

Wiesława Popławska, Iwona Bartkowiak-Broda
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Oddział w Poznaniu

Badanie przyczyn pogarszania jakości surowca olejarskiego pozyskiwanego z nasion rzepaku

Reasons of quality decrease of oil row material from seeds of rapeseed

Słowa kluczowe: rzepak ozimy, chwasty rzepakopodobne i rzepikopodobne, kwas erukowy, cytometr przepływowy, mieszańce międzygatunkowe

W niektórych regionach Polski występują problemy z zanieczyszczeniem nasion rzepaku, surowca dla przemysłu tłuszczowego, nadmierną zawartością kwasu erukowego. Jednocześnie na plantacjach obserwuje się występowanie roślin nietypowych dla rzepaku. W związku z tym podjęto badania mające na celu scharakteryzowanie tych roślin, tak pod względem morfologicznym, biochemicznym jak i genetycznym. Do badań użyto materiał roślinny dostarczony przez Zakłady Tłuszczowe „Kruszwica” S.A., zebrany z pola po plantacji rzepaku ozimego odmiany Lisek w miejscowości Pszczółki (woj. zachodniopomorskie) oraz populacji roślin uzyskanych po wysiewie nasion konsumpcyjnych zebranych z tej plantacji. Przeprowadzono obserwacje morfologiczne roślin rzepikopodobnych i rzepakopodobnych, oznaczono skład kwasów tłuszczowych i zawartość poszczególnych glukozydów w nasionach oraz określono ploidalność roślin metodą cytometrii przepływowej (FCM). Na podstawie otrzymanych wyników można wnioskować, że analizowane rośliny rzepikopodobne są w większości przypadków segregantami mieszańców powstałych w wyniku spontanicznego krzyżowania się rzepaku z rzepikiem.

Key words: winter rapeseed, rapeseed-like and turnip-like rape weeds, erucic acid, flow cytometry, interspecific hybrids

In the last few years the existence of other plants of cruciferous species on oilseed rape plantations have been observed. Their presence causes a lower value of material delivered for oil industry because of high amount of erucic acid in the seeds. Therefore the investigations concerning morphological, chemical and genetical characteristics were undertaken. The observed plant material was collected from the field after harvest of winter rapeseed plantation of Lisek variety in the region of Pszczółki. Observations were made also on plants obtained after sowing seeds collected from this plantation. Morphological observations were conducted for such features as: leaf colour and shape, presence of trichomes on the leaf surface, flower colour, pod shape and size. Plant material was divided into two groups: rapeseed-like plants and turnip-like rape after morphological observations. For estimation of plants ploidity cytometric analyses of relative nuclear DNA content were performed using measurement of fluorescence intensity. Relative nuclear DNA content in allotetraploid oilseed rape var. Lisek was 217.36, and in diploid turnip rape var. Brachina was 101.98. For rapeseed-like plants it reached from 229.16 to 238.63. For turnip-like rape plants it has an average value 160.15. The composition of fatty acids and content of a particular glucosinolate were determined in the seeds which were produced by self-pollination. Analysed seeds of turnip like plant had high glucosinolates content (mean 84.4 μ M/g of seeds) and erucic acid (mean 25.8%).

It can be stated that chemical composition of seeds of turnip-like rape plants had seeds quality similar to traditional turnip rape variety.

Obtained results allow to conclude that most of the observed turnip-like rape plants are segregants from spontaneous hybrids between oilseed rape and turnip rape.

Wstęp i cel pracy

W Polsce uprawę odmian bezerukowych zapoczątkowano w 1984 r., a w latach 1990-1995 stopniowo do uprawy w całym kraju wprowadzono odmiany rzepaku podwójnie ulepszanego, których nasiona charakteryzują się znacznie obniżoną zawartością glukozyolanów, a olej nie zawiera kwasu erukowego. Od wprowadzenia do uprawy bezerukowych odmian rzepaku ozimego i jarego upłynęło zatem 20 lat, a mimo to w różnych rejonach kraju pojawiają się problemy z utrzymaniem jakości surowca olejarskiego. Jest to związane z faktem, że rzepak jest rośliną częściowo obco-, częściowo samopylną, produkującą dużą ilość pyłku przeniesionego przez owady i wiatr. Ponadto bez względu na stosowaną technologię zbioru po uprawie rzepaku pozostaje na polu bardzo duża ilość samosiewów rozwijających się z osypanych nasion, które długo zachowują zdolność kiełkowania w glebie ponad 10 lat, i zanieczyszczają następujące po nich plantacje. Aktualnie zachwaszczenie pól roślinami rzepaku erukowego utrzymuje się średnio na poziomie 3%. Sprawozdania przekazywane przez punkty skupu nasion informują, iż zdarzają się partie znacznie bardziej zanieczyszczone, zawierające nawet do kilkunastu procent kwasu erukowego. Tak podwyższona zawartość tego kwasu w nasionach znacząco wpływa na obniżenie wartości surowca dostarczanego dla przemysłu tłuszczowego.

Dodatkowo w ostatnich latach obserwuje się występowanie na plantacjach roślin o budowie morfologicznej odbiegającej od typowej dla rzepaku (Wojciechowski i in. 2000).

Ze względu na powyższy problem podjęto próbę charakterystyki tego typu roślin pod względem budowy morfologicznej, składu chemicznego nasion oraz ploidalności.

Material i metodyka

Obiektem badań był materiał roślinny dostarczony przez Zakłady Tłuszczowe „Kruszwica” SA. Były to samosiewy, zebrane w październiku 2003 roku na polu po plantacji rzepaku ozimego podwójnie ulepszanego odmiany Lisek, w miejscowości Pszczółki w woj. Zachodniopomorskim, oraz populacja roślin uzyskana poprzez wysiew nasion konsumpcyjnych zebranych z tej plantacji. Rośliny uzyskane z nasion oraz rośliny samosiewów wykopane z pola w fazie 5–6 liści posadzono

w doniczkach i poddano jaryzacji przez okres 7 tygodni w temperaturze +4°C oraz długości dnia i nocy 8/16 h. Następnie cały materiał roślinny (75 roślin) umieszczono w szklarni w celu obserwacji biologii kwitnienia, wykonania zapylenia wsobnego pojedynczych roślin i uzyskania z nich nasion. W zebranych nasionach zbadano zawartość kwasów tłuszczowych i glukozydów. Skład i zawartość kwasów tłuszczowych w oleju nasion oznaczono metodą estrów metylowych opracowaną przez Byczyńską i Krzymańskiego (1969). Oznaczenie zawartości poszczególnych glukozydów wykonano metodą chromatografii gazowej silylowych pochodnych glukozydów (Michalski i in. 1995).

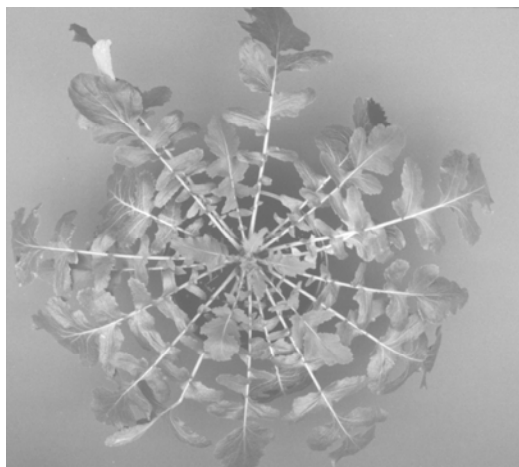
W celu określenia ploidalności badanych roślin wykorzystano metodę cytometrii przepływową (FCM). Analizy zostały wykonane w Stacji Hodowli Buraka Cukrowego w Straszku według metody podanej przez Śliwińską i in. (1999). Barwienie jąder komórkowych wykonano wg metody opracowanej przez Doleżel i in. (1992). Intensywność fluorescencji zabarwionych jąder analizowano na cytometrze przepływowym firmy Partec CCA. Warunki pomiaru fluorescencji jąder — do 2500 zliczeń w 512 kanałach fluorescencji dla wszystkich prób. Aparat kalibrowano wykonując pomiary ilości DNA jądrowego dla rośliny rzepaku ozimego odmiany Lisek. Ocenę cytometryczną wykonano dla badanych roślin typowych dla rzepaku oraz o zmienionym morfotypie, a także dla roślin uzyskanych z oryginalnych nasion odmiany Lisek. Dla porównania, oceny tej dokonano także dla roślin rzepiku odmiany Brachina i rzodkwi odmiany Siletta Nova.

Wyniki

Zróznicowanie morfologiczne roślin

Na podstawie obserwacji morfologicznych roślin, pobranych z pola po plantacji rzepaku ozimego odmiany Lisek, wykonanych w fazie rozety dokonano podziału badanego materiału na dwie grupy: rośliny o morfotypie rzepaku (52 rośliny) oraz rośliny o morfotypie rzepiku (23 rośliny). Przy czym brano pod uwagę takie cechy jak: kształt i barwę liści, występowanie lub brak włosków na dolnej i górnej stronie blaszki liściowej zgodnie z opisem botanicznym podanym przez Williamsa i in. (1990).

Rozety roślin rzepikopodobnych były zwarte o krótkich międzywęzłach. Liście rozetowe o krótkich ogonkach miały kształt lirowaty z głębokimi wcięciami blaszki liściowej sięgającymi nerwu głównego (rys. 1). Liście były trawiastozielone z licznymi włoskami rozmieszczonymi zarówno na spodniej jak i górnej stronie, co nadawało im charakterystyczną szorstkość (rys. 2). Zasadniczo więc, różniły się od rozet roślin o morfotypie rzepaku, które były zwarte, o liściach lirowatych, osadzonych na długich ogonkach. Liście miały błękitnozieloną barwę spowodowaną obecnością woskowatego nalotu. Powierzchnia liści była nieowło



Rys. 1. Roślina rzepikopodobna w stadium rozety
The turnip-like rape plant in the rosette stage



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

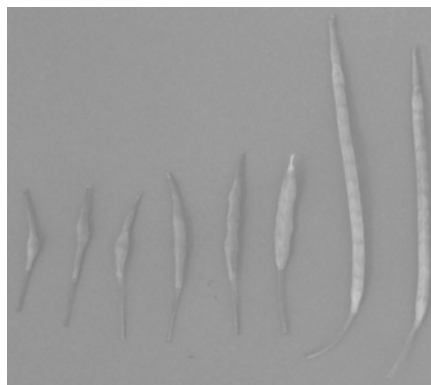
siona lub sporadycznie z pojedynczymi włoskami na brzegach. Zróżnicowanie w budowie morfologicznej między dwoma badanymi grupami roślin było widoczne również w dalszych fazach rozwojowych. Rośliny o morfotypie rzepaku w fazie pąkowania wytwarzały ciemnozielone masywne łodygi z osadzonymi na nich lancetowatymi, siedzącymi liśćmi. Nasada blaszki liściowej obejmowała łodygę do połowy lub najwyżej do 2/3 jej obwodu, co jest cechą charakterystyczną dla rzepaku (Muśnicki i in. 1999). Rośliny o morfotypie rzepiku posiadały delikatniejszą łodygę, o jaśniejszym zabarwieniu z lancetowatymi, a nie jajowatymi typowymi dla rzepiku, siedzącymi liśćmi. Nasada blaszki liściowej nie obejmowała łodygi całkowicie, co jest cechą typową dla rzepiku, lecz najwyżej do 2/3 jej obwodu. Rośliny o morfotypie rzepaku wytwarzały kwiatostany w formie luźnych gron, w których kwiaty rozkwiatały od dołu. Kwiatostany roślin o morfotypie rzepiku były bardziej zwarte w formie baldachogrona z kwiatami rozkwitającymi od szczytu (rys. 3). Kwiaty obydwu badanych grup miały budowę typową dla roślin krzyżowych. Zróżnicowanie dotyczyło wielkości i barwy kwiatów. Kwiaty z dużymi płatkami korony, koloru żółtego ze ściśle przylegającymi do nich działkami kielicha były charakterystyczne dla grupy roślin rzepakopodobnych. Natomiast kwiaty roślin rzepikopodobnych miały zdecydowanie mniejsze płatki korony, koloru siarczanożółtego i wyraźnie odstające od nich działki kielicha.

W celu uzyskania nasion wszystkie obserwowane rośliny zaizolowano. W grupie roślin rzepakopodobnych proces zapylania i wiązania łuszczyń i nasion w łuszczyinach przebiegał prawidłowo. Łuszczyzny miały budowę typową dla

rzepaku, były długie, grube o szerokim dziobie. Zawierały średnio od 18 do 28 nasion o czarnobrazowej barwie. Natomiast w grupie roślin rzepikopodobnych, pomimo normalnej produkcji pyłku do wiązania łuszczyń nie dochodziło. Z tego powodu, podjęto próbę ręcznego zapylania kwiatów w obrębie izolowanych roślin. W ten sposób uzyskano niewielkie ilości nasion zaledwie z 10 rzepikopodobnych roślin. Łuszczyzny tego typu roślin były krótkie, wąskie o dłuższym dziobie, łukowato wygięte ku górze. Średnio w łuszczyznach znajdowało się od 2 do 6 ciemnobrazowych nasion (rys. 4).



Rys. 3. Kwiatostan rośliny rzepikopodobnej (na lewo) i rzepakopodobnej (na prawo)
The inflorescence of turnip-like rape plant (on the left) and rapeseed-like plant (on the right)



Rys. 4. Kształt i wielkość łuszczyń rośliny rzepikopodobnej (na lewo) i rzepakopodobnej (na prawo)
The pods shape and size of turnip-like rape plant (on the left) and rapeseed-like plant (on the right)

Skład chemiczny nasion

W nasionach zebranych po zapyleniu wsobnym roślin zbadano zawartość kwasów tłuszczowych i glukozydów. Ze względu na niewielką ilość zebranych nasion wykonano 20 analiz z nasion roślin rzepakopodobnych oraz 3 z nasion roślin rzepikopodobnych (tab. 1). Skład kwasów tłuszczowych w nasionach roślin rzepakopodobnych był zbliżony do odmiany Lisek, natomiast zawartość sumy glukozydów w nasionach, znacząco przekraczała zawartość tych związków typową dla tej odmiany. Z 20 zanalizowanych roślin nasiona tylko dwóch roślin charakteryzowały się zawartością glukozydów wynoszącą 8,8 i 12,3 $\mu\text{M/g}$ nasion. W nasionach pozostałych 18 roślin zawartość glukozydów mieściła się w przedziale od 20,8 do 43,3 $\mu\text{M/g}$ nasion. Tak duże zróżnicowanie nie może być efektem tylko modyfikującego wpływu warunków wegetacji (temperatura, światło, wilgotność) panujących w szklarni.

W nasionach roślin rzepikopodobnych, które stanowiły 25% całej badanej populacji, przy nie zmienionej ilości nasyconych kwasów tłuszczowych, stwierdzono o ponad połowę niższą niż u rzepaku zawartość kwasu oleinowego, wysoką

Tabela 1

Zawartość kwasów tłuszczowych i glukozynolanów w nasionach badanych roślin
The content of fatty acids and glucosinolates in seeds of investigated plants

Cechy <i>Traits</i>	Rośliny rzepakopodobne <i>Rapeseed-like plants</i>			Rośliny rzepikopodobne <i>Turnip-like rape plants</i>			Nasiona konsumpcyjne <i>Consumer seeds</i> Lisek	Rzepak <i>B. campestris</i> L. Brachina	Rzepak <i>B. napus</i> L. Lisek*
	min	max	średnia <i>mean</i>	min	max	średnia <i>mean</i>			
Kwasy tłuszczowe nasycone — <i>Saturated fatty acids</i> [%]									
Kwas palmitynowy — <i>Palmitic acid</i>	4,5	6,1	5,1	3,4	7,6	5,1	2,9	2,8	4,5
Kwas stearynowy — <i>Stearic acid</i>	1,7	2,3	1,9	1,1	2,5	1,8	1,1	1,4	1,9
Kwasy tłuszczowe nienasycone — <i>Non saturated fatty acids</i> [%]									
Kwas oleinowy — <i>Oleic acid</i>	62,6	71,7	65,9	20,9	35,6	27,3	20,3	19,2	63,5
Kwas linolowy — <i>Linoleic acid</i>	13,9	20,9	17,7	15,7	21,4	18,9	16,3	17,2	18,9
Kwas linolenowy — <i>Linolenic acid</i>	6,5	9,2	7,8	7,1	10,1	9,1	10,2	10,5	8,7
Kwas eikozenowy — <i>Eicosenoic acid</i>	1,1	1,4	1,3	8,9	13,9	11,8	6,5	9,5	1,9
Kwas erukowy — <i>Erucic acid</i>	0,0	0,1	0,02	13,9	39,0	25,8	42,7	39,5	0,0
Glukozynolany [$\mu\text{M/g}$ nasion] — <i>Glucosinolates</i> [$\mu\text{M/g}$ of seeds]									
Glukonapina — <i>Gluconapin</i>	1,1	6,1	3,0	34,6	45,5	41,5	31,7	19,5	2,4
Glukobrassicyna — <i>Glucobrassicin</i>	0,6	3,2	1,8	31,1	32,8	31,9	14,5	14,8	0,7
Progoitryna — <i>Progoitrin</i>	2,1	26,3	15,2	4,7	5,8	5,1	5,5	4,7	4,3
Napoleiferyna — <i>Napoleiferin</i>	0,04	5,6	0,8	0,0	0,3	0,2	0,2	0,5	0,2
Glukozynolany indolowe <i>Indolyl glucosinolates</i>	0,01	0,8	0,3	0,09	0,4	0,3	0,0	1,2	0,1
4-OH glukobrassicyna <i>4-OH glucobrassicin</i>	0,5	30,1	7,8	3,7	5,95	5,13	4,9	3,6	2,3
Suma glukozynolanów alkenowych <i>Total of alkenyl glucosinolates</i>	4,1	36,5	21,0	73,5	82,3	78,8	51,9	39,5	7,6
Suma glukozynolanów <i>Total glucosinolate content</i>	8,8	43,3	26,2	77,3	88,4	84,4	56,9	44,3	9,9

* dane wg COBORU (2004) — according to COBORU data

zawartość kwasu erukowego w przedziale od 13,9 do 39,0% i bardzo wysoką zawartość glukozyolanów od 77,3 do 88,4 $\mu\text{M/g}$ nasion. Skład chemiczny nasion tego typu roślin zbliżony jest do składu nasion tradycyjnych odmian rzepaku lub rzepiku.

Badania cytometryczne

Rzepak *Brassica napus* L. ($2n = 38$) jest naturalnym allopoliploidem (allo-tetraploidem AACCC), powstałym z połączenia diploidalnych genomów *B. campestris* L. (AA) i *B. oleracea* L. (CC). Gatunki *Brassica oleracea* L., *B. nigra* Koch. i *B. campestris* L. są diploidalnymi gatunkami ancastralnymi (U 1935), a ich gametyczne liczby chromosomów wynoszą odpowiednio: $n = 8, 9$ i 10 . Jak wykazały badania przeprowadzone przez Röbbelena (1966), Matsuzawa (1978), Wojciechowskiego (1985a, b) gatunki te krzyżują się stosunkowo łatwo. Poprzez krzyżowanie gatunków wyjściowych możliwe jest z różnym skutkiem wytworzenie rzepaku syntetycznego. Natomiast poprzez krzyżowanie rzepaku (*B. napus* L.) z gatunkami wyjściowymi (*B. oleracea* L. lub *B. campestris* L.) uzyskać można tzw. mieszańce „pół-syntetyczne”, przy czym efektywniejsze są krzyżowania, w których roślina rzepaku jest formą mateczną. Grabiec (1967) w swojej pracy nad mieszańcami oddalonymi w obrębie rodzaju *Brassica* wykazał, że w warunkach kontrolowanych rzepak stosunkowo łatwo krzyżuje się z rzepikiem w obu kierunkach, natomiast w warunkach polowych większe prawdopodobieństwo uzyskania nasion mieszańcowych występuje w przypadku gdy rzepak jest formą mateczną.

Obserwowane zróżnicowanie w budowie morfologicznej roślin pobranych z plantacji oraz skład chemiczny nasion z nich zebranych, zasadniczo odbiegający od składu nasion rzepaku odmian podwójnie ulepszonych, wskazywały na ich mieszańcowe pochodzenie. Aby określić ploidalność badanych roślin wykorzystano metodę cytometrii przepływowej (FCM), w której dokonuje się analizy ilościowej względnej intensywności fluorescencji emitowanej przez jądra komórkowe wybarwione fluorochromem. Analiza FCM zawartości jądrowego DNA jest znacznie wygodniejszą metodą określania ploidalności, niż klasyczne, bardzo czasochłonne liczenie chromosomów w mikroskopie świetlnym w komórkach interfazowych (Doležel 1997). W rezultacie otrzymuje się histogram z pikiem dominującym, odpowiadający jądom interfazowym w fazie G_1 (2C DNA) cyklu komórkowego, i mniejszy pik dla jąder w fazie G_2 (4C DNA) (Rogalska, Małuszyńska, Olszewska 1999).

W przeprowadzonych badaniach kontrolę zewnętrzną stanowiły pomiary wykonywane, każdorazowo na początku i w połowie serii oznaczeń, prób: z rośliny diploidalnej jaką jest rzepik — odm. Brachina (rys. 5A), z rośliny rzepaku — odmiany Lisek, jako rośliny allotetraploidalnej (rys. 5B) oraz rzodkwi *Raphanus sativus* L., (RR, $2n = 18$). Rzodkiew włączono do badań, ponieważ w fazie rozety zaobserwowano u roślin rzepikopodobnych cechy morfologiczne, takie jak: ciemno-

zielone zabarwienie blaszki liściowej, intensywne jej owłosienie, wskazujące na pewne ich podobieństwo także do rzodkwi.

Analizy względnej zawartości DNA jądrowego wykonano dla 20 roślin rzepakopodobnych i 20 roślin rzepikopodobnych, porównując lokalizację ich pików G_1 na histogramie z pikami G_1 roślin kontrolnych (tab. 2).

Tabela 2

Względna zawartość 2 C DNA jądrowego w badanych roślinach

The relative 2 C nuclear DNA content of investigated plants

Gatunek <i>Species</i>	2n	Genom <i>Genome</i>	Względna zawartość DNA jądrowego – numer kanału fluorescencji <i>Relative DNA content of nuclei</i> – fluorescence channel number
<i>B. campestris</i> L. — rzepik	20	AA	101,98
<i>Raphanus sativus</i> L. — rzodkiew	18	RR	102,16
<i>B. napus</i> L. — rzepak	38	AACC	217,36
Rośliny rzepakopodobne (15)	38	AACC	229,16
<i>Rapeseed-like plants</i> (5)	38	AACC	238,63
Rośliny rzepikopodobne (19)	?	?	160,15
<i>Turnip-like rape plants</i> (1)	20	AA	100,78

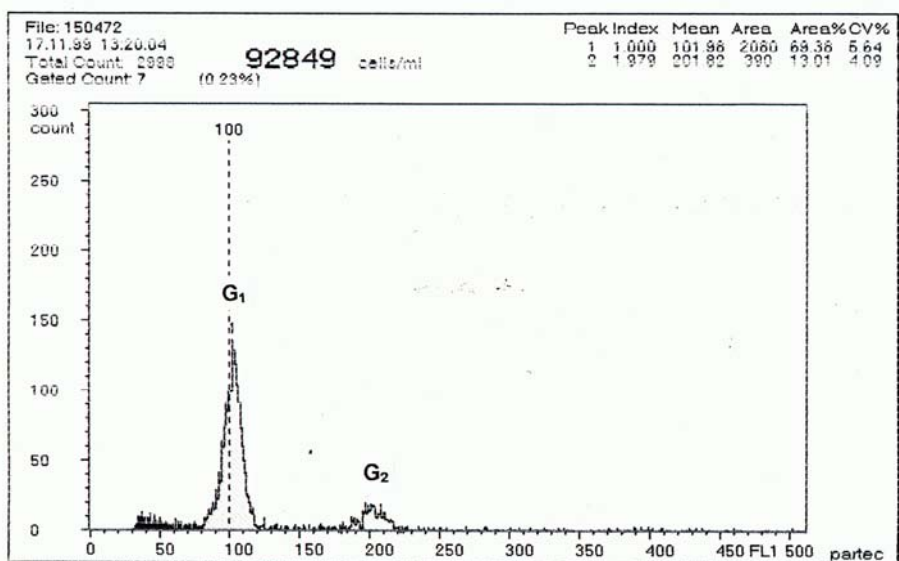
Histogram względnej zawartości DNA jądrowego wyizolowanego z młodego liścia rzepiku odm. Brachina pozwolił stwierdzić, iż ponad 69% jąder znajduje się w fazie G_0/G_1 cyklu komórkowego i tworzy pik dominujący G_1 w kanale fluorescencji 101,98 (rys. 5A). Dla rzodkwi pik dominujący G_1 zlokalizowany był w kanale fluorescencji 102,16.

Histogram względnej zawartości DNA jądrowego wyizolowanego z młodego liścia rzepaku odm. Lisek uwidocznił, że również ponad 69% jąder znajduje się w fazie G_0/G_1 cyklu komórkowego, ale tworzy pik dominujący G_1 w kanale fluorescencji 217,36 (rys. 5B).

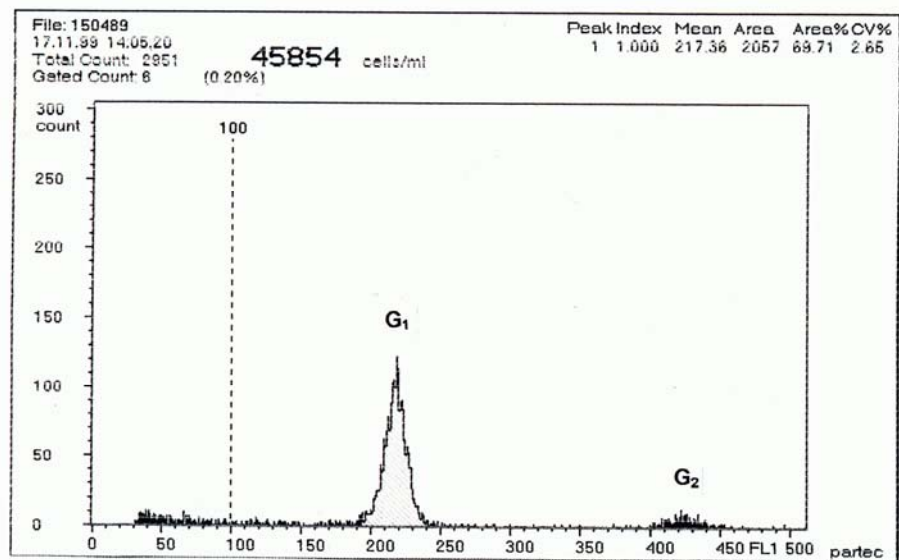
Natomiast dla 19 roślin rzepikopodobnych stwierdzono lokalizację pików dominujących G_1 w kanale fluorescencji 160,15 (rys. 6A), czyli pośrednią między rzepikiem lub rzodkwią a rzepakiem. Względna zawartości DNA jądrowego wyizolowanego z młodego liścia tylko jednej rośliny rzepikopodobnej była charakterystyczna dla rzepiku odm. Brachina. Ponad 69% wyizolowanych jąder znalazło się w fazie G_0/G_1 cyklu komórkowego i utworzyło pik dominujący G_1 w kanale fluorescencji 100,78. Roślinę tą można określić jako diploidalny rzepik (tab. 2).

Dla roślin rzepakopodobnych pik dominujący G_1 zlokalizowano w kanale fluorescencji 229,16 i 238,63 (rys. 6B). Jego lokalizacja była zbieżna z pikami G_1 rzepaku.

A

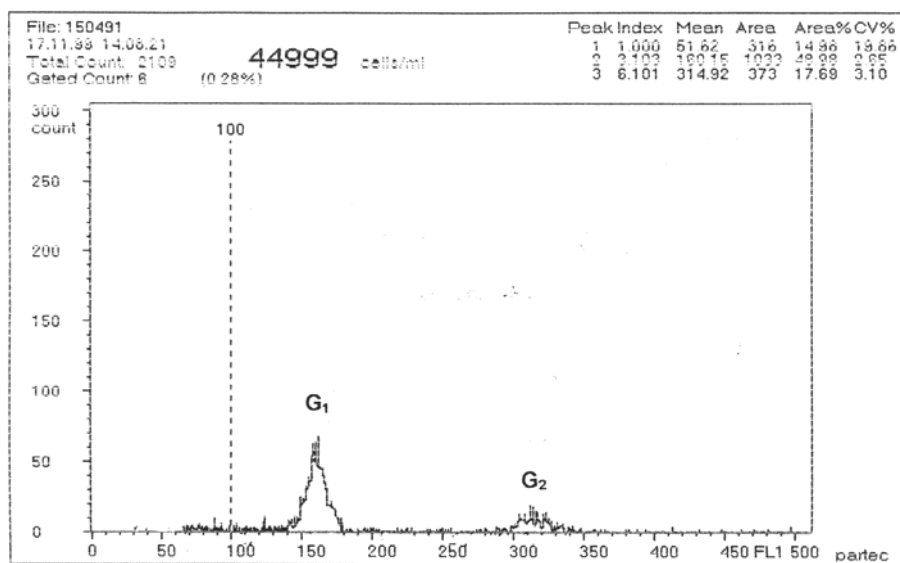


B

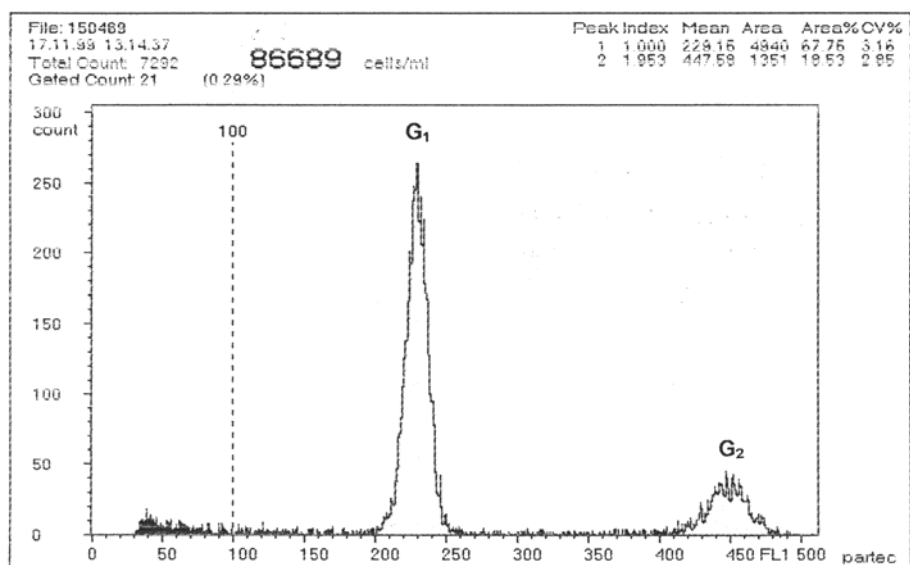


Rys. 5. Histogram względnej zawartości DNA jądrowego: A – rzepiku *Brassica campestris* L. odm. Brachina i B – rzepaku *Brassica napus* L. odm. Lisek — Histogram of relative DNA content of nuclei: A – turnip rape *Brassica campestris* L. cv. Brachina and B – rapeseed *Brassica napus* L. cv. Lisek

A



B



Rys. 6. Histogram względnej zawartości DNA jądrowego: A – rośliny rzepikopodobnej i B – rośliny rzepakopodobnej — *Histogram of relative DNA content of nuclei: A – of turnip-like rape plant and B – rapeseed-like plant*

Podsumowanie

Obecność roślin o zmienionej budowie morfologicznej zarówno w populacji roślin pobranych z pola po plantacji rzepaku ozimego, jak i roślin uzyskanych z wysiewu nasion konsumpcyjnych uzyskanych z tej plantacji, wskazuje na znaczne zanieczyszczenie pola samosiewami rzepiku uprawianego na tym terenie wcześniej. Zanieczyszczenie to mogło powstać w skutek niestarannego prowadzenia plantacji rzepaku lub w efekcie błędów agrotechnicznych w trakcie przygotowania pola pod siew lub błędnej agrotechniki po zbiorze rzepiku. Analiza względnej zawartości DNA jądrowego wykonana dla roślin rzepikopodobnych pozwala stwierdzić, iż są one pod względem stopnia ploidalności formą pośrednią między diploidalnym rzepikiem a allotetraploidalnym rzepakiem. Prawdopodobnie są formą mieszańcową powstałą w wyniku niekontrolowanego międzygatunkowego przepylecia w pomiędzy tymi gatunkami. Stwierdzona podwyższona zawartość kwasu erukowego i glukozynolanów w nasionach konsumpcyjnych jednoznacznie dyskwalifikuje taką partię nasion jako surowiec dla potrzeb przemysłu tłuszczowego.

Literatura

- Byczyńska B., Krzymański J., 1969. Szybki sposób otrzymywania estrów metylowych kwasów tłuszczowych do analizy metodą chromatografii gazowej. *Tłuszcze Jadalne*, XIII: 108-114.
- Doležel J., Sgorbati S., Lucretti S. 1992. Comparison of three DNA fluorochromes for flow cytometric estimation of nuclear DNA content in plants. *Physiol.Plant*, 85: 625-631.
- Doležel J. 1997. Application of flow cytometry for the study of plant genomes. *J. Appl. Genet.*, 38: 285-302.
- Grabiec B. 1967. Badania nad mieszańcami oddalonymi u *Brassica*. *Hodowla i Aklimatyzacja Roślin* 11/2: 179-234.
- Matsuzawa Y. 1978. Studies on the interspecific hybridization in genus *Brassica*. *Japan J. Breed.* 28: 186-196.
- 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 Intern. Rapeseed Congress, Cambridge, UK, 4-7.07.1995, vol.1: 6-8.*
- Muśnicki Cz., 1999. Rośliny oleiste, w *Szczegółowa uprawa roślin*. Praca zbiorowa pod redakcją Zofii Jasińskiej i Andrzeja Koteckiego. Wydawnictwo AR we Wrocławiu, 2: 392-403.
- Röbbelen G. 1966. Beobachtungen bei interspezifischen *Brassica* Kreuzungen, insbesondere über die Entstehung matromorpher F₁ Pflanzen. *Angew. Bot.*, 39: 205-221.
- Rogalska S., Małuszyńska J., Olszewska M.J. 1999. *Podstawy cytogenetyki roślin*. Wydawnictwo Naukowe PWN Warszawa: 210-214.

- Śliwińska E., Hai-chun Jung, Job C., Job D., Bergervoet J.H.W., Bino R.J., Groot S.P.J. 1999. Effect of harvest: time and soaking treatment on cell cycle activity sugarbeet seeds. *Seed Science Research*, 9: 91-99.
- U N. 1935. Genome analysis in *Brassica* with special references to the experimental formation of *B. napus* and peculiar mode of fertilisation. *Japan. J. Bot.* 9: 389-452.
- Williams P.H., Astley D., Bettencourt E., Boukema I.W., Crips P., van Hee L. L., Herve Y., Konopka J., van der Meer Q.P., Murphy B., Perrino P., Rosa E., Seehuber R., Toxopeus H., Zamanis A. 1990. Descriptors for *Brassica* and *Raphanus*. (IBPGR) International Board for Plant Genetic Resources, Roma: 1-51.
- Wojciechowski T. 1985a. Interspecific hybrids between *Brassica campestris* and *Brassica oleracea*. I. Effectiveness of crossing. Pollen tubes growth. Embryogenesis. *Genetica Polonica*, 29: 1-34.
- Wojciechowski T. 1985b. Interspecific hybrids between *Brassica campestris* and *Brassica oleracea*. II. Morphological traits. Somatic chromosome number. Meiotic division and microsporogenesis. *Genetica Polonica*, 29: 35-45.
- Wojciechowski T., Cichy H., Weigt M. 2000. Wyniki obserwacji morfologicznych oraz analiz cytogenetycznych i chemicznych roślin o morfotypie rzepiku występujących na plantacjach rzepaku ozimego. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XXI: 237–247.