

ALINA LIERSCH ¹
WIESŁAWA POPLAWSKA ¹
MARIA OGRODOWCZYK ¹
IWONA BARTKOWIAK-BRODA ¹
JAN BOCIANOWSKI ²

¹ Zakład Genetyki i Hodowli Roślin Oleistych IHAR w Poznaniu

² Katedra Metod Matematycznych i Statystycznych, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

Charakterystyka fenotypowa samosiewów rzepaku ozimego (*Brassica napus* L.) występujących w północnych regionach Polski*

Phenotypic characteristics of winter oilseed rape volunteers (*Brassica napus* L.) occurring in northern regions of Poland

W ostatnich latach obserwuje się na plantacjach rzepaku ozimego występowanie roślin o budowie morfologicznej odbiegającej od budowy morfologicznej typowej dla roślin rzepaku. Jednocześnie w różnych rejonach Polski pojawiają się problemy z utrzymaniem jakości surowca olejarskiego dla przemysłu tłuszczowego. Z tego względu podjęto badania mające na celu wyjaśnienie czy przyczyną tego są samosiewy. Badania obejmowały 122 samosiewy pobrane z plantacji rzepaku ozimego podwójnie ulepszanego w sezonie 2005/2006 w trzech województwach: zachodniopomorskim, pomorskim, warmińsko-mazurskim. Samosiewy podzielono na dwie grupy roślin: o morfotypie rzepaku i morfotypie rzepiku. Jako wzorce do badań wybrano odmiany uprawiane na plantacjach, z których pochodziły samosiewy: Californium, Castille, Lisek i Rasmus oraz odmiany rzepiku ozimego Ludowy i Brachina. Na podstawie pomiaru ploidalności roślin metodą cytometrii przepływowej (FCM) określono względną zawartość jądrowego DNA, która dla roślin rzepikopodobnych wyniosła średnio 50,8, a dla roślin rzepakopodobnych 117,7. Rośliny rzepikopodobne charakteryzowały się wysoką zawartością kwasu erukowego (średnio 39,6%) i sumy glukozyolanów (średnio 97,5 $\mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$ nasion). W grupie roślin o morfotypie rzepaku obok genotypów podwójnie ulepszonych, stwierdzono samosiewy o podwyższonej zawartości kwasu erukowego (powyżej 40%) i sumy glukozyolanów (powyżej 100,0 $\mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$ nasion). Wyniki te wskazują na długotrwałe przeżywanie w glebie, we wtórnym stanie spoczynkowym, nasion tradycyjnych i niskoerukowych odmian rzepaku, które są źródłem samosiewów zanieczyszczających plantacje produkcyjne.

Słowa kluczowe: cechy morfologiczne, glukozyolany, kwas erukowy, ploidalność, rzepak (*Brassica napus* L.), samosiewy

* Badania wykonano w ramach projektu badawczego w 6. Programie Ramowym UE „Sustainable introduction of GMOs into European agriculture” Nr kontraktu SSPE-CT-2004-501986 oraz umowy nr 1/POZ z Zakładami Tłuszczowymi „Kruszwica” S.A. — „Badanie prób nasion rzepaku oraz nasion z roślin rzepakopodobnych”

The occurrence of plants with abnormal morphology has been observed on oilseed rape (*B. napus*) plantations in the last few years. Simultaneously, the problems with maintaining the quality of raw material for oil industry appear in various regions of Poland. Therefore, the investigations aiming at explanation of this phenomenon have been undertaken. The investigations included 122 volunteers collected from winter oilseed rape fields in the growing season 2005/2006. The plantations were selected in three voivodeships: Western Pomerania, Pomerania and Warmia-Mazuria. The volunteers were divided into two groups: plants with morphotype of oilseed rape and plants with morphotype of turnip rape. The following cultivars of double low winter oilseed rape cultivated in the field of origin of volunteers were chosen as standard: Californium, Castille, Lisek, Rasmus as well as winter turnip rape (*B. campestris*) Ludowy and Brachina. On the basis of measurement of ploidy level, which was carried out using flow cytometry, average relative DNA content 117.7 was stated for oilseed rape-like plants and for turnip rape-like plants it had an average value 50.8. Plants with turnip rape morphotype were characterized by high erucic acid (mean 39.6%) and high total glucosinolates content (mean 97.5 $\mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$ of seeds). Oilseed rape-like volunteers were double low genotypes or older oilseed rape genotypes with high erucic acid content (above 40%) and total glucosinolates content (above 100.0 $\mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$ of seeds). These results indicate that the seeds of traditional or low erucic varieties persist for a long time (almost 20 years) in the soil seed bank at the stage of secondary dormancy and these are the source of volunteers polluting plantations of oilseed rape.

Key words: erucic acid, glucosinolates, morphological traits, oilseed rape (*Brassica napus* L.), ploidy, volunteers

WSTĘP

Samosiewy rzepaku występują we wszystkich strefach klimatycznych gdzie uprawia się rzepak. Powstają one w wyniku osypywania się nasion przed zbiorem, ze względu na łatwo pękające łuszczyzny oraz głównie podczas zbioru, kiedy w korzystnych warunkach pogodowych osypuje się od kilku do około 15% plonu nasion (Tys, 2005; Sausse i in., 2006). Część osypanych nasion kiełkuje na powierzchni gleby zaraz po zbiorze plantacji ale znaczna ich ilość zasila glebowy bank nasion zachowując zdolność do kiełkowania, gdy znajdą się w odpowiednich warunkach, do 10 i więcej lat (Lutman i in., 2005 a; Squire, 2005). Zachowanie przez tak długi okres zdolności do kiełkowania jest wynikiem występowania cechy zdolności do wtórnego stanu spoczynku nasion. Większość odmian rzepaku ozimego i jarego posiada tę cechę. Badania wykazały, że zdolność do wtórnego stanu spoczynku może dotyczyć kilku- do kilkudziesięciu procent nasion poszczególnych odmian (Momoh i in., 2002; Gulden i in., 2004; Gruber i Claupein, 2005; Lutman i in., 2005 b) i cecha ta ma charakter dziedziczny (Gruber, Claupein, 2004).

W ostatnich latach problem samosiewów rzepaku w rzepaku nasila się. Przyczyną coraz liczniejszego występowania samosiewów jest znaczący wzrost powierzchni uprawy rzepaku zwłaszcza po wprowadzeniu do uprawy odmian podwójnie ulepszonych tj. bezerukowych i niskoglukozynolanowych. W ciągu ostatnich 25 lat produkcja światowa nasion rzepaku potroiła się, a w krajach dawnej Unii Europejskiej (15) wzrosła 4,5 krotnie, w Polsce 4-krotnie (Bartkowiak-Broda, Ogrodowczyk, 2007). W niektórych gospodarstwach wielkoobszarowych udział rzepaku w strukturze zasiewów przekracza 25%.

Od wprowadzenia do uprawy w Polsce podwójnie ulepszonych odmian rzepaku ozimego i jarego upłynęło prawie 20 lat, a pomimo to w różnych rejonach kraju pojawiają się problemy z utrzymaniem czystości plantacji, co powoduje pogorszenie jakości surowca do przerobu.

W niektórych partiach nasion dostarczanych do punktów skupu występuje kwas erukowy i glukozynolany w ilościach przekraczających obowiązującą w Polsce dopuszczalną normę dla materiału konsumpcyjnego pochodzącego z odmian podwójnie ulepszonych (odpowiednio 1% i 25 $\mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$ nasion). Jedną z przyczyn tego zjawiska mogą być występujące na plantacjach rzepaku samosiewy odmian tradycyjnych (wysokoerukowych i wysokoglukozynolanowych) i niskoerukowych oraz rośliny o budowie morfologicznej znacznie odbiegającej od budowy typowej dla roślin rzepaku, tzw. rzepakochwasty.

Z tego względu podjęto próbę charakterystyki fenotypu roślin występujących jako samosiewy na plantacjach rzepaku ozimego w Polsce północnej. Zbadanie zwłaszcza cech jakościowych przyczyni się do wyjaśnienia czy samosiewy powodują pogarszanie jakości plonu rzepaku w badanym regionie.

MATERIAŁ I METODY

Obiektem badań były 122 rośliny pobrane wiosną 2006 roku jako samosiewy na plantacjach rzepaku ozimego podwójnie ulepszanego w województwach: zachodniopomorskim (gminy: Pyrzyce, Widuchowa, Banie, Balice), pomorskim (gminy: Pszczółki, Suchy Dąb, Świecie) oraz warmińsko-mazurskim (gminy: Giżycko, Korsze, Bartoszyce). Samosiewy pobrane z pola w fazie początku wydłużania pędu głównego (30 — w skali BBCH — wg BASF AG) posadzono na polu Zakładu Genetyki i Hodowli Roślin Oleistych w Poznaniu w celu obserwacji budowy morfologicznej roślin oraz uzyskania z nich nasion. W nasionach z izolowanych roślin zbadano zawartość kwasów tłuszczowych i glukozynolanów. Wzorzec do badań stanowiły odmiany rzepaku ozimego (*B. napus*) podwójnie ulepszanego uprawiane na plantacjach, z których pobrano samosiewy: Californium, Castille, Lisek i Rasmus oraz odmiany rzepiku ozimego (*B. rapa*) — Ludowy i Brachina.

Skład i zawartość kwasów tłuszczowych w oleju z nasion oznaczono metodą estrów metylowych opracowaną przez Byczyńską i Krzymańskiego (1969). Oznaczenie zawartości poszczególnych glukozynolanów wykonano metodą chromatografii gazowej silylowych pochodnych glukozynolanów (Michalski i in., 1995). Ponadto określono ploidalność badanych roślin metodą cytometrii przepływowej (FCM — ang. *flow cytometric method*) (Doležel, 1997). W tej metodzie dokonuje się analizy ilościowej względnej intensywności fluorescencji emitowanej przez jądra komórkowe wybarwiane fluorochromem. Wynik uzyskuje się w formie graficznej z pikiem dominującym odpowiadającym jądom interfazowym w fazie G_1 (2C DNA) cyklu komórkowego (Rogalska in., 1999).

W przeprowadzonych badaniach kontrolę stanowiły pomiary wykonywane każdorazowo na początku i w połowie serii oznaczeń prób DNA: z diploidalnych roślin rzepiku — odmian Ludowy i Brachina oraz allotetraploidalnych roślin rzepaku — odmian Castille, Californium, Lisek i Rasmus. Analizy względnej zawartości DNA jądrowego — ploidalności wykonano dla 93 roślin rzepakopodobnych i 29 rzepikopodobnych, porównując na wykresie lokalizację ich pików G_1 z pikiem G_1 roślin kontrolnych. Na wykresie względnej zawartości DNA jądrowego wyizolowanego z młodych liści odmian wzorcowych rzepaku pik dominujący G_1 w kanale fluorescencji odpowiada wartości dla: Californium 118,4, Castille 116,9, Liska 115,6 oraz

odmiany Rasmus 114,3 (tab. 1). Pik dominujący G_1 dla rzepiku odmiany Ludowy wynosi 49,4, a dla odmiany Brachina 51,0.

Wykres typu boxplot ilustrujący podstawowe statystyki opisowe badanych zmiennych w formie charakterystycznych skrzynek otrzymano za pomocą pakietu statystycznego Genstat (Genstat 5 Committee, 1993). Pozioma linia w środku skrzynki charakteryzuje medianę, natomiast góra i dół odpowiednio górny i dolny kwartył.

WYNIKI

Morfologiczne zróżnicowanie roślin

Na podstawie obserwacji morfologicznych roślin w fazie rozety, pobranych na plantacjach rzepaku ozimego w trzech województwach dokonano podziału badanego materiału na dwie zasadnicze grupy: rośliny o morfotypie rzepaku (93) oraz rośliny o morfotypie rzepiku (29). Dla oceny budowy morfologicznej roślin brano pod uwagę takie cechy jak: barwę i kształt liści, występowanie na dolnej i górnej stronie blaszki liściowej włosków zgodnie z opisem botanicznym podanym przez Muśnickiego i wsp. (1999).

Rośliny rzepikopodobne posiadały rozety o krótkich międzywęzłach, a liście rozetowe o krótkich ogonkach miały kształt lirowaty z głębokimi wcięciami blaszki liściowej (rys. 1). Liście były trawiasto-zielone z włoskami rozmieszczonymi na górnej i spodniej stronie blaszki liściowej, co nadawało im charakterystyczną dla liści rzepiku szorstkość (rys. 2). Rośliny te znacznie różniły się od roślin o morfotypie rzepaku, które miały zwarte rozety o lirowatych liściach osadzonych na długich ogonkach. Barwa liści była błękitno-zielona, a ich powierzchnia nieowłosiona. Zróżnicowanie w budowie morfologicznej obu grup roślin było widoczne także w dalszych fazach rozwojowych.



Rys. 1. Roślina rzepikopodobna w stadium rozety
Fig. 1. Turnip rape-like plant at the rosette stage



Rys. 2. Liście rozetowe rośliny rzepikopodobnej z licznymi włoskami na blaszce liściowej
Fig. 2. Rosette leaves of turnip rape-like plant with numerous hairs on the leaf blade

Skład chemiczny nasion

W nasionach zebranych po samozapyleniu roślin zbadano zawartość kwasów tłuszczowych i glukozyolanów. Na podstawie wyników analiz chemicznych nasion

badane rośliny podzielono na 4 grupy różniące się cechami jakościowymi: rzepak podwójnie ulepszony „00”, rzepak niskoerukowy o wysokiej zawartości glukozynolanów „0WG”, rzepak wysokoerukowy o niskiej zawartości glukozynolanów „WE0” oraz rzepak wysokoerukowy i wysokoglukozynolanowy „WEWG” (tab. 1). 30,3% badanych roślin stanowiły rośliny w typie rzepaku „0WG”. Odnotowano wysoki, wynoszący 39,3% udział roślin o składzie chemicznym nasion typu „WEWG”.

Tabela 1
Zawartość kwasu erukowego, sumy glukozynolanów w nasionach oraz względna zawartość jądrowego DNA w samosiewach rzepaku ozimego
Erucic acid, total glucosinolate content in seeds and relative DNA content of nuclei in volunteers of oilseed rape

Roślina Plant	Liczba- ność Number	Kwas erukowy Erucic acid [%]			Suma glukozynolanów [$\mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$ nasion] Total glucosinolate content [$\mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$ of seeds]			Względna zawartość jądrowego DNA – numer kanału fluorescencji Relative content of nucleic DNA – fluorescence channel number		
		śred- nia mean	zakres range	współczynnik zmienności coefficient of variability	śred- nia mean	zakres range	współczynnik zmienności coefficient of variability	śred- nia mean	zakres range	współczynnik zmienności coefficient of variability
Rośliny o morfotypie rzepaku — Oilseed rape-like plants										
Rzepak „00” Oilseed rape „00”	2	0,0	0	—	19,6	13,4– 25,8	44,7	119,0	114,6– 123,4	5,2
Rzepak „0WG” Oilseed rape „0HG”	37	0,08	0–1,8	—	73,0	39,4– 108,8	24,9	117,7	112,0– 128,0	2,6
Rzepak „WE0” Oilseed rape „HE0”	6	24,5	2,7–45,5	66,2	12,7	10,3– 16,5	17,8	117,9	115,2– 123,1	2,3
Rzepak „WEWG” Oilseed rape „HEHG”	48	25,7	7,6–49,6	50,4	72,0	26,8– 102,8	25,9	116,4	51,2– 128,0	8,6
Castille		0,0	—	—	12,4	—	—	116,9	—	—
Californium		0,0	—	—	14,8	—	—	118,4	—	—
Lisek		0,0	—	—	9,9	—	—	115,6	—	—
Rasmus		0,0	—	—	9,9	—	—	114,3	—	—
Rośliny o morfotypie rzepiku — Turnip rape-like plants										
Rzepik Turnip rape	29	39,9	26,6– 47,8	11,7	90,9	42,5– 135,4	21,8	50,8	46,1– 119,1	25,9
Brachina		39,5	—	—	44,3	—	—	51,0	—	—
Ludowy		39,5	—	—	44,3	—	—	49,4	—	—

„00” — rzepak niskoerukowy, niskoglukozynolanowy (podwójnie ulepszony)

„00” — low erucic, low glucosinolate oilseed rape (double low)

„0WG” — rzepak bezerukowy, wysokoglukozynolanowy (jednozerowy)

„LEWG” — low erucic, high glucosinolate oilseed rape

„WE0” — rzepak wysokoerukowy, niskoglukozynolanowy

„HE0” — high erucic, low glucosinolate oilseed rape

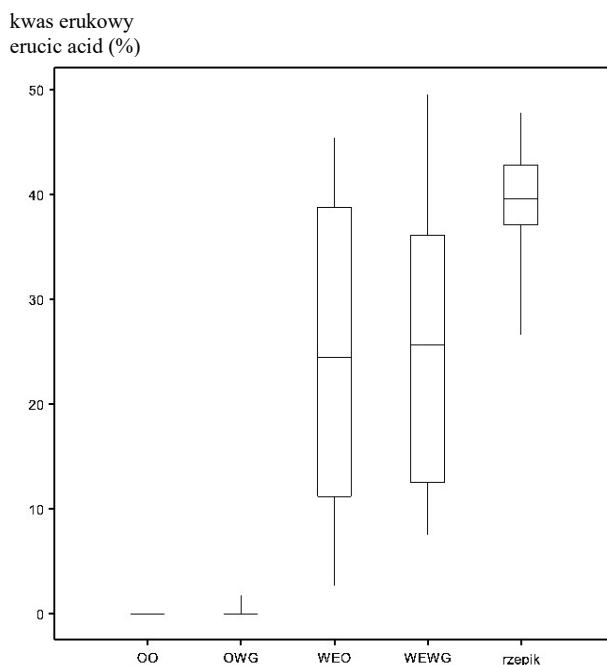
„WEWG” — rzepak wysokoerukowy, wysokoglukozynolanowy

„HEHG” — high erucic, high glucosinolate oilseed rape

Badane samosiewy rzepaku podzielono ze względu na zawartość kwasu erukowego i glukozynolanów kierując się standardami jakościowymi dla nasion „konsumpcyjnych” rzepaku, które decydują o ich przydatności do dalszego przetwórstwa w przemyśle olejarskim:

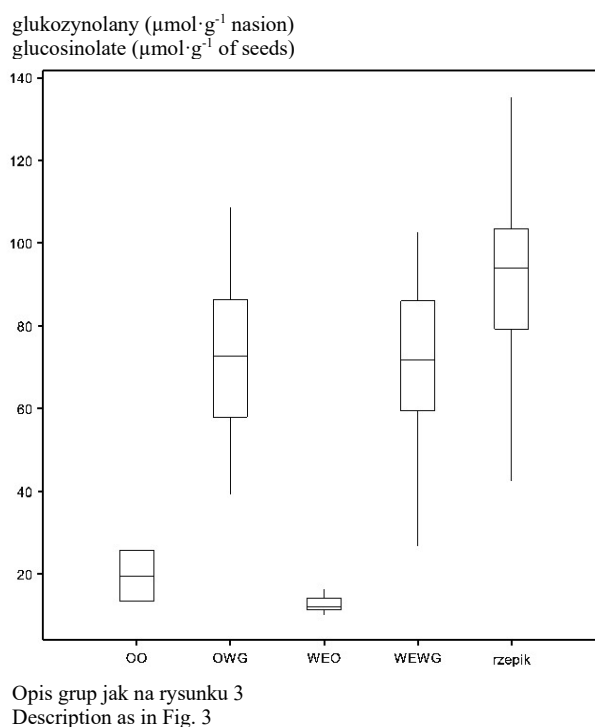
- „00” — rzepak podwójnie ulepszony o zawartości kwasu erukowego do 2% w oleju z nasion i zawartości glukozynolanów alkenowych do $25 \mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1}$ nasion;
- „0WG” — rzepak niskoerukowy (do 2% kwasu erukowego w oleju z nasion) o wysokiej, ponad $25 \mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1}$ nasion zawartości glukozynolanów alkenowych;
- „WE0” — rzepak wysokoerukowy (ponad 2% kwasu erukowego w oleju z nasion), ale o niskiej zawartości glukozynolanów alkenowych, nie przekraczającej $25 \mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1}$ nasion;
- „WEWG” — rzepak wysokoerukowy (ponad 2% kwasu erukowego w oleju z nasion) oraz wysokoglukozynolanowy (ponad $25 \mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1}$ nasion).

Rośliny w typie rzepiku stanowią oddzielną grupę i ich udział w badanej populacji wynosi 23,8%.



- „00” — rzepak niskoerukowy, niskoglukozynolanowy (podwójnie ulepszony)
- „00” — low erucic, low glucosinolate oilseed rape (double low)
- „0WG” — rzepak bezerukowy, wysokoglukozynolanowy (jednozerowy)
- „LEWG” — low erucic, high glucosinolate oilseed rape
- „WE0” — rzepak wysokoerukowy, niskoglukozynolanowy
- „HE0” — high erucic, low glucosinolate oilseed rape
- „WEWG” — rzepak wysokoerukowy, wysokoglukozynolanowy
- „HEHG” — high erucic, high glucosinolate oilseed rape

Rys. 3. Boxplot zawartości kwasu erukowego w nasionach samosiewów rzepaku
Fig. 3. Boxplot of erucic acid content in seeds of volunteers of winter oilseed rape



Rys. 4. Boxplot całkowitej zawartości glukozynolanów w nasionach samosiewów rzepaku
Fig. 4. Boxplot of total content of glucosinolates in seeds of volunteers of winter oilseed rape

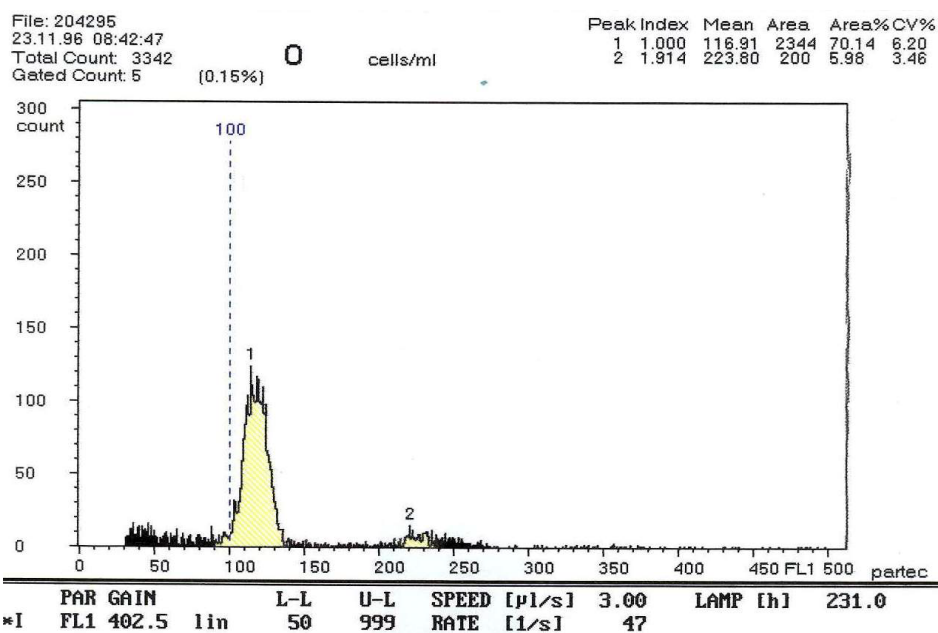
Zawartość kwasu erukowego w nasionach rzepikopodobnych wynosiła od 26,6 do 47,8%. Zawartość sumy glukozynolanów w nasionach znacząco przekraczała zawartość tych związków typową u odmian podwójnie ulepszonych rzepaku ozimego i wynosiła od 42,5 do 135,4 $\mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$ nasion. Skład chemiczny nasion roślin o budowie morfologicznej odbiegającej od budowy typowych roślin rzepaku był zbliżony do składu chemicznego nasion tradycyjnych odmian rzepaku lub rzepiku (tab. 1).

Zawartość kwasu erukowego u 50% roślin rzepakopodobnych „WEO” wysoko-erukowych o niskiej zawartości glukozynolanów oraz w typie „WEWG” rzepaku wyniosła od ponad 10 do blisko 38% kwasu erukowego, a u roślin o morfotypie rzepiku od 37 do 42% (rys. 3). Rysunek 4 ilustruje zakres zmienności jaki otrzymano dla zawartości glukozynolanów w nasionach badanych samosiewów o morfotypie rzepaku oraz o morfotypie rzepiku. 50% roślin rzepakopodobnych o wysokiej zawartości glukozynolanów („OWG” i „WEWG”) zawierało od 60 do 90 $\mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$ nasion, a roślin rzepikopodobnych od 78 do ponad 100 $\mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$ nasion.

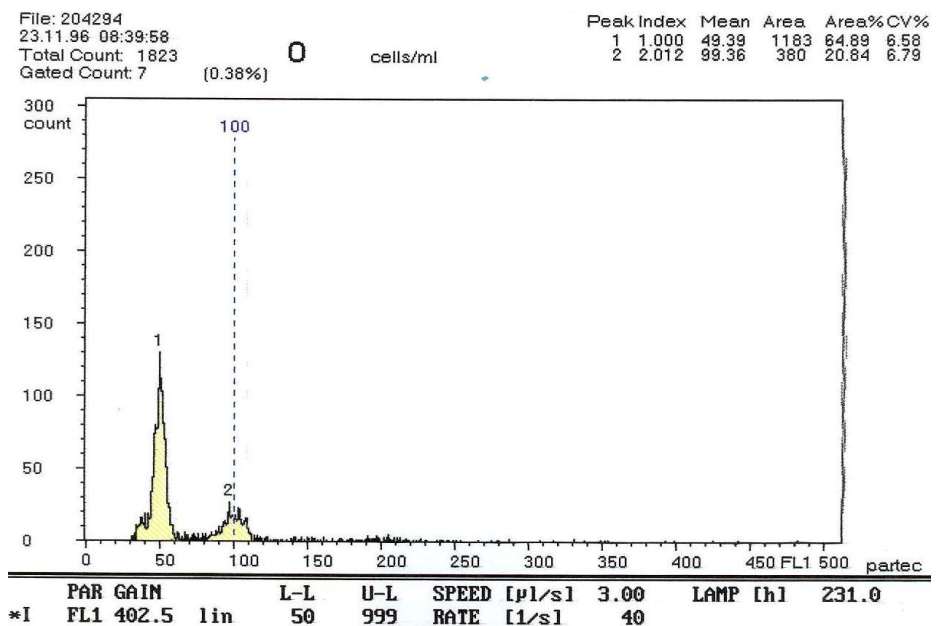
Badania cytometryczne

Metoda cytometrii przepływowej (FCM) pozwoliła na weryfikację czy badane rośliny są rzepakiem czy rzepikiem lub formą mieszańcową powstałą poprzez krzyżowanie rzepiku i rzepaku.

A



B

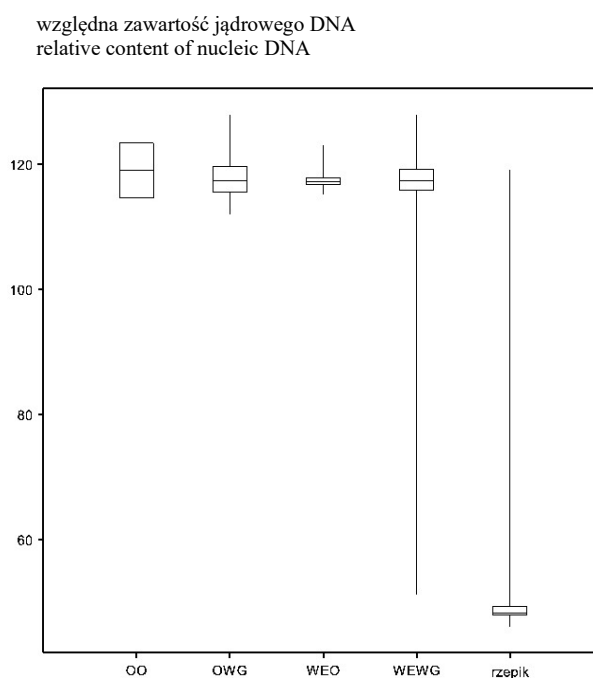
A — rzepak *Brassica napus* L. odm. CastilleB — rzepik *Brassica campestris* L. odm. LudowyA — oilseed rape *Brassica napus* L. cv. CastilleB — turnip rape *Brassica campestris* L. cv. Ludowy

Rys. 5. Względna zawartość jądrowego DNA

Fig. 5. Relative content of nucleic DNA

Względna zawartość DNA jądrowego dla roślin o budowie morfologicznej odpowiadającej roślinom rzepaku zawierała się w przedziale od 112,0 do 128,0 (rys. 5A). Lokalizacja jego była zbliżona do umiejscowienia pików G_1 rzepaku. Natomiast dla roślin rzepikopodobnych stwierdzono lokalizację pików dominujących w kanałach fluorescencji od 46,1 do 50,1, a więc zbliżonych do pików G_1 form referencyjnych rzepiku (rys. 5 B). W badanym materiale nie stwierdzono lokalizacji pików dominujących G_1 w kanale fluorescencji pośrednim między rzepakiem a rzepikiem. Wynik niezgodny z obserwacjami morfologicznymi otrzymano dla czterech roślin określonych na podstawie budowy morfologicznej jako rzepakopodobne, a lokalizacja ich pików dominujących G_1 była zbieżna z pikami G_1 charakterystycznym dla rzepiku — odmiany Ludowy oraz jednej rośliny rzepikopodobnej, której zawartość jądrowego DNA wyniosła 119,1 co wskazuje na genotyp odpowiadający rzepakowi (tab. 1).

Względną zawartość jądrowego DNA dla wszystkich wyróżnionych grup roślin o morfotypie rzepaku oraz rzepikopodobnych ilustruje rysunek 6. Wszystkie rośliny rzepakopodobne niezależnie od składu chemicznego nasion umieszczone są w górnej części wykresu ze względną zawartością jądrowego DNA przekraczającą 110. Natomiast rośliny o morfotypie rzepiku znajdują się w dolnej części wykresu, z wartościami względnej zawartości jądrowego DNA nie przekraczającymi 50.



Opis grup jak na rysunku 3
Description as in Fig. 3

Rys. 6. Boxplot poziomu ploidalności samosiewów rzepaku
Fig. 6. Boxplot of ploidy level of winter oilseed rape volunteers

DYSKUSJA

Pierwsze informacje o występowaniu na plantacjach rzepaku ozimego roślin o morfotypie nietypowym dla rzepaku w Polsce pojawiły się pod koniec lat dziewięćdziesiątych. Szczegółowe analizy rzepakochwastów wykonane przez Wojciechowskiego i wsp. (2000) uwzględniające zarówno cechy morfologiczne, liczbę chromosomów w komórkach somatycznych i generatywnych, ocenę żywotności i wielkości ziaren pyłku oraz ocenę stopnia samoniezgodności pozwoliły stwierdzić, że badane rośliny były rzepikiem, bądź potomstwem mieszańca powstałego w wyniku spontanicznego krzyżowania rzepaku z rzepikiem. Charakteryzowały się one wysoką zawartością kwasu erukowego i glukozynolanów. Popławska i Bartkowiak-Broda (2004) także badały przyczyny pogarszania się jakości nasion konsumpcyjnych rzepaku. Oceniono rośliny zebrane z pola po plantacji rzepaku ozimego odmiany Lisek oraz populację roślin uzyskanych po wysiewie nasion zebranych z tej plantacji. Na podstawie obserwacji morfologicznych dokonano podziału badanego materiału roślinnego na dwie grupy: rośliny o morfotypie rzepaku oraz rośliny o morfotypie rzepiku. Na podstawie analizy względnej zawartości DNA jądrowego roślin rzepikopodobnych stwierdzono występowanie także form pośrednich pomiędzy rzepikiem a rzepakiem, które powstały w wyniku niekontrolowanego krzyżowania międzygatunkowego pomiędzy tymi gatunkami (Popławska, Bartkowiak-Broda, 2004). Stwierdzono również podwyższoną zawartość kwasu erukowego i glukozynolanów w nasionach. Szczegółową charakterystykę zawartości kwasów tłuszczowych w nasionach rzepakochwastów podają Aleksandrak i wsp. (2007). Rzekapakochwasty o morfotypie rzepaku wykazywały jedynie śladową zawartość kwasu erukowego, natomiast w rzepakochwastach w typie rzepikowym przekraczała ona 30%. W prezentowanych wynikach badań samosiewów w województwach północnej Polski obserwowano przekroczenie normy zawartości kwasu erukowego wymaganej dla nasion konsumpcyjnych zarówno w grupie roślin rzepako- jak i rzepikopodobnych.

Uzyskane wyniki, zwłaszcza dotyczące cech jakościowych pokazują, że w glebowym banku nasion znajdują się nasiona różnych typów rzepaku: podwójnie ulepszone, bezerukowe, tradycyjne i formy pośrednie, prawdopodobnie powstałe w wyniku krzyżowania się samosiewów pochodzących z odmian tradycyjnych lub niskoerukowych z odmianami podwójnie ulepszonymi. Wskazuje to na długi okres wtórnego spoczynku nasion odmian tradycyjnych i niskoerukowych w glebie, który trwał nawet do 20 lat. Możliwość taką potwierdzają liczne badania odnośnie tej cechy nasion rzepaku (Momoh i in., 2002; Gruber, Claupein, 2004; Lutman i in., 2005 a). Cecha ta jest cechą dziedziczną, podlegającą modyfikującemu wpływowi środowiska (Gulden i in., 2004) i stwarzającą wiele problemów związanych z uprawą rzepaku.

Wyniki przedstawione w pracy pokazały, że samosiewy poszczególnych typów odmian krzyżowały się z nowymi typami odmian i między sobą, na co wskazują formy pośrednie odnośnie zawartości kwasu erukowego i glukozynolanów. Obserwacje te przeprowadzone na nielicznej populacji samosiewów wskazują, że skala problemu samosiewów w uprawach rzepaku może być duża. Ponadto dodatkowy problem jak się wydaje stwarzają

nasiona rzepiku często wysiewanego jako poplon, także zachowujące w glebie zdolność do kiełkowania przez długi czas.

Dotychczasowe badania prowadzone przez autorów niniejszej publikacji, jak i innych cytowanych w dyskusji dotyczyły tylko plantacji produkcyjnych. Według informacji otrzymanych z Zakładów Przemysłu Tłuszczowego przypadki dostarczenia surowca nie odpowiadającego normie jakościowej zdarzają się i uważa się, że konieczne jest zbadanie przyczyn tego zjawiska.

Na podstawie przeprowadzonych badań własnych i innych autorów można stwierdzić, że rzepikochwasty występują rzadziej niż rzepakochwasty, zatem główną przyczyną zanieczyszczeń plantacji rzepaku są te ostatnie, a nie rzepikochwasty.

PODSUMOWANIE

Typowa dla nasion chwastów cecha długotrwałego zachowania żywotności w glebowym banku nasion w udomowionym gatunku jakim jest rzepak powoduje, że roślina ta może raz występować jako roślina uprawna raz jako chwast, zwłaszcza w uprawie tego samego gatunku.

W okresie poprzedzającym wprowadzenie do uprawy odmian jakościowych rzepaku, tj. niskoerukowych i podwójnie ulepszonych problem ten nie występował. Jednakże może się on jeszcze nasilić gdy do uprawy zostaną wprowadzone różne typy odmian, np. o zróżnicowanych proporcjach kwasów tłuszczowych w oleju z nasion, GMO itd. Zapewnienie koegzystencji różnych typów odmian zwłaszcza w Europie będzie trudne. Zdolność nasion do wtórnego spoczynku okazuje się być istotną cechą decydującą o możliwości koegzystencji różnych typów odmian. Zatem ważnym celem selekcyjnym może być hodowla odmian nie posiadających zdolności do przechodzenia nasion we wtórny stan spoczynku lub charakteryzujących się ograniczoną zdolnością do wtórnego stanu spoczynkowego nasion. Hodowla w tym kierunku pozwoliłaby na ograniczenie w przyszłości przepływu genów pomiędzy różnymi typami odmian poprzez nasiona.

LITERATURA

- Aleksandrak Ł., Broda Z., Michalski K., Kurasiak-Popowska D. 2007. Charakterystyka zawartości kwasów tłuszczowych w nasionach chwastów rzepakopodobnych. *Rośliny Oleiste — Oilseed Crops*, XXVIII (1): 167 — 173.
- Bartkowiak-Broda I., Ogrodowczyk M. 2007. Strategiczne kierunki hodowli roślin oleistych. *Monografie i Rozprawy Naukowe IHAR* 27/2007: 99 — 113.
- Byczyńska B., Krzymański J. 1969. Szybki sposób otrzymywania estrów metylowych kwasów tłuszczowych do analizy metodą chromatografii gazowej. *Tłuszcze Jadalne*, XIII: 108 — 114.
- Doležel J. 1997. Application of flow cytometry for the study of plant genomes. *J. Appl. Genet.* 38: 285 — 302.
- Genstat 5 Committee 1993. *Genstat 5 Release 3 Reference Manual*. Clarendon Press, Oxford.
- Gruber S., Claupein W. 2004. Secondary dormancy of oilseed rape: first aspects of heredity. *Proceedings of the 4th International Crop Science Congress*, 26 September — 1 October 2004, Brisbane, Australia.
- Gruber S., Claupein W. 2005. Reproduction capacity of oilseed rape volunteers and potential gene flow. *Proceedings of Second International Conference on Co-existence between GM and non-GM based agricultural supply chains*, 14-15 November 2005, Montpellier, France, 97 — 100.

- Gulden R. H., Thomas A. G., Shirliffe S. J. 2004. Relative contribution of genotype, seed size and environment to secondary seed dormancy potential in Canadian spring oilseed rape (*Brassica napus*). *Weed Research*, 44: 97 — 106.
- Lutman P. J. W., Berry K., Payne R. W., Simpson E., Sweet J. B., Champion G. T., May M. J., Wightman P., Walker K., Lainsbury M. 2005 a. An update on the persistence of seeds from crops of conventional and herbicide tolerant oilseed rape (*Brassica napus*). Proceedings of Second International Conference on Co-existence between GM and non-GM based agricultural supply chains, 14-15 November 2005, Montpellier, France, 93 — 96.
- Lutman P. J. W., Berry K., Payne R. W., Simpson E., Sweet J. B., Champion G. T., May M. J., Wightman P., Walker K., Lainsbury M. 2005 b. Persistence of seeds from crops of conventional and herbicide tolerant oilseed rape (*Brassica napus*). *Proceedings of The Royal Society*, 272: 1909 — 1915.
- 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*, 4-7 July 1995, Cambridge, UK, 3: 911 — 913.
- Momoh E.J. J., Zhou W. J., Kristiansson B. 2002. Variation in the development of secondary dormancy in oilseed rape genotypes under conditions of stress. *Weed Research*, 42: 446 — 455.
- Muśnicki Cz. 1999. Rośliny oleiste. W: *Szczegółowa uprawa roślin*. Praca zbiorowa pod redakcją Zofii Jasińskiej i Andrzeja Koteckiego. Wydawnictwo AR we Wrocławiu, tom 2: 392 — 403.
- Popławska W., Bartkowiak-Broda I. 2004. Badania przyczyn pogarszania jakości surowca olejarskiego pozyskiwanego z nasion rzepaku. *Rośliny Oleiste — Oilseed Crops*, XXV (2): 493 — 504.
- Rogalska S., Małuszyńska J., Olszewska M. J. 1999. *Podstawy cytogenetyki roślin*. Wydawnictwo Naukowe PWN Warszawa: 210 — 214.
- Sausse Ch., Wagner D., Lucas J. L., Estragnat A., Mangenot O., Garric B., Reau R., Devaux C., Champolivier J., Messéan A. 2006. Estimation des pertes à la récolte du colza d'hiver (*Brassica napus*) dans le conditions variées. *OCL*, vol. 13, 6: 431 — 438.
- Squire G.R. 2005. Contribution to gene flow by seed and pollen. Proceedings of Second International Conference on Co-existence between GM and non-GM based agricultural supply chains, 14-15 November 2005, Montpellier, France, 73 — 77.
- Tys J. 2005. Technologia zbioru. W: *Technologia Produkcji Rzepaku*. Praca zbiorowa pod redakcją Czesława Muśnickiego, Iwony Bartkowiak-Brody, Marka Mrówczyńskiego. Wydawnictwo Wieś Jutra: 147 — 150.
- Wojciechowski A., Cichy H., Weight M. 2000. Wyniki obserwacji morfologicznych oraz analiz cytogenetycznych i chemicznych roślin o morfotypie rzepiku występujących na plantacjach rzepaku ozimego. *Rośliny Oleiste — Oilseed Crops*, XXI (1): 237 — 247.