

Anna Paszkiewicz-Jasińska

Akademia Rolnicza we Wrocławiu, Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin

Wpływ wybranych czynników agrotechnicznych na rozwój gorczycy białej, plon i jego jakość I. Wpływ nawożenia azotem i gęstości wysiewu na rozwój i plonowanie gorczycy białej (*Sinapis alba* L.)*

The effect of selected agrotechnical factors
on development, yielding and quality of white mustard
I. The effect of nitrogen fertilization and sowing density
on the development and yielding of white mustard (*Sinapis alba* L.)

Słowa kluczowe: gorczyca biała, odmiany, nawożenie azotem, gęstość wysiewu, rozwój, plon nasion

W 3-letnim cyklu badań (1998-2000) przeprowadzono w RZD Pawłowice doświadczenia polowe i laboratoryjne nad wpływem zróżnicowanego nawożenia azotem (30, 60, 90, 120 kg·ha⁻¹) i ilości wysiewu (50, 75, 100, 125 nasion na 1 m²) na rozwój i plonowanie dwóch odmian gorczycy białej (Ascot i Nakielska).

Spośród badanych odmian Nakielska zawiązywała więcej łuszczyń na roślinie, miała większą masę nasion z łuszczyń i z rośliny, masę 1000 nasion oraz większe ugięcie łanu, uzyskała również wyższy plon nasion. Natomiast odmiana Ascot charakteryzowała się większymi roślinami o wyżej osadzonym I rozgałęzieniu bocznym.

Wzrost nawożenia azotem do 120 kg·ha⁻¹ spowodował zwiększenie liczby rozgałęzień I rzędu, ugięcia łanu, liczby łuszczyń z rośliny, masy nasion z rośliny oraz plonu nasion. W miarę zwiększania ilości wysiewu z 50 do 125 nasion na 1 m² nastąpiło zmniejszenie wysokości roślin, liczby rozgałęzień, liczby łuszczyń i masy nasion z rośliny, natomiast zwiększyła się wysokość roślin do I rozgałęzienia, ugięcie łanu i liczba łuszczyń na jednostce powierzchni. W warunkach Nizy Dolnośląskiego dla odmiany Ascot wystarczający był wysiew 100 nasion na 1 m², natomiast dla odmiany Nakielska — wysiew 125 nasion. Dla obydwu odmian najbardziej efektywne nawożenie azotem wynosiło 120 kg·ha⁻¹.

Key words: white mustard, cultivars, nitrogen fertilization, seed rate, development, seed yield

In the years 1998–2000 in the Experimental Agricultural Station Pawłowice (near Wrocław) there were carried out field and laboratory experiments regarding the influence of the increasing doses of nitrogen and the seed rates on the development and yielding of white mustard. The field experiments started in two series, regarding variable factors, according to „split-plot” pattern, repeated four times.

* Pracę wykonano w ramach projektu badawczego nr 5 P06G 039/19 (grant promotorski) finansowanego przez Komitet Badań Naukowych.

The series I included Ascot cultivar, series II — Nakielska. The factors under investigation in both series were as follows: A — nitrogen fertilization — the doses in $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$: 30, 60, 90, 120; B — seed rates (1 m^2): 50, 75, 100, 125. It was stated that the length of vegetation period of white mustard was shaped by weather conditions and the term of sowing. The shortest vegetation period (107 days) was recorded in a dry year 1999, in which sowing, because of unfavourable weather conditions, was delayed by two weeks. In the two remaining years of investigation vegetation period of the examined cultivars lasted 125 days. The periods of drought in 1999 negatively effected total height of plants and the height up to the lowest branching, seed weight from a silique, weight of 1000 seeds, as well as seed yielding. Out of the examined cultivars Nakielska produced more siliques on a plant. It was also featured by higher values of seed weight from a silique and a plant, weight of 1000 seeds and stand deflection. Ascot cultivars were characterised by higher plants with a higher place of branching. Seed yielding, i.e. mean values of three years of investigation, was not much diversified. Nakielska cultivar resulted in seed yield by 1.5% higher than Ascot cultivar. The increase in nitrogen fertilization doses from 30 to 120 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ caused the increased number of I line branching, stand deflection, the number of siliques per one plant, seed weight obtained from one plant, as well as seed yielding. As the number of sown seeds increased from 50 to 125 seeds per 1 m^2 , the decrease was recorded in plant height, the number of branches, siliques and seed weight per one plant, while plant height up to the lowest branches increased. The latter tendency also involved stand deflection and the number of siliques per one unit of area. In the conditions of the Lower Silesia Lowland it is sufficient for Ascot cultivar to sow 100 seeds per 1 m^2 , while Nakielska cultivar should be sown in the amount of 125 seeds per 1 m^2 . Both cultivars benefited most from nitrogen fertilization of 120 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Wstęp

Rośliny oleiste stanowią ważną grupę w produkcji rolniczej ze względu na stale wzrastające zapotrzebowanie na tłuszcze roślinne. W Polsce ich powierzchnia w ciągu ostatnich kilku lat kształtuje się na poziomie około 500 tys. ha, a uprawa roślin jarych nie przekracza zwykle 5%. Uprawę jarych roślin oleistych ogranicza mniejsze plonowanie oraz wydajność tłuszczu z hektara, a także większa wrażliwość na niedobory wilgoci w glebie. W ostatnich latach obserwuje się wzrost zainteresowania w Polsce tą grupą roślin, w tym gorczycą białą (*Sinapis alba* L.), zaliczaną do grupy roślin oleistych specjalnego przeznaczenia (Muśnicki i in. 1997).

W Polsce gorczyca biała znajduje się w uprawie od XVI wieku jako roślina przyprawowa, pastewna i lecznicza. Zajmuje powierzchnię około 10–11 tys. ha (Hurej i Preiss 1997). Jest jedyną rośliną oleistą wśród jarych, której powierzchnia uprawy utrzymuje się od wielu lat na tym samym poziomie. Jej uprawa koncentruje się przede wszystkim w Wielkopolsce i w zachodniej części Małopolski. Może być uprawiana na terenie całego kraju, ponieważ jest dobrze dostosowana do polskich warunków klimatycznych i glebowych (Jaruszewska 1962, Dembiński 1975). Spośród roślin z rodziny *Brassicaceae* najwierniej plonuje (Dembiński i in. 1962, Toboła i Muśnicki 1999) i jest najbardziej odporna na występujące susze letnie (Dembiński 1975), a także w przeciwieństwie do rzepaku jarego odznacza się dużą konkurencyjnością w stosunku do chwastów oraz relatywnie wysoką odpornością na szkodniki (Jankowski i Budzyński 1999).

Ważnym elementem decydującym o wysokości plonu jest potencjał plonotwórczy odmian. W produkcji roślinnej to odmiany są podstawowym nośnikiem postępu biologicznego. Zawierają określony potencjał genetyczny, którego wykorzystanie zależy w dużym stopniu od poziomu agrotechniki. Dlatego potrzebna jest dokładna charakterystyka aktualnie uprawianych odmian, z uwzględnieniem ich reakcji na czynniki klimatyczne i agrotechniczne.

Najważniejszym czynnikiem agrotechnicznym bezpośrednio wpływającym na plon jest nawożenie. Badania Szyrmera (1974) wykazały, że ze wszystkich makroelementów azot jest najsilniej działającym czynnikiem plonotwórczym dla gorczycy białej. Nawożenie azotem wymaga precyzyjnego doboru dawki, ponieważ jej nadmiar jest szkodliwy zarówno dla samej rośliny (Wojcieszka 1994), jak i dla środowiska (Mercik 1997).

Badania dotyczące roślin oleistych z rodziny *Brassicaceae* wskazują także na ilość wysiewu nasion na jednostkę powierzchni, jako czynnik istotny dla struktury plonu. Większość dotychczasowych badań dotyczących uprawy gorczycy białej na nasiona uwzględnia ilość wysiewu w $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, natomiast brak jest badań nad wpływem czynnika genetycznego na cechy plonotwórcze roślin i elementy struktury plonu, wynikające ze zróżnicowanej ilości wysiewu nasion na jednostkę powierzchni. Ten fakt stanowił bezpośrednią inspirację do podjęcia badań własnych, z uwzględnieniem tego czynnika agrotechnicznego.

Celem podjętych badań było określenie reakcji dwóch odmian gorczycy białej na zróżnicowane dawki azotu i ilości wysiewu nasion na 1 m^2 na rozwój roślin, cechy morfologiczne i elementy struktury plonu oraz plon nasion.

Materiały i metody

W latach 1998–2000 w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym Pawłowice wykonano badania polowe i laboratoryjne z dwoma odmianami gorczycy białej. Doświadczenia polowe zostały przeprowadzone w dwóch seriach, na dwa czynniki zmienne, w układzie „split-plot”, w czterech powtórzeniach. Seria I obejmowała odmianę Ascot, seria II — odmianę Nakielska. Badanymi czynnikami w obydwu seriach były:

- nawożenie azotem — dawki w $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$: 30, 60, 90, 120;
- liczba wysianych nasion na 1 m^2 : 50, 75, 100, 125.

Doświadczenie zakładano corocznie na glebie brunatno-ziemnej typu płowego, wytworzonej z gliny lekkiej na glinie średniej, zaliczanej do kompleksu przydatności rolniczej pszennego dobrego, klasy bonitacyjnej III b. Odczyn pH gleby w 1 M KCl w obu seriach odmianowych był taki sam, a w poszczególnych latach badań wahał się od 4,9 do 7,2. Natomiast zasobność gleby w podstawowe makroskładniki przedstawiała się następująco:

	seria I	seria II	[mg·100 g ⁻¹ gleby]
P ₂ O ₅	14,4–44,3	14,5–42,2	
K ₂ O	13,9–23,6	10,4–24,8	
Mg	3,6–8,9	4,4–8,4	

Przedplonem dla gorzycy białej we wszystkich latach badań była pszenica ozima odmiany Kobra. Po zbiorze przedplonu wykonano podorywkę i bronowanie, a jesienią orkę zimową. W 1997 roku, przed założeniem pierwszego doświadczenia, przeciwko chwastom zastosowano glifosfat w dawce 1080 g s.a.·ha⁻¹. Wiosenną uprawę przedsięwną gleby ograniczono do agregatu doprawiającego i wysiewu nawozów fosforowo-potasowych. P₂O₅ stosowano w dawce 80 kg·ha⁻¹ w formie 46% superfosfatu potrójnego, K₂O — 160 kg·ha⁻¹ w formie 60% soli potasowej. Nawożenie azotowe przeprowadzono zgodnie ze schematem doświadczenia, przy czym w każdej kombinacji nawozowej zastosowano 30 kg·ha⁻¹ N przedsięwnie, a resztę jednorazowo pogłównie w fazie tworzenia pędów kwiatowych. Bezpośrednio przed wysiewem nasion zastosowano saletrę amonową (34%), a pogłównie mocznik (46%). Siew gorzycy przeprowadzono w następujących terminach: w latach 1998 i 2000 — 6 kwietnia, a w 1999 — 20 kwietnia. Ilość wysiewu była zgodna ze schematem doświadczenia (50, 75, 100, 125 nasion na 1 m²), a rozstawa rzędów wynosiła 15 cm.

We wszystkich latach badań, w początkowym okresie rozwoju gorzycy, notowano występowanie pchełki ziemnej (*Phylloteta* sp.). Ponieważ próg szkodliwości tego szkodnika nie został przekroczony nie zastosowano zabiegów chemicznych. Również ze względu na małe nasilenie występowania mszycy kapuścianej (*Brevicoryne brassicae* L.), nie stosowano żadnych insektycydów. Jedynie w trzecim roku doświadczeń zwalczano ją chemicznie, stosując alfa-cypermetrynę w dawce 10 g s.a.·ha⁻¹. Ślodyczek rzepakowy (*Meligethes aeneus* F.) występował corocznie i był zwalczany lambda-cyhalotryną (w dawce 6,25 g s.a.·ha⁻¹) i alfa-cypermetryną (w dawce 10 g s.a.·ha⁻¹).

W każdym roku doświadczeń przed zakończeniem wegetacji gorzycy wykonano zabieg desykacji stosując dikwat (w dawce 400 g s.a.·ha⁻¹). Zbioru gorzycy dokonano jednoetapowo kombajnem w następujących terminach: 10 i 11.08.1998, 6.08.1999 i 11.08.2000 roku.

Na wszystkich poletkach, bezpośrednio po wschodach i przed zbiorem, określono zagęszczenie roślin na 2 mb, a następnie przeliczono liczbę roślin na 1 m².

Przed zbiorem, na 10 losowo wybranych roślinach z każdego poletka, określono następujące cechy: wysokość roślin do wierzchołka pędu głównego, wysokość do I plonującego rozgałęzienia, liczbę rozgałęzień I rzędu, liczbę łuszczyn na roślinie i na 1 m², masę nasion z rośliny. Na 25 łuszczynach z każdego poletka, pochodzących ze środkowej części pędu głównego, określono liczbę nasion oraz ich masę w łuszczynie (przy wilgotności 13%). Przed zbiorem określono również

wysokość łanu. Z różnicy wysokości roślin i łanu obliczono jego ugięcie. Po zbiorze roślin określono plon nasion przy wilgotności 13% oraz masę 1000 powietrznie suchych nasion.

Wszystkie badane parametry oceniono statystycznie, przy pomocy analizy wariancji wykorzystując test Fischera, a przedziały ufności obliczono na podstawie testu T Studenta.

Wyniki i dyskusja

Warunki pogodowe w poszczególnych latach badań były bardzo zróżnicowane (tab. 1). W pierwszym roku doświadczeń polowych (1998) wschody gorczycy białej przebiegały w warunkach dużego uwilgotnienia gleby (tab. 2, 3). Po siewie gorczycy od drugiej dekady kwietnia do drugiej dekady maja notowano bardzo małą ilość opadów. Ich niedobór w połączeniu z wysokimi temperaturami powietrza w tym okresie przyczynił się do wystąpienia suszy. Warunki te niekorzystnie wpłynęły na rozwój wegetatywny roślin. Opady od trzeciej dekady maja do końca czerwca, przypadające na okres kwitnienia i wykształcania owoców z nasionami, poprawiły warunki wilgotnościowe i wpłynęły korzystnie na plon nasion. Ponowny niedobór wilgoci wystąpił w lipcu i trwał do pierwszej dekady sierpnia.

Tabela 1
Średnie miesięczne temperatury i sumy opadów w okresie wegetacji w latach 1998–2000
Mean temperature and total precipitation in vegetation period in the years 1998–2000

Lata Years	Miesiąc — Month					
	III	IV	V	VI	VII	VIII
Temperatury — Temperatures						
1998	3,3	10,6	15,8	19,0	18,0	17,7
1999	5,8	10,3	15,5	17,9	20,6	18,9
2000	4,8	11,9	16,6	18,6	16,9	19,4
1961–1995	3,4	8,2	13,4	16,6	18,4	17,4
Opady — Precipitation						
1998	28,9	43,9	13,5	91,7	61,7	38,5
1999	53,2	45,9	21,6	53,7	91,7	12,7
2000	110,3	7,8	64,2	23,5	130,4	37,9
1961–1995	30,4	35,3	59,4	67,8	68,5	67,6

Tabela 2

Rozwój gorczycy białej odmiany Ascot na tle warunków atmosferycznych w latach 1998–2000
The development of white mustard Ascot cultivar as related to weather conditions in the years of 1998–2000

Lata <i>Years</i>	Wyszczególnienie <i>Specification</i>	Okresy rozwojowe — <i>Development periods</i>					Okres wegetacji <i>Vegetation period</i>
		siew – wschody <i>sowing – emergence</i>	wschody – początek pąkowania <i>emergence – beginning of budding</i>	początek pąkowania – początek kwitnienia <i>beginning of budding – beginning of flowering</i>	kwitnienie <i>flowering</i>	dojrzałość <i>maturity</i>	
1998	długość okresu rozwojowego [liczba dni] <i>length of development period [number of days]</i>	16	22	7	27	52	124
	suma opadów [mm] <i>total precipitation</i>	32,7	0,3	0,0	72,1	98,2	203,3
	średnia dzienna temperatura powietrza [°C] <i>mean daily air temperature</i>	8,1	15,6	14,9	17,9	18,9	16,5
1999	długość okresu rozwojowego [liczba dni] <i>length of development period [number of days]</i>	10	26	5	17	49	107
	suma opadów [mm] <i>total precipitation</i>	13,5	17,5	0,0	29,6	119,9	180,5
	średnia dzienna temperatura powietrza [°C] <i>mean daily air temperature</i>	11,5	14,3	20,7	17,8	19,9	17,5
2000	długość okresu rozwojowego [liczba dni] <i>length of development period [number of days]</i>	13	27	6	23	56	125
	suma opadów [mm] <i>total precipitation</i>	7,8	5	33,2	34,9	150,4	231,3
	średnia dzienna temperatura powietrza [°C] <i>mean daily air temperature</i>	9,0	17,1	16,1	18,2	17,4	17,0

Tabela 3

Rozwój gorczycy białej odmiany Nakielska na tle warunków atmosferycznych w latach 1998–2000
The development of white mustard Nakielska cultivar as related to weather conditions in the years of 1998–2000

Lata <i>Years</i>	Wyszczególnienie <i>Specification</i>	Okresy rozwojowe — <i>Development periods</i>					Okres wegetacji <i>Vegetation period</i>
		siew – wschody <i>sowing – emergence</i>	wschody – początek pąkowania <i>emergence – beginning of budding</i>	początek pąkowania – początek kwitnienia <i>beginning of budding – beginning of flowering</i>	kwitnienie <i>flowering</i>	dojrzałość <i>maturity</i>	
1998	długość okresu rozwojowego [liczba dni] <i>length of development period [number of days]</i>	16	22	7	27	55	127
	suma opadów [mm] <i>total precipitation</i>	32,7	0,3	0,0	72,1	98,2	203,3
	średnia dzienna temperatura powietrza [°C] <i>mean daily air temperature</i>	8,1	15,6	14,9	17,9	18,9	16,5
1999	długość okresu rozwojowego [liczba dni] <i>length of development period [number of days]</i>	10	26	7	18	47	108
	suma opadów [mm] <i>total precipitation</i>	13,5	17,5	4,1	38,4	107	180,5
	średnia dzienna temperatura powietrza [°C] <i>mean daily air temperature</i>	11,5	14,3	19,6	17,8	20,1	17,5
2000	długość okresu rozwojowego [liczba dni] <i>length of development period [number of days]</i>	13	27	6	17	64	127
	suma opadów [mm] <i>total precipitation</i>	7,8	5	33,2	31,4	153,9	231,3
	średnia dzienna temperatura powietrza [°C] <i>mean daily air temperature</i>	9,0	17,1	16,1	17,2	17,7	17,0

Wiosną 1999 roku niesprzyjające warunki meteorologiczne, przypadające na okres siewu gorczycy białej, spowodowały jego opóźnienie o dwa tygodnie. Od trzeciej dekady kwietnia zanotowano niedobory opadów, które utrzymały się do końca maja i wywołały suszę. Susza w okresie rozwoju wegetatywnego, pąkowania i w początkowej fazie kwitnienia, a więc w okresie największego zapotrzebowania gorczycy na wodę, wpłynęła niekorzystnie na wzrost i rozwój roślin. Niedobory wilgoci przerwały opady przypadające na pełnię i koniec kwitnienia. W fazie dojrzałości zielonej ponownie wystąpił niedobór wilgoci. Niewielka ilość opadów i wysoka temperatura wpłynęły niekorzystnie na gromadzenie tłuszczu w nasionach, przyspieszyły dojrzewanie i wpłynęły na skrócenie okresu wegetacyjnego roślin gorczycy. Wystąpienie suszy w dwóch krytycznych okresach rozwoju gorczycy wpłynęło istotnie na wielkość plonu nasion i zawartość tłuszczu. W roku tym uzyskano najniższe ich wartości.

Rozwój gorczycy w 2000 roku przebiegał w odmiennych warunkach pogodowych. Średnie miesięczne temperatury powietrza w tym roku były wyższe od średnich wieloletnich, z wyjątkiem chłodnego lipca. Siew gorczycy przeprowadzono w terminie optymalnym. W czasie wschodów, z powodu bardzo małej ilości opadów, wystąpił okres suszy. Sytuację wilgotnościową poprawiły na krótko opady w maju, które wpłynęły korzystnie na parametry wegetatywne gorczycy. Ponowny okres suszy przypadł na fazę pełni i końca kwitnienia oraz początek formowania łuszczyń i nasion. Niedobory wilgoci wystąpiły w najbardziej krytycznym momencie dla plonu nasion, wpływając niekorzystnie na jego wysokość. Faza dojrzałości żółtej roślin przypadła w lipcu, w najbardziej wilgotnym miesiącu w całym trzyleciu. Od końca lipca zanotowano ponowny okres niedoboru wilgoci, który przyspieszył dojrzewanie gorczycy.

Nawożenie azotem, ilość wysiewu, warunki pogodowe oraz czynnik odmianowy w istotny sposób modyfikowały cechy morfologiczne gorczycy białej (tab. 4, 5, 6).

Tabela 4
Cechy morfologiczne gorczycy białej odmiany Ascot i Nakielska przed zbiorem (średnie z lat 1998–2000) — *Morphological features of white mustard Ascot and Nakielska cultivars before harvesting (means of the years 1998–2000)*

Odmiany <i>Cultivars</i>	Wysokość roślin <i>Height of plants</i> [cm]	Wysokość do I rozgałęzienia <i>Height to the lowest</i> <i>branch</i> [cm]	Liczba rozgałęzień I rzędu na roślinie <i>Number of the I line</i> <i>branches per plant</i>	Ugięcie łanu <i>Stand</i> <i>deflection</i> [cm]
Ascot	98	40	4,9	20
Nakielska	90	33	4,9	16
NIR — $LSD_{\alpha=0,05}$	0,7	0,4	r.n.	1

r.n. — różnica nieistotna — *difference not significant*

Tabela 5

Cechy morfologiczne gorczycy białej odmiany Ascot przed zbiorem
Morphological features of white mustard Ascot cultivar before harvesting

Czynnik <i>Factor</i>	Wysokość roślin <i>Height of plants</i> [cm]	Wysokość do I rozgałęzienia <i>Height to the lowest</i> <i>branch</i> [cm]	Liczba rozgałęzień I rzędu na roślinie <i>Number of the I line</i> <i>branches per plant</i>	Ugięcie łanu <i>Stand</i> <i>deflection</i> [cm]
Lata — <i>Years</i>				
1998	104	40	4,7	31
1999	90	36	4,8	23
2000	101	45	5,2	10
NIR — $LSD_{\alpha=0,05}$	1	1	0,1	1
Nawożenie N [$\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$] — <i>Fertilization N</i>				
30	92	37	4,3	11
60	98	41	4,8	17
90	101	44	5,1	24
120	101	40	5,3	29
NIR — $LSD_{\alpha=0,05}$	1	1	0,1	1
Liczba wysianych nasion na 1 m^2 — <i>Number of sown seeds per 1 m^2</i>				
50	100	34	5,4	17
75	98	38	4,9	19
100	98	43	4,8	21
125	97	47	4,5	23
NIR — $LSD_{\alpha=0,05}$	1	1	0,1	1

r.n. — różnica nieistotna — *difference not significant*

Najniższe parametry rozwoju wegetatywnego (wysokość całkowitą i do I rozgałęzienia) obie odmiany uzyskały w 1999 roku, w którym siew był opóźniony, a niedobory wilgoci po wschodach przyczyniły się do słabszego rozwoju roślin. Ponadto rośliny odmiany Nakielska w tym roku charakteryzowały się najmniejszą liczbą rozgałęzień I rzędu na jednej roślinie. Wyniki badań wielu autorów (Jaruszewska 1964, Zekaite 1999, Zielonka i Szczebiot 2001) potwierdzają istotną reakcję gorczycy białej na termin siewu oraz niedobory wilgoci w glebie w początkowej fazie rozwoju — kiełkowania i wschodów (Dembiński i in. 1958). W 1998 roku odmiany uzyskały najwyższe parametry wysokości roślin i ugięcia łanu, a w 2000 wysokości do I rozgałęzienia. Stwierdzono zróżnicowanie międzyodmianowe w latach pod względem liczby rozgałęzień I rzędu. Rośliny odmiany Ascot najlepsze parametry tej cechy uzyskały w 2000 roku, a odmiany Nakielska w latach 1998 i 2000.

Tabela 6

Cechy morfologiczne gorczycy białej odmiany Nakielska przed zbiorem (średnie dla czynników z lat 1998–2000) — *Morphological features of white mustard Nakielska cultivar before harvesting (means for factors of the years 1998–2000)*

Czynnik <i>Factor</i>	Wysokość roślin <i>Height of plants</i> [cm]	Wysokość do I rozgałęzienia <i>Height to the lowest branch</i> [cm]	Liczba rozgałęzień I rzędu na roślinie <i>Number of the I line branches per plant</i>	Ugięcie łanu <i>Stand deflection</i> [cm]
Lata — <i>Years</i>				
1998	95	32	5,1	24
1999	81	29	4,6	18
2000	94	36	5,0	5
NIR — $LSD_{\alpha=0,05}$	1	1	0,1	2
Nawożenie N [$\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$] — <i>Fertilization N</i>				
30	83	34	4,3	9
60	90	33	4,9	14
90	93	31	5,0	18
120	95	31	5,5	22
NIR — $LSD_{\alpha=0,05}$	2	1	0,1	2
Liczba wysianych nasion na 1 m^2 — <i>Number of sown seeds per 1 m^2</i>				
50	94	28	5,4	13
75	91	31	5,1	15
100	89	34	4,8	16
125	87	37	4,4	18
NIR — $LSD_{\alpha=0,05}$	1	1	0,1	1

r.n. — różnica nieistotna — *difference not significant*

Badane odmiany w istotny sposób różniły się większością cech morfologicznych. Odmiana Ascot charakteryzowała się wyższą o 8% wysokością roślin, o 20% — wysokością do I rozgałęzienia oraz wyższym ugięciem łanu, w porównaniu z odmianą Nakielską.

Nawożenie azotem miało istotny wpływ na całkowitą wysokość roślin i do I rozgałęzienia, liczbę rozgałęzień oraz ugięcie łanu. Podobne wyniki uzyskał Szyrmer (1974), wykazał on istotne zwiększenie wysokości roślin pod wpływem nawożenia azotem. W badaniach własnych wraz ze wzrostem nawożenia azotem do dawki $90\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ zwiększyła się wysokość całkowita oraz wysokość do I rozgałęzienia, natomiast do dawki $120\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ — liczba rozgałęzień I rzędu oraz ugięcie łanu roślin odmiany Ascot. Nieco odmienną reakcją charakteryzowała się odmiana Nakielska. Wysokość roślin, liczba rozgałęzień I rzędu oraz ugięcie łanu rosły do dawki $120\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. Natomiast wysokość roślin do I rozgałęzienia obniżała się wraz ze wzrostem nawożenia do dawki $90\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Zróżnicowany wysiew nasion (50, 75, 100, 125 nasion na 1 m²) miał istotny wpływ na większość cech morfologicznych obu odmian. Czynnik ten wpłynął istotnie na pokrój roślin. Pod wpływem zwiększania ilości wysiewu nasion obniżała się wysokość roślin i liczba rozgałęzień I rzędu, natomiast wzrosła wysokość do I rozgałęzienia. Analogiczne wyniki uzyskali Kotecki i in. (1999) dla rzepaku jarego w odniesieniu do wysokości roślin i liczby rozgałęzień.

Elementy struktury plonu gorczycy oraz plon nasion zależały przede wszystkim od warunków hydrotermicznych, w mniejszym stopniu od czynników agrotechnicznych i czynnika genetycznego (tab. 7, 8, 9).

Tabela 7
Elementy struktury plonu i plon nasion gorczycy białej odmiany Ascot i Nakielska (średnie z lat 1998–2000) — *Yield components and the yield of white mustard Ascot and Nakielska cultivars (means of the years 1998–2000)*

Odmiany <i>Cultivars</i>	Liczba łuszczyń <i>Number of siliques</i>		Liczba nasion z łuszczyzny <i>Number of seeds per 1 silique</i>	Masa nasion <i>Weight of seeds per</i>		Masa 1000 nasion <i>Weight of 1000 seeds</i>	Plon nasion <i>Seed yield</i>
	na roślinie <i>per plant</i>	na 1 m ² <i>per 1 m²</i>		z łuszczyzny <i>1 silique</i>	z rośliny <i>1 plant</i>		
Ascot	138	8081	5,2	35,2	4,85	6,8	1,34
Nakielska	143	8117	5,2	36,9	5,37	7,4	1,36
NIR — <i>LSD_{α=0,05}</i>	2	r.n.	r.n.	0,5	0,10	0,03	0,02

r.n. — różnica nieistotna — *difference not significant*

W przeprowadzonych doświadczeniach stwierdzono wpływ niedoboru wilgoci w okresie kwitnienia i dojrzewania, a więc w okresach krytycznych dla cech kształtujących plon nasion. Najlepsze parametry większości cech oraz najwyższe plony nasion (2 t·ha⁻¹) uzyskano w 1998 roku. W tym roku nie stwierdzono okresów suszy w czasie kwitnienia, a szczególnie w okresie zawiązywania łuszczyń i tworzenia plonu nasion, co umożliwiło prawidłowy rozwój organów generatywnych. W pozostałych dwóch latach (1999, 2000) podczas kwitnienia wystąpiły niedobory wilgoci, co znalazło odzwierciedlenie w uzyskanych plonach. Były one niższe o połowę w porównaniu do plonów otrzymanych w pierwszym roku (średnio za dwa lata wynosiły około 1 t·ha⁻¹). W 1999 roku rośliny obu badanych odmian charakteryzowały się wyższymi, w całym trzyleciu, parametrami liczby łuszczyń na 1 m² (dzięki wyższej obsadzie roślin na jednostce powierzchni przed zbiorem), a rośliny odmiany Ascot również wyższą liczbą łuszczyń na roślinie. Natomiast w 2000 roku obydwie odmiany charakteryzowały się najmniejszą liczbą łuszczyń na roślinie i na 1 m², liczbą nasion z łuszczyzny oraz najniższą masą nasion z rośliny.

Tabela 8

Elementy struktury plonu i plon nasion gorczycy białej odmiany Ascot (średnie dla czynników z lat 1998–2000) — *Yield components and the yield of white mustard yield Ascot cultivar (means for factors for the years 1998–2000)*

Czynnik Factor	Liczba łuszczyń Number of siliques		Liczba nasion z łuszczyzny Number of seeds per 1 silique	Masa nasion Weight of seeds per		Masa 1000 nasion Weight of 1000 seeds [g]	Plon nasion Seed yield [t/ha]
	na roślinie per plant	na 1 m ² per 1 m ²		z łuszczyzny 1 silique [mg]	z rośliny 1 plant [g]		
Lata — Years							
1998	130	7322	5,2	39,0	5,13	7,4	1,94
1999	157	10567	5,2	32,3	5,07	6,3	1,00
2000	127	6353	5,0	34,3	4,36	6,8	1,08
NIR — $LSD_{\alpha=0,05}$	4	158	0,1	1,2	0,17	0,1	0,02
Nawożenie N [kg·ha ⁻¹] — Fertilization N							
30	112	6275	5,2	35,0	3,98	6,7	1,13
60	133	7611	5,1	34,7	4,66	6,8	1,31
90	147	8493	5,1	34,5	5,03	6,7	1,36
120	160	9944	5,2	36,7	5,75	7,2	1,55
NIR — $LSD_{\alpha=0,05}$	4	182	r.n.	0,7	0,20	0,1	0,03
Liczba wysianych nasion na 1 m ² — Number of sown seeds per 1 m ²							
50	165	5611	5,2	35,4	5,85	6,9	1,25
75	140	7452	5,2	35,7	4,97	6,9	1,33
100	130	9106	5,2	36,0	4,60	6,8	1,38
125	119	10153	5,0	33,7	3,99	6,8	1,39
NIR — $LSD_{\alpha=0,05}$	4	163	0,1	0,8	0,18	0,1	0,02

r.n. — różnica nieistotna — no significant difference

Stwierdzono wyraźne różnice odmianowe dotyczące większości cech struktury plonu. Rośliny odmiany Nakielska (średnio za trzy lata badań) uzyskały wyższe parametry cech generatywnych niż odmiany Ascot. Charakteryzowały się większą liczbą łuszczyń na roślinie (o 3,5%) oraz masą nasion z łuszczyzny (o 5%) i z rośliny (o 10%), a także masą 1000 nasion (o 8%). Natomiast plony nasion badanych odmian były w małym stopniu zróżnicowane. Odmiana Nakielska odznaczała się plonem nasion wyższym o 1,5% od odmiany Ascot.

Tabela 9

Elementy struktury plonu i plon nasion gorczycy białej odmiany Nakielska (średnie dla czynników z lat 1998–2000) — *Yield components and the yield of white mustard Nakielska cultivar (means for factors for the years 1998–2000)*

Czynnik Factor	Liczba łuszczyń Number of siliques		Liczba nasion z łuszczyzny Number of seeds per 1 silique	Masa nasion Weight of seeds per		Masa 1000 nasion Weight of 1000 seeds [g]	Plon nasion Seed yield [t/ha]
	na roślinie per plant	na 1 m ² per 1 m ²		z łuszczyzny 1 silique [mg]	z rośliny 1 plant [g]		
Lata — Years							
1998	159	9538	5,4	44,3	7,16	8,2	2,25
1999	152	9656	5,1	33,0	5,02	6,8	0,84
2000	117	5156	4,9	33,3	3,94	7,1	1,00
NIR — $LSD_{\alpha=0,05}$	3	143	0,1	0,9	0,12	0,1	0,04
Nawożenie N [kg·ha ⁻¹] — Fertilization N							
30	112	6078	5,0	34,1	3,97	7,1	1,10
60	134	7345	5,2	36,9	5,12	7,5	1,41
90	149	8810	5,3	37,9	5,74	7,4	1,41
120	176	10234	5,1	38,6	6,66	7,6	1,52
NIR — $LSD_{\alpha=0,05}$	3	166	0,1	1	0,14	0,1	0,03
Liczba wysianych nasion na 1 m ² — Number of sown seeds per 1 m ²							
50	176	6626	5,2	36,7	6,75	7,5	1,26
75	145	7268	5,1	37,8	5,57	7,4	1,36
100	132	8843	5,1	37,0	4,93	7,4	1,39
125	117	9731	5,2	36,0	4,24	7,3	1,44
NIR — $LSD_{\alpha=0,05}$	4	190	r.n.	0,8	0,22	0,1	0,04

r.n. — różnica nieistotna — *no significant difference*

Nawożenie azotem miało istotny wpływ na większość cech struktury plonu (liczbę łuszczyń na roślinie, masę nasion z łuszczyzny i z rośliny, masę 1000 nasion obu odmian, liczbę nasion z łuszczyzny odmiany Nakielska) oraz plon nasion gorczycy białej. W badaniach własnych potwierdzono uzyskane przez Pikulę (1962) oraz Jasińską i Koteckiego (1994) wyniki dotyczące wzrostu plonu nasion pod wpływem nawożenia azotem. Badane odmiany najwyższą liczbą łuszczyń na roślinie, masą nasion z łuszczyzny i z rośliny oraz plonem nasion charakteryzowały się przy najwyższej dawce azotu (120 kg·ha⁻¹). Natomiast liczba nasion z łuszczyzny odmiany Nakielska wzrastała istotnie przy nawożeniu do 90 kg·ha⁻¹.

Zwiększenie liczby wysianych nasion z 50 do 125 na 1 m² obniżyło liczbę łuszczyń i masę nasion z rośliny badanych odmian. Jasińska i in. (1983) oraz Wielebski i Wójtowicz (1998) prowadząc doświadczenia z rzepakiem ozimym

wykazali, że ze wzrostem liczby roślin na jednostce powierzchni maleje liczba łuszczyn na pojedynczej roślinie, natomiast w małym stopniu zmienia się liczba nasion w łuszczynie oraz masa 1000 nasion. Badania własne potwierdzają te wyniki. Nieco odmienne wyniki uzyskał Kotecki i in. (1999) dla rzepaku jarego, wykazując istotny wzrost liczby nasion z łuszczyny pod wpływem ilości wysiewu nasion na 1 m². Wykazano również wpływ ilości wysiewu na wysokość plonu nasion obu odmian gorczycy białej. Wzrost wysiewu nasion z 50 do 125 na 1 m² powodował wzrost plonu nasion.

Wnioski

1. Rozwój morfologiczny i cechy struktury plonu zależały w znacznym stopniu od przebiegu pogody w latach badań. Okresy suszy w 1999 roku wpłynęły niekorzystnie na całkowitą wysokość roślin i do I rozgałęzienia, masę nasion z łuszczyny, masę 1000 nasion oraz na plon nasion.
2. Odmiana Nakielska zawiązywała więcej łuszczyn na roślinie, miała większą masę nasion z łuszczyny i z rośliny, masę 1000 nasion oraz silniej wylegała. Natomiast odmiana Ascot charakteryzowała się większymi roślinami o wyżej osadzonym I rozgałęzieniu bocznym. Plony nasion, średnio za trzy lata badań, były mało zróżnicowane.
3. Intensyfikacja nawożenia azotem z 30 do 120 kg·ha⁻¹ spowodowała zwiększenie liczby rozgałęzień I rzędu, ugięcia łanu, liczby łuszczyn z rośliny, masy nasion z rośliny oraz plonu nasion.
4. W miarę zwiększania ilości wysiewu z 50 do 125 nasion na 1 m² nastąpiło zmniejszenie wysokości roślin, liczby rozgałęzień, liczby łuszczyn i masy nasion z rośliny, natomiast zwiększyła się wysokość roślin do I rozgałęzienia, ugięcie łanu i liczba łuszczyn na jednostce powierzchni.
5. W warunkach Nizy Dolnośląskiego dla odmiany Ascot wystarczający jest wysiew 100 nasion na 1 m², natomiast odmianę Nakielską należy wysiewać w ilości 125 nasion na 1 m². Dla obydwu odmian najbardziej efektywne nawożenie azotem wynosi 120 kg·ha⁻¹.

Literatura

Dembiński F., Matusiewicz E., Kopańska E., Dubas A., Wiatroszak I. 1958. Badania nad wpływem wilgotności gleby na rozwój i strukturę plonu niektórych jarych roślin oleistych z rodziny krzyżowych. Roczniki WSR w Poznaniu, 4: 3-67.

Wpływ wybranych czynników agrotechnicznych na rozwój gorczycy ... 465

- Dembiński F., Horodyski A., Jaruszewska H. 1962. Porównanie 17 gatunków jarych roślin oleistych. Pam. Puł., 8: 3-82.
- Dembiński F. 1975. Rośliny oleiste. PWRiL, Warszawa.
- Hurej J., Preiss G. 1997: Liczebność i szkodliwość mszyc na gorczycy białej. Postępy w ochronie roślin, 37 (1): 98-104.
- Jankowski K., Budzyński W. 1999. The effects of some agronomic factors on *Sinapis alba* yield. Proc.10th Intern. Rapeseed Congress, Canberra. CD-ROM.
- Jaruszewska H. 1962. Porównanie 16 gatunków jarych roślin oleistych w doświadczeniach ścisłych w ZD Przybroda. Pam. Puł., 5: 115-129.
- Jaruszewska H. 1964. Pora siewu gorczycy białej i sarepskiej. Pam. Puł., 15: 79-89.
- Jasińska Z., Malarz W., Budzyński W., Majakowski K. 1983. Wpływ rozstawy rzędów i gęstości siewu na plony rzepaku Górczański, Skrzyszowicki i Janpol. Zesz. Prob. IHAR, Rośliny Oleiste, Wyniki badań nad rzepakiem ozimym, lata 1980-1982: 253-260.
- Jasińska Z., Kotecki A. 1994. Wpływ nawożenia azotowego na plony nasion gorczycy białej i sarepskiej. Zesz. Nauk. AR Wroc., Roln., LIX, 230: 71-77.
- Kotecki A., Kozak M., Malarz W. 1999. Wpływ zabiegów ochrony roślin, nawożenia azotem i gęstości siewu na rozwój i plonowanie rzepaku jarego. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops, XX (2): 643-652.
- Mercik S. 1997. Nawożenie i jego wpływ na plonowanie roślin oraz środowisko glebowe. Zesz. Prob. Post. Nauk Rol., 439: 97-101.
- Muśnicki Cz., Tobała P., Muśnicka B. 1997. Produkcyjność alternatywnych roślin oleistych w warunkach Wielkopolski oraz zmienność ich plonowania. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops, XVIII (2): 269-277.
- Pikul J. 1962. Nawożenie gorczycy białej. Pam. Puł., 8: 253-261.
- Szyrmer J. 1974. Wpływ warunków wegetacji roślin i nawożenia NPK na plon nasion oraz zawartość i jakość tłuszczu u gorczycy białej, krokosza i słonecznika, Hod. Rośl., Aklim. i Nasien., 18, 5: 389-405.
- Tobała P., Muśnicki Cz. 1999. Zmienność plonowania jarych roślin oleistych z rodziny krzyżowych. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops, XX (1): 94-100.
- 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, XIX (2): 645-651.
- Wojcieszka U. 1994. Fizjologiczna rola azotu w plonowaniu roślin. Cz. I. Oddziaływanie azotu na plon roślin. Post. Nauk Rol., 1: 115-126.
- Zekaite V. 1999. Dependence of white mustard crops of sowing time and rate on light soils. Zemdirbyste, Mokslo-Darbai., 66: 116-123.
- Zielonka R., Szczebiot M. 2001. Wpływ niektórych czynników agrotechnicznych na plonowanie gorczycy białej. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops, XXII (1): 59-68.