

JANUSZ PODLEŚNY¹**ANNA PODLEŚNA**²¹ Zakład Uprawy Roślin Pastewnych² Zakład Żywienia Roślin i Nawożenia

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach

Wpływ różnych poziomów wilgotności gleby na rozwój i plonowanie dwóch genotypów łubinu białego (*Lupinus albus* L.)

The effect of different levels of soil moisture on development and yielding of two different genotypes of white lupine (*Lupinus albus* L.)

Badania prowadzono w Instytucie Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach, w komorach klimatycznych. Czynnikiem I rzędu były dwa genotypy łubinu: Bardo — forma tradycyjna i Katon — forma samokończąca, a czynnikiem II rzędu zróżnicowana wilgotność gleby: 30%, 50% i 70% polowej pojemności wodnej. Zmniejszenie zawartości wody w glebie silnie ograniczało rozwój i plonowanie łubinu. Najslabiej plonował łubin odmiany Katon uprawiany w warunkach najmniejszej wilgotności gleby (30% ppw), a najlepiej odmiany Bardo w warunkach optymalnej wilgotności - 70% ppw. Obniżka plonu nasion uzyskanego z roślin rosnących w warunkach niższej wilgotności gleby wynikała z mniejszej obsady strąków na roślinie i mniejszej liczby nasion na roślinie. Samokończąca forma łubinu białego — Katon była bardziej wrażliwa na suszę niż odmiana tradycyjna — Bardo.

Słowa kluczowe: łubin biały, odmiany, stres suszy, rozwój roślin, plonowanie

The study was conducted in climatic chambers at the Institute of Soil Science and Plant Cultivation in Puławy. The experimental design included two factors: two morphologically different varieties of white lupine: Bardo (traditional form) and Katon (determinate form), and differentiated soil moisture: 30%, 50% and 70% of field water capacity. Decreased water content of the soil strongly reduced both the development and yielding of white lupine. The lowest yield was found for var. Katon that was cultivated at the lowest soil moisture (30% of field water capacity). The highest yield was obtained with var. Bardo grown at the optimal soil moisture (70% of field water capacity). The reduction of seeds yield, found for plants grown under conditions of lower soil moisture, resulted from a lower pods density per plant as well as lower number of seeds per plant. Determinate lupine var. Katon was more susceptible to water deficit in the soil than was traditional var. Bardo.

Key words: drought stress, plant development, varieties, white lupine, yielding

WSTĘP

Łubin biały ma duże wymagania wodne w okresie kiełkowania nasion. Ilość wody pobranej w tym okresie stanowi około 170% masy nasion. Jednak ze względu na dużą powierzchnię asymilacyjną, największe potrzeby wodne łubinu białego występują w okresie kwitnienia i zawiązywania strąków (Jasińska i Kotecki, 1993). Niedobór wody w glebie w tym okresie powoduje zrzucanie zawiązków pąków kwiatowych i kwiatów jeszcze przed zapłodnieniem, a także strąków. Objawia się to mniejszą liczbą strąków i nieregularnym ich rozmieszczeniem na łodydze. Warunki wilgotnościowe stanowią jeden z głównych czynników ograniczających plon nasion tego gatunku. Obecnie w Polsce uprawia się dwie zróżnicowane formy łubinu białego: tradycyjną i samokończącą. Z badań przeprowadzonych dotychczas wynika, że wymienione formy łubinu białego mają inne wymagania dotyczące agrotechniki (Podleśny, 2002; Prusiński, 1999). Wynika to ze zmienionego pokroju morfologicznego rośliny oraz innego rytmu jej rozwoju. Można sądzić, że wymienione, zróżnicowane formy łubinu mogą mieć również inne wymagania dotyczące warunków wilgotnościowych gleby.

Przeprowadzone badania miały na celu określenie wpływu zróżnicowanej wilgotności gleby na rozwój i plonowanie dwóch genotypów łubinu białego oraz porównanie ich wrażliwości na niedobór wody w glebie.

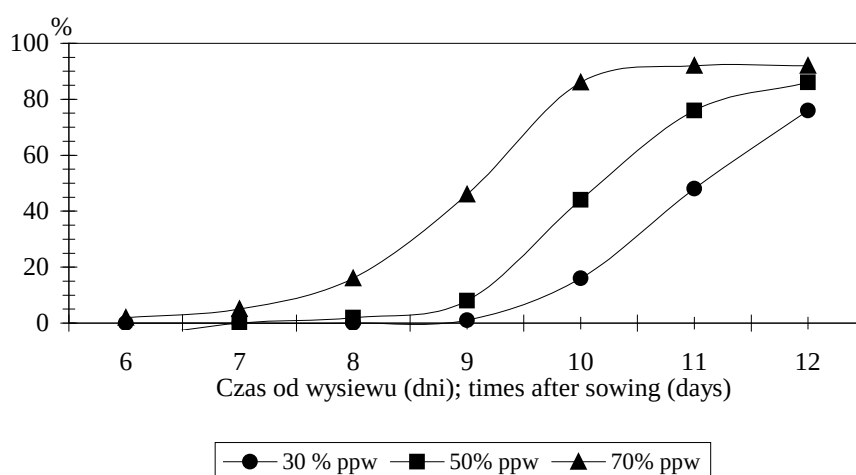
MATERIAŁ I METODY

Badania prowadzono w Instytucie Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach, w komorach klimatycznych firmy HERAUS, w 4 powtórzeniach. Do każdego wazonu Mitscherlicha, zawierającego 7 kg gleby średniozwięzłej, wysiewano po 10 nasion łubinu białego. Następnie po wschodach dokonywano przerywki pozostawiając po 5 roślin w wazonie. Czynnikiem I rzędu były dwa genotypy łubinu: Bardo — forma tradycyjna i Katon — forma samokończąca, a czynnikiem II rzędu zróżnicowana wilgotność gleby: 30, 50 i 70% polowej pojemności wodnej (ppw). W fitotronach utrzymywano warunki termiczne zbliżone do występujących w okresie wegetacji roślin w warunkach polowych. Temperatura powietrza w zależności od okresu rozwoju wynosiła od 4 do 20°C w nocy i od 7 do 26°C w dzień, wilgotność powietrza 65% w dzień i 85% w nocy oraz długość dnia od 9 do 14 godzin. W doświadczeniu prowadzono szczegółowe obserwacje wzrostu i rozwoju roślin. W okresie wschodów rośliny liczono kilkakrotnie w celu określenia dynamiki wschodów. W okresie kwitnienia zmierzono: powierzchnię liści skanerem sprzężonym z komputerem oraz indeks zieloności liści (SPAD) wykorzystując N-Tester SPAD 502. Rośliny zbierano w dwóch terminach: w okresie kwitnienia określono plon suchej masy poszczególnych organów części nadziemnej i korzeni a w okresie dojrzałości roślin określono plon nasion i cechy jego struktury. Dlatego każdy obiekt liczył podwójną liczbę wazonów, tak aby po zbiorze w I terminie część wazonów tego samego obiektu pozostawała do zbioru w II terminie. Doświadczenie przeprowadzono w trzech powtórzeniach. Uzyskane wyniki stanowiły średnią z trzech wazonów. Korzenie wydzielano poprzez płukanie całej masy glebowej na sitach. Masę korzeniową jednej

rośliny określano jako średnią z pięciu roślin. W analizie statystycznej posługiwano się półprzedziałem ufności Tukeya przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$. Sporządzono również wykresy regresji obrazujące kształtowanie się ważniejszych cech biologicznych i użytkowych roślin w zależności od wilgotności gleby przy pomocy programu StatGraphics Plus v. 4.0.

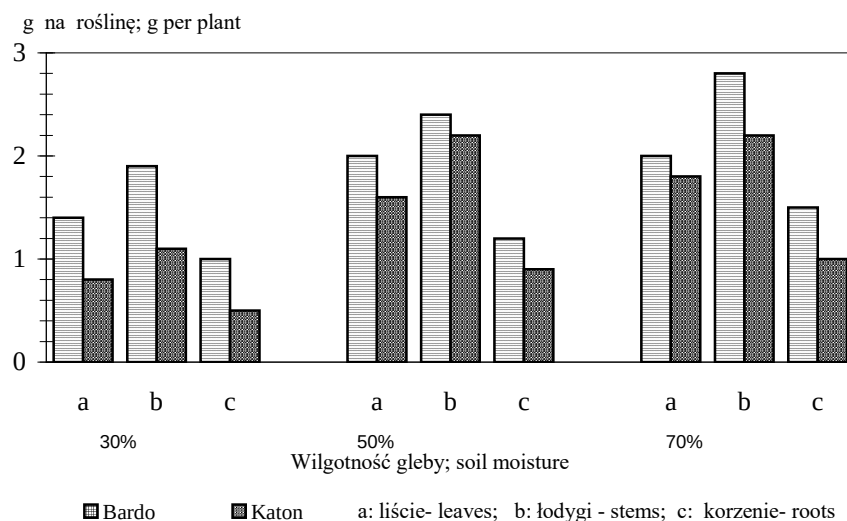
WYNIKI I DYSKUSJA

Tempo kiełkowania i wschodów łubinu uzależnione było od wilgotności gleby. Najwcześniej wschodziły rośliny w wazonach zawierających glebę najbardziej wilgotną. W wazonach zawierających najmniejszą ilość wody (30% ppw) wschody były mniej równomierne i opóźnione o około 3 dni w porównaniu do obiektów z większą wilgotnością gleby. Nie obserwowano różnicy między odmianami łubinu w odniesieniu do terminu i tempa wschodów roślin, dlatego przebieg wschodów przedstawiono na rysunku 1 wspólnie dla obydwu badanych odmian.



Rys. 1. Dynamika wschodów łubinu w zależności od wilgotności gleby
Fig. 1. Relationship between soil moisture and the dynamic of lupine emergences

Susza (30% ppw) bardzo wyraźnie ograniczała wzrost roślin, przy czym jej wpływ na rozwój łubinu był bardziej widoczny w odniesieniu do odmiany Katon niż Bardo. Rośliny obydwu badanych form łubinu rosnące w warunkach suszy zakwitały o kilka dni wcześniej niż rośliny rosnące w warunkach gleby bardziej wilgotnej (50 i 70% ppw). Wcześniejsze zakwitanie roślin rosnących w warunkach stresu powodowanego wzajemną konkurencją o wodę obserwowali także Kotecki (1990) i Podleśny (1994) w odniesieniu do innych gatunków roślin uprawnych. Zróżnicowane warunki wilgotności gleby wpływały modyfikująco również na plon suchej masy liści, łodyg i korzeni (rys. 2).

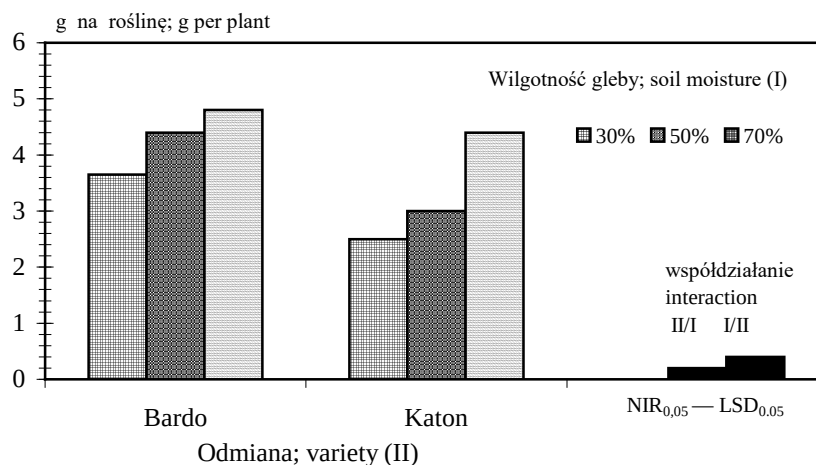


Rys. 2. Plon suchej masy łubinu białego rosnącego na glebie o różnej zawartości wody
Fig.2. Dry matter yield of white lupine grown under various soil moisture conditions

Najwyższy plon suchej masy części nadziemnej i korzeni obu odmian łubinu uzyskano z roślin uprawianych w warunkach najbardziej uwilgotnionej gleby (70%ppw). Niedobór wody w glebie wpływał bardziej ograniczająco na przyrost masy poszczególnych organów łubinu odmiany Katon — typ samokończący niż odmiany Bardo — typ tradycyjny. Plon suchej masy liści, łodyg i korzeni łubinu białego odmiany Bardo rosnącego na glebie o wilgotności 30% ppw wynosił odpowiednio: 1,4; 1,9 i 1,0 g/roślinę i był mniejszy od plonu uzyskanego na glebie o wilgotności 70% ppw odpowiednio o: 53,8; 47,8 i 46,6%. Dla odmiany Katon plon suchej masy liści, łodyg i korzeni wynosił: 0,8; 1,2 i 0,5 g/roślinę, gdy rośliny rosły na glebie najbardziej suchej (30% ppw) i był mniejszy w porównaniu z analogicznymi organami roślin rosnących na glebie najbardziej wilgotnej odpowiednio o: 61,1; 60,0 i 55,5%.

Wystąpiło współdziałanie odmiany i wilgotności gleby w odniesieniu do plonu nasion i cech jego struktury (rys. 3).

Łubin biały odmiany Bardo plonował lepiej na wszystkich poziomach wilgotności gleby niż łubin odmiany Katon. Z jednej rośliny łubinu odmiany Bardo uzyskano średnio 4,3 g, a odmiany Katon 3,2 g nasion. Wilgotność gleby miała istotny wpływ na poziom uzyskanego plonu nasion. Średnio dla dwóch badanych odmian uprawianych w warunkach 70, 50 i 30% ppw uzyskano plon nasion z jednej rośliny wynoszący odpowiednio: 4,6; 3,7 i 3,0g. Wraz ze zmniejszaniem zawartości wody w glebie zmniejszał się plon nasion obydwu odmian łubinu białego. Większą niżkę plonu na skutek niedoboru wody w glebie stwierdzono w przypadku odmiany Katon niż odmiany Bardo. Wilgotność gleby miała także istotny wpływ na kształtowanie się niektórych cech struktury plonu (tab. 1).



Rys. 3. Plon nasion łubinu białego
Fig. 3. Yield of white lupine seeds

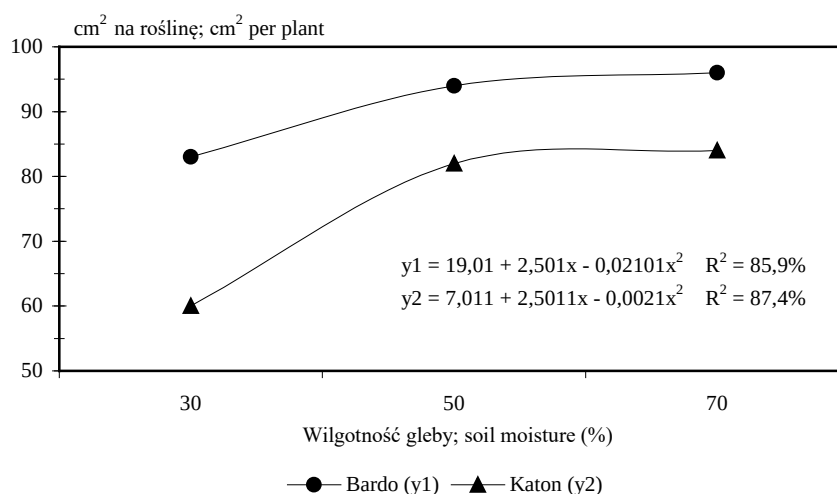
Tabela 1

Średnie wartości wybranych cech morfologicznych i użytkowych łubinu białego
Means for some morphological and usable characters of white lupine

Odmiany Varieties	Wilgotność gleby Soil moisture %	Liczba strąków na roślinie Number of pods per plant	Liczba nasion na roślinie Number of seeds per plant	Masa 1000 nasion 1000 seed weight (g)	Stosunek suchej masy części nadziemnej do suchej masy korzeni (S/R) Weight ratio of aboveground parts to roots
Bardo	30	3,6	8,2	194	3,3
	50	4,1	8,8	208	3,6
	70	4,1	9,2	221	3,6
Katon	30	2,4	6,6	202	4,6
	50	3,1	7,2	231	4,5
	70	3,0	7,8	242	4,2
NIR, dla interakcji ($\alpha = 0,05$)					
LSD for interaction ($\alpha = 0.05$)					
II/I		0,20	0,82	4,22	0,24
I/II		0,44	1,14	4,84	0,86

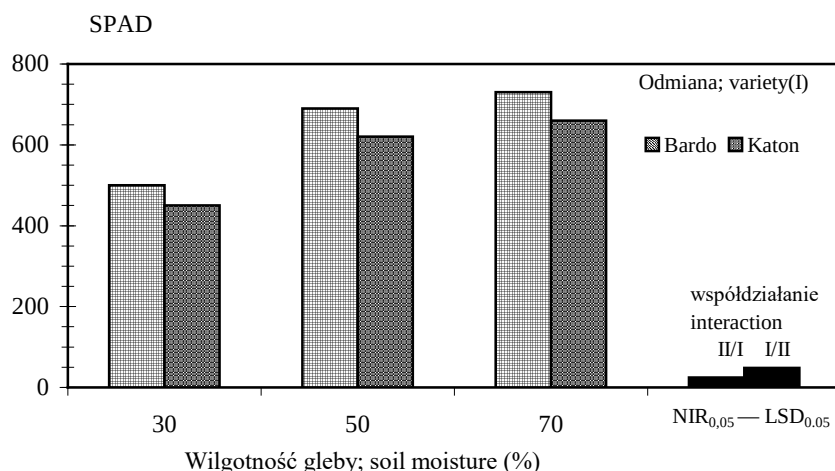
Na skutek suszy stwierdzono między innymi zmniejszenie, liczby strąków i nasion z rośliny oraz masy 1000 nasion. Podobne obserwacje dotyczące plonowania oraz zmian wartości cech struktury plonu poczynił Podleśny (2001) w badaniach dotyczących uprawy bobiku w zróżnicowanych warunkach wilgotności gleby.

Rośliny łubinu białego odmiany Bardo wytworzyły w okresie kwitnienia pędu głównego większą powierzchnię liści niż rośliny odmiany Katon (rys. 4).



Rys. 4. Zależność powierzchni liści łubinu białego od wilgotności gleby
Fig. 4. The dependence of white lupine leaf area on soil moisture

Niedobór wody w glebie wpływał ograniczająco na rozwój powierzchni liści wykształconej przez obydwie odmiany łubinu. U odmiany Bardo stwierdzono mniejszą redukcję przyrostu blaszek liściowych pod wpływem suszy niż u odmiany Katon. Negatywny wpływ suszy na kształtowanie powierzchni blaszek liściowych, ale w odniesieniu do soi stwierdzili także Hoogenboom i wsp. (1987) oraz Randal i Sinclair (1988), Samenshima i wsp. (1995) oraz Sarkar (1994). Szczegółowe pomiary wartości SPAD wykazały mniejszą zawartość chlorofilu w liściach roślin łubinu rosnącego na glebie najbardziej suchej 9 (rys. 5). Zmniejszenie powierzchni liściowej oraz zawartości chlorofilu w liściach miało przypuszczalnie wpływ na zmniejszoną produktywność fotosyntezy, a w konsekwencji zmniejszenie plonu i pogorszenie cech jego struktury. Rozumowanie takie potwierdzają badania Itoh i Kumura (1986), Bunce (1988) oraz Michałka i Borowskiego (1998) prowadzone nad uprawą soi w zróżnicowanych warunkach wilgotności podłoża. Większa wrażliwość samokończących odmian łubinu białego na niedobór wody w podłożu i związana z tym niższa plonu oraz redukcja cech jego struktury, jak również istotne zmniejszenie wartości niektórych cech morfologicznych i użytkowych w porównaniu z odmianami tradycyjnymi wynika najprawdopodobniej z większego stosunku masy części nadziemnej do masy korzeni (tab. 1). Samokończąca odmiana łubinu białego Katon wytwarzała wprawdzie w okresie kwitnienia nieco mniejszą masę części nadziemnej niż odmiana tradycyjna Bardo, ale jednocześnie masa korzeni tej odmiany była o wiele mniejsza niż odmiany Bardo. Również z badań Szukały (1999) wynika, że samokończące formy łubinu białego wytwarzają mniejszą biomasa korzeni i brodawek korzeniowych.



Rys. 5. Indeks zieloności liścia (SPAD) roślin łubinu białego rosnących na glebie o różnej wilgotności
Fig. 5. Leaf greenness index (SPAD) of white lupine plants grow in the soil of different moisture

Przypuszczenia dotyczące mniejszej odporności na suszę roślin wytwarzających dużą masę części nadziemnej i małą masę korzeniową potwierdzają badania Grzesiaka i wsp. (1998), w których wykazano, że rośliny strączkowe wytwarzające mniejszą masę korzeniową i u których stosunek masy części nadziemnej do masy korzeni (S/R) jest większy są mniej odporne na suszę. Parametr S/R jest często uwzględniany w hodowli roślin o zwiększonej odporności na suszę (Hurd, 1974; Tardieu i Katerji, 1991).

WNIOSKI

1. Poziom wilgotności gleby miał istotny wpływ na termin i równomierność wschodów badanych odmian łubinu białego. Najwcześniejsze i najbardziej równomierne wschody roślin stwierdzono na glebie najbardziej wilgotnej (70% ppw). Obydwie zróżnicowane morfologicznie odmiany łubinu białego reagowały podobnie na zmianę wilgotności podłoża w odniesieniu do terminu i równomierności wschodów roślin.
2. Zmniejszenie zawartości wody w glebie silnie ograniczało rozwój i plonowanie łubinu. Najślabiej plonował łubin odmiany Katon uprawiany w warunkach najmniejszej wilgotności gleby (30% ppw), a najlepiej odmiany Bardo w warunkach optymalnej wilgotności (70% ppw).
3. Obniżka plonu nasion uzyskanego z roślin rosnących w warunkach niższej wilgotności gleby wynikała z mniejszej obsady strąków na roślinie, mniejszej liczby nasion z rośliny oraz istotnej redukcji masy 1000 nasion.
4. Susza bardzo wyraźnie ograniczała dynamikę gromadzenia masy przez poszczególne organy łubinu. Łubin biały odmiany Katon — typ samokończący był bardziej wrażliwy na niedobór wody w glebie niż odmiany Bardo — typ tradycyjny.

5. Rośliny łubinu odmiany Bardo wytwarzały większą masę poszczególnych organów części nadziemnej i korzeni niż odmiany Katon. Niższy stosunek masy części nadziemnej do masy korzeni (S/R) roślin odmiany Bardo w porównaniu do odmiany Katon, świadczy o większej ich odporności na suszę.

LITERATURA

- Bunce J. A. 1988. Differential responses of photosynthesis to water stress in three soybean cultivars. *Plant Physiol. Biochem.* 26 (4): 415 — 420.
- Grzesiak S., Filek W., Grzesiak M. 1998. Wpływ stresu wodnego na wzrost korzeni różnych odmian roślin strączkowych różniących się wrażliwością na suszę. W: *Ekofizjologiczne aspekty reakcji roślin na działanie abiotycznych czynników stresowych*. PAN Kraków: 63 — 68.
- Hoogenboom G., Peterson C. M., Huck M. G. 1987. Shoot growth rate soybean as affected by drought stress. *Agronomy J.* 79 (4): 598 — 607.
- Hurd E. A. 1974. Can we breed for drought resistance. In: *Drought injury and resistance in crops*. Larson K. L., Eastin J. D., (eds.). Published by Crop Science Society of America, Madison: 77 — 88.
- Itoh R., Kumura A. 1996. Acclimation of soybean plants to water deficit. II Recovery of photosynthesis and leaf water status under prolonged water deficit. *Jap. J. Crop Sci.* 55 (3): 374 — 378.
- Jasińska Z., Kotecki A. 1993. Rośliny strączkowe. PWN, Warszawa: 97 — 99.
- Kotecki A. 1990. Wpływ składu gatunkowego oraz zróżnicowanego udziału komponentów w mieszankach na plon nasion peluszek uprawianych w różnych warunkach glebowych. Rozprawa habilitacyjna, AR Wrocław.
- Michałek S., Borowski E. 1998. Reakcja wybranych odmian soi (*Glycine max* L.) na suszę. *Zesz. Nauk. AR w Krakowie*, 57, t. 2: 905 — 908.
- Podleśny J. 1994. Możliwości zmniejszenia strat nasion grochu poprzez zastosowanie rośliny podporowej i różnych sposobów zbioru. R (318) IUNG Puławy.
- Podleśny J. 2001. The effect of drought on the development and yielding of two different varieties of the fodder broad bean (*Vicia faba minor*). *J. Appl. Genet.*, 42(3): 283 — 287.
- Podleśny J. 2002. Growth and yields of conventional and determinate forms of white lupine. Raport IUNG (w druku).
- Prusiński J. 1999. Impact of plant density on the yielding of white lupin (*Lupinus albus* L.). In: *Lupin in Polish and European Agriculture*. Polskie Towarzystwo Łubinowe ATR Bydgoszcz: 106 — 110.
- Randall H. C., Sinclair T. R. 1988. Sensitivity of soybean leaf development to water deficits. *Plant, Cell and Environment*, 11 (9): 835 — 839.
- Sameshima R., Sakuratani T., Takenouchi A. 1995. Relationship between transpiration rate of soybean plants (*Glycine max* Merr: cv. Enrei) and soil water content estimated by stem heat balance and heat probe methods. *J. Agricult. Meteorology*, 51 (2): 153 — 157.
- Sarkar R. K. 1994. Studies on some morpho-physiological characters in relation to drought tolerance in soybean. *Indian J. Plant Physiology*, 37 (1): 40 — 42.
- Szukała J., Czekala J. 1999. Dynamika wzrostu biomasy korzeni i brodawek oraz ich skład chemiczny u tradycyjnej i samokończącej odmiany łubinu białego. W: *Lupin in Polish and European Agriculture*. Polskie Towarzystwo Łubinowe ATR Bydgoszcz: 116 — 123.
- Tardieu F., Katerji N. 1991. Plant response to soil water reserve: consequences of the root system environment. *Irrigation Sci.* 12: 145 — 152.