

JADWIGA MILEWSKAKatedra Hodowli Roślin i Nasiennictwa
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski, Olsztyn

Odporność linii wsobnych bobiku na suszę w hodowli odmian syntetycznych

Resistance of field bean inbred lines to drought in breeding of synthetic cultivars

Badano odporność na suszę 13 linii wsobnych bobiku i 9 populacji syntetycznych, utworzonych z tych linii. Podstawę badań stanowiły 2-letnie doświadczenia polowe i opisy biometryczne wszystkich roślin z kombinacji: „kontrola” — K (naturalne warunki polowe) i „susza” — S (namiot foliowy w okresie kwitnienia roślin). W ocenie odporności badanych materiałów przyjęto dwa kryteria — ich plonowanie w warunkach suszy oraz reakcję na suszę w liczbie węzłów owocujących, liczbie strąków z rośliny, liczbie nasion z rośliny i plonie nasion z rośliny. Reakcję wyrażono jako tolerancję — stosunkiem wartości ww. cech z „suszy” do ich wartości z „kontroli” (S/K), w procentach. Stwierdzono, że populacje syntetyczne słabiej reagowały na suszę niż linie i wykazywały wyższy efekt heterozji cech plonotwórczych w warunkach niedoboru wodnego niż w naturalnych warunkach polowych. Analiza korelacji cech (średnia komponentów — syntetyk) wskazała, że lepszym kryterium selekcji linii na komponenty odpornych odmian syntetycznych jest ich plonowanie w warunkach suszy niż reakcja na suszę.

Słowa kluczowe: bobik, linie wsobne, odmiany syntetyczne, odporność na suszę, plonowanie

Resistance to drought of 13 inbred lines of field bean and 9 synthetic populations originated from these lines was evaluated. Our studies included two-year field trials and morphological descriptions of all plants from treatments designated ‘control’ (natural field conditions) and ‘drought’ (polyethylene tunnel in the period of plant flowering). When estimating the resistance of plants to drought, two criteria were taken into account: yielding under drought conditions and plant response to drought, expressed in the number of: fruiting nodes, pods per plant, seeds per plant and seed yield per plant. The response has been shown in the work as a tolerance by using percentage values illustrating the proportion of evaluated trait in the drought treatment (D) to that in the control treatment (C), taken as 100%. It was found that the response of synthetic populations was less pronounced than that of the lines, and showed higher heterosis effect under water deficiency than under field conditions. Analysis of correlation (mean value for components — synthetics) showed that the yield obtained in drought conditions was a better criterion for selecting inbred lines to become the components of synthetic cultivars than the response to drought.

Key words: drought resistance, field bean, inbred lines, synthetic cultivars, yield

WSTĘP

Bobik jest rośliną bardzo zawodną w plonowaniu, gdyż silnie reaguje na zmienne warunki środowiska, zwłaszcza wilgotnościowe. Jest szczególnie wrażliwy na suszę glebowo-atmosferyczną w okresie kwitnienia roślin, która może powodować podobne straty w plonie, jak susza dłużej trwająca — do końca wegetacji (Plies-Balzer, 1995).

Poprawę stabilności plonowania bobiku można uzyskać drogą hodowli form odpornych na suszę (Bond i in., 1994; Subbarao i in., 1995). Uważa się, iż najważniejszym kryterium oceny tej odporności jest plon, przy czym, według jednych autorów (Bierljand-Kozielnikow, 1981; Amede i in., 1999) powinien to być stosunek plonu w warunkach stresowych do plonu w warunkach bezstresowych, a według innych (Grzesiuk, Górecki, 1978; Bond i in., 1994; Subbarao i in., 1995) — plonowanie w warunkach stresu.

Dla bobiku, rośliny częściowo-allogamicznej, szczególnie zalecana jest hodowla odmian syntetycznych, wykazujących często znaczny efekt heterozji plonu (Ebmeyer, 1988; Scheyball, 1988; Bond i in., 1994; Brzozowski i in., 2000) oraz większą stabilność w plonowaniu, która wynika z większej heterogenności i wyższej tolerancji na stresy roślin mieszańcowych (Bond i in., 1994; Stelling i in., 1994). O plonowaniu takich odmian decydują w głównej mierze produktywność i zdolność kombinacyjna ich komponentów rodzicielskich — cechy znacznie modyfikowane warunkami środowiska (Fleck, Rückenbauer, 1989; Link, Ederer, 1993). Zmienność komponentów w tych cechach może wynikać m.in. z ich różnej odporności na suszę (Milewska i in., 1997).

Celem niniejszej pracy było określenie związku plonowania populacji syntetycznych bobiku z odpornością na suszę ich rodzicielskich linii wsobnych.

MATERIAŁ I METODY

Materiał badawczy stanowiło 13 linii wsobnych (wyprowadzonych z odmian, mieszańców międzyliniowych i rodów) oraz 9 populacji syntetycznych, utworzonych z tych linii i 2 odmiany wzorcowe: Nadwiślański, Dino.

Badania prowadzono w latach 1996 i 1997, w których kolejnym pokoleniom wsobnym linii S₆, S₇ odpowiadały kolejne rozmnożenia syntetyków — Syn₁, Syn₂.

Podstawą badań były doświadczenia polowe, w dwóch kombinacjach:

- kontrola (naturalne warunki polowe),
- susza (namiot foliowy w okresie kwitnienia roślin).

Doświadczenia założono w układzie split-plot, w 3 powtórzeniach, na poletkach 1,6 m², wysiewając w każdym powtórzeniu linie wsobne, syntetyki i odmiany wzorcowe. Po zbiorach wszystkie rośliny poddano opisom biometrycznym, określając m.in.: liczbę węzłów owocujących pędu głównego, liczbę strąków z rośliny, liczbę nasion z rośliny i plon nasion z rośliny.

W ocenie odporności badanych materiałów na suszę przyjęto dwa kryteria:

- plonowanie w warunkach okresowo działającej suszy pod namiotem foliowym,

— reakcję na zastosowaną suszę, jako procentowe odniesienie wartości cech z kombinacji „susza” do ich wartości w „kontrolu” (wyższy procent — słabsza reakcja, większa tolerancja).

Uzyskane wyniki opracowano statystycznie za pomocą analiz wariancji (syntez) i korelacji prostej. Analizom wariancji cech poddano oddzielnie linie i syntetyki. Współczynniki korelacji dla współzależności cech „kontrola-susza-reakcja na suszę” obliczono na podstawie średnich obiektowych dla linii ($n = 13$) i syntetyków ($n = 9$), a dla współzależności „średnia komponentów-syntetyk” na podstawie trzech powtórzeń ($n = 27$).

WYNIKI

Lata badań (1996, 1997) różniły się znacznie przebiegiem warunków atmosferycznych. Bardziej sprzyjający dla wzrostu, rozwoju i plonowania roślin był rok 1996, w którym korzystniejsze dla bobiku były również warunki glebowe doświadczeń. Zarówno w kontroli, jak i pod folią, uzyskano dwukrotnie wyższe plony nasion niż w roku 1997, pomimo dość zbliżonej w latach reakcji na zastosowaną suszę.

Analiza wariancji wykazała istotny wpływ lat, suszy i obiektów na zmienność cech plonotwórczych badanych materiałów. Różna była także reakcja linii i syntetyków na lata i zastosowaną suszę (istotne współdziałania: lata $\times$ obiekty, wilgotność $\times$ obiekty), przy czym poszczególne obiekty wykazywały taki sam kierunek reakcji (istotnie słabsze plonowanie w roku 1997 niż w 1996 oraz w warunkach suszy niż w warunkach kontrolnych), lecz różny jej stopień. Zróżnicowanie obiektów w reakcji na suszę było niezależne od roku badań (nieistotne współdziałanie lata $\times$ wilgotność $\times$ obiekty).

Większość badanych linii wsobnych, w warunkach kontrolnych dała istotnie niższy plon nasion z rośliny (średnio z lat) niż obydwie odmiany wzorcowe (tab. 1), a w warunkach suszy była zbliżona pod tym względem do bardziej wrażliwej i słabiej plonującej odmiany Dino. Najsilniejszą reakcję na stres przejawiały linie w liczbie nasion z rośliny i plonie nasion z rośliny. Liczbę węzłów owocujących zmniejszyły średnio o 20,5%, liczbę strąków z rośliny o 30%, liczbę nasion z rośliny o 37,6%, a plon nasion z rośliny o 34,9%, w porównaniu z kontrolą. Linie najwyższej plonujące w warunkach suszy (Kagalipskij, Kristal, 150/1 $\times$ 182/1) charakteryzowały się również słabszą reakcją na stres. Nie wszystkie jednak linie słabiej reagujące na suszę dały wyższy plon.

Analiza współzależności cech „kontrola-reakcja na suszę-susza” (tab. 1) wykazała, że w roku 1996 plonowanie linii w warunkach suszy było silniej związane z plonowaniem w kontroli, natomiast w roku 1997 — z tolerancją linii na suszę (istotne, dodatnie współczynniki korelacji). Większą tolerancję wykazywały jednak linie słabo plonujące w warunkach kontrolnych (ujemne współczynniki korelacji), stąd analizowane związki można określić następująco — linie bardziej plenne silniej reagowały na suszę, a pomimo to dawały wyższy plon w warunkach stresu.

Podobne zależności plonowania różnych genotypów w różnych warunkach wilgotnościowych doświadczeń polowych wykazali inni autorzy (Milewska i in. 1995, Link i in., 1997; Amede i in., 1999). W badaniach Milewskiej i wsp. (1995) nad 35 liniami wsobnymi intensywność reakcji na stres, oceniona na podstawie odwodnienia liści, redukcji

powierzchni liści i spadku plonu nasion, zależała od roku badań i różny w latach był stopień powiązania tolerancji linii na suszę z ich plonowaniem. Corocznie jednak linie wyżej plonujące w warunkach kontrolnych, plonowały również wyżej w warunkach stresu, a najwyższym plonem nasion w suszy charakteryzowały się linie, które w najmniejszym stopniu ograniczyły powierzchnię liści.

Tabela 1

Reakcja linii wsobnych bobiku na suszę i ich plonowanie.
Response of field bean inbred lines to drought and their yielding

linie, komponenty syntetyków, —nr lines, components of synthetics — No.		Średnie z lat (1996–1997) Mean values from years (1996–1997)					
		liczba węzłów owocujących no. of fruiting nodes	liczba strąków z rośliny no. of pods per plant	liczba nasion z rośliny no. of seeds per plant	plon nasion z rośliny (g) seed yield per plant (g)		
		$\frac{S}{K} \%$	$\frac{S}{K} \%$	$\frac{S}{K} \%$	K	S	$\frac{S}{K} \%$
Drisa	1, 3	66,4	63,8	50,9	15,7	10,2	62,0
Erfordia	4, 6, 8	77,2	66,6	63,9	16,2	10,4	65,2
Frab Iso	1, 3, 5, 7, 9	72,3	58,0	49,6	18,2	10,8	57,0
Kagalipskij	1, 9	82,1	79,8	69,0	16,3	11,8	72,7
Kristal	4	90,0	78,8	67,6	16,3	11,9	73,5
Prausnitzer	1, 2	77,3	66,5	60,4	16,7	10,5	63,6
150/1 × 26/4	1, 2, 7, 9	80,6	70,7	62,7	17,6	11,6	65,7
150/1 × 182/1	1, 3, 7, 9	86,9	77,3	71,2	16,3	11,9	70,5
182/1 × 153/1	4	81,5	61,9	62,4	13,0	8,6	65,1
756/4 × 2J	4, 6, 8	77,0	66,7	58,4	17,1	10,3	58,8
756/4 × 186/2	8	75,2	67,2	61,6	16,3	9,9	60,4
R-636	1, 2, 3, 5, 7, 8, 9	84,2	78,7	68,0	14,4	9,1	65,9
R-682	1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	83,0	73,7	65,2	17,1	11,0	66,0
Wzorce: Standards:							
Nadwiślański		71,7	66,2	63,6	18,9	13,4	70,9
Dino		60,0	57,5	48,6	18,9	10,4	55,0
NIR ($P = 0,05$)		-	-	-	1,8	1,8	-
LSD ($P = 0,05$)		-	-	-	1,8	1,8	-
Średnie dla linii; Means for lines		79,5	70,0	62,4	16,2	10,6	65,1
współzależność „kontrola-susza” w latach (współczynniki korelacji) interrelation „control-drought” in years (correlation coefficients)							
K–S	1996	0,664*	0,769**	0,735**		0,730**	
	1997	0,346	0,190	0,020		0,268	
$K - \frac{S}{K} \%$	1996	-0,160	-0,160	-0,402		-0,348	
	1997	-0,707**	0,825**	-0,804**		-0,422	
$\frac{S}{K} \%$ – S	1996	0,631*	0,506	0,322		0,384	
	1997	0,416	0,391	0,575*		0,758**	

K — Kontrola (naturalne warunki polowe); Control (natural field conditions)

S — Susza (namiot foliowy); Drought (polyethylene tunnel)

*, ** — Istotność przy $P = 0,05$, $P = 0,01$

*, ** — Significant at $P = 0,05$, $P = 0,01$

Amede i wsp. (1999), badając 19 linii wsobnych, wykazali również, że linie wyżej plonujące w dobrych warunkach wilgotnościowych, o większej biomase, były bardziej wrażliwe na suszę ale wytwarzały wyższy plon również w warunkach suszy. Autorzy stwierdzili, że można wyselekcjonować genotypy wysokopienne i odporne na suszę w normalnych warunkach, bezstresowych.

W badaniach Linka i wsp. (1997), przeciwnie niż w niniejszych, korelacja między tolerancją na suszę a plonem w warunkach suszy była negatywna (choć nieistotna), ale autorzy wykazali podobną, dodatnią korelację plonu w suszy z plonem w warunkach kontrolnych i genotypową zmienność tolerancji na suszę 41 form różnego pochodzenia. Formy egzotyczne charakteryzowały się większą odziedziczalnością tolerancji niż formy miejscowe. Autorzy uważają, że drogą krzyżowań odpowiednich genotypów można uzyskać formy dobrze plonujące w różnych warunkach środowiska.

Badane populacje syntetyczne wykazywały przeciętnie słabszą reakcję na suszę niż linie wsobne i wyżej plonowały, a korelacje „kontrola-reakcja na suszę-susza” były podobne jak dla linii.

Analiza współzależności plonowania syntetyków i ich linii rodzicielskich (średnia z komponentów-syntetyk) — tabela 2, wykazała, że w warunkach kontrolnych, w obydwu latach, współzależność ta była wysoce istotna we wszystkich określonych cechach (dla plonu nasion z rośliny, średnio — $r = 0,75$). Potwierdzałoby to powszechnie wskazywaną zależność wartości syntetyków od wartości ich komponentów.

Tabela 2

Współzależność syntetyków bobiku i ich linii rodzicielskich w odporności na suszę (współczynniki korelacji)

Relation between synthetics of field bean and their parental lines in drought resistance (coefficients of correlation for synthetics and mean values from their components)

Lata Years	Średnie komponentów Mean for components	Syntetyki (susza) Synthetics (drought)			
		liczba węzłów owocujących no. of fruiting nodes	liczba strąków z rośliny no. of pods per plant	liczba nasion z rośliny no. of seeds per plant	plon nasion z rośliny (g) seed yield per plant
1996	K	0,448*	0,475*	0,556**	0,571**
	S	0,418*	0,504**	0,567**	0,562**
	S/K(%)	-0,077	-0,208	-0,136	-0,106
1997	K	0,680***	0,714***	0,829***	0,858***
	S	0,669***	0,742***	0,829***	0,824***
	S/K(%)	0,587**	0,669***	0,796***	0,754***
Średnia Mean	K	0,564**	0,595**	0,693***	0,715***
	S	0,544**	0,623***	0,698***	0,693***
	S/K(%)	0,255	0,231	0,330	0,324

K — Kontrola (naturalne warunki polowe); Control (natural field conditions)

S — Susza (namiot foliowy); Drought (polyethylene tunnel)

*, **, *** — Istotność przy $P = 0,05$, $P = 0,01$, $P = 0,001$

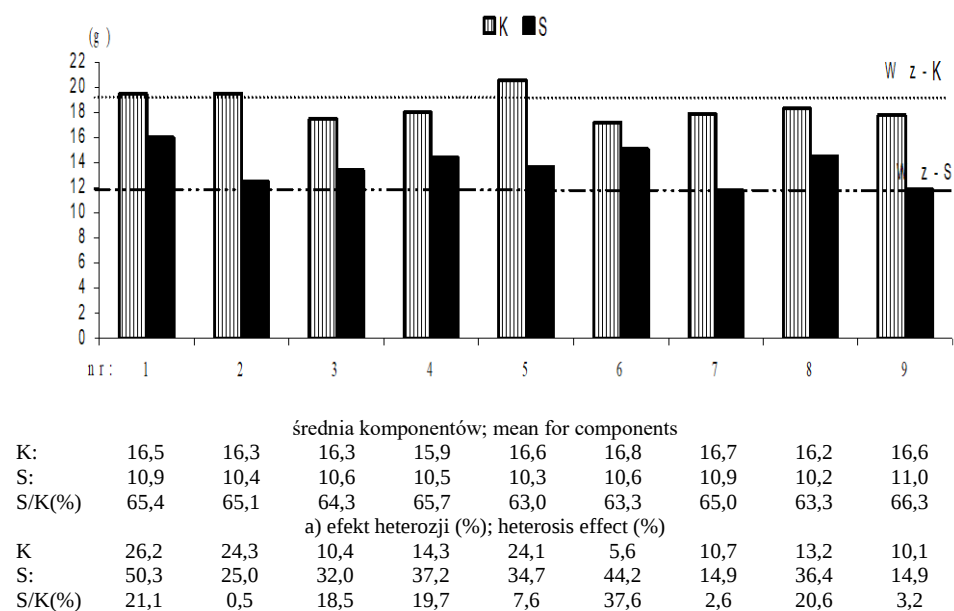
*, **, *** — Significant at $P = 0,05$, $P = 0,01$, $P = 0,001$, respectively

W warunkach stresu wodnego plonowanie populacji syntetycznych było tym wyższe, im wyżej plonowały ich linie rodzicielskie w kontroli i suszy (tab. 2). W roku 1997

wykazano również istotną, dodatnią zależność plonowania syntetyków od tolerancji ich komponentów na suszę.

Średnie z lat współczynniki korelacji dla syntetyków i ich komponentów oraz przedstawione wcześniej zależności plonowania linii „kontrola-susza”, wskazały, że plonowanie populacji syntetycznych w warunkach stresu wodnego zależy od odporności na suszę linii rodzicielskich, przy czym, lepszym kryterium doboru linii do tworzenia takich odmian wydaje się być ich plonowanie w warunkach suszy, lub nawet w kontroli, niż reakcja na suszę, gdyż mniej wrażliwymi na stres mogą okazać się formy niskopienne (dające słabo plonujące syntetyki). Do podobnych wniosków, odnośnie selekcji genotypów do hodowli odmian stabilnie plonujących, doszli Link i wsp. (1997), Abdelmula i wsp. (1999), Amede i wsp. (1999).

Zróznicowanie populacji syntetycznych, zarówno w warunkach kontrolnych, jak i w warunkach suszy, mogło zależeć jednak nie tylko od wartości ich komponentów, ale także od efektów heterozji cech plonotwórczych.



nr: 1-9 — nr syntetyków; K — kontrola (naturalne warunki polowe)

S — susza (namiot foliowy); Wz — średnia wzorców; a) — heterozja w stosunku do średniej komponentów

1-9 — no. of synthetics; K — control (natural field conditions);

S — drought (polyethylene tunnel); Wz — mean of standards; a) — mid-component heterosis

Rys. 1. Plon nasion z rośliny (g) populacji syntetycznych bobiku — średnie z lat

Fig. 1. Seed yield per plant (g) for field bean synthetic populations — mean from years

Odnosząc poszczególne syntetyki do średniej z odpowiednich linii rodzicielskich, stwierdzono, że wykazywały one heterozję kilku cech, zwłaszcza liczby nasion i plonu nasion z rośliny. Efekty heterozji były na ogół wyższe w roku 1997 (mniej sprzyjającym

wysokiemu plonowaniu), a w obydwu latach — wyższe w warunkach suszy niż w kontroli. Potwierdzałoby to znane w innych roślinach zjawisko, iż efekt heterozji wyraża się tym silniej, im gorsze są warunki środowiska. Przeciętnie (z lat), efekt heterozji plonu nasion z rośliny badanych syntetyków wynosił 15,4% w kontroli i 32,2% w warunkach suszy, natomiast dla tolerancji na suszę — 14,6%.

Abdelmula i wsp. (1999), określając podobnie efekt heterozji plonu w 27 mieszańcach bobiku, utworzonych z 12 linii wsobnych, wykazali również, że był on wyższy dla plonu w warunkach suszy (52%) niż w kontroli (39,3%). Nieznaczna była natomiast heterozja tolerancji na suszę (4,8%).

Na rysunku 1 przedstawiono średni z lat plon nasion z rośliny badanych populacji syntetycznych przy odpowiadających im średnich wartościach komponentów i efektach heterozji.

Spośród ocenianych syntetyków do najlepszych zaliczały się syntetyki nr 1, 2 i 5, które zarówno w kontroli, jak i w suszy, przewyższały plonem średnią odmian wzorcowych. Na uwagę zasługuje fakt, że w warunkach suszy wszystkie populacje plonowały wyżej niż średni wzorzec (populacja nr 1 — istotnie wyżej niż odporniejsza odmiana Nadwiślański).

Badane syntetyki prawie nie różniły się średnim (z lat) plonem swoich komponentów, ani ich reakcją na suszę, a pomimo to, były istotnie zróżnicowane w plonowaniu.

Syntetyki, wyróżniające się wyższym plonem w kontroli i suszy (1, 2, 5) wykazywały najwyższy efekt heterozji plonu w tych warunkach, a syntetyki dobrze plonujące w warunkach suszy (1, 4, 6, 8) — także w tolerancji na zastosowaną suszę.

Reasumując można stwierdzić, że przy zbliżonej (średniej z lat) odporności komponentów na suszę, zróżnicowanie populacji syntetycznych w plonie nasion wynikało z różnego efektu heterozji plonu.

WNIOSKI

1. Wykazano istotny związek plonowania populacji syntetycznych bobiku z odpornością ich linii rodzicielskich na suszę.
2. Lepszym kryterium oceny i selekcji linii na komponenty wysokoplennych odmian syntetycznych jest ich plonowanie w warunkach suszy niż reakcja na suszę.
3. Linie wyżej plonujące w kontroli na ogół silniej reagowały na warunki stresowe, lecz stosunkowo dobrze plonowały w tych warunkach oraz dawały bardziej plenne syntetyki.
4. Badane populacje syntetyczne były bardziej tolerancyjne na suszę niż linie wsobne i wykazywały wyższy efekt heterozji cech w warunkach niedoboru wody niż w naturalnych warunkach polowych.
5. Zróżnicowanie plonowania syntetyków nie różniących się odpornością komponentów na suszę, może wynikać z różnego efektu heterozji cech plonotwórczych.

LITERATURA

- Abdelmula A. A., Link W., Kittlitz E. V., Stelling D. 1999. Heterosis and inheritance of drought tolerance in faba bean, *Vicia faba* L. Plant Breed., 118: 485 — 490.
- Amede T., Kittlitz E. V., Schubert S. 1999. Differential drought responses of faba bean (*Vicia faba* L.) Inbred lines. J. Agronomy Crop Sci. 183: 35 — 45.
- Bierljand-Kożiewnik W. M., Udobrienko G. W. 1981. Tr. po Prikl. Bot., Gien. i Sjel., 71 (1): 34 — 40.
- Bond D. A., Jelis G. J., Rowland G. G., Le Guen J., Robertson L. D., Khalil S. A., Li-Juan L. 1994. Present status and future strategy in breeding faba beans (*Vicia faba* L.) for resistance to biotic and abiotic stresses. Euphytica, 7: 151 — 161.
- Brzozowski J., Masłowski J., Segit Z., Milczak M. 2000. Ocena poziomu plonowania mieszańców syntetycznych F₁ i efektów heterozji u bobiku. Fragn. Agron. 8: 43 — 51.
- Ebmeyer E. 1988. Heterosis and genetic variances and their implications from breeding improved varieties of spring beans (*Vicia faba* L.). Plant Breed., 101:200 — 207.
- Fleck A., Rückenbauer P. 1989. Der Polycrostest als methodischer Schritt in der Fababohnenzüchtung (experimentelle Ergebnisse). Bodenkultur. 40 (1): 61 — 72.
- Grzesiuk S., Górecki R. 1978. Metody badania odporności roślin na suszę. Hod. Rośl. Aklim. 1/2: 40 — 46.
- Link W., Ederer W. 1993. The concept of varietal ability for partially allogamous crops. Plant Breed. 110: 1 — 8.
- Link W., Abdelmula A. A., Kittlitz E., Bruns S., Riemer H., Stelling D. 1997. Genotypic variation for drought tolerance in *Vicia faba*. Plant Breed. 118: 477 — 483.
- Milewska J., Januszewicz E. K., Koczowska I. 1995. Response of leaf area, water content, dry matter accumulation and yielding of field bean (*Vicia faba* L.) inbred lines to drought. Proc. 2nd European Conference on Grain Legumes „Improving Production and Utilisation of Grain Legumes” (9–13 July 1995, Copenhagen-Denmark): 126 — 127.
- Milewska J., Koczowska I., Gołaszewski J. 1997. Ocena linii wsobnych bobiku jako komponentów odmian syntetycznych. Zesz. Probl. Post. Nauk. Rol. 446: 119 — 125.
- Plies-Balzer E., Kong T., Schubert S., Mengel K. 1995. Effect of water stress on plant growth, nitrogenase activity and nitrogen economy of four different cultivars of *Vicia faba* L. Eur. J. Agron., 4 (2): 167 — 173.
- Stelling D., Link W., Ebmeier E. 1994. Yield stability in faba bean, *Vicia faba* L. Effects of heterozygosity and heterogeneity. Plant Breed. 112: 30 — 39.
- Subbarao G. V., Johansen C., Slinkard A. E., Nageswara Rao R. C., Saxena N. P., Chauhan Y. S. 1995. Strategies for improving drought resistance in grain legumes. Crit. Rev. Pl. Sci. 14 (6): 469 — 523.
- Scheybal S. 1988. Performance of field beans of differentiated genetic structures. Archiv. Züchtungsforschung. 18: 45 — 53.