



Pobieranie, a następnie akumulacja w plonach składników pokarmowych są uzależnione od szeregu czynników. Jest to związane z warunkami środowiskowymi jak również z metabolizmem samej rośliny. Zawartość składników mineralnych w roślinach zależy także od gatunku, odmiany, organu, a także od fazy rozwoju. Stosunkowo mało jest informacji dotyczących tego zagadnienia w odniesieniu do bobiku. W większości publikacji autorzy [Rutkowski, Fordoński 1987; Benedycka, Nowak 1995; Kotecki, Jasińska 1997] skupiają się na zawartości składników mineralnych, mniej interesując się dynamiką ich pobierania z gleby przez rośliny bobiku. Dystrybucja produktów fotosyntezy pomiędzy organy wegetatywne i generatywne u bobiku kształtowana jest poprzez konkurencję między nimi. Wzajemne oddziaływanie liści, strąków i nasion wpływa na metabolizm asymilatów w tych organach [Augustyniak 1989]. Szczególnie złożone są te zależności u odmian bobiku o normalnym typie wzrostu na skutek długiego okresu wzrostu wegetatywnego. U odmian samokończących silniejszą konkurencję o asymilaty wykazują strąki niż inne organy. Sprawny transport asymilatów do intensywnie rosnących liści może potęgować proces fotosyntezy [Kollman i in. 1974]. W odniesieniu do bobiku badania nad wzajemnym sprzężeniem tych procesów są nieliczne [Crompton i in. 1981; Freye, Schilling 1983].

Celem podjętych badań było zbadanie szybkości nagromadzenia potasu, fosforu, magnezu i wapnia przez odmiany bobiku o zróżnicowanym przebiegu wzrostu i rozwoju w poszczególnych organach, tj. liściach, łodygach i strąkach w okresie od początku kwitnienia do dojrzałości pełnej.

#### METODY

Doświadczenie polowe przeprowadzono w latach 1993–1995 w RZD IUNG w Sadłowicach koło Puław. Średnia zawartość przyswajalnych składników w glebie wynosiła (mg/kg)  $P_2O_5$  – 115–172;  $K_2O$  – 152–160;  $MgO$  – 140–273; a pH w 1 mol KCl – 6,7–7,1.

Doświadczenie zakładano jako łąkowe, bezpowtórzeniowe. Czynnikiem I rzędu były odmiany bobiku o zróżnicowanej budowie morfologicznej: Nadwiślański, Tibo i Caspar, a czynnikiem II rzędu była gęstość siewu: 50 i 70 nasion na  $1 m^2$ . Powierzchnia pola do zbioru wynosiła w zależności od roku od 17 do 38 arów. Przedplonem były zboża. Nawożenie mineralne zastosowano w następujących dawkach (kg/ha): 90 –  $P_2O_5$ ; 130 –  $K_2O$ ; 20 – N. W 1993 roku, ze względu na opóźnioną wiosnę, siew wykonano 14 kwietnia, w 1994 roku 1 kwietnia, a w 1995 roku 21 marca. Nasiona zaprawiane Funabenem (100 g/100 kg nasion) oraz Nitraginą wysiewano na głębokość 7–8 cm, w roz-

stawie rzędów 20 cm. Do zwalczania chwastów dwuliściennych stosowano Sencor 70 WP w dawce 0,4 l/ha, a jednoliściennych – Fusilade (2,5–3 l/ha).

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 po 20 roślin co 7 dni. Po mineralizacji prób na drodze mokrej (stężony  $H_2SO_4$  + perhydrol) oznaczano zawartość następujących makroelementów: N, P (spektrofotometria przepływowa), K (emisja spektrometrii płomieniowej), Ca, Mg (spektrometria absorpcji atomowej). 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.

#### WYNIKI

Sumy opadów w okresie od siewu do dojrzewania w latach 1994 i 1995 były podobne, natomiast w roku 1993 mniejsze. Znaczne zróżnicowanie w latach wystąpiło jednak w poszczególnych okresach rozwoju bobiku. W roku 1994 w okresie od siewu do wschodów i od wschodów do kwitnienia zanotowano największą ilość opadów, natomiast w okresie od kwitnienia do dojrzewania trzykrotnie mniej niż w pozostałych latach. W tym okresie zanotowano również znacznie mniejszą wilgotność powietrza (o około 11%) i najwyższe usłonecznienie (większe o około 120–130 godz. niż w roku 1993) oraz wyższe temperatury powietrza. Było to prawdopodobnie główną przyczyną znacznego skrócenia okresu wegetacji.

Zwiększenie zagęszczenia roślin z 46 do 65 szt./m<sup>2</sup> nie miało znaczącego wpływu na kształtowanie się zawartości potasu, fosforu, magnezu i wapnia w liściach, strąkach i łodygach. W związku z tym zawartość tych składników omówiono jako średnią dla obu zastosowanych gęstości siewu.

Dynamika pobierania potasu, fosforu, magnezu i wapnia w poszczególnych organach jak i całych roślinach bobiku zmieniała się w okresie od początku kwitnienia do dojrzewania. Akumulacja potasu, fosforu i magnezu szybko wzrastała i była największa w łodygach i liściach wszystkich ocenianych odmian w okresie kwitnienia roślin i zawiązywania strąków, natomiast w strąkach gromadzenie tych składników trwało aż do osiągnięcia dojrzałości przez rośliny (tab. 1, 2). Pobieranie wapnia trwało prawie do końca okresu wegetacji, a maksymalna koncentracja tego składnika we wszystkich organach następowała na ogół na kilkanaście dni przed dojrzałością roślin. Ubytek tego składnika w łodygach i strąkach następował przed zbiorem roślin, a w liściach na skutek ich obumierania i rozkładu najstarszych. Silne opadanie liści (porażenie chorobami) wystąpiło w roku 1993 między 9 a 10 tygodniem po kwitnieniu bobiku, co spo-

Tabela 1. Dynamika pobierania K i P przez tradycyjne i samokończące odmiany bobiku (mg/rośl.)

Table 1. Dynamics of K and P uptake by traditional and self-finishing varieties of horse bean (mg/plant)

Tydzień od początku kwitnienia Week from the beginning of flowering	Potas potassium			Fosfor phosphorus		
	rok year					
	1993	1994	1995	1993	1994	1995
cv. Nadwiślański						
początek kwitnienia beginning of flowering	102,0	215,4	66,8	24,7	35,7	15,3
1	152,3	247,8	103,3	40,4	51,4	26,0
2	185,8	261,5	114,8	46,8	51,2	29,0
3	250,3	299,5	140,1	75,3	61,8	36,7
4	276,4	279,8	187,7	71,8	67,7	64,8
5	356,0	325,6	208,5	84,1	76,8	62,7
6	332,9	368,8	205,3	90,1	85,4	66,5
7	476,1	307,2	229,9	95,9	68,9	72,1
8	431,0	-	359,9	97,2	-	113,0
9	445,9	-	238,0	95,7	-	76,8
10	497,8	-	-	110,4	-	-
11	436,9	-	-	92,6	-	-
12	391,0	-	-	89,6	-	-
cv. Tinos						
Początek kwitnienia Beginning of flowering	102,5	130,8	82,4	22,6	21,0	19,2
1	118,5	167,3	125,8	29,0	28,4	29,7
2	170,3	202,5	137,3	42,2	36,6	30,8
3	235,0	240,8	153,6	53,9	50,6	38,8
4	236,6	247,7	185,9	64,6	56,0	49,5
5	231,1	251,8	228,1	78,5	58,4	62,3
6	312,8	307,2	237,5	77,3	74,1	67,6
7	339,2	230,2	269,1	76,4	60,4	77,9
8	386,0	-	243,4	69,5	-	70,9
9	376,4	-	-	51,9	-	-
10	357,1	-	-	46,4	-	-
11	316,8	-	-	46,1	-	-
12	310,1	-	-	33,3	-	-
cv. Caspar						
Początek kwitnienia Beginning of flowering	-	125,9	87,5	-	23,2	20,4
1	-	141,5	108,4	-	30,0	21,4
2	-	150,1	150,2	-	38,4	30,0
3	-	168,7	228,6	-	38,1	45,0
4	-	181,3	299,7	-	43,8	66,0
5	-	213,4	344,6	-	56,3	75,0
6	-	177,1	345,5	-	52,2	86,8
7	-	184,4	375,2	-	54,1	103,2
8	-	-	270,0	-	-	93,3

Tabela 2. Dynamika pobierania Mg i Ca przez tradycyjne i samokończące odmiany bobiku (mg/rośl.)

Table 2. Dynamics of Mg and Ca uptake by traditional and self-finishing faba bean cultivar (mg/plant)

Tydzień od początku kwitnienia Week from the beginning of flowering	Magnez magnesium			Wapń calcium		
	rok year					
	1993	1994	1995	1993	1994	1995
	cv. Nadwiślański					
Początek kwitnienia Beginning of flowering	34,3	27,0	19,7	51,8	88,4	44,9
1	54,0	35,1	28,0	83,3	137,9	74,4
2	63,9	38,7	40,5	147,2	153,5	103,0
3	78,4	48,1	56,8	226,8	200,9	135,2
4	98,5	47,9	86,3	245,6	245,6	230,9
5	101,8	52,0	86,9	265,4	302,2	254,6
6	108,5	41,6	85,5	317,3	164,0	236,8
7	130,9	33,2	77,1	371,1	124,7	159,1
8	112,6	-	67,1	370,2	-	159,4
9	78,1	-	49,9	195,7	-	153,8
10	78,6	-	-	189,0	-	-
11	80,4	-	-	183,3	-	-
12	70,4	-	-	172,5	-	-
cv. Tinos						
Początek kwitnienia Beginning of flowering	24,1	23,8	18,4	44,5	75,4	52,7
1	32,8	25,8	28,6	68,2	121,7	75,5
2	38,9	30,1	31,1	120,2	130,7	91,7
3	48,0	39,5	30,6	161,6	164,2	116,6
4	48,3	36,4	46,0	166,7	177,1	138,9
5	49,5	29,8	52,2	165,7	134,4	154,4
6	63,1	35,2	46,7	163,4	141,4	135,5
7	66,5	34,9	42,1	166,7	105,8	111,5
8	75,7	-	38,4	166,4	-	106,7
9	66,4	-	-	102,3	-	-
10	52,8	-	-	122,0	-	-
11	48,2	-	-	108,8	-	-
12	46,4	-	-	-	-	-
cv. Caspar						
Początek kwitnienia Beginning of flowering	-	19,2	19,3	-	60,3	43,1
1	-	23,5	24,9	-	80,2	50,2
2	-	30,1	29,3	-	106,4	58,7
3	-	33,0	36,0	-	110,1	101,6
4	-	38,6	45,5	-	125,8	120,5
5	-	33,1	52,9	-	117,8	135,8
6	-	30,8	49,5	-	84,1	110,5
7	-	27,8	46,9	-	82,5	110,2
8	-	-	37,1	-	-	93,4

wodowało znaczny ubytek zakumulowanego magnezu i wapnia w roślinach bobiku. Zmniejszenie ilości składników w zbożach pod koniec okresu wegetacji obserwowali Wojcieszka i in. [1989] i jest ono zdaniem tych autorów przynajmniej częściowo wynikiem rozkładu korzeni a także podobnie jak w doświadczeniach własnych, obumierania liści. Dotyczy to zwłaszcza Ca, gdyż jest on gromadzony w blaszkach liściowych. Benedycka i Nowak [1995], Rutkowski i Fordoński [1987] oraz Podleśna [2000] stwierdzili, iż w okresie dojrzewania w roślinach bobiku następuje zmniejszenie koncentracji nie tylko wapnia, ale także potasu, fosforu i magnezu. W pierwszych terminach oznaczania więcej akumulowanego potasu i fosforu było w łodygach niż w liściach. Natomiast koncentracja magnezu i wapnia przez cały omawiany okres była znacznie większa w liściach niż łodygach bobiku, niezależnie od typu rozwojowego odmiany. Pobieranie magnezu przez liście i łodygi było wolniejsze i bardziej równomierne niż potasu i fosforu, a największa jego akumulacja w tych organach następowała znacznie później, bo w okresie, gdy pierwsze strąki były w pełni wykształcone (78 w skali BBA). Ponadto odmiana Nadwiślański w latach o korzystnym rozkładzie opadów (1993 i 1995) łącznie akumulowała mniej magnezu w łodygach i strąkach niż w liściach aż do ich opadania z roślin. Osadzenie się pierwszych strąków spowodowało, iż jednocześnie następowało gromadzenie się tych składników w rozwijających się i wypełniających się nasionach.

Porównywane odmiany bobiku o zróżnicowanym typie rozwoju charakteryzowała zmienna dynamika pobierania czterech oznaczanych makroskładników. Najwięcej w całym okresie wegetacji jak i przed zbiorem akumulowała odmiana Nadwiślański, o tradycyjnym typie rozwoju. Odmiana ta wytwarzała znacznie większą masę niż odmiana Tinos o samokończącym typie rozwoju i białokwitnąca odmiana Caspar. Ilość pobranych składników przez rośliny odmiany Caspar i Tinos była podobna. Największe pobranie potasu, magnezu i wapnia Klasa [1994] stwierdził, podobnie jak w doświadczeniu własnym, u odmiany Nadwiślański, a najmniejsze u odmiany Tibo. Ten sam autor podaje, że odmiana Tibo charakteryzuje się wyższą zawartością fosforu we wszystkich organach w porównaniu z odmianami tradycyjnymi. Natomiast Bubicz i in. [1982] podają, że zboża różni nie tylko zawartość składników mineralnych, ale nawet odmiany charakteryzuje różna zdolność do akumulacji określonych pierwiastków. Największą ilość potasu w łodygach i liściach odmiany Nadwiślański zanotowano, gdy były widoczne strąki w trzech gronach (74 w skali BBA), u odmiany Tinos znacznie wcześniej, już w okresie osadzenia pierwszych strąków, podobnie jak u odmiany Caspar w roku suchym (1994).

Poszczególne organy bobiku charakteryzowała różna zdolność do akumulacji ocenianych składników. W okresie kwitnienia i zawiązywania strąków najwięcej

potasu i fosforu było w łądygach, a przed zbiorem w strąkach. Przed zbiorem w tych organach odmiany Nadwiślański w latach wilgotnych było zgromadzone ponad 90% potasu i od 86 do 93% fosforu, a w roku suchym odpowiednio 65% i 81%, odmiana Tinos w korzystnych warunkach pogodowych potasu i fosforu akumulowała w zbliżonej ilości od 81 do 84%, natomiast w roku o małej ilości opadów odpowiednio potasu – 61%, fosforu – 88%. Udział pobranych składników w dojrzałych strąkach odmiany Caspar, niezależnie od przebiegu warunków atmosferycznych, kształtował się następująco: potasu – 85%, fosforu – 92%. Odmienne przebiegało pobieranie magnezu, w początkowych terminach oznaczania więcej było zakumulowanego w liściach niż łądygach. Proporcje te na korzyść łądyg zmieniały się w okresie opadania liści, a w okresie dojrzewania najwięcej tego składnika było gromadzone, podobnie jak potasu i fosforu, w strąkach. Udział magnezu zgromadzonego w tym organie był jednak mniejszy niż udział potasu i fosforu i wynosił odpowiednio w odmianie Nadwiślański od 60 do 70%, odmianie Tinos od 55 do 64%, a Caspar – od 65 do 80. Liście były głównym miejscem akumulacji wapnia (aż do ich opadania) we wszystkich w odmianach bobiku, niezależnie od ich typu rozwojowego. Przy czym udział wapnia zakumulowanego w liściach w okresie kwitnienia w całkowitej ilości pobranej przez rośliny był największy i zmniejszył się znacząco wraz z rozwojem roślin. Klasa [1994] podaje również, że koncentracja wapnia w liściach była najwyższa ze wszystkich badanych organów.

Przebieg warunków atmosferycznych miał ograniczony wpływ na akumulację oznaczanych makroskładników. W warunkach małej ilości opadów następował wcześniej ubytek ilości potasu i fosforu w liściach, przede wszystkim na skutek przedwczesnego ich zasychania. W tych warunkach rośliny wszystkich odmian pobierały mniej magnezu, a odmiany Caspar także potasu i fosforu.

#### WNIOSKI

1. Odmiany bobiku Nadwiślański, Tinos i Caspar różniły się pod względem całkowitej ilości potasu, fosforu, magnezu i wapnia zgromadzonych w okresie wegetacji. Najwięcej oznaczanych makroskładników pobierała odmiana Nadwiślański o tradycyjnym typie rozwoju.

2. Maksymalne pobranie potasu i fosforu przez całe rośliny bobiku wszystkich odmian następowało na kilka dni przed zbiorem, natomiast magnezu i wapnia znacznie wcześniej, bo w okresie, gdy pierwsze strąki były w pełni wykształcone. Pobieranie magnezu było wolniejsze i bardziej równomierne niż potasu.

3. W okresie kwitnienia i zawiązywania strąków więcej potasu i fosforu było w łodygach, magnezu w liściach, a przed zbiorem składniki te były gromadzone przede wszystkim w strąkach. Głównym miejscem gromadzenia wapnia były liście w całym ocenianym okresie rozwoju bobiku.

## PIŚMIENICTWO

- Augustyniak G., Kościelniak J., Filek W. 1989. Carbon metabolism in leaves and pods of field bean (*Vicia faba* L. *minor*) in relation to their position on the plant. Bull. Pol. Acad. Sci. Biol. Sci. 37, 4/6, 21–29.
- Benedycka Z., Nowak G.A. 1995. Wpływ żywienia azotem na produktywność i gospodarkę mineralną bobiku. Acta Acad. Agricult. Tech. Olst. Agricultura 61, 45–54.
- Bubicz M., Kozak L., Tarkowski Cz. 1982. Poziom N, P, K, Na, Ca, Mg w roślinach pszenżyta, pszenicy i żyta. Roczn. Nauk Rol., Seria A, 105, 1, 107–126.
- Crompton J.H., Lloyd-Jone C.P., Hill-Cottingham D. G. 1981. Translocation of labelled assimilates following photosynthesis of  $^{14}\text{CO}_2$  by the field bean, *Vicia faba*. Physiol. Plant. 51, 189–194.
- Freye E., Schilling G. 1983. Untersuchungen über die Abhängigkeit der Fruchtbildung bei Ackerbohnen (*Vicia faba* L. var. *minor*) von Assimilatbildung und Transport. Archiv. für Ackerund Pflanzenbau und Bodenkunde 27, 3, 185–190.
- Klasa A. 1994. Wpływ regulatorów wzrostu na plonowanie i gospodarkę mineralną bobiku (*Vicia faba minor* Harz). Prac. doktor., AR-T Olsztyn.
- Kollman G.E., Streter J.G., Jeffers D.L., Curry R.B. 1974. Accumulation and distribution of mineral nutrient, carbohydrate and dry matter in soybean plants as influenced by reproductive sink size. Agron. J. 66, 549–554.
- Kotecki A., Jasińska Z. 1997. Wpływ zbioru i sposobu omłotu na dynamikę zmian w dojrzewających roślinach dwu morfotypów bobiku. II. Skład chemiczny roślin. Zesz. Nauk. AR Wrocław, Rol. 308, 143–159.
- Podleśna A., 2000. Gospodarka potasowa roślin bobiku. Nawozy i Nawożenie 4, 43–50.
- Rutkowski M., Fordoński G. 1987. Zawartość składników pokarmowych w bobiku w zależności od terminu siewu i zbioru. Biul. IHAR 163, 157–164.
- Wojcieszka U., Wolska E., Giza A., 1989. Wzrost, rozwój, akumulacja suchej masy i pobieranie składników pokarmowych przez pszenżyto jara MAH – 183 i pszenicę jarą Kadet. III. Zmiany zawartości N, P, K, i Mg w czasie rozwoju roślin. Pam. Puł. 94, 99–118.