

Bogdan Bączkiewicz, Tadeusz Łuczkiwicz, Tadeusz Rudko*

Akademia Rolnicza w Poznaniu, Katedra Genetyki i Hodowli Roślin

* Instytut Agrofizyki PAN w Lublinie

Zmienność odporności łuszczyń na pękanie w populacji popromiennej rzepaku ozimego

Variability of pod shattering resistance in post irradiated population of winter oilseed rape

Słowa kluczowe: rzepak ozimy, zmienność, osypywanie

Key words: winter oilseed rape, variability, pod shattering

Osypywanie powoduje znaczne straty plonu rzepaku ozimego, które wynoszą średnio 10–15%. W prezentowanej pracy przedstawiono zmienność podatności łuszczyń na pękanie w populacji popromiennej rzepaku ozimego oszacowaną metodą zaproponowaną przez Rudko, polegającą na określeniu siły potrzebnej do pęknięcia łuszczyzny przy zginaniu u nasady łuszczyzny. Analizowano podatność na osypywanie w obrębie rośliny, a także pomiędzy rodami wyselekcjonowanymi z populacji popromiennej. Współczynniki zmienności tej cechy dla roślin wahały się od 6,2 do 65,2%, a dla rodów od 20,9 do 47,1%. Stwierdzono istotną (na poziomie $\alpha = 0,01$) zależność pomiędzy siłą potrzebną do pęknięcia łuszczyzny z długością dzióbka ($r = 0,17$), długością łuszczyzny ($r = 0,25$) oraz średnicą łuszczyzny ($r = 0,31$).

Pod shattering makes great yield losses in winter oilseed rape; in average 10–15%. In this paper variability of pod resistance to shattering in post irradiated winter rape population is presented. The method used for evaluation of this trait was proposed by Rudko (2000). In this method force needed to crash the pod was measured when peduncle on the base of pod was bending. Pod resistance to shattering was analyzed within the plant as well as between the families selected from post irradiated population. Variability coefficients of this trait for single plants range from 6.2–65.2%, and for strains from 20.9–47.1%. Significant ($\alpha = 0.01$) correlation coefficients between force necessary to crash the pod and rostrum length ($r = 0.17$), pod length ($r = 0.25$) and pod diameter ($r = 0.31$) were calculated.

Wstęp

Skłonność do osypywania nasion występuje u wielu ważnych rolniczo gatunków roślin. Osypywanie powoduje znaczne straty plonu rzepaku ozimego, wynoszące średnio 10–15% (Child, Evans 1989). W bardzo niekorzystnych warunkach zbioru mogą one nawet dochodzić do 50%. Löff (1961) stwierdził, że najważniejszymi czynnikami decydującymi o wielkości strat spowodowanych osypywaniem są: genotyp rośliny, czynniki uprawowe (nawożenie, obsada roślin

na m², technologia zbioru), przebieg warunków pogodowych w czasie dojrzwania i zbioru roślin rzepaku, a także stopień porażenia roślin przez niektóre choroby i szkodniki. Wymienione czynniki zazwyczaj współdziałając ze sobą utrudniają efektywną selekcję genotypów odpornych na osypywanie. Do chwili obecnej nie znaleziono na świecie wartościowych genotypów charakteryzujących się istotnie wyższą odpornością (Child i Huttly 1999). Uprawiane odmiany wykazują pod względem tej cechy małą zmienność (Thompson, Hughes 1986). Znaczącego postępu w hodowli odmian rzepaku odpornych na osypywanie można oczekiwać w wyniku mutacji (Łuczkiwicz 1987) lub introgresji genów z pokrewnych gatunków *Brassica* (Agnihotri i in. 1990), a także zastosowania technologii antysensownego RNA (Child i in. 1999). Metody oceny odporności łuszczyn na osypywanie opierają się na wykorzystaniu metod bezpośrednich — polowych i pośrednich wykorzystujących aparaty symulujące zjawiska zachodzące w łuszczynach rzepaku w czasie dojrzwania. Np. Grabiec (1980) proponował metodę wirówkową, później metodę wykorzystującą symulator wstrząsowy, Szot i Tys (1988) stosowali aparat, w którym określano stopień wytrzymałości łuszczyn na skręcanie. Rudko (2000) zaproponował metodę polegającą na ocenie siły zginania ogonka u nasady łuszczyny powodującej jej pęknięcie.

W prezentowanej pracy przedstawiono zmienność podatności łuszczyn na pęknięcie w populacji popromiennej rzepaku ozimego.

Material i metoda

Materiałem roślinnym do badań były trzy odmiany rzepaku ozimego: Jet Neuf, Brink, Janpol. Nasiona spoczynkowe tych odmian w 1979 r. poddano działaniu trzech dawek promieniowania gamma: 0, 500, 1000 Gy ze źródła ⁶⁰Co. Nasiona każdej kombinacji wysiano na poletkach o powierzchni 120 m² (kontrola — 20 m²). W czasie zbioru z każdej rośliny zbierano po jednej łuszczynie, której nasiona ponownie napromieniowywano takimi samymi dawkami. Identyczną metodę zastosowano w kolejnych latach (1980–1999).

W sezonach wegetacyjnych 1998/99 i 1999/2000 przeprowadzono zbiór 3–4 tygodnie po osiągnięciu przez rośliny dojrzałości pełnej. Wykonano wtedy wstępną selekcję pojedynków na osypywanie polegającą na ścisaniu łuszczyn w dłoni według metodyki podanej przez Tomaszewską (1964). W sezonie wegetacyjnym 1999/2000 z wyselekcjonowanych 20 rodów pobrano losowo 100 roślin (po 5 z rodu) z których do analiz przeznaczono po 8–9 łuszczyn z rośliny. Kontrolę stanowiły rośliny odmiany Jet Neuf. Analizowano następujące cechy łuszczyn: długość i średnicę łuszczyny (mierzoną w środkowej jej części), długość dzióbka oraz podatność łuszczyn na pęknięcie. Ocenę podatności wybranych łuszczyn na pęknięcie przeprowadzono według metodyki zaproponowanej przez Rudko (2000).

Pomiary te wykonano na aparacie wytrzymałościowym w Instytucie Agrofizyki PAN w Lublinie. Zastosowana w badaniach metoda pozwala na ocenę odporności łuszczyń na pękanie, niezależnie od kształtu i długości łuszczyń. Podatność na pękanie analizowano w obrębie rośliny, a także pomiędzy rodami wyselekcjonowanymi z populacji popromiennej. Łącznie przeanalizowano 837 łuszczyń.

Otrzymane wyniki poddano analizie statystycznej obliczając: istotność różnic między badanymi rodami pod względem siły potrzebnej do pęknięcia łuszczyń, współczynniki zmienności dla analizowanych cech łuszczyń oraz współczynniki korelacji pomiędzy tymi cechami.

Wyniki i dyskusja

Skuteczna selekcja genotypów rzepaku odpornych na osypywanie jest bardzo trudnym zadaniem z powodu znacznego wpływu na tę cechę czynników środowiskowych. W analizowanej populacji popromiennej rzepaku ozimego wartość siły potrzebnej do rozerwania kłap łuszczyń wahała się w przedziale od 0,17 N do 2,18 N. Współczynnik zmienności dla siły powodującej rozerwanie kłap dla analizowanych 837 łuszczyń wynosił 44,2%. Najwyższa wartość współczynnika zmienności dla siły potrzebnej do pęknięcia łuszczyń dla rodu wynosiła 47,1%, a minimalna 20,9% (tab. 1). Rozstęp i wartości średnie siły niezbędnej do pęknięcia łuszczyń przedstawiono na rys. 1. Postęp w hodowli odmian wykazujących mniejszą tendencję do osypywania jest utrudniony, ponieważ istnieje duże zróżnicowanie wartości siły potrzebnej do pęknięcia łuszczyń w obrębie rośliny. Bardzo często współczynniki zmienności dla siły potrzebnej do pęknięcia łuszczyń były wyższe dla łuszczyń pochodzących z jednej rośliny od wartości współczynnika obliczonego dla rodu, z którego roślina została wybrana. Maksymalna wartość współczynnika zmienności siły potrzebnej do pęknięcia łuszczyń dla pojedynka wynosiła 65,2%, zaś minimalna 6,2% (tab. 1). Duża zmienność siły potrzebnej do pęknięcia łuszczyń dla pojedynka w obrębie rodu może wynikać ze zróżnicowanych warunków środowiskowych w czasie ich dojrzewania.

Z badanych cech biometrycznych łuszczyń najwyższym współczynnikiem zmienności charakteryzowała się długość dzióbka (53,5%) a najniższą zmiennością średnica łuszczyń (12,7%). Duża zmienność długości dzióbka (tab. 1) spowodowana była faktem wyprowadzenia części rodów ze zmutowanej linii (rys. 1), charakteryzującej się skróceniem szyjki słupka lub jej całkowitym brakiem (Łuczkiwicz 1987). Wg Child'a i Huttly (1999) mutacja ta powoduje czterokrotny wzrost odporności łuszczyń na osypywanie, jednak jest skorelowana z obniżoną płodnością. W przeprowadzonych badaniach pomiaru siły wg metodyki Rudko (Rudko 2000) zmutowane genotypy nie wykazały wyższej odporności w stosunku do roślin niezmutowanych, jednak potwierdzono tezę, że skrócenie długości

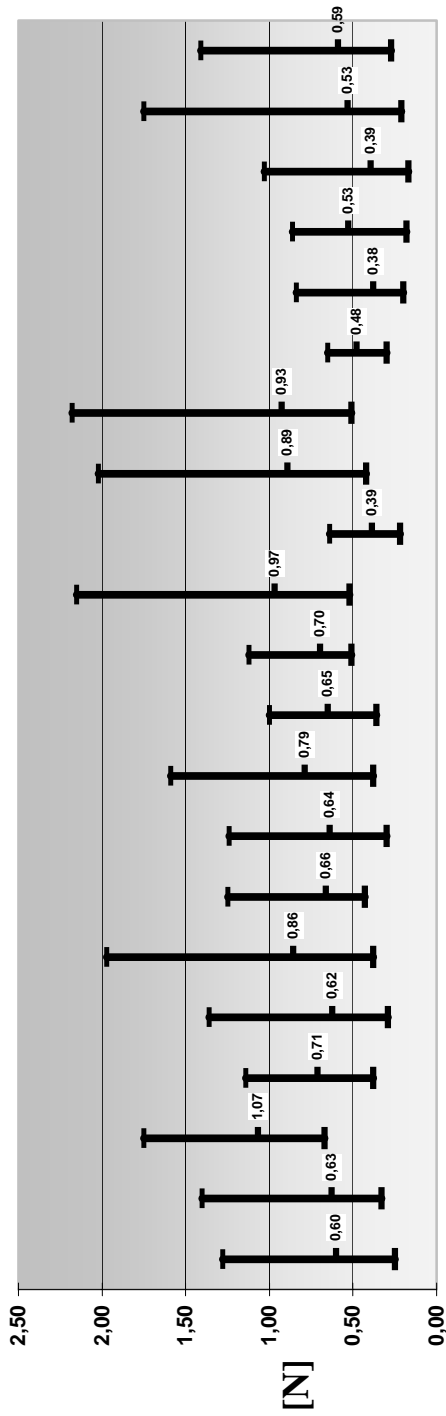
łuszczyny (mniejsza liczba nasion) jest związane ze skróconym dzióbkiem ($r = 0,66^{**}$). Na podstawie analizy współczynników korelacji stwierdzono niską ale istotną na poziomie $\alpha = 0,01$ zależność pomiędzy siłą potrzebną do rozerwania kłap łuszczyny a długością dzióbka ($r = 0,17^{**}$), długością łuszczyny ($r = 0,25^{**}$) oraz średnicą łuszczyny ($r = 0,31^{**}$).

Najwyższą średnią odporność na pęknięcie stwierdzono dla rodu 303/3/2 (1,07 N) (kontrola 0,6 N). Istotnie wyższe od kontroli wartości siły potrzebnej do pęknięcia uzyskano dla rodów 303/3/2, 306/6, 306/6/5, 333a, Rp × Ks 3, Zw × Rp 2b ($\alpha = 0,01$) oraz 303/5 ($\alpha = 0,05$). Z wymienionych rodów tylko Rp × Ks 3 oraz Zw × Rp 2b charakteryzowały się średnią długością dzióbka poniżej 1 cm (rody wyprowadzone ze zmutowanej linii). Długość dzióbka u pozostałych rodów była zbliżona do długości dzióbka u roślin kontrolnych (1,0–1,5 cm). Rody te (303/3/2, 303/5, 306/6, 306/6/5, 333a) będą stanowiły materiał wyjściowy do dalszych prac genetyczno–hodowlanych nad zwiększeniem odporności rzepaku ozimego na osypywanie.

Tabela 1

Zmienność cech łuszczyn w analizowanej populacji popromiennej roślin rzepaku ozimego
Variability of pods traits in analyzed post irradiated winter rape population

Cecha <i>Trait</i>	Średnia <i>Mean</i>	Współczynniki zmienności <i>Variability coefficients</i> min–max
Siła — <i>Force</i>	[N]	[%]
— rośliny kontrolne — <i>control plants</i>	0,60	22,2–51,2
— wyselekcjonowane rody — <i>selected families</i>		20,9–47,1
— pojedynki z wyselekcjonowanych rodów <i>single plants from selected families</i>	0,64	6,2–65,2
Długość łuszczyny — <i>Pod length</i>	[cm]	[%]
— rośliny kontrolne — <i>control plants</i>	6,60	6,4–14,9
— wyselekcjonowane rody — <i>selected families</i>	6,29	11,9–26,8
— pojedynki z wyselekcjonowanych rodów <i>single plants from selected families</i>		3,5–45,3
Długość dzióbka — <i>Rostrum length</i>	[cm]	[%]
— rośliny kontrolne — <i>control plants</i>	1,10	6,7–22,2
— wyselekcjonowane rody — <i>selected families</i>	0,90	16,9–109,4
— pojedynki z wyselekcjonowanych rodów <i>single plants from selected families</i>		0,0–123,2
Średnica łuszczyny — <i>Pod diameter</i>	[cm]	[%]
— rośliny kontrolne — <i>control plants</i>	0,36	0,0–18,0
— wyselekcjonowane rody — <i>selected families</i>	0,39	12,2–21,3
— pojedynki z wyselekcjonowanych rodów <i>single plants from selected families</i>		0,0–30,6



Nr rodu Family number	A	B	C
Kontrola	37,8	51,2	22,2
303\2	35,8	49,6	20,9
303\3\2	26,3	24,1	9,3
303\5	29,0	32,1	18,0
306\3	38,8	57,2	16,7
306\6	39,3	37,2	26,5
306\6\2	29,8	41,6	6,2
306\6\4	35,3	38,7	20,9
306\6\5	36,3	39,9	18,6
Rs × Zw	27,2	34,4	18,1
** Rs × Zw 1	24,7	28,8	6,2
** Rp × Ks 3	47,1	43,1	35,9
** Rp × Ks 2	29,9	35,5	19,6
333a	42,0	36,6	16,9
** Zw × Rp 2b	38,9	40,8	11,9
Rs × Zw No	20,9	22,8	14,7
Rs × Zw 1\1	38,4	47,8	27,4
Rs × Zw 1\2	29,6	34,2	24,6
** Rs × Zw 11	46,6	60,8	31,9
** 333b	44,2	65,2	10,7
336	38,2	48,4	16,8

A — Współczynnik zmienności dla rodu [%] — Variability coefficients for family [%]
 B — Maksymalny współczynnik zmienności dla pojedynka [%] — Maximum for variability coefficient for single plant [%]
 C — Minimalny współczynnik zmienności dla pojedynka [%] — Minimum for variability coefficient for single plant
 ** — rody pochodzące ze zmutowanej linii — Families originated from mutated line

Rys. 1. Zmienność siły [N] potrzebnej do pęknięcia tuszczyny analizowanych rodów i pojedynków rzepaku ozimego wyselekcjonowanych z populacji popromiennej — Variability of force [N] necessary to open the pod in analyzed families and single plants selected from post irradiated winter rape population

Wnioski

1. Stwierdzono wyższą odporność na pęknięcie łuszczyń u rodów: 303/3/2, 306/6, 306/6/5, 333a, Rp × Ks 3, Zw × Rp 2b ($\alpha = 0,01$) oraz rodu 303/5 ($\alpha = 0,05$) w stosunku do roślin kontrolnych.
2. Zmienność w odporności łuszczyń na osypywanie, wyrażona współczynnikiem zmienności, w obrębie rośliny wynosiła od 6,2 do 65,2%, dla rodów od 20,9 do 47,1%.
3. Analizowane cechy łuszczyń były istotnie ($\alpha = 0,01$) skorelowane z siłą potrzebną do pęknięcia. Najwyższy współczynnik korelacji stwierdzono dla zależności pomiędzy siłą i średnicą łuszczyzny ($r = 0,31$).

Conclusions

1. Higher pod shattering resistance of families 303/3/2, 306/6, 306/6/5, 333a, Rp × Ks 3, Zw × Rp 2b ($\alpha = 0.01$) and 303/5 ($\alpha = 0.05$) compared with control plants was observed.
2. Variability in pod shattering resistance expressed in variability coefficient within the single plant was between 6.2% and 65.2%, within families 20.9–47.1%.
3. Analysed pods features were significantly correlated ($\alpha = 0.01$) with the force needed to open the pod. The highest correlation value was found for force to open the pod and pod diameter ($r = 0.31$).

Literatura

- Agnihotri A., Shivanna K.R., Raina S.N., Lakshmikumaran M., Prakash S., Jagannathan V. 1990. Production of *Brassica napus* × *Raphanobrassica* hybrids by embryo rescue – An attempt to introduce shattering resistance into *B. napus*. *Plant Breeding*, 105: 292-299.
- Child R.D., Evans D.E. 1989. Improvement of recoverable yields in oilseed rape (*Brassica napus*) with growth retardants. *Aspects of Biology*, 23: 135-143.
- Child R., Huttly A. 1999. Anatomical variation in the dehiscence zone of oilseed rape pods and its relevance to pod shatter. *Proceedings of the Xth International Rapeseed Congress*. CD-ROM Nr 414.
- Child R., Ulvskov P., Van Onckelen H., Botterman J. 1999. Strategies for engineering shatter resistance into oilseed rape pods. *Proceedings of the Xth International Rapeseed Congress*. CD-ROM Nr 412.
- Grabiec B. 1980. Porównanie dwóch metod badań mechanicznej odporności rzepaku ozimego na osypywanie się. *Mat. Kraj. Semin. Wyniki badań nad rzepakiem ozimym*, 79-94.

- Lööf B. 1961. Platzfestigkeit als Zuchtproblem bei Ölpflanzen der Familie Cruciferae. Z. Pflanzenzüchtg., 46: 405-416.
- Łuczkiwicz T. 1987. Winter rapeseed mutant with decreased tendency to shattering. Proceedings of the 7th International Rapeseed Congress, Poznań, 2: 463-467.
- Rudko T. 2000. Próba zastosowania testu zginania do oceny podatności łuszczyń rzepaku jarego na pękanie. Acta Agrophysica, 37: 193-198.
- Szot B., Tys J. 1988. Metodyka badań mechanicznych właściwości łuszczyń i łodyg rzepaku. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, 321: 193-202.
- Thompson K.F. Huges W.G. 1986. Breeding and varieties. Oilseed Rape. D.H. Scarisbrick and R.W. Daniels (eds.) Collins, London, 32-82.
- Tomaszewska Z. 1964. Badania morfologiczne i anatomiczne łuszczyń kilku odmian rzepaku i rzepiku ozimego oraz przyczyny i mechanizm ich pękania. Hodowla Roślin, Aklimatyzacja i Nasiennictwo, 8, 2: 142-180.