

## **DYNAMIKA GROMADZENIA ŚWIEŻEJ I SUCHEJ MASY ORAZ AZOTU PRZEZ ROŚLINY TRADYCYJNEJ I SAMOKOŃCZĄCEJ ODMIANY ŁUBINU ŻÓŁTEGO (*Lupinus luteus* L.)**

Janusz Prusiński

Akademia Techniczno-Rolnicza w Bydgoszczy

**Streszczenie.** W latach 2002-2004 przeprowadzono ściśle dwuczynnikowe doświadczenie polowe z dwiema odmianami łubinu żółtego, które zbierano sześciokrotnie w fazach: 8-10 liści, początku pąkowania i kwitnienia, płaskiego strąka oraz dojrzałości fizjologicznej i pełnej nasion w celu określenia dynamiki gromadzenia świeżej i suchej masy oraz azotu w wegetatywnych i generatywnych częściach roślin. Istotnie najwyższe plony zielonki obu badanych odmian uzyskano w fazie płaskiego strąka, a suchej masy – w fazie dojrzałości fizjologicznej nasion. Tradycyjna odmiana Polo charakteryzowała się istotnie wyższą maksymalną produktywnością od samokończącej odmiany Legat, która ze względu na szybsze tempo wzrostu od wschodów do początku pąkowania oraz większą dynamikę gromadzenia świeżej i suchej masy, a także N może być bardziej przydatna do użytkowania w międzyplonach ścierniskowych. Maksimum zawartości N w liściach stwierdzono od pąkowania do kwitnienia, a w łodygach na początku pąkowania. W plonie ogólnym suchej masy w dniu zbioru nasiona odmiany Polo stanowiły tylko 39%, a odmiany Legat 42% plonu całkowitej biomasy.

**Słowa kluczowe:** łubin żółty, dynamika gromadzenia suchej i świeżej masy oraz N

### **WSTĘP**

Pojawienie się nowych odmian samokończących łubinu żółtego spowodowało wyeliminowanie takich cech jak: nadmierny przyrost zielonej masy i przedłużanie wegetacji w warunkach obfitych opadów, charakterystycznych dla odmian tradycyjnych [Schwab i in. 1996, Nijaki 1997]. Formy te – o szczytowym kwiatostanie i pozbawione pędów bocznych – prezentują zbożowy typ produktywności [Nalborczyk 1993] i wyższe wartości wskaźników fotosyntezy niż odmiany tradycyjne [Dalbiak i in. 1997].

Zielona masa łubinu ma znaczną wartość pokarmową, która w dużej mierze zależy od fazy rozwojowej roślin w momencie zbioru. Do skarmiania nadaje się najlepiej zielonka łubinu żółtego o stosunkowo małej zawartości włókna i wysokiej białka, gdyż proces drewnienia rozpoczyna się u tego gatunku dopiero w fazie wykształcania strąków, podczas gdy u pozostałych łubinów już podczas kwitnienia [Jasińska i Kotecki 1993].

Azot stanowi zalewie 0,5-4% suchej masy roślin, jest jednak podstawowym składnikiem białka. Ponieważ produkty fotosyntezy stanowią ponad 90% suchej masy, stąd też oddziaływanie azotu na przebieg tego procesu i jego wydajność ma podstawowe znaczenie w kształtowaniu plonu [Wojcieszka 1993, 1994]. Jednakże nie zawsze dodatnia korelacja między zawartością azotu a fotosyntezą znajduje dokładne odzwierciedlenie w plonie biomasy roślin [Greenwood i in. 1990, Zanvettor i Ravelo 1999].

Założono, że zbiór łubinu w kolejnych fazach rozwojowych roślin i oznaczenie ich struktury pozwoli prześledzić różnice w tempie wzrostu i rozwoju badanych typów odmian, a pomiar indeksu zieloności liści i zawartości w nich N umożliwi oznaczenie dynamiki pobierania i gromadzenia tego składnika w nadziemnych częściach roślin.

Przeprowadzone badania, których przedmiotem były dwie odmiany łubinu żółtego – tradycyjna ‘Polo’ i samokończąca ‘Legat’, miały na celu określenie dynamiki gromadzenia świeżej i suchej masy oraz azotu w wegetatywnych i generatywnych częściach roślin obu odmian.

## MATERIAŁ I METODY

Ścisłe dwuczynnikowe doświadczenie polowe przeprowadzono w latach 2002-2004 w układzie losowanych bloków w 4 powtórzeniach w Stacji Badawczej w Mochełku, należącej do Wydziału Rolniczego Akademii Techniczno-Rolniczej w Bydgoszczy.

Pierwszy czynnik stanowiły odmiany łubinu żółtego: ‘Polo’ – wczesna, o tradycyjnym typie wzrostu, roślinach średnio wysokich do wysokich i średniej zawartości białka w nasionach i ‘Legat’ – bardzo wczesna samokończąca, o roślinach o pokroju półstojącym do pośredniego i niskiej zawartości białka w nasionach. Drugi czynnik obejmował 6 terminów zbioru: 8-10 liści, początek pąkowania, początek kwitnienia, płaski strąk (bez kwiatów), dojrzałość fizjologiczną nasion (40-50% wody w nasionach) i dojrzałość pełną nasion (poniżej 20% wody).

Doświadczenie zakładano w kolejnych latach badań 3, 4 i 12 kwietnia na glebie kompleksu żyniego dobrego, zaliczanej do klasy bonitacyjnej IVb. Zasobność gleby w przyswajalny potas i fosfor była średnia, a odczyn lekko kwaśny. Wiosną stosowano 80 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i 120 kg K<sub>2</sub>O na ha; azotu nie stosowano. Przed siewem nasiona zostały zaprawione zaprawą nasienną Sarfun 45WP w dawce 200 g na 100 kg nasion. Planowana obsada roślin wynosiła 100 sztuk na 1m<sup>2</sup>, rozstawa rzędów 20 cm, a głębokość siewu 3-4 cm. Kolejnych zbiorów dokonywano z poletek o powierzchni 13,2 m<sup>2</sup>. W celu ograniczenia zachwaszczenia wykonano 2-krotne bronowanie zasiewów w poprzek rzędów, a bezpośrednio po siewie zastosowano Afalon w dawce 1,5 dm<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup>.

W każdym terminie zbioru określano plon świeżej i suchej masy oraz strukturalne elementy plonu na 20 losowo wybranych roślinach z każdego poletka. Rośliny rozdzielano na: łodygi, liście z ogonkami i przylistkami, kwiaty z osią kwiatostanu, strąki z szypułkami bez osi kwiatostanu, strączyny i nasiona, następnie zważono ich świeżą masę, a po wysuszeniu – suchą masę. W każdym terminie zbioru masy nadziemnej

oznaczono na 30 najmłodszych liściach z każdego poletka wartości SPAD za pomocą N-testera oraz zawartość azotu ogólnego w liściach, łodygach, pąkach kwiatowych i kwiatach oraz w strąkach z nasionami metodą Kjeldahla.

Dla badanych parametrów wykonano analizę wariancji według układu losowanych bloków. Do oceny istotności różnic zastosowano test Tukeya. Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różniły się istotnie przy  $\alpha = 0,05$ .

## WYNIKI

Suma opadów w okresie wegetacji łubinu żółtego wynosiła w kolejnych latach badań 296, 167 i 277 mm (tab. 1); ich rozkład dla wzrostu wegetatywnego i wysokiego plonowania łubinu był korzystny w latach 2002 i 2004. W czerwcu, w okresie kwitnienia roślin suma opadów była niższa od wieloletniej we wszystkich latach badań; najwyższą temperaturę w tej fazie zanotowano w 2003 roku, a podczas wypełniania nasion także w 2002 roku. Bardzo wysokie opady w sierpniu 2004 przedłużyły znacznie wegetację roślin i dojrzewanie nasion.

Tabela 1. Średnia temperatura powietrza oraz suma opadów według Stacji Badawczej ATR w Mochełku

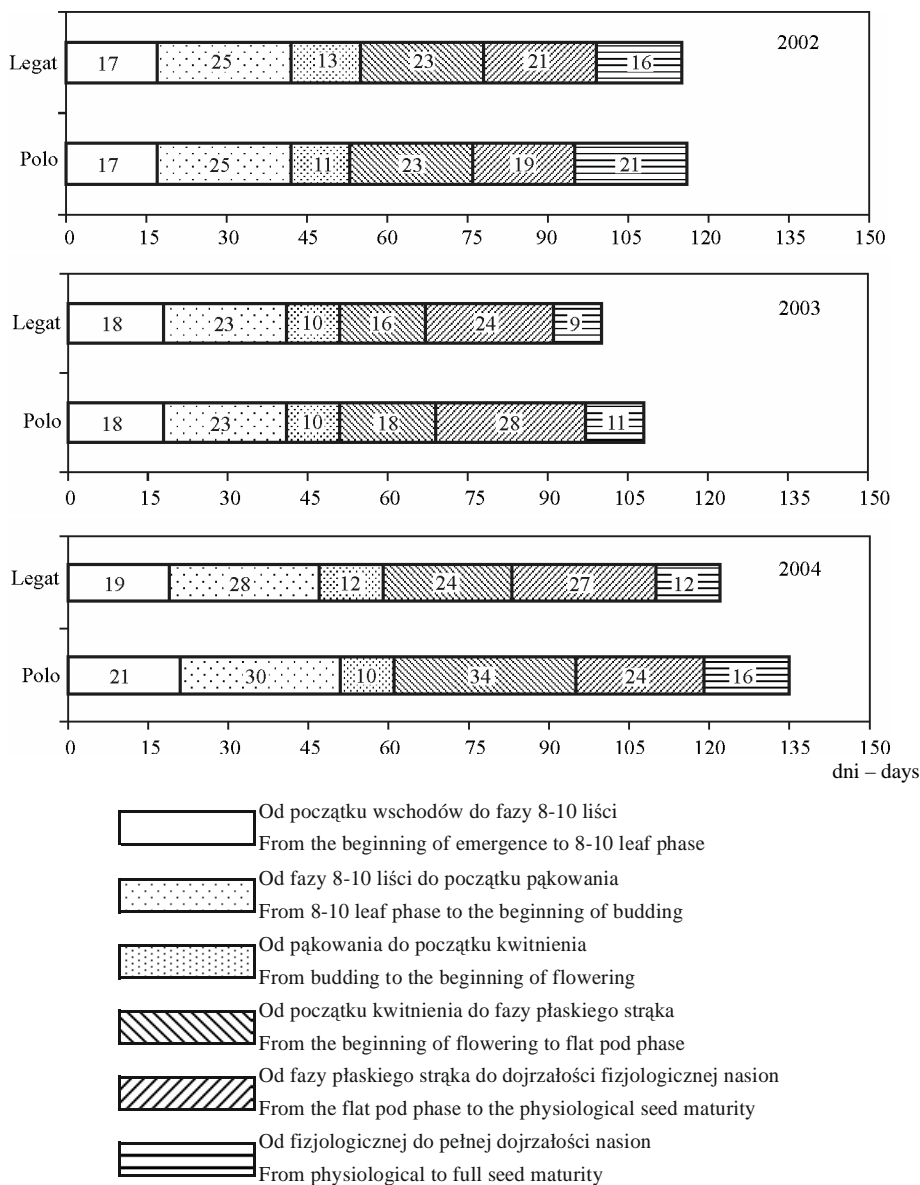
Table 1. Mean air temperature and total precipitation according to the Mochełek Experiment Station

Wyszczególnienie Specification	Rok Year	Miesiąc – Month					
		IV	V	VI	VII	VIII	IX
Średnia temperatura powietrza Mean air temperature, °C	2002	7,5	15,7	16,3	18,9	19,9	12,9
	2003	6,4	14,4	17,6	19,2	18,4	13,6
	2004	7,5	11,3	14,7	16,4	17,9	12,7
Średnia temperatura w latach 1996-2003 Mean temperature for 1996-2003		7,8	13,5	16,2	17,8	18,1	12,7
Suma opadów Precipitation, mm	2002	17,7	111,5	31,3	77,9	58,0	70,5
	2003	18,5	18,1	30,4	106,0	17,7	16,7
	2004	32,1	54,4	39,6	53,5	138,7	40,0
Średnia suma opadów w latach 1996-2003 Mean precipitation for 1996-2003		27,1	60,1	48,6	96,4	51,7	53,4

Badane odmiany nie różniły się znacząco długością okresu od wschodów do fazy 8-10 liści (rys. 1). Wzrost wegetatywny roślin od fazy 8-10 liści do początku pąkowania oraz rozwój generatywny od fazy płaskiego strąka do dojrzałości fizjologicznej nasion należały do najdłuższych w ontogenezie łubinu żółtego. Rośliny obu odmian kwitły od 10 do 13 dni, osiągając pełną dojrzałość w kolejnych latach badań po 100-122 dniach od początku wschodów – odmiana Legat i po 108-135 dniach – odmiana Polo, przy czym samokończąca odmiana Legat osiągała kolejne fazy rozwojowe – począwszy od początku kwitnienia – o kilka dni szybciej niż tradycyjna odmiana Polo.

Plon świeżej masy obu badanych odmian wzrastał istotnie do fazy płaskiego strąka, podczas gdy plon suchej masy i akumulacja N osiągnęły swoje maksimum w fazie dojrzałości fizjologicznej nasion, tj. 12 dni ('Legat') do 16 dni ('Polo') później (tab. 2). Tradycyjna odmiana Polo charakteryzowała się istotnie wyższym maksymalnym plo-

nem świeżej masy (o 35,8%), suchej masy (o 13,9%) i gromadzeniem N (o 12,2%) niż samokończąca odmiana Legat. Istotna przewaga tej odmiany zaczynała się najczęściej od początku kwitnienia.



Rys. 1. Rozwój badanych odmian łubinu żółtego  
Fig. 1. Plant development of the yellow lupin cultivars studied

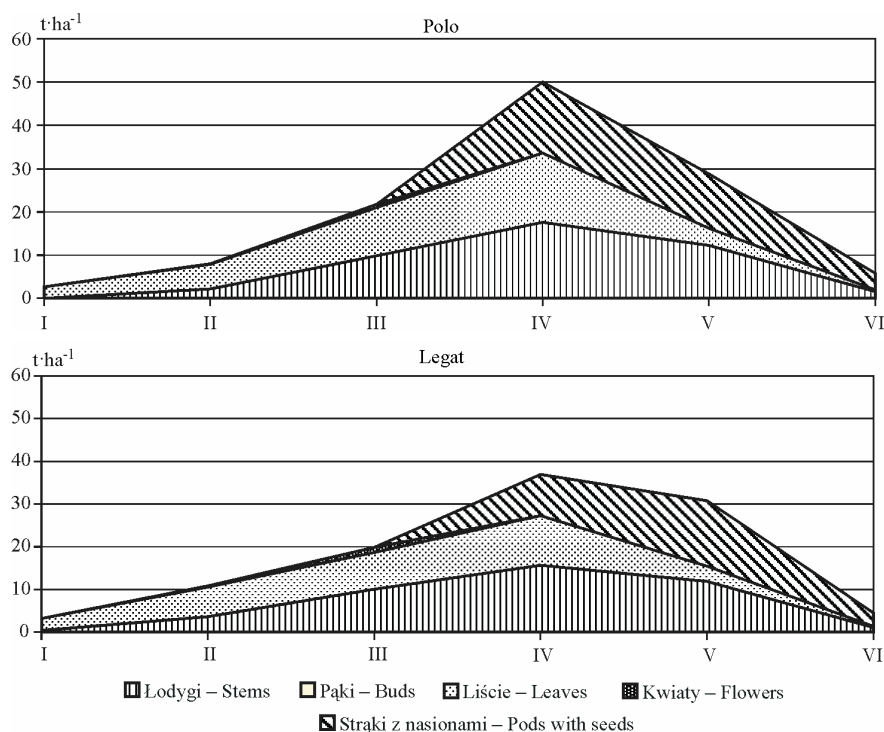
U obu odmian plon świeżej masy liści i łodyg oraz strąków z nasionami tylko u 'Polo' w fazie płaskiego strąka był najwyższy w całym okresie ontogenezy (rys. 2).

Tabela 2. Plonowanie łubinu żółtego

Table 2. Yellow lupin yielding

Faza Phase	Plon świeżej masy Fresh weight yield t·ha <sup>-1</sup>		Plon suchej masy Dry matter yield t·ha <sup>-1</sup>		Akumulacja N ogólnego w suchej masie Total N accumulation in dry matter kg·ha <sup>-1</sup>	
	Polo	Legat	Polo	Legat	Polo	Legat
8-10 liści 8-10 leaf	2,49Bf	3,20Af	0,32Ae	0,34Ae	7,06Ae	7,63Ae
Początek pąkowania Beginning of budding	8,00Bd	10,8Ad	0,89Be	1,30Ad	20,7Ad	30,2Ad
Początek kwitnienia Beginning of flowering	21,7Ac	19,8Bc	2,98Ad	2,28Bc	60,5Ac	48,7Bc
Plaski strąk – Flat pod	50,0Aa	36,8Ba	6,84Ab	4,97Bb	117Ab	85,5Bb
Dojrzałość fizjologiczna nasion Physiological seed maturity	29,7Ab	30,7Ab	10,5Aa	9,22Ba	305Aa	272Ba
Dojrzałość pełna Full seed maturity	5,82Ae	4,54Be	4,79Ac	3,45Bbc	139Ab	105Bb

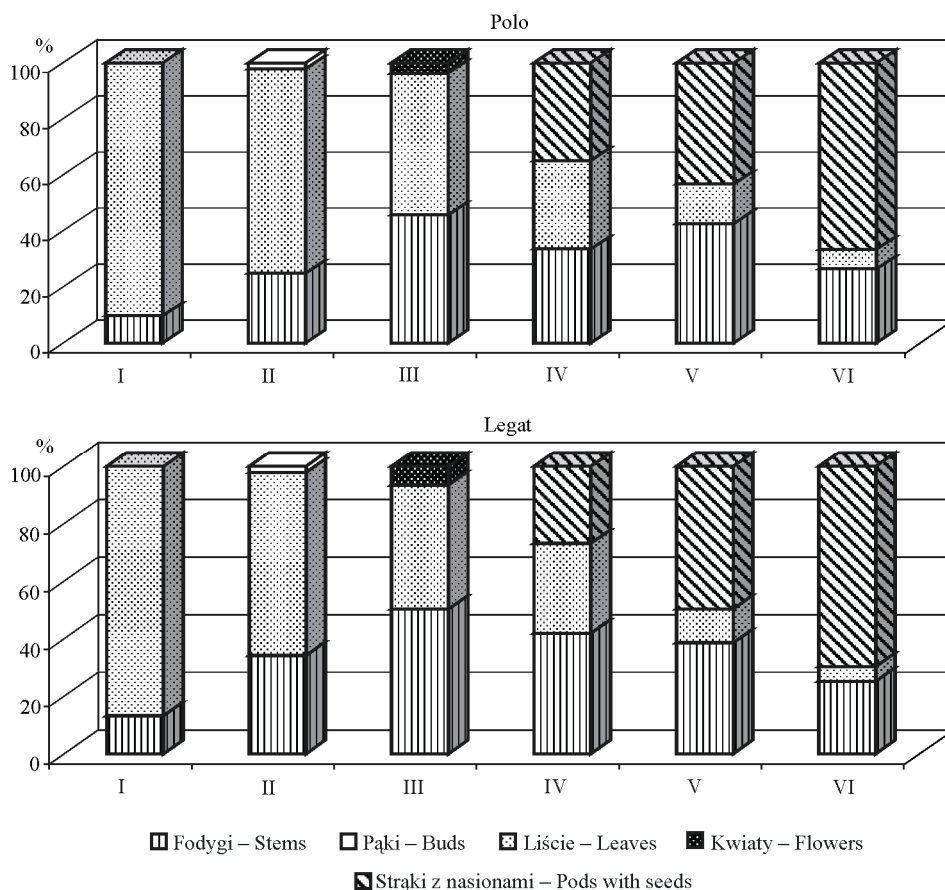
średnie oznaczone tymi samymi małymi literami dla faz rozwojowych (w kolumnach) i dużymi dla odmian (w wierszach) nie różniły się istotnie przy  $\alpha = 0,05$  – means followed by the same lower-case letters for development phases (in columns) and capital ones for cultivars (in rows) did not differ significantly at  $\alpha = 0,05$



Rys. 2. Dynamika gromadzenia świeżej masy łubinu żółtego

Fig. 2. Dynamics of fresh weight accumulation in yellow lupin plants

Liście stanowiły od 90,3% u odmiany Polo w fazie 8-10 liści do 7,0% w pełnej dojrzałości morfologicznej nasion, a u odmiany Legat odpowiednio 86,7% i 5% (rys. 3). Udział łodyg w plonie świeżej masy osiągnął swoje maksimum w fazie początku kwitnienia i wynosił u odmiany Polo 46,1%, a u odmiany Legat – 50,3%. Pąki (odpowiednio po 2,2%) i kwiaty (3,7-6,6%) stanowiły najmniejszą część świeżej masy łubinu w fazie pąkowania i kwitnienia, natomiast udział strąków z nasionami wzrastał do pełnej dojrzałości nasion do niespełna 67% u 'Polo' i prawie 70% u odmiany Legat.

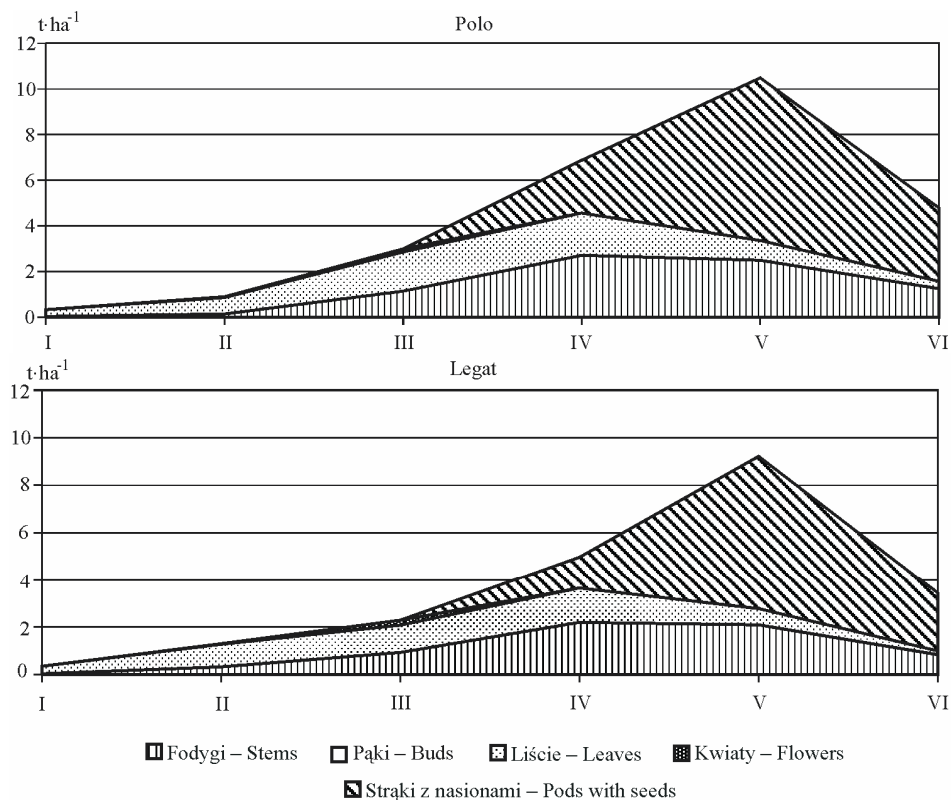


Rys. 3. Udział części wegetatywnych i generatywnych w gromadzeniu świeżej masy przez rośliny łubinu żółtego

Fig. 3. Share of vegetative and generative parts of yellow lupin plants in fresh weight accumulation

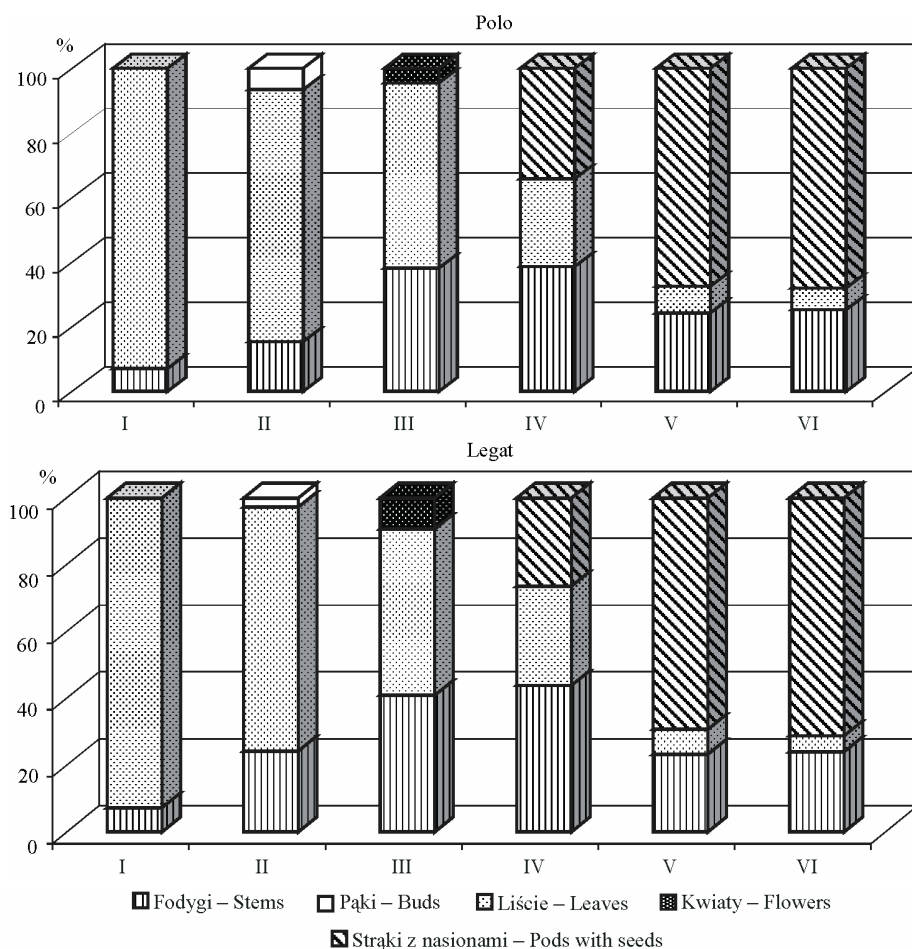
Maksymalny plon suchej masy strąków z nasionami wynosił od 6,43 t·ha<sup>-1</sup> u odmiany Legat do 7,12 t·ha<sup>-1</sup> u odmiany Polo i był najwyższy w fazie dojrzałości fizjologicznej; plon łodyg obu odmian był statystycznie podobny, a liści istotnie niższy od uzyskanego w fazie płaskiego strąka (rys. 4), przy czym udział liści w plonie suchej masy

wynosił 7,5-8,2%, a łodygi nieco ponad 25%. Strąki z nasionami stanowiły od 68,0% ('Polo') do 71,2% ('Legat') suchej masy łubinu w fazie najwyższej produktywności łubinu (rys. 5).



Rys. 4. Dynamika gromadzenia suchej masy łubinu żółtego  
Fig. 4. Dynamics of dry matter accumulation in yellow lupin plants

Dzienne przyrosty suchej masy wynosiły od 18,8 ('Legat') do 21,6 kg·ha<sup>-1</sup> ('Polo') w fazie od początku wschodów do 8-10 liści i odpowiednio od 401,5 do 521,3 kg·ha<sup>-1</sup> w fazie od płaskiego strąka do fizjologicznej dojrzałości nasion (rys. 6). Jednakże osiągnięciu przez nasiona pełnej dojrzałości morfologicznej i możliwości zbioru kombajnowego towarzyszył spadek ogólnego plonu suchej masy, w największym stopniu strąków z nasionami (od 243 kg·ha<sup>-1</sup> u 'Polo' do 331 kg·ha<sup>-1</sup> u odmiany Legat). W fazie od początku pąkowania do początku kwitnienia oraz od początku kwitnienia do płaskiego strąka oraz od dojrzałości fizjologicznej do pełnej nasion nie stwierdzono istotnych różnic w dynamice przyrostu suchej masy badanych odmian, które nie różniły pod tym względem w dwóch pierwszych fazach wzrostu oraz podczas dojrzewania.



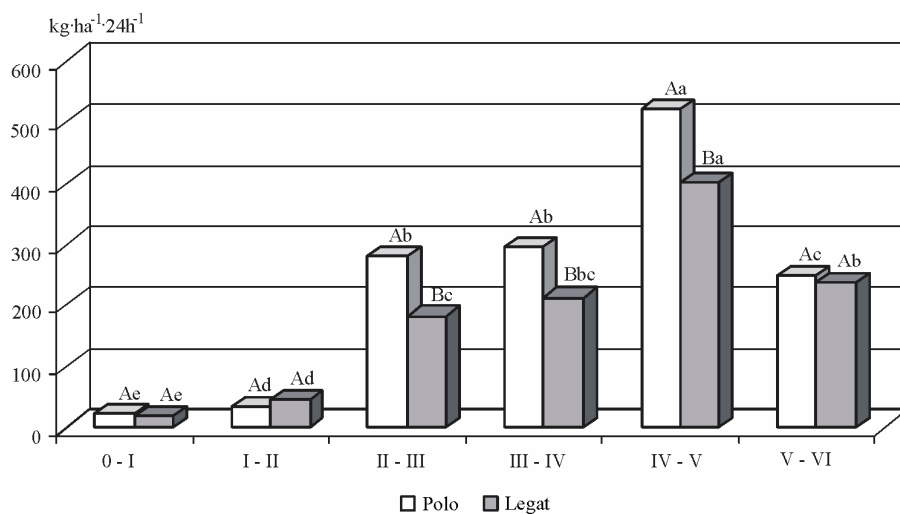
Rys. 5. Udział części wegetatywnych i generatywnych w gromadzeniu suchej masy przez rośliny łubinu żółtego

Fig. 5. Share of vegetative and generative parts of yellow lupin plants in dry matter accumulation

Od początku kwitnienia ilość N zgromadzonego w liściach i łodygach ulegała zmniejszaniu, a w strąkach z nasionami – istotnemu zwiększaniu, osiągając swoje maksimum w fazie dojrzałości fizjologicznej (rys. 7). Maksymalna akumulacja N w suchej masie strąków z nasionami wynosiła od 412 ('Legat') do 458  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  ('Polo'). Łodygi gromadziły najwięcej N w fazie płaskiego strąka (27-29  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), a liście w fazie początku kwitnienia i płaskiego strąka, od 50-56  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  u odmiany Legat do 72-74  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  u 'Polo'.

Dzienne przyrosty N w suchej masie wynosiły od 0,404 ('Polo') do 0,489  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  ('Legat') w fazie od początku wschodów do 8-10 liści i osiągnęły maksimum, odpowiednio 20,2 i 18,0  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  w fazie od płaskiego strąka do fizjologicznej dojrzałości nasion (rys. 8). Tylko na początku wegetacji odmiana Legat charakteryzowała się istotnie większymi, a w fazie dojrzewania statystycznie podobnymi przyrostami N niż odmiana Polo.

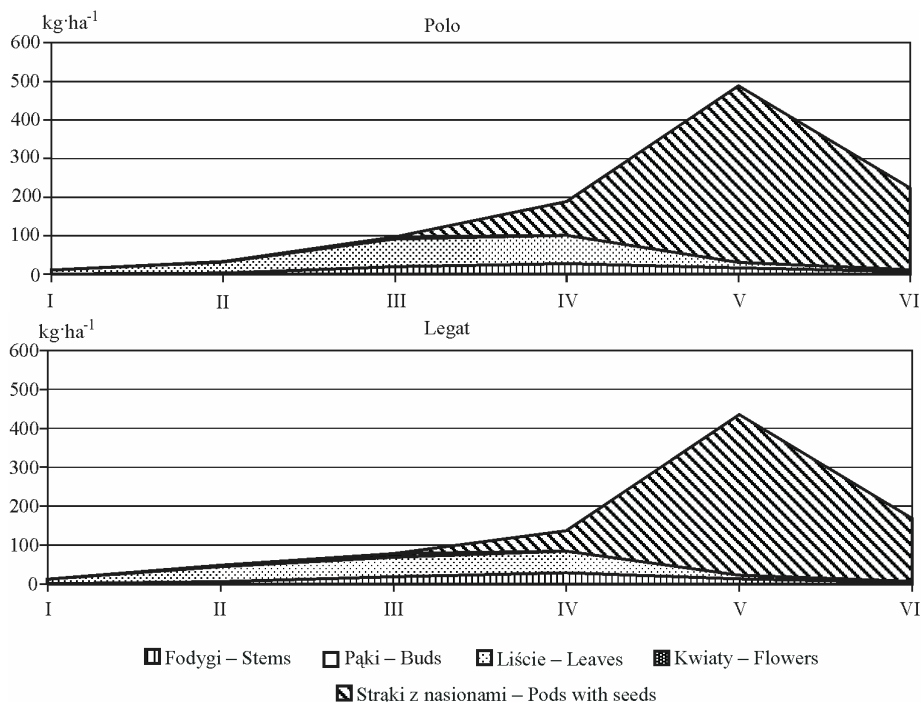




średnie oznaczone tymi samymi małymi literami dla faz rozwojowych i dużymi dla odmian nie różniły się istotnie przy  $\alpha = 0,05$  – means followed by the same lower-case letters for development phases and capital ones for cultivars did not differ significantly at  $\alpha = 0.05$

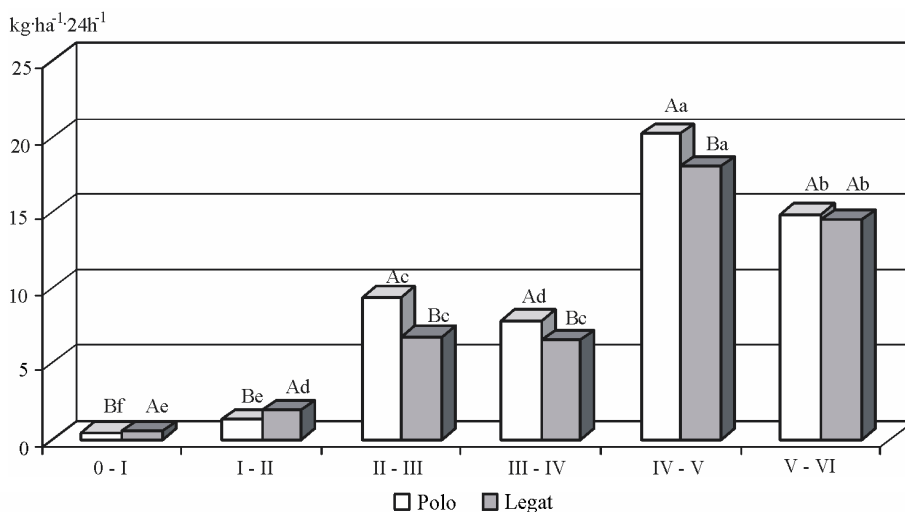
Rys. 6. Dobowe przyrosty suchej masy łubinu żółtego

Fig. 6. 24-hour dry matter increments in yellow lupin plants



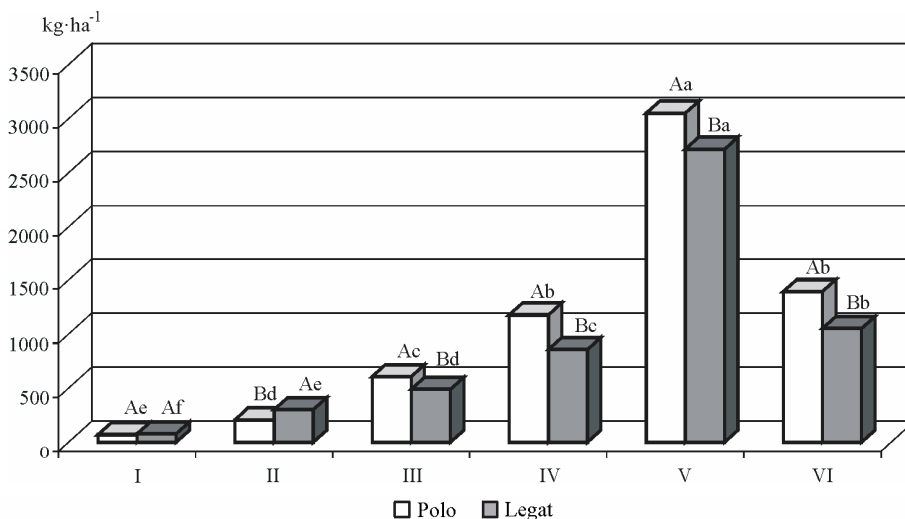
Rys. 7. Dynamika gromadzenia N przez rośliny łubinu żółtego

Fig. 7. Dynamics of N accumulation in yellow lupin plants



Rys. 8. Dobowe przyrosty plonu N ogólnego w suchej masie łubinu żółtego  
 Fig. 8. 24-hour total N increments in dry matter of yellow lupin plants

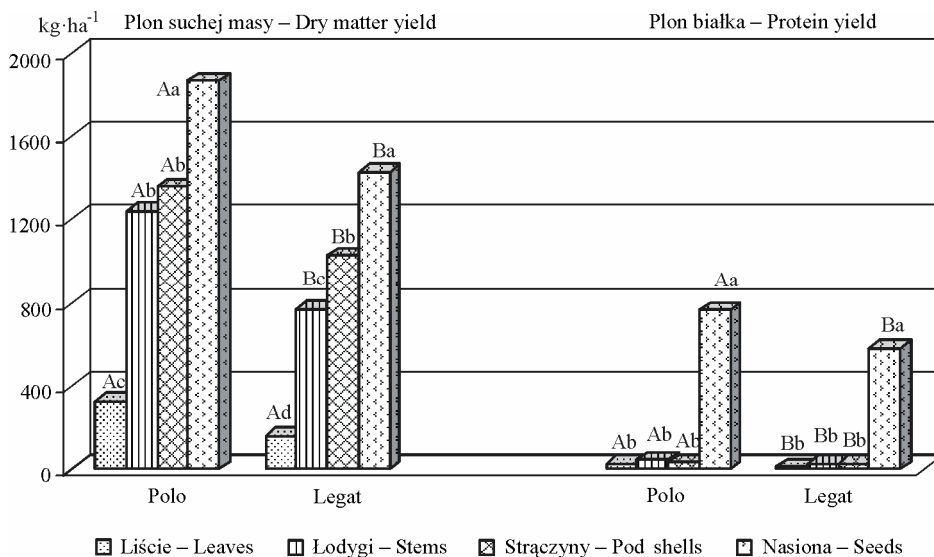
Najwyższy plon białka ogólnego z suchej masy nadziemnych części obu odmian, nieco ponad 3000 kg·ha<sup>-1</sup> u odmiany Polo i 2700 kg·ha<sup>-1</sup> u odmiany Legat, stwierdzono w fazie dojrzałości fizjologicznej nasion (rys. 9). Warto zauważyć, że plon białka badanych odmian był statystycznie podobny tylko do fazy 8-10 liści.



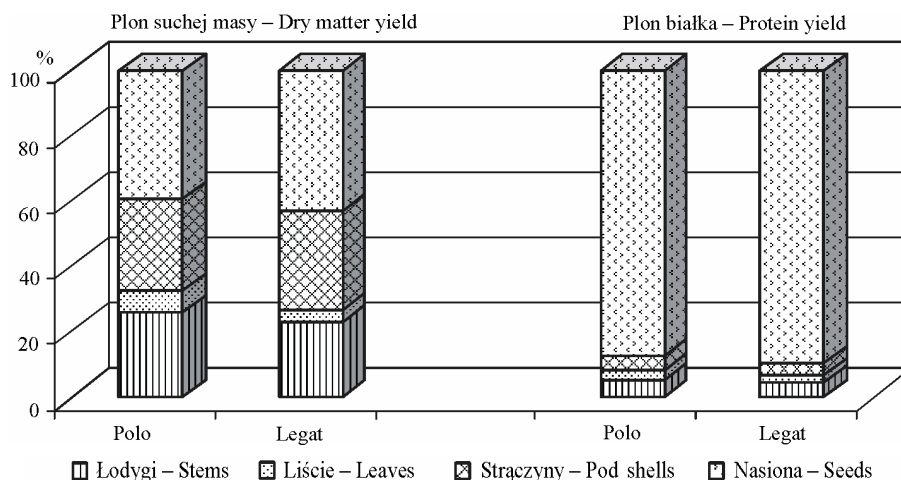
Rys. 9. Plon białka ogólnego łubinu żółtego  
 Fig. 9. Yield of total protein in yellow lupin

W dniu zbioru plon suchej masy, w tym łądyg, strączyn i nasion oraz białka ogólnego, odmiany Polo był istotnie wyższy niż odmiany Legat (rys. 10). Na plon suchej masy składał się głównie plon łądyg (25,9% u 'Polo' i 22,7% u 'Legat'), strączyn (28,3

i 30,3%) i nasion (39,0 i 42,3%), podczas gdy plon białka pochodził prawie wyłącznie z plonu nasion (87,4 i 89,1%) (rys. 11), który w wieloletniu osiągnął 1,86 t·ha<sup>-1</sup>, dla odmiany Polo i 1,43 t·ha<sup>-1</sup> dla odmiany Legat. Współczynnik plonowania rolniczego dla odmiany Polo wyniósł zatem niespełna 39%, a dla odmiany Legat – 42,2%.

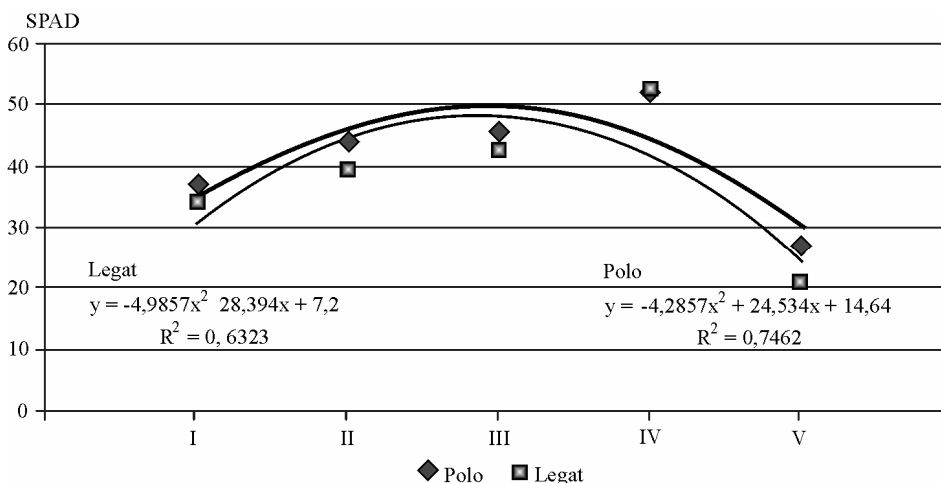


Rys. 10. Plon suchej masy i białka ogólnego w dniu zbioru łubinu żółtego  
Fig. 10. Yields of dry matter and total protein in yellow lupin on the day of harvest



Rys. 11. Udział części wegetatywnych i generatywnych łubinu żółtego w gromadzeniu suchej masy i białka ogólnego w dniu zbioru  
Fig. 11. Share of vegetative and generative parts of yellow lupin plants in accumulation of dry matter and total protein on the day of harvest

Funkcja wielomianowa najlepiej opisywała przebieg wartości jednostek SPAD, wyrażających pośrednio zawartość chlorofilu w liściach i stopień ich odżywienia N w kolejnych terminach zbioru (rys. 12). Najwyższe wartości SPAD stwierdzono w fazie płaskiego strąka, były one istotnie skorelowane z zawartością N oznaczoną metodą Kjeldahla w liściach ( $r = 0,846$ ) i nieistotnie – w łodygach ( $0,505$ ) (tab. 3). Wysoka zawartość N w liściach i łodygach wskazywała na niższy plon suchej masy i białka, a wysokiemu plonowi suchej masy towarzyszył wysoce istotny ( $r = 0,960$ ) przyrost plonu białka ogólnego.



Rys. 12. Jednostki SPAD podczas ontogenezy lubinu żółtego  
Fig. 12. SPAD units in the course of yellow lupin ontogenesis

Tabela 3. Macierz współczynników korelacji  
Table 3. Correlation coefficients matrix

Cechy Traits	Jednostki SPAD SPAD units	Zawartość N w liściach N content in leaves	Zawartość N w łodygach N content in stems	Plon świeżej masy Fresh weight yield	Plon suchej masy Dry matter yield	Plon białka Protein yield
	1	2	3	4	5	6
1	1	0,846*	0,505	-0,160	-0,280	-0,477
2		1	0,816*	-0,214	-0,607	-0,745*
3			1	-0,221	-0,790*	-0,791*
4				1	0,109	0,122
5					1	0,960*
6						1

\* r istotny przy  $\alpha = 0,05$  – r significant at  $\alpha = 0.05$

## DYSKUSJA

Mikroklimat Stacji Badawczej w Mochelku charakteryzuje się małą ilością opadów (średnia roczna suma z 54 lat wynosi 442 mm) i stosunkowo wysoką temperaturą powietrza (8,1°C). W badanym 3-leciu najwyższe średnie plony świeżej i suchej masy łąbinu żółtego uzyskano w stosunkowo obfitych w opady latach 2002 i 2004 (56 i 8,5 t·ha<sup>-1</sup>), podczas gdy w najsuchszym 2003 roku zebrano tylko 30 t·ha<sup>-1</sup> świeżej i aż 8,33 t·ha<sup>-1</sup> suchej masy. Wysoka temperatura i niska suma opadów także sprzyjały gromadzeniu suchej masy przez rośliny bobiku [Książak 2002]. W ostatnich (1996-1998) badaniach zielonkowych COBORU [Wiatr 2002] plony świeżej masy łąbinu żółtego wynosiły 61-68 t·ha<sup>-1</sup>, a suchej masy 7,27-8,24 t·ha<sup>-1</sup>. Do najwyższej plonujących należały tradycyjne odmiany Parys i Cybis.

Pośród trzech gatunków łąbinów uprawianych w Polsce łąbin żółty jest najczęściej wykorzystywany na zieloną masę, którą zbiera się od fazy płaskiego [Jasińska i Kotecki 1993] do wypełnionego strąka [Załęska i Załęski 1982], tj. po około 60-70 dniach od siewu [Wiatr 2002]. W badaniach własnych najwyższe plony świeżej masy zebrano w fazie płaskiego strąka, istotnie wyższe niż kilkanaście dni później w fazie fizjologicznej dojrzałości nasion, kiedy swoje maksimum osiągnął plon suchej masy, jak w pracach Załęskiej i Załęskiego [1982] oraz Gronowicz i in. [1991]. Niestety opóźnienie terminu zbioru w uprawie łąbinu na nasiona było związane z utratą znacznej części plonu suchej masy, wynikającą z opadania liści, a zwłaszcza zawiązków strąków i strąków z nasionami w okresie pomiędzy ich dojrzałością fizjologiczną a pełną.

Największy udział w gromadzeniu suchej masy w początkowych fazach wzrostu miały liście i łodygi, a od fazy kwitnienia nasiona, podobnie jak w badaniach Jasińskiej i Dmowskiego [1973] na łąbinie żółtym, Zanvettora i Ravelo [1999] na łąbinie białym, Koteckiego i Kozaka [1997a] na bobiku oraz Jasińskiej i Koteckiego [1997] na grochu. Badania własne struktury plonu nadziemnych części łąbinu żółtego potwierdzają tę tezę, ponieważ od momentu wykształcenia pąków i kwiatów malała zawartość suchej masy w liściach i łodygach, a zwiększała się w strąkach i nasionach. Najwyższa procentowa zawartość suchej masy, stwierdzona w fazie dojrzałości pełnej, jest wynikiem spadku zawartości wody w roślinach i nasionach oraz, jak podają Gronowicz i in. [1991] oraz Kotecki i Kozak [1997a,b], względnym spadkiem zawartości białka ogólnego i popiołu surowego w miarę wzrostu zawartości w nich suchej masy i włókna surowego u łąbinu żółtego, bobiku i grochu siewnego.

Gromadzenie N w roślinach znajduje się pod kontrolą ontogenetyczną, a jego całkowita zawartość w liściach zwiększa się do momentu rozwinięcia wszystkich liści i już przed kwitnieniem zaczyna się obniżać [Greenwood i in. 1990]. W doświadczeniu własnym także stwierdzono największą zawartość azotu w liściach w fazie pąkowania i kwitnienia; po przekwitnięciu zarówno zawartość N, jak i udział liści i łodyg w akumulacji azotu ulegał obniżaniu, co najpewniej było związane z rozpadem brodawek korzeniowych oraz z przemieszczaniem się azotu do strąków i nasion [Książak 2002]. Wraz z rozwojem roślin i gromadzeniem wyższych plonów suchej masy następowało też swoiste rozcieńczanie zawartości N [Greenwood i in. 1990], stąd też nie stwierdzono istotnego dodatniego związku z plonem suchej masy. Tę pozorną sprzeczność można wytłumaczyć wyższymi zawartościami N w liściach i łodygach w okresie, kiedy zarówno plony świeżej, jak i suchej masy oraz białka były najniższe (od fazy 8-10 liści do początku kwitnienia).

Najwięcej azotu w plonie suchej masy gromadziły rośliny łubinu żółtego w fazie dojrzałości fizjologicznej nasion, co znajduje potwierdzenie w badaniach Gronowicz i in. 1991, Załęskiej i Załęskiego [1982] oraz Olkowskiego [1994] na tym gatunku oraz Książaka [2002] na bobiku, według których plon białka ogólnego zbierany w fazie wypełnionego strąka jest wyższy niż uzyskany w fazie płaskiego strąka.

Obie badane odmiany charakteryzują się termoneutralnością, a 'Legat' także samo-kończeniem wegetacji [Nijaki 1997, Wiatr 2002]. Wyliczony wyższy współczynnik plonowania rolniczego odmian samokończących jest związany z innym rozmieszczeniem strąków na roślinie, lepszą penetracją światła w łanie oraz mniejszym współzawodnictwem o składniki pokarmowe pomiędzy organami wegetatywnymi a rozwijającymi się strąkami [Nalborczyk 1993, Schwab i in. 1996, Nijaki 1997].

Gromadzenie zielonej masy przebiegało dynamiczniej w początkowych fazach rozwoju odmiany samokończącej, która, jak podaje Januszewicz [1996], w fazie siewki wytwarza głęboki korzeń palowy i dużą świeżą masę korzeni bocznych, przez co jest bardziej odporna na suszę w okresie wiosennym, a jej rozwój wegetatywny jest mniej uzależniony od warunków wilgotnościowych. Zaobserwowany bujniejszy rozwój części nadziemnej odmiany tradycyjnej w fazie płaskiego strąka w warunkach dostatecznej wilgotności spowodował intensywniejsze gromadzenie zielonej masy niż u odmiany samokończącej, co jest typową reakcją roślin tej odmiany na występowanie obfitszych opadów [Nijaki 1997].

Szybsze tempo wzrostu odmiany samokończącej pozwalało też na większe przyrosty dobowe suchej masy i N do początku pąkowania, kiedy w plonie dominują liście, co może wynikać przynajmniej w części z braku rozgałęziania się roślin tej odmiany i konieczności konkurowania liści o składniki pokarmowe z rosnącymi pędami bocznymi [Nalborczyk 1993], jak ma to miejsce u odmian tradycyjnych, oraz z wyższej ich fotosyntezy [Dalbiak i in. 1997]. Może wskazywać też na większą przydatność odmian samokończących do zasiewów w międzyplonach ścierniskowych, gdzie o powodzeniu uprawy decyduje szybkość początkowego wzrostu. Także Książak [2002] stwierdził, że samokończące odmiany bobiku szybciej osiągają maksymalną liczbę i masę liści niż odmiany tradycyjne.

Wyższą zawartość chlorofilu w liściach obu badanych odmian stwierdzono w fazie płaskiego strąka, natomiast najwyższą procentową zawartość azotu w suchej masie liści w okresie od początku pąkowania do kwitnienia, co wynika prawdopodobnie z nieco zawyżonych odczytów N-testera, który uwzględnia też akumulację innych związków zawierających N niż białko. Analiza korelacji uzyskanych wyników wskazała jednak, że zachodzi wysoce istotny liniowy związek pomiędzy zawartością azotu ogólnego oznaczaną metodą Kjeldahla a zawartością chlorofilu w liściach określaną za pomocą N-testera, podobnie jak w przypadku innych roślin uprawnych [Machul 2001].

## WNIOSKI

1. W użytkowaniu na zieloną masę istotnie najwyższe plony świeżej masy łubinu żółtego obu badanych odmian uzyskano w fazie płaskiego strąka. Opóźnienie zbioru o kilkanaście dni, do fazy dojrzałości fizjologicznej nasion, pozwoliło na zebranie istotnie najwyższych plonów suchej masy i białka ogólnego.

2. Tradycyjna odmiana łubinu żółtego Polo charakteryzowała się istotnie wyższą maksymalną produktywnością od samokończącej odmiany Legat.

3. Szybsze tempo wzrostu od wschodów do początku pąkowania oraz większa dynamika gromadzenia świeżej i suchej masy oraz N, a także ich dobowych przyrostów w roślinach odmiany samokończącej mogą wskazywać na jej lepszą przydatność do użytkowania w międzyplonach ścierniskowych.

4. Zawartość azotu w liściach osiągała swoje maksimum (ponad 4% w suchej masie) w fazie od początku pąkowania do początku kwitnienia i była dwukrotnie wyższa od maksymalnej zawartości N w łodygach, zaobserwowanej na początku pąkowania.

5. Najwyższą zawartość chlorofilu w liściach stwierdzono w fazie płaskiego strąka, istotnie większą u odmiany Polo niż Legat; zawartość azotu w liściach oznaczana metodą Kjeldahla i chlorofilu za pomocą N-testera były ze sobą w wysokim stopniu skorelowane.

6. W plonie ogólnym suchej masy w dniu zbioru nasiona odmiany Polo stanowiły tylko 39%, a odmiany Legat 42% plonu całkowitej biomasy. W plonie suchej masy słomy dominowały strączyny, a najmniejszy udział miały liście; plon białka pochodził w ponad 90% z nasion.

## PIŚMIENNICTWO

- Dalbiak A., Czerednik A., Łoboda T., Pietkiewicz S., Drosio A., Nalborczyk E., 1997. Wzrost, rozwój oraz plonowanie tradycyjnych i samokończących morfotypów łubinu. Mat. konf. Łubin we współczesnym rolnictwie, ART Olsztyn 2, 25-34.
- Greenwood D., Lemaire G., Gosse G., Cruz P., Draycott A., Neeteson J.J., 1990. Decline in percentage N of C<sub>3</sub> and C<sub>4</sub> crops with increasing plant mass. Ann. Bot. 66, 425-436.
- Gronowicz Z., Fordoński G., Rutkowski M., 1991. Wpływ terminu siewu i zbioru na plonowanie łubinu żółtego. Fragm. Agron. 4, 61-69.
- Januszewicz E.K., 1996. Wzrost systemu korzeniowego i części nadziemnej u nowych genotypów łubinu żółtego (*Lupinus luteus* L.). Biul. IHAR 200, 355-361.
- Jasińska Z., Dmowski 1973. Morfologiczne i fizyczne cechy łubinu żółtego mające znaczenie dla procesu suszenia. Roczn. Nauk Roln. 70C (1), 31-38.
- Jasińska Z., Kotecki A., 1993. Rośliny strączkowe. PWN Warszawa.
- Jasińska Z., Kotecki A., 1997. Wpływ terminu i sposobu omłotu na dynamikę zmian w dojrzewających roślinach dwu morfotypów grochu. Cz. I. Rozwój roślin i gromadzenie suchej masy. Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu, Rolnictwo LXIX, 173-190.
- Kotecki A., Kozak M. 1997a. Wpływ terminu zbioru i sposobu omłotu na dynamikę zmian w dojrzewających roślinach dwu morfotypów bobiku. Cz. II. Skład chemiczny roślin. Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu, Rolnictwo LXIX, 143-159.
- Kotecki A., Kozak M., 1997b. Wpływ terminu zbioru i sposobu omłotu na dynamikę zmian w dojrzewających roślinach dwu morfotypów grochu. Cz. II. Skład chemiczny roślin. Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu, Rolnictwo LXIX, 191-220.
- Książak J., 2002. Dynamika gromadzenia składników pokarmowych w organach roślin tradycyjnych i samokończących odmian bobiku w okresie od kwitnienia do dojrzałości pełnej. IUNG Puławy, Monogr. i Rozpr. Nauk. 5, 1-95.
- Machul M., 2001. Ocena stanu odżywienia roślin azotem z zastosowaniem testów roślinnych. Post. Nauk Roln. 3, 71-83.
- Nalborczyk E., 1993. Biologiczne uwarunkowania produktywności roślin strączkowych. Fragm. Agron. 4, 147-151.

- Nijaki J., 1997. Postęp w hodowli samokończących odmian łubinu żółtego. Mat. konf. Łubin we współczesnym rolnictwie. ART Olsztyn 1, 90-96.
- Olkowski B., 1994. Ocena produktywności roślin strączkowych zbieranych w trzech fazach dojrzalności pod kątem ich wykorzystania na pasze. Zesz. Nauk. WSRP w Siedlcach, Zootechnika 38, 27-34.
- Schwab R.L., Reeves D.W., Peterson C.M., Mosjidis C., 1996. Dry matter and nutrient accumulation in three diverse white lupin cultivars. Proc. 8<sup>th</sup> Int. Lupin Conf., Asilomar, USA, 74-78.
- Wiatr K., 2002. Syntezy wyników doświadczeń rejestrowych. COBORU Słupia Wielka, Rośliny strączkowe 20.
- Wojcieszka U., 1993. Żywienie roślin azotem a przyrost masy i przebieg wybranych procesów fizjologicznych. Fragm. Agron. 4, 173-174.
- Wojcieszka U., 1994. Fizjologiczna rola azotu w kształtowaniu plonu roślin. Cz. I. Oddziaływanie azotu na wielkość plonu roślin. Post. Nauk Roln. 1, 115-126.
- Załęska W., Załęski W., 1982. Plonowanie i wartość pokarmowa roślin strączkowych zbieranych na zieloną masę i nasiona. Roczn. Nauk Roln. 105A (2), 121-129.
- Zanvettor R.E., Ravello A.C., 1999. Leaf area and dry matter production of white lupin grown under different soil water regimes. Proc. 9<sup>th</sup> Inter. Lupin Conf. Klink/Müritz, 220-224.

#### **DYNAMICS OF FRESH WEIGHT, DRY MATTER AND N ACCUMULATION IN PLANTS OF CONVENTIONAL AND SELF-COMPLETING YELLOW LUPIN (*Lupinus luteus* L.) CULTIVARS**

**Abstract.** A strict field experiment was carried out in 2002-2004 with two yellow lupin cultivars, which were harvested 6 times at the 8-10 leaf phase, at the beginning of budding and flowering, at flat pod, at physiological and full seed maturity, to evaluate the dynamics of fresh weight, dry matter as well as N accumulation in vegetative and generative parts of plants. The significantly highest fresh weight yields in both cultivars were obtained at the flat pod phase, while dry matter yields – at the physiological seed maturity. The maximum productivity of conventional ‘Polo’ cultivar was higher than that of self-completing ‘Legat’ which, due to a faster growth rate from the beginning of emergence to budding and higher dynamics of fresh weight and dry matter as well as N accumulation, can be more useful as an intercrop. The maximum N content in leaves was observed over budding and flowering phases, while in stems – at the beginning of budding. On the day of harvest the share of ‘Polo’ seeds in the total dry matter amounted to 39%, whereas of ‘Legat’ seeds – to 42%.

**Key words:** yellow lupin, dynamics of fresh weight and dry matter and N accumulation

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 09.12.2005