

Teresa Piętka, Jan Krzymański, Krystyna Krótka

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Oddział w Poznaniu

## Pierwsza podwójnie ulepszona odmiana gorczycy białej (*Sinapis alba* L.)\*

### The first double low variety of white mustard (*Sinapis alba* L.)

Słowa kluczowe: gorczyca biała (syn. jasna) (*Sinapis alba* L. syn. *Brassica hirta* Moench. syn. *Brassica alba* L.), odmiana podwójnie ulepszona (00, typu canola), kwasy: linolowy, linolenowy i erukowy; glukozynolany, sinalbina,

W Oddziale IHAR-PIB w Poznaniu prowadzone są prace nad ulepszaniem składu jakościowego nasion gorczycy białej. Zarejestrowana w 2006 roku odmiana Bamberka o niskiej zawartości kwasu erukowego i wysokiej zawartości glukozynolanów może być wykorzystywana do celów przyprawowych i farmaceutycznych. Aby przekształcić gorczycę w wartościową roślinę oleisto-białkową podjęto prace nad wyhodowaniem odmiany podwójnie ulepszonej, o niskiej zawartości kwasu erukowego (poniżej 2%), pozbawionej całkowicie głównego glukozynolanu — sinalbiny oraz o bardzo niskiej zawartości pozostałych glukozynolanów. W realizacji powyższego celu zostały wykorzystane wyhodowane uprzednio rody o niskiej zawartości kwasu erukowego oraz rody o niskiej zawartości glukozynolanów. Rody te uzyskano z krzyżowań odmian krajowych i zagranicznych oraz selekcji indywidualnej połączonej z chowem wsobnym. Mieszańce między tymi rodzajami posłużyły do selekcji linii wsobnych łączących obie cechy jakościowe.

Wartość gospodarczą rodów podwójnie ulepszonych badano w doświadczeniach polowych w zróżnicowanych warunkach siedliskowych. Pozwoliło to wyselekcjonować ród POH-209 łączący plenność z pożądanymi cechami jakościowymi. Ród ten został zgłoszony i przyjęty do badań rejestrowych COBORU jako pierwsza odmiana gorczycy białej podwójnie ulepszonej.

Olej z nasion tej odmiany może być wykorzystany na cele spożywcze i paliwowe. Śruta poekstrakcyjna lub wytlók mogą być cenną wysokobiałkową paszą dla zwierząt

Key words: white (syn. yellow) mustard (*Sinapis alba* L. syn. *Brassica hirta* Moench. syn. *Brassica alba* L.), linolic, linolenic and erucic acids, glucosinolates, sinalbin, double low variety (00, canola type).

Research aiming at the improvement of the quality of white mustard has been conducted at Department of Genetics and Breeding of Oilseed Crops in Poznań. Low erucic variety Bamberka was licenced in 2006. Glucosinolate content in seeds of this variety is as high as in traditional varieties. Seeds of this variety can be used for edible oil production but also in food as a spice and in pharmaceutical industry. Research works were conducted to obtain a variety which could be used as full oil-protein crop. Now a new double improved variety of white mustard has been bred, which has temporary name POH-209 and is characterized by very low erucic acid content in seeds oil and very

\* Praca została wykonana w ramach projektu badawczego rozwojowego nr R12 006 01 finansowanego przez MNiSW

low glucosinolate content in seeds and lack of sinalbin which is the main glucosinolate of white mustard. To reach this target the low erucic and low glucosinolate strains developed earlier were used. These strains were obtained by crossings of many Polish and foreign varieties and individual selection connected with inbreeding. The crosses between single improved strains allowed to select double improved strains with both desired qualities. The next step was to improve the agronomical value of double low strains. Agronomical value was estimated in field trails conducted in differentiated environments. The strain POH-209 with good seed yield was selected as the best one.

Oil of this variety can be used for edible purposes and biofuel production. Meal or cake can be valuable feedstuff for animals.

Strain POH-209 was applicated and accepted by COBORU (Research Centre for Cultivar Testing) in 2010 to its official trials as the first double improved variety of white mustard.

## Wstęp

---

Gorczyca biała (*Sinapis alba* L.) jest jedną z najwierniej plonujących jarych roślin oleistych w Polsce i jedną z najbardziej odpornych na suszę występującą w naszym obszarze klimatycznym (Dembiński 1975, Muśnicki i in. 1997, Toboła i Muśnicki 1999, Jankowski i Budzyński 2003). Ma coraz większe znaczenie gospodarcze ze względu na wielostronne wykorzystanie: na nasiona, jako roślina poplonowa (Kisielewska i Harasimowicz-Herman 2008), jako ważna w zmianowaniu roślina mątwikobójcza (Szymczak-Nowak i Nowakowski 2000, 2002, Nowakowski i Szymczak-Nowak 2003), a także jako wartościowa roślina miododajna (Jabłoński i in. 1999, Masierowska 2003, Sawicka i Kotiuk 2007, Masierowska i Piętka 2010). Uprawiana po zbożach jako poplon spełnia rolę rośliny fitosanitarnej, ponieważ zmniejsza niebezpieczeństwo występowania chorób i szkodników zagrażających roślinom zbożowym (Majchrzak i in. 2005). Ponadto plon biomasy pozyskanej z uprawy gorczycy białej i przyoranej podnosi zawartość składników pokarmowych w glebie i poprawia jej strukturę (Nowakowski i in. 1996, Nowakowski i in. 1997, Kisielewska i Harasimowicz-Herman 2008). Może być uprawiana na glebach słabszych, przyczyniając się do ich ulepszenia i wykorzystania w uprawie innych roślin (Wałkowski 1997).

Nasiona gorczycy białej są jasnożółte, co wiąże się, w porównaniu do rzepaku, z niższą zawartością włókna i wysoką zawartością białka o dobrym składzie aminokwasowym (Krzymański i in. 1991, Słomiński i in. 1999). Według badań Ochodzkiego i Piotrowskiej (1997) spośród roślin z rodziny *Brassicaceae* nasiona gorczycy białej charakteryzują się najniższą zawartością włókna w suchej masie beztłuszczowej (średnio 23,3%, rzepak średnio 28,3%) i najwyższą zawartością białka (średnio 46,8%, rzepak średnio 43,0%), co stanowi o ich dużej wartości paszowej. Również według badań Katepa-Mupondwa i in. (1999a) zawartość białka w śrucie poekstrakcyjnej z nasion gorczycy białej (48%) dorównuje zawartości białka w śrucie sojowej (48%) i przewyższa pod tym względem śrutę z rzepaku podwójnie ulepszonego (typu canola). Śruta poekstrakcyjna i wyfłok

z nasion gorczycy białej mogą być wartościową paszą wysokobiałkową, która może zastąpić soję w żywieniu zwierząt, a szczególnie w żywieniu drobiu.

Nasiona dotychczas uprawianych tradycyjnych odmian gorczycy białej zawierają w oleju nasion dużą ilość kwasu erukowego (ok. 40% sumy kwasów tłuszczowych). Wyniki badań żywieniowych przeprowadzonych w latach siedemdziesiątych ubiegłego wieku wykazały szkodliwość kwasu erukowego dla zdrowia człowieka i zwierząt, dlatego konieczna jest jego eliminacja, aby umożliwić wykorzystanie oleju na cele spożywcze (Krzymański 1970, 1993).

Wartość paszowa poekstrakcyjnej śruty lub wytloku uzyskanych z nasion tradycyjnych odmian gorczycy białej jest ograniczona ze względu na wysoką zawartość glukozynolanów (ok.  $160 \mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$ ) (Dembiński 1975, Krzymański 1966, 1995, Krzymański i in. 1990). Głównym glukozynolanem nasion gorczycy białej jest sinalbina (ok.  $150 \mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$ ), a ponadto w mniejszych ilościach występują glukozynolany alkenowe i indolowe. Zawartość tych szkodliwych związków siarkowych, podobnie jak u rzepaku, może powodować u zwierząt zahamowanie wzrostu oraz wywołać zaburzenia metabolizmu jodu objawiające się powiększeniem tarczycy (Krzymański 1970).

Celem prowadzonych badań jest uzyskanie odmiany podwójnie ulepszonej gorczycy białej, tj. gorczycy o niskiej zawartości kwasu erukowego (poniżej 2%) i całkowicie pozbawionej głównego glukozynolanu — sinalbiny oraz o bardzo niskiej zawartości pozostałych glukozynolanów. Taka gorczyca będzie alternatywną jarą rośliną oleistą w stosunku do rzepaku jarego. Poziom plonowania rzepaku jarego jest bardzo zmienny i stosunkowo niski ze względu na brak odporności na suszę (Toboła i Muśnicki 1999) oraz podatność na choroby i szkodniki. Podwójnie ulepszona gorczyca biała jako roślina oleista mogłaby przyczynić się do pokrycia zapotrzebowania na pasze wysokobiałkowe, co wpłynęłoby na poprawę bilansu tego typu pasz w Polsce. Mogłaby pomóc pokryć zwiększające się zapotrzebowanie na surowiec, a ponadto stanowić uzupełnienie surowca dla przemysłu olejarskiego do przerobu na cele spożywcze, a także do przerobu na cele paliwowe i być dobrym uzupełnieniem rzepaku ozimego w produkcji nasion roślin oleistych.

W Zakładzie Genetyki i Hodowli Roślin Oleistych w Poznaniu w wyniku przeprowadzonych badań otrzymano genotypy o niskiej zawartości kwasu erukowego i wysokiej zawartości glukozynolanów (pojedynczo ulepszone — „0”). Efektem tych prac było wpisanie w 2006 roku do Krajowego Rejestru Odmian COBORU — pierwszej polskiej niskoerukowej odmiany gorczycy białej — Bamberka (COBORU 2006, Piętka i in. 2007). Olej z nasion gorczycy białej niskoerukowej ma skład podobny do oleju z nasion rzepaku podwójnie ulepszanego, a więc jest olejem uniwersalnym, przydatnym do przerobu na cele spożywcze i niespożywcze. Ponadto zawiera nieco więcej pożądanego kwasu omega-3 i charakteryzuje się lepszym stosunkiem kwasów omega-6 do omega-3 (1 : 1), co stanowi o jego walorach dietetycznych. Nasiona tej odmiany mogą być wykorzystane dla celów przyprawowych i do produkcji musztardy. Natomiast nasiona

gorczycy białej podwójnie ulepszonej mogą być nie tylko źródłem dobrego oleju spożywczego, ale także wartościowej paszy wysokobiałkowej.

Odmiany gorczycy białej są cenne w zmianowaniu ze względu na właściwości zmniejszające liczebność populacji mątwika burakowego (*Heterodera schachtii* Schmidt) (Nowakowski i Szymczak-Nowak 1998, 2003, Szymczak-Nowak i Nowakowski 2000, 2002). Dotychczas najlepszą odmianą mątwikobójczą była odmiana Metex. Zarejestrowana w 2006 roku niskoerukowa odmiana Bamberka wykazuje podobnie wysokie właściwości mątwikobójcze. W badaniach przedrejestracyjnych (Piętka i in. 2007) i ponownie w dwuletnich badaniach rejestracyjnych odmiana Bamberka powodowała ograniczenie populacji mątwika burakowego na poziomie odmiany Metex (Bamberka — 36,53%, Metex — 36,27% w 2008 roku i w 2009 roku Bamberka — 34,80%, Metex — 35,07% — Szymczak-Nowak, informacja ustna (dane nie opublikowane)).

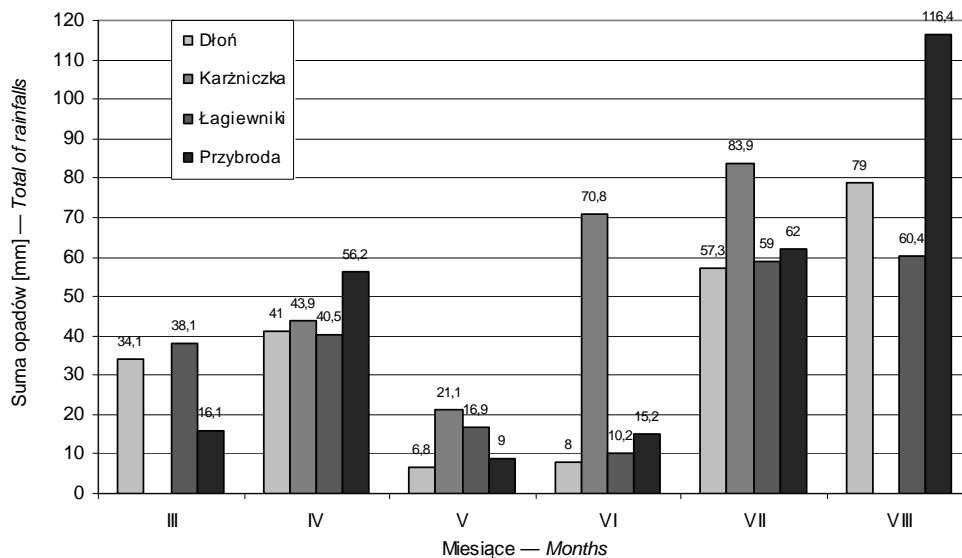
W Polsce jedynie w Zakładzie Genetyki i Hodowli Roślin Oleistych IHAR – PIB prowadzone są prace nad zmianą składu chemicznego nasion gorczycy białej. Podobne prace są prowadzone w ośrodku kanadyjskim — Agriculture and Agri-Food Canada, Research Station, Saskatoon przez zespół Rakowa (Katepa-Mupondwa i in. 1999), a także w USA w Departament of Plant, Soil and Entomological Sci. University of Idaho USA (Brown i in. 1999).

## Material i metody

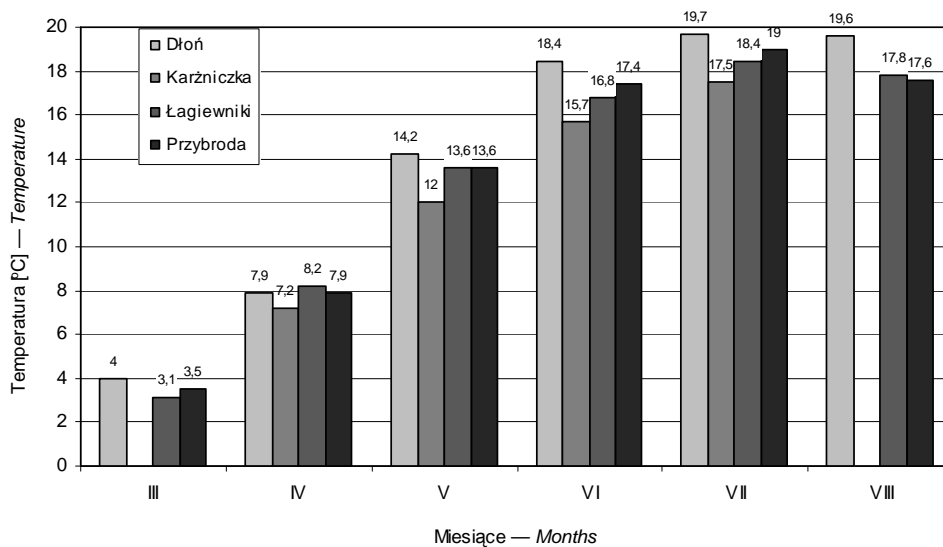
---

W pracach nad uzyskaniem podwójnie ulepszonej gorczycy białej wykorzystano otrzymane uprzednio linie o niskiej zawartości kwasu erukowego oraz linie o niskiej zawartości glukozyolanów (Krzymański i in. 1990, 1991, Piętka i in. 1998, 2004). Linie te wyhodowano w wyniku krzyżowań odmian krajowych i zagranicznych oraz selekcji indywidualnej. Tak otrzymane linie były krzyżowane w różnych układach, a segregujące populacje poddawano selekcji w oparciu o wyniki analiz chemicznych oraz obserwacje polowe. Uzyskane wyniki badań wskazywały na dużą zmienność genetyczną wewnątrz wytworzonych populacji, co dawało możliwość dalszego ulepszania cech jakościowych, plenności oraz odporności na choroby i szkodniki (Piętka i in. 1998, 2004).

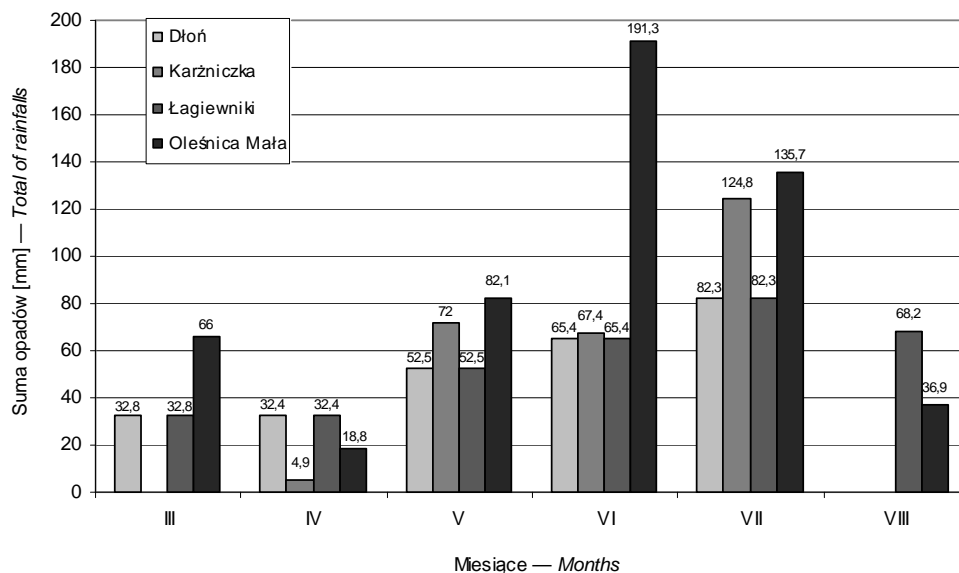
Material do prac nad wyhodowaniem nowej odmiany gorczycy białej podwójnie ulepszonej stanowiły linie wsobne o niskiej zawartości kwasu erukowego (0,0–3,5%) i niskiej zawartości sumy glukozyolanów (11,6–41,5  $\mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$ ), w tym sumy glukozyolanów alkenowych (7,4–27,3  $\mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$ ). Badane rody i pochodzące z nich linie nie zawierały sinalbiny — głównego glukozyolanu gorczycy białej, a zawartość jej prekursora glukotropeoliny wahała się od 0,2 do 2,9  $\mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$  (tab. 1). Plenność wybranych rodów oceniano w ciągu trzech lat w seriach doświadczeń polowych prowadzonych w zróżnicowanych warunkach siedliskowych pod względem klimatycznym i glebowym (rys. 1–5).



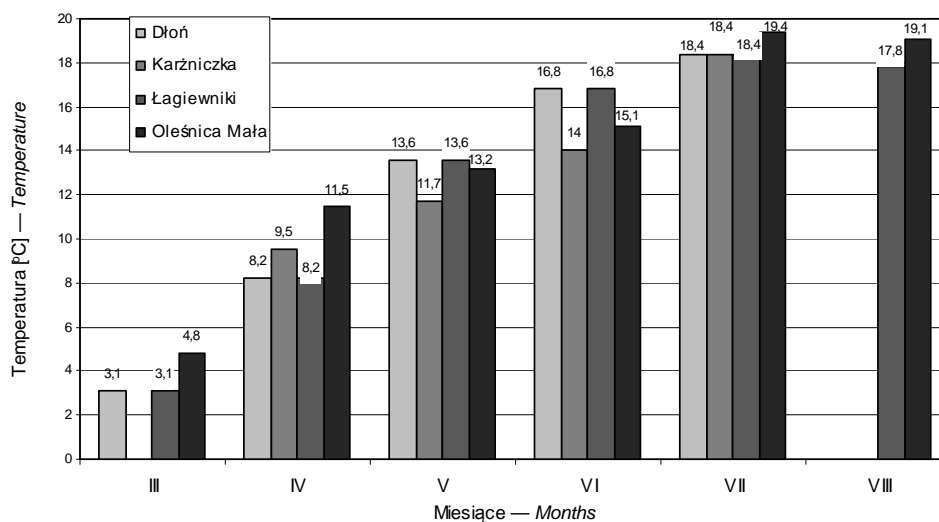
Rys. 1. Opady w okresie wegetacji rodów gorczycy białej w roku 2008 — *Rainfalls in growing season of white mustard in 2008*



Rys. 2. Temperatura w okresie wegetacji rodów gorczycy białej w roku 2008 — *Temperature in growing season of white mustard in 2008*



Rys. 3. Opady w okresie wegetacji rodów gorczycy białej w roku 2009 — *Rainfalls in growing season of white mustard in 2009*



Rys. 4. Temperatura w okresie wegetacji rodów gorczycy białej w roku 2009 — *Temperature in growing season of white mustard in 2009*

Tabela 1

Zmienność cech jakościowych badanych rodów i linii gorczycy białej w latach 2006–2009  
*Variability of qualitative traits of strains and lines white mustard in years 2006–2009*

Rok badań <i>Year of the study</i>	Kwas erukowy <i>Erucic acid</i> [%]	Glukozynolany — <i>Glucosinolates</i> [ $\mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$ ]		
		suma glukozynolanów <i>total of glucosinolates</i>	suma glukozynolanów alkenowych <i>total of alkenyl glucosinolates</i>	glukotropeolina <i>glucotropeolin</i>
2006	0,0 – 3,4	11,6 – 35,0	8,3 – 27,3	0,2 – 2,9
2007	0,0 – 2,0	11,6 – 25,6	8,3 – 18,0	0,6 – 2,4
2008	0,0 – 3,5	16,8 – 41,5	7,4 – 22,2	0,2 – 2,9
2009	0,0 – 1,0	15,0 – 27,4	9,9 – 17,0	0,7 – 2,0



Rys. 5. Lokalizacja doświadczeń polowych z rodami gorczycy białej w latach 2006–2009 — *Locations of field trials with strains of white mustard in years 2006–2009*

Doświadczenia polowe przeprowadzono w układzie bloków losowanych kompletnych w czterech powtórzeniach z dwoma odmianami wzorcowymi — tradycyjną odmianą Nakielska i uszlachetnioną odmianą Bamberka.

W okresie wegetacji dla celów selekcyjnych oceniano następujące cechy: jakość wschodów roślin, początek i koniec kwitnienia, wysokość roślin, wartość gospodarczą (na podstawie rozgałęzienia rośliny, liczby łuszczyn na roślinie oraz liczby nasion zawiązanych w łuszczynie), wyleganie oraz porażenie roślin przez choroby, wigor roślin na podstawie bonitacji polowych w poszczególnych fazach rozwojowych. Po zbiorach oceniono plon nasion, masę 1000 nasion oraz wykonano analizy chemiczne nasion.

Ze względu na duży stopień obcopylności gorzycy białej nasiona do siewu doświadczeń i dalszych prac hodowlanych uzyskiwano poprzez chów wsobny krewniaczy par roślin, a rozmnożenia rodów otrzymano pod dużymi izolatorami. Prócz selekcji uwzględniającej plon nasion i wartość agronomiczną ulepszano również cechy jakościowe, to jest eliminowano kwas erukowy i glukozynolany.

Podstawą oceny cech jakościowych były analizy biochemiczne. W zebranych nasionach zawartość tłuszczu oznaczano za pomocą szerokopasmowego analizatora magnetycznego rezonansu jądrowego (NMR) firmy Newport Instruments Ltd (Krzymański 1970). Skład kwasów tłuszczowych oznaczono za pomocą chromatografii gazowej estrów metylowych kwasów tłuszczowych — chromatograf firmy Hewlett Packard typ 3390A, Agilent Technologies 6890N Network GC System, a wycenę ilościową chromatogramów wykonywano całkując powierzchnie pod pikami (Byczyńska i Krzymiański 1969). Metoda ta jest zgodna z polskimi normami PN-EN-ISO 5508: 1996 i PN-ISO 5509: 1996. Zawartość i skład glukozynolanów oznaczano również metodą chromatografii gazowej, rozdzielając je w formie pochodnych siliowych desulfoglukozynolanów (Michalski i in. 1995). Wzorcem wewnętrznym była sinigryna wydzielona z nasion gorzycy czarnej (*Brassica nigra* L.). W metodzie tej do kalibracji chromatografu zastosowano wzorzec europejski CRM-366 o sumarycznej zawartości glukozynolanów  $12,1 \mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$  nasion z tolerancją  $0,8 \mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$  nasion. Wzorzec ten został opracowany przez Community Bureau of Reference – BCR jako uśredniona wartość analiz z ring-testu pomiędzy osiemnastoma laboratoriami. Zastosowana metoda daje wyniki zgodne z metodą HPLC według normy PN-ISO 9167-1.

Analizę statystyczną wyników wykonano dla poszczególnych cech jakościowych i ilościowych korzystając z arkusza kalkulacyjnego Excel. Wyniki doświadczeń zostały opracowane za pomocą programów SerGen i Statistica. Plony nasion oraz zawartości tłuszczu w nasionach potrzebne przy porównywaniu rodów uczestniczących w różnych doświadczeniach obliczono dokonując korekty średnich wartości przy pomocy rodów i odmian wspólnych dla wszystkich doświadczeń w danym roku korzystając z programów własnych (ANVAR i PARGEN) (rozwińnięcie prac Ceranka i in. 1974, Krzymiański i in. 1975).

## Wyniki badań

---

Otrzymane na drodze hodowli rekombinacyjnej linie gorzycy białej o bardzo niskiej zawartości kwasu erukowego i glukozynolanów były ulepszone stopniowo poprzez dalsze krzyżowania i selekcję w kierunku zwiększania ich plenności i uzyskania odmiany gorzycy białej spełniającej wymagania odmiany podwójnie uszlachetnionej typu canola.

Podczas trzyletnich badań polowych oceniono wartość gospodarczą 106 wyselekcjonowanych rodów i linii wsobnych o niskiej zawartości kwasu erukowego (0,0–3,5%) i niskiej zawartości sumy glukozynolanów ( $11,6\text{--}41,5 \mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$ ) (tab. 1).



Dla określenia wpływu środowiska na plon nasion i zawartość tłuszczu w nasionach gorczycy białej wybrano 10 genotypów, które uczestniczyły w doświadczeniach w ośmiu środowiskach (Dłoń 2008, Karżniczka 2008, Łagiewniki 2008, Przybroda 2008, Dłoń 2009, Karżniczka 2009, Łagiewniki 2009, Oleśnica Mała 2009) (rys. 5). Analiza wariancji wykazała istotność zróżnicowania badanych genotypów, środowiska doświadczenia, współdziałania środowiska z genotypami oraz odchylenia od regresji środowiskowej dla plonu nasion i zawartości tłuszczu w nasionach (tab. 2). Regresja genotypów względem środowiska jest nieistotna dla plonu nasion, a wysoce istotna dla zawartości tłuszczu. Ocena efektów głównych dla poszczególnych genotypów, tak dla plonu nasion jak i dla zawartości tłuszczu w nasionach, jest bardzo zróżnicowana pod względem istotności (tab. 3), natomiast interakcja plonów poszczególnych genotypów ze środowiskiem jest wysoce istotna prawie dla wszystkich badanych genotypów. Jeżeli chodzi o interakcję zawartości tłuszczu w nasionach poszczególnych genotypów ze środowiskiem to jest ona bardzo zróżnicowana: od nieistotnej do wysoce istotnej. Rody wykazujące wysoki istotny efekt główny odnośnie zawartości tłuszczu nie wykazują interakcji ze środowiskiem, co może świadczyć o ustabilizowaniu tej cechy. Szczególnie silnie zróżnicowane opady, tak co do wielkości jak i do ich rozkładu w czasie (rys. 1–4), w głównej mierze tłumaczą interakcję plonu i zawartości tłuszczu w nasionach gorczycy ze środowiskiem, w którym przeprowadzono doświadczenie. Różnice w interakcji ze środowiskiem poszczególnych genotypów sygnalizują duże możliwości selekcji pod względem plonu i zawartości tłuszczu w nasionach.

Tabela 2

Analiza wariancji dla doświadczenia polowego z 10 genotypami gorczycy białej przeprowadzonego w 8 środowiskach. Plon nasion ( $\text{dt}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) i zawartość tłuszczu w nasionach (% s.m.)  
*Analysis of variance for field trials with 10 genotypes of white mustard in 8 environments. Seed yield ( $\text{dt}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) and oil content in seeds (% d.m.)*

Źródło zmienności <i>Source of variation</i>	Stopnie swobody <i>Degrees of freedom</i>	Statystyka F dla — <i>Statistic F for</i>	
		plonu nasion <i>field seeds</i>	zawartości tłuszczu <i>oil content</i>
Środowiska — <i>Environment</i>	7	155,55**	80,58**
Genotypy — <i>Genotypes</i>	9	66,51**	22,63**
Interakcja: genotypy × środowiska <i>Interaction: genotypes × environment</i>	63	7,29**	3,17**
Regresja względem środowiska <i>Regression in respect of environment</i>	9	1,78	5,63**
Odchylenie od regresji <i>Deviation of regression</i>	54	8,20**	2,77**

\*\* różnice istotne dla poziomu  $\alpha = 0,01$  — *significant effects at the level  $\alpha = 0.01$*

Tabela 3

Analiza interakcji środowiskowej poszczególnych genotypów gorczycy białej dla plonu nasion i zawartości tłuszczu w nasionach (% s.m.) — *Analysis of environment interaction for individual genotypes of white mustard for seed yield and oil content in seeds (% d.m.)*

Genotyp <i>Genotype</i>	Plon nasion — <i>Seed yield</i> [dt·ha <sup>-1</sup> ]			Zawartość tłuszczu — <i>Oil content</i> [%]		
	ocena efektu głównego <i>estimation of main effect</i>	statystyka F dla <i>statistic F for</i>		ocena efektu głównego <i>estimation of main effect</i>	statystyka F dla <i>statistic F for</i>	
		efektu głównego <i>main effect</i>	interakcji <i>interaction</i>		efektu głównego <i>main effect</i>	interakcji <i>interaction</i>
814	-0,946	2,00	3,34**	0,635	15,50**	1,22
817	-1,438	2,25	6,87**	0,291	1,90	2,09*
820	0,941	1,67	3,97**	0,545	14,81**	0,94
829	-2,396	8,29*	5,17**	0,0	0,0	2,06*
830	-1,918	7,38*	3,72**	-0,513	1,89	6,51**
831	-1,704	9,43*	2,30*	-0,639	18,12**	1,05
834	-2,185	7,90*	4,51**	0,178	0,80	1,85
847	-1,399	3,70	3,94**	0,617	5,72*	3,11**
Bamberka	3,914	5,93*	19,27**	0,526	1,79	7,21**
Nakielska	7,129	19,20**	19,76**	-1,640	22,19**	5,67**

\* różnice istotne dla poziomu  $\alpha = 0,05$  — *significant effects at the level  $\alpha = 0.05$*

\*\* różnice istotne dla poziomu  $\alpha = 0,01$  — *significant effects at the level  $\alpha = 0.01$*

W poszczególnych latach selekcji w kierunku zwiększania plonu nasion w doświadczeniach polowych brały udział różne zestawy rodów i linii gorczycy białej podwójnie ulepszonej, dlatego otrzymane wyniki wymagają oddzielnego omówienia dla kolejnych lat badań.

W pierwszym roku badań (2007) w dwóch doświadczeniach polowych poddano ocenie 37 rodów hodowlanych o ulepszonych cechach jakościowych. Na podstawie obliczeń statystycznych stwierdzono istotne zróżnicowanie rodów pod względem wszystkich badanych cech. Charakterystykę badanych rodów pod względem plonu nasion i zawartości tłuszczu w nasionach przedstawiono w tabelach 4 i 5. Plon nasion i zawartość tłuszczu w nasionach porównano ze średnią wzorców (Bamberka i Nakielska). Uzyskane wyniki plonu nasion, zawartości tłuszczu oraz wyniki analiz chemicznych umożliwiły wytypowanie 15 najlepszych rodów i wyselekcjonowanych z nich 42 nowych linii. Wybrane rody plonowały średnio na poziomie 10,5 dt·ha<sup>-1</sup>, co dało w stosunku do średniej wszystkich badanych rodów wzrost plonu o 1,62 dt·ha<sup>-1</sup> (różnica selekcyjna). Średnia zawartość tłuszczu badanych rodów w doświadczeniach wyniosła 29,38%, natomiast dla 15 rodów najlepiej plonujących — 29,25%. Rody te oraz ich linie charakteryzowały się również dobrymi innymi cechami jakościowymi i stanowiły podstawę do dalszych badań (tab. 4 i 5).

Tabela 4

Charakterystyka plonu nasion rodów gorczycy białej podwójnie ulepszonej badanych w doświadczeniach polowych w 2007 roku — *Characteristic of seed yield of white mustard double low strains examined in field trials in 2007*

Rody/parametr <i>Strains/parameter</i>	Plon nasion <i>Seed yield</i> [dt·ha <sup>-1</sup> ]	% plonu w stosunku do średniej odmian wzorcowych <i>Yield in comparison to mean</i> <i>of standard varieties</i> [%]
Średnia — <i>Mean</i>	8,88	58,5
Maksimum — <i>Maximum</i>	12,26	80,7
Minimum — <i>Minimum</i>	5,07	33,4
Odchylenie standardowe — <i>Standard deviation</i>	1,85	
Współczynnik zmienności <i>Coefficient variability</i> [%]	20,83	
F obl. obiektów — <i>F cal. object</i>	11,4**	
Odmiany wzorcowe — <i>Standard varieties</i>		
Bamberka	15,01	98,8
Nakielska	15,36	101,2
Średnia wyselekcjonowanych rodów <i>Mean of selected strains</i>	10,50	69,1
Różnica selekcyjna — <i>Selection difference</i>	1,62	10,6
Wyselekcjonowane rody — <i>Selected strains</i>		
825	12,26	80,7
831	12,23	80,5
832	12,18	80,2
830	11,28	74,3
847	10,90	71,8
834	10,69	70,4
849	10,51	69,2
848	10,35	68,2
845	10,25	67,5
814	9,82	64,7
835	9,73	64,1
817	9,30	61,2
820	9,03	59,5
829	8,43	55,5

Tabela 5

Charakterystyka zawartości tłuszczu w nasionach rodów gorczycy białej podwójnie ulepszonej badanych w doświadczeniach polowych w 2007 roku — *Characteristic of oil content of white mustard double low strains examined in field trials in 2007*

Rody/parametr <i>Strains/parameter</i>	Zawartość tłuszczu [% s.m.] <i>Fat content</i> [% d.m.]	% zawartości tłuszczu w stosunku do średniej odmian wzorcowych <i>% fat content in comparison</i> <i>to mean of standard varieties</i>
Średnia — <i>Mean</i>	29,38	99,8
Maksimum — <i>Maximum</i>	31,5	107,0
Minimum — <i>Minimum</i>	27,5	93,4
Odchylenie standardowe — <i>Standard deviation</i>	0,93	
Współczynnik zmienności <i>Coefficient variability [%]</i>	3,17	
F obl. obiektów — <i>F cal. object</i>	9,94**	
Odmiany wzorcowe — <i>Standard varieties</i>		
Bamberka	30,2	102,5
Nakielska	28,7	97,5
Średnia wyselekcjonowanych rodów <i>Mean of selected strains</i>	29,25	99,3
Różnica selekcyjna — <i>Selection difference</i>	-0,13	-0,5
Wyselekcjonowane rody — <i>Selected strains</i>		
814	31,50	107,0
814	30,08	102,1
817	30,07	102,1
820	29,70	100,8
847	29,48	100,1
830	29,37	99,7
829	29,20	99,2
831	29,08	98,7
825	29,05	98,6
849	28,68	97,4
848	28,53	96,9
835	28,31	96,1
845	28,26	96,0
832	28,13	95,5

W 2008 roku (II rok badań) w doświadczeniach polowych oceniono 15 rodów z pierwszego roku badań oraz wyselekcjonowane z tych rodów 42 nowe linie. Wyboru 57 rodów o niskiej zawartości kwasu erukowego (0,0–3,5%) i niskiej zawartości sumy glukozyolanów (16,8–41,5  $\mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$ ) w tym glukozyolanów

alkenowych ( $7,4\text{--}22,2 \mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$ ) dokonano na podstawie ocen polowych, opisów roślin, opracowań biometrycznych i wyników analiz biochemicznych nasion (tab. 1).

W 2008 roku wystąpiły bardzo niekorzystne warunki meteorologiczne dla wegetacji i wzrostu jarych roślin oleistych we wszystkich miejscowościach: Dłóń, Łagiewniki, Karżniczka i Przybroda. Siewy gorczycy były znacznie opóźnione z powodu zbyt niskiej temperatury i wysokich opadów w marcu oraz w I i II dekadzie kwietnia (rys. 1 i 2). Doświadczenia wysiano na początku III dekady kwietnia (21–22). Wysoka temperatura i brak opadów w maju oraz w I dekadzie czerwca spowodowały nierównomierny wzrost i rozwój roślin. Długotrwała susza w okresie pąkowania i początkowej fazie kwitnienia wpłynęła niekorzystnie na plon nasion badanych rodów i linii. Na podstawie analizy statystycznej stwierdzono wysoce istotne zróżnicowanie badanych rodów pod względem plonu nasion, co pozwoliło na dokonanie powtórnej skutecznej selekcji.

Do dalszych prac hodowlanych i selekcyjnych wytypowano 12 najlepszych rodów. Średni plon wyselekcjonowanych rodów wyniósł  $13,24 \text{ dt}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Zatem różnica selekcyjna dla wybranych rodów wyniosła  $2,68 \text{ dt}\cdot\text{ha}^{-1}$  w stosunku do średniego plonu wszystkich badanych rodów (tab. 6).

Średnia zawartość tłuszczu, mimo niekorzystnych warunków atmosferycznych, w nasionach badanych rodów wyniosła 30,83%. Wybrane pod względem plonowania 12 rodów wykazało również wyższą zawartość tłuszczu (średnio o 1,14%) (tab. 7).

W 2009 roku (III rok badań) 12 wyselekcjonowanych rodów poddano ponownej ocenie wartości gospodarczej. Podobnie jak w roku 2008, doświadczenia założono w zróżnicowanych warunkach siedliskowych w trzech miejscowościach: Łagiewnikach, Dłoni i Karżniczce oraz w warunkach południowo-zachodniej Polski w Oleśnicy Małej (rys. 5).

W 2009 roku, podobnie jak w poprzednim roku badań wystąpiły niekorzystne warunki meteorologiczne podczas wegetacji jarych roślin oleistych. Z powodu wysokich opadów w Łagiewnikach, Dłoni i Oleśnicy Małej w III dekadzie marca siewy gorczycy opóźniły się o dwa tygodnie i były wykonane na początku II dekady kwietnia. Natomiast w Karżniczce siewy przeprowadzono w optymalnym terminie dla tego regionu (koniec I dekady kwietnia), co wpłynęło na wyraźnie wyższe plonowanie badanych rodów. Wysoka temperatura i brak opadów w kwietniu oraz w I dekadzie maja spowodowały nierównomierne wschody i wzrost roślin (rys. 3 i 4). Opady w III dekadzie kwietnia spowodowały ponowne wschody roślin w Łagiewnikach, Dłoni i Oleśnicy Małej. Silne opady w czerwcu i lipcu w regionie południowo-zachodniej Polski (Oleśnica Mała) znacznie skróciły kwitnienie roślin, co wpłynęło niekorzystnie na plon nasion.

Tabela 6

Charakterystyka plonu nasion rodów gorzycy białej podwójnie ulepszonej badanych w doświadczeniach polowych w 2008 roku — *Characteristic of seed yield of white mustard double low strains examined in field trials in 2008*

Rody/parametr <i>Strains/parameter</i>	Plon nasion <i>Seed yield</i> [dt·ha <sup>-1</sup> ]	% plonu w stosunku do średniej odmian wzorcowych <i>Yield in comparison to mean</i> <i>of standard varieties</i> [%]
Średnia — <i>Mean</i>	10,56	46,7
Maksimum — <i>Maximum</i>	18,28	80,8
Minimum — <i>Minimum</i>	6,18	27,3
Odchylenie standardowe — <i>Standard deviation</i>	2,18	
Współczynnik zmienności <i>Coefficient variability</i> [%]	20,64	
F obl. obiektów — <i>F cal. object</i>	2,82**	
F obl. miejscowości — <i>F cal. locality</i>	31,25**	
F obl. interakcja: miejscowości × obiekty <i>F cal. interaction: locality × object</i>	2,62**	
Odmiany wzorcowe — <i>Standard varieties</i>		
Bamberka	21,61	95,6
Nakielska	23,63	104,5
Średnia wyselekcjonowanych rodów <i>Mean of selected strains</i>	13,24	58,5
Różnica selekcyjna — <i>Selection difference</i>	2,68	11,8
Wyselekcjonowane rody — <i>Selected strains</i>		
812	18,28	80,8
730	14,83	65,6
820	13,97	61,8
741	13,30	58,8
847	12,97	57,4
829	12,81	56,7
814	12,59	55,7
830	12,49	55,2
831	12,25	54,2
834	11,97	52,9
766	11,70	51,7
817	11,68	51,7

Tabela 7

Charakterystyka zawartości tłuszczu w nasionach rodów gorczycy białej podwójnie ulepszonej badanych w doświadczeniach polowych w 2008 roku — *Characteristic of oil content of white mustard double low strains examined in field trials in 2008*

Rody/parametr <i>Strains/parameter</i>	Zawartość tłuszczu [% s.m.] <i>Fat content</i> [% d.m.]	% zawartości tłuszczu w stosunku do średniej odmian wzorcowych <i>% fat content in comparison</i> <i>to mean of standard varieties</i>
Średnia — <i>Mean</i>	30,83	98,3
Maksimum — <i>Maximum</i>	32,96	105
Minimum — <i>Minimum</i>	27,56	87,8
Odchylenie standardowe — <i>Standard deviation</i>	1,21	
Współczynnik zmienności <i>Coefficient of variability [%]</i>	3,92	
F obl. obiektów — <i>F cal. object</i>	3,90**	
F obl. miejscowości — <i>F cal. locality</i>	73,60**	
F obl. interakcja: miejscowości × obiekty <i>F cal. interaction: locality × object</i>	2,15**	
Odmiany wzorcowe — <i>Standard varieties</i>		
Bamberka	32,77	104,4
Nakielska	29,99	95,6
Średnia wyselekcjonowanych rodów <i>Mean of selected strains</i>	31,97	101,9
Różnica selekcyjna — <i>Selection difference</i>	1,14	3,6
Wyselekcjonowane rody — <i>Selected strains</i>		
814	32,66	104,1
730	32,63	104,0
812	32,60	103,9
741	32,40	103,3
820	32,37	103,2
847	32,30	102,9
817	32,22	102,7
829	32,01	102,0
834	31,71	101,1
831	31,18	99,4
766	30,96	98,7
830	30,61	97,5

Na podstawie statystycznej analizy badanych cech: plonu nasion i zawartości tłuszczu w nasionach stwierdzono wysoce istotne zróżnicowanie badanych rodów biorąc pod uwagę średnią z przeprowadzonych doświadczeń w czterech miejscowościach. Charakterystykę badanych rodów pod względem plonu nasion i zawartości tłuszczu w nasionach przedstawiono w tabelach 8 i 9.

Tabela 8  
Charakterystyka plonu nasion rodów gorczycy białej podwójnie ulepszanej badanych w doświadczeniach polowych w 2009 roku — *Characteristic of seed yield of white mustard double low strains examined in field trials in 2009*

Rody/parametr <i>Strains/parameter</i>	Plon nasion <i>Seed yield</i> [dt·ha <sup>-1</sup> ]	% plonu w stosunku do średniej odmian wzorcowych <i>Yield in comparison to mean</i> <i>of standard varieties</i> [%]
Średnia — <i>Mean</i>	13,91	82,2
Maksimum — <i>Maximum</i>	17,46	103,2
Minimum — <i>Minimum</i>	11,58	68,4
Odchylenie standardowe — <i>Standard deviation</i>	1,7	
Współczynnik zmienności <i>Coefficient of variability</i> [%]	12,22	
F obl. obiektów — <i>F cal. object</i>	5,00**	
F obl. miejscowości — <i>F cal. locality</i>	503,87**	
F obl. interakcja: miejscowości × obiekty <i>F cal. interaction: locality × object</i>	2,83**	
Odmiany wzorcowe — <i>Standard varieties</i>		
Bamberka	19,13	113,1
Nakielska	14,71	86,9
Średnia wyselekcjonowanych rodów <i>Mean of selected strains</i>	15,47	91,44
Różnica selekcyjna — <i>Selection difference</i>	1,56	9,24
Wyselekcjonowane rody — <i>Selected strains</i>		
820	17,46	103,2
741	15,51	91,7
814	15,06	89,0
817	14,99	88,6
812	14,33	84,7



Tabela 9

Charakterystyka zawartości tłuszczu w nasionach rodów gorczycy białej podwójnie ulepszonej badanych w doświadczeniach polowych w 2009 roku — *Characteristic of oil content of white mustard double low strains examined in field trials in 2009*

Rody/parametr <i>Strains/parameter</i>	Zawartość tłuszczu [% s.m.] <i>Fat content</i> [% d.m.]	% zawartości tłuszczu w stosunku do średniej odmian wzorcowych <i>% fat content in comparison</i> <i>to mean of standard varieties</i>
Średnia — <i>Mean</i>	29,77	103,7
Maksimum — <i>Maximum</i>	30,41	105,9
Minimum — <i>Minimum</i>	28,28	98,5
Odchylenie standardowe — <i>Standard deviation</i>	0,59	
Współczynnik zmienności <i>Coefficient of variability [%]</i>	1,98	
F obl. obiektów — <i>F cal. object</i>	6,44**	
F obl. miejscowości — <i>F cal. locality</i>	12,83**	
F obl. interakcja: miejscowości × obiekty <i>F cal. interaction: locality × object</i>	3,46**	
Odmiany wzorcowe — <i>Standard varieties</i>		
Bamberka	29,49	102,7
Nakielska	27,93	97,3
Średnia wyselekcjonowanych rodów <i>Mean of selected strains</i>	29,95	104,3
Różnica selekcyjna — <i>Selection difference</i>	0,18	0,6
Wyselekcjonowane rody — <i>Selected strains</i>		
820	30,19	105,2
814	30,08	104,8
812	29,89	104,1
817	29,84	103,9
741	29,76	103,7

Analiza statystyczna wyników doświadczeń w 2009 roku potwierdziła dobre i stabilne plonowanie wyselekcjonowanych rodów. Średni plon 12 badanych rodów wyniósł 13,91 dt·ha<sup>-1</sup>. Na podstawie wyników doświadczeń wybrano do dalszych prac hodowlanych pięć rodów, w tym jeden do zgłoszenia do badań rejestrowych COBORU. Pięć wybranych rodów plonowało powyżej średniej ogólnej, a ich średni plon (15,47 dt·ha<sup>-1</sup>) był wyższy o 1,56 dt·ha<sup>-1</sup> w stosunku do wszystkich badanych rodów. W porównaniu do odmiany niskoerukowej Bamberka (14,71 dt·ha<sup>-1</sup>) wyższy poziom plonowania (14,99–17,46 dt·ha<sup>-1</sup>) uzyskały cztery rody podwójnie ulepszone (PN 820, PN 741, PN 814 i PN 817). Natomiast ród PN 820 (17,46 dt·ha<sup>-1</sup>)

plonował na poziomie 103,2% średniej obydwu odmian wzorcowych (tab. 8). Plonowanie rodów badanych w 2009 roku na poziomie 13,91 dt·ha<sup>-1</sup> było wyższe o 3,35 dt·ha<sup>-1</sup> w stosunku do plonowania zestawu rodów i linii badanych w 2008 roku, a o 5,03 dt·ha<sup>-1</sup> w stosunku do 2007 roku, co wskazuje na skuteczność przeprowadzonych prac hodowlanych (tab. 10).

Tabela 10

Wyniki hodowli w kierunku zwiększenia plonu nasion i zawartości tłuszczu w nasionach gorczycy białej podwójnie ulepszonej dla rodów badanych w doświadczeniach w porównaniu do odmian wzorcowych — *Results of breeding in direct extension of yield and of oil content in seeds of double low white mustard (Sinapis alba L.) to trials examined in field trials as compared to standard varieties*

Plon nasion <i>Field seeds</i> [dt·ha <sup>-1</sup> ]	Rok badań <i>Year of the study</i>			Zawartość tłuszczu <i>Oil content</i> [%]	Rok badań <i>Year of the study</i>		
	2007	2008	2009		2007	2008	2009
Średnia — <i>Mean</i>	8,88	10,56	13,91	Średnia — <i>Mean</i>	29,38	30,83	29,77
Maksimum	12,26	18,28	17,46	Maksimum	31,50	32,96	30,41
Minimum	5,07	6,18	11,58	Minimum	27,50	27,56	28,28
Bamberka	15,01	21,61	14,71	Bamberka	30,20	32,77	29,49
Nakielska	15,36	23,63	19,13	Nakielska	28,70	29,99	27,93

Pod względem zawartości tłuszczu w nasionach zaobserwowano niewielki spadek w stosunku do 2008 roku (30,83%) dla badanych rodów (średnia ogólna — 29,77% w 2009 roku) (tab. 10).

Wszystkie badane rody charakteryzowały się wyższą zawartością tłuszczu od odmiany Nakielska, a pięć najlepszych rodów pod względem zawartości tłuszczu w nasionach przewyższyło odmianę Bamberka (29,49%). Średnia zawartość tłuszczu tych pięciu rodów (29,95%) była wyższa o 0,18% w stosunku do średniej badanych rodów (29,77%) (tab. 9).

W wyniku przeprowadzonych prac selekcyjnych i hodowlanych nad gorczycą białą uzyskano rody podwójnie ulepszone o dobrym i stabilnym plonowaniu, które charakteryzują się bardzo niską zawartością kwasu erukowego oraz również bardzo niską zawartością glukozyolanów (tab. 1).

Początkowo plon wyjściowych rodów gorczycy białej podwójnie ulepszonej był niższy w stosunku do odmian wzorcowych, ale uzyskano wyraźny postęp w tym zakresie w miarę prac hodowlanych. Średni plon nasion rodów podwójnie ulepszonych w kolejnych latach systematycznie wzrastał (tab. 10) dorównując, a nawet przewyższając odmianę niskoerukową Bamberka. Wskazuje to, że konsekwentne prace hodowlane pozwoliły przełamać sprzężenie niskiej plenności z głęboką zmianą składu chemicznego nasion — usunięciem kwasu erukowego i glukozyo-

lanu sinalbiny. Podobne zjawisko obserwowano u rzepaku ozimego w hodowli odmian podwójnie ulepszonych. Również chów wsobny gorczycy powodował obniżenie wigoru roślin. Natomiast rośliny nowych rodów charakteryzują się wyższą odpornością na wyleganie i były mniej porażane przez choroby. Nowe rody podwójnie ulepszone z selekcji indywidualnej powiększyły pulę materiałów badawczych, co zapewnia możliwość dalszego postępu hodowlanego.

Przeprowadzone prace doprowadziły do wyhodowania pierwszej odmiany gorczycy białej podwójnie ulepszonej, która spełnia wymagania stawiane w Kanadzie dla odmiany typu canola.

Tabela 11

Charakterystyka nowej odmiany gorczycy białej podwójnie ulepszonej POH-209 w porównaniu do odmian wzorcowych na podstawie doświadczeń w Karżniczce i Łagiewnikach w 2009 roku — *Characteristic of new variety of double improved white mustard POH-209 as compared to standard varieties based on trials conducted in Karżniczka and Łagiewniki in 2009*

Cecha Trait	Odmiany wzorcowe Standard varieties		Odmiana zgłoszona Tested variety POH-209
	Nakielska	Bamberka	
Plon nasion — <i>Field seeds</i> [dt·ha <sup>-1</sup> ]	22,4	17,3	20,2
Zawartość tłuszczu [% s.m.] — <i>Oil content</i> [% d.m.]	27,8	29,6	30,2
Zawartość glukozynolanów [μmol·g <sup>-1</sup> ] <i>Total glucosinolates</i>	137,4	151,0	15,4
Zawartość sinalbiny [μmol·g <sup>-1</sup> ] — <i>Sinalbin content</i>	131,8	136,7	0,0
Zawartość kwasu erukowego <i>Erucic acid content</i> [%]	36,6	1,3	1,3
Ważne cechy agronomiczne: <i>Important agronomic traits:</i>			
– ocena wschodów [skala 1–9]* <i>estimation of germination</i>	7,6	7,5	7,3
– początek kwitnienia [dzień roku] <i>beginning of flowering</i>	151,0	146,5	148,5
– koniec kwitnienia — <i>end of flowering</i>	178,0	174,0	175,0
– dojrzałość do zbioru — <i>ripeness to harvest</i>	225,5	225,5	225,5
– wysokość roślin — <i>plant height</i> [cm]	166,8	142,5	148,0
– wyleganie [skala 1–9] — <i>lodging</i>	9,0	9,0	9,0
– masa 1000 nasion — <i>1000 seeds weight</i> [g]	7,2	5,7	6,3

\* — „9” wartość najkorzystniejsza — „9” value of the best

## Podsumowanie i wnioski

---

Na podstawie trzyletnich badań, z populacji wyjściowej gorczycy białej o zmienionym składzie kwasów tłuszczowych i zawartości glukozyolanów wyselekcjonowano odmianę POH-209, w której udało się przełamać sprzężenie niskiej plenności związanej z dużą ingerencją w skład chemiczny nasion (tab. 11). Jest to odmiana podwójnie ulepszona pozbawiona całkowicie glukozyolanu sinalbiny, z resztkową zawartością aromatycznego glukozyolanu glukotropeoliny oraz z bardzo niską zawartością glukozyolanów alkenowych i indolowych, a plonująca znacznie powyżej poziomu plonowania odmiany niskoerukowej Bamberka. Również kwas erukowy został praktycznie usunięty z oleju. Na rysunkach 6 i 7 zilustrowano postęp uzyskany pod względem cech jakościowych, tj. składu kwasów tłuszczowych i zawartości glukozyolanów odmiany POH-209 w porównaniu z odmianami wzorcowymi.

Odmiana ta może być źródłem wysokobiałkowej paszy (śruta poekstrakcyjna) oraz wysokiej jakości oleju jadalnego, przydatnego również na cele techniczne.

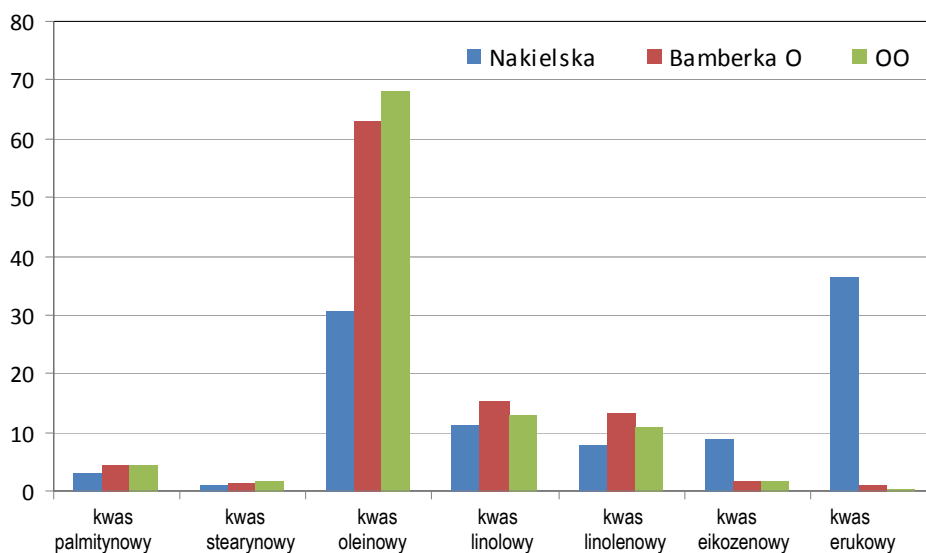
Skład oleju z nasion tego rodzaju odpowiada prawie idealnie warunkom stawianym tłuszczom jadalnym przez naukę o żywieniu człowieka. Szczególnie dużą rolę może mieć w zapobieganiu miażdżycy i związanymi z nią chorobami sercowo-naczyniowymi (choroba niedokrwienności serca, zawał serca, udar mózgu, choroby zakrzepowe tętnic), a nawet nowotworowymi. Olej ten cechuje się:

- wysoką zawartością kwasu oleinowego (powyżej 65%) regulującego poziom cholesterolu we krwi,
- optymalną zawartością kwasów linolowego i linolenowego, należących do grupy niezbędnych wielonienasyconych kwasów tłuszczowych,
- pożądaną proporcją 1:1 kwasów omega-6 do omega-3,
- bardzo niską zawartością niepożądanych nasyconych kwasów tłuszczowych.

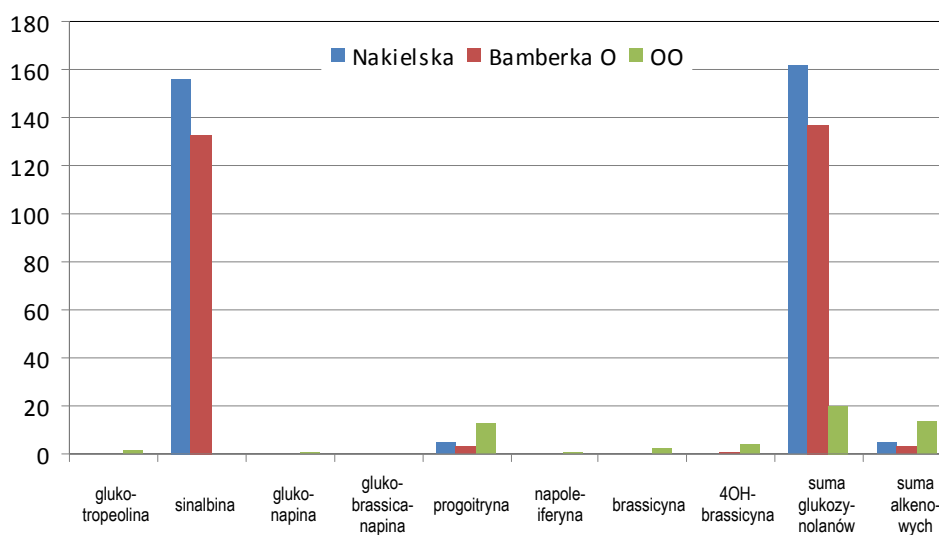
Odmiana POH-209 jest przeznaczona do produkcji nasion, ale może też być wykorzystywana na cele poplonowe i na zieloną paszę, natomiast jej właściwości mątwikobójcze wymagają badań.

Odmiana POH-209 została zgłoszona jako podwójnie ulepszona odmiana gorczycy białej i przyjęta do badań rejestrowych w COBORU.

Pozostałe dobrze plonujące rody będą wykorzystane do dalszych prac selekcyjnych i hodowlanych.



Rys. 6. Porównanie zawartości kwasów tłuszczowych (%) w nasionach odmiany tradycyjnej Nakielska, niskoerukowej Bamberka i rodu podwójnie ulepszanego POH-209  
*Comparison of fatty acid content (%) in seeds of traditional variety Nakielska, low erucic variety Bamberka and double improved variety POH-209*



Rys. 7. Porównanie zawartości glukozynolanów ( $\mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$ ) w nasionach odmiany tradycyjnej Nakielska, niskoerukowej Bamberka i rodu podwójnie ulepszanego POH-209 —  
*Comparison of glucosinolate ( $\mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$ ) in seeds of traditional variety Nakielska, low erucic variety Bamberka and double improved variety POH-209*

## Literatura

---

- Brown J., Davis A.P., Ericson D.A., Seip L. 1999. Developing Canola – Quality cultivars of yellow mustard (*Sinapis alba* L.). Proc. 10th International Rapessed Congress Canberra, Australia 26-29.09.1999 CD.
- Byczyńska B., Krzymański J. 1969. Szybki sposób otrzymywania estrów metylowych kwasów tłuszczowych do analizy metodą chromatografii gazowej. *Tłuszcze Jadalne*, XIII: 108-113.
- Ceranka B., Chudzik H., Dobek A., Krzymański J. 1974. Obliczanie charakterystyk genetycznych dla doświadczeń w układzie bloków zrandomizowanych kompletnych. *Rocz. AR Poznań*, 71: 43-59.
- COBORU. 2006. Lista opisowa odmian. *Rośliny Rolnicze*, cz. 2. Słupia Wielka.
- Dembiński F. 1975. *Rośliny Oleiste*. PIWRiL, Warszawa: 291-301.
- Jabłoński B., Kołtowski Z., Szklanowska K. 1999. Ważniejsze wyniki badań nektarowania, zapylania i plonowania gorczycy białej i rzepiku jarego. *Mat. 38 Pszczelarskiej Konferencji Naukowej*, Puławy, 29-30.
- Jankowski K., Budzyński W. 2003. Rola elementów struktury plonu w kształtowaniu plonu niektórych jarych roślin oleistych. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XXIV (2): 443-454.
- Katepa-Mupondwa F., Rakow G., Raney Ph. 1999a. Meal quality characteristic in yellow mustard (*Sinapis alba* L.). Proc. 10th International Rapessed Congress Canberra, Australia 26-29.09.1999 CD.
- Katepa-Mupondwa F., Rakow G., Raney Ph. 1999b. Developing oilseed yellow mustard (*Sinapis alba* L.) in western Canada. Proc. 10th International Rapessed Congress Canberra, Australia 26-29.09.1999 CD.
- Kisielewska W., Harasimowicz-Herman G. 2008. Wpływ terminu siewu na gromadzenie składników mineralnych przez gorczycę białą uprawianą w międzyplonie. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XXIX (2): 209-216.
- Krzymański J. 1966. Skład olejów w nasionach krajowych roślin oleistych. *Hodowla Roślin, Aklimatyzacja i Nasiennictwo*, 10/5: 535-546.
- Krzymański J. 1970. Genetyczne możliwości ulepszania składu chemicznego nasion rzepaku ozimego. *Hodowla Roślin, Aklimatyzacja i Nasiennictwo*, 14, 2: 95-133.
- Krzymański J. 1993. Osiągnięcia i nowe perspektywy prac badawczych nad roślinami oleistymi w Polsce. *Postępy Nauk Rolniczych*, 5: 7-14.
- Krzymański J. 1995. Biosynteza i fizjologiczne funkcje glukozyzolanów w roślinie. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XVI (1): 113-126.
- Krzymański J., Bartkowiak-Broda I., Ceranka B., Harabasz J.S. 1975. Opracowanie statystyczne hodowlanego doświadczenia wielocechowego założonego w układzie o kompletnych blokach zrandomizowanych. *Biuletyn IHAR 1-2*: 117-121.
- Krzymański J., Piętka T., Ratajska I., Byczyńska B., Krótka K. 1990. Selekcja gorczycy białej o niskiej zawartości glukozyzolanów. *Rośliny Oleiste. Wyniki Badań. IHAR Radzików*, cz. I: 115-121.
- Krzymański J., Piętka T., Ratajska I., Byczyńska B., Krótka K. 1991. Development of low glucosinolate white mustard (*Sinapis alba* L. syn. *Brassica hirta*). Proc. VIIIth International Rapeseed Congress, 9-11.07.1991, Saskatoon, Canada, 5: 1545-1548.
- Majchrzak B., Waleryś Z., Ciska E. 2005. Wartość fitosanitarna roślin kapustnych jako przedplonów dla zbóż. I. Zawartość glukozyzolanów w łodygach i korzeniach dojrzałych roślin z rodziny *Brassicaceae*. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XXVI (1): 199-209.

- Masierowska M.L. 2003. Floral and nectar production in brown mustard (*Brassica juncea*) and white mustard (*Sinapis alba* L.) (*Brassicaceae*). *Plant Systematics and Evolution*, 238: 97-107.
- Masierowska M.L., Piętka T. 2010. Ocena wartości użytkowej nowych, niskoerukowych i niskoglukozynolanowych linii gorczycy białej (*Sinapis alba* L., *Brassicaceae*). XLVII Naukowa Konferencja Pszczelarska. Puławy 10-11.03.2010. Materiały z Konferencji: 128.
- Michalski K., Kołodziej K., Krzymański J. 1995. Quantitative analysis of glucosinolates in seeds of oilseed rape – effect of sample preparation on analytical results. *Proc. 9th International Rapeseed Congress, UK, 4-7.VII, Cambridge*, 3: 911-913.
- Muśnicki Cz., Toboła P., Muśnicka B. 1997. Produkcyjność alternatywnych roślin oleistych w warunkach Wielkopolski oraz zmienność ich plonowania. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XVIII (2): 269-278.
- Nowakowski M., Gutmański I., Kostka-Gościniak D. 1996. Plonowanie i antymątwikowe działanie nowych odmian rzodkwi oleistej, gorczycy białej i facelii błękitnej uprawianych w międzyplonie ścierniskowym. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XVII: 215-221.
- Nowakowski M., Kostka-Gościniak D. 1997. Pobranie makroskładników pokarmowych (CaO, MgO, Na<sub>2</sub>O) przez rośliny międzyplonu ścierniskowego z odmian gorczycy białej, rzodkwi oleistej i facelii błękitnej. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XVIII: 227-234.
- Nowakowski M., Szymczak-Nowak J. 1998. Dynamika wzrostu, plonowanie i antymątwikowe działanie wybranych odmian rzodkwi oleistej i gorczycy białej uprawianych w międzyplonie ścierniskowym. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XIX (2): 671-678.
- Nowakowski M., Szymczak-Nowak J. 2003. Plony świeżej i suchej masy oraz oddziaływanie antymątwikowe gorczycy białej i rzodkwi oleistej w zależności od odmiany i nawożenia azotem. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XXIV (2): 501-508.
- Ochodzki P., Piotrowska A. 1997. Zmienność składu chemicznego odtuszczonego nasion rzepaku o niskiej zawartości włókna. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XVIII (2): 511-524.
- Piętka T., Krzymański J., Michalski K., Krótka K. 1998. Postępy prac nad tworzeniem gorczycy białej podwójnie ulepszonej. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XIX (2): 455-462.
- Piętka T., Krótka K., Krzymański J. 2004. Gorczyca biała podwójnie ulepszona – alternatywna jara roślina oleista. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XXV (2): 403-413.
- Piętka T., Krótka K., Krzymański J. 2007. Bamberka – zeroerukowa gorczyca biała. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XXVIII (2): 119-124.
- PN-EN ISO 5508:1996. Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Analiza estrów metylowych kwasów tłuszczowych metodą chromatografii gazowej.
- PN-ISO5509:1996. Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Analiza estrów metylowych kwasów tłuszczowych.
- PN-ISO 9167-1:1999. Nasiona rzepaku. Oznaczanie zawartości glukozynolanów. Metoda z zastosowaniem wysokociśnieniowej chromatografii cieczowej.
- Sawicka B., Kotiuk E. 2007. Gorczyce jako rośliny wielofunkcyjne. *Acta Scientiarum Polonum, Agricultura*, 6 (2): 17-27.
- Szymczak-Nowak J., Nowakowski M. 2000. Efekt antymątwikowy i plonowanie gorczycy białej, facelii błękitnej i rzodkwi oleistej uprawianych w plonie głównym. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XXI (1): 285-291.
- Szymczak-Nowak J., Nowakowski M. 2002. Plonowanie gorczycy białej, rzodkwi oleistej i facelii błękitnej uprawianych w plonie głównym oraz ich wpływ na populację mątwika burakowego. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XXIII (2): 223-234.

- Słomiński B.A., Kienzle H.D., Ping Jiang, Campbell L.D., Pickard M., Rakow G. 1999. Chemical composition and nutritive value of Canola-Quality *Sinapis alba* mustard. Proc. 10th International Rapessed Congress, Canberra, Australia 26-29.09.1999 CD.
- Toboła P., Muśnicki Cz. 1999. Zmienność plonowania jarych roślin oleistych z rodziny krzyżowych. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XX (1): 93-100.
- Wałkowski T. 1997. *Gorczyce*. IHAR, Poznań.