

Franciszek Wielebski, Marek Wójtowicz

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Zakład Roślin Oleistych w Poznaniu

Wpływ gęstości siewu na plon nasion oraz cechy morfologiczne i elementy struktury plonu odmian populacyjnych i mieszańcowych rzepaku ozimego

Effect of sowing density on seed yield, morphological plant character and yield structure of open pollinated cultivars and composite hybrids of winter oilseed rape

Słowa kluczowe: rzepak ozimy, agrotechnika, gęstość siewu, mieszańce złożone, cechy morfologiczne

Key words: winter oilseed rape, agronomical practices, sowing density, composite hybrids, morphological traits

Celem badań prowadzonych w latach 1998–2000 było określenie wpływu zróżnicowanej obsady roślin na plon i elementy struktury plonu oraz zbadanie zdolności kompensacyjnych nowych odmian rzepaku. W badaniach uczestniczyły 4 odmiany populacyjne (Bor, Marita, Kana i Silvia) i jeden mieszaniec złożony (w roku 1998 — Synergy, zaś w latach 1999 i 2000 — POH 798). Badając plon nasion stwierdzono istotną interakcję pomiędzy ilością wysiewu (40–160 nasion/m²) a odmianami. Dla odmiany Bor wystarczającą okazała się ilość wysiewu 40 nasion na m², natomiast Marita najwyższy plon osiągnęła przy wysiewie 120 nasion na m². U pozostałych odmian istotnie najwyższe plony otrzymano wysiewając 80 nasion/m². Spośród badanych elementów struktury plonu pod wpływem zmieniającego się zagęszczenia roślin największym zmianom podlegała liczba łuszczyń na roślinie. Wartości tej cechy ujemnie korelowały z obsadą roślin na jednostce powierzchni, natomiast dodatnio z liczbą rozgałęzień bocznych. Liczba rozgałęzień ujemnie korelowała z obsadą roślin. Z elementów struktury plonu najmniejszym zmianom ulegała liczba nasion w łuszczyń. Brak było istotnych korelacji

The purpose of the investigations, carried out in 1998–2000, was to explain the influence of plant population density on seed yield, yield components and compensation ability of new cultivars of oilseed rape. Four open pollinated cultivars (Bor, Marita, Kana and Sylvia) and the composite hybrid (Synergy in 1998 and POH 798 in 1999, 2000) were investigated. Studying seed yield, significant interaction between sowing density (40–160 seeds per sq. m) and cultivars was demonstrated. Sowing density of 40 seeds per sq. m. was sufficient for Bor while Marita achieved the highest yield at the sowing of 120 seeds per sq. m. Other cultivars had the highest yield at the sowing density of 80 seeds per sq. m. Among investigated yield components the character most susceptible to plant population density was the number of pods per plant. Values of this feature were negatively correlated with plant population density and positively with the number of branches per plant. The number of branches was negatively correlated with plant population density. The least changeable yield component was the number of seeds per pod. Significant correlation between the number of plants per area unit and

między liczbą roślin na jednostce powierzchni i liczbą łuszczyń na roślinie. Zróżnicowana obsada roślin wywarła istotny wpływ na morfologię roślin zimujących i zbieranych. Wzrost zagęszczenia roślin u badanych odmian powodował przed zimą istotne zmniejszenie liczby liści w rozecie i grubości szyjki korzeniowej, w mniejszym natomiast stopniu wpływał na wyniesienie pąka wierzchołkowego. Na wielkość tych cech duży wpływ miały jesienne warunki pogodowe. W porównaniu do odmian populacyjnych mieszańce tworzyły rozety złożone z większej liczby liści oraz grubszą szyjkę korzeniową, ale jednocześnie miały wyżej umieszczony pąk wierzchołkowy. Przechimowanie było ujemnie skorelowane z wyniesieniem stożka wzrostu i liczbą roślin przed zimą, dodatnio z grubością szyjki korzeniowej, brak było istotnej korelacji z liczbą liści w rozecie. Przed zbiorem z obsadą roślin ujemnie skorelowana była liczba rozgałęzień oraz wysokość i stopień wylegania roślin, dodatnio — wysokość pierwszego rozgałęzienia.

the number of pods per plant was not stated. Plant population density significantly affected the morphological character of hibernating and harvested plants. The increase of plant density caused significant reduction of the number of leaves per rosette and the diameter of root collar and less affected the elevation of shoot apex. Weather conditions during autumn had significant effect on values of these morphological characters of hibernating plants. Rosettes of hybrids had more leaves and greater diameter of root collar and higher elevation of shoot apex in comparison with open pollinated cultivars. Winterhardiness was negatively correlated with the elevation of shoot apex and the number of plants per area unit before winter and positively with the diameter of root collar. There was not significant correlation between wintering and number of leaves per rosette. Plant population density before harvest was negatively correlated with the number of branches, plant height and lodging of plants, while positively with height of the lowest branch.

Wstęp

Rzepak ozimy wykazuje duże zdolności adaptacyjne do zmian w zagęszczeniu roślin (Jasińska i in. 1988, Muśnicki 1989, Wielebski i Wójtowicz 1998). Zmiana w obsadzie roślin na jednostce powierzchni pociąga za sobą zróżnicowanie cech morfologicznych roślin i elementów składowych plonu nasion. Zagęszczenie roślin jest podstawowym komponentem strukturalnym (Muśnicki 1989) i obok liczby łuszczyń na roślinie, liczby nasion w łuszczyńce oraz masy 1000 nasion decyduje o wielkości plonu nasion rzepaku (Kuchtova i in. 1996; Zajac i in. 1997).

Wielkością i zmiennością tych elementów strukturalnych kształtujących się pod wpływem zmian w zagęszczeniu zajmowało się wielu autorów (Budzyński i in. 1985; Horodyski 1988; Jasińska i in. 1988; Muśnicki i in. 1991, 1994; Schulz 1995; Wielebski i Wójtowicz 1998). Wprowadzanie do uprawy nowych odmian rzepaku o dużym zróżnicowaniu genetycznym i fizjologicznym stwarza konieczność kontynuowania badań w tym zakresie. Pojawienie się odmian mieszańcowych o znacznie wyższym potencjale plonotwórczym wymaga określenia współzależności między plonem a elementami strukturalnymi dla tego typu odmian.

Celem podjętych badań było określenie wpływu zróżnicowanej obsady roślin na plon i elementy struktury plonu oraz zdolności kompensacyjnych odmian populacyjnych jak i mieszańców złożonych rzepaku ozimego.

Material i metody

Doświadczenia polowe prowadzono w Zakładzie Doświadczalnym Wielichowo – Zielęcín w latach 1997/98, 1998/99 i 1999/00. Zakładano je w układzie losowanych podbloków w czterech powtórzeniach, na glebie biellicowej i pseudo-biellicowej kompleksu żytniego bardzo dobrego, klasy IIIa (1997 rok), bądź na glebie brunatnej wylugowanej i kwaśnej kompleksu żytniego dobrego, klasy IVa (w latach 1998 i 1999). W roku 1997 przedplonem był jęczmień jary, a w latach 1998 i 1999 pszenica ozima.

W badaniach uczestniczyły 4 odmiany populacyjne, z których trzy to odmiany krajowe Bor, Marita, Kana i jedna niemiecka Silvia oraz jedna odmiana mieszańcowa złożona. W 1997 roku była to francuska odmiana mieszańcowa złożona Synergy, a w 1998 i 1999 roku polska odmiana POH 798. Odmiany te wysiewano w zmiennym zagęszczeniu: 40, 80, 120 i 160 nasion na m². Każdego roku wysiew nasion przeprowadzano w terminie agrotechnicznym (odpowiednio: 27, 28 i 26.08) zgodnie ze schematem doświadczenia. Powierzchnia poletek do zbioru wynosiła 24 m², a rozstawa rzędów 20 cm.

Przedsięwzięcie stosowano 80 kg P₂O₅, 160 kg K₂O i 20 kg N. Całą dawkę fosforu i część dawki potasu (120 lub 60 kg) zastosowano w nawozie Polimag (1997 i 1998) bądź Lubofos (1999). Resztę potasu uzupełniano nawozem Kamex. Azot zarówno przed siewem jak i wiosną podano w saetrze amonowej. Wiosenną dawkę azotu stosowano w dwóch terminach — 90 kg przed ruszeniem vegetacji i 50 kg w fazie pąkowania. Układ głównych parametrów pogody w Zielęcínie w latach prowadzenia badań na tle wielolecia przedstawiono w tabeli 1.

Dwukrotnie jesienią po wschodach i przed zimą oraz wiosną po ruszeniu vegetacji i przed zbiorem w wyznaczonym miejscu każdego poletka policzono rośliny na m². Na piętnastu losowo pobranych roślinach określano wielkość i pokrój roślin zimujących oraz pokrój roślin zbieranych i elementy struktury plonu. Wszystkie wyniki poddano analizie wariancji. Obliczono korelacje pomiędzy badanymi cechami morfologicznymi i elementami struktury plonu.

Wyniki i dyskusja

Porównywane gęstości siewu w różnym stopniu różnicowały plon nasion badanych odmian. W tabeli 2 wykazano istotność interakcji między ilością wysiewu a odmianami. W przypadku najniższej plonującej odmiany Bor wystarczającą okazała się ilość wysiewu 40 nasion na m², natomiast Marita najwyższej plonowała przy wysiewie 120 nasion na m². W obrębie odmian Silvia i „mieszaniec” optymalna była ilość wysiewu 80 nasion na m², podobną tendencję stwierdzono u odmiany Kana. Wysiew 160 nasion na m² nie miał istotnego wpływu na plon

nasion, bądź powodował, jak w przypadku odmiany Bor, niewielki jego spadek. Pomimo dużej zróżnicowanej obsady roślin na jednostce powierzchni, różnice w plonie nasion nie były aż tak wielkie (4–9%). Szczygielski i in. (1990) twierdzą, że w takich warunkach występuje zjawisko kompensacji cech strukturalnych roślin, wyrażające się w odpowiednich zmianach liczby rozgałęzień, łuszczyń i nasion w łuszczyźnie. W badaniach własnych mniejsza liczba roślin na jednostce powierzchni była kompensowana głównie przez wytwarzanie większej liczby łuszczyń na roślinie, które zawierały nasiona o większej masie 1000 nasion. Najsilniej kompensacja cech strukturalnych wystąpiła u odmiany Kana, u której nie znaleziono istotnych różnic w plonie pod wpływem zmian zagęszczenia.

Tabela 1

Warunki meteorologiczne w Zielęcinie w okresie wegetacji rzepaku ozimego w latach prowadzenia doświadczeń na tle wielolecia — *Meteorological conditions in vegetation season of winter oilseed rape in investigation years against a background of many years*

Pomiar — <i>Measurement</i>	1997/98	1998/99	1999/00	1953–93
Średnia dobową temperatura powietrza — <i>Mean air temperature</i>				
— roczna — <i>in a year</i>	9,6	8,7	10,1	8,5
— okresu wegetacji jesiennej* — <i>in autumn season</i>	8,3	8,1	11,0	8,7
— najchłodniejszego miesiąca zimy** <i>in the coldest winter month</i>	1,6/XII	-0,2/XII	0,4/I	-1,2/I
— okresu wegetacji wiosenno–letniej*** <i>in spring and summer season</i>	14,5	15,0	15,3	14,0
Suma opadów w mm — <i>Precipitation sum</i>				
— w całym roku — <i>in a year</i>	484	671	539	514
— okresu wegetacji jesiennej* — <i>in autumn season</i>	79	168	84	96
— okresu zimy** — <i>in winter season</i>	142	158	213	146
— okresu wegetacji wiosenno–letniej*** <i>in spring and summer season</i>	150	253	163	180
Odchylenie od wartości optymalnej wg Klatta — <i>Deviation from optimal value acc. to Klatt</i>				
temperatury °C — <i>temperature</i>	1,1	1,2	1,6	(13,8)
opady w ‰ — <i>precipitation</i>	79	128	89	(224)
Opady w ‰ średniej wieloletniej — <i>Precipitation in ‰ of many years</i>				
— w całym roku — <i>in a year</i>	94	131	105	100
— okresu wegetacji jesiennej* — <i>in autumn season</i>	82	175	88	100
— okresu zimy** — <i>in winter season</i>	97	108	146	100
— okresu wegetacji wiosenno–letniej*** <i>in spring and summer season</i>	83	141	91	100

* — od września do połowy listopada — *from September to mid November*

** — od połowy listopada do końca marca — *from mid November to the end of March*

*** — od kwietnia do połowy lipca — *from April to mid July*

Tabela 2

Plon nasion badanych odmian rzepaku w zależności od gęstości siewu i lat badań
Yield of investigated cultivar in response to sowing density and years of investigation

Czynnik <i>Factor</i>	Bor	Marita	Kana	Silvia	Mieszaniec*	Średnio <i>Mean</i>
Gęstość siewu — <i>Sowing density</i> [nasion/m ² — <i>seeds/m²</i>]						
40	39,8 bc	41,5 ab	41,4 a	43,6 a	45,5 a	42,4
80	38,9 ab	41,2 a	43,0 a	45,9 bc	48,9 b	43,6
120	39,3 b	43,0 b	41,7 a	44,5 ab	48,5 b	43,4
160	37,8 a	41,0 a	42,7 a	46,3 c	49,8 b	43,5
NIR _{0,05} — <i>LSD_{0,05}</i>	1,65					r.n
Średnio odmiana <i>Mean cultivar</i>	39,0 a	41,7 b	42,2 b	45,1 c	48,2 d	
NIR _{0,05} — <i>LSD_{0,05}</i>	0,70					
Lata — <i>Years</i>						
1998	43,5 c	46,2 b	48,6 c	50,7 c	48,2 b	47,4 b
1999	32,2 a	32,4 a	31,0 a	36,4 a	42,0 a	34,8 a
2000	41,2 b	46,5 b	47,1 b	48,1 b	54,4 c	47,4 b
NIR _{0,05} — <i>LSD_{0,05}</i>	1,22					1,92

* — w 1998 r. odmiana mieszańcowa złożona Synergy, a w 1999 i 2000 mieszaniec złożony POH 798
in 1998 composite hybrid variety Synergy, in 1999 and 2000 composite hybrid POH 798

Niezależnie od gęstości siewu badane odmiany różniły się poziomem plonów nasion. Mieszaniec złożony plonował istotnie lepiej w stosunku do pozostałych odmian, z których najwyższy plon dawała odmiana Silvia, istotnie wyższy od odmiany Kana i odmiany Marita. Najślabiej zaś plonowała odmiana Bor. Na podstawie średnich plonów nasion z lat wydaje się, że odmiana mieszańcowa złożona Synergy w 1998 w porównaniu z innymi odmianami plonowała gorzej niż odmiana POH 798 w latach 1999 i 2000.

Zróznicowana obsada roślin na jednostce powierzchni powodowała zmiany w strukturze plonu (tab. 3). Spośród badanych jej elementów największym zmianom pod wpływem zmieniającego się zagęszczenia roślin ulegała liczba łuszczyń na roślinie. Wraz ze wzrostem zagęszczenia malała istotnie liczba zawiązanych łuszczyń na roślinie, masa 1000 nasion i masa nasion w pojedynczej łuszczyń. Według Szczygielskiego i in. 1990 oraz Kuchtowej i in. 1996, o końcowym plonie decyduje głównie liczba łuszczyń i stopień wykształcenia nasion (masa 1000 nasion). U badanych odmian wystąpiła kompensacja elementów struktury plonu, czego potwierdzeniem są występujące korelacje pomiędzy tymi cechami (tab. 4). Liczba łuszczyń na roślinie ujemnie korelowała z obsadą roślin na jednostce powierzchni, natomiast była silnie dodatnio determinowana przez liczbę

Tabela 3

Struktura elementów plonotwórczych w zależności od gęstości wysiewu (nasion/m²), odmiany i lat badań
Yield components according to sowing density, cultivar and years of investigation

Czynnik <i>Factor</i>	Liczba roślin przed zbiorem <i>Number of harvested plants</i>	Liczba łuszczyzn na roślinie <i>Number of pods per plant</i>	Liczba nasion w łuszczyźnie <i>Number of seeds per pod</i>	Masa nasion w łuszczyźnie <i>Weight of seeds in pod [mg]</i>	Masa 1000 nasion <i>Weight of a thousand seeds [g]</i>
Gęstość siewu — <i>Sowing density [nasion/m² — seeds/m²]</i>					
40	34 a	213 c	22,3	100,9 b	5,07 d
80	64 b	185 b	22,1	98,5 ab	4,91 c
120	87 c	182 b	22,4	98,0 ab	4,83 b
160	117 d	137 a	21,6	93,8 a	4,66 a
NIR _{0,05} — <i>LSD_{0,05}</i>	3,8	22,4	r.n.	4,85	0,018
Odmiana — <i>Cultivar</i>					
Bor	76	162 a	22,4 b	95,4 ab	4,66 b
Marita	76	164 a	24,8 c	102,0 c	4,55 a
Kana	75	169 ab	22,2 b	100,2 bc	4,94 d
Silvia	74	185 b	21,3 b	91,6 a	4,72 c
Mieszaniec*	77	216 c	19,7 a	99,7 bc	5,46 e
NIR _{0,05} — <i>LSD_{0,05}</i>	r.n.	16,9	1,30	5,442	0,018
Rok — <i>Year</i>					
1998	85 b	198 b	21,4 a	98,7 b	4,67 b
1999	53 a	204 b	21,6 a	77,2 a	3,59 a
2000	89 b	136 a	23,2 b	117,5 c	6,34 c
NIR _{0,05} — <i>LSD_{0,05}</i>	3,9	26,8	0,93	3,79	0,044

* — w 1998 r. odmiana mieszańcowa złożona Synergy, a w 1999 i 2000 mieszańiec złożony POH 798
in 1998 composite hybrid variety Synergy, in 1999 and 2000 composite hybrid POH 798

rozgałęzień bocznych. Wzrost liczby rozgałęzień powodował zwiększenie liczby łuszczyń na roślinie. Liczba rozgałęzień ujemnie korelowała z obsadą roślin. Natomiast masa 1000 nasion tylko u odmiany Bor była ujemnie skorelowana z liczbą łuszczyń. Z elementów struktury plonu najmniejszym zmianom ulegała liczba nasion w łuszczyń. Nie wykazano istotnych korelacji w stosunku do liczby roślin na jednostce powierzchni jak i liczby łuszczyń na roślinie.

Tabela 4
Współczynniki korelacja między niektórymi cechami struktury plonu badanych odmian rzepaku — *Coefficients of correlation between some yield structure features of investigated oilseed rape cultivars*

Odmiana <i>Cultivar</i>	C ₁ -C ₂	C ₁ -C ₃	C ₂ -C ₃	C ₃ -C ₄	C ₁ -C ₅	C ₃ -C ₅
Bor	-0,31*	-0,37*	0,70*	-0,51*	0,02	0,14
Marita	-0,35*	-0,39*	0,73*	-0,31	-0,04	0,09
Kana	-0,61*	-0,68*	0,66*	-0,26	0,10	0,21
Silvia	-0,42*	-0,66*	0,66*	-0,24	-0,15	-0,04
Mieszaniec*	-0,42*	-0,44*	0,64*	-0,27	-0,02	-0,06
Średnio — <i>Mean</i>	-0,41*	-0,48*	0,67*	-0,15	-0,02	-0,06

C₁ — liczba roślin przed zbiorem — *number of harvested plants*

C₂ — liczba rozgałęzień na roślinie — *number of branches per plant*

C₃ — liczba łuszczyń na roślinie — *number of pods per plant*

C₄ — masa 1000 nasion — *weight of 1000 seeds*

C₅ — liczba nasion w łuszczyń — *number of seeds per pod*

* — korelacje istotne przy $\alpha = 0,05$ — *correlations significant at $\alpha = 0.05$*

Obsada roślin u badanych odmian wpływała istotnie na pokrój zbieranych roślin (tab. 5). Rośliny rzepaku rosnące w większym zagęszczeniu były przed zbiorem istotnie niższe, tworzyły mniej rozgałęzień bocznych oraz silniej wylegały. Rośliny te również istotnie wyżej osadzały pierwsze rozgałęzienia boczne. Z liczbą roślin przed zbiorem ujemnie skorelowana była wysokość zbieranych roślin i wyleganie, zaś dodatkowo wysokość pierwszego rozgałęzienia (tab. 6). Wystąpiły istotne różnice międzyodmianowe. Roślinom mieszańca złożonego wysokością dorównywała tylko odmiana Bor, która jednak istotnie mniej się rozgałęziała i silniej wylegała. Rośliny odmiany Kana były najniższe, nieco słabiej się rozgałęziały i podobnie jak Marita nieco silniej były porażane chorobami.

Tabela 5

Pokrój roślin rzepaku przed zbiorem i wyleganie w zależności od gęstości siewu, odmiany i lat badań
Morphological characters of harvested plants and lodging according to sowing density, cultivar and years of investigation

Czynnik <i>Factor</i>	Wysokość roślin przed zbiorem <i>Height of harvested plants [cm]</i>	Liczba rozgałęzień <i>Number of branches per plant</i>	Wysokość I rozgałęzienia <i>Height of the lowest branch [cm]</i>	Wyleganie [1-9] <i>Lodging in 1-9 scale**</i>	Porażenie roślin chorobami <i>Plants infestation in 1-9 scale**</i>
Gęstość siewu — <i>Sowing density [nasion/m² — seeds/m²]</i>					
40	155,4 b	6,77 c	58,6 a	8,52 c	6,92
80	154,8 b	5,77 b	67,6 b	7,97 b	6,92
120	153,5 ab	5,50 b	69,0 b	7,72 b	6,82
160	151,1 a	4,78 a	71,7 b	7,05 a	6,73
NIR _{0,05} — <i>LSD_{0,05}</i>	2,51	0,527	4,41	0,445	r.n.
Odmiana — <i>Cultivar</i>					
Bor	157,5 c	5,29 a	69,4 c	6,83 a	7,02 c
Marita	154,1 b	5,78 b	67,2 abc	7,94 b	6,40 a
Kana	146,7 a	5,67 ab	63,7 a	7,73 b	6,77 b
Silvia	152,4 b	5,96 b	65,6 ab	8,02 b	6,96 c
Mieszaniec*	157,8 c	5,83 b	67,8 bc	8,54 c	7,08 c
NIR _{0,05} — <i>LSD_{0,05}</i>	3,14	0,424	3,66	0,334	0,164
Rok — <i>Year</i>					
1998	156,5 b	5,80	70,8 b	7,48 a	7,20 b
1999	167,3 c	5,50	58,0 a	8,39 b	5,34 a
2000	137,3 a	5,83	71,4 b	7,58 a	8,00 c
NIR _{0,05} — <i>LSD_{0,05}</i>	6,20	r.n.	9,31	0,643	0,545

* — w 1998 r. odmiana mieszańcowa złożona Synergy, a w 1999 i 2000 mieszaniec złożony POH 798
 in 1998 composite hybrid variety Synergy, in 1999 and 2000 composite hybrid POH 798

** — 1 — maksymalne porażenie lub wyleganie — *maximum infestation or lodging*
 9 — brak porażenia lub wylegania — *lack of infestation or lodging*

Tabela 6

Współczynniki korelacji pomiędzy liczbą roślin przed zbiorem a ich cechami morfologicznymi — *Coefficients of correlation between number of harvested plants and their morphological characters*

Cecha morfologiczna rośliny <i>Morphological trait of plant</i>	Odmiana — <i>Variety</i>				
	Bor	Marita	Kana	Silvia	Mieszaniec
Wysokość roślin przed zbiorem <i>Height of harvested plants</i>	-0,40*	-0,35*	-0,32*	-0,44*	-0,43*
Wysokość najniższego rozgałęzienia <i>Height of the lowest branch</i>	0,50*	0,38*	0,66*	0,50*	0,30*
Liczba rozgałęzień <i>Number of branches per plant</i>	-0,31*	-0,35*	-0,61*	-0,42*	-0,42*
Wyleganie — <i>Lodging</i>	-0,66*	-0,62*	-0,53*	-0,57*	-0,48*

* — korelacje istotne przy $\alpha = 0,05$ — *correlations significant at $\alpha = 0.05$*

Zróznicowana ilość wysiewu nasion wywarła istotny wpływ na morfologię roślin zimujących. W miarę zwiększania zagęszczenia roślin u wszystkich badanych odmian istotnie malała liczba wykształconych liści w rozecie i grubość szyjki korzeniowej, mało natomiast zmieniało się wyniesienie pąka wzrostu (tab. 7). Na wielkość tej cechy, jak również pozostałych (grubość szyjki korzeniowej i liczbę liści w rozecie), duży wpływ miał przebieg jesiennych warunków pogodowych. Chłodniejsza i krótsza od przeciętnej jesień 1998 roku sprawiła, że rośliny wszystkich badanych odmian wykształciły przed zimą istotnie mniejsze rozety w przeciwieństwie do roku 1999, kiedy to ciepła i długa jesień sprzyjała rozwojowi rzepaku. W takich warunkach odmiany wytworzyły duże rozety o grubej szyjce korzeniowej, ale z wysoko umieszczonym pąkiem wierzchołkowym. Ponadto w roku 1999 obsada na wszystkich kombinacjach znacznie odbiegała od zakładanej. Przyczynił się do tego wysiew nasion w glebę mocno przesuszoną i obfite opady, które wystąpiły bezpośrednio po siewie i spowodowały zaskorupienie gleby oraz słabe wschody.

O silnym wpływie ilości wysiewu nasion na pokrój roślin rzepaku świadczą wyniki badań wielu autorów (Budzyński i in. 1985; Jasińska i in. 1988; Muśnicki 1989; Szczygielski i in. 1990; Wielebski i Wójtowicz 1998). Stosunkowo łagodne zimy nie miały większego wpływu na przezimowanie rzepaku, który zimował istotnie gorzej tylko w kombinacjach z największą ilością wysiewu (160 nasion/m^2). Nie stwierdzono istotnego zróżnicowania międzyodmianowego. Przezimowanie było ujemnie skorelowane z wyniesieniem stożka wzrostu i z liczbą roślin przed zimą, dodatnio zaś z grubością szyjki korzeniowej. Brak było istotnej korelacji pomiędzy przezimowaniem i liczbą liści w rozecie (tab. 8).

Tabela 7

Pokrój zimujących roślin rzepaku w zależności od gęstości wysiewu (nasion/ m²), odmiany i lat badań
Character of hibernating rape seed plants according to sowing density, cultivar and years of investigation

Czynnik <i>Factor</i>	Liczba roślin przed zimą <i>Number of plants before winter</i>	Liczba liści w rozecie <i>Number of leaves per rosette</i>	Wyniesienie stożka wzrostu <i>Elevation of shoot apex [mm]</i>	Grubość szyjki korzeniowej <i>Diameter of root collar [mm]</i>	Przezimowanie <i>Overwintering [%]</i>
Gęstość siewu — <i>Sowing density [nasion/m² — seeds/m²]</i>					
40	35 a	8,6 d	20,8	7,29 d	98 b
80	67 b	7,9 c	22,3	6,24 c	98 b
120	92 c	7,3 b	21,4	5,50 b	98 b
160	123 d	6,7 a	21,9	4,72 a	97 a
NIR _{0,05} — <i>LSD_{0,05}</i>	4,2	0,32	r.n.	0,431	0,8
Odmiana — <i>Cultivar</i>					
Bor	80	7,3 ab	21,7 b	5,71 a	98
Marita	80	7,3 a	18,6 a	5,84 a	98
Kana	79	7,7 b	19,3 a	5,72 a	98
Silvia	78	7,4 ab	22,0 b	5,88 a	98
Mieszaniec*	81	8,4 c	26,4 c	6,52 b	96
NIR _{0,05} — <i>LSD_{0,05}</i>	r.n.	0,39	1,85	0,433	r.n
Rok — <i>Year</i>					
1998	87 b	8,9 c	14,6 b	4,76 a	99 b
1999	54 a	6,5 a	8,34 a	5,25 b	98 b
2000	97 c	7,5 b	41,9 c	7,80 c	95 a
NIR _{0,05} — <i>LSD_{0,05}</i>	3,7	0,80	1,98	0,431	1,2

* — w 1998 r. odmiana mieszańcowa złożona Synergy, a w 1999 i 2000 mieszaniec złożony POH 798
 in 1998 composite hybrid Synergy, in 1999 and 2000 composite hybrid POH 798

Tabela 8

Współczynniki korelacji przezimowania z elementami pokroju roślin rzepaku przed zimą
Coefficients of correlation between overwintering and morphological elements of rape plants before winter

Cecha <i>Trait</i>	Obsada roślin na m ² przed zimą <i>Plants density per m² before winter</i>	Liczba liści w rozecie <i>Number of leaves per rosette</i>	Wyniesienie stożka wzrostu <i>Elevation of shoot apex [mm]</i>	Grubość szyjki korzeniowej <i>Diameter of root collar [mm]</i>
Przezimowanie <i>Overwintering</i>	-0,27*	0,11	-0,43*	0,27*

* — korelacje istotne przy $\alpha = 0,05$ — *correlations significant at $\alpha = 0.05$*

W porównaniu do odmian populacyjnych, mieszańce tworzyły rozety o istotnie większej liczbie liści i grubszej szyjce korzeniowej, ale jednocześnie miały wyżej umieszczony pąk wierzchołkowy. Spośród odmian populacyjnych Marita i Bor tworzyły rozety złożone z mniejszej liczby liści oraz o nisko umieszczonym pąku wierzchołkowym.

Wnioski

1. Badając plon nasion wykazano istotną interakcję pomiędzy ilością wysiewu (40–160 nasion/m²) a odmianami. Dla odmiany Bor wystarczająca okazała się ilość wysiewu 40 nasion na m², natomiast Marita najwyższy plon osiągnęła przy wysiewie 120 nasion na m², zaś u pozostałych odmian istotnie najwyższe plony otrzymano wysiewając 80 nasion/m².
2. Pomimo dużego zróżnicowania obsady roślin na jednostce powierzchni, różnice w plonie nie były znaczące, co dowodzi dużych zdolności kompensacyjnych wszystkich badanych odmian.
3. Spośród badanych elementów struktury plonu pod wpływem wzrastającego zagęszczenia roślin największym zmianom podlegała liczba łuszczyń na roślinie. Wartości jej były ujemnie skorelowane z obsadą roślin na jednostce powierzchni, natomiast były determinowane dodatnio przez liczbę rozgałęzień bocznych, która była ujemnie skorelowana z obsadą roślin. Najmniejszym zmianom ulegała liczba nasion w łuszczyń, brak było istotnych korelacji w stosunku do liczby roślin na jednostce powierzchni oraz liczby łuszczyń na roślinie.
4. Zróżnicowana obsada roślin wywarła istotny wpływ na morfologię roślin zimujących i zbieranych. Wzrost zagęszczenia roślin u badanych odmian

powodował przed zimą istotne zmniejszenie liczby liści w rozecie i grubości szyjki korzeniowej, w mniejszym zaś stopniu wpływał na wyniesienie pąka wierzchołkowego. Na wielkość tych cech duży wpływ miały jesienne warunki pogodowe.

5. W porównaniu do odmian populacyjnych, odmiany mieszańcowe tworzyły rozety złożone z większej liczby liści oraz z grubszą szyjką korzeniową, ale jednocześnie miały wyżej umieszczony pąk wierzchołkowy.
6. Przewymowanie było ujemnie skorelowane z wyniesieniem stożka wzrostu i liczbą roślin przed zimą, dodatnio z grubością szyjki korzeniowej, brak było istotnej korelacji z liczbą liści w rozecie.
7. Przed zbiorem z obsadą roślin ujemnie skorelowana była liczba rozgałęzień oraz wysokość i stopień wylegania roślin, dodatnio zaś wysokość pierwszego rozgałęzienia.

Conclusions

1. Studying seed yield, significant interaction between sowing density (40–160 seeds per sq. m) and cultivars was demonstrated. Sowing density of 40 seeds per sq. m. was sufficient for Bor while Marita achieved the highest yield at the sowing of 120 seeds per sq. m. Other cultivars had the highest yield at the sowing density rate of 80 seeds per sq. m.
2. In spite of high differentiation of plant density per area unit, yield difference was not significant. It proved high compensation ability of all investigated cultivars.
3. Among investigated yield components the most susceptible character to plant population density was the number of pods per plant. Values of this feature was negatively correlated with plant population density and positively with the number of branches per plant. The number of branches was negatively correlated with plant population density. The least changeable yield component was the number of seeds per pod. Significant correlation between the number of plants per area unit and the number of pods per plant was not stated.
4. Plant population density significantly affected the morphological character of hibernating and harvested plants. The increase of plant density caused significant reduction of the number of leaves per rosette and the diameter of root collar and less affected the elevation of shoot apex. Weather conditions during autumn had significant effect on values of these morphological characters of hibernating plants.

5. Rosettes of hybrids had more leaves and greater diameter of root collar and higher elevation of shoot apex in comparison with open pollinated cultivars.
6. Winterhardiness was negatively correlated with the elevation of shoot apex and the number of plants per area unit before winter and positively with the diameter of root collar. There was not significant correlation between wintering and number of leaves per rosette.
7. Plant population density before harvest was negatively correlated with the number of branches, plant height and lodging of plants, while positively with height of the lowest branch.

Literatura

- 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. Agricult.*, 42: 67-79.
- Heikkinen M.K., Auld D.L. 1991. Harvest index and yield of winter rapeseed grown at different plant population. *Proc. of the 8 th Int. Rapeseed Congress, Saskatoon*, 4: 1229-1234.
- Horodyski A. 1988. Obsada a produktywność rzepaku. *Konferencja Naukowa Puławy, cz. I referaty*: 85-94.
- Jasińska Z., Malarz W., Budzyński W., Majakowski K. 1983. Wpływ rozstawy rzędów i gęstości siewu na plony rzepaku Górczański, Skrzyszowicki i Janpol. *Zesz. Probl. IHAR Rośliny Oleiste, Wyniki badań nad rzepakiem ozimym, lata 1980-1982*: 253-260.
- Jasińska Z., Malarz W., Budzyński W., Majakowski K. 1988. Wpływ rozstawy rzędów, ilości wysiewu na rozwój i plony rzepaku ozimego. *Rocz. Nauk Roln., Ser. A 108*, 1: 135-147.
- Kuchtova P., Baranyk P., Vasak J., Fabry A. 1996. Czynniki warunkujące tworzenie plonu nasion rzepaku ozimego. *Rośliny Oleiste, XVII (1)*: 223-234.
- Muśnicki Cz., Jodłowski M. 1986. Wpływ rozstawy i ilości wysiewu na plonowanie różnych typów odmian rzepaku ozimego. *Zesz. Probl. IHAR Rośliny Oleiste, Wyniki badań nad rzepakiem ozimym, rok 1985*: 146-156.
- Muśnicki Cz. 1989. Charakterystyka botaniczno-rolnicza rzepaku ozimego i jego plonowanie w zmiennych warunkach siedliskowo-agrotechnicznych. *Rocz. AR w Poznaniu, Rozp. Nauk.*, 191: 153.
- Muśnicki Cz., Jasińska Z., Muśnicka B., Horodyski A. 1991. Reakcja podwójnie ulepszonych odmian rzepaku ozimego na zagęszczenie roślin w łanie. *Zesz. Probl. IHAR Rośliny Oleiste, Wyniki badań za rok 1990*, 2: 5-16.
- Muśnicki Cz., Toboła P., Mrówczyński M. 1994. Reakcja dwóch odmian rzepaku ozimego w zależności od zagęszczenia roślin w łanie na zaniechanie ochrony przed szkodnikami. *Rośliny Oleiste, XV (2)*: 49-56.
- Schulz R.R. 1995. Plant development and yield of oilseed rape as influenced by time of sowing, variety and seed rate. *Proc. of the 9th Int. Rapeseed Congress, Cambridge*, 1: 256-258.
- Szczygielski T., Owczarek E. 1987. Response of new winter rape varieties to the sowing density. *Proc. of the 7th Int. Rapeseed Congress, Poznań*, 4: 868-872.

- Szczygielski T., Owczarek E., Wyszyński Z. 1990. Wzrost, rozwój i plonowanie rzepaku ozimego w różnych warunkach przyrodniczych i agrotechnicznych. Zesz. Probl. IHAR Rośliny Oleiste, 2: 17-31.
- Wielebski F., Wójtowicz M. 1998. Zagęszczenie roślin w łanie jako istotny element kształtowania plonu nasion odmian populacyjnych i odmiany mieszańcowej rzepaku ozimego. Rośliny Oleiste, XIX (2): 645-651.
- Zajac T., Bieniek J., Witkowicz R., Jagusiak W. 1997. Zależności między elementami składowymi plonu nasion odmian rzepaku ozimego w dwóch latach o odmiennej produktywności. Rośliny Oleiste, XVIII (1): 243-252.