

WPLYW TERMINU I GĘSTOŚCI SIEWU ORAZ WARUNKÓW POGODOWYCH NA JESIENNY WZROST I ROZWÓJ ORAZ PRZEZIMOWANIE MORFOTYPÓW RZEPAKU OZIMEGO O TRADYCYJNYM I PÓLKARŁOWYM 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 ścisłe doświadczenie polowe prowadzone w latach 2012–2015 na polach Gospodarstwa Łagiewniki (51°46' N, 17°14' E) należącego do Spółki Hodowla Roślin Smolice. W doświadczeniu badano wpływ terminu siewu (wczesny, optymalny, opóźniony, późny) oraz gęstości siewu (40, 80, 120 nasion·m⁻²) na kształtowanie morfologii roślin jesienią oraz przezimowanie morfotypów rzepaku ozimego o tradycyjnym (odmiana populacyjna Starter i mieszańcowa zrestorowana F1 Poznaniak) i półkarłowym (mieszańcowa zrestorowana F1 PR45D03) typie wzrostu. Przyspieszenie terminu siewu w stosunku do przyrodniczo optymalnego powodowało istotne zwiększenie, zaś jego opóźnienie istotne zmniejszenie wartości badanych cech pokroju rozet zimujących: liczby liści na roślinie, średnicy szyjki korzeniowej, wyniesienia stożka wzrostu oraz świeżej masy liści i świeżej masy korzeni 1 rośliny. Cechy te za wyjątkiem wyniesienia stożka wzrostu zmniejszały gęstości siewu (80–120 nasion·m⁻²), z tym że spadek wartości liczbowych cech pokroju był większy przy wcześniejszym i optymalnym terminie siewu, natomiast przy opóźnionym i późnym terminie był mniejszy, często tylko nieistotny. Wartości cech pokroju dodatkowo skorelowane były z sumą temperatur efektywnych ($\geq 5^{\circ}\text{C}$) w okresie od siewu do zahamowania wegetacji, która to z kolei silnie determinowana była przez termin siewu. We wszystkich cyklach badań, termin siewu nie miał istotnego wpływu na przezimowanie roślin rzepaku. Stwierdzono natomiast zróżnicowaną reakcję badanych form na ten czynnik. Odmianom o tradycyjnym typie wzrostu najlepsze przezimowanie zapewniał optymalny termin siewu, natomiast mieszańców półkarłowy zimował najlepiej siany w terminie przyspieszonym (o tydzień) w stosunku do agrotechnicznie zalecanego. Nie udowodniono odmiennej reakcji badanych morfotypów na gęstość siewu. Odmiany, wysiane w największej gęstości (120 nasion kiełkujących na m²) zimowały istotnie gorzej.

Słowa kluczowe: rzepak ozimy, odmiana, gęstość i termin siewu, cechy morfologiczne, przezimowanie

WSTĘP

Ilość wysiewu nasion obok rozstawy rzędów decyduje o obsadzie roślin na jednostce powierzchni. Czynniki ten wraz z terminem siewu i warunkami klimatyczno-glebowymi w znaczący sposób wpływa na jesienny rozwój i morfologię roślin przed zimą. Zwiększenie ilości wysiewu na co zwraca uwagę wielu autorów pociąga za sobą pogorszenie cech morfologicznych decydujących o przezimowaniu roślin [Budzyński i in. 1985, Jasińska i in. 1989, Malarz i in. 2006, Muśnicki 1989, Szczygielski i in. 1991, Wielebski i Wójtowicz 1998, 2001].

Dla rzepaku ozimego bardzo ważny jest termin siewu bowiem dynamiczny jego rozwój odbywa się tylko w średnich temperaturach otoczenia przekraczających 12°C, a do uformowania

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

właściwej rozety liściowej potrzebuje 70-80 dni wegetacji ze średnią temperaturą dobową powyżej 5°C [Budzyński 2010, Muśnicki 2005]. Dobrze wykształcone rośliny lepiej się hartują oraz tworzą jesienią więcej zawiązków kwiatowych i lepiej zimują [Jankowski i Budzyński 2007, Muśnicki 1989]. Obowiązujące w Polsce terminy siewu opracowane zostały jeszcze przez Dembińskiego [1975] na podstawie układu warunków termicznych i terminu zahamowania wegetacji jesienią. Od początku tego wieku obserwowane jest postępujące ocieplenie klimatu czego symptomem jest występująca coraz częściej cieplejsza i dłuższa jesień oraz łagodna zima. Siewy, zwłaszcza te zbyt wczesne narażone mogą być zatem na wysokie sumy temperatur efektywnych, co w połączeniu ze zbyt dużym zagęszczeniem mogą powodować wybujałość rozet, które zdecydowanie łatwiej wymarzają [Muśnicki 2005]. Na decydujące znaczenie warunków pogodowych w kształtowaniu morfologii roślin rzepaku jesienią oraz dla ich przetrzymywania wskazują wyniki wielu wcześniejszych badań własnych [Wielebski i Wójtowicz 2001, Wójtowicz i Wielebski 2000] jak również badania innych autorów, zwłaszcza doświadczenia prowadzone w Polsce północno-wschodniej [Gugała i in. 2017, Jankowski 2007], a także badania na Litwie [Velička i in. 2012].

Na kształtowanie morfologii rzepaku, a także na jego przetrzymywanie wpływa czynnik genetyczny [Ogrodowczyk i in. 1998, Wawrzyniak i in. 1998]. Aktualnie szeroko uprawiane odmiany mieszańcowe rzepaku ozimego pokolenia F₁ cechują się szybszym i bujniejszym tempem wzrostu [Bartkowiak-Broda 2005]. Do uprawy wchodzi mieszańce półkarłowe, które wytwarzają krótką i mocną szyjkę korzeniową oraz płasko rozłożoną rozetę co zwiększa ich szanse na dobre zimowanie. Większa dynamika wzrostu jesiennego tych morfotypów może sugerować, że charakteryzuje je większa tolerancja na opóźnienie terminu siewu. Zdecydowana większość przeprowadzonych dotychczas badań ścisłych nie udowodniła, aby skutki opóźnienia siewu poza terminy agrotechnicznie optymalne były u nowych genotypów (odmiany populacyjne, mieszańcowe złożone i mieszańcowe zrestorowane) istotnie mniejsze [Jankowski i Budzyński 2007, Wójtowicz i Wielebski 2001].

Celem pracy było określenie wpływu terminu oraz gęstości siewu na cechy morfologiczne rozety liściowej przed zimą oraz przetrzymywanie morfotypów rzepaku ozimego o tradycyjnym i półkarłowym typie wzrostu w zmieniających się warunkach pogodowych.

MATERIAŁ I METODY

W latach 2012–2015 w Gospodarstwie Łagiewniki (51°46' N, 17°14' E) należącym do Spółki Hodowla Roślin Smolice prowadzono trzyczynnikowe doświadczenie w układzie losowanych podbloków, w których badano w kolejności:

- czynnik I – termin siewu: wczesny – 20 sierpnia, optymalny – 27 sierpnia, opóźniony – 3 września, późny – 10 września
- czynnik II – gęstość siewu (liczba nasion na 1m²): 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 (2012) był jęczmień jary, natomiast w dwóch pozostałych latach (2013 i 2014) była pszenica ozima. Przedsięwzięcie zastosowano nawożenie w ilo-

ści 20-60-90 kg·ha⁻¹ NPK w formie Polifoski®21. 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 N·ha⁻¹ – ruszenie wegetacji (BBCH 20) i 60 kg N·ha⁻¹ – początek pąkowania (BBCH 50). Wraz z pierwszą dawką azotu zastosowano 45 kg S·ha⁻¹ 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). Zbiór kombajnem przeprowadzono w połowie lub pod koniec drugiej dekady lipca.

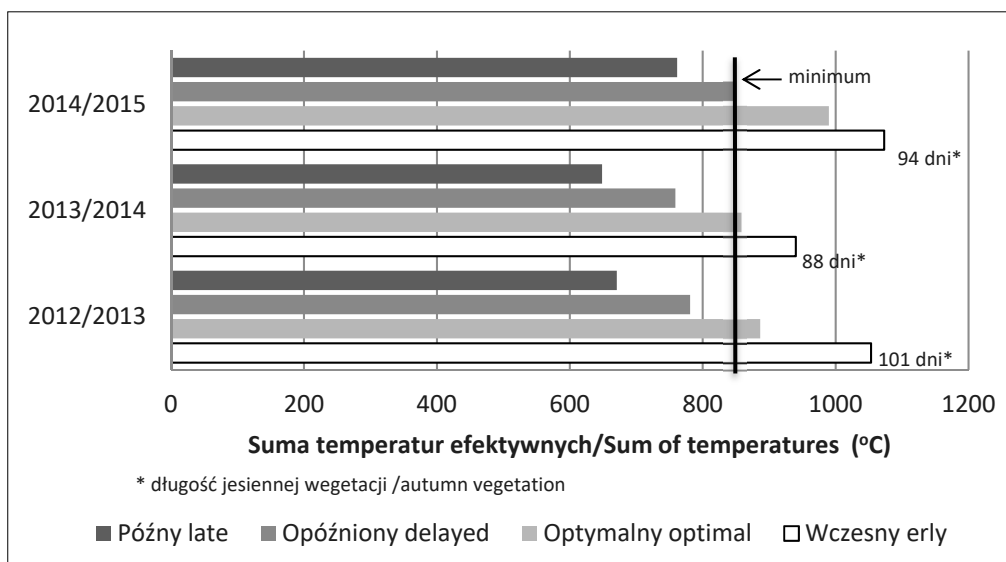
Zagęszczenie roślin rzepaku na jednostce powierzchni określono z każdego poletka: jesienią przed zahamowaniem wegetacji oraz wiosną - po ruszeniu wegetacji i bezpośrednio przed zbiorem. Jesienią przed zahamowaniem wegetacji z każdego poletka pobrano 15 roślin w celu określenia ich pokroju: liczby liści w rozecie, wyniesienia stożka wzrostu, grubości szyjki korzeniowej, świeżej masy nadziemnej i podziemnej 1 rośliny. Wyniki pomiarów biometrycznych poddano analizie statystycznej za pomocą pakietu STATISTICA. Istotność różnic określono testem Tukeya na poziomie istotności $p = 0,05$.

Główne parametry pogody w latach badań (2012–2015) przedstawiono w tabeli 1. Warunki klimatyczne w okresach letnio-jesiennej wegetacji i zimowego spoczynku znacznie odbiegały od średnich z wielolecia. Średnia temperatura okresu jesiennej wegetacji rzepaku była znacząco wyższa (odpowiednio o 0,6, 0,5 i 1,8°C) od średnich z wielolecia. Warunki wilgotnościowe w tym okresie charakteryzowała suma opadów mniejsza o 1/5 w pierwszym roku (2012) bądź zbliżona do wielolecia w pozostałych latach badań (2013 i 2014). Suma średniodobowych

Tabela 1. Warunki pogodowe w okresie jesiennej wegetacji i zimowego spoczynku roślin rzepaku
Table 1. Meteorological conditions during autumn vegetation period and winter dormancy of plants of winter rape

Miesiące – Months	Temperatura – Temperature (°C)				Opady – Rainfalls (mm)			
	2012/ 2013	2013/ 2014	2014/ 2015	1957–2015	2012/ 2013	2013/ 2014	2014/ 2015	1957–2015
VIII	19,4	19,2	17,8	17,9	95,2	56,2	47,3	68,4
IX	14,5	12,6	15,4	13,6	34,1	80,7	71,0	43,0
X	8,3	10,4	10,4	8,9	29,7	4,3	36,7	37,6
XI	5,4	4,8	5,9	3,9	30,1	34,3	9,6	40,1
XII	-1,5	2,4	1,6	0,1	25,2	15,7	24,1	39,2
I	-2,3	-0,7	1,6	-1,4	61,1	34,7	30,1	32,5
II	-0,3	3,5	1,1	-0,3	29,9	2,2	9,4	28,6
III	-2,1	6,6	4,9	3,2	49,1	39,4	38,8	33,1
IV	8,3	10,2	7,9	8,3	27,3	29,0	20,1	31,6
Średnia/Suma – Mean/Total								
(IX–XI)	9,4	9,2	10,6	8,8	93,9	119,3	117,3	120,7
(XII–III)	-1,5	2,9	2,3	0,4	165,3	92,0	102,4	133,4

temperatur ($\geq 5^{\circ}\text{C}$) w okresie od siewu do zahamowania wegetacji zarówno dla terminu siewu najwcześniejszego jak i optymalnego była w każdym roku wyższa od niezbędnej wartości ($800\text{--}850^{\circ}\text{C}$) jakiej wg Muśnickiego [2005] rzepak potrzebuje dla uzyskania właściwej wielkości i pokroju rozety liściowej. Warto zaznaczyć, że najszybciej wymagane minimum uzyskano w ostatnim roku badań (2014), w którym również dla terminu opóźnionego (o 1 tydzień) suma temperatur wzrostu osiągnęła wartości optymalne, a tylko przy najpóźniejszym terminie siewu była poniżej wymaganego minimum. W pozostałych latach badań (2012 i 2013) dla obu terminów późniejszych (o 1 lub 2 tygodnie) od optymalnego suma temperatur efektywnych nie osiągała niezbędnych wartości (rys. 1). Długość okresu jesiennej wegetacji (przy wczesnym terminie siewu) wahała się od 88 do 101 dni.



Rys. 1. Warunki termiczne w okresie jesiennej wegetacji
Fig. 1. Thermal conditions during autumn vegetation

W okresie zimowego spoczynku najchłodniej było w pierwszym sezonie wegetacyjnym (2012/2013), w którym zima rozpoczęła się z początkiem grudnia i ujemne temperatury utrzymywały się do pierwszych dni kwietnia. Dużym spadkiem temperatury (do -20°C) towarzyszyła zazwyczaj kilkucentymetrowa okrywa śnieżna, która skutecznie zabezpieczała rośliny przed wymarzeniem. Średnia temperatura w okresie od grudnia do marca była o $1,9^{\circ}\text{C}$ niższa od średniej wielolecia. W pozostałych dwóch sezonach wegetacyjnych (2013/2014 i 2014/2015) zimy były zdecydowanie cieplejsze ze średnią temperaturą odpowiednio o $2,5$ i $1,9^{\circ}\text{C}$ wyższą od przeciętnej w tym okresie (tab. 1). W drugim roku badań na krótko zimowo zrobiło się tylko w trzeciej dekadzie stycznia, z niekorzystnie bardzo dużymi spadkami temperatury (do -17°C) i całkowitym brakiem okrywy śnieżnej. Najkorzystniejsze warunki w okresie zimowego spoczynku wystąpiły w ostatnim cyklu badań. Średniodobowe temperatury powietrza wszystkich miesięcy zimy były wyższe od przeciętnych wielolecia.

WYNIKI I DYSKUSJA

Wysokie temperatury oraz niedobory wilgoci przed siewem i bezpośrednio po siewie sprawiły, że połowa zdolność wschodów we wszystkich cyklach badań była mała, (od niespełna 60 do 70%), przez co obsada roślin na 1 m² była zdecydowanie niższa od ilości wysianych nasion (40, 80 i 120 nasion·m⁻²) i wynosiła jesienią przed zahamowaniem wegetacji odpowiednio 28, 53 i 69 szt.·m⁻². Na obsadę roślin nie istotny wpływ miał termin siewu, natomiast istotnie zależała od gęstości siewu, odmiany i roku badań. Istotnie najmniej roślin na jednostce powierzchni obserwowano w ostatnim roku badań bowiem siew nasion odbywał się w glebę skrajnie mocno przesuszoną, a obfite opady bezpośrednio po siewie spowodowały zaskorupienie gleby i znacznie utrudniły wschody. Z badanych odmian najmniejszą obsadą charakteryzował się mieszaniec półkarłowy PR45D03 (tab. 2).

Tabela 2. Wschody i liczba roślin na 1 m²
Table 2. Emergence and number of plants per 1 m²

Czynnik Factor	Wschody Emergence (%)	Liczba roślin na 1 m ² – Number of plants per 1 m ²	
		przed zimą before winter	wiosną in spring
Termin siewu – Date of sowing (A)			
Wczesny – Early	64,2	50	48
Optymalny – Optimal	64,3	50	48
Opóźniony – Delayed	63,5	49	47
Późny – Late	65,6	50	48
NIR _{0,05} –LSD _{0,05}	r.n.	r.n.	r.n.
Gęstość siewu (szt.·m ²) – Sowing density (number of seeds per 1 m ²) (B)			
40	69,3	28	27
80	66,5	53	52
120	57,5	69	65
NIR _{0,05} –LSD _{0,05}	4,5	4	4
Odmiana – Cultivar (C)			
Starter	69,1	54	52
Poznaniak F1	65,4	50	48
PR45D03 F1	58,7	46	43
NIR _{0,05} –LSD _{0,05}	4,9	4	3
Sezon wegetacyjny – Vegetation period (D)			
2012/2013	69,1	54	52
2013/2014	65,9	51	47
2014/2015	58,3	45	45
NIR _{0,05} –LSD _{0,05}	9,9	8	r.n.

r.n. – różnica nieistotna/no significant difference

Korzystne warunki pogodowe w okresie jesiennej wegetacji sprzyjały rozwojowi roślin rzepaku we wszystkich cyklach badań i terminach siewu. Zróznicowany termin siewu i obsada roślin na jednostce powierzchni w zasadniczy sposób kształtowała pokrój rozety przed zimą (tab. 3). Przyspieszenie terminu siewu w stosunku do przyrodniczo optymalnego powodowało

Tabela 3. Pokrój zimujących roślin rzepaku
Table 3. Character of hibernating rape plants

Czynnik – Factor		Gęstość siewu (szt.·m ²) Sowing density (No. of seeds per 1 m ²) (B)			Średnio Mean
		40	80	120	
Liczba liści w rozecie (szt.) – Number of leaves in rosette (pcs.)					
Termin siewu Date of sowing (A)	wczesny – early	9,9	8,0	7,8	8,6
	optymalny – optimal	9,1	7,8	7,4	8,1
	opóźniony – delayed	7,8	7,2	6,9	7,3
	późny – late	7,1	6,4	6,1	6,5
Odmiana Cultivar (C)	Starter	9,0	7,8	7,1	7,9
	Poznaniak F1	8,5	7,0	7,0	7,5
	PR45D03 F1	7,9	7,3	7,0	7,4
Średnio – Mean		8,5	7,4	7,0	–
NIR _{0,05} –LSD _{0,05} : A – 0,4; B – 0,3; C – 0,3; AxB – 0,6; CxB – 0,4					
Średnica szyjki korzeniowej (mm) – Diameter of root collar (mm)					
Termin siewu Date of sowing (A)	wczesny – early	9,4	7,8	6,8	8,0
	optymalny – optimal	8,2	6,6	5,9	6,9
	opóźniony – delayed	6,2	5,4	5,3	5,6
	późny – late	5,0	4,3	3,8	4,4
Odmiana Cultivar (C)	Starter	7,2	6,1	5,5	6,2
	Poznaniak F1	7,6	5,8	5,4	6,3
	PR45D03 F1	6,9	6,2	5,5	6,2
Średnio – Mean		7,2	6,0	5,5	–
NIR _{0,05} –LSD _{0,05} : A – 0,7; B – 0,4; C – r.n.; AxB – 0,7; CxB – r.n.					
Wyniesienie stożka wzrostu (mm) – Elevation of shoot apex (mm)					
Termin siewu Date of sowing (A)	wczesny – early	26,6	30,3	27,8	28,2
	optymalny – optimal	21,5	20,0	19,1	20,2
	opóźniony – delayed	14,2	14,2	14,9	14,4
	późny – late	10,9	10,4	9,8	10,3
Odmiana Cultivar (C)	Starter	19,3	20,7	18,9	19,7
	Poznaniak F1	18,2	19,1	17,8	18,4
	PR45D03 F1	17,3	16,3	16,9	16,8
Średnio – Mean		18,3	18,7	17,9	–
NIR _{0,05} –LSD _{0,05} : A – 4,6; B – r.n.; C – 1,1; AxB – 2,2; CxB – r.n.					

Tabela 3. cd.
Table 3. cont.

Świeża masa 1 rozety (g) – Fresh weight of a rosette (g)					
Termin siewu Date of sowing (A)	wczesny – early	64,3	40,2	34,3	46,3
	optymalny – optimal	56,9	35,0	28,8	40,2
	opóźniony – delayed	31,6	24,0	21,1	25,6
	późny – late	18,4	13,7	11,0	14,4
Odmiana Cultivar (C)	Starter	44,4	32,2	22,8	33,1
	Poznaniak F1	49,2	28,0	28,1	35,1
	PR45D03 F1	34,8	24,5	20,6	26,6
Średnio – Mean		42,8	28,3	23,9	–
NIR _{0,05} –LSD _{0,05} : A – 7,3; B – 4,4; C – 3,6; AxB – 8,7; CxB – 6,3					
Świeża masa korzeni 1 rozety (g) – Fresh weight of roots of a rosette (g)					
Termin siewu Date of sowing (A)	wczesny – early	9,0	6,3	5,0	6,8
	optymalny – optimal	6,2	4,0	3,5	4,6
	opóźniony – delayed	3,1	2,6	2,4	2,7
	późny – late	1,7	1,3	1,2	1,4
Odmiana Cultivar (C)	Starter	4,7	3,6	2,9	3,7
	Poznaniak F1	5,5	3,5	3,2	4,1
	PR45D03 F1	4,8	3,6	3,0	3,8
Średnio – Mean		5,0	3,6	3,0	–
NIR _{0,05} –LSD _{0,05} : A – 1,3; B – 0,3; C – r.n.; AxB – 0,7; CxB – r.n.					

r.n. – różnica nieistotna/no significant differences

istotne zwiększenie liczby liści na roślinie, średnicy szyjki korzeniowej, wyniesienie stożka wzrostu i świeżej masy korzeni 1 rośliny oraz nieistotny przyrost świeżej masy rozety. Opóźnienie zaś terminu siewu (o 7 lub 14 dni) mimo utrzymujących się w październiku i w listopadzie znacznie wyższych niż w wieloletnich temperaturach powietrza sprawiało we wszystkich latach badań istotne zmniejszenie wartości tych cech pokroju rozet zimujących. Prezentowane w tabeli 3 wyniki dowodzą, że pojedyncza roślina z najpóźniejszego terminu siewu osiągała świeżą masę nadziemną ponad trzykrotnie a świeżą masę korzeni prawie pięciokrotnie mniejszą niż ta wysiana w terminie najwcześniejszym. Prawie dwukrotnie miała również cieńszą średnicę szyjki korzeniowej. W badaniach innych autorów [Jankowski i Budzyński 2007, Velička i in. 2012] skutkiem opóźnienia terminu siewu było również spowolnienie jesiennego wzrostu roślin, co uzewnętrzniło się zmniejszeniem parametrów pokroju rozet rzepaku.

Względem najmniejszej ilości wysiewu (40), gęstości siewu 80 i 120 nasion·m⁻² istotnie zmniejszyły liczbę liści na roślinie, średnicę szyjki korzeniowej, oraz świeżą masę liści i masę korzeni 1 rośliny, natomiast nieistotnie tylko różnicowały wyniesienie stożka wzrostu. Wyniki badań wielu innych autorów [Budzyński i in. 1985, Jasińska i in. 1989, Malarz i in. 2006, Muśnicki 1989, Szczygielski i in. 1991, Wielebski 2007] świadczą również o silnym wpływie ilości wysiewu nasion na pokrój roślin rzepaku przed zimą. W stosunku do badanych cech pokroju wykazano istotne współdziałanie terminu i gęstości siewu. Gęstość siewu silniej różnicowała te cechy przy wcześniejszym i optymalnym terminie siewu, natomiast przy opóźnionym i póź-

nym terminie zmniejszenie wartości tych cech pokroju pod wpływem wzrostu gęstości siewu było mniejsze, często tylko nieistotne. Podobnie jak w badaniach Jankowskiego i Budzyńskiego [2007] spadek wartości liczbowych cech pokroju pod wpływem opóźnienia terminu siewu był największy w warunkach rzadkich siewów ($40 \text{ nasion} \cdot \text{m}^{-2}$).

Wykazano zróżnicowaną reakcję odmian na gęstość siewu w liczbie liści oraz świeżej masie liści w rozecie. U odmiany populacyjnej Starter, wartości tych cech pokroju istotnie zmniejszyły się ze wzrostem zagęszczenia roślin. W przypadku natomiast mieszańców istotne obniżenie tych parametrów obserwowano po zwiększeniu ilości wysiewu do $80 \text{ nasion} \cdot \text{m}^{-2}$. Wzrost gęstości siewu (do $120 \text{ nasion} \cdot \text{m}^{-2}$) różnicował te cechy już tylko nieistotnie (tab. 3).

Na badane cechy pokroju rozet zimujących wpływ miały warunki pogodowe w okresie letnio-jesiennej wegetacji. Niezależnie od badanych czynników doświadczenia, rozety o największych wartościach cech pokroju (średnicy szyjki korzeniowej, wyniesienia pąka wzrostu oraz świeżej masy liści i świeżej masy korzeni jednej rośliny) wytwarzał rzepak w warunkach znacząco przedłużającej się i ciepłej jesieni pierwszego i trzeciego cyklu badań (tab. 4). Za wyjątkiem liczby liści mniej rozwinięte rozety wykształcał rzepak w drugim roku badań, który charakteryzował się najkrótszym okresem jesiennej wegetacji i najniższą sumą temperatur efektywnych przed zahamowaniem wegetacji. Podobnie Jankowski i Budzyński [2007] istotnie mniejsze rozety obserwowali w warunkach relatywnie krótszej jesiennej wegetacji i mniejszej sumy temperatur przed spoczynkiem zimowym.

Tabela 4. Wpływ warunków pogodowych (lat) na pokrój roślin zimujących
Table 4. Influence of weather conditions (years) on character of hibernating rape plants

Cechy – Traits	Sezon wegetacji/Vegetation period			NIR _{0,05} LSD _{0,05}
	2012/2013	2013/2014	2014/2015	
Liczba liści w rozecie (szt.) Number of leaves in rosette (pcs.)	7,2	8,3	7,4	0,7
Średnica szyjki korzeniowej (mm) Diameter of root collar (mm)	6,7	5,5	6,5	0,6
Wyniesienie stożka wzrostu (mm) Elevation of shoot apex (mm)	24,1	11,8	19,0	3,9
Świeża masa 1 rozety (g) Fresh weight of a rosette (g)	40,7	25,3	28,9	8,4
Świeża masa korzeni 1 rozety (g) Fresh weight of roots of a rosette (g)	5,7	3,1	2,8	0,1

Analiza regresji wykazała istotną zależność pomiędzy sumą średniodobowych temperatur $\geq 5^{\circ}\text{C}$ w okresie od siewu do zahamowania wegetacji a parametrami biometrycznymi roślin rzepaku na początku zimowania: średnica szyjki korzeniowej $y = -2,838 + 0,011x$, $r = 0,71$; wyniesienie stożka wzrostu $y = -29,496 + 0,056x$, $r = 0,73$; świeża masa liści jednej rośliny $y = -0,681 + 0,001x$, $r = 0,56$; świeża masa korzeni jednej rośliny $y = -0,120 + 0,0002x$, $r = 0,62$. Parametry biometryczne rozet badanych odmian były determinowane przez termin siewu i zwiększały się wraz ze wzrostem sumy temperatur $\geq 5^{\circ}\text{C}$. Suma temperatur efektywnych słabiej korelowała

z liczbą liści ($r = 0,16$) w porównaniu do pozostałych badanych cech pokroju roślin przed zimą ($r = 0,56-0,73$). Podobne zależności otrzymali wcześniej [Velička i in 2012].

Niezależnie od badanych czynników morfotyp heterozyjny o półkarłowym typie wzrostu PR45D03 odznaczał się mniejszą liczbą liści w rozecie i świeżą ich masą a także korzystnie mniejszym wyniesieniem pąka wzrostu w stosunku do odmian o tradycyjnym typie wzrostu: heterozyjnej Poznaniak i populacyjnej Starter. W liczbie liści w rozecie oraz świeżej ich masie różnice odmianowe obserwowano zwłaszcza przy najmniejszej gęstości siewu (40 nasion na 1 m²). W przypadku siewu najgęstszego 120 nasion na 1 m² nie stwierdzono istotnych różnic odmianowych w liczbie liści w rozecie (tab. 3).

Dobrze wykształcone w warunkach długiej i cieplej jesieni rozety badanych odmian rzepaku oraz sprzyjający układ warunków termicznych podczas zimy sprawił, że stopień przezimowania roślin wyrażony w procentach był wysoki we wszystkich cyklach badań i terminach siewu (tab. 5). Mimo że najbardziej zimowe warunki wystąpiły w pierwszym cyklu badań, to największe ubytki roślin po zimie (około 7%) notowano w drugim roku badań. Zdecydowały o tym gwałtowne spadki temperatury w trzeciej dekadzie stycznia, jakie nastąpiły po znacznie cieplejszych niż przeciętnie grudniu (o 2,4°C) i dwóch pierwszych dekadach stycznia. Warunki takie sprawiły, że rośliny nie były dostatecznie zahartowane, a ponadto w przeciwieństwie do pierwszego roku badań, spadkiem temperatury (do -17°C przy gruncie) nie towarzyszyła okrywa śnieżna. Najmniejsze straty pozimowe (zaledwie 1,5% obsady jesiennej) wystąpiły w trzecim cyklu badań, w którym średniodobowe temperatury powietrza w okresie od grudnia do marca rzadko

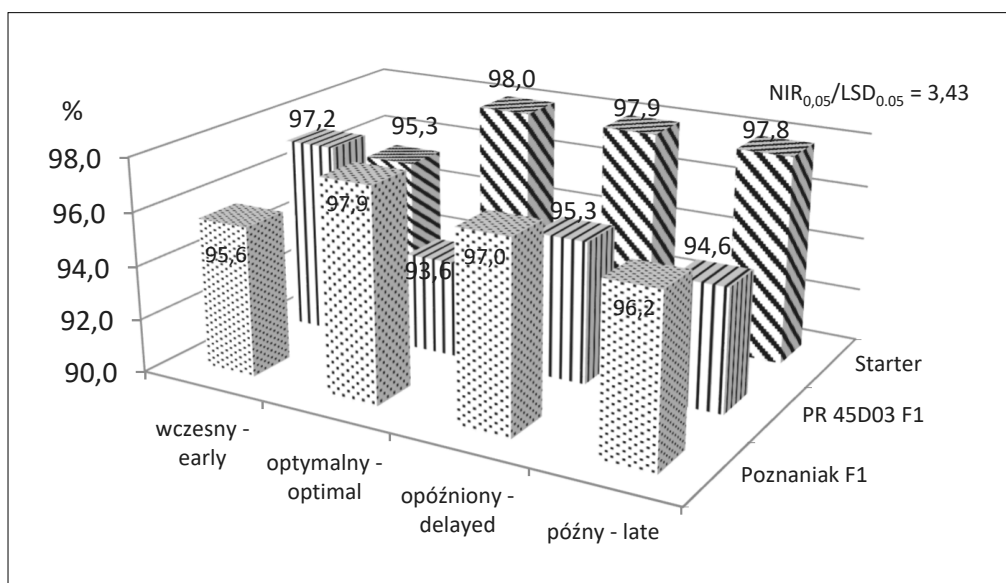
Tabela 5. Przezimowanie roślin rzepaku ozimego (%)
Table 5. Winter survival of winter oilseed rape plants (%)

Czynnik – Factor		Sezon wegetacji Vegetation period (D)			Średnio Mean
		2012/ 2013	2013/ 2014	2014/ 2015	
Termin siewu Date of sowing (A)	wczesny – early	96,5	92,7	98,9	96,0
	optimalny – optimal	96,5	94,2	98,9	96,5
	opóźniony – delayed	98,4	93,1	98,8	96,7
	późny – late	97,4	93,7	97,6	96,2
Gęstość siewu (szt.·m ²) Sowing density (pcs.·m ²) (B)	40	98,6	95,5	98,5	97,4
	80	96,6	95,1	98,7	96,8
	120	96,4	90,0	98,4	94,9
Odmiana – Cultivar (C)	Starter	97,0	95,4	99,3	97,2
	Poznaniak F1	97,1	93,3	99,6	96,7
	PR45D03 F1	97,4	91,5	96,6	95,2
Średnio – Mean		97,2	93,4	98,5	–
NIR _{0,05} –LSD _{0,05} : A – r.n.; B – 1,8; C – 1,7; D – r.n.; AxD – r.n.; BxD – 3,2; CxD – r.n.					

r.n. – różnica nieistotna/no significant differences

przyjmowały wartości ujemne. Niewielkie straty (niespełna 3%) mimo długiej zimy notowano również w pierwszym roku badań, bowiem rośliny rzepaku w okresie zimowego spoczynku weszły dobrze zahartowane i skutecznie chroniła je warstwa śniegu.

Analiza danych z każdego roku jak również średnich wyników z trzech lat badań nie wykazała istotnego wpływu terminu siewu na przezimowanie roślin. Niewielkie aczkolwiek istotne różnice w reakcji na termin siewu wykazano między odmianami (rys. 2). Mieszaniec półkarłowy PR45D03 F1 zimował najlepiej siany w terminie wcześniejszym od agrotechnicznie zalecanego. Odmiany natomiast o normalnej długości słomy (mieszaniec zrestorowany Poznaniak oraz populacyjna odmiana Starter) wysiewane wcześniej gorzej zimowały, a najlepsze przezimowanie zapewniał im optymalny termin siewu. Istotny wpływ terminu siewu na przezimowanie roślin rzepaku wykazały badania prowadzone na Litwie, w warunkach znacznie ostrzejszych zim [Velička i in 2012]. Rośliny mieszańcowe szybciej osiągały parametry gwarantujące dobre zimowanie przez co były mniej wrażliwe na termin siewu i zimowały istotnie lepiej od odmiany populacyjnej. Zasiane natomiast zbyt wcześnie nadmiernie wyrastały i w warunkach ostrzejszych zim zimowały gorzej niż te wysiane później.



Rys. 2. Przezimowanie (%) badanych odmian rzepaku w zależności od terminu siewu
Fig. 2. Winter survival (%) of winter oilseed rape cultivars in relation to date of sowing

W badaniach własnych negatywny wpływ na przezimowanie miała gęstość siewu, z tym że różnice w przezimowaniu były niewielkie i obserwowano je tylko w drugim roku badań. Istotnie gorzej zimowały rośliny siane w największej obsadzie (120 nasion kiełkujących na m²). Nie udowodniono zróżnicowanej reakcji badanych typów odmian na gęstość siewu. Interakcję z odmianą we wpływie tego czynnika na przezimowanie wykazały badania Jankowskiego i Budzyńskiego [2007], w których mieszaniec złożony Kaszub F1 zdecydowanie lepiej przezimo-

wał w warunkach rzadkich siewów ($60 \text{ nasion} \cdot \text{m}^{-2}$), natomiast u odmiany zrestorowanej Kronos F1 pogorszenie przezimowania obserwowano dopiero po zwiększeniu ilości wysiewu do $180 \text{ nasion} \cdot \text{m}^{-2}$. Gęstość siewu nie różnicowała istotnie przezimowania roślin w badaniach Malarza i in. [2006]. Wyraźny wpływ zwiększonej ilości wysiewu na wzrost ubytków roślin podczas zimowania wykazały wcześniejsze badania własne [Wielebski i Wójtowicz 1998, Wielebski 2007] oraz innych autorów [Jankowski i Budzyński 2007, Muśnicki 1989, Vincze 2017]. Zbyt gęste siewy jak wskazuje Muśnicki [2005] są szczególnie szkodliwe we wczesnych terminach. Udowodniono istotne różnice w przezimowaniu badanych form hodowlanych. Odmiany mieszańcowe (Poznaniak F1, PR45D03 F1) zimowały gorzej niż odmiana populacyjna (Starter), z tym że jedynie w przypadku półkarłowej odmiany mieszańcowej PR45D03 różnica została statystycznie udowodniona.

WNIOSKI

1. Przyspieszenie terminu siewu w stosunku do przyrodniczo optymalnego powodowało istotne zwiększenie, zaś jego opóźnienie istotne zmniejszenie wartości badanych cech pokroju rozet zimujących: liczby liści na roślinie, średnicy szyjki korzeniowej, wyniesienia stożka wzrostu oraz świeżej masy liści i świeżej masy korzeni 1 rośliny.
2. Badane gęstości siewu $40\text{-}80\text{-}120 \text{ nasion} \cdot \text{m}^{-2}$ dające przed zimą obsadę roślin na poziomie 28, 53 i 69 szt., istotnie różnicowały za wyjątkiem wyniesienia stożka wzrostu parametry pozostałych cech pokroju roślin przed zimą. Cechy te silniej różnicowane były przy wcześniejszym i optymalnym terminie siewu, natomiast przy opóźnionym i późnym terminie spadek wartości liczbowych cech pokroju pod wpływem wzrostu gęstości siewu był mniejszy, często tylko nieistotny.
3. Na cechy pokroju rozet zimujących istotny wpływ miały warunki pogodowe jesienią. Ich wartości dodatnio skorelowane były z sumą temperatur efektywnych ($\geq 5^\circ\text{C}$) w okresie od siewu do zahamowania wegetacji, która to z kolei silnie determinowana była przez termin siewu.
4. W warunkach długich i ciepłych okresów wegetacji jesiennej, wpływ terminu siewu na przezimowanie roślin rzepaku zarówno po zdecydowanie chłodniejszych (2012) jak i cieplejszych (2013, 2014) niż przeciętnie zimach był niewielki, przy czym istotną rolę odegrały obecność lub brak okrywy śnieżnej oraz stopień zahartowania roślin.
5. Reakcja badanych odmian na termin siewu była zróżnicowana. Odmianom o tradycyjnym typie wzrostu (mieszańcowi zrestorowanemu Poznaniak oraz populacyjnej odmianie Starter) najlepsze przezimowanie zapewniał optymalny termin siewu, natomiast mieszańcowi półkarłowemu (PR45D03 F1) termin siewu przyspieszony (o tydzień) w stosunku do agrotechnicznie zalecanego.
6. Nie udowodniono zróżnicowanej reakcji badanych typów odmian na gęstość siewu. Istotnie gorzej zimowały rośliny siane w największej obsadzie ($120 \text{ nasion kielkujących na m}^2$).

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. 2010. Kapusta rzepak. W: Rośliny oleiste – uprawa i zastosowanie. Pr. zbior, Budzyński W, Zając T. (red.). Wyd. PWRiL, Poznań, 15–107.

- Budzyński W., Majkowski K., Wróbel E. 1985. 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.
- Dembiński F. 1975. *Rośliny Oleiste*. PWRiL Warszawa, ss. 426.
- Gugała M., Sikorska A., Zarzecka K., Kapela K., Mystkowska I. 2017. The effect of sowing method and biostimulators on autumn development and overwintering of winter rape. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 16(3): 111–120.
- Jankowski K. 2007. Siedliskowe i agrotechniczno-ekonomiczne uwarunkowania produkcji nasion rzepaku ozimego na cele spożywcze i energetyczne. *Rozpr. Monogr., Wyd. UWM Olsztyn* 131: ss. 174.
- Jankowski K., Budzyński W. 2007. Reakcja różnych form hodowlanych rzepaku ozimego na termin i gęstość siewu. I. Jesienny wzrost i rozwój oraz przezimowanie roślin. *Rośliny Oleiste/Oilseed Crops* 28(2): 177–194.
- 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. 1989. Charakterystyka botaniczno-rolnicza rzepaku ozimego i jego plonowanie w zmiennych warunkach siedliskowo- agrotechnicznych. *Rocz. AR Poznań, Rozpr. Nauk.*, ss. 191.
- Muśnicki Cz. 2005. Wymagania klimatyczne i glebowe oraz dobór stanowiska. W: *Technologia produkcji rzepaku*. Muśnicki Cz. i in. (red.). Wyd. Wieś Jutra: 68–73.
- Ogrodowczyk M., Spasibonek S., Krzymański J. 1998. Różnice w rozwoju przed zimą korzeni i rozet rodów rzepaku podwójnie ulepszanego (*Brassica napus* L.). *Rośliny Oleiste/Oilseed Crops* 19(2): 399–412.
- Szczygielski T., Owczarek E., Wszyński Z. 1991. Wzrost, rozwój i plonowanie rzepaku ozimego w różnych warunkach przyrodniczych i agrotechnicznych. *Wyniki badań za rok 1990. Rośliny Oleiste* 13(2): 17–32.
- Velička R., Pupalienė R., Butkevičienė L., M., Kriaučiūnienė Z. 2012. Peculiarities of overwintering of hybrid and conventional cultivars of winter rapeseed depending on the sowing date. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 11(1): 53–66.
- Vincze É. 2017. The effect of sowing date and plant density on yield elements of different winter oilseed rape (*Brassica napus* var. *napus* f. *biennis* L.) genotypes. 16th Alps-Adria Workshop – Synergism in science Opatija, Croatia – 2017. <http://dx.OI:10.18380/SZIE.COLUM.2017.4.1.sup>.
- Wawrzyniak M., Piętka T., Krótka K. 1998. Morfologia rozety a zimotrwałość i plenność rodów hodowlanych rzepaku ozimego podwójnie ulepszanego. *Rośliny Oleiste/Oilseed Crops* 19(2): 633–637.
- Wielebski F. 2007. Reakcja różnych typów odmian rzepaku ozimego na zmienne zagęszczenie roślin w łanie. I. Plon nasion i jego składowe. *Rośliny Oleiste/Oilseed Crops* 28(2): 209–226.
- 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. 2001. 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.
- Wójtowicz M., Wielebski F. 2000. Wpływ warunków siedliskowych na jesienny rozwój oraz przezimowanie odmian rzepaku ozimego. *Rośliny Oleiste/Oilseed Crops* 21(1): 65–72.
- 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): 381–395.

F. WIELEBSKI, M. WÓJTOWICZ

EFFECT OF DATE AND DENSITY OF SOWING AND WEATHER CONDITIONS ON GROWTH IN THE AUTUMN AND WINTER SURVIVAL 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 2012–2015. In the experiment the effect of sowing date (early, optimal, delayed, late) and sowing density (40, 80, 120 seeds·m⁻²) on morphology of autumn plants and winter survival of morphotypes of traditional winter oilseed rape (open pollinated cultivar Starter and hybrid cultivar Poznaniak) and semidwarf (hybrid cultivar PR45D03) type of growth were investigated. The acceleration of the sowing date in relation to the optimum resulted in significant increase, and its delay significant reduction, of the value of the tested characteristics of the winter rosettes: number of leaves per plant, root neck diameter, elevation of shoot apex, fresh weight of a rosette and fresh weight of roots of a rosette. These characteristics, except elevation of shoot apex, were reduced with the increase of seed density (80–120 seeds·m⁻²). However the decrease of the characteristic values were greater on objects sowing in early and optimal time, and lower, often not significant on objects sowing in delayed and late time. Values of this characteristics were positively correlated with the sum of effective temperatures ($\geq 5^{\circ}\text{C}$) in the period from sowing to inhibition of vegetation, which in turn was strongly determined by the sowing date. In all study cycles, the sowing date did not significantly affect the wintering of rapeseed. However, variable reactions of the examined forms were found. Cultivars with the traditional type of growth the best survived winter when were sown in optimum time, while the semidwarf hybrid if was sown in accelerated time (about one week) relative to the recommended. No significant different reaction of the studied morphotypes was demonstrated for the density of sowing. All tested in the experiment cultivars showed worse winter performance while were sown at the highest density (120 germinated seeds per m²).

Key words: winter oilseed rape, cultivar, date of sowing, sowing density, morphological traits, winter survival of plants

Zaakceptowano do druku – *Accepted for print*: 18.01.2018

Do cytowania – *For citation*

Wielebski F., Wójtowicz M. 2018. Wpływ terminu i gęstości siewu oraz warunków pogodowych na jesienny wzrost i rozwój oraz przezimowanie morfotypów rzepaku ozimego o tradycyjnym i półkarłowym typie wzrostu. *Fragm. Agron.* 35(2): 133–145.