

JANUSZ PODLEŚNY

Zakład Uprawy Roślin Pastewnych
Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy w Puławach

WPŁYW SPOSOBU SIEWU I ROZSTAWY RZĘDÓW NA WZROST,
ROZWÓJ I PLONOWANIE ZDETERMINOWANEJ FORMY ŁUBINU
BIAŁEGO

The effect of sowing method and row spacing on the growth, development and yielding of determinate type of white lupine

ABSTRAKT: Nowe odmiany łubinu białego, o zdeteminowanym typie wzrostu, mają inny pokrój, produkują mniejszą biomasę w okresie wegetacji oraz wykazują inny rytm wzrostu i rozwoju niż odmiany tradycyjne. Można przypuszczać, że mają one także inne wymagania dotyczące struktury przestrzennej łanu, określanej przez zagęszczenie roślin w łanie, rozstawę rzędów oraz odległość roślin w rzędzie. Również zastosowanie precyzyjnego siewu punktowego gwarantującego dużą równomierność rozmieszczenia roślin w łanie może mieć wpływ na wzajemną konkurencję roślin o światło, wodę i składniki pokarmowe. Celem podjętych badań było określenie wpływu sposobu siewu oraz rozmieszczenia roślin na jednostce powierzchni na wzrost, rozwój oraz kształtowanie cech plonotwórczych samokończącego genotypu łubinu białego odmiany Katon. Badania prowadzono w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym w Grabowie w latach 2001–2003. Pierwszym czynnikiem była rozstawa rzędów: szeroka – 0,35 m i wąska – 0,25 m, a drugim czynnikiem sposób siewu: punktowy i niepunktowy. Sposób rozmieszczenia roślin na jednostce powierzchni wpływał istotnie na kształtowanie cech morfologicznych łubinu białego. Rośliny uprawiane w szerszej rozstawie rzędów bądź wyrosłe z nasion wysiewanych niepunktowo charakteryzowała między innymi większa wysokość i mniejsza powierzchnia liści. Szerokość rozstawy rzędów i sposób siewu modyfikowały dynamikę gromadzenia masy łubinu białego. Zwiększenie szerokości międzyrzędzi z 0,25 do 0,35 m powodowało zmniejszenie plonu masy poszczególnych organów roślinnych oraz wyraźną redukcję wielkości i liczby pędów bocznych. Przyrost plonu nasion łubinu białego na skutek zastosowania siewu punktowego i szerszej rozstawy rzędów był konsekwencją zwiększonej obsady strąków na roślinie i liczby nasion z rośliny oraz mniejszego udziału w plonie nasion słabo wykształconych (poślądu).

słowa kluczowe: key words:

łubin biały – white lupine, siew punktowy – single-grain sowing, siew niepunktowy – drilling, rozstawa rzędów – row spacing, rozwój roślin – development of plants, plonowanie – yielding

WSTĘP

Odmiany łubinu białego o zdeterminowanym typie wzrostu, określane często jako samokończące, charakteryzuje krótszy okres wegetacji i związane z tym wcześniejsze i bardziej równomierne dojrzewanie oraz inna w porównaniu z odmianami tradycyjnymi dynamika gromadzenia asymilatów w plonie biologicznym i rolniczym (13). Odmiany te cechuje ponadto brak bądź silna redukcja pędów bocznych, co zmniejsza wzajemne zacienianie się roślin. Zagadnienie to w przypadku tych odmian może odgrywać ważną rolę, bowiem zdaniem Ruszkowskiego i Jaworskiej (19) o zmianie produktywności roślin uprawianych w różnym zagęszczeniu decyduje w większym stopniu światło niż powierzchnia przypadająca na jedną roślinę. Można przypuszczać, że odmiany samokończące mają również inne wymagania dotyczące agrotechniki, której ważnym elementem jest struktura przestrzenna ładu, określana przez zagęszczenie roślin w łanie, rozstawę rzędów oraz odległość roślin w rzędzie. Sposób rozmieszczenia roślin na jednostce powierzchni obok kształtowania warunków świetlnych decyduje także o zaopatrzeniu pojedynczej rośliny w wodę i składniki pokarmowe (11). Stosowanie chemicznych metod zwalczania chwastów stwarza możliwość zmniejszania szerokości międzyrzędzi z jednoczesnym zwiększeniem odległości między roślinami w rzędzie, przy stałym, optymalnym zagęszczeniu ładu.

W dostępnej literaturze brakuje doniesień dotyczących wpływu struktury przestrzennej ładu na wzrost, rozwój i plonowanie zróżnicowanych morfologicznie odmian łubinu białego. Spotyka się przede wszystkim prace odnoszące się do innych gatunków roślin strączkowych (9, 10, 18, 24) lub opracowania związane z obsadą roślin i jej wpływem na produktywność i strukturę plonu (2, 21). Poszukiwanie sposobów rozmieszczenia roślin na jednostce powierzchni zapewniających uzyskanie optymalnej architektury ładu i struktury plonu prowadzi się także w odniesieniu do innych gatunków (5, 16, 20).

W literaturze przedmiotu brakuje również prac dotyczących wpływu precyzyjnego siewu na rozwój i plonowanie roślin strączkowych. Tymczasem coraz częściej obserwuje się próby stosowania siewu punktowego w odniesieniu do gatunków roślin wysiewanych dotychczas niepunktowo (4). Brak odpowiednich siewników do precyzyjnego siewu roślin strączkowych uniemożliwiał prowadzenie badań dotyczących tej tematyki. Dopiero w ostatnich latach pojawiły się w naszym kraju siewniki pozwalające na precyzyjny wysiew nasion wielu gatunków roślin, w tym także grubonasiennych roślin strączkowych. Zagadnienie siewu punktowego nabiera szczególnego znaczenia w odniesieniu do łubinu białego, bowiem specyficzny kształt nasion utrudnia ich wysiew siewnikami zbożowymi.

Celem podjętych badań było określenie wpływu precyzyjnego siewu oraz sposobu rozmieszczenia roślin na jednostce powierzchni na wzrost, rozwój oraz kształtowanie cech plonotwórczych samokończących genotypów łubinu białego.

MATERIAŁ I METODY

Badania prowadzono w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym IUNG w Grabowie, w latach 2001–2003. Doświadczenie założono metodą równoważnych podbloków (split-plot-split-block), w czterech powtórzeniach, na glebie kompleksu pszenego dobrego klasy IIIa. Rośliną doświadczalną był łubin biały o zdeterminowanym wzroście odmiany Katon. Czynnikiem I rzędu była rozstawa rzędów: szeroka – 35 cm, i wąska – 25 cm, a czynnikiem II rzędu – sposób siewu: rzędy niepunktowy (siewnik Amazone) oraz rzędy punktowy (siewnik Planter 2). W każdym roku doświadczenia przedplonem były zboża. Nasiona łubinu zaprawiano zaprawą nasienną Super Homai 70 DS i wysiewano na głębokość 2–3 cm. W roku 2001 i 2002 siew wykonano w I połowie kwietnia, a w roku 2003 w II połowie kwietnia. Materiał siewny charakteryzował się dobrą zdolnością kiełkowania (około 95%) i czystością (98%). Bezpośrednio po siewie stosowano bronowanie w celu przykrycia nasion i wyrównania powierzchni pola. Chwasty dwuliścienne zwalczano stosując doglebowo Linurex w dawce 1,5 kg·ha⁻¹, a jednoliścienne – herbicyd Targa w dawce 1 l·ha⁻¹, w początkowym okresie kwitnienia roślin. Ponadto po wschodach i w okresie kwitnienia pędu głównego łubinu stosowano oprysk preparatem Decis w dawce 0,3 l·ha⁻¹ przeciwko oprzędzikom. W okresie wegetacji prowadzono szczegółowe obserwacje

Tabela 1

Zbiory i fazy rozwojowe roślin
Plant harvests and development stages

Zbiór Harvest	Fazy rozwojowe roślin Development stages of plants
T1	Rośliny w fazie 4–5 liści, wysokość około 20 cm, intensywne tworzenie brodawek korzeniowych (skala BBA – 26) 4–5 leaf stage, intensive formation of root nodules
T2	Kwitnienie pędu głównego łubinu, pojawienie się pierwszych pąków na pędach bocznych, wysokość roślin około 50–60 cm (skala BBA – 64) Flowering of main shoot, first buds on lateral shoots, plant height about 50–60 cm
T3	Zawiązywanie strąków i początek wypełniania nasion na pędzie głównym, wysokość roślin około 75–80 cm (skala BBA – 72) Pod setting and beginning of seed filling on main shoot, height about 75–80 cm
T4	Pełnia wypełniania nasion na pędzie głównym, początek zawiązywania strąków na pędach bocznych, zahamowanie wzrostu roślin (skala BBA – 78) Full seed filling on main shoot, beginning of pod setting on lateral shoots, retardation of plants growth
T5	Dojrzałość pełna nasion na pędzie głównym i pędach bocznych, około 90–95% strąków zbrunatniałych, wilgotność nasion około 20% (skala BBA – 92) Full maturity of seeds on main shoot and lateral shoots, about 90–95% of pods browned, moisture of seeds about 20%

wzrostu i rozwoju roślin oraz porażenia przez choroby i szkodniki. Ustalono zagęszczenie łąnu po wschodach i przed zbiorem, licząc liczbę roślin na powierzchni 1 m². Notowano daty wystąpienia ważniejszych faz rozwojowych łubinu: początku i pełni wschodów, początku i pełni kwitnienia, zawiązywania strąków i wypełniania nasion, zbrunatnienia 10% i 90% strąków oraz dojrzałości pełnej nasion. Przeprowadzono ocenę zachwaszczenia oraz wylegania łąnu w skali 9°. W celu określenia świeżej i suchej masy poszczególnych organów roślinnych oraz wykonania dokładnych pomiarów biometrycznych rośliny zbierano w 5 terminach począwszy od fazy 4–5 liści do dojrzałości (tab. 1). Powierzchnia poletek do zbioru wynosiła 31,5 m². Zbiór nasion wykonano kombajnem poletkowym „Sedmaster”. Po zbiorze określono plon nasion i cechy jego struktury. Wyniki badań opracowano statystycznie metodą analizy wariancji, posługując się półprzedziałem ufności Tukeya przy poziomie istotności $\alpha = 0,05\%$.

WYNIKI

Układ warunków pogodowych w latach badań znacznie modyfikował przebieg wegetacji łubinu białego. Wysoka wilgotność gleby wiosną uniemożliwiła rozpoczęcie prac polowych, dlatego siew nasion łubinu wykonano w roku 2001 i 2002 w pierwszej połowie kwietnia, a w roku 2003 w II połowie kwietnia. Nasiona wysiane w roku 2001 szybko kiełkowały, bowiem w kwietniu odnotowano znaczną ilość opadów atmosferycznych. W związku z tym wschody były równomierne i następowały już po około 11 dniach od siewu. Natomiast w latach 2002–2003 wystąpiła susza wiosenna, dlatego wschody łubinu były opóźnione i rozpoczęły się po 16 dniach od wysiewu. Obsada roślin po wschodach uzależniona była przede wszystkim od sposobu siewu. W każdym roku prowadzenia doświadczenia uzyskano znacznie mniejszą od zakładanej obsadę roślin w obiektach z siewem punktowym w porównaniu z siewem rzędownym. Na planowane 60 roślin na 1 m², po wschodach uzyskano średnio z 3 lat badań dla siewu rzędownego – 55, a siewu punkowego – 53 rośliny na 1 m². Nie stwierdzono istotnego wpływu szerokości rozstawy rzędów na wschody roślin. Obsada roślin łubinu białego po wschodach była podobna we wszystkich latach badań i wynosiła średnio z 3 lat – 50 roślin·m⁻². Nie stwierdzono także wyraźnej różnicy w zagęszczeniu roślin po wschodach w odniesieniu do szerokości rozstawy rzędów. Obsada roślin łubinu po wschodach wynosiła dla rozstawy szerokiej – 56, a rozstawy wąskiej – 52 rośliny na 1 m².

Zagęszczenie roślin przed zbiorem było znacznie mniejsze w każdym roku badań w stosunku do stwierdzonego po wschodach. Lata, w których prowadzono doświadczenia, charakteryzowały się na ogół długimi okresami niedoboru opadów, co sprzyjało wypadaniu roślin z łąnu. W szczególności dotyczyło to roku 2003, w którym ilość opadów atmosferycznych była znacznie mniejsza niż w pozostałych dwóch latach badań. W wyniku konkurencji o wodę, światło i składniki pokarmowe ubytki roślin łubinu w okresie od wschodów do zbioru wynosiły średnio z trzech lat badań dla sie-

Tabela 2

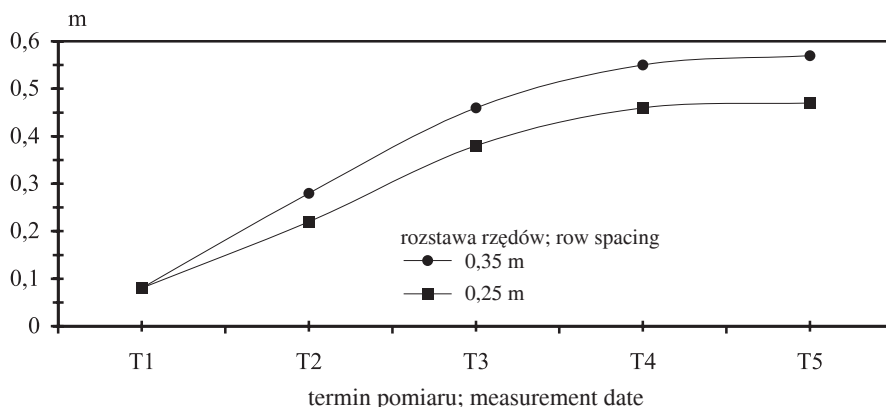
Ubytki roślin w okresie wegetacji
Plant losses during vegetation

Wyszczególnienie Description	Lata; Years			
	2001	2002	2003	\bar{x}
Sposób siewu; Sowing method:				
punktowy; single-grain sowing	7,4a	7,5a	10,1a	8,3a
niepunktowy; drilling	10,8b	10,6b	12,6b	11,3b
Rozstawa rzędów; Row spacing (m):				
0,25	7,4a	7,7a	8,5a	7,7a
0,35	10,8b	10,4b	14,2b	11,8b

* Liczby w kolumnach oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie; Numbers in columns marked with the same letters do not differ significantly

wu punktowego i niepunktowego odpowiednio: 8,3 i 11,3%. (tab. 2). W warunkach siewu punktowego w porównaniu z niepunktowym rozmieszczenie roślin było bardziej równomierne, co zmniejszało ich wzajemną konkurencję w łanie i ograniczało ich wypadanie. Znaczny wpływ na ubytki roślin z łanu miała także rozstawa rzędów. Wraz ze zwiększaniem szerokości międzyrzędzi wzrastało zagęszczenie roślin w rzędzie i ich wypadanie z łanu. Ubytki dla rozstawy 0,25 i 0,35 m wynosiły średnio z trzech lat badań odpowiednio 7,7 i 11,8%.

Sposób siewu i rozstawa rzędów wpływały istotnie na kształtowanie się cech morfologicznych łubinu. Zarówno w przypadku siewu punktowego, jak i niepunktowego obserwowano istotną różnicę wysokości roślin uprawianych w wąskiej i szerokiej



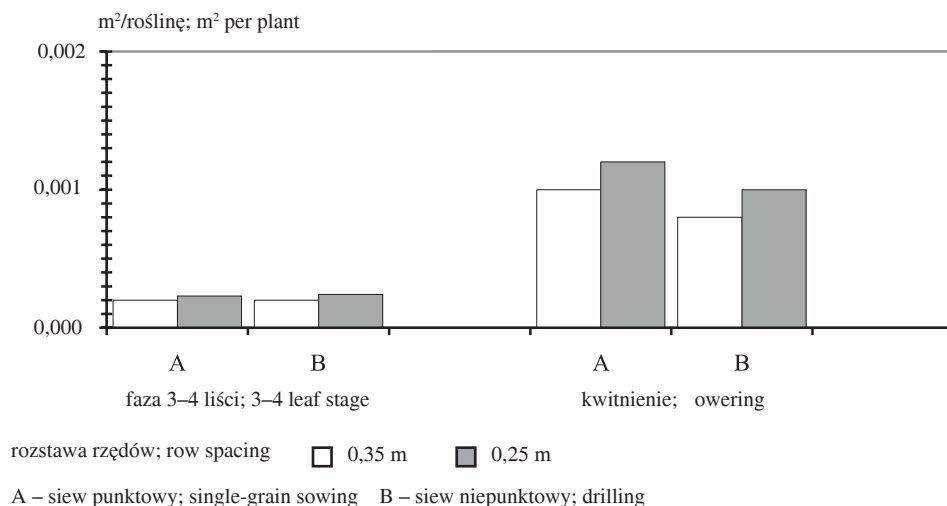
Rys. 1. Wysokość roślin łubinu w okresie wegetacji
Plant height during vegetation

rozstawie rzędów (rys. 1). Zwiększenie rozstawy rzędów przy stałej obsadzie roślin prowadziło do wzrostu zagęszczenia roślin w rzędzie. W warunkach większego zagęszczenia wzrastała konkurencja roślin o światło, co prowadziło do zwiększonego przyrostu ich wysokości. Rośliny wyrosłe z nasion wysianych punktowo były niższe niż z siewu niepunktowego. Nierównomierny wysiew sprzyjał powstawaniu skupisk roślin w rzędzie, co powodowało większą konkurencję o światło i „wyciąganie się” roślin.

Uprawa łubinu białego w węższej rozstawie rzędów powodowała bardzo często zwiększone wytwarzanie pędów bocznych, konsekwencją czego było uzyskanie większej liczby strąków i nasion z rośliny. Nasiona te były jednak słabiej wykształcone i miały mniejszą masę 1000 nasion. Wydaje się zatem, że w przypadku siewu łubinu białego w gęstsze rzędy, w celu uniknięcia nadmiernego wytwarzania masy wegetatywnej, należy stosować zwiększoną gęstość siewu.

Rośliny wyrosłe z nasion wysiewanych punktowo cechuje także skłonność do zwiększonego wytwarzania pędów bocznych, co wynika z równomiernego rozmieszczenia roślin na jednostce powierzchni i lepszych warunków ich wzrostu i rozwoju. Łan roślin wyrosłych z nasion wysiewanych punktowo jest bardziej wyrównany niż roślin z nasion wysianych rzędowo.

Sposób rozmieszczenia roślin na jednostce powierzchni modyfikował wartość wskaźnika powierzchni liściowej, co stwierdzono zwłaszcza w późniejszych okresach wzrostu i rozwoju łubinu (rys. 2). Rośliny łubinu białego uprawiane w siewie punktowym, dzięki korzystniejszym warunkom rozwoju, wytwarzały nieco większą powierzchnię liściową niż uprawiane w siewie niepunktowym. Zmniejszenie rozstawy



Rys. 2. Powierzchnia liściowa roślin łubinu białego
Leaf area of white lupine plants

rzędów i jednocześnie zwiększenie odległości między roślinami w rzędzie wpływało dodatnio na wielkość powierzchni liściowej roślin i to zarówno w przypadku siewu punktowego, jak i niepunktowego. Liście wytworzone na pędach bocznych stanowiły zaledwie 15% wytworzonej przez tę odmianę powierzchni liściowej.

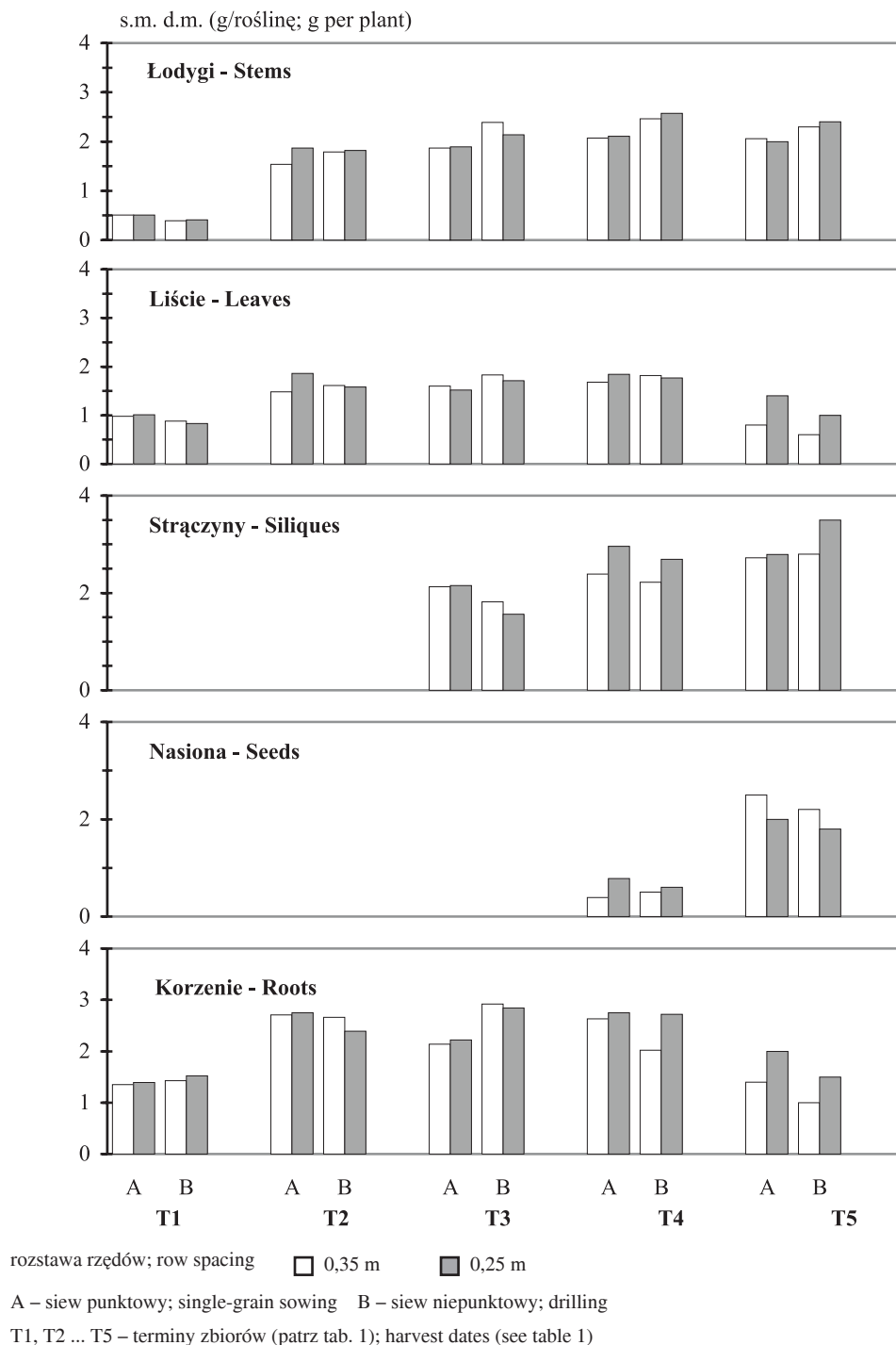
Zachwaszczenie zasiewów we wszystkich latach było niewielkie, prowadzono bowiem chemiczno-mechaniczną walkę z chwastami. Do okresu kwitnienia utrzymywało się ono w granicach 8–9°. W późniejszej fazie rozwoju roślin, wskutek zachwaszczenia wtórnego, zwiększyła się liczba chwastów; stopień zachwaszczenia wynosił wówczas 6°. Wśród chwastów dominowały komosa biała (*Chenopodium album*) i przytulia czepna (*Galium aparine*).

W żadnym z lat badań nie obserwowano wylegania roślin, bowiem łubiny ze względu na sztywną łodygę są odporne na wyleganie. Nie wystąpiły również ulewne i długotrwałe opady zwiększające ryzyko wylegania łubinu.

Duży wpływ na długość okresu wegetacji łubinu białego wywierały warunki pogodowe w poszczególnych latach badań. W roku 2001, mimo znacznego niedoboru opadów w miesiącach wiosennych, w lipcu wystąpiły obfite opady deszczu, co znacznie wydłużyło okres wegetacji łubinu. Zbiór nasion wykonano 18 sierpnia, czyli po 138 dniach od siewu. W roku 2002 wystąpiła mniejsza niż w roku 2001 ilość opadów w okresie poprzedzającym dojrzwienie, dlatego okres wegetacji łubinu był krótszy i wynosił 120 dni. Natomiast w roku 2003 niedobór opadów był jeszcze większy, co spowodowało skrócenie okresu wegetacji łubinu do 115 dni. Rośliny uprawiane w szerokiej rozstawie rzędów (0,35 m), czyli przy większym zagęszczeniu w rzędzie, dojrzwały o około 4–5 dni wcześniej od uprawianych w wąskiej rozstawie (0,25 m). Dowodem przyspieszonego dojrzwienia była także mniejsza zawartość wody w nasionach podczas zbioru (tab. 5). Potwierdza to znaną zależność wcześniejszego dojrzwienia roślin w warunkach zwiększonego zagęszczenia łanu. Znacznie mniejszy wpływ na długość okresu wegetacji miał sposób siewu łubinu. Rośliny z siewu punktowego dojrzwały nieznacznie później niż z siewu niepunktowego.

Wpływ rozstawy rzędów i sposobu siewu na gromadzenie masy uwidocznił się dopiero w późniejszych okresach rozwoju, gdy rośliny łubinu osiągnęły znaczną wysokość i zaczęły wytwarzać pędy boczne – wystąpiła konkurencja między roślinami w łanie o wodę, światło i składniki pokarmowe (rys. 3). Rośliny łubinu białego z siewu punktowego wytwarzały większą masę organów wegetatywnych i generatywnych niż rośliny z siewu rzędowego, co wynikało z korzystniejszego ich rozmieszczenia na jednostce powierzchni. Siew nasion łubinu w wąskie rzędy, z zastosowaniem siewników wyposażonych w kołeczkowe zespoły wysiewające, charakteryzuje się małą równomiernością poprzeczną i podłużną. Szerokość rozstawy rzędów miała duży wpływ na dynamikę gromadzenia masy przez poszczególne organy roślin łubinu.

Większą masę organów wegetatywnych stwierdzono, gdy rośliny uprawiane były w mniejszej rozstawie, a więc wówczas gdy odległość między roślinami w rzędzie była większa. Sucha masa łodyg łubinu w okresie od zawiązywania strąków do dojrzwienia nie ulegała większej zmianie. Masa liści osiągnęła największą wartość



Rys. 3. Plon suchej masy organów łubinu
Dry matter yield of white lupine organs

w okresie wypełniania nasion (T4), a następnie wyraźnie zmniejszała się na skutek zasychania i opadania liści. Ponieważ samokończąca odmiana łubinu nie wytwarzała dużej masy vegetatywnej, można uznać, że przy siewie w wąskie rzędy nie występuje duże ryzyko przerostu masy organów vegetatywnych kosztem generatywnych, tak jak ma to miejsce w przypadku odmian tradycyjnych.

Największą masę liściową wytwarzały rośliny łubinu podczas zawiązywania strąków, a masę korzeniową w fazie kwitnienia. W późniejszym okresie wzrostu i rozwoju roślin masa korzeni zmniejszała się, co było powodowane procesami lizy i odpadaniem od korzeni starzejących się brodawek, a także rozkładem starych korzeni. Rośliny wyrosłe z nasion wysiewanych punktowo i rosące w wąskich rzędach wytwarzały większą masę korzeni niż rośliny wyrosłe z nasion wysiewanych niepunktowo i rosące w szerokich rzędach.

We wszystkich latach badań uzyskano stosunkowo niskie plony nasion łubinu białego. Wpływ na to miały długotrwałe okresy niedoboru wody w glebie. W latach 2001–2002 uzyskano nieco większe niż w roku 2003 plony nasion, ale różnice te nie były istotne statystycznie (tab. 3). Lata 2001 i 2002 charakteryzowały się większą ilością opadów w lipcu i sierpniu w porównaniu z rokiem 2003, ale częściowe porażenie roślin przez antraknozę i nieco większy przerost masy vegetatywnej kosztem organów generatywnych w związku z większą wilgotnością gleby i powietrza znacznie zmniejszyły plon nasion łubinu. Plonowanie łubinu białego zależało natomiast od sposobu siewu i rozstawy rzędów. Stosując siew punktowy i węższą rozstawę rzędów uzyskano większe plony nasion łubinu niż w przypadku uprawy w siewie rzędowym i szerszej rozstawie rzędów.

Przebieg warunków pogodowych w roku 2003 nie sprzyjał rozwojowi groźnej choroby łubinów – antraknozy. Nieznaczne jej występowanie stwierdzono tylko w latach 2001–2002, które charakteryzowały się większą ilością opadów w okresie kwitnienia łubinu niż pozostałe dwa lata badań. W warunkach zwiększonego zagęszczenia roślin w rzędzie (przy stosowaniu szerszej rozstawy rzędów) obserwowano nieco większe porażenie roślin.

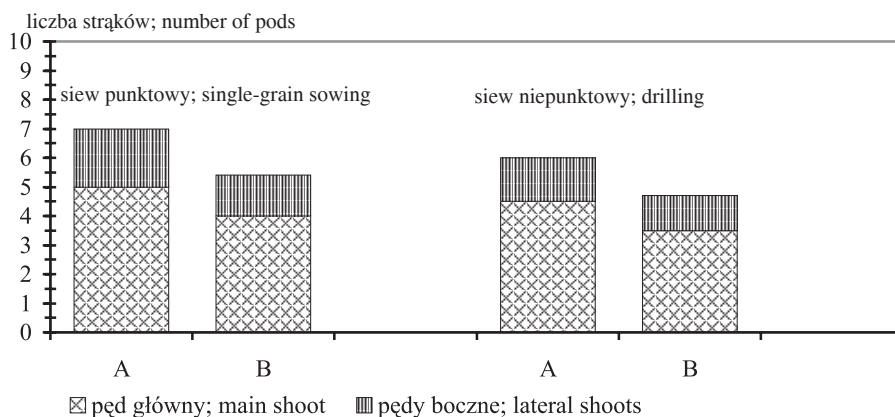
Tabela 3

Plon nasion łubinu białego
Seed yield of white lupine

Wyszczególnienie Description	Lata; Years			
	2001	2002	2003	\bar{x}
Sposób siewu; Sowing method:				
punktowy; single-grain sowing	2,4b	2,3b	2,1b	2,3b
niepunktowy; drilling	2,1a	2,1a	1,8a	2,0a
Rozstawa rzędów; row spacing (m):				
0,25	2,5b	2,3b	2,2b	2,4b
0,35	2,0a	2,1a	1,7a	1,9a

* Liczby w kolumnach oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie; Numbers in columns marked with the same letters do not differ significantly

Szczegółowe pomiary roślin przed zbiorem wykazały, że rośliny samokończącej odmiany łubinu białego Katon uprawiane w węższej rozstawie zawiązywały więcej strąków (rys. 4) i nasion (tab. 4) niż uprawiane w rozstawie szerszej. Rośliny w wąskiej rozstawie rzędów wytwarzały więcej nasion na pędach bocznych niż rośliny uprawiane w szerokiej rozstawie rzędów. Nasiona uzyskane z pędów bocznych były



rozstawa rzędów; row spacing: A – 0,25 m B – 0,35 m

Rys. 4. Liczba strąków na roślinie
Number of pods per plant

Tabela 4

Liczba nasion celnych i słabo wykształconych z rośliny
Number of seeds good and poor developed per plant

Wyszczególnienie Description	Liczba nasion na roślinie Number of seeds per plant		Procent nasion słabo wykształconych (pośladu) na roślinie Percent of seeds poor developed per plant	
	pęd główny main shoot	pędy boczne lateral shoots	pęd główny main shoot	pędy boczne lateral shoots
Sposoby siewu; Sowing method (I):				
punktowy; single-grain sowing	25,2a	2,0b	6,9a	1,4a
niepunktowy; drilling	23,0a	0,8a	6,1a	1,3a
Rozstawa rzędów; Row spacing (II):				
0,25 m	25,2a	2,8b	7,0a	2,7b
0,35 m	23,0a	0,0a	6,0a	0,0a
\bar{x}	24,1	1,4	6,5	1,3

* Liczby w kolumnach oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie; Numbers in columns marked with the same letters do not differ significantly

Tabela 5

Wartości niektórych cech biometrycznych i użytkowych roślin łubinu białego
 Values of some biometric and functional parameters for white lupine plants

Wyszczególnienie Description	Zdolność kiełkowania Germinating capacity (%)	Wilgotność nasion podczas zbioru Moisture con- tent of seeds at harvest (%)	Zawartość białka ogólnego Protein content (%)	Zawartość tłuszczu Fat content (%)
Sposoby siewu; sowing method (I):				
punktowy; single grain-sowing	92b*	16,7b	31,2a	8,2a
niepunktowy; drilling	90a	15,2a	31,0a	8,2a
Rozstawa rzędów; row spacing (II):				
0,25 m	90a	17,5b	29,5a	7,6a
0,35 m	92b	14,4a	32,7b	8,8b
\bar{x}	91	15,9	31,1	8,2

* Liczby w kolumnach oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie; Numbers in columns marked with the same letters do not differ significantly

słabiej wykształcone niż nasiona pochodzące z pędu głównego. Dlatego nasiona z roślin uprawianych w szerszej rozstawie charakteryzowały się większą masą 1000 nasion niż zebrane z roślin uprawianych w rozstawie węższej. Masa 1000 nasion zebranych zarówno z siewu punktowego, jak i niepunktowego była wyraźnie mniejsza w obiektach z rozstawą rzędów 0,25 m. Łubin biały pochodzący z siewu punktowego zawiązywał więcej strąków i nasion niż uprawiany w siewie niepunktowym.

Nie stwierdzono istotnego wpływu sposobu siewu (punktowy i niepunktowy) na MTN łubinu.

Zwiększenie rozstawy rzędów wpływało dodatnio na zdolność kiełkowania oraz na zawartość białka i tłuszczu w nasionach łubinu (tab. 5). Sposób siewu nie miał istotnego wpływu na zawartość białka i tłuszczu w nasionach łubinu, ale nasiona pochodzące z siewu punktowego lepiej kiełkowały w porównaniu z nasionami uzyskanymi z siewu niepunktowego.

DYSKUSJA

W przeprowadzonych trzyletnich badaniach polowych wykazano, że łubin biały odmiany Katon o zdeterminowanym typie wzrostu plonuje lepiej, gdy uprawiany jest w wąskiej rozstawie rzędów wynoszącej 0,25 m. Zwiększenie rozstawy rzędów do 0,35 m powoduje zmniejszenie plonu nasion z pędu głównego i zupełną redukcję plonu z pędów bocznych. Jest to zupełnie odwrotna reakcja niż obserwowana w przypadku odmian tradycyjnych, które plonują na ogół lepiej wówczas, gdy uprawia-

ne są w szerokiej rozstawie rzędów. Według Jaranowskiego (7), rośliny tradycyjnych odmian łubinu białego uprawiane w szerszej rozstawie tworzą mniej pędów bocznych przez co większość plonu nasion skupiona jest na pędzie głównym. Również z badań francuskich (12, 15), wynika, że tradycyjne odmiany łubinu białego uprawiane w szerszej rozstawie rzędów plonują lepiej niż uprawiane w rozstawie węższej. Zdaniem Wassermana (25) rozstawa rzędów jest jednym z ważniejszych czynników kształtujących wielkość plonu nasion łubinu białego. Szukała i Maciejewski (23) uważają, że wpływ rozstawy rzędów na plonowanie samokończących odmian łubinu białego zależy od przebiegu warunków pogodowych. Z badań tych wynika, że w latach o korzystnym dla uprawy łubinu przebiegu warunków pogodowych lepsza okazała się węższa rozstawa rzędów wynosząca 25 cm, natomiast w latach suchych lepiej plonował łubin uprawiany w 30 cm rozstawie rzędów. W badaniach własnych nie stwierdzono istotnego wpływu warunków pogodowych na plonowanie łubinu. Lata, w których prowadzono eksperymenty połowe różniły się ilością i rozkładem opadów, ale różnice te nie były na tyle duże, aby w istotnym stopniu różnicować plony.

Istotny wpływ na plonowanie łubinu białego miał sposób siewu. Rośliny z nasion wysiewanych punktowo wydawały większe plony niż rośliny z nasion wysiewanych rzędowo. Siew punktowy ma szczególne znaczenie w uprawie łubinu białego, bowiem spłaszczony kształt nasion tego gatunku znacznie utrudnia równomierny wysiew. Siew punktowy stosowany był dotychczas głównie w odniesieniu do kukurydzy i buraka cukrowego. Nie dysponowano bowiem siewnikami pozwalającymi wysiewać punktowo inne gatunki roślin. Trudno zatem porównać prezentowane rezultaty badań własnych z uzyskanymi przez innych autorów. Na ogół uważa się, że siew punktowy jest uzasadniony w odniesieniu do roślin uprawianych w małym zagęszczeniu. Dlatego próbuje się tak siać inne rośliny strączkowe, na przykład soję.

Duży wpływ na poziom plonów nasion łubinu ma występowanie groźnej choroby łubinów – antraknozy, powodowanej przez grzyb *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz). Choroba ta wyrządza szczególnie duże szkody na plantacjach łubinu w warunkach wysokiej temperatury i dużej sumy opadów w okresie kwitnienia łubinu (3, 6). Przebieg warunków pogodowych w latach 2001–2003 nie sprzyjał rozwojowi tej choroby, dlatego nieznaczne jej występowanie stwierdzono tylko w latach 2001–2002, w których notowano nieco większą ilość opadów w okresie kwitnienia niż w roku 2003.

Zwyżka plonu roślin wyrosłych z nasion wysiewanych punktowo i uprawianych w wąskiej rozstawie rzędów spowodowana była przede wszystkim lepszą obsadą strąków na roślinie i większą liczbą nasion z rośliny. Dotyczyło to zarówno pędu głównego, jak i pędów bocznych łubinu. W warunkach siewu punktowego rośliny są jednakowo oddalone od siebie, dlatego konkurencja o wodę, światło i składniki pokarmowe jest mniejsza niż w przypadku siewu niepunktowego, gdzie rośliny rosną w skupieniach. Przy stałym zagęszczeniu łanu rośliny w wąskiej rozstawie rzędów mają większą przestrzeń życiową niż rośliny uprawiane w szerokiej rozstawie rzędów. Uprawiany w takich warunkach łubin zrzuca mniej strąków i zawiązuje więcej

nasion na roślinie, co ma odzwierciedlenie w plonowaniu. Zależności takie występują jednak tylko w uprawie odmian łubinu o zdeterminowanym wzroście, tzw. genotypów samokończących. Z badań Szukały i in. (22) wynika, że zmniejszenie rozstawy rzędów w uprawie tradycyjnych odmian łubinu białego prowadzi do nadmiernego przyrostu masy wegetatywnej kosztem organów generatywnych, co powoduje zmniejszenie obsady strąków na roślinie i powstanie znacznej liczby słabo wykształconych nasion, a w konsekwencji niżkę plonu. Siew tradycyjnych odmian łubinu białego w wąskie rzędy byłby uzasadniony w uprawie na zielonkę.

Szerokość rozstawy rzędów wpływała istotnie na wypadanie roślin z ładu. Wynikało to ze struktury przestrzennej ładu, modyfikującej konkurencję roślin o światło, wodę i składniki pokarmowe. Odmiany samokończące roślin strączkowych są na ogół bardziej wrażliwe niż odmiany tradycyjne na konkurencyjne warunki w łąnie, między innymi ze względu na słabszy system korzeniowy (17). Obsada roślin jest ważnym czynnikiem kształtującym wielkość plonu. Zaplanowanie optymalnego zagęszczenia roślin w łąnie jest bardzo trudne, ponieważ na wielkość ubytków roślin z ładu duży wpływ ma pogoda w okresie wegetacji, a przede wszystkim suma i rozkład opadów atmosferycznych.

Struktura przestrzenna ładu miała wpływ na wzrost i rozwój roślin. Uprawa łubinu w szerokiej rozstawie rzędów powodująca prawie dwukrotne zmniejszenie odległości między roślinami w rzędzie wpływała na przyrost wysokości roślin, mniej dynamiczny przyrost powierzchni liściowej oraz wcześniejsze dojrzewanie. Zjawisko nadmiernego „wyciągania się” roślin przy zwiększonym ich zagęszczeniu w łąnie jest skutkiem konkurencji o światło. Dotyczy to w szczególności łubinu białego – gatunku wytwarzającego dużą powierzchnię liściową oraz często pędy boczne. Potwierdzają to badania Jasińskiej i Koteckiego (8), Paprockiego i in. (14) oraz Seredyna (21), z których wynika, że zwiększone zagęszczenie roślin w rzędzie powoduje przyrost wysokości roślin oraz prowadzi do ograniczenia wytwarzania pędów bocznych i zmniejszenia obsady strąków na roślinie.

Rozstawa rzędów wpływała modyfikująco na rozwój powierzchni liściowej pojedynczej rośliny, co obserwowano szczególnie wyraźnie w okresie kwitnienia łubinu. Rośliny łubinu rosnące w wąskiej rozstawie rzędów wytwarzały większą powierzchnię liściową niż rośliny rosnące w rozstawie szerokiej, co wynikało z różnej struktury przestrzennej ładu. Wprawdzie zdaniem Aufhamera i in. (1) większy wpływ na powierzchnię liściową łubinu ma obsada roślin niż rozstawa rzędów, ale stwierdzenia te dotyczą jednostki powierzchni pola, a nie pojedynczej rośliny.

W przeprowadzonych badaniach wykazano, że rozstawa rzędów miała wpływ na zawartość białka i tłuszczu w nasionach. Nasiona uzyskane z roślin łubinu uprawianych w wąskiej rozstawie rzędów zawierały istotnie więcej tych składników niż nasiona pochodzące z roślin rosnących w szerokiej rozstawie. Rezultaty badań są inne niż uzyskane przez Jaranowskiego (7), który wykazał, że nasiona łubinu białego z szerszej rozstawy rzędów mają lepszą wartość paszową i siewną niż pochodzące z wąskiej rozstawy rzędów. Polepszenie jakości autor tłumaczy większym udziałem nasion pochodzących z pędu głównego, które są lepiej wypełnione niż nasiona

na pędach bocznych. Badania te dotyczą jednak łubinu tradycyjnych odmian, który ponad połowę plonu nasion wytwarza na pędach bocznych I, II, a niekiedy także III rzędu, co może wyjaśniać rozbieżność uzyskanych wyników.

WNIOSKI

1. Układ warunków pogodowych bardzo wyraźnie modyfikował przebieg wschodów roślin oraz wpływał na ich późniejszy wzrost, rozwój i plonowanie. Lata badań charakteryzowały się na ogół występowaniem długich okresów niedoboru opadów, które znacznie ograniczały plonowanie łubinu białego.

2. Obsada roślin po wschodach ulegała zmianie w stosunku do obsady przed zbiorem. Ubytki roślin z łanu w okresie wegetacji były największe, gdy uprawiano łubin biały w szerokiej rozstawie rzędów lub stosowano siew niepunktowy. Odległość między roślinami w rzędzie była wówczas najmniejsza, a wzajemna konkurencja o światło, wodę i składniki pokarmowe największa.

3. Sposób rozmieszczenia roślin na jednostce powierzchni wpływał istotnie na ich morfologię. Rośliny uprawiane w szerszej rozstawie rzędów bądź wyrosłe z nasion wysiewanych niepunktowo charakteryzowały się większą wysokością i mniejszą powierzchnią liści.

4. Rozstawa rzędów i sposób siewu modyfikowały dynamikę gromadzenia masy łubinu białego. Zwiększenie szerokości międzyrzędzi z 0,25 do 0,35 m powodowało zmniejszenie plonu masy poszczególnych organów roślinnych.

5. Lepsze plonowanie łubinu białego z siewu punktowego i węższej rozstawy rzędów wynikało z większej obsady strąków na roślinie i liczby nasion z rośliny.

LITERATURA

1. Aufhammer W., Strzel H., Reutenkranz A., Falfus J., Nalborczyk E.: Lichtaufnahme und Stoffproduktion eines konventionellen und eines epigonalen Genotyps der Weisse Lupine (*Lupinus albus* L.). *J. Agron. Crop Sci.*, 1993, 171: 1-12.
2. Borowiecki J., Lenartowicz W., Bochniarz J.: Plonowanie niektórych odmian bobiku w warunkach zróżnicowanej obsady roślin. *Pam. Puł.*, 1992, 101: 158-167.
3. Frencel I., Lewartowska E., Czerwińska A.: Występowanie antraknozy (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz.) na łubinach w Polsce. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 1996, 446: 467-470.
4. Griepentrag H.W.: Stand achenverteilung und Ertrag von Raps. *Landtechnik*, 1996, 51(5): 258-259.
5. Gronowicz Z., Fordoński G., Klicka J.: Wpływ nawożenia Florovitem i rozstawy rzędów na plonowanie nowych odmian grochu siewnego. *Przyrodnicze i agrotechniczne uwarunkowania produktywności roślin strączkowych. Cz. II, IUNG Puławy*, 1989, 116-122.
6. Jańczak C., Horoszkiewicz J., Filona G.: Choroby grzybowe łubinu oraz próby ich zwalczania. *Inter. Conf.: Lupin in Polish and European Agriculture. Polish Lupin Association, Przysiek*, 1999, 211-214.
7. Jaranowski J.: Wpływ terminu siewu i rozstawy rzędów na cechy morfologiczne i fizjologiczne różnych gatunków i odmian łubinu. *Rocz. Nauk Rol.*, 1956, Seria A, 73: 499-582.

8. Jasińska Z., Kotecki A.: Produktywność różnych form łubinu żółtego w zależności od obsady roślin. *Mat. I Ogólnopolskiej Konf. Nauk. „Łubin-Białko-Ekologia”*, PTL, Poznań, 1994, 80-90.
9. Jasińska Z., Kotecki A.: Wpływ rozstawy rzędów i ilości wysiewu na rozwój, plonowanie oraz wartość pokarmową kilku odmian bobiku. *Cz. I. Rozwój i cechy morfologiczne. Roczn. Nauk Rol., Ser. A*, 1995, 111(1): 143-153.
10. Jędruszczak M., Pawłowski F.: Wpływ rozstawy rzędów i ilości wysiewu na plon nasion soi (*Glycine max L.*) na glebie piaskowej. *Biul. IHAR*, 1987, 164: 107-116.
11. Yoshida S.: Physiological aspects of grain yield. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, 1972, 23: 437-464.
12. Lenoble M.: Le lupin blanc: un nouveau proteagineux. *Fourrages Actualites*, 1977, 20: 11-12.
13. Nalborczyk E.: Biologiczne uwarunkowania produktywności roślin strączkowych. *Fragm. Agron.*, 1993, 4: 147-150.
14. Paprocki S., Płodowska J., Byszewska-Wzorek A.: Wpływ gęstości siewu na plon nasion i słomy nowych odmian łubinu. *Roczn. Nauk Rol.*, 1988, seria A, 107, 141-145.
15. Plancquaert P.: Le lupin blanc doux proteagineux. 1988, 1-24.
16. Pecio A.: Morfologiczny model rośliny i łanu gryki oraz jej plonowanie w zależności od rozmieszczenia roślin na jednostce powierzchni. *Mat. Symp. Nauk. „Hodowla i wykorzystanie gryki”*, IUNG Puławy, 1996, 63-79.
17. Podleśny J.: The effect of drought on the development and yielding of two different varieties of the fodder broad bean (*Vicia faba minor*). *J. Appl. Genet.*, 2001, 42(3): 283-287.
18. Podleśny J., Sowiński M.: Wpływ struktury przestrzennej łanu na rozwój i plonowanie bobiku (*Vicia faba minor*). *Ann. UMCS, Lublin-Polonia, Sectio E, LIX*, 2004, 2: 881-888.
19. Ruskowski M., Jaworska K.: Zmiany w produktywności, strukturze plonu i architekturze łanu pszenicy ozimej zależnie od sposobu rozmieszczenia roślin na jednostce powierzchni. *Mat. Konf. Nauk. „Obsada a produktywność roślin uprawnych”*, IUNG Puławy, 1988, 13-22.
20. Ruskowski M., Filipiak K.: Wpływ rozmieszczenia roślin na jednostce powierzchni na zmiany produktywności odmian pszenicy ozimej. *Fragm. Agron.*, 1990, 1: 56-70.
21. Seredyn Z.: Wpływ obsady roślin na plonowanie łubinu białego. *Fragm. Agron.*, 1993, 1(37): 56-62.
22. Szukała J., Sobiech S., Maciejewski T.: Wpływ obsady roślin i rozstawy rzędów na plon nasion łubinu białego z uwzględnieniem deszczowania. *Mat. Konf. Nauk. „Przyrodnicze i agrotechniczne uwarunkowania produkcji nasion roślin strączkowych”*, IUNG Puławy, 1989, II: 188-192.
23. Szukała J., Maciejewski T.: Wpływ rozstawy rzędów i obsady roślin na plonowanie i wartość siewną samokończącej odmiany łubinu białego. *Inter. Conf. Lupin in Polish and European Agriculture*, Polish Lupin Association, Przysiek, 1999, 124-131.
24. Songin H., Czyż H.: Wpływ zagęszczenia i rozmieszczenia roślin na wielkość i strukturę plonu nasion bobiku. *Fragm. Agron.*, 1993, 4: 165-166.
25. Wassermann D.: Effect of plant density and row sparing on *Lupinus albus* cv. Kijewski. *South-Afr. J. Plant Soil*, 1987, 4: 175-179.

THE EFFECT OF SOWING METHOD AND ROW SPACING ON THE GROWTH, DEVELOPMENT AND YIELDING OF DETERMINATE TYPE OF WHITE LUPINE

Summary

New varieties of white lupine with determinate type of growth have different plant habit, produce lower biomass in the vegetation period and are characterized by other rhythm of growth and development than traditional ones. Probably they have also other requirements relating to spatial structure of stand determined by plant density, row distance and plant spacing in a row. Use of precise single-grain sowing which assures big uniformity of plants in the stand can have the influence on mutual competition of plants for light, water and nutrients. The aim of these studies was the estimation of the effect of

sowing way and plant spacing on growth, development and yielding feature formation of determinate genotype of white lupine var. Katon. The studies were conducted at the Agricultural Experimental Station in Grabów, during 2001–2003. The first experimental factor was row spacing: wide – 0,35 m and narrow – 0,25 m, and the second factor – way of sowing: single-grain sowing and drilling. The way of white lupine plant spacing significantly effected formation of morphological features. Plants cultivated at wider row spacing or grown from seeds sowed by drilling were higher and with lower area of formatted leaves. The width of row spacing and way of sowing modified the dynamics of white lupine mass accumulation. The increase of width of row spacing from 0,25 to 0,35 m caused the decrease of mass yield of particular plant organs and clear reduction of size and number of latter shoots. The increase of white lupine seed yield as an effect of single-grain sowing and wider row spacing was a consequence of pods density increase per plant and number of seeds per plant as well as lower share of seeds poorly filled (shrunken seeds) in the yield.

Praca wpłynęła do Redakcji 28 VI 2005 r.