

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa Państwowego Instytutu Badawczego  
Zakład Uprawy Roślin Pastewnych, ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy

JERZY KSIĘŻAK

### **Dynamika przyrostu masy i akumulacja azotu przez odmiany bobiku o zróżnicowanej budowie morfologicznej**

The dynamics of weight and nitrogen accumulation by cultivars of faba bean  
with different morphological features

**Streszczenie.** Doświadczenie przeprowadzono w RZAD Sadłowice koło Puław w latach 1993–1995. Czynnikiem I rzędu były odmiany bobiku o zróżnicowanej budowie morfologicznej: Nadwiślański, Tinos i Caspar, a czynnikiem II rzędu była gęstość siewu: 50 i 70 nasion na 1 m<sup>2</sup>. Zawartość azotu oznaczano w liściach, łodygach i strąkach (co tydzień) w okresie od kwitnienia do pełnej dojrzałości. Przedmiotem badań było ocena tempa akumulacji azotu w liściach, łodygach i strąkach odmian bobiku o zróżnicowanym typie wzrostu i rozwoju w okresie od początku kwitnienia do pełnej dojrzałości. Odmiany bobiku nadwiślański, Tinos i Caspar gromadziły zróżnicowaną ilość azotu w okresie wegetacji. Największa zarówno absolutna, jak i bezwzględna szybkość wzrostu roślin charakteryzowała odmianę Nadwiślański o niezdeteminowanym typie rozwoju. Maksymalne wartości wskaźnika bezwzględnej szybkości wzrostu u odmiany Nadwiślański i Caspar wystąpiły w okresie, gdy strąki były widoczne w trzech gronach, natomiast u odmiany Tinos obserwowano wcześniej od 7 do 12 dni. Największy względny przyrost masy roślin bobiku u wszystkich ocenianych odmian zanotowano, gdy na roślinie bobiku kwitły kwiaty w dwóch-trzech gronach. Na początku kwitnienia bobiku łodygi z kwiatami stanowiły większy udział niż liście w całkowitej suchej masie rośliny bobiku, natomiast w okresie dojrzewania znacznie większy udział miały strąki. Największa akumulacja azotu była w okresie końca kwitnienia, przy czym u odmiany Tinos (samokończąca) występowała około 7–10 dni wcześniej niż u odmiany Nadwiślański i Caspar. W okresie początku kwitnienia znacznie większy był udział liści w całkowitej ilości azotu akumulowanego w roślinie. Przed zbiorem najwięcej azotu było akumulowane w strąkach.

**Słowa kluczowe:** bobik, akumulacja, azot, odmiany

#### WSTĘP

Literatura na temat składu chemicznego roślin strączkowych jest dość liczna. W większości publikacji główną uwagę skupia się na zawartości składników mineralnych w końcowym plonie – nasionach i ewentualnie słomie, mniej zaś interesowano się dynamiką pobierania przez rośliny strączkowe składników z gleby. Spostrzeżenie to dotyczy większości gatunków tej grupy roślin w tym również bobiku.

Pobieranie i akumulacja składników są uzależnione od metabolizmu samej rośliny, jak również innych czynników. Przebieg procesów fizjologicznych w roślinach bobiku decydujących o kształtowaniu plonu nie są wystarczająco wyjaśnione, a badania nad tym zagadnieniem są stosunkowo nieliczne. Plonowanie bobiku modyfikują nie w pełni poznane zależności pomiędzy organami wegetatywnymi i generatywnymi. Prawdopodobnie są one silniejsze u odmian o niezdeteminowanym typie wzrostu, gdyż przez znaczącą część okresu wegetacji równolegle przebiegają fazy wzrostu wegetatywnego i rozwoju generatywnego [Filek i Kościelniak 1987]. Mało poznany jest wpływ różnych czynników na wzrost roślin, tworzenie i akumulację biomasy i składników mineralnych w tym także azotu oraz ich przemieszczanie w poszczególnych fazach rozwojowych roślin bobiku.

Celem niniejszego opracowania było określenie dynamiki przyrostu masy i akumulacji azotu przez odmiany bobiku o zróżnicowanym przebiegu wzrostu i rozwoju w okresie od kwitnienia do dojrzałości pełnej.

#### METODY BADAŃ

Doświadczenie polowe przeprowadzono w latach 1993–1995 w RZD IUNG w Sa-  
dłowicach koło Puław. Zakładano je jako łanowe, bezpowtórzeniowe. Czynnikiem I  
rzędu były odmiany bobiku o zróżnicowanej budowie morfologicznej: Nadwiślański,  
Tinos i Caspar, a czynnikiem II rzędu była gęstość siewu: 50 i 70 nasion na 1 m<sup>2</sup>. Po-  
wierzchnia pola do zbioru wynosiła w zależności od roku od 0,17 do 0,38 ha.

Przedplonem były zboża. Średnia zawartość przyswajalnych składników w glebie  
wynosiła (mg·kg<sup>-1</sup>) P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 115–172; K<sub>2</sub>O – 152–160; MgO – 140–273; a pH w 1 mol  
KCl – 6,7–7,1. Nawożenie mineralne zastosowano w następujących dawkach (kg·ha<sup>-1</sup>):  
90 – P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 130 – K<sub>2</sub>O; 20 – N. W 1993 r. ze względu na opóźnioną wiosnę siew wyko-  
nano 14 kwietnia, w 1994 roku – 1 kwietnia, a w 1995 r. – 21 marca. Nasiona zaprawia-  
no Funabenem (100 g/100 kg nasion) oraz Nitraginą wysiewano na głębokość 7–8 cm,  
w rozstawie rzędów 20 cm. Do zwalczania chwastów dwuliściennych stosowano Sencor  
70 WP w dawce 0,4 l·ha<sup>-1</sup>, a jednoliściennych – Fusilade (2,5–3 l·ha<sup>-1</sup>).

W okresie wegetacji bobiku notowano daty wschodów, początku kwitnienia oraz  
zbrunatnienia 5–10 i 60–80% strąków. Od początku kwitnienia bobiku z każdego pola  
losowo pobierano co 7 dni po 20 roślin. Po mineralizacji prób na drodze mokrej (stężony  
H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + perhydrol) oznaczano zawartość azotu (spektrofotometria przepływową).  
W liściach i łodygach oznaczano w okresie od początku kwitnienia do pełnej dojrzałości  
nasion, a w strąkach od ich zawiązania również do pełnej dojrzałości nasion. Bez-  
względna szybkość wzrostu (GR – growth rate) obliczono, stosując wzór Evansa [1972]:

$$GR = \frac{W_2 - W_1}{t_2 - t_1}, \text{ g} \cdot \text{doba}^{-1}$$

gdzie:

W<sub>1</sub> – sucha masa roślin na początku okresu pomiarowego (w czasie t<sub>1</sub>)

W<sub>2</sub> – sucha masa roślin na końcu okresu pomiarowego (w czasie t<sub>2</sub>)

t<sub>1</sub> – początek okresu pomiarowego

t<sub>2</sub> – koniec okresu pomiarowego

Względna szybkość wzrostu (RGR – relative growth rate) obliczono stosując wzór Evansa [1972]:

$$RGR = \frac{\ln W_2 - W_1}{t_2 - t_1}, g \cdot g^{-1} \cdot \text{doba}^{-1}$$

gdzie:

$\ln$  – log naturalny

$W_1$  – sucha masa roślin na początku okresu pomiarowego (w czasie  $t_1$ )

$W_2$  – sucha masa roślin na końcu okresu pomiarowego (w czasie  $t_2$ )

$t_1$  – początek okresu pomiarowego

$t_2$  – koniec okresu pomiarowego

Akumulację azotu obliczono na podstawie procentowych zawartości N w poszczególnych organach roślin i ich suchych mas. Bezwzględną szybkość akumulacji (AR) obliczono stosując wzór Evansa [1972]:

$$AR = \frac{M_2 - M_1}{t_2 - t_1}, g \cdot \text{doba}^{-1}$$

gdzie:

$M_1$  i  $M_2$  – masa azotu (mg) w całej roślinie w czasie  $t_1$  i  $t_2$

$t_1$  – początek okresu pomiarowego

$t_2$  – koniec okresu pomiarowego

#### WYNIKI I DYSKUSJA

Zwiększenie zagęszczenia roślin z 50 do 70 szt.  $m^{-1}$  nie miało znaczącego wpływu na kształtowanie się zawartości azotu w liściach, strąkach, łodygach i całych roślinach. W związku z tym omówiono jako średnią dla obu zastosowanych gęstości siewu.

Większą bezwzględną szybkość wzrostu roślin bobiku (GR) u wszystkich odmian nie zależnie od typu rozwojowego zanotowano w roku 1993, charakteryzującym się mniejszą sumą opadów niż lata 1994 i 1995 (tab. 1). W pozostałych dwóch latach była ona podobna. Natomiast względna szybkość wzrostu roślin bobiku największa była w roku 1995, w którym wystąpiły znaczne opady w okresie od początku kwitnienia do dojrzewania roślin.

Porównywane odmiany bobiku różniły się szybkością wzrostu. Zarówno największa absolutna, jak i względna szybkość wzrostu roślini charakteryzowała odmianę Nadwiślański o niezdefiniowanym typie rozwoju. Natomiast odmiany bobiku Tinos o samokończącym typie rozwoju i Caspar (białokwitnąca) charakteryzowały zbliżone wartości bezwzględnej i względnej szybkości wzrostu roślin. Według Wojcieszkiej i in. [1993] porównywane odmiany grochu (wąsolistna i tradycyjna) stosunkowo mało różniły się szybkością wzrostu zarówno nawożone azotem mineralnym, jak i nienawożone tym składnikiem. Autorzy ci obserwowali tylko wyraźnie większą bezwzględną szybkość wzrostu form o tradycyjnym ulistnieniu niż odmiany wąsolistnej w okresie pojawienia się paków kwiatowych i początku kwitnienia.

Tabela 1. Absolutna (GR g doba<sup>-1</sup>) i względna szybkość wzrostu (RGR g g<sup>-1</sup> doba<sup>-1</sup>) roślin bobiku  
 Table 1. Absolute (GR g day<sup>-1</sup>) and relative (RGR g g<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup>) growth rate of faba bean plants

Lata Year	Termin zbioru Terms of harvest	Absolutna szybkość wzrostu roślin (GR) Absolute growth rate of plants			Względna szybkość wzrostu roślin (RGR) Relative (RGR) growth rate of plants		
		Nadwiślański	Tinos	Caspar	Nadwiślański	Tinos	Caspar
1993	7.06	0,105	0,092		0,031	0,035	
	14.06	0,364	0,193		0,045	0,044	
	21.06	0,370	0,242		0,071	0,062	
	28.06	0,537	0,328		0,066	0,057	
	5.07	0,568	0,517		0,060	0,053	
	12.07	0,613	0,611		0,054	0,048	
	19.07	0,828	0,651		0,050	0,043	
	26.06	1,057	0,524		0,048	0,040	
	2.08	0,753	0,478		0,042	0,040	
	9.08	0,629	0,407		0,040	0,039	
	16.08	0,538	0,322		0,038	0,036	
	23.08	0,371	0,284		0,026	0,030	
30.08	0,208	0,130		0,006	0,009		
1994	16.06	0,113	0,077	0,067	0,038	0,033	0,031
	23.06	0,278	0,207	0,158	0,052	0,041	0,053
	1.07	0,384	0,406	0,256	0,036	0,047	0,046
	7.07	0,578	0,341	0,290	0,031	0,040	0,040
	14.07	0,686	0,307	0,386	0,030	0,035	0,040
	21.07	0,311	0,229	0,213	0,024	0,029	0,032
	28.07	0,241	0,162	0,171	0,019	0,023	0,029
	4.08	0,098	0,084	0,078	0,005	0,006	0,008
1995	7.06	0,038	0,045	0,039	0,025	0,027	0,025
	14.06	0,243	0,186	0,193	0,045	0,060	0,046
	21.06	0,336	0,300	0,268	0,082	0,056	0,055
	28.06	0,378	0,336	0,342	0,071	0,050	0,044
	5.07	0,512	0,350	0,368	0,066	0,046	0,036
	12.07	0,681	0,288	0,407	0,050	0,038	0,028
	19.07	0,548	0,161	0,269	0,048	0,034	0,027
	26.07	0,381	0,120	0,184	0,047	0,029	0,024
	2.08	0,254	0,056	0,078	0,042	0,010	0,011
	9.08	0,076			0,013		

Wystąpiły wyraźne różnice zarówno w bezwzględnej (mierzonej wielkością przyrostu masy rośliny w ciągu doby), jak i względnej (mierzonej ilością masy wyprodukowanej w ciągu doby przez 1 g masy rośliny) szybkości wzrostu w poszczególnych fazach wegetacji. Mała na początku okresu pomiarowego bezwzględna szybkość wzrostu bobiku zwiększała się stopniowo, osiągając maksymalne wartości u odmiany Nadwiślański i Caspar w okresie, gdy strąki były widoczne w trzech gronach, natomiast u odmiany Tinos obserwowano wcześniej od 7 do 12 dni (tab. 2). W okresie wypełniania oraz dojrzewania strąków i nasion wartość absolutnej szybkości wzrostu malała, a najmniejsza

była pod koniec okresu wegetacji. Natomiast Kocoń i in. [1997] maksymalne wartości GR u bobiku stwierdziła w okresie pełni kwitnienia i wiązania pierwszych strąków. Wojcieszka i in. [1993] obserwowali u grochu największe wartości GR w okresie kwitnienia, zawiązywania i wypełniania się strąków. Największy względny przyrost masy (RGR) zanotowano wcześniej niż maksymalną wartość absolutnego wzrostu roślin bobiku,

Tabela 2. Bezwzględna szybkość akumulacji N w roślinach bobiku ( $\text{mg N} \cdot \text{roślina}^{-1} \cdot \text{doba}^{-1}$ )  
Table 2. Absolute rate of nitrogen absorption ( $\text{mg N plant}^{-1} \cdot \text{doba}^{-1}$ )

Lata Years	Termin zbioru Terms of harvest	Nadwiślański	Tinos	Caspar
1993	7.06	4,3	3,3	
	14.06	7,1	5,9	
	21.06	12,0	9,8	
	28.06	14,1	12,1	
	5.07	16,5	11,4	
	12.07	14,3	10,3	
	19.07	13,8	10,5	
	26.06	11,0	10,0	
	2.08	10,2	9,9	
	9.08	9,3	8,2	
	16.08	8,6	6,9	
	23.08	2,9	1,8	
	30.08	2,8	1,6	
1994	16.06	3,3	2,5	2,1
	23.06	5,8	10,4	4,2
	1.07	12,6	9,8	11,3
	7.07	11,6	9,7	10,7
	14.07	8,7	8,4	8,1
	21.07	5,8	7,8	6,9
	28.07	3,8	2,9	3,0
	4.08	3,4	2,4	2,1
1995	7.06	1,5	1,7	1,8
	14.06	3,9	10,5	5,4
	21.06	12,4	9,8	12,0
	28.06	10,4	9,4	11,2
	5.07	10,0	8,1	9,6
	12.07	9,1	6,9	8,4
	19.07	8,3	6,1	6,9
	26.07	7,0	1,9	3,1
	2.08	3,1	1,3	2,3
	9.08	2,6		

u wszystkich bowiem ocenianych odmian wystąpiła ona, gdy na roślinie bobiku rozwinęły się kwiaty w 2–3 gronach. Mniejsze wartości GR i RGR na początku ocenianego okresu mogły być związane z dużym wówczas zapotrzebowaniem na energię i w konsekwencji intensywnym zużywaniem asymilatów w procesie oddychania [Grzesiuk i Kulka

1981]. Inna prawdopodobna przyczyna tego zjawiska to powszechnie obserwowane zahamowanie wzrostu związane z infekcją włośników korzeniowych przez komórki *Rhizobium* [Ayisi i in. 1992, Eaglesham 1989]. Zmniejszone przyrosty masy w późniejszych fazach wegetacji mogły być również konsekwencją innych zjawisk, a między innymi stopniowego ograniczenia pobierania składników mineralnych wskutek spadku aktywności fizjologicznej korzeni. U grochu takie zjawisko obserwowane było przez Podleśną i Wojcieszka-Wyskupajtys [1996 a, 1996b], a u roślin zbożowych między innymi Wojcieszka i in. [1989] oraz Gizę-Podleśną [1993]. Ponadto mogło być ograniczeniem procesu fotosyntezy związanego z malejącą z wiekiem aktywnością fotosyntetyczną organów asymilacyjnych [Wojcieszka 1994a, 1994b].

Na początku kwitnienia bobiku łądzy z kwiatami stanowiły większy udział niż liście w całkowitej suchej masie rośliny bobiku, który zwiększał się aż do pojawienia się pierwszych strąków (tab. 4). Przy czym w roku 1993 i 1995 u odmiany Nadwiślański i Tinos różnica ta była znacznie mniejsza niż u odmiany Caspar. Natomiast znacznie większe różnice zanotowano w 1994 r., w którym wystąpiła ograniczona ilość opadów, duże usłonecznienie i wysoka temperatura w okresie od kwitnienia do dojrzałości strąków. Rośliny bobiku w tym roku wcześniej osiągały kolejne fazy rozwojowe i zawierały więcej suchej masy. Od początku ciemnienia pierwszych strąków (81 w skali BBA) odnotowano większy ich udział w masie rośliny bobiku niż liści i łądzy z kwiatami. Jest to związane z przepływem składników pokarmowych do organów zapasowych (strąki – nasiona). Natomiast zmniejszanie się udziału liści w masie rośliny spowodowane jest ich odpadaniem w miarę dojrzewania roślin.

Akumulacja azotu w roślinach zależała bardzo wyraźnie od przebiegu warunków pogodowych w okresie wegetacji. Była ona większa w roku 1993, w którym występowały korzystne warunki dla wzrostu roślin i dla symbiotycznego wiązania  $N_2$ . Rok ten charakteryzował się bardziej równomiernie rozłożonymi opadami i większą sumą temperatur od siewu do dojrzałości niż dwa następne lata, w których prowadzono badania.

Szybkość akumulacji azotu zwiększała się stopniowo w miarę postępującego wzrostu i rozwoju roślin. Była największa w końcu kwitnienia, a następnie znowu malała; przy czym u odmiany Tinos (samokończąca) występowała około 7–10 dni wcześniej niż u odmiany Nadwiślański i Caspar. Podobne zależności stwierdzono wcześniej także u innych gatunków roślin [Pałys 1985, Schjorring 1989]. Nieznacznie dłuższy okres szybkiej akumulacji azotu charakteryzował odmianę Nadwiślański o niezdeterminowanym typie rozwoju. Ponadto odmiana Nadwiślański akumulowała na ogół więcej tego składnika niż odmiany Tinos i Caspar oraz charakteryzowała się także największą bezwzględną szybkością wzrostu roślin. Zdaniem Książaka [2000, 2004] odmiana bobiku Nadwiślański odznaczała się większą zawartością suchej masy, potasu, fosforu magnezu i wapnia. Z kolei odmiany Tinos i Caspar gromadziły podobne ilości N, chociaż w roku 1995 nieco więcej akumulowała odmiana Caspar. Większe gromadzenie azotu przez odmianę Nadwiślański mogło być częściowo związane z większą zdolnością tej odmiany do biologicznego wiązania  $N_2$ , częściowo zaś z wolniejszym jej starzeniem się zwłaszcza w porównaniu z odmianą Tinos. W pierwszych terminach oznaczeń akumulacja azotu wyprzedzała gromadzenie suchej masy, a w późniejszych szybciej przyrastała masa roślin, chociaż i tak maksymalna ilość w nich azotu występowała wcześniej niż maksymalna masa roślin. Podobne zmiany w zbożach obserwowali Giza [1991], Muqwir i Bishnoi [1980], a w koniczynie Bring [1990].

Tabela 3. Udział organów rośliny bobiku w akumulacji azotu (%)  
Table 3. Percentage of faba bean organs in nitrogen accumulation

Odmiana	1993				1994				1995			
	termin zbioru terms of harvest	lodyga z kwiatami shoots + flowers	liście leaves	strąki pods	termin zbioru terms of harvest	lodyga z kwiatami shoots + flowers	liście leaves	strąki pods	termin zbioru terms of harvest	lodyga z kwiatami shots + flowers	liście leaves	strąki pods
Nadwiślański	7.06	35,38	64,61	-	16.06	42,56	57,43	-	7.06	33,84	61,15	-
	14.06	37,27	62,72	-	23.06	33,37	66,62	-	14.06	33,87	66,12	-
	21.06	30,42	69,57	-	1.07	31,86	56,52	11,61	21.06	30,41	69,58	-
	28.06	26,73	70,09	3,17	7.07	29,73	44,57	25,71	28.06	23,46	67,37	9,15
	5.07	25,08	64,35	10,56	14.07	24,65	24,24	51,10	5.07	23,70	53,24	23,04
	12.07	26,60	51,47	21,91	21.07	18,74	23,51	57,73	12.07	16,06	38,16	45,77
	19.07	21,05	47,76	31,17	28.07	15,90	8,13	75,95	19.07	12,89	25,02	62,13
	26.07	18,31	41,22	40,45	4.08	18,89	-	81,10	26.07	10,39	6,33	83,27
	2.08	13,66	28,17	58,15					2.08	5,18	1,77	93,03
	9.08	15,13	1,78	83,08					9.08	4,30		95,66
	16.08	8,63	-	91,36								
	23.08	8,57	-	91,42								
	30.08	8,47	-	91,52								
Tinos	7.06	36,60	63,39	-	16.06	39,49	60,50	-	7.06	33,89	66,10	-
	14.06	33,78	66,21	-	23.06	40,93	59,01	-	14.06	37,55	62,44	-
	21.06	30,00	70,00	-	1.07	32,44	4,08	26,79	21.06	39,11	55,16	5,72
	28.06	29,25	55,88	15,00	7.07	28,95	27,13	43,90	28.06	31,36	42,24	26,39
	5.07	33,28	45,05	21,65	14.07	25,17	15,86	58,95	5.07	24,39	27,22	48,37
	12.07	24,93	36,94	38,12	21.07	20,22	3,58	76,18	12.07	17,46	24,37	58,16
	19.07	19,15	28,70	52,14	28.07	13,69	2,65	83,65	19.07	11,00	12,89	76,10
	26.07	17,99	25,02	56,97	4.08	17,36	-	82,63	26.07	9,39	3,97	86,63
	2.08	15,68	21,58	62,72					2.08	8,16	3,34	88,49
	9.08	17,56	13,27	69,15					9.08			
	16.08	18,31	-	81,68								
	23.08	14,31	-	85,18								
	30.08	14,89	-	85,10								
Caspár					16.06	37,34	62,65	-	7.06	33,06	66,93	-
					23.06	33,41	66,58	-	14.06	33,46	66,53	-
					1.07	19,78	47,04	33,17	21.06	27,05	67,63	5,30
					7.07	18,49	28,96	52,54	38.06	20,16	60,67	19,16
					14.07	14,19	16,78	69,01	5.07	14,71	37,25	48,02
					21.07	14,46	-	85,53	12.07	10,98	27,99	61,02
					28.07	8,63	-	91,36	19.07	9,68	7,72	82,58
					4.08	8,59	-	91,41	26.07	7,47	1,71	90,81
									2.08	5,83	-	94,16

Tabela 4. Procentowy udział organów rośliny bobiku w gromadzeniu suchej masy  
Table 4. Percentage of faba bean organs in dry matter accumulation

Odmiana	1993				1994				1995			
	termin zbioru terms of harvest	łodyga z kwiatami shoots + flowers	liście leaves	strąki pods	termin zbioru terms of harvest	łodyga z kwiatami shoots + flowers	liście leaves	strąki pods	termin zbioru terms of harvest	łodyga z kwiatami shoots + flowers	Liście leaves	Strąki pods
Nadwiślanski	7.06	50,16	49,83	-	16.06	65,21	34,78	-	7.06	53,62	46,37	-
	14.06	53,93	46,06	-	23.06	70,94	29,05	-	14.06	55,73	44,26	-
	21.06	53,72	46,27	-	1.07	63,43	28,45	6,12	21.06	56,41	43,58	-
	28.06	49,58	48,40	2,05	7.07	59,97	24,12	15,91	28.06	51,23	43,34	5,41
	5.07	50,48	43,26	6,25	14.07	55,71	17,24	27,09	5.07	53,86	32,21	13,91
	12.07	56,76	31,39	11,84	21.07	49,43	15,71	34,85	12.07	43,88	26,32	29,78
	19.07	54,20	26,75	19,03	28.07	46,55	1,90	51,54	19.07	35,18	19,75	45,06
	26.07	45,82	21,06	33,10	4.08	51,75	-	48,24	26.07	32,34	6,17	61,48
	2.08	42,01	19,69	38,29					2.08	30,07	3,00	66,91
	9.08	45,96	2,33	51,70					9.08	29,55	-	70,44
	16.08	34,67	-	65,32								
	23.08	35,01	-	64,98								
	30.08	34,20	-	65,79								
	Tinos	7.06	56,00	44,0	-	16.06	60,46	39,53	-	7.06	50,00	50,00
14.06		59,61	40,38	-	23.06	56,97	43,02	-	14.06	60,65	39,94	-
21.06		61,09	38,90	-	1.07	57,50	28,33	14,16	21.06	58,86	36,17	4,96
28.06		59,23	32,80	7,96	7.07	53,35	21,55	25,08	28.06	52,94	28,82	18,23
5.07		58,65	28,15	13,19	14.07	52,11	14,43	33,45	5.07	44,23	22,11	33,64
12.07		58,09	27,66	14,24	21.07	47,72	3,57	48,70	12.07	39,47	18,04	42,48
19.07		45,24	18,56	36,19	28.07	39,83	3,02	57,14	19.07	34,03	11,57	54,38
26.07		42,82	16,59	40,58	4.08	51,00	-	49,00	26.07	34,07	3,26	62,60
2.08		37,92	14,61	47,75					2.08	29,19	2,18	68,61
9.08		39,12	9,31	51,75								
16.08		37,77	-	60,87								
23.08		36,88	-	62,22								
30.08		-	-	63,11								
Caspár						16.06	59,64	40,35	-	7.06	60,56	39,43
					23.06	60,60	39,39	-	14.06	59,18	40,81	-
					1.07	58,40	29,80	11,80	21.06	52,08	43,75	4,16
					7.07	56,28	23,10	20,71	38.06	50,00	37,24	12,75
					14.07	55,10	12,40	32,51	5.07	39,52	25,29	35,17
					21.07	54,00	3,82	42,18	12.07	32,14	19,80	48,05
					28.07	52,10		47,90	19.07	31,03	5,64	63,32
					4.08	51,48		48,52	26.07	29,56	1,44	70,44
									2.08	28,8	-	71,20

Uzyskane wyniki potwierdziły znaną prawidłowość, że w początkowych fazach wegetacji tempo pobierania składników pokarmowych znacznie przewyższa tempo przyrostu masy. W przypadku omawianych odmian bobiku różnice te były niewielkie, znacznie mniejsze niż stwierdzono w przypadku zbóż [Giza 1991, Giza-Podleśna 1993, Wojcieszka i in. 1989]. Według Kocoń i in. [1997], rośliny bobiku odżywiane w głównej mierze  $N_2$  wiązany symbiotycznie, a także dokarmiane N mineralnym (w ponad 50% zapotrzebowanie roślin na azot), nie różniły się istotnie pod względem jego akumulacji w roślinach dojrzałych.

Analiza udziału poszczególnych organów rośliny bobiku w procesie gromadzenia azotu wykazała znacznie większy udział liści w całkowitej ilości azotu akumulowanego w roślinie w pierwszych terminach oznaczeń (tab. 3). Ich udział wzrastał do pojawienia się pierwszych strąków, po czym systematycznie zmniejszał się, natomiast wtedy wzrastał udział strąków. Tendencje takich zmian obserwowano u wszystkich ocenianych odmian niezależnie od zróżnicowanej budowy morfologicznej. Również u innych gatunków, np. grochu [Wojcieszka i in. 1994], zbóż [Giza 1991, Giza-Podleśna 1993, Wojcieszka 1989], zanotowano takie zmiany; przy czym zmiany te były u grochu mniejsze niż u zbóż. Spowodowane jest to tym, iż u roślin strączkowych w czasie rozwoju strąków odbywa się jeszcze wzrost organów wegetatywnych, co jest związane z zapotrzebowaniem na składniki pokarmowe. Występuje więc konkurencja o podział zgromadzonego azotu, przy ograniczonym już wówczas jego pobieraniu z gleby i zmniejszonym biologicznym wiązaniu  $N_2$ , co wynika ze słabszej aktywności fizjologicznej korzeni i układu symbiotycznego [Ruszkowska i in. 1991, Wojcieszka i in. 1993]. Nieco większym udziałem liści w akumulacji azotu odznaczała się odmiana Nadwiślański w porównaniu do odmiany Tinos i Caspar. Udział strąków w gromadzeniu tego pierwiastka przed zbiorem był zróżnicowany u poszczególnych odmian. Największym odznaczyła się odmiana Caspar – 91–94%, natomiast najmniejszą Tinos – 82–88% (tab. 4). Według Wojcieszkiej [1993] w dojrzałych roślinach grochu azot zgromadzony w nasionach stanowił od 78 do 82% całkowitej ilości zgromadzonej części nadziemnej rośliny, bez wyraźnej różnicy między ocenianymi odmianami. Szybki przyrost udziału strąków w bilansie azotu był niewątpliwie, jak podaje Kocoń [1997], rezultatem przemieszczania się do nasion nie tylko produktów fotosyntezy bieżącej, ale również reutilizacji metabolitów powstałych wcześniej, a następnie wycofywanych organów wegetatywnych, takich jak liście, łodygi i korzenie. Wskazuje na to zmniejszanie się masy tych organów u roślin strączkowych [Filek 1990], jak również u zbóż Giza-Podleśna [1993], wykonane zwłaszcza w badaniach zastosowaniem  $^{14}C$  [Crompton i in. 1981, Wojcieszka 1995].

#### WNIOSKI

1. Porównywane odmiany bobiku różniły się szybkością wzrostu. Zarówno największa absolutna, jak i bezwzględna szybkość wzrostu roślin charakteryzowała odmianę Nadwiślański o niezdeterminowanym tempie wzrostu.

2. Maksymalne wartości wskaźnika bezwzględnej szybkości wzrostu wystąpiły u odmiany Nadwiślański i Caspar w okresie, gdy strąki były widoczne w trzech gronach, natomiast u Tinos wcześniej o 7–12 dni. Największy względny przyrost masy roślin

bobiku u wszystkich ocenianych odmian zanotowano, gdy na roślinie bobiku rozwinęły kwiaty w dwóch-trzech gronach. Na początku kwitnienia bobiku łodygi z kwiatami stanowiły większy udział niż liście w całkowitej suchej masie rośliny bobiku, natomiast w okresie dojrzewania znacznie większy udział stanowiły strąki.

3. Największą akumulację azotu stwierdzono od końca kwitnienia, do dojrzałości strąków, przy czym u odmiany Tions (samokończąca) okres ten wystąpił o 7–10 dni wcześniej niż u odmiany Nadwiślański i Caspar. Odmiana Nadwiślański akumulował na ogół więcej N niż pozostałe dwie odmiany.

4. W początku kwitnienia roślin znacznie większy był udział liści w całkowitej ilości azotu akumulowanego, natomiast w roślinach dojrzałych najwięcej azotu było w strąkach, przy zróżnicowaniu między odmianami: Caspar (91–94%), Tinos (82–88%), Nadwiślański (81–96%).

#### PIŚMIENNICTWO

- Ayisi K. K., Putriam D.H., Vance C.P., Graham P.H., 1992. Dinitrogen fixation, nitrogen and dry matter accumulation and nodulation in white lupine. *Crop Sci.*, 32, 1197–1202.
- Bring G.E., 1990. Seasonal dry matter, nitrogen and dinitrogen fixation patterns of Crimson and Subterranean clovers. *Crop Sci.*, 30, 1115–1118.
- Crompton H.J., Llyod-Jones C.P., Hill-Cottingham D.G., 1981. Translocation of labeled assimilates following photosynthesis of  $^{14}\text{CO}_2$  by the field bean, *Vicia faba*. *Physiol. Plant.*, 51, 189–194.
- Eaglesham A.R.J., 1989. Nitrate inhibition of root nodule symbiosis in doubly rooted soybean plants. *Crop. Sci.*, 29, 115–119.
- Evans G.C., 1972. The quantitative analysis of plant growth. Univ. California Press; 734.
- Filek W., 1990. Udział niektórych ekologiczno-fizjologicznych czynników w kształtowaniu produktywności bobiku. *Zesz. Nauk. AR Kraków, Rozpr. hab.* 141.
- Filek W., Kościelniak J., 1987. Changes in the rate of biomass production and accumulation in field beans (*Vicia faba minor* Beck.). *Bull. Pol. Acad. Sci., Biol.*, 35(4/6), 123–134.
- Giza A., 1991. Dynamika wzrostu i pobierania składników pokarmowych przez ozime formy pszenżyta, pszenicy i żyta w warunkach zróżnicowanego żywienia NPK. II. Pobieranie azotu i aktywność reduktazy azotanowej. *Pam. Puł.*, 99, 75–88.
- Giza-Podleśna A., 1993. Dynamika przyrostu masy i pobierania składników pokarmowych przez pszenżyto ozime w porównaniu z pszenicą i żytem. *Prac. dok. IUNG Puławy*, 104.
- Grzesiuk S., Kulka K., 1981. Fizjologia i biochemia nasion. PWRiL Warszawa.
- Kocoń A., 1997. Wpływ sposobu żywienia azotem na symbiotyczne wiązanie N i wykorzystanie potencjału plonotwórczego bobiku (*Vicia faba* L. ssp. *minor* Harz). *Praca dok. IUNG Puławy*, 97.
- Kocoń A., Wojcieszka U., Głazewski S., 1997. Dynamika przyrostu masy bobiku przy zróżnicowanym zaopatrzeniu w azot mineralny. *Pam. Puł.*, 109, 59–71.
- Książak J., 2000. Dynamika gromadzenia suchej masy bobiku w okresie od kwitnienia do dojrzałości. *Bibliotheca Fragm. Agronom.*, 8, 143–156.
- Książak J., 2004. Pobieranie i akumulacja P, K, Mg i Ca przez odmiany bobiku o zróżnicowanej budowie morfologicznej. *Annales UMCS, s. E Agricultura*, LIX, 233–240.
- Mugwira L.M., Bishnoi U.R., 1980. Triticale, wheat and rye growth rates and mineral accumulation at various growth stages. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 11(11), 1129–1146.
- Pałys E., 1985. Masa korzeniowa zbóż jarych na glebie płowej wytworzonej z lessów. *Annales UMCS, s. E, Agricultura*, XL, 11–21.

- Podleśna A., Wojcieszka-Wyskupajtys U., 1996a. Absorption of micronutrients in pea plant ontogenesis. IXth International Colloquium „Optimization of Plant Nutrition”. Prague, Czech Republic, 42.
- Podleśna A., Wojcieszka-Wyskupajtys U., 1996a. Dynamika pobierania mikrośladników przez groch w zależności od żywienia azotem. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 434, 13–17.
- Ruszkowska M., Wojcieszka U., Zinkiewicz E., 1991. Effect of ammonium nitrate on nitrorenase activity in lucerne (*Medicago media* Pres.) grown for seeds. Acta Physiol. Plantarum, 13, 99–103.
- Schjorring J.K., Nielsen N.E., Jensen H.E., Gottschau A., 1989. Nitrogen losses from field spring barley plants as affected by rate nitrogen application. Plant Soil, 116, 167–175.
- Wojcieszka U., Wolska E., Giza A., 1989. Dynamika wzrostu i pobierania śladników pokarmowych przez pszenżyto jare MAH 183 i pszenicę jarą Kadett. III. Zmiany zawartości N, P, K, Ca, i Mg w czasie rozwoju roślin. Pam. Puł., 94, 99–118.
- Wojcieszka U., Giza A., Wolska E., Łyszcz S., 1993. Dynamika wzrostu i pobierania śladników pokarmowych przez groch siewny odmiany Ramir i Koral. Cz. I. Dynamika przyrostu masy i plon nasion. Pam. Puł., 102, 119–133.
- Wojcieszka U., Wolska E., Podleśna A., Kocóń A., 1993. Reakcja dwu odmian grochu na dokarmianie azotem mineralnym z uwzględnieniem symbiotycznego wiązania N<sub>2</sub>. Fragm. Agronom., 4, 175–176.
- Wojcieszka U., 1994a. The effect of nitrogen nutrition of soybean on plant growth and CO<sub>2</sub> exchange parameters. Acta Physiol. Plant., 16, 263–268.
- Wojcieszka U., 1994b. The effect of nitrogen nutrition of wheat on plant growth and CO<sub>2</sub> exchange parameters. Acta Physiol. Plant., 16, 269–272.
- Wojcieszka U., Wolska E., Giza-Podleśna A., 1994. Dynamika wzrostu i pobierania śladników pokarmowych przez groch siewny odmiany Ramir i Koral. II. Akumulacja azotu. Pam. Puł., 104, 17–30.
- Wojcieszka-Wyskupajtys U., 1995. Net photosynthesis and grain yield of cereales plants depending on nitrogen. Nauki rolnicze w warunkach integracji europejskiej. T. II. Produkcja roślinna. ART Olsztyn, 89–96.

**Summary.** The experiment was conducted in the years 1993–1995 in the Agricultural Experimental Station in Sadłowice near Pulawy. Cultivar of faba bean with different morphological features (Nadwiślański, Tinos, and Caspar) constituted the first rank factor in the experiment, whereas sowing rate in two variants: 50 and 70 seeds per 1 m<sup>2</sup> was the second rank factor. N content were determined in leaves, stems and pods (one time per week) in the period between flowering and full maturity. The objective of the study was to investigate the rate at which nitrogen accumulated in the leaves, stems and pods of faba bean cultivars differing in growth and development rate over the period from onset of blooming to full maturity. The faba bean cultivars Nadwiślański, Timos and Caspar differed for total nitrogen amounts accumulated during growth. The highest uptake rate of those nitrogen was shown by cv. Nadwiślański – a variety with conventional type of growth. Nadwiślański variety with undetermined development scheme was characterized by the highest absolute growth rate. Maximum values of the index of absolute growth rate for Nadwiślański and Caspar varieties were noted in a stage when their pods were visible in 3 clusters, whereas for Tinos variety this was observed 7–12 days earlier. The highest relative biomass growth of faba bean for all 3 selected varieties was observed when flowers were visible on 2–3 clusters. At the beginning of flowering stems with flowers had higher share in a total biomass of faba bean than leaves. Whereas in the maturing stage pods had the highest share in a total biomass. The highest nitrogen

accumulation was noted at the end of flowering, however for Tions variety (self-finishing variety) this was observed 7–10 days earlier than for Nadwiślański and Caspar varieties. At the beginning of flowering leaves had the highest share in a total accumulated nitrogen pool per plant. Before harvest, nitrogen were mostly accumulated in pods.

**Key words:** faba bean, accumulation, nitrogen, cultivars