

ODZIEDZICZALNOŚĆ I HETEROZJA NIEKTÓRYCH CECH U RZEPAKU  
OZIMEGO DWUZEROWEGO

*Jan Krzymański, Maria Bulińska, Wanda Korytowska  
Teresa Piętka*

Zakład Roślin Oleistych IHAR w Poznaniu

Rzepak pod względem hodowlanym jest rośliną młodą, jeszcze nie w pełni udomowioną. Jako gatunek powstał prawdopodobnie w XVI w., a intensywne prace hodowlane nad jego ulepszeniem rozpoczęto w latach pięćdziesiątych XX w. Do połowy lat sześćdziesiątych hodowla starała się głównie zwiększyć plon nasion oraz ulepszać takie cechy jak: odporność na osypywanie, odporność na wyleganie, zimotrwałość i zdolność do regeneracji uszkodzeń zimowych, wielkość nasion oraz zawartość tłuszczu w nasionach.

W latach sześćdziesiątych rozpoczęto prace nad zmianą składu chemicznego rzepaku ozimego, co pozwoli dostosować go do potrzeb człowieka i zapewnić pełną wartość uzyskiwanych surowców. Na czoło wysuwają się tu 2 zagadnienia: usunięcie kwasu erukowego z oleju i znaczne obniżenie zawartości glikozynolanów (tioglikozydów) w nasionach. Rady rzepaku spełniające te wymagania nazwano dwuzerowymi lub podwójnie ulepszonymi (zawartość kwasu erukowego  $< 0,3\%$  całkowita zawartość izotiocyjanianów i oksazolidyntyonów  $< 2$  mg/g odtłuszczonej suchej masy).

Podjęcie prac hodowlanych zmierzających do poprawienia składu che-

micznego rzepaku wymagało przeprowadzenia wstępnych prac badawczych obejmujących następujące etapy:

- opracowanie odpowiednich metod analiz chemicznych dostosowanych do wymagań prac hodowlanych pozwalających na szybkie i dokładne oznaczanie zawartości selekcjonowanych składników w materiałach hodowlanych,

- przebadanie możliwie dużej kolekcji materiałów roślinnych o różnym pochodzeniu w celu znalezienia genetycznych źródeł pożądanych cech,

- zbadanie sposobu dziedziczenia i odziedziczalności tych cech,

- dobór optymalnych metod krzyżowania i selekcji na podstawie wyników poprzednich etapów oraz znajomości biologii kwitnienia i zapylania rzepaku.

Jedynym znanym źródłem genów bardzo niskiej zawartości glikozynolanów jest rzepak jary Bronowski. Cecha ta została przeniesiona do naszych najlepszych rodów rzepaku bezerukowgo. Uzyskane linie rzepaku ozimego o podwójnie ulepszonym składzie chemicznym cechuje duża zawartość tłuszczu i białka w nasionach, jednak ich plenność i zimotrwałość są niewystarczające i wymagają dalszego doskonalenia.

Wiele zdegenerowanych roślin pojawia się w segregujących pokoleniach mieszańców z kombinacji, w których rzepak jary Bronowski był używany jako zapylacz. Rośliny te zostały opisane jako formy męskosterylne przez Thompsona [18]. Bardzo szczegółowe badania w tej dziedzinie przeprowadził Shiga ze współpracownikami [15-17]. Początkowo większość skrzyżowań wykonanych przez nas należało do tego typu kombinacji. Otrzymane z nich rody, nawet nie wykazujące objawów degeneracji, cechowały się słabszym wigorem i dawały niższy plon nasion niż rody wyselekcjonowane z krzyżowań odwrotnych. Z tego powodu

prawie wszystkie nasze linie rzepaku podwójnie ulepszonych mają cytoplazmę typu N z odmiany Bronowski. Charakterystyczną cechą związaną z tą cytoplazmą jest wolny rozwój roślin w początkowym okresie wegetacji. Rośliny niedostatecznie rozwinięte przed wejściem w okres zimy mają gorszy start wiosną i dają niższy plon. Ten niekorzystny rytm rozwoju jest jak dotąd ściśle związany z cechą niskiej zawartości glikozynolanów. Wydaje się, że samo krzyżowanie wsteczne jest niedostateczne do przełamania tego niepożądanego sprzężenia. Konieczna jest intensywne selekcja mieszańców pomiędzy poszczególnymi krzyżowaniami. Selekcja ta winna dotyczyć przede wszystkim wigoru i plenności i nie może być przeprowadzona bez doświadczeń porównawczych w warunkach polowych.

Na podstawie naszych badań stwierdzono, że dobrą drogą do łamania niekorzystnych sprzężeń może być utrzymywanie mieszańców w stanie heterozygotycznym przez kilka pokoleń, co zwiększa prawdopodobieństwo wystąpienia rekombinacji. Okazało się np., że rody zeroerukowe, wyselekcjonowane z pokolenia  $F_3$  są znacznie lepsze od rodów wyselekcjonowanych z pokolenia  $F_2$  tych samych mieszańców.

W programie krzyżowań wstecznych używamy naszych najlepszych linii o podwójnie ulepszonym składzie chemicznym. Celem tych prac jest wprowadzenie większej liczby pożądanых cech z odmian tradycyjnych rzepaku ozimego oraz otrzymanie zróżnicowanych genetycznie linii dwuzerowych. Linie te są następnie ulepszone przez wzajemne krzyżowania i selekcję. Próbuujemy nadal otrzymać dobre linie dwuzerowe z cytoplazmą typu S.

Ponieważ selekcji przypisujemy tak istotną rolę w naszym programie hodowlanym, konieczne było porównanie skuteczności różnych sposobów jej przeprowadzania. Umożliwia to dobór najbardziej efektywnych metod zapewniających optymalny postęp hodowlany. Podstawą do

tego doboru może być określenie odziedziczalności różnych cech w selekcyonowanych populacjach. W tabeli 1 podano różne oszacowania

T a b e l a 1

Odziedziczalność niektórych cech u rzepaku ozimego dwuzerowego oszacowana na podstawie rozkładu średnich kwadratów z analizy wariancji

| Cecha                         | Selekcja         |                        |                             |
|-------------------------------|------------------|------------------------|-----------------------------|
|                               | rodów            | rodzino-<br>wa<br>n=20 | indywi-<br>dualna<br>roślin |
| Plon nasion                   | 0,63 (0,27-0,85) | 0,10                   | 0,01                        |
| Przezimowanie (% roślin)      | 0,50 (0,00-0,80) | 0,06                   | -                           |
| Zagęszczenie roślin w rzędzie |                  |                        |                             |
| przed zimą                    | 0,69 (0,41-0,86) | 0,14                   | -                           |
| po zimie                      | 0,67 (0,42-0,93) | 0,13                   | -                           |
| Masa 1000 nasion              | 0,77 (0,12-0,92) | 0,23                   | 0,03                        |
| Wysokość roślin               | 0,76 (0,65-0,86) | 0,23                   | 0,03                        |
| Tłuszcz                       | 0,84 (0,55-0,97) | 0,49                   | 0,11                        |
| Kwasy tłuszczowe:             |                  |                        |                             |
| oleinowy                      | 0,87 (0,72-0,99) | 0,79                   | 0,44                        |
| linolowy                      | 0,87 (0,75-0,97) | 0,79                   | 0,44                        |
| linolenowy                    | 0,85 (0,72-0,97) | 0,56                   | 0,14                        |
| palmitynowy                   | 0,64 (0,11-0,96) | 0,11                   | 0,01                        |
| Izotiocyjanian butenylowy     | 0,87 (0,69-0,98) | 0,79                   | 0,44                        |
| Izotiocyjanian pentenylowy    | 0,87 (0,41-0,97) | 0,79                   | 0,44                        |
| Winylooksazolidyntion         | 0,84 (0,34-0,98) | 0,49                   | 0,11                        |

odziedziczalności dla populacji dwuzerowych linii rzepaku ozimego, w których zawartość kwasu erukowego w oleju nie przekraczała 0,3%, a zawartość produktów hydrolizy glikozynolanów wynosiła poniżej 2 mg/g odtłuszczonej masy nasion. Selekcję rodów prowadzono na pod-



stawie wyników doświadczeń porównawczych 4-powtórzeniowych, a odziedziczalność obliczono na podstawie analizy wariancji poprzez rozkład średnich kwadratów na wartości spodziewane [1]. Przedstawione średnie i zakresy zmienności dotyczą 14 doświadczeń przeprowadzonych w latach 1971-1977 w Poznaniu-Winiarach (wielkość poletka 1,6 m<sup>2</sup>).

Wartości odziedziczalności dla selekcji rodzinowej określono dla rodzin reprezentowanych przez 20 roślin. Odziedziczalności te, jak również i odziedziczalności dla selekcji indywidualnej zostały obliczone według wzorów podanych przez Falconera [4] przy założeniu, że zapyle nie krzyżowe wynosi 25%. W tabeli 2 zamieszczono oszacowania odziedziczalności obliczone na podstawie korelacji między poszczególnymi pokoleniami. Ponieważ pokolenia te "rosły" w różnych latach

T a b e l a 2

Odziedziczalność niektórych cech u dwuzerowego rzepaku ozimego oszacowana na podstawie współczynnika determinacji między pokoleniami ( $h^2=r^2$ )

| Cecha                      | Selekcja rodów <sup>x</sup> |             | Selekcja indywidualna na roślin <sup>xx</sup> |             |
|----------------------------|-----------------------------|-------------|---|-------------|
| Plon nasion                | 0,10                        | (0,00-0,28) | 0,02  | (0,00-0,06) |
| Wysokość roślin            |                             | -           | 0,18  | (0,13-0,24) |
| Tłuszcz                    | 0,31                        | (0,17-0,45) | 0,24  | (0,04-0,38) |
| Kwasy tłuszczowe:          |                             |             |   |             |
| oleinowy                   | 0,59                        | (0,49-0,70) | 0,29  | (0,08-0,36) |
| linolowy                   | 0,68                        | (0,62-0,74) | 0,48  | (0,20-0,59) |
| linolenowy                 | 0,64                        | (0,52-0,76) | 0,29  | (0,15-0,45) |
| palmitynowy                | 0,22                        | (0,18-0,26) | 0,09  | (0,02-0,19) |
| Izotiocyjanian butenylowy  |                             | -           | 0,28  | (0,01-0,45) |
| Izotiocyjanian pentenylowy |                             | -           | 0,50  | (0,34-0,74) |
| Winylooksazolidyntion      |                             | -           | 0,02  | (0,00-0,55) |

<sup>x</sup> Średnie z 2 doświadczeń. <sup>xx</sup> Średnie z 6 doświadczeń.

i różnych warunkach środowiska, jedynym słusznym oszacowaniem odziedziczalności wydaje się nam współczynnik determinacji  $r^2$ .

Tabela 1 zawiera wartości przewidywane, natomiast tabela 2 wartości odziedziczalności zrealizowane. Wartości podane w tabeli 2 są częściowo zniekształcone, bowiem pomiędzy poszczególnymi pokoleniami prowadzona była selekcja, co obniżyło nieco oszacowania odziedziczalności, szczególnie dla takich cech jak: plon, zawartość tłuszczu i glikozynolanów. Uwzględniając to zastrzeżenie należy stwierdzić, że oszacowania odziedziczalności otrzymane tymi metodami uzupełniają się nawzajem i wykazują wystarczającą zgodność. Znaczne różnice występują tylko między wartościami odziedziczalności plonu nasion.

Przedstawione w tabelach wartości odziedziczalności pozwalają na dobór odpowiednich metod selekcji w programie hodowli rzepaku ozimego o podwójnie ulepszonym składzie chemicznym. Selekcja na poszczególne cechy powinna być przeprowadzona w najbardziej korzystnym etapie cyklu hodowlanego, tak aby ocena wartości materiałów hodowlanych była dokonywana z odziedziczalnością nie niższą niż 40%. Ten ostatni warunek jest spełniony w przypadku selekcji indywidualnej tylko dla takich cech jak: zawartość kwasu linolowego w oleju, zawartość kwasu oleinowego w oleju i zawartość izotiocyjanianów w śrucie. W tym przypadku analizy chemiczne nasion z pojedyneków są wystarczające dla skutecznej selekcji.

Zwiększenie zawartości tłuszczu w nasionach, obniżanie zawartości kwasu linolenowego w tłuszczu i oksazolidyntionu w śrucie wymaga co najmniej selekcji rodzinowej opartej na średnich z minimum 20 osobników.

Ulepszanie masy 1000 nasion i wysokości roślin, zwiększanie zimotrwałości i zdolności do wczesnej samoregulacji zagęszczenia roślin

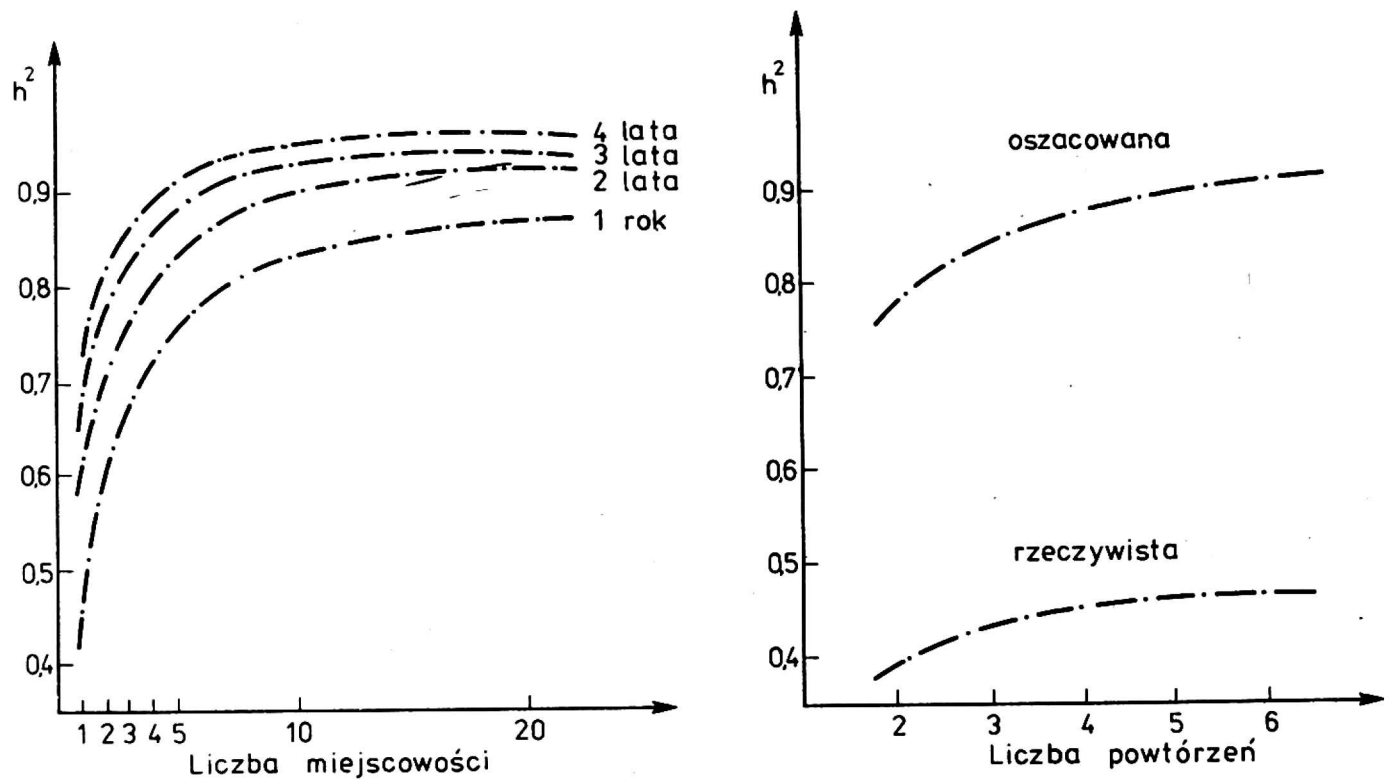
w rzędzie są możliwe jedynie, gdy porównawcze doświadczenie polowe wykonuje się w 4 powtórzeniach.

Różnice między ocenami odziedziczalności dla plonu dwoma metodami wykazują, że prawdopodobnie występuje interakcja: plon x lata (tab. 1, 2). Wyniki uzyskane z doświadczeń hodowlanych w poszczególnych latach dotyczą różnych zestawów rodów i dlatego nie mogą dawać informacji wystarczającej do oceny tej interakcji. Doświadczenia prowadzone przez COBORU są bardziej kompletne i pozwalają na przeprowadzenie niezbędnych obliczeń. Otrzymane wyniki mogą dać jednak tylko wstępne informacje, ponieważ istnieje poważna różnica w składzie genetycznym między populacją odmian testowanych w doświadczeniach COBORU a populacjami rodów hodowlanych selekcjonowanych przez hodowców. Wyniki obliczeń podane w tabeli 3 pozwalają stwierdzić, że zachodzi istotna interakcja odmiany x lata i odmiany x lata x miejscowości, natomiast interakcja odmian z miejscowościami jest nieistotna.

Składniki średnich kwadratów przedstawione w tabeli 4 mogą być użyte do obliczenia odziedziczalności cechy plonu nasion, przy różnych metodach selekcji (rys. 1 i 2). Rysunek 1 dowodzi, jak ważne jest prowadzenie selekcji na plon nasion w kilkuletnich doświadczeniach polowych i że oceny tej nie można zastąpić jednorocznymi doświadczeniami prowadzonymi nawet w większej liczbie miejscowości.

Rysunek 2 pokazuje, jaki błąd popełniamy w ocenie odziedziczalności obliczając ją na podstawie doświadczenia jednorocznego, wykonywanego w różnej liczbie powtórzeń. Błędu wynikającego z interakcji odmiany x lata nie można usunąć na drodze zwiększenia liczby powtórzeń.

Wartość korelacji między potencjałem plonowania określanym na



Rys. 1. Wpływ liczby lat i miejscowości na odziedziczalność plonu nasion rzepaku ozimego (doświadczenie w 4 powtórzeniach, wielkość poletka  $15 \text{ m}^2$ )

Rys. 2. Wpływ ilości powtórzeń na rzeczywistą i oszacowaną odziedziczalność plonu nasion rzepaku ozimego (doświadczenie w 1 powtórzeniu, wielkość poletka  $15 \text{ m}^2$ )

małych poletkach a plonowaniem odmian w warunkach produkcyjnych wymaga zbadania. Małe poletka doświadczalne stwarzają roślinom warunki różniące się znacznie od warunków produkcyjnych, co może być źródłem błędnej estymacji rzeczywistej zdolności plonowania. Pewne aspekty tego problemu były dyskutowane przez Kimbera na Międzynarodowym Kongresie Rzepakowym w Malmo [12].

Selekcja przeprowadzana na poszczególnych nasionach może być skuteczna jedynie w odniesieniu do cech mających bardzo wysoką

T a b e l a 3

Średnie wartości dla średnich kwadratów dla plonu nasion rzepaków ozimych (doświadczenia COBORU 1972-1979)

| Zródło zmienności                  | Suma stopni swobody | Średnia dla średnich kwadratów |
|------------------------------------|---------------------|--------------------------------|
| Odmiany                            | 46                  | 240,66 <sup>xx</sup>           |
| Miejscowość                        | 96                  | 648,79 <sup>xx</sup>           |
| Lata                               | 6                   | 876,83 <sup>xx</sup>           |
| Odmiany x miejscowości             | 752                 | 7,31                           |
| Odmiany x lata                     | 46                  | 20,14 <sup>xx</sup>            |
| Miejscowości x lata                | 96                  | 180,92 <sup>xx</sup>           |
| Odmiany x miejscowości x<br>x lata | 752                 | 6,73 <sup>xx</sup>             |
| Błąd                               | 6016                | 1,75                           |

<sup>xx</sup> Istotne przy  $\alpha = 0,01$ .

odziedziczalność, a co najważniejsze - uwarunkowanych genotypem zarodka, podobnie jak np. zawartość kwasu erukowego. W większości przypadków środowisko rośliny matecznej odgrywa jednak decydującą rolę, tak że cechy nasion są uwarunkowane jej genotypem. Zjawisko to stwierdził Krzymański [14] dla zawartości glikozynolanów. Wyniki badań nad dziedzicznością u rzepaku wykazały, że podobna sytuacja ma miejsce u zeroerukowych rodów rzepaku ozimego w odniesieniu do zawartości tłuszczu w nasionach oraz zawartości kwasów oleinowego, linolowego i linolenowego w tłuszczu z nasion [3, 13].

T a b e l a 4

Oczekiwane składniki średnich kwadratów dla plonu nasion rzepaków ozimych (doświadczenia COBORU 1972-1979)

| Składnik    | Wartość $\bar{x}$<br>średnia | Śląd<br>średniej |
|-------------|------------------------------|------------------|
| $s_a^2$     | 1,642                        | 0,334            |
| $s_{al}^2$  | 0,022                        | 0,118            |
| $s_{ay}^2$  | 0,171                        | 0,019            |
| $s_{ayl}^2$ | 1,363                        | 0,172            |
| $s_e^2$     | 1,848                        | 0,139            |

<sup>x</sup> Wartości średnie dla zestawów po 6 odmian, każdy badany w 14-23 miejscowościach w kolejnych dwu latach.

Plenność rzepaku ozimego podwójnie ulepszanego można również zwiększyć przez wykorzystanie efektu heterozji. Badania przeprowadzone przez Frątczaka [5, 6], Grabca [7, 8] i Bartkowiak-Brodę [2] nad efektem heterozji u rzepaku ozimego bezerukowego wykazały, że występuje on u mieszańców międzyodmianowych, międzyrodowych, a przede wszystkim u mieszańców międzyliniowych. Wysokość zwyżki plonu waha się od 15 do 100% w zależności od kombinacji krzyżowania i warunków środowiska, w jakim rosną mieszańce. Efekt heterozji wyraża się tym silniej, im gorsze są warunki wzrostu roślin. Krzyżowania były wykonywane w układzie diallelicznym. Wyniki opracowano statystycznie metodami podanymi przez Griffinga [9] lub Haymana



[11, 12]. Heterozja i ogólna zdolność kombinacyjna wykazały wysoką istotność we wszystkich przypadkach. Specyficzna zdolność kombinacyjna była istotna statystycznie tylko w niektórych doświadczeniach.

T a b e l a 5

Plony linii wsobnych dwuzerowych i ich mieszańców  
w t z ha oraz ogólna zdolność kombinacyjna linii.

Poznań - Winiary 1977/78

| 0<br>M                                  | Wsobne | 230    | 246    | 508   | Średnia                     |            | Ogólna<br>zdolność<br>kombina-<br>cyjna |
|---|--------|--------|--------|-------|-----------------------------|------------|---|
|   |        |        |        |       | rodziców                    | mieszańców |   |
| 230                                     | 2,41   | -      | 2,65   | 3,15  | 2,433                       | 2,900      | -0,386                                  |
| 246                                     | 2,40   | 2,72   | -      | 4,06  | 2,430                       | 3,390      | 0,104                                   |
| 508                                     | 2,51   | 3,68   | 3,59   | -     | 2,458                       | 3,635      | 0,349                                   |
| 210                                     | 2,20   | 2,64   | 2,77   | 3,15  | 2,320                       | 2,853      | -0,433                                  |
| 219                                     | 3,21   | 3,17   | 3,84   | 3,50  | 2,825                       | 3,503      | 0,217                                   |
| 227                                     | 3,00   | 2,23   | 2,42   | 4,70  | 2,720                       | 3,117      | -0,169                                  |
| 244                                     | 3,18   | 2,19   | 2,56   | 4,12  | 2,810                       | 2,957      | -0,329                                  |
| 255                                     | 2,56   | 2,38   | 3,14   | 3,87  | 2,500                       | 3,130      | -0,156                                  |
| 349                                     | 3,15   | 3,19   | 3,00   | 3,50  | 2,755                       | 3,230      | -0,056                                  |
| 373                                     | 2,65   | 2,51   | 2,69   | 3,91  | 2,545                       | 3,037      | -0,249                                  |
| 395                                     | 2,01   | 3,89   | 3,74   | 3,54  | 2,225                       | 3,723      | +0,437                                  |
| 425                                     | 3,62   | 4,03   | 3,48   | 3,72  | 3,030                       | 3,743      | +0,457                                  |
| 443                                     | 2,92   | 2,56   | 2,88   | 3,92  | 2,680                       | 3,120      | -0,166                                  |
| 493                                     | 2,75   | 4,18   | 3,70   | 3,10  | 2,595                       | 3,660      | 0,374                                   |
| Średnia:                                |        |        |        |       |                             |            |   |
| rodziców                                |        | 2,596  | 2,591  | 2,642 | 2,610                       |            | NIR <sub>0,05</sub> =<br>0,511          |
| mieszańców                              |        | 3,028  | 3,112  | 3,711 |                             | 3,285      |   |
| Ogólna<br>zdolność<br>kombina-<br>cyjna |        | -0,258 | -0,174 | 0,424 | NIR <sub>0,05</sub> = 0,246 |            |   |

T a b e l a 6

Analiza zmienności dla zdolności kombinacyjnej

| Źródło zmienności                 | Stopnie swobody | Średni kwadrat | F <sub>obl.</sub>     | S <sub>D</sub> |
|-----------------------------------|-----------------|----------------|-----------------------|----------------|
| Ogólna zdolność kombinacyjna      |                 |                |                       |                |
| zapylacze                         | 2               | 494,2340       | 50,5274 <sup>xx</sup> | 0,1227         |
| matki                             | 13              | 48,2553        | 4,9333 <sup>xx</sup>  | 0,2553         |
| Specyficzna zdolność kombinacyjna | 23              | 6,9237         | 0,7078                |                |
| Błąd doświadczenia                | 55              | 9,7815         |                       |                |

T a b e l a 7

Efekt heterozji dla cechy plonu nasion mieszańców linii rzepaku dwuzerowego obliczony w stosunku do średniej rodziców (w %)

| M \ 0                 | 230   | 246   | 508  | Średnia dla matek |
|-----------------------|-------|-------|------|-------------------|
| 230                   | -     | 10,0  | 28,0 | 19,2              |
| 246                   | 13,1  | -     | 65,4 | 39,5              |
| 508                   | 49,6  | 46,2  | -    | 47,9              |
| 210                   | 14,5  | 20,4  | 33,8 | 23,0              |
| 219                   | 15,3  | 34,7  | 22,4 | 24,0              |
| 227                   | -17,6 | -10,4 | 70,6 | 14,6              |
| 244                   | -21,6 | - 8,2 | 44,8 | 5,2               |
| 255                   | - 4,2 | 26,6  | 52,7 | 25,2              |
| 349                   | 14,7  | 7,9   | 23,7 | 15,6              |
| 373                   | - 0,2 | 7,2   | 51,6 | 19,3              |
| 395                   | 76,0  | 69,2  | 56,6 | 67,3              |
| 425                   | 33,7  | 15,6  | 21,4 | 23,5              |
| 443                   | - 3,9 | 8,2   | 44,4 | 16,4              |
| 493                   | 62,0  | 43,4  | 17,9 | 41,0              |
| Średnia dla zapylaczy | 16,6  | 20,1  | 40,5 | 25,8              |

T a b e l a 8

Efekt heterozji dla plonu nasion mieszańców  
linii rzepaku ozimego dwuzerowego obliczony  
w stosunku do średniej rodziców - wyrażony  
w t z ha

| M \ 0                                    | 230    | 246    | 508   | Średnia dla matek | Średnia poprawiona regresją <sup>x</sup> |
|--|--------|--------|-------|-------------------|--|
| 230                                      | -      | 0,245  | 0,690 | 0,468             | 0,322                                    |
| 246                                      | 0,315  | -      | 1,605 | 0,960             | 0,812                                    |
| 508                                      | 1,220  | 1,135  | -     | 1,178             | 1,053                                    |
| 210                                      | 0,335  | 0,470  | 0,795 | 0,533             | 0,294                                    |
| 219                                      | 0,360  | 1,035  | 0,640 | 0,678             | 0,855                                    |
| 227                                      | -0,475 | -0,280 | 1,945 | 0,397             | 0,488                                    |
| 244                                      | -0,605 | -0,230 | 1,275 | 0,147             | 0,312                                    |
| 255                                      | -0,105 | 0,660  | 1,335 | 0,630             | 0,539                                    |
| 349                                      | 0,410  | 0,225  | 0,670 | 0,435             | 0,588                                    |
| 373                                      | -0,020 | 0,165  | 1,330 | 0,492             | 0,438                                    |
| 395                                      | 1,680  | 1,535  | 1,280 | 1,498             | 0,621                                    |
| 425                                      | 1,015  | 0,470  | 0,655 | 0,713             | 1,059                                    |
| 443                                      | -0,105 | 0,220  | 1,205 | 0,440             | 0,498                                    |
| 493                                      | 1,600  | 1,125  | 0,470 | 1,065             | 1,052                                    |
| Średnia dla zapylaczy                    | 0,432  | 0,521  | 1,069 | 0,674             |  |
| Średnia poprawiona regresją <sup>x</sup> | 0,420  | 0,505  | 1,095 |                   |  |

$NIR_{0,05}$  - dla średniego efektu heterozji dla matek = 0,626,

$NIR_{0,05}$  - dla średniego efektu heterozji dla zapylaczy = 0,301

<sup>x</sup> Średnie efekty heterozji poprawione równaniem regresji na jednokowy poziom plonu rodziców.

T a b e l a 9

## Analiza zmienności dla efektu heterozji

| Źródło zmienności          | Stopnie swobody | Średni kwadrat | F <sub>obl.</sub>      | S <sub>D</sub> |
|----------------------------|-----------------|----------------|------------------------|----------------|
| Średni efekt heterozji     | 1               | 1 772,8897     | 120,8328 <sup>xx</sup> | 0,0867         |
| Efekt ogólny               |                 |                |                        |                |
| zapylacze                  | 2               | 154,3716       | 10,5213 <sup>xx</sup>  | 0,1502         |
| matki                      | 13              | 37,1026        | 2,5287 <sup>xx</sup>   | 0,3128         |
| Specyficzne współdziałanie |                 |                |                        |                |
| zapylacze x matki          | 23              | 33,9289        | 2,3125 <sup>xx</sup>   | 0,5417         |
| Błąd doświadczenia         | 55              | 14,6723        |                        |                |

W tabelach 5-9 podano wyniki otrzymane w doświadczeniach z mieszancami międzyliniowymi dwuzerowego rzepaku ozimego. Stwierdzono istotne różnice między liniami w ogólnej zdolności kombinacyjnej i w efekcie heterozji, który był obliczony jako różnica między wartością mieszańców a średnią z wartości rodziców. Ogólna średnia wartość dla plonu nasion wszystkich mieszańców była o 25% wyższa niż średnia wartość dla plonu nasion rodziców.

Znaleziono ujemną korelację pomiędzy efektem heterozji a plonem nasion linii rodzicielskich ( $r = -0,456$ ). Korelacja ta warunkuje jedynie około 20% uzyskanego efektu heterozji ( $r^2 = 0,208$ ). Równanie regresji jest następujące:

$$y = -0,7938x + 27,4854$$

gdzie:

y - efekt heterozji,

x - średni plon nasion rodziców.

## WNIOSKI

1. Pełne dostosowanie rzepaku ozimego do potrzeb człowieka wymaga intensywnych prac hodowlanych. Dotyczy to głównie zmiany na drodze genetycznej składu chemicznego oleju i śruty.
2. Zastosowanie metod genetyki ilościowej w badaniach nowych rodów rzepaku o podwójnie ulepszonym składzie chemicznym (bezerukowy tłuszczu i śruta o bardzo niskiej zawartości tioglikozydów) pozwoliło na ocenę dostępnej zmienności genetycznej oraz przewidywanie efektów możliwych do uzyskania.
3. Badane cechy wykazały bardzo różny stopień odziedziczalności, tak przewidywanej na podstawie analizy wariancji jak i zrealizowanej, określonej na podstawie współczynnika determinacji pomiędzy dwoma pokoleniami.
4. Najniższą odziedziczalność stwierdzono dla cechy plonu nasion rzepaku. Dalszy postęp hodowlany w tym zakresie jest uzależniony od ulepszenia metod przeprowadzania doświadczeń polowych, oparcia selekcji na doświadczeniach wieloletnich (interakcja plonu z latami jest bardzo wyraźna) oraz od wykorzystania efektu heterozji przy tworzeniu odmian syntetycznych lub mieszańcowych.

*Autorzy pragną podziękować Dyrekcji Centralnego Ośrodka Badań Odmian Roślin Uprawnych za udostępnienie danych z państwowych doświadczeń rzepaku ozimego.*

## LITERATURA

1. Allard R. W.: Principles of Plant Breeding, London 1966.
2. Bartkowiak-Broda I.: Ocena heterozji i zdolności kombinacyjnej kilku linii wsobnych rzepaku bezerukowgo. Biul. IHAR (w druku).
3. Bartkowiak-Broda I.: Inheritance of fat content and fatty acid composition in seeds of zeroerucic winter rape (*Brassica napus*). Proc. 5<sup>th</sup> International Rapeseed Conference, Malmo, Sweden 12-16. 06. 1978, 119-123, 1978.
4. Falconer D. S.: Introduction to quantitative Genetics. Edinburgh 1960.
5. Frątczak E.: Ocena mieszańców rzepaku bezerukowego K-2040 w układzie krzyżowań diallelicznych i możliwości ich wykorzystania w praktyce. Hod. Rośl. Aklim., 21: 113-133, 1977.
6. Frątczak E.: Ocena mieszańców F<sub>1</sub> linii wsobnych rzepaku Janpol krzyżowanych w układzie diallelicznym. Biul. IHAR 146, (w druku).
7. Grabiec B.: Ocena mieszańców rzepaku ozimego o niskiej zawartości kwasu erukowego w oleju i zróżnicowanym poziomie tioglikozydów w śrucie. Biul. IHAR 146, (w druku).
8. Grabiec B.: Badania nad efektami heterozji u rzepaku ozimego Biul. IHAR 146, (w druku).
9. Griffing B.: Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing system, Aus. J. Biol. Sci., 9: 463-493, 1956.
10. Hayman B. J.: The theory and analysis of diallel crosses Genetics, 39: 789-809, 1954.
11. Hayman B. J.: The analysis of variance of diallel tables Biometrics, 10: 253-244, 1954.
12. Kimber D.: Variety testing of winter oilseed rape. Proc. 5<sup>th</sup> International Rapeseed Conference, Malmo, Sweden, 12-16.06.1978, 193-195, 1978.
13. Kondra Z.P., Thomas P. M.: Inheritance of oleic, linoleic and linolenic acids in seed oil of rapeseed (*Brassica napus*), Can. J. Plant Sci., 55: 205-210, 1975.



14. Krzymański J.: Genetyczne możliwości ulepszenia składu chemicznego nasion rzepaku ozimego Hod. Rośl. Aklim. 14: 95-133, 1970.
15. Shiga T., Baba S.: Cytoplasmic male sterility in oil seed rape *Brassica napus* L. and its utilization to breeding. Japan J. Breed. 23: 187-197, 1973.
16. Shiga T.: Studies on heterosis breeding using cytoplasmic male sterility in rapeseed *Brassica napus* L. Bull. Nat. Inst. Agri. Sci., ser, D 27: 1-101, 1976.
17. Shiga T., Ohkawa Y., Takayanagi K.: Origin of male sterility-inducing cytoplasm in rape plant (*Brassica napus*). Proc. 5<sup>th</sup> International Repessed Conference, Malmo, Sweden, 12-16. 06.1978, 77-81, 1978.
18. Thompson K. F.: Cytoplasmic male-sterility in oil seed rape *Heredity*, 29: 253-257, 1972.

Ян Кшиманьски, Мария Булиньска, Ванда Корытовска,  
Тереса Пентка

#### НАСЛЕДУЕМОСТЬ И ГЕТЕРОЗИС НЕКОТОРЫХ ПРИЗНАКОВ ДВУХНУЛЕ- ВОГО ОЗИМОГО РАПСА

##### Р е з ю м е

В рамках работ по селекции озимого рапса не содержащего эруковой кислоты и с очень низким содержанием тиогликозидов (двухнулевого), проводились поиски за эффективными методами селекции. В качестве критерия эффективности была принята наследуемость. Оценка наследуемости проводилась для нескольких признаков, таких как: урожай семян, зимовка, высота растений, вес 1000 семян, содержание масла, состав жирных кислот, содержание и состав гликозидов, способность к раннему саморегулированию густоты растений в рядку, а также для следующих видов селекции: отбор растений-одиночек, семейный отбор ( $n = 20$ ) и линейный отбор на базе полевого опыта проведенного в 4 повторениях.

Указанные наследуемости определяли двумя способами: на основании дисперсионных анализов опытов путем распределения средних квадратов на ожидаемые величины, а также корреляции между

поколениями. Наибольшую трудность представляет определение действительного значения наследуемости для урожая семян. Эта трудность возникает из взаимозависимости этого признака с годами возделывания.

Существенное влияние на величину урожаев озимого рапса оказывает эффект гетерозиса. Общая комбинационная способность и гетерозис весьма существенны.

*Jan Krzymański, Maria Bulińska, Wanda Korytowska,  
Teresa Piętka*

HERITABILITY AND HETEROSIS OF SOME FEATURES IN DOUBLE-  
-ZERO WINTER RAPE

S u m m a r y

Efficient selection methods in works on breeding winter rape without erucic acid and with a very low content of tioglycosides (double-zero rape) were sought for. Heritability has been assumed as an efficiency criterion. Heritability was estimated for several features, like: seed yield, hibernation, height of plants, weight of 1000 seeds, oil content, composition of glycosinolates, ability of plants to early self-regulation of plant density in a row, as well as for the selection method such as selection of singles, family selection ( $n = 20$ ) and selection of strains based on field tests carried out in 4 replications.

The above heritabilities were determined on two ways: on the basis of analysis of variance for field tests by calculation of expected components of mean squares and by correlation between generations. Most difficult was determination of seed yield heritability. It follows from the interaction of this feature with cultivation years.

The winter rape yield level is significantly influenced by the heterosis effect. The general combining ability and heterosis are highly significant.