

Marek Wójtowicz, Franciszek Wielebski

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Poznaniu, Zakład Roślin Oleistych

Porównanie zrestorowanych odmian mieszańcowych z odmianą wyprowadzoną z linii podwojonych haploidów i odmianami populacyjnymi rzepaku ozimego

Comparison of restored hybrids with cultivar developed from lines of doubled haploids and open pollinated varieties of winter oilseed rape

Słowa kluczowe: rzepak ozimy, mieszańce zrestorowane, linie podwojonych haploidów, odmiany populacyjne

Key words: winter oilseed rape, restored hybrids, doubled haploid lines, open pollinated varieties

Przedmiotem badań było porównanie wysokości i wierności plonowania, a także cech morfologicznych oraz jakości nasion trzech typów odmian. Obiektem badań były dwie zrestorowane odmiany mieszańcowe (Kasimir i Buffalo), jedna odmiana wyprowadzona z linii podwojonych haploidów (Lisek) oraz dwie odmiany populacyjne (Kana i Gara). Doświadczenia przeprowadzono w Zakładzie Doświadczalnym Zielęcín w latach 1997/1998 i 1998/1999. Stwierdzono, że najwyższej i najwierniej plonowała odmiana Lisek, która charakteryzowała się także najniższą zawartością glukozynolanów. Wysoką wiernością plonowania charakteryzowały się również mieszańcowe odmiany zrestorowane. Plon nasion oraz masa 1000 nasion zależały w większym stopniu od warunków meteorologicznych niż od odmiany, natomiast jakość nasion była bardziej uwarunkowana genotypem rośliny. W 1999 roku stwierdzono istotne ograniczenie plonu nasion rzepaku przez czerń krzyżowych.

The subject of this study was comparison of the yield and fidelity of yielding and also morphological features and seed quality of three cultivar types. The objects of evaluation were two restored hybrids (Kasimir, Buffalo), one cultivar developed from doubled haploid lines (Lisek) and two open pollinated varieties (Kana and Gara). Experiments were carried out in 1997/1998 and 1998/1999 at the Experimental Station Zielęcín. The highest yield and better fidelity of yielding had cultivar Lisek. This cultivar was characterized by the smallest content of glucosinolate. High fidelity of yielding was also characteristic of restored hybrids. Seed yield and weight of 1000 seeds were dependent more on meteorological conditions than on cultivar. Quality of seeds was stronger determined by plant genotype. In 1999 reduction of yield by dark leaf and pod spot infestation was stated.

Wstęp

Zawsze aktualne będzie prowadzenie badań, których celem jest wytworzenie odmian gwarantujących wierne i wysokie plony. Te tak ważne dla opłacalności uprawy cechy są stale ulepszone metodami hodowli tradycyjnej. Obecnie duże nadzieje pokłada się również w tworzeniu odmian z linii podwojonych haploidów. Ze względu na fakt, że podwojone haploidy są całkowicie homozygotyczne, czyli genetycznie utrwalone, wytworzone z nich odmiany powinny cechować się wysoką wiernością plonowania. Homozygotyczność pozwala także na zwiększenie efektywności selekcji, ponieważ pozwala na włączenie do programów hodowlanych wysoko plonujących linii podwojonych haploidów (Nałęczńska, Cegielska 1991, 1994). Inną z dróg mającą zapewnić wysoki poziom i stabilność plonów jest hodowla zrestorowanych odmian mieszańcowych. Jak podają Bartkowiak-Broda (1998) i Möhring (1999) odmiany mieszańcowe plonują o około 10–20% wyżej od najlepszych odmian populacyjnych. Przewagę w plonowaniu złożonych odmian mieszańcowych nad populacyjnymi dowiodły badania Wielebskiego i Wójtowicza (1998) oraz Champoliviera i Merriena (1999), natomiast wyższe plony mieszańca zrestorowanego F₁ nad odmianą populacyjną wykazali Pandey i Zehr (1999). Można się spodziewać, że zaletą odmian zrestorowanych będzie wyższa wierność plonowania w porównaniu z mieszańcowymi odmianami złożonymi, które mogą okazać się bardziej zawodne w warunkach środowiskowych niesprzyjających zapyleniu.

Celem niniejszej pracy było porównanie wysokości i wierności plonowania, a także cech morfologicznych oraz jakości nasion odmian mieszańcowych zrestorowanych z odmianą wyprowadzoną z linii podwojonych haploidów na tle odmian populacyjnych rzepaku ozimego.

Material i metodyka

Doświadczenie przeprowadzono w latach 1997/1998 i 1998/1999 w Zakładzie Doświadczalnym Zielęcín na glebach kompleksu żytniego bardzo dobrego. W sezonie wegetacyjnym 1997/98 była to gleba płowa o odczynie lekko kwaśnym (pH 5,7), zaliczana do klasy bonitacyjnej IIIa. W sezonie wegetacyjnym 1998/99 doświadczenie założono na glebie brunatnej należącej do klasy bonitacyjnej IVb. Obiektem badań były dwie zrestorowane odmiany mieszańcowe — Kasimir i Buffalo, jedna odmiana wyprowadzona z linii podwojonych haploidów — Lisek oraz dwie odmiany populacyjne — Kana i Gara. Doświadczenie założono metodą losowanych bloków w czterech powtórzeniach na poletkach o powierzchni 16 m². Ze względu na niesprzyjające warunki pogody siew nasion wykonano w terminie nieznacznie opóźnionym (27 i 29 sierpnia) w stosunku do zalecanego w tym rejonie kraju. Norma wysiewu dla odmian populacyjnych wynosiła 80 nasion/m²,

a dla odmian mieszańcowych 70 nasion/m². Plon nasion podano w dt/ha przy normatywnej, tj. 13% zawartości wody. Masę 1000 nasion określono w czterech próbach po 100 nasion pobranych z oczyszczonego plonu każdego poletka. Zawartość tłuszczu surowego oceniono wykorzystując magnetyczny rezonans jądrowy — NMR, a zawartość białka ogólnego na podstawie zawartości azotu oznaczonego metodą Kjeldahla. Zawartość glukozyzolanów oceniono metodą chromatografii gazowej jako desulfoglukozyzolany i podano w µM/g nasion. Oszacowano również w skali 9-stopniowej porażenie roślin chorobami grzybowymi. Stopniem „1” oznaczono brak występowania zjawiska, a stopniem „9” maksymalne jego nasilenie. Przed zimą w 1997 i 1998 roku przeprowadzono pomiary biometryczne pięciu kolejnych roślin zebranych z pięciu miejsc wzdłuż przekątnej poletka. Uzyskane wyniki oszacowano przy pomocy analizy wariancji, testu istotności, współczynnika zmienności i współczynnika korelacji. Istotność różnic określono na poziomie ufności $P \leq 0,05$. Symbolem „ni” oznaczono brak podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej.

Wyniki

W oparciu o pomiary średnicy szyjki korzeniowej, wysokości wyniesienia stożka wzrostu i liczby liści w rozecie dokonano charakterystyki roślin przed zimą (tab. 1).

Tabela 1

Charakterystyka roślin przed zimą — *Plant characteristics before winter*

Odmiana <i>Cultivar</i>	Średnica szyjki korzeniowej <i>Diameter of root collar [mm]</i>		Wyniesienie pąka wierzchołkowego <i>Hight of apical growing point [mm]</i>		Liczba liści w rozecie <i>No. of leaves per rosette</i>	
	1997	1998	1997	1998	1997	1998
Kasimir	5,03	6,26	14,1	7,2	7,5	7,2
Buffalo	5,40	4,01	15,4	4,0	8,2	6,4
Lisek	5,15	5,51	15,0	4,8	8,7	7,2
Kana	5,28	5,55	13,8	3,8	8,9	6,5
Gara	4,65	6,24	13,8	6,9	7,7	6,4
NIR _{0,05} dla odmian <i>LSD_{0,05} for cultivars</i>	ni – ns	0,61*	ni – ns	1,34*	ni – ns	ni – ns
Średnia — <i>Mean</i>	5,10	5,51	14,4	5,3	8,2	6,7
NIR _{0,05} dla lat <i>LSD_{0,05} for years</i>	ni – ns		5,98*		1,20*	
NIR _{0,05} dla interakcji <i>LSD_{0,05} for interaction</i>	1,24*		2,43*		ni – ns	

* — istotność na poziomie $\alpha = 0,05$ — *significant at the level $\alpha = 0.05$*

Istotne różnice pomiędzy odmianami wystąpiły jesienią 1998 roku i dotyczyły średnicy szyjki korzeniowej oraz wysokości wyniesienia stożka wzrostu. Najwyższymi wartościami obu tych parametrów charakteryzowały się zrestorowana odmiana Kasimir i populacyjna odmiana Gara. Różnice pomiędzy latami potwierdzają znaczenie warunków meteorologicznych w kształtowaniu rozety rzepaku w okresie jesieni.

Średnie długości faz rozwojowych wyrażone liczbą dni oraz ich zmienność określoną współczynnikiem zmienności przedstawia tabela 2. Najwcześniej rozpoczęła pąkowanie odmiana Lisek. U tej odmiany faza pąkowania trwała najdłużej. Z kolei najkrócej pąkowała i kwitła oraz najdłużej dojrzewała odmiana Kasimir. Większa zmienność dotyczyła długości okresu pąkowania i kwitnienia niż okresu dojrzewania. Natomiast długość okresu wegetacji u badanych odmian była podobna i zdecydowanie najmniej zmienna.

Tabela 2

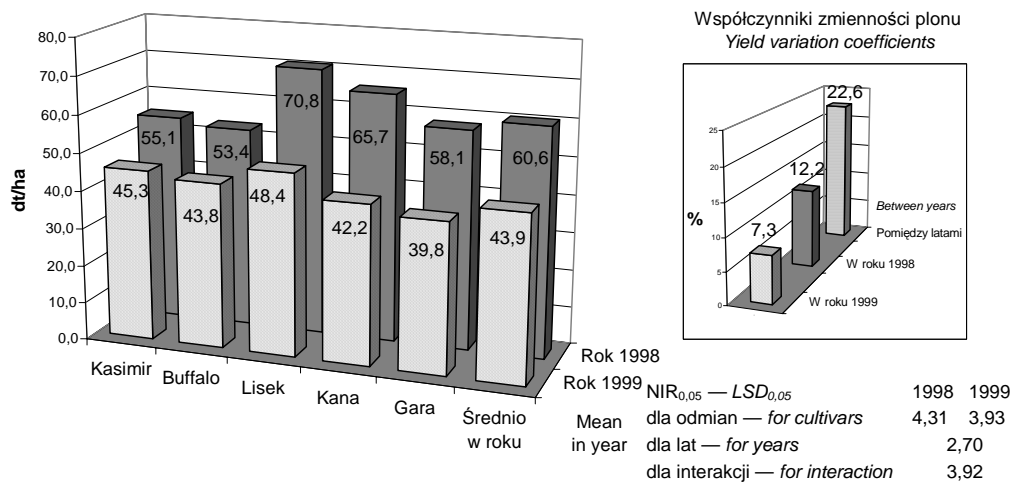
Średnia długość faz rozwojowych odmian rzepaku oraz ich zmienność

Average length of development stages of oilseed rape cultivars and their variability

Odmiana <i>Cultivar</i>	Faza pąkowania <i>Stage of budding</i>	Faza kwitnienia <i>Stage of flowering</i>	Faza dojrzewania <i>Stage of maturing</i>	Okres wegetacji <i>Period of vegetation</i>
Średnia liczba dni — <i>Average numbers of days</i>				
Kasimir	18,5	30,5	39,0	309,5
Buffalo	20,0	31,5	37,0	309,0
Lisek	21,5	34,0	35,0	309,0
Kana	19,0	32,0	37,5	309,0
Gara	19,0	34,5	36,0	311,0
Współczynnik zmienności [%] — <i>Variation coefficient [%]</i>				
Kasimir	26,8	16,2	10,9	0,7
Buffalo	21,2	20,2	15,3	0,5
Lisek	9,9	25,0	12,1	1,8
Kana	22,3	22,1	5,7	1,8
Gara	14,9	22,5	19,6	0,9
Średnio — <i>Mean</i>	19,0	21,2	12,7	1,1

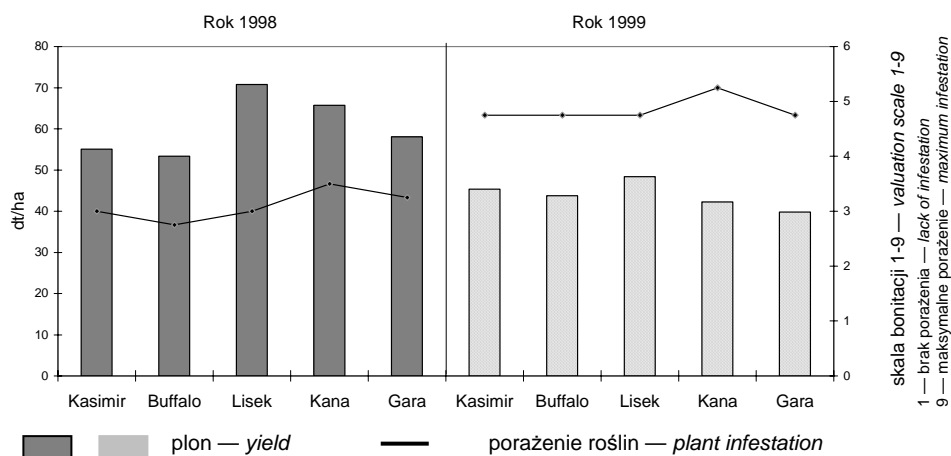
Odmiany istotnie różniły się wysokością plonów (rys. 1). W obu latach odmianą najwyższej plonującą była odmiana Lisek, zwłaszcza w roku 1998, w którym jej plony były istotnie wyższe od wszystkich odmian. W 1998 roku niewiele niżej plonowała również polska odmiana Kana. Natomiast plony odmian mieszańcowych Kasimir i Buffalo były znacznie niższe. W roku 1999 stosunkowo dobrze plonowały odmiany mieszańcowe oraz populacyjna odmiana Kana. Jednak tylko plony odmiany Kasimir nie różniły się istotnie od najwyższej plonującej odmiany Lisek. W tym roku odmiany mieszańcowe plonowały istotnie wyżej od

populacyjnej odmiany Gara, średnio o 10,7%. Wyższe plony zrestorowanych odmian mieszańcowych od odmiany populacyjnej wykazali także Pandey i Zehr (1999). W doświadczeniach przeprowadzonych przez tych autorów efekt heterozji wynosił 12,17–21,39% i był wynikiem większej liczby łuszczyń na roślinie oraz większej liczby nasion w łuszczyń. Decydującego znaczenia liczby łuszczyń w tworzeniu plonu rzepaku dowiodły prace wielu autorów (Schrimpf 1954, Stolle 1954, Olsson 1960, Thurling 1974, Muśnicki 1989, Wójtowicz 1999).



Rys. 1. Plon nasion i jego zmienność — Seed yield and its variability (dt/ha)

Zanotowano istotne różnice plonów odmian pomiędzy latami prowadzenia doświadczenia. Znacznie większa zmienność plonów nasion w latach niż pomiędzy odmianami potwierdza decydującą rolę warunków środowiskowych w kształtowaniu wysokości plonu nasion. Czynnikiem ograniczającym plony w roku 1999 było porażenie roślin chorobami grzybowymi, a zwłaszcza czernią krzyżowych (rys. 2). Wykazano istotną korelację ujemną wysokości plonowania i porażenia roślin ($r = -0,79^{**}$). Związane jest to z faktem, że porażone łuszczyńy pękały, a nasiona osypywały się. Do momentu pojawienia się chorób grzybowych rośliny rozwijały się prawidłowo. Bonitacje przeprowadzone w czasie kwitnienia i dojrzewania wykazały, że rośliny kwitły intensywnie, a następnie dobrze zawiązywały łuszczyńy. Mniejsza zmienność plonów w roku 1999 niż w roku 1998 (rys. 1) może wskazywać, że czynnik stresowy niweluje różnice pomiędzy odmianami wynikające z ich potencjału plonotwórczego. Istotna interakcja dowodzi natomiast, że odmiany różniły się wiernością plonowania. Oprócz odmiany Lisek wyższą wartością tej cechy charakteryzowały się odmiany mieszańcowe. Wójtowicz i Wielebski (1998) podkreślają wartość wiernie plonujących odmian ze względu na dużą zmienność warunków pogodowych.



Rys. 2. Zależność plonu od porażenia roślin czernią krzyżowych (*Alternaria* spp.) — Dependence of yield upon plants infestation by dark leaf and pod spot

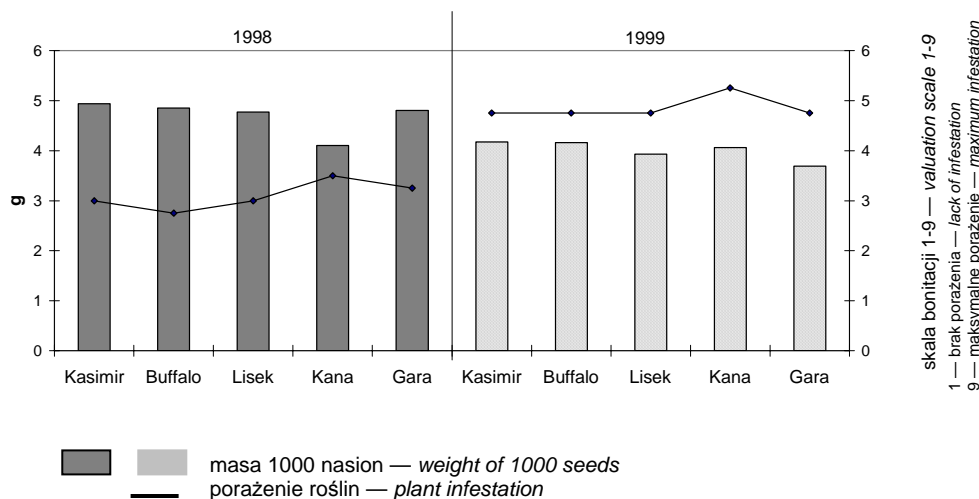
Zróznicowanie w latach masy 1000 nasion oraz cech jakościowych przedstawia tabela 3. Wartości masy 1000 nasion oraz prezentowanych cech jakościowych były wyższe w roku 1998. Brak istotnych różnic dotyczył tylko zawartości białka. Cecha ta zatem wydaje się być najmniej podatna na zmianę warunków środowiskowych. Niemniej zawartość białka istotnie zmienia się pod wpływem nawożenia azotowego, co wykazali Budzyński i in. (1985), Augustinussen (1987), Wright i in. (1988), Ogunlela i in. (1989), Taylor i in. (1991), Jasińska i in. (1993) oraz Wielebski i Wójtowicz (1998).

Tabela 3
Masa 1000 oraz cechy jakościowe nasion — Weight of 1000 seeds and seed quality features

Rok Year	Masa 1000 nasion Weight of 1000 seeds [g]	Zawartość tłuszczu Fat content [%]	Zawartość białka Protein content [%]	Zawartość glukozynolanów Glucosinolate content [μM/g nasion]
1998	4,70	48,0	20,4	11,5
1999	3,98	46,9	20,0	9,9
NIR _{0,05} LSD _{0,05}	0,38*	0,73*	ni – ns	1,43*

* — istotność na poziomie $\alpha = 0,05$ — significant at the level $\alpha = 0.05$

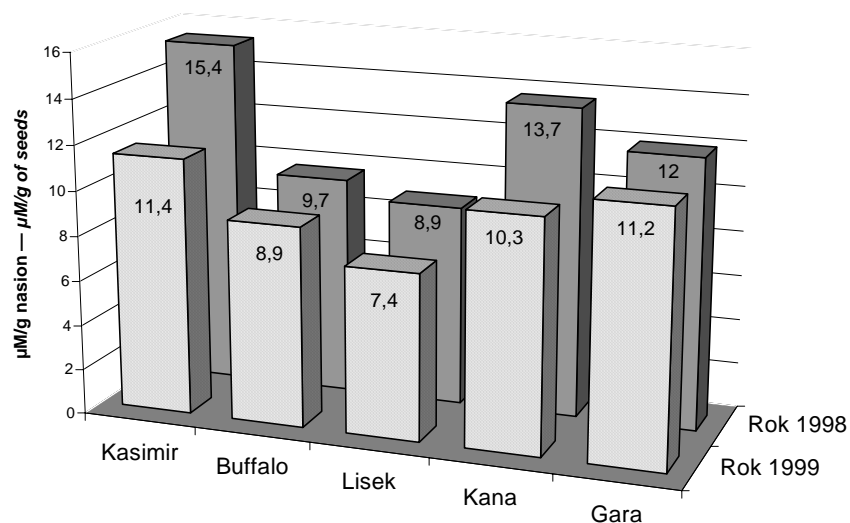
Niższe wartości masy 1000 nasion w roku 1999 były wynikiem silnego porażenia roślin czernią krzyżowych (*Alternaria* ssp.) (rys. 3). Wykazano istotnie ujemną zależność masy 1000 nasion od porażenia roślin ($r = -0,86^{**}$). Wpływ porażenia roślin na zawartość tłuszczu i białka nie został udowodniony statystycznie. Natomiast zaobserwowane na roślinach wiosną 1999 roku silne objawy niedoboru siarki mogą tłumaczyć niższą w tym roku zawartość glukozyolanów w nasionach.



Rys. 3. Zależność masy 1000 nasion od porażenia roślin czernią krzyżowych (*Alternaria* ssp.)
 Dependence of 1000 seed weight upon plants infestation by dark leaf and pod spot

Najniższą zawartość glukozyolanów stwierdzono u odmiany Lisek (rys. 4), która w roku 1998 wynosiła 8,9 $\mu\text{M/g}$ nasion, a w roku 1999 7,4 $\mu\text{M/g}$ nasion. Spośród odmian mieszańcowych niższą zawartością glukozyolanów charakteryzowała się odmiana Buffalo. Ponadto ich zawartość u odmian Gara, Buffalo i Lisek wydaje się być bardziej stabilna niż u odmian Kana i Kasimir.

Wyższe współczynniki zmienności cech jakościowych nasion dla odmian w danym roku niż dla średnich wartości badanych cech z lat dowodzą ich silniejszej zależności od genotypu niż od środowiska (tab. 4). Natomiast masa 1000 nasion okazała się bardziej zależna od warunków środowiskowych. W przypadku tej cechy zmienność pomiędzy latami była wyższa niż między odmianami w poszczególnych latach. W obu latach największa zmienność dotyczyła zawartości glukozyolanów, która zmieniała się również najmocniej pod wpływem warunków środowiskowych.



Rys. 4. Zawartość glukozynolanów w nasionach [µM/g nasion] — *Glucosinolate content in seeds [µM/g of seeds]*

Tabela 4

Współczynniki zmienności masy 1000 oraz cech jakościowych nasion [%]
Variation coefficients of weight of 1000 seeds and seed quality features [%]

Rok Year	Masa 1000 nasion Weight of 1000 seeds	Zawartość tłuszczu Fat content	Zawartość białka Protein content	Zawartość glukozynolanów Glucosinolate content
1998	7,2	2,3	3,5	22,7
1999	5,0	2,0	3,5	17,1
1998–1999	11,2	1,7	0,7	13,6

Wnioski

1. Najwyżej i najwierniej spośród badanych odmian plonuje odmiana Lisek wprowadzona z linii podwojonych haploidów.
2. Odmiana Lisek odznacza się najniższą zawartością glukozynolanów.
3. Znacznie większa zmienność wielkości plonowania oraz masy 1000 nasion pomiędzy latami prowadzenia doświadczenia niż poszczególnymi odmianami

potwierdza wysoce istotną rolę warunków środowiskowych w kształtowaniu plonu nasion.

4. Jakość nasion w większym stopniu zależy od genotypu niż warunków środowiskowych.
5. Spośród przebadanych cech jakościowych zawartość glukozyolanów w nasionach charakteryzuje się kilkakrotnie większą zmiennością niż zawartość tłuszczu i białka.

Literatura

- Augustinussen E. 1987. The influence of nitrogen fertilization on growth and development of winter oilseed rape. *Danish Journal of Plant Science*, 91: 301-311.
- Bartkowiak-Broda I. 1998. Odmiany mieszańcowe rzepaku – osiągnięcia i perspektywy. *Rośliny Oleiste*, XIX (2): 359-370.
- Budzyński W., Majkowski K., Horodyski A., Jasińska Z., Jodłowski M., Muśnicki Cz., Orłowska T., Owczarek W. 1985. Wpływ poziomu i terminu wiosennego nawożenia azotem na plonowanie odmian rzepaku ozimego. *Biul. IHAR*, 157: 123-134.
- Champolivier L., Merrien A. 1999. Comparison of growth, yield components and seed quality of an "hybrid-line" composite versus a classical line. *Proc. 10th Int. Rapeseed Congress. C.D., Canberra*.
- Jasińska Z., Malarz W., Budzyński W., Tobiła P. 1993. Wpływ sposobu wiosennego nawożenia azotem na plonowanie rzepaku ozimego. *Postępy Nauk Rolniczych*, 6: 33-40.
- Muśnicki Cz. 1989. Charakterystyka botaniczno-rolnicza rzepaku ozimego i jego plonowanie w zmiennych warunkach środowiskowo-agrotechnicznych. *Rocz. Akademii Rolniczej w Poznaniu, Rozprawy Naukowe*, 191: 1-154.
- Nałęczyńska A., Cegielska T. 1991. Doubled haploid production and field experiments with homozygous lines of rapeseed. *Proc. 8th Int. Rapeseed Conf. Saskatoon, Canada*: 1488-1490.
- Nałęczyńska A., Cegielska T., Gazecka-Michalska B. 1994. Use of doubled haploid lines in Polish rapeseed breeding. *Bull. GCIRC*, 10: 58-62.
- Möhring S., Esch E., Wricke G. 1999. Breeding hybrid varieties in winter rapeseed using recessive self-incompatibility. *Proc. 10th Int. Rapeseed Congress. C.D., Canberra*.
- Ogunlela V., Kullman A., Geisler G. 1989. Leaf growth and chlorophyll content of oilseed rape (*Brassica napus* L.) as influenced by nitrogen supply. *J. Agron. Crop Sci.*, 163: 73-89.
- Olsson G. 1960. Some relationships between number of seeds per pod, seed size, oil content and the effects of selection for these characters in *brassica* and *sinapis*. *Hereditas*, 46: 29-70.
- Pandey L.B., Zehr B.E. 1999. Commercial heterosis of F₁ hybrids in Oilseed Brassica. *Proc. 10th Int. Rapeseed Congress. C.D., Canberra*.
- Schrimpf D. 1954. Untersuchungen über den Blüten und Schotenansatz bei Raps, Rübsen und Senf. *Zschr. Acker- und Pflanzenbau*, 97: 305-336.
- Taylor A.J., Smith C.J., Wilson I.B. 1991. Effect of irrigation and nitrogen fertilizer on yield, oil content, nitrogen accumulation and water use of canola (*Brassica napus* L.). *Fertilizer Res.*, 29: 249-260.

- Stolle G. 1954. Ein Beitrag zur Ertragszüchtung beim Winterraps. Züchter, 24: 202-215.
- Thurling N. 1974. Morphophysiological Determinates of Yield in Rapeseed (*Brassica campestris* and *Brassica napus*). II Yield Components. Aust. J. Agric. Res., 25: 711-721.
- Wielebski F., Wójtowicz M. 1998. Reakcja odmian rzepaku ozimego na wzrastające dawki azotu na glebach żytnych w Zielęcinie. Rośliny Oleiste, XIX (2): 507-514.
- Wójtowicz M. 1999. Struktura plonowania podwójnie ulepszonych odmian rzepaku ozimego *Brassica napus* L. ssp. *oleifera* f. *biennis* w różnych warunkach siedliskowych. Praca doktorska. Akademia Rolnicza – Poznań.
- Wright G.C., Smith C.J., Woodroofe M.R. 1988. The effect of irrigation and nitrogen fertilizer on rapeseed (*Brassica napus* L.) production in south-eastern Australia. I. Growth and seed yield. Irrig. Sci., 9: 1-13.