

Anna Podleśna, Janusz Podleśny

*Institut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa-Państwowy Instytut Badawczy
w Puławach*

WPLYW WARUNKÓW POGODOWYCH I WYBRANYCH CZYNNIKÓW AGROTECHNICZNYCH NA PLONOWANIE BOBIKU*

Słowa kluczowe: bobik, plon nasion, opady, temperatura, zasobność gleb, nawożenie

Wstęp

Bobik (*Vicia faba L. minor* Harz.) był użytkowany już w starożytności a obecnie jest jedną z ważniejszych pastewnych roślin strączkowych (4). Wprawdzie w latach dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku nastąpił znaczny spadek produkcji bobiku i innych roślin strączkowych, ale ostatnio w Polsce obserwuje się powolną odbudowę arealu tych upraw (9). Wzrost powierzchni przeznaczanej pod uprawę bobiku jest widoczny także w niektórych krajach UE (14). Trend ten wynika głównie z wielu zalet, którymi wyróżnia się on spośród roślin strączkowych. Bobik jest często uprawiany w plonie głównym na nasiona, które zawierają dużo białka ogólnego o wysokiej wartości biologicznej (20-41%). Ponadto zdolność do wiązania azotu atmosferycznego i pozostawiania go w glebie powoduje poprawę produktywności gleby lub przynajmniej jej utrzymanie na właściwym poziomie (1). Jest on przez to doskonałym przedplonem dla wielu roślin uprawnych, w tym także dla pszenicy (14). Zdaniem K u l i g a i Z a j ą c a (14) istotną zaletą uprawy bobiku jest również oddziaływanie fitosanitarne i fitomelioracyjne. Bobik uważany jest za najbardziej plenny gatunek wśród roślin strączkowych (9) ale w praktyce rolniczej jego potencjał plonotwórczy jest wykorzystywany zaledwie w 25% (16). Dużym problemem producentów bobiku jest również zawodność jego plonowania (19). Prowadzone badania wykazały, że uwarunkowania produkcyjne bobiku są wielorakie i mają podłoże biologiczne, siedliskowe jak i agrotechniczne (9, 23). Wcześniejsze badania N a l b o r c z y k a (15) wykazały, że bobik ma większe, niż rośliny nie strączkowe, wymagania pokarmowe względem fosforu, wapnia, siarki czy niektórych mikroelementów a inne prace potwierdzają korzystny wpływ fosforu (2) i potasu na plon nasion bobiku (3,16). Należy podkreślić, że czynnikiem

* Opracowanie wykonano w ramach zadania 2.3 w programie wieloletnim IUNG-PIB.

powodującym dużą zmienność produktywności bobiku w latach, jest w warunkach Polski przebieg pogody, a szczególnie ilość oraz rozkład opadów w okresie kwitnienia i zawiązywania strąków (19, 23).

Celem pracy była ocena plonowania bobiku w zależności od przebiegu warunków pogodowych oraz wybranych czynników agrotechnicznych.



Rys.1. Lokalizacja doświadczeń

Źródło: opracowanie własne

Material i metody

Material źródłowy opracowania stanowią wyniki doświadczeń polowych prowadzonych w latach 2010-2012, w Stacjach Oceny Odmian COBORU w następujących miejscowościach: Głębczyce (opolskie), Karzniczka (pomorskie), Kochcice i Pawłowice (śląskie), Przeclaw (podkarpackie), Radostowo (pomorskie), Rarwino (zachodniopomorskie), Wróćkowo (warmińsko-mazurskie) oraz Zybiszów (dolnośląskie); (rys.1.)

Przedplonem dla bobiku były najczęściej zboża, jedynie w miejscowości Przeclaw przedplon stanowiła gorczyca biała. Większość uprawianych odmian charakteryzuje się tradycyjnym typem wzrostu (Albus, Amulet, Bobas, Kastelan, Leo i Olga) a dwie z nich to odmiany o zdeterminowanym wzroście (Granit i Optimal). Bobik uprawiano najczęściej na glebach należących do bardzo dobrych kompleksów glebowych: pszennego bardzo dobrego i pszennego dobrego, rzadziej – żytniego bardzo dobrego (tab. 1). Siewy wykonywano w końcu marca lub na początku kwietnia. Zakładana

obsada roślin dla odmiany Bobas, Olga, Leo, Kasztelan i Amulet wynosiła 50 roślin/m², a dla odmian: Optimal i Granit – 70 roślin/m². Pojawiające się chwasty i szkodniki zwalczano stosując odpowiednie środki chemiczne.

Tabela 1

Warunki prowadzenia badań i wykonywane zabiegi agrotechniczne

Miejscowość	Przedplon	Kompleks glebowy	Zasobność gleby (mg na 100g gleby)			pH	Nawożenie (kg ha ⁻¹)			Razem NPK
			P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg		N	P	K	
Głubczyce	pszenica ozima	pszenny bardzo dobry	28,1	28,4	14,8	6,4	36,7	70,0	136,7	243,4
Karżniczka	pszenica ozima	żytni bardzo dobry	13,5	16,4	7,6	6,0	37,0	105,0	156,7	298,7
Kochcice	jęczmień jary	pszenny dobry	21,0	20,7	15,1	6,2	31,0	70,0	105,0	206,0
Pawłowice	pszenżyto ozime	pszenny dobry	10,8	18,9	5,4	6,4	28,8	80,0	150,0	258,8
Przeclaw	gorczyca biała	pszenny bardzo dobry	17,1	17,7	12,1	6,8	26,0	86,7	130,0	242,7
Radostowo	pszenica ozima	pszenny bardzo dobry	27,0	23,1	8,1	6,6	28,3	60,0	116,0	204,3
Rarwino	jęczmień jary	żytni bardzo dobry	20,1	13,5	2,3	6,6	26,7	53,3	120,0	200,0
Wróćkowo	jęczmień jary	pszenny dobry	31,4	23,7	10,3	6,3	30,0	37,5	110,0	177,5
Zybiszów	jęczmień jary	pszenny bardzo dobry	18,0	22,3	6,7	6,1	12,0	40,0	60,0	112,0
Średnia			17,1	20,5	9,2	6,4	28,5	66,9	120,5	215,9

Źródło: opracowanie własne

Przebieg warunków pogodowych w okresie badań przedstawia tabela 2. Zbiór nasion wykonywano jednoetapowo (tj. kombajnem) w fazie dojrzałości pełnej. Po zbiorze określano plon nasion. Wszystkie dane prezentowane w pracy stanowią wartości średnie omawianych parametrów z lat 2010-2012.

Tabela 2

Miesięczna suma opadów oraz średnie temperatury dobowe

Miejscowość	Opady (mm)						Temperatura (°C)					
	IV	V	VI	VII	VIII	Σ	IV	V	VI	VII	VIII	Σ
Głubczyce	47,0	88,6	100,2	147,5	76,8	460,1	8,5	13,6	17,2	19,2	18,8	58,5
Karżniczka	25,3	57,8	71,8	138,3	123,9	417,1	7,9	8,9	14,1	18,5	17,6	49,4
Kochcice	29,6	53,4	82,3	100,5	57,9	323,7	9,7	14,0	17,5	18,1	18,7	59,3
Pawłowice	46,8	102,4	58,2	61,0	59,3	327,7	9,4	14,0	17,7	22,0	19,2	63,1
Przeclaw	41,3	91,6	79,7	177,2	77,7	467,5	9,6	17,5	18,0	20,1	19,1	65,2
Radostowo	19,8	51,0	71,4	93,8	85,7	321,7	8,1	12,4	15,9	18,9	18,2	55,3
Rarwino	24,0	50,2	57,9	137,0	102,5	371,6	7,9	11,3	15,4	18,1	17,1	52,7
Wróćkowo	41,0	68,9	80,5	124,5	96,4	411,3	8,1	12,7	16,0	19,0	18,0	55,8
Zybiszów	33,4	69,7	54,1	139,2	70,5	366,9	10,1	13,2	18,0	19,8	19,3	61,1
Średnia	34,2	70,4	72,9	122,1	83,4	383,0	8,8	13,1	16,6	21,9	18,4	60,4
Potrzeby (mm/m-c)*	39,4	69,9	85,7	90,8	61,0	346,8	8,9 ¹	13,2	16,2	18,1	18,1	74,5
Potrzeby (mm/m-c)**	-	80,0	110,0	80,0	50,0		6,0	11,5	-	15,0	16,5	

Według: * – Dzieżyca (8), ** – Demidowicza (6); ¹ – wielolecie 1961-2004, Rokosz i Podsiadło (22)

Źródło: opracowanie własne

Wyniki i dyskusja

Plonowanie bobiku w zależności od odmiany

Analizując uzyskane plony nasion bobiku (tab. 3) należy uznać je za wysokie, chociaż wg COBORU (24) średnie krajowe plony wzorca bobiku dla lat 2011 i 2012 wynosiły odpowiednio 5,52 i 4,54 t·ha⁻¹. Florek i in. (9) podają, że plon nasion bobiku w okresie lat 2003-2011 kształtował się w Polsce w zakresie 2,0-2,8 t·ha⁻¹. Natomiast Stępnik i Lepiarczyk (23) uprawiali bobik odmiany tradycyjnej Start, który w latach 2005-2007 plonował odpowiednio na poziomie 6,04; 3,14 i 3,24 t·ha⁻¹.

Spośród odmian bobiku uwzględnionych w badaniach najwyższe, średnie dla wszystkich miejscowości, plony nasion stwierdzono w przypadku odmian Amulet i Bobas a najniższe dla odmiany Sonet (tab. 3). Jednakże w większości przypadków odmiany o tradycyjnym typie wzrostu plonowały wyżej niż odmiany Granit i Optimal należące do typu o szczytowym kwiatostanie. Podleśny (19) w doświadczeniu polowym uzyskał średnie plony 2,40 i 2,12 t·ha⁻¹, odpowiednio dla odmiany tradycyjnej Nadwiślański i odmiany Tim (typ samokończący). Z kolei w badaniach prowadzonych przez Koteckiego (13) odmiana Nadwiślanski, średnio za lata 1989-1991, plonowała na poziomie 4,31 t·ha⁻¹ a rody samokończące plonowały w zakresie od 3,36 do 4,16 t·ha⁻¹.

Tabela 3

Plonowanie bobiku (t·ha⁻¹) w różnych miejscowościach Polski

Odmiana	Miejscowość*									Średnio	NIR _{0,05} dla miejscowości
	A	B	C	D	E	F	G	H	I		
Albus (t)	4,85	3,81	4,39	3,68	4,73	5,68	3,85	5,21	5,31	4,61	0,36
Amulet (t)	5,19	3,82	4,74	4,02	4,88	6,02	4,40	5,51	5,47	4,90	0,27
Bobas (t)	5,40	3,91	4,48	3,67	5,30	6,05	4,07	5,56	5,48	4,88	0,31
Granit (s)	4,91	4,14	4,35	3,72	4,71	5,52	3,59	4,80	5,45	4,58	0,23
Kasztelan (t)	4,86	3,77	4,21	3,97	4,77	6,00	4,54	5,22	5,43	4,75	0,38
Leo (t)	4,82	3,58	3,83	3,99	4,71	6,03	4,21	4,94	5,16	4,59	0,21
Olga (t)	4,71	3,39	4,07	3,71	4,45	5,60	3,57	5,16	5,17	4,43	0,40
Optimal (s)	4,21	3,60	4,03	3,48	4,41	5,10	3,90	4,33	5,15	4,25	0,37
Sonet (t)	5,35	3,82	-	3,14	3,03	5,29	3,11	-	3,69	3,93	0,34
Średnio	4,92	3,76	4,26	3,71	4,56	5,7	3,92	5,09	5,14	4,48	0,35
NIR _{0,05} dla odmian	0,32	0,26	0,21	0,31	0,23	0,24	0,30	0,32	0,18	0,21	

* A – Głębczyce, B – Karżniczka, C – Kołczyce, D – Pawłowice, E – Przeclaw, F – Radostowo, G – Rarwino, H – Wróćkowo, I – Zybiszów; (t) – odmiana o tradycyjnym typie wzrostu, (s) – odmiana samokończąca (o zdefiniowanym typie wzrostu)

Źródło: opracowanie własne

Zdaniem wspomnianego autora uzyskane wyniki świadczą o małym potencjale produkcyjnym bobiku o szczytowym kwiatostanie, który wynika z niskich, w porównaniu do form tradycyjnych, wartości cech morfologicznych, mających bezpośredni wpływ na plony nasion. Należą do nich przede wszystkim: wysokość roślin, liczba węzłów na łodydze, liczba gron kwiatowych, liczba strąków na roślinie, liczba nasion w strąku i MTN. Potencjał plonotwórczy roślin wynika z ich możliwości produkcji

asymilatów, gdzie ważną rolę odgrywa aktywność fotosyntetyczna i powierzchnia liści oraz zdolności do pobierania z gleby składników pokarmowych i wody do czego niezbędny jest sprawny system korzeniowy. Potwierdzeniem tych założeń są badania *P o d l e ś n e g o* (19), w których wykazano, że bobik odmiany Nadwiślański (typ tradycyjny) wytwarzał większą masę łodyg oraz większą masę i powierzchnię liści niż bobik odmiany Tim (typ o zdeterminowanym wzroście). W okresie dojrzewania wielkość powierzchni liściowej bobiku zmniejszała się na skutek zasychania i opadania, przy czym proces ten przebiegał szybciej u odmiany Tim niż Nadwiślański. Rośliny odmiany tradycyjnej wytwarzały również większą masę korzeniową niż odmiana samokończąca. Stwierdzono także, że odmiana tradycyjna bobiku wykazuje o 6-9 dni dłuższy okres wegetacji i o 11 dni dłuższy okres kwitnienia od odmian o szczytowym kwiatostanie (13).

Wpływ opadów atmosferycznych na plonowanie bobiku

Najwyższe plony nasion bobiku uzyskano w miejscowości Radostowo (5,7 t·ha⁻¹), następnie w Zybiszowie (5,1 t·ha⁻¹) i Wróćkowie (5,1 t·ha⁻¹), a najniższe w miejscowości Pawłowice (3,71 t·ha⁻¹), Karżniczka (3,76 t·ha⁻¹) i Rarwino (3,92 t·ha⁻¹) (tab. 3). Pewne poparcie prezentowanych wyników stanowią dane COBORU (24), które wskazują, że plony wzorca bobiku uzyskane w Radostowie w latach 2011 i 2012 wynosiły odpowiednio 5,96 i 6,34 t·ha⁻¹, a w miejscowości Karżniczka 3,45 i 4,36 t·ha⁻¹. To pokazuje, że uzyskiwane plony bobiku znacznie różnią się w obu tych miejscowościach pomimo tego, że znajdują się one w województwie pomorskim. Można zatem przypuszczać, że występują tam podobne warunki pogodowe. Zdaniem *D e m i d o w i c z a* (7) najbardziej stabilne warunki pogodowe dla plonowania bobiku występują m.in. w środkowej części Pojezierza Pomorskiego w obrębie którego umiejscowione jest Radostowo i na obszarze Wyżyny Śląskiej, gdzie znajdują się Głębczyce (rys. 1). Również Wróćkowo, w którym uzyskano jedno z najwyższych plonów badanych odmian jest położone w rejonie, w którym występują najkorzystniejsze warunki klimatyczne dla uzyskania przeciętnie wysokich plonów bobiku (7). Jednakże w wyznaczonych rejonach o stabilnych warunkach pogodowych dla uprawy tego gatunku znajdują się także Rarwino i Karżniczka, w których uzyskano niskie plony bobiku. W latach prowadzenia badań w obu tych miejscowościach zanotowano niskie opady, których wartość kształtuje się poniżej normy przyjętej w Polsce dla okresu IV-V, zarówno według *B o g u c k i e j i W r ó b l a* (4) jak i *D z i e ż y c a* (8). Z kolei w miejscowości Pawłowice, gdzie stwierdzono najniższe plony bobiku, wystąpiły niedobory opadów w czerwcu i lipcu poprzedzone zbyt dużą ich ilością w maju. Należy podkreślić, iż odpowiednie opady w kwietniu są ważne dla kształtowania przyszłego ładu bobiku, bowiem to one decydują o szybkości wschodów, a więc także o tempie wzrostu i rozwoju roślin. Bobik ma duże zapotrzebowanie na wodę i składniki pokarmowe także później czyli od maja aż do lipca (22). *D e m i d o w i c z* (6) twierdzi, że bobik wykazuje dużą

wrażliwość na zmiany uwilgotnienia środowiska. Reaguje ujemnie na niedobór wody w ciągu prawie całego okresu wegetacji a szczególnie w maju i czerwcu, natomiast w lipcu na jej nadmiar. W doświadczeniu P r u s i ń s k i e g o i i n . (21) końcowy plon bobiku był silnie kształtowany przez sumę opadów w okresie rozwoju generatywnego. Natomiast zdaniem P o d l e ś n e g o (19) o wielkości plonu bobiku w największym stopniu decyduje ilość opadów w czerwcu, czyli w okresie jego kwitnienia. Uważa się, że w końcu fazy kwitnienia przyrost biomasy bobiku osiąga swoje maksimum co jest spowodowane m.in. ograniczeniem pobierania składników pokarmowych w wyniku obniżenia aktywności systemu korzeniowego (18) oraz spadkiem aktywności fotosyntetycznej (15). Susza występująca w tym czasie silnie ogranicza powierzchnię liści (a powoduje wzrost ich temperatury) oraz przewodnictwo szparkowe i względną zawartość wody w liściu. W konsekwencji zmiany te zmniejszają intensywność fotosyntezy bobiku, co osłabia rozwój roślin i ma odbicie w późniejszych plonach nasion (1, 20). P o d l e ś n y (19) wykazał, że rośliny bobiku mogą w okresie suszy zrzucić kwiaty, a nawet zawiązane strąki oraz, że zmniejsza plonu nasion w latach o niekorzystnych warunkach pogody spowodowana była redukcją obsady strąków na roślinie i liczby nasion z rośliny. Zmniejszenie liczby nasion z rośliny w wyniku deficytu opadów było większe u odmiany Tim (o zdeterminowanym wzroście) niż u odmiany tradycyjnej Nadwiślański. Stwierdzono ponadto, że rośliny uprawiane w miejscowościach, w których uzyskano najniższe plony nasion (Karżniczka, Pawłowice i Rarwino) charakteryzowały się także najniższą wysokością w stosunku do bobiku z innych miejsc (tab. 4).

Tabela 4

Wysokość roślin bobiku w różnych rejonach Polski (cm)

Odmiana	Miejscowość*									Średnio
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
Albus (t)	110	80	112	98	126	111	107	139	100	109
Amulet (t)	114	81	105	107	120	118	107	137	107	111
Bobas (t)	116	85	123	110	125	123	115	140	116	117
Granit (s)	107	82	92	96	105	96	89	102	98	96
Kasztelan (t)	116	80	116	106	122	116	109	138	109	112
Leo (t)	117	81	119	116	127	125	117	138	113	117
Olga (t)	106	76	115	102	117	110	104	141	104	108
Optimal (s)	99	78	84	94	96	90	84	101	93	91
Sonet (t)	126	78	-	116	126	140	118	-	132	119
Średnio	112	80	108	105	118	114	105	130	108	109

* A – Głubczyce, B – Karżniczka, C – Kochcice, D – Pawłowice, E – Przeclaw, F – Radostowo, G – Rarwino, H – Wróćkowo, I – Zybiszów; (t) – odmiana o tradycyjnym typie wzrostu, (s) – odmiana samokończąca (o zdeterminowanym typie wzrostu)

Źródło: opracowanie własne

Wysokość roślin jest ważną cechą bowiem wskazuje na zaistnienie w okresie wegetacji silnego stresu, jednak reakcja bobiku może różnić się w zależności od jego odmiany. P o d l e ś n y (19) obserwował, że niedobór opadów w większym stopniu ograniczał wysokość bobiku odmiany Tim niż odmiany Nadwiślański. Z cechą wysokości roślin bobiku wiąże się także problem wysokości osadzania pierwszych

strąków. Bogucka i Wróbel (4) stwierdzili, że w latach o niesprzyjających warunkach meteorologicznych odmiana bobiku Tim osiągnęła niższą, a w roku korzystnym wyższą wysokość (98 cm), od podawanej przez COBORU wysokości tej odmiany jako 94 cm. Oddziaływanie korzystnego przebiegu pogody spowodowało wyższe osadzenie pierwszych strąków, ale jednocześnie także wydłużenie produkcyjnej części łodygi (36,1 cm).

Jednakże dla bobiku niekorzystna jest także zbyt duża ilość opadów, szczególnie jeśli pojawi się po okresie przedłużonego ich deficytu jak to miało miejsce w przypadku miejscowości Karzniczka i Rarwino. Nadmiar wody zawsze odbija się negatywnie a zwłaszcza gdy wypadnie w lipcu, kiedy trwa faza zawiązywania i wypełniania strąków. Następuje wtedy niekorzystne przedłużanie wegetacji bobiku (4). Zdaniem Chmury i in. (5) nadmierne opady wpływają na wysokość i jakość plonu ponieważ opóźniają dojrzewanie roślin, zwiększają porażenie chorobami grzybowymi, mogą także powodować zwiększone wyleganie bobiku oraz kiełkowanie nasion w strąkach. Jak ustalono nadmiary opadów powodują zniżki plonów roślin strączkowych w wysokości 21-40%.

Wpływ temperatury powietrza na plonowanie bobiku

Średnie temperatury powietrza dla okresu kwiecień-sierpień były zróżnicowane w poszczególnych miejscowościach (tab. 2). Generalnie można stwierdzić, iż w niektórych miejscach okres wegetacji wyróżniał się niższą, a w innych wyższą temperaturą danego miesiąca w stosunku do temperatury wielolecia. Temperatury niższe od średnich wieloletnich w okresie IV-V, oraz sporadycznie w VI, zanotowano w miejscowości Karzniczka, Radostowo, Rarwino oraz Wróćkowo, i w tych miejscach sumy temperatur były najniższe. Z kolei w miejscowościach Głubczyce, Kochcice, Pawłowice Przeclaw i Zybiszów średnie temperatury miesięczne osiągnęły wartości wyższe od średnich z wielolecia. Wydaje się zatem, że dane termiczne także mogą mieć wpływ na uzyskane plony bobiku. Demidowicz (6) oraz Kulig i Zajac (14) piszą, że bobik ma małe wymagania odnośnie temperatury. Jednakże dla całego okresu wegetacji optymalna średnia temperatura powietrza dla tego gatunku powinna kształtować się w zakresie 13,8-14,1°C, natomiast temperatura maksymalna i minimalna powinna wynosić odpowiednio 18,9 i 9,3°C. O korzystnym wpływie niskiej temperatury w kwietniu na plonowanie bobiku donosi Demidowicz (6), który wiąże te wymagania z prawdopodobieństwem wystąpienia jaryzacji a ponadto uważa, że wiosenne chłody decydują o powolnym formowaniu się masy wegetatywnej i dobrym wykształceniu systemu korzeniowego. Jego zdaniem okres wymagań niskiej temperatury przeciąga się również na maj, kiedy to często następuje nawrót chłódów wiosennych. Optymalna dla bobiku temperatura w maju mieści się w granicach 10,5-12,5°C i jest niższa od średniej wartości dla tego miesiąca (7). Jednakże wpływ pogody w maju na plon bobiku można wyrazić interakcją temperatury z warunkami wilgotnościowymi co oznacza, że najkorzystniej na plon oddziałuje

temperatura optymalna przy średnim uwilgotnieniu gleby. Natomiast optymalna średnia dobową temperaturą w czasie kwitnienia może wahać się od 15 do 17°C. W tym przypadku tylko w miejscowości Karżniczka średnia temperatura czerwca była niższa i wyniosła 14,1°C.

Wpływ zasobności gleby i nawożenia mineralnego na plonowanie bobiku

Uprawę bobiku prowadzono na glebach należących do bardzo dobrych kompleksów glebowych: pszennego bardzo dobrego i pszennego dobrego oraz żytniego bardzo dobrego (tab.1). Najwyższe plony nasion uzyskano na glebach kompleksu pszennego bardzo dobrego, najniższe zaś na glebach kompleksu żytniego bardzo dobrego (w miejscowości Karżniczka i Rarwino) oraz pszennego dobrego (w Pawłowicach). Również B o c h n i a r z i i n . (2) na podstawie doświadczeń polowych stwierdzili, że warunki glebowe wywierają wpływ na plonowanie i efektywność nawożenia bobiku. Wymienieni autorzy wiązali tę zależność z zasobnością gleb w główne składniki pokarmowe. W prezentowanym doświadczeniu najbardziej plonotwórcze gleby kompleksu pszennego bardzo dobrego charakteryzowały się wysoką zawartością fosforu, potasu i magnezu (tab. 2). Z kolei gleby na których uzyskano najniższy plon nasion miały niską i bardzo niską zawartość tych składników. Także w innych badaniach (3) plonowanie bobiku było uzależnione od klasy gleby a plon nasion mała w miarę przechodzenia od gleb klasy II do klasy IVa. Na glebach klasy II (kompleksów pszennego bardzo dobrego i dobrego) o dobrej zasobności w przyswajalne formy potasu, fosforu i magnezu i o odczynie powyżej 6,0, brak było reakcji na nawożenie. Wraz ze wzrostem zasobności w fosfor wzrastał plon bobiku, ale malała reakcja na nawożenie azotem i potasem, ponieważ gleby o najwyższej zawartości fosforu zawierały też najwięcej potasu i magnezu. Najwyższe plony na obiekcie kontrolnym uzyskano na glebach o zawartości fosforu w granicach 8,6-15,2 mg P₂O₅ w 100 g (2). Natomiast na glebach najzasobniejszych w fosfor (powyżej 15 mg P₂O₅ w 100 g) stwierdzono największą reakcję na nawożenie azotem i fosforem. Dodatkowo, gleby te miały wyraźnie wyższy odczyn niż gleby o mniejszej zawartości fosforu, co w pewnym stopniu można zauważyć w doświadczeniu własnym. Bobik jest rośliną, która nawiązuje symbiozę z bakteriami z rodzaju *Rhizobium* a zatem wyższe pH gleby jest korzystniejsze dla rozwoju i działania tych bakterii. To z pewnością ma wpływ na zwiększone wiązanie azotu atmosferycznego i lepsze zaopatrzenie rośliny w ten składnik. Ponadto odpowiedni dostęp fosforu wpływa na prawidłowe ukorzenie i krzewienie roślin, a więc rośliny lepiej sobie radzą z pobieraniem wody i składników pokarmowych już od wczesnych faz rozwojowych, co przekłada się na bardziej równomierne, i „winniejsze” plony niezależnie od zmiennych warunków pogodowych (12).

Analiza wyników własnych wskazuje, że wysokie plony bobiku uzyskano na glebach zasobnych nie tylko w przyswajalne formy fosforu ale i potasu, co miało miejsce w Głubczycach, Radostowie, Wróćkowie i Zybiszowie (tab. 2 i 3).

Z wcześniejszych badań B o c h n i a r z a i i n . (3) wynika, że na glebach o dużej zasobności w przyswajalny potas nie stwierdza się dodatniej reakcji bobiku na nawożenie tym składnikiem. To wskazuje, że głównym źródłem potasu dla roślin jest gleba. Potas pełni w roślinach różne funkcje, z których najważniejszą jest udział w procesie fotosyntezy i ściśle z nim związana regulacja gospodarki wodnej. Składnik ten jest także aktywatorem wielu enzymów i ściśle współdziała z azotem. Jako pierwiastek wyjątkowo mobilny w roślinach jest kierowany do tkanek, w których bardzo aktywnie przebiegają procesy biochemiczne i często jest przemieszczany z organów starszych do młodszych i rozwijających się. Dlatego też najwyższą zawartością potasu charakteryzują się rośliny w początkowych fazach wzrostu oraz powstające, młode organy bobiku (16). Jego ważną funkcją jest udział w transporcie asymilatów do miejsc ich wykorzystania w roślinie, a w przypadku roślin strączkowych dodatkowo przemieszczanie ich do rozwijających się i już funkcjonujących brodawek korzeniowych (17). Obecność potasu pobudza transport azotu z korzeni do innych części rośliny niejako „odblokowując” brodawki i pozwalając na dalsze wiązanie N_2 . W doświadczeniu wazonowym wykazano, że wzrost poziomu potasu w glebie zwiększał (o 22-31%) stopień wykorzystania potencjału plonotwórczego bobiku (17) przez co rośliny nawożone wyższą dawką potasu wytworzyły o 62-108% więcej nasion i wykazały ponad 100% wzrost plonu suchej masy w stosunku do roślin niedostatecznie zaopatrzonych w ten składnik. Natomiast niedobór potasu w podłożu powodował zmniejszenie liczby wykształconych strąków oraz liczby wypełnionych nasion w strąku jak również obniżał masę wykształconych nasion (16).

Wyniki badań własnych wskazują, że o niskich plonach bobiku może decydować także zasobność gleb w magnez. Szczególnie widać to w miejscowości Rarwino, w której uzyskano niski plon nasion podczas gdy zawartość fosforu i potasu oceniono odpowiednio jako wysoką i średnią a magnezu jako bardzo niską (2,3 mg w 100 g gleby). Także w doświadczeniach B o c h n i a r z a i i n . (2) z zawartością magnezu w glebach wiązano duże zróżnicowanie plonów bobiku i jego reakcji na nawożenie. W badaniach tych, znacznie niższy plon uzyskano na glebach o bardzo małej zasobności w ten składnik (do 4 mg w 100g), niż na glebach o zawartości 4,1-6,0 i powyżej 12 mg Mg w 100g. I chociaż na glebach o niskiej i średniej zasobności w magnez bobik istotnie reagował na nawożenie azotem i fosforem to najwyższe plony uzyskano na glebach najzasobniejszych w Mg (tj. powyżej 12 mg w 100g). Jednakże w obiektach tych nie stwierdzono już istotnej reakcji na nawożenie N i P, a jedynie tendencje do zwiększenia plonu, szczególnie w wyniku zwiększenia dawki fosforu.

Jak wiadomo magnez obok wielu ważnych funkcji fizjologicznych jest niezbędny dla roślin motylkowatych żyjących w symbiozie z bakteriami glebowymi z rodzaju *Rhizobium*. W warunkach niedoboru Mg wiązanie azotu atmosferycznego ulega znacznemu ograniczeniu, co prawdopodobnie wynika z mechanizmu oddziaływania tego składnika na powstawanie i przemiany węglowodanów, które są źródłem energii dla wiązania azotu atmosferycznego (10).

Wymienione w metodyce plantacje bobiku były nawożone azotem, fosforem i potasem w postaci odpowiednich nawozów mineralnych (tab. 2) lecz uzyskane plony nasion nie potwierdziły skuteczności tego zabiegu w większości miejsc doświadczalnych. Na ogół większe plony uzyskano w miejscowościach, gdzie nawożenie mineralne było bardzo niskie (Wróćkowo) lub niskie (Radostowo i Rarwino). Wyjątkiem pozostają Głubczyce, gdzie zastosowano wysokie dawki NPK i uzyskano wysoki plon nasion oraz Karżniczka i Pawłowice, w których podano najwyższą dawkę nawozów a zebrano najniższe plony bobiku. Z kolei w miejscowości Rarwino zarówno poziom nawożenia jak i plonowania był niski. Pewnym zaskoczeniem jest także najwyższy plon stwierdzony w Radostowie, w którym bobik uprawiano na bardzo zasobnych glebach kompleksu pszennego bardzo dobrego ale jednocześnie zanotowano tam, trwający od kwietnia aż do czerwca, długi okres niedoboru opadów. Być może jest to związane z utrzymywaniem się w tym czasie stosunkowo niskiej temperatury, dzięki czemu deficyt wilgoci w glebie nie osiągnął wartości krytycznych. F l o r e k i n . (9) donoszą o znacznym ograniczeniu plonowania roślin strączkowych, które wystąpiło w warunkach długich okresów suszy wiosenno-letniej połączonych z wysokimi temperaturami. Zdaniem D e m i d o w i c z a (7) analiza udziału badanych czynników pogodowych w łącznym ich efekcie plonotwórczym wskazuje, że agroklimat dla uprawy bobiku w Polsce jest najsilniej różnicowany przez temperaturę.

Podsumowanie

Z przedstawionych analiz wynika, że efektywność zastosowanego nawożenia oraz plonowanie bobiku zależały od wielu czynników. Wśród najważniejszych należy uwzględnić kompleks glebowy i związaną z nim zasobność w składniki pokarmowe oraz odczyn gleby. Ściśle z nimi powiązany jest przebieg warunków pogodowych w okresie wegetacji, w tym głównie ilość i rozkład opadów oraz temperatura. Okazuje się, że dynamika pobierania fosforanów, nawet z gleb zasobnych w fosfor, ulega znacznej redukcji w warunkach niedoboru wody. Ponadto niska temperatura gleby i powietrza zmniejsza dostępność fosforu dla roślin. Dlatego niedostatecznie nagrzana gleba w okresie wczesnej wiosny jest jedną z przyczyn zaburzeń w pobieraniu fosforu nawet w stanowiskach zasobnych w ten składnik pokarmowy (11). Od warunków wilgotnościowych gleby uzależniona jest także reakcja bobiku na nawożenie potasem i azotem (3). Bobik należy do roślin o dużych potrzebach pokarmowych, ale w warunkach deficytu wody nie jest w stanie skorzystać ze składników obecnych w glebie ani też w nawozach. Uzyskane wyniki wskazują, że ma on duże wymagania względem kompleksu glebowego. Prawdopodobieństwo uzyskania wysokich i wiernych plonów bobiku jest znacznie większe jeśli uprawa jest prowadzona w warunkach gleb kompleksu pszennego bardzo dobrego lub pszennego dobrego niż kompleksu żytniego bardzo dobrego. Gleby te charakteryzują się wysoką zasobnością

w składniki pokarmowe oraz korzystnymi cechami fizycznymi, dzięki czemu mogą redukować negatywny wpływ deficytu opadów na wzrost i plonowanie tej rośliny.

Literatura

1. Alghamdi S.S., A-Shameri A.M., Migdadi H.M., Ammar M.H., El-Harty E.H., Khan M.A., Farooq M.: Physiological and molecular characterization of faba bean (*Vicia faba* L.) genotypes for adaptation to drought stress. *J. Agron. Crop Sci.*, 2015, **201**: 401-409.
2. Bochniarz J., Bochniarz M., Filipiak K.: Wpływ nawożenia fosforem i azotem na plonowanie bobiku (*Vicia faba minor*) uprawianego na nasiona. *Pam. Puł.*, 1987a, **89**: 41-55.
3. Bochniarz J., Bochniarz M., Lenartowicz W.: Wpływ nawożenia potasem i azotem na plonowanie bobiku (*Vicia faba minor*) uprawianego na nasiona. *Pam. Puł.*, 1987b, **89**: 57-67.
4. Bogucka B., Wróbel E.: Reakcja bobiku (*Vicia faba* L. *minor* Harz.) na sposób uprawy roli oraz gęstość siewu. *Acta Sci. Pol., Agric.*, 2008, **7(2)**: 11-19.
5. Chmura K., Chylińska E., Dmowski Z., Nowak L.: Rola czynnika wodnego w kształtowaniu plonu wybranych roślin polowych. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*. 2009, **9**: 33-44.
6. Demidowicz G.: Wpływ warunków pogodowych na plonowanie bobiku odmiany Nadwiślański. *Pam. Puł.*, 1990, **97**: 159-170.
7. Demidowicz G.: Klimatyczne podstawy rejonizacji uprawy bobiku w Polsce. *Pam. Puł.*, 1991, **98**: 131-138.
8. Dzieżyc J.: Potrzeby wodne roślin uprawnych. Warszawa, 1989, ss. 419.
9. Florek J., Czerwińska-Kayzer D., Jerzak M.A.: Aktualny stan i wykorzystanie produkcji upraw roślin strączkowych. *Fragm. Agron.*, 2012, **29(4)**: 45-55.
10. Gaj R.: Efektywne wykorzystanie składników mineralnych z nawozów we współczesnym rolnictwie. CDR w Brwinowie, Oddział w Poznaniu, Poznań 2013, ss. 39.
11. Grzebiś W.: Czynniki kształtujące pobieranie fosforu przez roślinę. *J. Elementol.*, 2003, **8(3)** Suppl.: 47-59.
12. Grześkowiak A.: Vademecum nawożenia czyli zbiór podstawowych i praktycznych informacji o nawożeniu. Tarnów-Kędzierzyn-Police, 2013, ss. 116.
13. KotECKI A.: Charakterystyka rolnicza rodów bobiku o szczytowym kwiatostanie. *Fragm. Agron.*, 1992, **2(34)**: 12-21.
14. Kulig B., Zajac T.: Biologiczne i agrotechniczne uwarunkowania produktywności bobiku. *Post. Nauk Roln.*, 2007, **1**: 63-80.
15. Nalborczyk E.: Biologiczne uwarunkowania produktywności roślin strączkowych. *Fragm. Agron.*, 1993, **4**: 147-150.
16. Podleśna A.: Oddziaływanie stresu potasowego na realizację potencjału plonotwórczego bobiku. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 1999, **469**: 257-263.
17. Podleśna A., Głazewski S., Kocoń A., Wojcieszka U.: Wpływ poziomu potasu w podłożu na kwitnienie i owocowanie bobiku. *Materiały I Ogólnopolskiej Konferencji Naukowej „Biologia kwitnienia, nektarowania i zapyłania roślin”*, Lublin, 13-14.11.1997: 130-135.
18. Podleśna A., Wojcieszka - Wyskupajtyś U.: Dynamika pobierania mikroskładników przez groch w zależności od żywienia azotem. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 1996, **434**: 13-17.
19. Podleśny J.: Wpływ ilości i rozkładu opadów w okresie wegetacji na wzrost, rozwój i plonowanie samokończących i tradycyjnych odmian bobiku. *Acta Agroph.*, 2009, **14(2)**: 413-425.
20. Podleśny J., Kocoń A.: Wpływ stresu suszy na rozwój i plonowanie dwóch genotypów bobiku. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 2006, **509**: 125-134.
21. Prusiński J., Borkowska M., Kaszkowiak E.: Wybrane wskaźniki produktywności roślin bobiku w warunkach wzrastającego nawożenia azotem. *Biul. IHAR*, 2008, **248**: 105-116.
22. Rokosz E., Podsiadło C.: Wpływ deszczowania, systemu uprawy i nawożenia mineralnego na plonowanie i właściwości fizyczne gleby lekkiej w uprawie odmian bobiku. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*. 2015, **III(1)**: 625-636.

23. Stępnik K., Lepiarczyk A.: Wpływ warunków pogodowych i systemów uprawy roli na produktywność bobiku (*Vicia faba* ssp. *minor* L.). *Fragm. Agron.*, 2009, **26(1)**: 127-135.
24. www.coboru.pl/PlikiWynikow/1_2013_WPDO_14_BOS%20.pdf.
-

Adres do korespondencji:

*dr hab. Anna Podleśna, prof. nadzw.
Zakład Żywienia Roślin i Nawożenia
IUNG-PIB
ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy
tel. 81 4786 835
e-mail: ap@iung.pulawy.pl*