14,6	13,2	13,4	13,6
VI	17,5	16,4	16,7	16,8
VII	20,2	21,5	20,4	18,6
Okres wegetacji/Vegetation period:				
Jesiennej/Autumn (IX–XI)	9,4	9,2	10,6	8,8
Zimowego spoczynku/Winter period (XII–III)	-1,5	2,9	2,3	0,4
Wiosennej/Spring (IV–VI)	15,2	15,3	14,6	13,8

temperatura o ponad 5°C niższa od wieloletniej), przeciętna temperatura utrzymywała się w kwietniu natomiast trochę wyższe od normy obserwowano średnie temperatury w maju (o 1°C) i czerwcu (o 0,7°C) oraz w lipcu (o 1,7°C).

W drugim roku badań po zimowym ale cieplejszym niż przeciętnie (o 0,8°C) styczniu, znacznie wyższe od przeciętnych temperatury utrzymywały się w lutym (o 3,9°C) a także po ruszeniu wegetacji w marcu i w kwietniu oraz w lipcu (odpowiednio o 3,4 i 1,9 oraz 2,9°C). Natomiast trochę niższe od normy notowano średnie temperatury w maju (o 0,4°C) i czerwcu (o 0,5°C).

Najmniej zimowo było w trzecim roku badań bowiem średnie temperatury wszystkich miesięcy zimowych były dodatnie i zdecydowanie wyższe od średnich wieloletnich (od 1,5 do 3,1°C). Po ruszeniu wegetacji w warunkach narastającego deficytu opadów (suszy) notowano nieznacznie tylko niższe od normy (od 0,1 do 0,4°C) średnie miesięczne temperatury w okresie od kwietnia do czerwca, natomiast wyższą temperaturę obserwowano (o 1,9°C) w lipcu.

WYNIKI I DYSKUSJA

Badane czynniki doświadczenia (termin i gęstość siewu, odmiana) istotnie różnicowały tempo wiosennego rozwoju roślin rzepaku, zwłaszcza fazę ich kwitnienia (tab. 2). Najwcześniej rozpoczynały i kończyły kwitnienie rośliny rzepaku zasiane w terminie najwcześniejszym.

Tabela 2. Wpływ badanych czynników na termin i długość kwitnienia oraz cechy morfologiczne roślin przed zbiorem (średnio 2013–2015)

Table 2. Effect of studied factors on time and duration of flowering and morphological features of winter rape before harvesting (mean 2013–2015)

Czynnik/Factor	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 I rzędu Number of primary branches	Wyleganie (skala 1–9) Lodging (1–9 scale)
Termin siewu/Date of sowing (A)						
Wczesny/Early	114	146	32	135	7,8	7,9
Zalecany/Recommendet	116	147	31	139	7,9	7,5
Opóźniony/Delayed	117	147	30	140	7,7	7,5
Późny/Late	118	147	29	139	7,1	7,4
NIR _{0,05} /LSD _{0,05}	0,5	0,6	0,5	r.n.	0,8	0,4
Gęstość siewu (szt.m ²)/Sowing density (number of seeds per 1 m ²) (B)						
40	117	147	30	142	9,1	8,3
80	117	147	30	137	7,2	7,4
120	117	147	30	135	6,6	7,0
NIR _{0,05} /LSD _{0,05}	r.n.	r.n.	r.n.	3,0	0,6	0,2
Odmiana/Cultivar (C)						
Starter	113	145	32	137	7,9	7,2
Poznaniak F ₁	120	147	27	151	8,0	7,6
PR45D03 F ₁	117	148	31	127	7,1	7,8
NIR _{0,05} /LSD _{0,05}	0,2	0,3	0,3	2,7	0,4	0,2
Lata/Years (D)						
2013	127	154	27	152	7,2	5,5
2014	107	139	32	134	7,3	8,2
2015	116	147	31	129	8,3	9,0
NIR _{0,05} /LSD _{0,05}	0,6	1,1	0,6	21,9	r.n.	0,7

*– Liczba dni od 1 stycznia/Days from 1 January

Każde opóźnienie terminu siewu (o 7 dni) skutkowało wiosną istotnie późniejszym (około 1 dzień) rozpoczęciem i zakończeniem kwitnienia oraz istotnym skróceniem czasu trwania tej fazy rozwoju. Na przebieg kwitnienia nie miała wpływu obsada roślin. Spośród badanych morfotypów, najwcześniej rozpoczynała i kończyła kwitnienie odmiana populacyjna Starter, natomiast najpóźniej kwitnienie rozpoczynał mieszaniec zrestorowany Poznaniak. Na kwitnienie istotny wpływ miały lata badań, bowiem termin i czas kwitnienia zależał głównie od warunków pogodowych wczesną wiosną. Badane odmiany najwcześniej rozpoczynały i kończyły kwitnienie oraz najdłużej trwało ono w drugim roku badań (2014), natomiast najpóźniej rozpoczynały i kończyły tę fazę oraz była ona najkrótsza (późna wiosna) w pierwszym cyklu badań (2013).

Badane czynniki doświadczenia w istotny sposób modyfikowały pokrój roślin przed zbiorem: wysokość roślin, liczbę rozgałęzień na roślinie i wyleganie roślin (tab. 2) oraz komponenty

plonu: liczbę łuszczyń na roślinie, liczbę nasion w łuszczyńce i masę 1000 nasion (tab. 3). Wartości tych cech (oprócz liczby nasion w łuszczyńce) istotnie zmniejszały się wraz ze wzrostem zagęszczenia roślin na jednostce powierzchni. Podobne badania [Ratajczak i in. 2017] wykazały, że wzrastające gęstości siewu (30, 40, 50 i 60 nasion·m⁻²) spowodowały istotne obniżenie liczby łuszczyń na roślinie oraz nieistotny spadek masy 1000 nasion, a zupełnie nie oddziaływały na liczbę nasion w łuszczyńce. Zróżnicowanie cech pokroju roślin i komponentów plonu ze wzrostem zagęszczenia wykazały również wcześniejsze badania własne [Wielebski i Wójtowicz 1998, 2001a, Wielebski 2007] oraz innych autorów [Budzyński i in. 1985a, Jankowski i Budzyński 2007, Malarz i in 2006, Muśnicki 1989]. Systematyczne opóźnianie terminu siewu prowadziło w badaniach własnych do spadku liczby rozgałęzień bocznych na roślinie i masy 1000 nasion oraz wzrostu wylegania roślin. Natomiast nieistotnie tylko różnicowało wysokość roślin, a z komponentów plonu liczbę roślin plonujących na jednostce powierzchni, liczbę łuszczyń na roślinie i liczbę nasion w łuszczyńce (tab. 3). Spadek liczby łuszczyń na roślinie i liczby nasion w łuszczyńce powodowało opóźnienie terminu siewu w badaniach Jankowskiego i Budzyńskiego [2007], a dodatkowo także zmniejszenie liczby rozgałęzień bocznych i masy 1000 nasion wykazały badania Ratajczak i in. [2017]. Wyraźne zmniejszenie tych wartości

Tabela 3. Elementy składowe plonu rzepaku ozimego (średnio 2013–2015)

Table 3. Yield components of winter oilseed rape (mean 2013–2015)

Czynnik/Factor	Liczba roślin przed zbiorem na 1 m ² No of plants before harvest per 1 m ²	Liczba łuszczyń na roślinie No of siliques per plant	Liczba nasion w łuszczyńce No of seeds per silique	Masa 1000 nasion Weight of 1000 seeds (g)
Termin siewu/Date of sowing (A)				
Wczesny/Early	47,6	260	20,8	4,81
Zalecany/Recommendet	48,1	257	20,4	4,78
Opóźniony/Delayed	47,4	259	21,2	4,79
Późny/Late	48,3	230	21,3	4,72
NIR _{0,05} /LSD _{0,05}	r.n.	r.n.	r.n.	0,07
Gęstość siewu (szt.m ²)/Sowing density (number seeds per 1 m ²) (B)				
40	26,9	339	21,5	4,82
80	51,5	222	20,5	4,77
120	65,2	194	20,8	4,74
NIR _{0,05} /LSD _{0,05}	3,6	34	r.n.	0,04
Odmiana/Cultivar (C)				
Starter	52,2	278	18,5	4,87
Poznaniak F ₁	48,2	247	23,1	4,83
PR45D03 F ₁	43,2	230	21,2	4,64
NIR _{0,05} /LSD _{0,05}	3,4	27	1,3	0,05
Lata/Years (D)				
2013	51,8	166	21,7	4,95
2014	47,2	322	21,2	4,68
2015	44,6	267	20,0	4,70
NIR _{0,05} /LSD _{0,05}	r.n.	59	r.n.	0,13

przy opóźnieniu siewu poza termin optymalny pokazały również wcześniejsze badania z odmianami tradycyjnymi oraz podwójnie uszlachetnionymi [Budzyński i in. 1985b, Jasińska i in. 1985, 1989, Muśnicki 1989], a także z mieszancami złożonymi [Wójtowicz i Wielebski 2001]. W badaniach własnych nie stwierdzono istotnego współdziałania terminu siewu i gęstości siewu jak również nie wykazano interakcji tych czynników z odmianą.

Wystąpiła kompensacja elementów plonowania, czego potwierdzeniem są występujące korelacje pomiędzy tymi cechami (tab. 4). U wszystkich badanych odmian liczba łuszczyń na roślinie ujemnie korelowała z obsadą roślin na jednostce powierzchni, natomiast była silnie dodatnio skorelowana przez liczbę rozgałęzień bocznych. Wzrost liczby rozgałęzień powodował zwiększenie liczby łuszczyń na roślinie. Z liczbą łuszczyń ujemnie korelowała masa 1000 nasion (istotnie tylko u odmiany półkarłowej PR45D03) oraz liczba nasion w łuszczyńce (istotnie tylko u mieszańca złożonego Poznaniak).

Tabela 4. Współczynniki korelacji między liczbą rozgałęzień na roślinie i niektórymi składowymi plonu badanych odmian rzepaku (średnio 2013–2015)

Table 4. Coefficients of correlation between number of branches per plant and some yield structure features of investigated oilseed rape cultivars (mean 2013–2015)

Odmiana Cultivar	F ₁ -F ₂	F ₁ -F ₃	F ₂ -F ₃	F ₃ -F ₄	F ₁ -F ₅	F ₃ -F ₅
Starter	-0,42*	-0,43*	0,71*	-0,07	0,09	0,08
Poznaniak F ₁	-0,52*	-0,47*	0,74*	-0,19	-0,10	-0,25*
PR45D03 F ₁	-0,64*	-0,50*	0,75*	-0,47*	-0,18	-0,06

F₁ – liczba roślin przed zbiorem/Number of plants before harvest; F₂ – liczba rozgałęzień na roślinie/Number of branches per plant; F₃ – liczba łuszczyń na roślinie/Number of siliques per plant; F₄ – masa 1000 nasion/Weight of 1000 seeds; F₅ – liczba nasion w łuszczyńce/Number of seeds per silique

* – korelacje istotne przy $\alpha = 0,05$ /correlations significant at $\alpha = 0,05$

Istotne różnice w pokroju roślin oraz w komponentach plonu wystąpiły między odmianami. Najniższym wzrostem roślin oraz najmniejszą liczbą rozgałęzień i wyleganiem charakteryzował się mieszaniec półkarłowy PR45D03, który wytwarzał także istotnie najmniej łuszczyń i nasion o najmniejszej MTN. Warto również podkreślić, że odmiana ta na zwiększone zagęszczenie reagowała mniejszym wyleganiem i spadkiem MTN. Z odmian o standardowym typie wzrostu, odmiana populacyjna Starter wytwarzała istotnie więcej łuszczyń wypełnionych jednak istotnie mniejszą liczbą nasion niż mieszaniec zrestorowany Poznaniak, który charakteryzował się największą liczbą nasion w łuszczyńce i najwyższym wzrostem roślin.

Obok czynnika genetycznego wartości tych cech istotnie kształtowane były przez warunki siedliskowe (lata). Najwyższe rośliny i najmniej zawiązanych na nich łuszczyń, które wypełniały nasiona o największej masie 1000 nasion obserwowano w pierwszym roku badań (2013). Najmniejsze rośliny (susza) zbierano w roku ostatnim (2015), a najwięcej zawiązanych łuszczyń na roślinie notowano w drugim cyklu badań (2014).

Badane czynniki doświadczenia istotnie różnicowały plon nasion badanych odmian rzepaku (tab. 5). Średnie wyniki z trzech lat dowodzą, że najwyższe plony zapewniała obsada 65 roślin·m² jaką uzyskano po wysiewie 120 nasion·m². Nieistotnie mniejsze plony gwarantował wysiew 80 nasion i obsadą 50 roślin·m², a tylko w obiektach z wysiewem 40 nasion·m²

Tabela 5. Plon nasion rzepaku ozimego
Table 5. Seed yield of winter oilseed rape

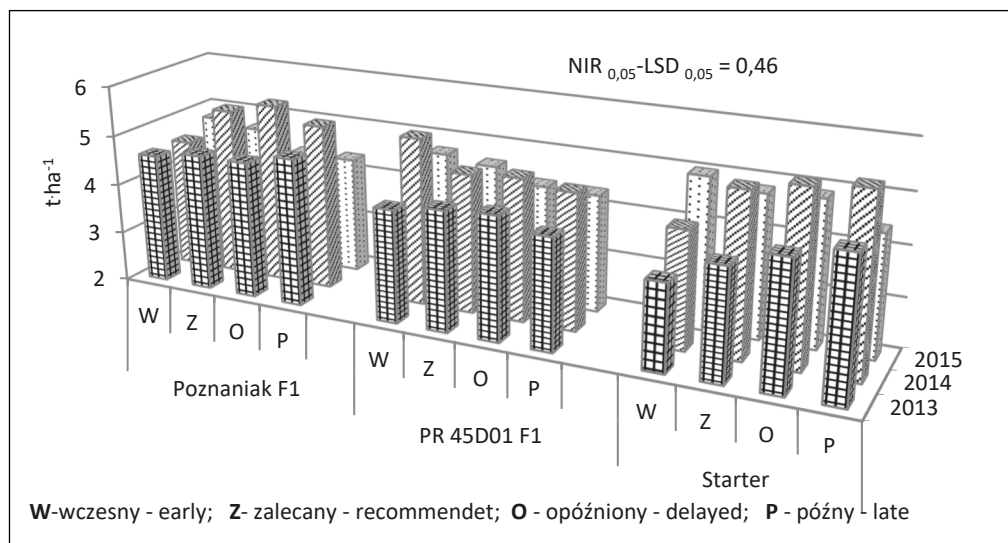
Czynnik/Factor	Sezon wegetacji Vegetation period (D)			Średnio Mean
	2012/2013	2013/2014	2014/2015	
Termin siewu/Date of sowing (A)				
Wczesny/Early	4,19	4,75	4,85	4,60
Zalecany/Recommendet	4,44	5,11	4,72	4,76
Opóźniony/Delayed	4,57	5,28	4,52	4,79
Późny/Late	4,65	5,18	4,36	4,73
Gęstość siewu (szt.m ²)/Sowing density (number seeds per 1 m ²) (B)				
40	4,42	4,99	4,48	4,63
80	4,44	5,13	4,67	4,75
120	4,53	5,12	4,68	4,78
Odmiana/Cultivar (C)				
Starter	4,31	5,12	4,78	4,74
Poznaniak F ₁	4,78	5,21	4,54	4,83
PR45D03 F ₁	4,33	4,91	4,51	4,58
Średnio/Mean	4,46	5,08	4,61	–
NIR _{0,05} /LSD _{0,05} : A – r.n., B – 0,12; C – 0,13; D – 0,50.; AxD – 0,36; BxD r.n.; CxD – 0,23				

i rzeczywistą liczbą około 26 roślin na jednostce powierzchni przed zbiorem otrzymano plon istotnie mniejszy (o 150 kg). Podobnie w badaniach Jankowskiego i Budzyńskiego [2007] najkorzystniejsza dla plonu okazała się być przed zbiorem obsada około 68 roślin·m⁻² uzyskana z wysiewu 120 nasion·m⁻². Wcześniejsze badania własne [Wielebski i Wójtowicz 1998, Wielebski 2007] dowiodły również że rzeczywista obsada roślin po wysiewie 40 nasion·m⁻² nie gwarantowała osiągnięcia maksymalnych plonów.

Synteza trzyletnich wyników badań wykazała, że porównywane odmiany reagowały podobnie na gęstość siewu i najniższe plony nasion zebrano z najrzadszego siewu (40 nasion·m⁻²). Również Malarz i in. [2006] nie wykazali istotnej zależności między gęstością i odmianą. Wcześniejsze badania własne [Wielebski i Wójtowicz 1999, 2001b] jak również innych autorów [Jankowski i Budzyński 2007, Muśnicki i Budzyński 2005] wykazały że dla odmian mieszańcowych korzystniejsze były wysiewy rzadsze (60–120 nasion·m⁻²), dające po wschodach zagęszczenie około 60 roślin·m⁻², natomiast odmiany populacyjne plonowały najwyżej w warunkach wysiewu 120–180 nasion·m⁻² i obsady 80–100 roślin·m⁻².

Analiza średnich z trzech lat badań wykazała, że w sprzyjających warunkach pogodowych (podczas jesiennej wegetacji oraz zimy) jakie wystąpiły w trakcie badań, termin siewu tylko nieistotnie różnicował plon nasion, przy czym reakcja w poszczególnych latach badań nie była jednakowa. Wpływ na to miały warunki wilgotnościowe w czasie wiosennego rozwoju roślin, które Muśnicki [1989] obok warunków pogody w czasie formowania rozety i zimowania uważa

za przyczynę niejednorodnego oddziaływania terminu siewu na plon nasion rzepaku. W dwóch pierwszych cyklach badań (2013 i 2014), w których ilości i rozkład opadów w pełni pokrywały wodne potrzeby rzepaku w okresie wiosennej wegetacji, opóźnienie terminu siewu o 7 jak i o 14 dni względem terminu zalecanego tylko nieistotnie różnicowało plon nasion. Przyspieszenie natomiast siewu o 7 dni nieistotnie różnicowało plon nasion względem zalecanego terminu siewu, istotnie zaś obniżało masę plonu zarówno względem terminu opóźnionego jak i późnego (tab. 5). Dotyczyło to zwłaszcza odmian o tradycyjnym typie wzrostu tj. odmiany populacyjnej Starter i mieszańca zrestorowanego Poznaniak, bowiem odmiana PR45D03 o półkarłowym typie wzrostu, szczególnie w roku 2014 wysiana w terminie najwcześniejszym plonowała istotnie najlepiej (rys. 2). W ostatnim roku badań (2015), który diametralnie różnił się warunkami wilgotnościowymi, bowiem od wczesnej wiosny aż niemal do końca wegetacji utrzymywał się duży niedobór opadów, wszystkie odmiany najlepiej plonowały siane w terminie najwcześniejszym i sukcesywnie obniżały plon w miarę opóźniania terminu siewu. Z badań dotyczących stresów wodnych występujących często na wiosnę wynika, że siła ich oddziaływania jest zależna od rozwoju roślin rzepaku, na który w dużym stopniu wpływa termin siewu. Rośliny rzepaku z wcześniejszych terminów siewu miały bardziej rozwinięty system korzeniowy dlatego w warunkach dużego deficytu opadów w okresie wiosennej wegetacji zdecydowanie lepiej korzystały z zasobów wody pozimowej.



Rys. 2. Plon nasion badanych odmian w zależności od terminu siewu i lat badań
 Fig. 2. Seed yield of investigation cultivars depending on date of sowing and year

Należy podkreślić, że brak wyraźnej negatywnej reakcji w plonie na opóźniony termin siewu mogą tłumaczyć bardzo sprzyjające we wszystkich latach warunki wilgotnościowo-termiczne w okresie jesiennego wzrostu rzepaku (długa i ciepła jesień). Zapewniły one dostateczny rozwój przed zimą również roślinom z opóźnionych (o 7 i 14 dni) poza termin agrotechniczny terminów siewu, a sprzyjające warunki zimowania umożliwiły niemalże stu procentowe ich

przetrawianie. Dlatego należy być bardzo ostrożnym w wyciąganiu zbyt pochopnych wniosków co do możliwości znacznego opóźnienia terminu siewu bez konsekwencji dla plonu. Zdecydowana większość dotychczas przeprowadzonych ścisłych badań wykazuje niekorzystny wpływ opóźnionego siewu na plon nasion [Turhan i in. 2011, Uzun i in 2009]. Wielu autorów twierdzi [Budzyński i in. 1985b, Horodyski i in. 1986], że oddziaływanie terminu siewu na plon nasion jest zależne od przebiegu pogody w zimie, a niekorzystne skutki jego opóźnienia występują zwłaszcza w warunkach trudnych dla zimowania rzepaku, co wyraźnie wykazało wielu autorów [Jankowski i Budzyński 2007, Ratajczak i in. 2017]. Więcej, Ratajczak i in. [2013] w swoich badaniach nie potwierdziły możliwości znacznego opóźniania terminu siewu jako efekt lepszego wzrostu roślin w warunkach wydłużającego się jesiennego rozwoju rzepaku. Większość dotychczas przeprowadzonych ścisłych badań wykazuje, że najwyższe plony zapewnia siew rzepaku w optymalnych terminach [Ratajczak i in. 2017], które dla odmian tradycyjnych i bezerukowych określił jeszcze Dembiński [1983] w latach 70 ubiegłego wieku. Opóźnienie siewu zazwyczaj powodowało istotne obniżenie plonu nasion (nawet o 50 kg nasion na każdy dzień opóźnienia) form podwójnie uszlachetnionych, tak odmian populacyjnych [Budzyński i in 1985b, Jasińska i in 1985, 1989, Muśnicki 1989] jak i mieszańcowych [Jankowski i Budzyński 2007, Wójtowicz i Wielebski 2001].

Niezależnie od badanych czynników doświadczenia istotne różnice w plonie nasion wystąpiły między odmianami. Średnio w latach badań mieszańiec półkarłowy PR45D03 ($4,58 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) charakteryzował się istotnie niższym plonem od odmian o tradycyjnym typie wzrostu, mieszańca zrestorowanego Poznaniak ($4,83 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) i odmiany populacyjnej Starter ($4,74 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$), które z kolei między sobą nie różniły się istotnie (tabela 5). W przeciwieństwie do naszych wyników, badania Różyły i Pałysa [2014] wykazały, że półkarłowe mieszańce plonowały najlepiej. Z istotnej interakcji odmian z latami wynika, że w latach 2013 i 2014, w których ilości i rozkład opadów w pełni pokrywały wodne zapotrzebowanie rzepaku obficie plonował mieszańiec Poznaniak, natomiast w 2015 roku (duży deficyt opadów w całym okresie wiosennej wegetacji) najlepiej plonowała bardzo wczesna odmiana populacyjna Starter.

Niezależnie od badanych czynników najwyższe plony otrzymano w drugim roku badań (2014) z tym, że istotnie wyższe były względem pierwszego roku (2013) badań (długa zima, późna wiosna) natomiast nie istotnie tylko przewyższały plony z roku 2015.

WNIOSKI

1. Obsada około 26 roślin na jednostce powierzchni przed zbiorem jaką uzyskano po wysiewie $40 \text{ nasion}\cdot\text{m}^{-2}$ nie gwarantowała badanym odmianom najwyższych plonów, jakie zapewniała ilość około 50 i 65 roślin, którą otrzymano wysiewając odpowiednio 80 i 120 kiełkujących nasion na m^2 . Nie wykazano w plonie istotnych zależności między gęstością siewu i odmianami.
2. W sprzyjających warunkach pogodowych w czasie formowania rozety (długa i ciepła jesień) i zimowania jakie wystąpiły we wszystkich latach badań, oddziaływanie terminu siewu na plon nasion zależało od ilości i rozkładu opadów w okresie wiosenno-letniej wegetacji. W warunkach dobrego zaopatrzenia roślin w wodę (lata 2013 i 2014), opóźnienie terminu siewu (o 7 i 14 dni) tylko nieistotnie różnicowało plon nasion badanych odmian względem terminu optymalnego, natomiast istotnie zwiększało masę plonu w stosunku do terminu najwcześniejszego. W przypadku wystąpienia dużych niedoborów opadów wiosną (2015 rok) najlepiej plonował rzepak siany w terminie najwcześniejszym.
3. Odmiana PR 45D03 o półkarłowym typie wzrostu korzystnie reagowała plonem nasion na wcześniejszy termin siewu natomiast odmiany o standardowym typie wzrostu (bardzo

- wczesna odmiana populacyjna Starter i mieszańiec zrestorowany Poznaniak) w warunkach doświadczenia dobrze tolerowały opóźnienie terminu siewu.
4. Opóźnianie terminu siewu prowadziło do spadku liczby rozgałęzień bocznych na roślinie i masy 1000 nasion oraz wzrostu wylegania roślin, natomiast nieistotnie tylko różnicowało wysokość roślin a z komponentów plonu liczbę łuszczyń na roślinie i liczbę nasion w łuszczyń. Wartości tych cech (oprócz liczby nasion w łuszczyń) istotnie zmniejszały się również wraz ze wzrostem zagęszczenia roślin na jednostce powierzchni.
 5. Z elementów składowych plonu pod wpływem badanych czynników doświadczenia (terminu i gęstości siewu) liczba łuszczyń na roślinie u wszystkich badanych odmian była ujemnie skorelowana z obsadą roślin na jednostce powierzchni, natomiast dodatnio korelowała z liczbą rozgałęzień, która była ujemnie skorelowana z obsadą roślin. Z liczbą łuszczyń na roślinie ujemnie korelowała u odmiany półkarłowej PR45D03 masa 1000 nasion, natomiast u mieszańca złożonego Poznaniak liczba nasion w łuszczyń.

PIŚMIENNICTWO

- Bartkowiak-Broda I. 2005. Kierunki hodowli i nasiennictwo. W: Technologia produkcji rzepaku. Muśnicki Cz. i in. (red.). Wyd. Wieś Jutra: 52–61.
- Budzyński W., Majkowski K., Wróbel E. 1985a. The effect of plant density on the wintering and yields of winter rape doubly improved cultivars. *Acta Acad. Agricult. Tech. Olst., Agricultura* 42: 67–79.
- Budzyński W., Majkowski K., Wróbel E. 1985b. Reakcja podwójnie uszlachetnionych odmian rzepaku ozimego na termin siewu. Wyniki badań nad rzepakiem ozimym, rok 1984. *Zesz. Probl. IHAR*: 168–181.
- Budzyński W. 2010. Kapusta rzepak. W: Rośliny oleiste – uprawa i zastosowanie. Budzyński W., Zajac T. (red.). Wud. PWRiL Poznań, 15–107.
- Dembiński F. 1983. Jak uprawiać rzepak i rzepik. PWRiL, Warszawa, ss. 140.
- Horodyski A., Muśnicki Cz., Orłowska T. 1986. Wpływ terminu siewu na plonowanie różnych typów odmian rzepaku ozimego. Wyniki badań nad rzepakiem ozimym IHAR 1995. *Zesz. Probl. IHAR* 9: 123–135.
- Jankowski K., Budzyński W. 2007. Reakcja różnych form hodowlanych rzepaku ozimego na termin i gęstość siewu. II. Plon nasion i jego składowe. *Rośliny Oleiste/Oilseed Crops* 28(2): 195–207.
- Jasińska Z., Kotecki A., Malarz W. 1985. Wpływ terminów siewu na rozwój i plony podwójnie uszlachetnionych odmian rzepaku ozimego. Wyniki badań nad rzepakiem ozimym, rok 1984. *Zesz. Probl. IHAR*: 155–167.
- Jasińska Z., Kotecki A., Malarz W., Horodyski A., Muśnicka B., Muśnicki Cz., Jodłowski M., Budzyński W., Majkowski K., Wróbel E., Sikora B. 1989. Wpływ terminu siewu i ilości wysiewu na rozwój i plon nasion odmian rzepaku ozimego. *Biul. IHAR* 169: 111–119.
- Malarz W., Kozak M., Kotecki A. 2006. Wpływ zagęszczenia roślin w łanie na wysokość i jakość plonu trzech odmian rzepaku ozimego. *Rośliny Oleiste/Oilseed Crops* 27(2): 299–310.
- Muśnicki Cz., Budzyński W. 2005. Uprawa roli i siew rzepaku. W: Technologia produkcji rzepaku. Muśnicki Cz. i in. (red.). Wyd. Wieś Jutra: 90–96.
- Muśnicki Cz. 2005. Wymagania klimatyczne i glebowe oraz dobór stanowiska. W: Technologia produkcji rzepaku. Muśnicki Cz. (red.) Wyd. Wieś Jutra: 68–73.
- Muśnicki Cz. 1989. Charakterystyka botaniczno-rolnicza rzepaku ozimego i jego plonowanie w zmienionych warunkach siedliskowo-agrotechnicznych. *Rocz. AR Poznań, Rozpr. Nauk.* 191, ss. 154.
- Ratajczak K., Sulewska H., Szymańska G. 2017. New winter oilseed rape varieties – seed quality and morphological traits depending on sowing date and rate. *Plant Prod. Sci.* 20: 262–272.
- Różyło K., Pałys E. 2014. New oilseed rape (*Brassica napus* L.) varieties – canopy development, yield components and plant density. *Acta Agric. Scand., Sect. B – Soil Plant Sci.* 64: 260–266.

- Turhan H., Gül M.K., Egesel C.Ö., Kahriman F. 2011. Effect of sowing time on grain yield, oil content, and fatty acids in rapeseed (*Brassica napus* subsp. *oleifera*). Turk. J. Agric. Forestry 35: 225–234.
- Uzun B., Zengin U., Furat S., Akdesir O. 2009. Sowing date effects on growth, flowering, seed yield and oil content of canola cultivars. Asian J. Chemistry 21: 1957–1965.
- Wielebski F., Wójtowicz M. 1998. Zagęszczenie roślin w łanie jako istotny element kształtowania plonu nasion odmian populacyjnych i odmiany mieszańcowej rzepaku ozimego. Rośliny Oleiste/Oilseed Crops 19(2): 645–651.
- Wielebski F., Wójtowicz M. 1999. Agrotechnika mieszańców złożonych. I. Wpływ zagęszczenia roślin i procentu zapylacza na elementy struktury plonu roślin pyłących i niepyłących mieszańca złożonego rzepaku ozimego POH 595. Rośliny Oleiste/Oilseed Crops 20(1): 101–108.
- Wielebski F., Wójtowicz M. 2001a. Wpływ podstawowych czynników agrotechnicznych na plonowanie i strukturę plonu mieszańców złożonych rzepaku ozimego. Cz. I. Wpływ gęstości siewu i procentowego udziału roślin zapylacza na plon i strukturę plonu mieszańca złożonego rzepaku ozimego POH 595. Rośliny Oleiste/Oilseed Crops 22(2): 363–378.
- Wielebski F., Wójtowicz M. 2001b. Wpływ gęstości siewu na plon nasion oraz cechy morfologiczne i elementy struktury plonu odmian populacyjnych i mieszańcowych rzepaku ozimego. Rośliny Oleiste/Oilseed Crops 22(2): 349–362.
- Wielebski F. 2007. Reakcja różnych typów odmian rzepaku ozimego na zmienne zagęszczenie roślin w łanie. Cz. I. Plon nasion i jego składowe. Rośliny Oleiste/Oilseed Crops 28(2): 209–226.
- Wójtowicz M., Wielebski F. 2001. Wpływ podstawowych czynników agrotechnicznych na plonowanie i strukturę plonu mieszańców złożonych rzepaku ozimego. Cz. II. Reakcja odmian mieszańcowych złożonych rzepaku ozimego POH 495 i POH 595 na termin siewu i wiosenne nawożenie azotowe. Rośliny Oleiste/Oilseed Crops 22(2): 381–396.
- Zajac T., Bieniek J., Witkiewicz R., Jagusiak W. 1997. Zależności między elementami składowymi plonu nasion odmian rzepaku ozimego w dwóch latach o odmiennej produktywności. Rośliny Oleiste/Oilseed Crops 18(1): 243–252.

F. WIELEBSKI, M. WÓJTOWICZ

EFFECT OF DATE AND DENSITY OF SOWING AND WEATHER CONDITIONS ON SEED YIELD AND YIELD COMPONENTS OF WINTER OILSEED RAPE MORFOTYPES WITH TRADITIONAL AND SEMIDRAFT TYPE OF GROWTH

Summary

The basis of the investigation was the field experiment carried out in Łagiewniki (51°46' N, 17°14' E) in 2013–2015. In the experiment the effect of sowing date (early, recommended, delayed, late) and sowing density (40, 80, 120 seeds·m⁻²) on seed yield and yield components of morphotypes of winter oilseed rape with traditional (open pollinated cultivar Starter and hybrid cultivar Poznaniak) and semidwarf (hybrid cultivar PR45D03) type of growth were investigated. Density of about 26 plants per sq. m, before harvest, obtained at the sowing of 40 seeds·m⁻² did not guarantee the highest yield which ensured about 50 and 65 plants, obtained by sowing 80 and 120 sprouting seeds respectively. Significant interaction between sowing density and cultivars was not noticed. In favorable weather conditions during the formation of rosettes (long and warm autumn) and wintering which occurred in all years of research, the impact of sowing dates on seed yield depended on the quantity and distribution of precipitation during spring and summer vegetation. Under conditions of good water supply (2013 and 2014), sowing delay (7 and 14 days) only insignificantly differentiated the yield of seeds of the cultivars in comparison with recommended sowing date, but significantly increased the yield compared to the earliest date of sowing. In conditions of high rainfall deficits in spring (2015), the highest yield was achieved when the rape was sown in the earliest time. The cultivar PR 45D03 with semidraft type of growth had a positive effect on seed yield at the earlier date of

sowing, while varieties of traditional type of growth (very early open pollinated cultivar Starter and hybrid cultivar Poznaniak) tolerated well sowing delay. The delay of sowing date resulted in decrease the number of branches on the plant and the weights of 1000 seeds and increase plant lodging, but only insignificantly differentiated the height of the plants and among the yield components the number of siliques per plant and the number of seeds per silique. The values of these characteristics (except from the number of seeds in silique) significantly decreased as the plant density increased on the surface unit.

Key words: winter oilseed rape, cultivar, date of sowing, density of sowing, components of yield, seed yield

Zaakceptowano do druku – *Accepted for print*: 15.05.2018

Do cytowania – *For citation*

Wielebski F., Wójtowicz M. 2018. Wpływ terminu i gęstości siewu oraz warunków pogodowych na plonowanie morfotypów rzepaku ozimego o tradycyjnym i półkarłowym typie wzrostu. *Fragm. Agron.* 35(3): 129–141.