

Anna Paszkiewicz-Jasińska

Akademia Rolnicza we Wrocławiu, Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin

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

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

Słowa kluczowe: gorczyca biała, odmiany, nawożenie azotem, gęstość wysiewu, tłuszcz surowy, białko ogółem, glukozynolany, kwasy tłuszczowe

W pracy przedstawiono wyniki 3-letnich badań laboratoryjnych przeprowadzonych w RZD Pawłowice nad wpływem zróżnicowanego nawożenia azotem (30, 60, 90, 120 kg·ha⁻¹) i ilości wysiewu na 1 m² (50, 75, 100, 125) na skład chemiczny nasion dwóch odmian gorczycy białej (Ascot i Nakielska). Odmiana Nakielska charakteryzowała się większą zawartością tłuszczu surowego w nasionach i nienasyconych kwasów tłuszczowych w oleju oraz wyższym plonem tłuszczu surowego i białka ogółem z 1 ha, w porównaniu z odmianą Ascot. Nawożenie azotem do 120 kg·ha⁻¹ wpłynęło istotnie na zmniejszenie zawartości tłuszczu surowego w nasionach badanych odmian oraz zwiększenie wydajności z 1 ha tłuszczu surowego i białka ogółem. Przy wysiewie 125 nasion na 1 m² odmiana Nakielska uzyskała najwyższy plon tłuszczu surowego i białka ogółem z 1 ha oraz zawartość tłuszczu surowego w nasionach. Odmiana Ascot najwyższą wydajność tłuszczu surowego uzyskała przy wysiewie 100 nasion, a wydajność białka surowego — 75 nasion na 1 m². Badane odmiany różniły się istotnie zawartością wszystkich badanych nienasyconych kwasów tłuszczowych. Największe różnice odmianowe wykazano w zawartości kwasu erukowego i oleinowego. Odmiana Ascot zawierała więcej kwasu erukowego, a odmiana Nakielska kwasu oleinowego. Zawartość glukozynolanów w nasionach badanych odmian zależała przede wszystkim od przebiegu pogody.

Key words: white mustard, cultivars, nitrogen fertilization, seed rate, crude fat, total protein, glucosinolates, fatty acids

In the years 1998–2000 in the Experimental Agricultural Station Pawłowice (near Wrocław) there were carried out investigations on the effect of differentiated nitrogen fertilization and the quantity of

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

sown seed rate on the content of crude fat, total protein and glucosinolates in seeds, as well as on fatty acids content in oil of white mustard. The field experiments started in two series, regarding variable factors, according to „split-plot” pattern, repeated four times. The series I included Ascot cultivar, series II — Nakielska. The factors under investigation in both series were as follows: I — nitrogen fertilization — the doses in $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$: 30, 60, 90, 120; II — seed rates (per 1 m^2): 50, 75, 100, 125. It was recorded that the content and yield of crude fat and total protein considerably depended on weather conditions. The highest content of crude fat in seeds was recorded in 1998, since humidity conditions in that year enabled accumulation of crude fat in seeds, while such weather unfavorably effected the value of total protein. The content of crude fat and unsaturated fatty acids in oil, as well as the yield of crude fat and total protein were conditioned by a cultivar factor. Nakielska cultivar contained by 3% more crude fat in seeds and by 0.3% more all unsaturated fatty acids in comparison to Ascot cultivar. Nakielska cultivar also accumulated by 5% more crude fat and by 2% of protein from 1 ha. Increased nitrogen fertilization from 30 to $120\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ resulted in decreased crude fat content in seeds, as opposed to increased crude fat yield and total protein. Sown in the amount of 125 seeds per 1 m^2 Nakielska cultivar resulted in the highest yield of fat and total protein per 1 ha. Ascot cultivar provided the highest values of crude fat yield per one unit of area when 100 seeds were sown and the yield of crude protein was achieved for sowing 75 seeds per 1 m^2 . The cultivars under examination significantly differed in the content of two saturated fatty acids — stearic and behenic and all the examined unsaturated fatty acids. The most considerable cultivar differences were recorded for the content of erucic and oleic acids. Ascot cultivar contained by 6.7% more erucic acid, while Nakielska cultivar featured by 7.4% more oleic acid than the other cultivar. The content of glucosinolates in seeds of the examined cultivars depended mainly on weather conditions. In 2000 the highest content of progoitrin was recorded, while the lowest values featured the remaining glucosinolates.

Wstęp

Skład chemiczny nasion gorczycy białej pozwala na ich różnorodne wykorzystanie. Zawierają one około 25–30% tłuszczu, znaczne ilości białka (27–35%), śluzu, soli mineralnych (Mg, P, Ca, Fe i inne) oraz charakterystyczny składnik — glukozyd sinalbinę, która nadaje nasionom ostry i palący smak. Sinalbina to jeden z glukozynolanów aromatycznych, rozkładający się w wodzie pod wpływem enzymu mirozynyazy na nietłny olejek gorczyczny (izotiocyjanian p-hydroksybenzylu) o piekącym, silnym smaku, pobudzającym apetyt, siarczan sinapiny i glukozę (Blaim 1965, Wathelet 2004). W przeprowadzonych przez Josefssona (1970) badaniach zawartość izotiocyjanianu p-hydroksybenzylu w 1 g s.m. odłuszczonych nasion gorczycy białej wynosiła od 2,7 do 3%. Glukozynolany w nasionach gorczycy białej decydują o ich wartości jako surowca dla przemysłu spożywczego, ponieważ lotne olejki gorczyczne stanowią o wartości przyprawowej nasion.

Olej pozyskiwany z nasion gorczycy białej charakteryzuje się wysoką zawartością kwasu erukowego (około 30 do 40%) (Piętka i in. 1998), tłoczony na zimno znajduje zastosowanie w przemyśle spożywczym. Pozyskiwany w inny sposób ma zastosowanie w wielu gałęziach przemysłu chemicznego (Toboła i Muśnicki 1999). Podstawowym źródłem kwasu erukowego w Polsce był olej rzepakowy ozimego, który ze względu na ograniczenie, a obecnie całkowity zakaz uprawy wysoko-

erukowego rzepaku w naszym kraju, musi być importowany. W związku z tym gorczyca biała może stać się alternatywnym źródłem oleju o wysokiej zawartości kwasu erukowego, co potwierdzają badania podjęte w Niemczech (Brune-Pleines 1990) oraz Polsce (Olejniczak, Adamska 1999).

Badania dotyczące roślin oleistych wskazują na dużą zależność składu chemicznego nasion od czynników środowiska, zabiegów agrotechnicznych oraz odmian (Bobrzeński 1978, Mailer i Wratten 1987, Shpota 1987, Kotecki i in. 2001). Spośród czynników agrotechnicznych największy wpływ na jakość nasion ma nawożenie azotem. Stosowanie wysokich dawek azotu wpływa na zwiększenie zawartości białka, powodując jednocześnie istotny spadek zawartości tłuszczu, co wynika z odwrotnej zależności między procesem gromadzenia tłuszczu i białka w nasionach roślin oleistych (Wojnowska i in. 1995).

Rola nawożenia azotem w kształtowaniu składu chemicznego nasion gorczycy białej jest dość słabo poznana, dlatego czynnik ten został uwzględniony w badaniach własnych.

Wielu autorów zwraca również uwagę na zależność między jakością plonu nasion a odmianami. Lewandowski (1990) wskazuje na występowanie wyraźnych różnic między odmianami w obrębie gorczycy białej.

Celem badań było określenie wpływu nawożenia azotem i gęstości wysiewu nasion na zawartość tłuszczu surowego, białka ogółem i glukozyolanów w nasionach oraz skład kwasów tłuszczowych w oleju dwóch odmian gorczycy białej.

Materiały i metody

W latach 1998–2000 w RZD 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.

Metodykę badań polowych przedstawiono w części I pracy pt. „Wpływ nawożenia azotem i gęstości wysiewu na rozwój i plonowanie gorczycy białej (*Sinapis alba* L.)”.

Uzyskane w doświadczeniach nasiona poddano ocenie jakościowej wykonując analizy chemiczne następującymi metodami:

- sucha masa metodą suszarkowo-wagową, w temperaturze 95°C , w ciągu 5 godzin;
- azot ogólny zmodyfikowaną metodą Kjeldahla, a następnie przeliczono na białko ogółem stosując współczynnik 6,25;

- tłuszcz surowy (ekstrakt eterowy) metodą odtłuszczonej reszty w aparacie Soxhleta;
- glukozytolany metodą chromatografii gazowej;
- kwasy tłuszczowe metodą kapilarnej chromatografii gazowej i spektrometrii masowej.

Przeprowadzone analizy laboratoryjne obejmowały materiał badawczy uzyskany we wszystkich kombinacjach, z wyjątkiem oznaczeń zawartości glukozytolanów, które wykonano przy dwóch poziomach nawożenia (30 i 120 kg N·ha⁻¹) i dwóch ilościach wysiewu nasion (50 i 125 nasion na 1 m²).

Na podstawie uzyskanych wyników analiz chemicznych i plonu nasion obliczono wydajność białka ogółem i tłuszczu surowego z 1 ha.

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

Wyniki badań i dyskusja

Zawartość tłuszczu surowego i białka ogółem w nasionach odmiany Ascot i Nakielska w większym stopniu kształtowały się pod wpływem zróżnicowanych warunków wilgotnościowo-termicznych niż badanych w doświadczeniu czynników agrotechnicznych (tab. 1, 2, 3).

Najwyższą zawartość tłuszczu surowego oraz najniższą białka ogółem stwierdzono w pierwszym roku badań (1998). Warunki wilgotnościowe w tym roku sprzyjały gromadzeniu się w nasionach tłuszczu surowego. Przebieg pogody w poszczególnych okresach rozwoju gorczycy białej został omówiony w I części pracy pt. „Wpływ nawożenia azotem i gęstości wysiewu na rozwój i plonowanie gorczycy białej (*Sinapis alba* L.)”. W 1999 roku, w okresie dojrzewania wystąpiła susza, która niekorzystnie wpłynęła na gromadzenie tłuszczu w nasionach. Uzyskana w tym roku zawartość tłuszczu surowego była najniższa w trzyletnim okresie badań, natomiast białka ogółem najwyższa. Wyniki te potwierdzają badania innych autorów. Dembiński i in. (1958) wykazali spadek zawartości tłuszczu w nasionach o 39% wskutek wystąpienia niedoboru wilgoci w fazie dojrzewania, w porównaniu z zawartością uzyskaną przy stałej wilgotności wynoszącej 70% pełnej pojemności wodnej gleby. Również badania Szyrmera (1974) potwierdzają istotny wpływ warunków atmosferycznych na gromadzenie się tłuszczu w nasionach gorczycy białej.

W badaniach własnych zawartość tłuszczu surowego w nasionach obu odmian obniżyła się pod wpływem wzrastających dawek azotu (o 6%). Podobne wyniki uzyskał Kozak (1999) w doświadczeniu z rzepakiem jarym. Natomiast Jasińska i Kotecki (1994) nie wykazali zróżnicowania zawartości tłuszczu w nasionach

Tabela 1

Zawartość tłuszczu surowego i białka ogółem w nasionach gorczycy białej odmiany Ascot oraz wydajność składników pokarmowych (średnie dla czynników z lat 1998–2000) *Crude fat and total protein content and nutrients yield in the seeds of white mustard Ascot cultivar (means for factors of the years 1998–2000)*

Czynniki Factors	Zawartość — Content [%]		Wydajność — Yields [t·ha ⁻¹]	
	tłuszcz surowy crude fat	białko ogółem total protein	tłuszcz surowy crude fat	białko ogółem total protein
Lata — Years				
1998	29,0	29,6	0,56	0,58
1999	25,3	31,5	0,25	0,31
2000	27,1	32,1	0,29	0,35
NIR — LSD $\alpha=0,05$	0,9	0,9	0,01	0,01
Nawożenie N — Fertilization N [kg·ha ⁻¹]				
30	27,8	30,6	0,32	0,34
60	27,4	30,5	0,36	0,40
90	27,3	30,9	0,38	0,41
120	26,0	32,3	0,41	0,50
NIR — LSD $\alpha=0,05$	1,1	1,1	0,01	0,01
Liczba wysianych nasion na 1 m ² — Number of sown seeds per 1 m ²				
50	26,7	31,3	0,34	0,39
75	26,8	31,6	0,36	0,42
100	27,6	30,6	0,39	0,42
125	27,4	30,8	0,39	0,42
NIR — LSD $\alpha=0,05$	r.n.	r.n.	0,01	0,01

r.n. — różnica nieistotna — no significant difference

gorczycy białej pod wpływem nawożenia azotem, stwierdzili natomiast niewielki wzrost zawartości białka pod wpływem nawożenia tym składnikiem. Pikul (1962) zanotował tylko nieznaczne zmiany w składzie chemicznym nasion pod wpływem azotu. Autorzy nie porównywali działania maksymalnej dawki azotu, którą zastosowano w badaniach własnych. Zawartość białka ogółem w nasionach gorczycy białej w przeprowadzonych doświadczeniach rosła pod wpływem wzrastających dawek azotu u odmiany Nakielska, a u odmiany Ascot wzrosła istotnie dopiero po zastosowaniu dawki 120 kg·ha⁻¹.

Ilość wysiewu nie miała wyraźnego wpływu na zawartość białka ogółem w nasionach badanych odmian oraz na zawartość tłuszczu surowego odmiany Ascot. W nasionach odmiany Nakielska stwierdzono wzrost zawartości tłuszczu przy wysiewie 100 i 125 nasion na 1 m².

Tabela 2

Zawartość tłuszczu surowego i białka ogółem w nasionach gorczycy białej odmiany Nakielska oraz wydajność składników pokarmowych (średnie dla czynników z lat 1998–2000) — *Crude fat and total protein content and nutrients yield in the seeds of white mustard Nakielska cultivar (means for factors of the years 1998–2000)*

Czynniki <i>Factors</i>	Zawartość — <i>Content</i> [%]		Wydajność — <i>Yields</i> [t·ha ⁻¹]	
	tłuszcz surowy <i>crude fat</i>	białko ogółem <i>total protein</i>	tłuszcz surowy <i>crude fat</i>	białko ogółem <i>total protein</i>
Lata — <i>Years</i>				
1998	29,6	30,1	0,66	0,68
1999	26,8	30,7	0,22	0,27
2000	27,7	32,0	0,28	0,32
NIR — <i>LSD</i> $\alpha=0,05$	0,4	0,4	0,01	0,01
Nawożenie N — <i>Fertilization N</i> [kg·ha ⁻¹]				
30	29,1	29,4	0,33	0,32
60	27,9	31,0	0,40	0,44
90	27,9	31,2	0,40	0,43
120	27,3	32,2	0,42	0,49
NIR — <i>LSD</i> $\alpha=0,05$	0,4	0,5	0,01	0,01
Liczba wysianych nasion na 1 m ² — <i>Number of sown seeds per 1 m²</i>				
50	27,8	31,0	0,36	0,39
75	27,8	30,9	0,38	0,42
100	28,1	31,1	0,40	0,43
125	28,5	30,7	0,41	0,44
NIR — <i>LSD</i> $\alpha=0,05$	0,4	r.n.	0,01	0,01

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

Tabela 3

Zawartość tłuszczu surowego i białka ogółem w nasionach gorczycy białej odmiany Ascot i Nakielska oraz wydajność składników pokarmowych (średnie z lat 1998–2000) — *Crude fat and total protein content and nutrients yield in the seeds of white mustard Ascot and Nakielska cultivars (means of the years 1998–2000)*

Odmiany <i>Cultivars</i>	Zawartość — <i>Content</i> [%]		Wydajność — <i>Yields</i> [t·ha ⁻¹]	
	tłuszcz surowy <i>crude fat</i>	białko ogółem <i>total protein</i>	tłuszcz surowy <i>crude fat</i>	białko ogółem <i>total protein</i>
Ascot	27,1	31,1	0,37	0,41
Nakielska	28,0	30,9	0,39	0,42
NIR — <i>LSD</i> $\alpha=0,05$	0,4	r.n.	0,01	0,01

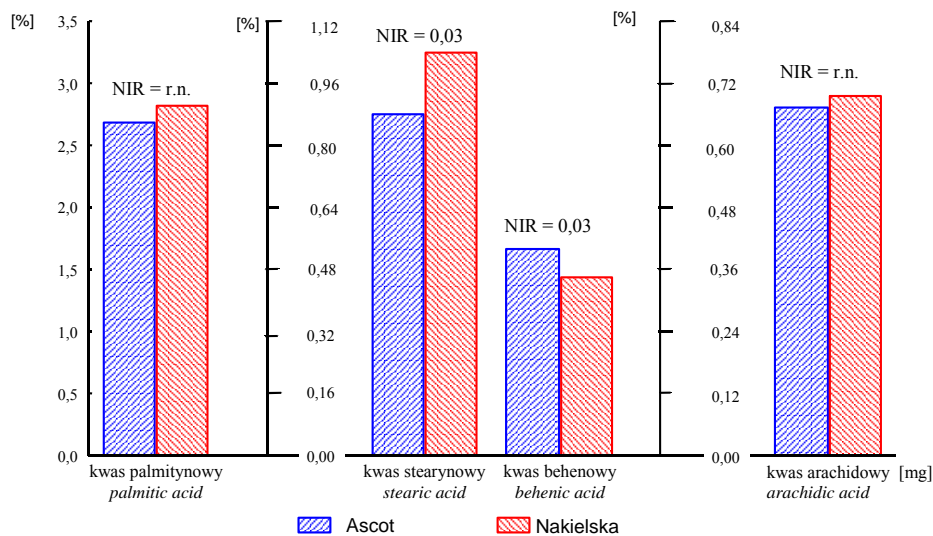
r.n. — różnica nieistotna — *no significant difference*

Średnio w ciągu trzech lat badań odmiana Nakielska, w porównaniu z odmianą Ascot, zawierała o 3% więcej tłuszczu surowego w nasionach, natomiast nie wykazano zróżnicowania odmianowego w zawartości białka ogółem. W literaturze brak jest opracowań dotyczących porównania odmian badanych w doświadczeniach własnych. Badania odmianowe COBORU przeprowadzone w latach 1987–1989 (Lewandowski 1990) wykazały, że odmiana Nakielska, w porównaniu z odmianą Borowska i większością odmian zagranicznych, charakteryzowała się większą zawartością tłuszczu w nasionach.

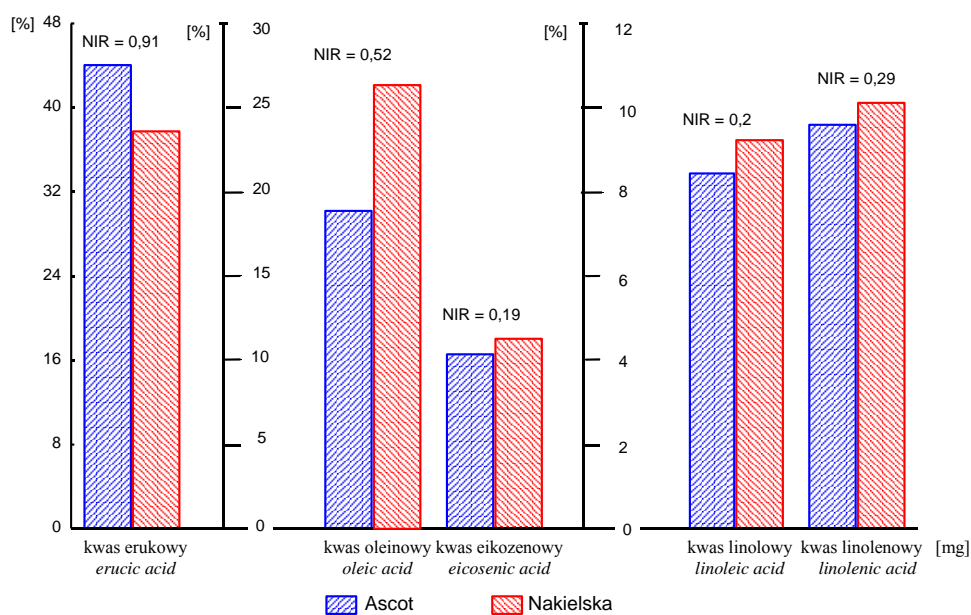
Wydajność tłuszczu surowego i białka ogółem jest funkcją plonu nasion i procentowej zawartości składnika (tab. 1). Wyniki dotyczące plonowania gorczycy białej zostały przedstawione w I części pracy pt. „Wpływ nawożenia azotem i ilości wysiewu na rozwój i plon odmian gorczycy białej (*Sinapis alba* L.)”. Plony nasion obu odmian kształtowały się w większym stopniu pod wpływem badanych czynników agrotechnicznych i zróżnicowanych warunków wilgotnościowo-temperaturowych, niż zawartość tłuszczu surowego i białka ogółem. Wydajność tłuszczu surowego i białka ogółem zależała przede wszystkim od plonu nasion, co potwierdzają badania Pikuli (1962) oraz Jasińskiej i Koteckiego (1994).

Odmiana Ascot reagowała istotnie zwiększeniem wydajności tłuszczu surowego i białka ogółem z 1 ha, odpowiednio o 22 i 32%, pod wpływem wzrastającej dawki azotu z 30 do 120 kg·ha⁻¹. Odmiana Nakielska uzyskała najwyższe plony tłuszczu surowego i białka ogółem przy dawce azotu 120 kg·ha⁻¹. Zwiększenie ilości wysiewu z 50 do 125 nasion na 1 m² powodowało wzrost wydajności tłuszczu surowego i białka ogółem z 1 ha u odmiany Nakielska. W odniesieniu do odmiany Ascot plon tłuszczu surowego istotnie zwiększał się do ilości wysiewu 100 nasion na 1 m², a białka ogółem do 75 nasion. Średnio za trzy lata badań odmiana Nakielska nagromadziła o 5% więcej tłuszczu surowego i o 2% więcej białka ogółem w plonie z 1 ha, niż odmiana Ascot.

W oleju gorczycy oznaczono zawartość dziewięciu kwasów tłuszczowych, w tym czterech nasyconych. Zawartość poszczególnych kwasów zależała od czynnika genetycznego (rys. 1, 2). Nie wykazano istotnego statystycznie wpływu azotu i gęstości siewu na skład kwasów tłuszczowych. Podobne wyniki uzyskał Kotecki i in. (2001) dla rzepaku jarego. W przeprowadzonym przez autorów doświadczeniu zawartość poszczególnych kwasów tłuszczowych zależała przede wszystkim od czynnika genetycznego, a w niewielkim tylko stopniu od nawożenia azotem. Natomiast badania przeprowadzone przez innych autorów (Olejniczak i Adamska 2000) nie wykazały istotnych różnic w zawartości kwasów tłuszczowych między odmianami gorczycy białej (Borowska i Ascot). W doświadczeniach własnych istotne różnice odmianowe wykazano w odniesieniu do wszystkich nienasyconych kwasów tłuszczowych, a także do dwóch nasyconych — stearynowego i behenowego. Nie stwierdzono natomiast zróżnicowania w zawartości kwasów nasyconych — palmitynowego i arachidowego. Największe różnice między odmianami wykazano



Rys. 1. Udział nasyconych kwasów tłuszczowych w oleju z nasion gorczycy białej: kwas palmitynowy, kwas stearynowy, kwas behenowy, kwas arachidowy — *The content of saturated fatty acids in the oil from white mustard seeds: palmitic acid, stearic acid, behenic acid, arachidic acid*



Rys. 2. Udział nienasyconych kwasów tłuszczowych w oleju z nasion gorczycy białej: kwas erukowy, kwas oleinowy, kwas eikozenowy, kwas linolowy, kwas linolenowy — *The content of unsaturated fatty acids in the oil from white mustard seeds: erucic acid, oleic acid, eicosenic acid, linoleic acid, linolenic acid*

w zawartości kwasu oleinowego i erukowego. Odmiana Ascot zawierała w oleju więcej o 6,7% kwasu erukowego, natomiast odmiana Nakielska — o 7,4% kwasu oleinowego. Różnice w zawartości pozostałych oznaczonych kwasów między odmianami nie przekraczały 1%.

W nasionach gorczycy oznaczono glukozynolany: progoitrynę, napoleiferynę, glukobrassicynę, 4-OH glukobrassicynę i sinalbinę. Ich zawartość zależała przede wszystkim od przebiegu pogody w poszczególnych latach badań, w mniejszym stopniu od nawożenia azotem (tab. 6). Nie wykazano statystycznie wpływu zróżnicowanej ilości wysiewu oraz czynnika genetycznego na zawartość poszczególnych glukozynolanów w nasionach gorczycy. Wyniki doświadczeń odmianowych (1960), uwzględniające dwie polskie odmiany gorczycy (Borowska i Nakielska), wykazały natomiast różnice w zawartości glukozynolanów.

Tabela 4
Zawartość glukozynolanów w nasionach gorczycy białej odmiany Ascot (średnie dla czynników z lat 1998–2000) — *Glucosinolate content in the seeds of white mustard Ascot cultivar (means for factors for the years 1998–2000)*

Czynniki <i>Factors</i>	Zawartość glukozynolanów — <i>Glucosinolate content</i> [$\mu\text{M}\cdot\text{g}^{-1}$]				
	progoitryna <i>progoitrin</i>	napoleiferyna <i>napoleiferin</i>	glukobrassicyna <i>glucobrassicin</i>	4-OH glukobrassicyna <i>4-OH glucobrassicin</i>	sinalbina <i>sinalbin</i>
Lata — <i>Years</i>					
1998	2,88	0,55	0,20	0,22	150,05
1999	2,80	0,10	0,25	0,20	150,18
2000	5,98	0,00	0,10	0,10	78,92
NIR — <i>LSD</i> _{0,05}	1,24	r.n.	r.n.	r.n.	35,77
Nawożenie N — <i>Fertilization N</i> [$\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$]					
30	4,75	0,32	0,22	0,17	129,28
120	3,02	0,12	0,15	0,18	123,48
NIR — <i>LSD</i> _{0,05}	1,02	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.

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

Układ warunków wilgotnościowo-termicznych w poszczególnych latach badań własnych różnicował w sposób istotny udział progoitryny w nasionach odmiany Ascot oraz glukozynolanu sinalbiny charakterystycznego dla gorczycy białej. Zawartość pierwszego z nich była wyraźnie wyższa w 2000 roku, a o ponad 50% niższa w pozostałych latach. Zawartość drugiego z glukozynolanów — sinalbiny — kształtowała się odwrotnie — jej najniższy udział stwierdzono w 2000 roku. W nasionach odmiany Nakielska zawartość progoitryny i sinalbiny w poszczególnych latach kształtowała się podobnie. Nie udowodniono jednak statystycznie wpływu pogody na zawartość tych glukozynolanów w nasionach. Pozostałe

Tabela 5

Zawartość glukozynolanów w nasionach gorczycy białej odmiany Nakielska (średnie dla czynników z lat 1998–2000) — *Glucosinolate content in the seeds of white mustard Nakielska cultivar (means for factors of the years 1998–2000)*

Czynniki <i>Factors</i>	Zawartość glukozynolanów — <i>Glucosinolate content</i> [$\mu\text{M}\cdot\text{g}^{-1}$]				
	progoitryna <i>progoitrin</i>	napoleiferyna <i>napoleiferin</i>	glukobrassicyna <i>glucobrassicin</i>	4-OH glukobrassicyna <i>4-OH glucobrassicin</i>	sinalbina <i>sinalbin</i>
Lata — <i>Years</i>					
1998	2,48	0,10	0,25	0,25	147,05
1999	2,52	0,10	0,18	0,22	133,08
2000	4,32	0,00	0,05	0,08	75,82
NIR — <i>LSD</i> _{0,05}	r.n.	r.n.	0,09	0,09	r.n.
Nawożenie N — <i>Fertilization N</i> [$\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$]					
30	3,65	0,07	0,17	0,15	122,97
120	2,57	0,07	0,15	0,22	114,33
NIR — <i>LSD</i> _{0,05}	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.

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

Tabela 6

Zawartość sinalbiny w nasionach gorczycy białej odmiany Ascot i Nakielska (średnie z lat 1998–2000) — *Sinalbin content in the seeds of white mustard Ascot and Nakielska cultivars (means of the years 1998–2000)*

Odmiany — <i>Cultivars</i>	Zawartość sinalbiny — <i>Sinalbin content</i> [$\mu\text{M}\cdot\text{g}^{-1}$]
Ascot	126,38
Nakielska	118,65
NIR — <i>LSD</i> _{0,05}	r.n.

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

glukozynolany — glukobrassicyna i 4-OH glukobrassicyna — były istotnie różnicowane przez warunki meteorologiczne tylko u odmiany Nakielska. Największy ich udział stwierdzono u tej odmiany w pierwszym roku badań (1998), a najmniejszy w 2000.

Pod wpływem wzrostu nawożenia z 30 do 120 $\text{kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ nastąpiło obniżenie poziomu progoitryny w nasionach obydwu odmian, przy czym udowodniono je statystycznie tylko u odmiany Ascot (o 36%). Zauważono ponadto tendencję do wzrostu zawartości 4-OH glukobrassicyny, a w odniesieniu do pozostałych

glukozynolanów spadku ich zawartości pod wpływem zwiększonego nawożenia azotem (z wyjątkiem napoleiferyny u odmiany Nakielska).

Glukozynolanem dominującym w nasionach obydwu odmian była sinalbina. Jej zawartość w nasionach odmiany Ascot była wyższa w porównaniu z odmianą Nakielska, przy czym nie udowodniono tego statystycznie (tab. 6).

Wnioski

1. Zawartość tłuszczu surowego oraz plon tłuszczu surowego i białka ogółem w większym stopniu kształtowały się pod wpływem zróżnicowanych warunków wilgotnościowo-termicznych niż badanych czynników agrotechnicznych.
2. Zawartość tłuszczu surowego w nasionach, udział nienasyconych kwasów tłuszczowych w oleju oraz wydajność tłuszczu surowego i białka ogółem były uwarunkowane czynnikiem odmianowym. Odmiana Nakielska zawierała o 3% więcej tłuszczu surowego w nasionach oraz o 0,3% więcej wszystkich kwasów tłuszczowych w porównaniu z odmianą Ascot. Odmiana ta nagromadziła również o 5% tłuszczu i 2% białka więcej z 1 ha.
3. Pod wpływem wzrostu nawożenia azotem z 30 do 120 kg·ha⁻¹ zmniejszyła się zawartość tłuszczu surowego w nasionach, natomiast zwiększyła się wydajność tłuszczu surowego i białka ogółem.
4. Przy wysiewie 125 nasion na 1 m² odmiana Nakielska uzyskała największy plon tłuszczu surowego i białka ogółem z 1 ha oraz najwyższą zawartość tłuszczu surowego w nasionach. Odmiana Ascot najwyższą wydajność tłuszczu surowego z jednostki powierzchni uzyskała przy wysiewie 100 nasion, a wydajność białka surowego przy wysiewie 75 nasion na 1 m².
5. Badane odmiany różniły się istotnie zawartością w oleju dwóch nasyconych kwasów tłuszczowych — stearynowego i behenowego — oraz wszystkich badanych nienasyconych kwasów tłuszczowych. Największe różnice odmianowe wykazano w zawartości kwasu erukowego i oleinowego.
6. Zawartość glukozynolanów w nasionach badanych odmian zależała przede wszystkim od przebiegu pogody. Glukozynolanem dominującym w nasionach badanych odmian była sinalbina.

Literatura

- Bobrzeński T. 1978. Wpływ okresowych niedoborów wody w różnych fazach wzrostu i rozwoju gorczycy białej i sarepskiej na plon nasion i zawartość tłuszczu. Biul. Inst. Hod. Rośl., 134: 191-201.
- Blaim K. 1965. Swoiste substancje roślin uprawianych. PWRiL, Warszawa.
- Brune-Pleines U. 1990. Untersuchungen zur Züchtung erucasaurereicher Senfarten (*Brassica juncea* und *Sinapis alba*) unter Anwendung von konventionellen und in vitro Methoden. Doktorarbeit. Universität Giessen, Niemcy, 156.
- Dembiński F., Horodyski A., Jaruszewska A. 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.
- Jasińska Z., Kotecki A. 1994. Wpływ nawożenia azotowego na plony nasion gorczycy białej i sarepskiej. Zesz. Nauk. AR Wroc., Roln., LIX, 230: 71-77.
- Josefsson E. 1970. Content of p-Hydroxybenzylglucosinolate in seed meals of *Sinapis alba* as affected by heredity, environment and seed part. J. Sci. Fd. Agric., 21: 94-97.
- Kotecki A., Malarz W., Kozak M., Aniołowski K. 2001. Wpływ nawożenia azotem na skład chemiczny nasion pięciu odmian rzepaku jarego. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops, XXII: 81-89.
- Kozak M. 1999. Wpływ przedplonów i nawożenia azotem na rozwój i plonowanie rzepaku. Cz. II. Następczy wpływ grochu i bobiku na rozwój i plonowanie rzepaku. Zesz. Nauk. AR Wroc., Roln., LXXIV, 367: 27-43.
- Lewandowski A. 1990. Gorczyca biała i sarepska. COBORU, Słupia Wielka, 900: 1-11.
- Mailer R., Wratten N. 1987. Glucosinolate variability in rapeseed in Australia. Proc. 7th Int. Rapeseed Congress, Poznań, 3: 671-675.
- Olejniczak J., Adamska E. 1999. Efekt działania różnych mutagenów w pokoleniu roślin M₁ i M₂ gorczycy białej (*Sinapis alba* L.). Rośliny Oleiste – Oilseed Crops, XX: 235-242.
- Olejniczak J., Adamska E. 2000. Indukowanie zmienności cech jakościowych oleju gorczycy białej (*Sinapis alba* L.). Rośliny Oleiste – Oilseed Crops, XXI: 641-647.
- Piętka T., Krzymański J., Michalski K., Krótka K. 1998. Postępy prac nad tworzeniem gorczycy białej podwójnie ulepszonej. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops, XIX: 455-462.
- Pikul J. 1962. Nawożenie gorczycy białej. Pam. Puł., 8: 253-261.
- Shpota V. 1987. Rape and mustard breeding for oil quality. Proc. 7th International Rapeseed Congress, (2): 560-565.
- Szyrmer J. 1974. Wpływ warunków vegetacji 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.
- Toboła P., Muśnicki Cz. 1999. Zmienność plonowania jarych roślin oleistych z rodziny krzyżowych. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops, XX: 94-100.
- Wathelet J.-P. 2004. Analysis of glucosinolates and their breakdown compounds. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops, XXV: 41-50.
- Wojnowska T., Panak H., Sienkiewicz S. 1995. Plonowanie roślin w zależności od poziomu nawożenia azotem w płodozmianie. Acta Acad. Agricult. Tech. Olst., Agricultura, 61: 147-155.
- Wyniki doświadczeń odmianowych. 1960. Rośliny oleiste jare 1957. Warszawa, 8: 6-9.